ProNAMA
Programa Mexicano - Alemán para NAMA

NAMA VIVIENDA EXISTENTE

NAMA apoyada para la vivienda existente en México

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

NAMA Apoyada para la Vivienda Existente en México
Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros

Apoyada por:

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ciudad de México, 18 de Diciembre 2014

La Comisión Nacional de Vivienda en México (CONAVI) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) por su colaboración y asistencia técnica para la preparación de este documento. La colaboración con GIZ se realizó conforme el marco de trabajo de la cooperación técnica entre México y Alemania, a través del Programa Mexicano-Alemán ProNAMA, que ha sido encargado a la GIZ por parte del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Las opiniones expresadas, en este documento, no necesariamente reflejan los puntos de vista de GIZ y/o BMUB. La reproducción parcial, o total, de este documento, queda autorizada para propósitos no lucrativos, siempre y cuando la fuente sea una fuente reconocida.

CONAVI, SEMARNAT. NAMA Apoyada para la Vivienda Existente en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros. Ciudad de México, 2014

Un proyecto dentro del marco de trabajo de la Iniciativa Internacional para el Cambio Climático.

Supervisión y revisión:
CONAVI: Carlos Carrazco
GIZ: Andreas Gruner, Anahí Ramírez, Ana Avendaño, Arne Löprick, Antonio Peláez, Salvador Rodríguez
Infonavit: Yutsil Sanginés

Autores:
Passivhaus Institut: Susanne Theumer, Maria del Carmen Rivero, Javier Flórez, Witta Ebel
IzN Friedrichsdorf: Georg Kraft, Werner Neuhauss
GOPA Consultants: Albert Beele, Angelika Stöcklein

Fotografía: GIZ/(portada)

www.conavi.gob.mx/viviendasustentable

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda en México
Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso
Col. Bosque de Chapultepec
C.P. 11580, México, D.F.
E-mail:
Tel.:
www.conavi.gob.mx

© SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. San Jerónimo 458, 3er Piso
Col. Jardines del Pedregal
C.P. 01900, México, D.F.
E-mail:
Tel.:
www.semarnat.gob.mx

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo **10**

1 Introducción **18**

2 Panorama general del sector de la vivienda existente en México **19**

2.1 Relevancia del sector sector 19

2.2 Política pública de vivienda dentro del contexto del clima 20

2.3 Actores principales en el sector de la vivienda existente 23

2.4 Financiamiento para el sector de la vivienda existente en México 24

2.5 Cooperación internacional para el sector de la vivienda en México 26

3 Barreras hacia la vivienda existente baja en carbono en México **28**

3.1 Barreras financieras 28

3.2 Barreras de conocimiento y diseminación 29

3.3 Barreras regulatorias e institucionales 29

3.4 Barreras técnicas 30

3.5 Resumen de barreras 30

4 NAMA Vivienda Existente: Potencial, objetivos y acciones **32**

4.1 NAMA de Vivienda Existente 32

4.1.1 Objetivo de la NAMA de Vivienda Existente 32

4.1.2 Alcance de la NAMA de Vivienda Existente 33

4.2 Desempeño integral de la vivienda 35

4.3 Diseño técnico para la NAMA de Vivienda Existente 35

4.3.1 Estándares de eficiencia energética para las viviendas dentro de la NAMA de Vivienda Existente 36

4.3.2 Opciones de mitigación conforme a los estándares de eficiencia energética de la NAMA de Vivienda Existente 41

4.3.3 Herramienta de cálculo 47

4.3.4 Ahorro de agua 47

4.4 Potencial de mitigación 48

4.5 Co-beneficios (beneficios no relacionados con gases de efecto invernadero) 53

4.6 Implementación de la NAMA Vivienda Existente 54

4.7 Medidas para la implementación inicial 55

4.8 Medidas indirectas de la NAMA de Vivienda Existente 56

5 Sistema MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación **60**

5.1 Gases considerados en el MRV de la NAMA VE 61
5.2 Línea base para el MRV de mitigación de emisiones 62
5.3 Métricas y parámetros técnicos 62
5.4 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa madura 63
5.5 Plan de monitoreo 64
5.6 Definición y selección del tamaño de muestra para el monitoreo 65
5.7 Muestra para el monitoreo etapa inicial 65
5.8 Monitoreo para etapa madura de la NAMA VE 66
5.9 Responsabilidades dentro del sistema de MRV 67
5.10 Barreras y retos 67
6 Financiamiento de la NAMA de Vivienda Existente: Recursos necesarios y configuración institucional 69
6.1 Costos de inversión incrementales y ahorros de energía 69
6.2 Recursos requeridos para la implementación de la NAMA de Vivienda Existente 71
6.2.1 Acciones directas de mitigación 71
6.2.2 Acciones indirectas de mitigación (acciones de apoyo) 72
6.2.3 Contribuciones mexicanas y de donantes internacionales 72
6.3 Esquema de financiamiento para la NAMA de Vivienda Existente 72
6.3.1 Apoyo financiero para los dueños de las viviendas 73
6.3.2 Apoyo financiero para el Fortalecimiento de Capacidades y MRV 75
6.4 Enfoques Potenciales 76
6.4.1 Modelo de la Responsabilidad Social Corporativa o ESR 76
6.5 Paquetes financieros de la NAMA de Vivienda Existente ofrecidos a la comunidad de donantes internacionales 76
7 Conclusiones y recomendaciones 79
Fuentes de información 80

Lista de tablas

Tabla 1. Emisiones anuales mitigadas por una vivienda de cada una de las tipologías analizadas, por zona climática, en tCO_2e/a (Fuente: Passivhaus Institut). 14

Tabla 2. Elementos principales del diseño de la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 15

Tabla 3. Normas obligatorias actuales relacionadas con la eficiencia energética en la vivienda 22

Tabla 4: Elementos de diseño de la NAMA VE (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters y Perspectives, adaptación Passivhaus Institut). 34

Tabla 5: Ejemplo de medidas para lograr metas de mitigación, por tipo de clima para la tipología Adosada (Fuente: Passivhaus Institut). 42

Tabla 6. Marco de tiempo y cronograma de implementación para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 46

Tabla 7. Valores tomados para el cálculo de la línea base con confort reducido (Fuente: Centro Mario Molina 2013, adaptación por Passivhaus Institut). 50

Tabla 8. Parámetros de confort interior para línea base de confort reducido (Fuente: Passivhaus Institut). 50

Tabla 9: Parámetros de confort interior para línea base de confort estándar (Fuente: Passivhaus Institut). 51

Tabla 10: Co-beneficios seleccionados para la NAMA VE (Fuente: Mesa Transversal de Vivienda Sustentable, adaptación por Passivhaus Institut). 53

Tabla 11: Medidas para la implementación inicial con costos estimados (Fuente: Passivhaus Institut, GOPA). 55

Tabla 12: Acciones administrativas y de apoyo para la NAMA VE (Fuente: IzN Friedrichsdorf). 58

Tabla 13: Gases considerados en el MRV de la NAMA VE (Fuente: MGM Innova 2013 basado en VM0008, adaptación por Passivhaus Institut). 61

Tabla 14: Tabla 4. Datos para el proceso de registro (Fuente: MGM Innova, adaptación Passivhaus Institut). 64

Tabla 15: Propuesta para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto (Fuente: Passivhaus Institut). 65

Tabla 16: Resumen de los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado para cálculo de reducción de emisiones (Fuente: MGM Innova). 66

Tabla 17: Condiciones marco para el cálculo de los costos de ciclo de vida. (Fuente: Passivhaus Institut a partir de datos de SENER 2014) 69

Tabla 18: Ejemplos de paquetes financieros para el apoyo de donantes. Montos en millones de USD; contiene errores de redondeo (Fuente: IzN Friedrichsdorf y Passivhaus Institut). 76

Lista de figuras

Figura 1: Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental, resumen general deejemplos calculados para el Diseño Técnico de la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 12

Figura 2. Mapa de programas de financiamiento y subsidio para el mejoramiento de la vivienda en 2012 24

Figura 3. Universo de acciones de financiamiento y distribución de montos invertidos para el mejoramiento de la vivienda en el periodo de 2007 a 2011 (Fuente: GIZ/MGM Innova 2012). 25

Figura 4. Barreras a la vivienda existente baja en carbono en México y las medidas propuestas para enfrentarlas (Fuente: Passivhaus Institut). 31

Figura 5: Importancia de la rehabilitación bien planificada, con el enfoque de desempeño integral 37

Figura 6: Zonas bioclimáticas utilizadas para los cálculos de la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 38

Figura 7: Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental, resumen general de ejemplos calculados para el Diseño Técnico de la NAMA VE desde Paso 1 hasta llegar al estándar óptimo calculado. Las bandas del sistema de calificación son sólo esquemáticas (Fuente: Passivhaus Institut). 41

Figura 8: Demandas específicas de energía para tipología Adosada en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut). 44

Figura 9: Esquema de la combinación entre Asesores Energéticos y Asesor Superior (Fuente: Passivhaus Institut). 46

Figura 10: Niveles de CO_2, representados bajo distintos escenarios de niveles de eficiencia energética en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut). 51

Figura 11: Comparación entre variantes de confort estándar y confort reducido. Vivienda adosada en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut). 52

Figura 12: Potencial de mitigación de emisiones de CO_2 para edificio adosada en los diferentes climas analizados (Fuente: Passivhaus Institut). 53

Figura 13: Potencial de mitigación de emisiones de CO_2 para edificio adosada en los diferentes climas analizados (Fuente: Passivhaus Institut. 53

Figura 14: Organigrama general propuesto para la integración de la NAMA VE (Fuente: GIZ / Passivhaus Institut). 54

Figura 15: Medidas de implementación inicial para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 56

Figura 16: Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE. Fuente [GIZ/MGM Innova 2013], adaptación por Passivhaus Institut 61

Figura 17: Proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura (Fuente: GIZ/MGM Innova, adaptación Passivhaus Institut). 64

Figura 18: Costos actuales de los diferentes pasos hacia el estándar “Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental” (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut). 70

Figura 19: Costos futuros de los diferentes pasos hacia el estándar “Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental” (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut). 70

Figura 20: Costos actuales de los diferentes pasos hacia el estándar “Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental” (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Monterrey (Fuente: Passivhaus Institut). 70

Figura 21: Costos futuros de los diferentes pasos hacia el estándar “Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental” (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Monterrey (Fuente: Passivhaus Institut). 70

Figura 22: Valor agregado para los diversos actores de la NAMA (Fuente: Passivhaus Institut). 73

Figura 23: Adaptación de IDG para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut). 74

Figura 24: Sistema propuesto para el otorgamiento de créditos a propietarios en el marco de la NAMA VE (Fuente: KfW, adaptación Passivhaus Institut). 75

Lista de acrónimos y abreviaturas

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear)
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Ministerio Federal Alemán para la Cooperación y el Desarrollo)
CEV	Código de Edificación de Vivienda
CFL	Lámpara fluorescente compacta (Compact fluorescent lighting)
CMM	Centro Mario Molina
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CTF	Fondo para la Tecnología Limpia (Clean Technology Fund)
COP	Conference of the Parties
DEEVi	Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda (parte del SISEVIVE- ECOCASA)
ECO431	Estándar de competencia "Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda".
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
EnerPHit	Estándar internacional para la rehabilitación con componentes Passivhaus
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FIPATERM	Fideicomiso para el Aislamiento Térmico
FONHAPO	Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares
FOVISSSTE	Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
GEI	Gas de Efecto Invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo)
GOPA	GOPA Consultants GmbH

IDG	Índice de Desempeño Global – Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde, SISEVIVE-ECOCASA
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Infonavit	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
iPHA	International Passive House Association
IzN	Friedrichsdorfer Institut zur Nachhaltigkeit (Instituto en Friedrichsdorf para la sostenibilidad)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Banco de desarrollo de Alemania)
LAIF	Latin America Investment Facility
Low-e	Baja emisividad
MDL	Mecanismo para el Desarrollo Limpio
MEPS	Normatividad Mínima de Rendimiento Energético (Minimum Energy Performance Standards)
MRV	Monitoreo, reporte y verificación
MXN	Peso mexicano
NAMA	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (Nationally Appropriate Mitigation Actions)
NAMA VN	NAMA de Vivienda Nueva en México
NAMA VE	NAMA de Vivienda Existente en México
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NMX	Normas Mexicanas
ONNCCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación
PDL	Préstamo Impulsado por el Rendimiento (Performance-Driven Loan)
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PEMEX	Petróleos Mexicanos

PHI	Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist
PHPP	Passivhaus Planning Package (Programa de Planificación Passivhaus)
PNV	Programa Nacional de Vivienda
ProNAMA	Programa Mexicano–Alemán para NAMA
PoA	Programme of Activities (Programa de Actividades)
SAAVi	Simulación del Ahorro del Agua en la Vivienda (parte del SISEVIVE-ECOCASA)
SISEVIVE	Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde
RUV	Registro Único de Vivienda
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
SOFOLES	Sociedades Financieras de Objeto Limitado
USD	Dólar Estadounidense

Tasas de cambio (09/2014)

1 MXN	=	0.06	EUR	=	0.08	USD
1 EUR	=	1.29	USD	=	16.9	MXN
1 USD	=	0.78	EUR	=	13.05	MXN

Fuente: Finanzas Yahoo (Yahoo Finance) (accesada 08.09.2014)

Resumen ejecutivo

De acuerdo al Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), México ha establecido como meta voluntaria el reducir sus emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en un 30% para el 2020 y de un 50% para el 2050 con respecto al año 2000. Esta meta ha sido incorporada en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) de junio de 2012 y ha sido reafirmada por el nuevo gobierno en la Estrategia Nacional de Cambio Climático de junio de 2013 (ENCC). Uno de los medios para lograr esta meta es la aplicación de Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación o NAMAs (Nationally Appropriated Mitigation Actions).

Las Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación (NAMA) son mecanismos emergentes de mercado dirigidos a reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas son llevadas a cabo por países en desarrollo bajo el "contexto de desarrollo sustentable, apoyadas y habilitadas por tecnología, financiamiento y construcción de capacidades, de una manera medible, reportable y verificable" [TdR, 2013].

Después del exitoso concepto de la NAMA de Vivienda Nueva (NAMA VN, ver [CONAVI 2011] y [CONAVI 2013]), se desarrolla esta NAMA de Vivienda Existente (NAMA VE), la cual tiene como objetivo mitigar emisiones GEI en el sector de la vivienda existente, al proveer financiamiento adicional para mejorar la eficiencia energética en las viviendas a través de la implementación de ecotecnologías, mejoras en el diseño arquitectónico en caso de que se realice una ampliación, y/o la utilización de materiales constructivos de alta calidad térmica.

En los últimos años, México ha dado importantes pasos para el avance del desarrollo sustentable en el sector vivienda por medio de la creación de capacidades técnicas, el desarrollo de proyectos piloto de distintos niveles de eficiencia energética, la coordinación de los actores clave a través de la Mesa Transversal de Vivienda Sustentable y el desarrollo de una herramienta de evaluación del desempeño integral de la vivienda, adaptada al mercado de México.

Esto refleja que México impulsa la vivienda sustentable.[1] La NAMA VE, que se discute en este documento, junto con su predecesora, la NAMA VN, son elementos fundamentales de la estrategia medio-ambiental del gobierno mexicano para homologar y alinear todos los diversos programas, actividades y esfuerzos de los actores relevantes para contribuir a la mitigación y transformar el sector de vivienda hacia una mayor sustentabilidad.

Todas estas actuaciones tienen como objetivo dar cumplimiento a las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018:

- Un "México Próspero" para generar un entorno que incentive el crecimiento de la productividad del país y la certidumbre económica.
- Un "México con Responsabilidad Global" para impulsar la cultura Mexicana internacionalmente, expandir el comercio y defender sus intereses.

[1] www.conavi.gob.mx

También las líneas de trabajo establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018[2] y el Programa Nacional de Vivienda buscan realizar acciones que garanticen una vivienda digna para los mexicanos, en un entorno urbano sustentable, incluyendo el impulso de acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMAs) en materia de desarrollo urbano y vivienda**.**

¿Qué es la NAMA mexicana de Vivienda Existente?

México ha emprendido acciones de manera unilateral en el sector de la vivienda existente mediante programas como '*Ampliación y/o Mejoramiento de vivienda*' (CONAVI) y 'Mejoravit' (INFONAVIT). Estos programas otorgan financiamiento adicional o subsidio para cubrir el costo incremental de distintas medidas de mejora a la vivienda existente. Los programas de mejora a la vivienda, sin embargo, están más encaminados a resolver los problemas urgentes de las viviendas y requieren de un mayor enfoque hacia la sustentabilidad ambiental, así como una mayor diseminación entre los propietarios de vivienda.

La NAMA VE amplía y expande el alcance de los programas en curso en el campo de las viviendas existentes, hacia la reducción de consumo de energía y por tanto sus niveles de emisiones de GEI, a la vez que se incremente el confort de las viviendas. Con este fin, México junto con actores de cooperación internacional[3] y nacional, ha desarrollado el proceso a seguir en materia de eficiencia energética en la vivienda social existente en México, y para el cual los propietarios de viviendas puedan recibir apoyo. Este proceso tiene como meta alcanzar un nivel de eficiencia energética óptimo mediante una serie de intervenciones graduales, aplicando la rehabilitación energética y paso-a-paso con componentes de alta eficiencia energética, consideraciones definidas en el estándar EnerPHit para los climas relevantes en México, tal como se establece en los criterios de dicho estándar.

Dicho Estándar, desarrollado por el Passivhaus Institut como estándar de aplicación internacional para rehabilitaciones en eficiencia energética, se basa en las acciones que se deben realizar en la vivienda a lo largo de su ciclo de vida y que se ejecutan para cualquier edificación por razones de mantenimiento (por ejemplo pintura exterior cambio de ventanas, etc.). Se busca aprovechar esta circunstancia para optimizar estas medidas, que se realizan inevitablemente, con medidas de eficiencia energética, asegurando un alto confort, excelente calidad del aire interior en las viviendas y evitando daños estructurales a la construcción. El estándar EnerPHit[4] - en lo sucesivo descrito como "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental" - no es una marca, sino un concepto constructivo que se propone aplicar como base para los cálculos de la NAMA VE.

---

[2] En el PNDU 2014-2018 se indica como línea estratégica la implementación de la NAMA en la Estrategia 2.5, Línea de Acción 3 " Impulsar la implementación de acciones de mitigación apropiadas a cada país (NAMAs) en materia de desarrollo urbano y vivienda."

[3] La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) ha apoyado el desarrollo de esta NAMA VE en nombre del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). También el BID, CTF, KfW, Environment Canada y el Reino Unido, entre otros actores, han brindado apoyo técnico y financiero.

[4] El estándar EnerPHit, calculado como Paso 3 en todos los ejemplos, establece valores límite para las demandas de calefacción, refrigeración y energía primaria del edificio según su localización climática. En su defecto, si el límite para calefacción y/o refrigeración no puede alcanzarse debido a las dificultades propias de la rehabilitación, se determinan valores característicos para los componentes del edificio, basados en la calidad necesaria para alcanzar el estándar Passivhaus en cada clima, así como aspectos de rentabilidad. Para mayor información ver [PHI 2014]. Es posible realizar la rehabilitación EnerPHit de una sola vez, o paso a paso.

Debido a que no todos los elementos de una edificación requieren mejoras o reemplazos al mismo tiempo, es especialmente fundamental considerar todos los pasos del proceso en el caso de rehabilitaciones para asegurar una mejora óptima del edificio. Sea que se requiera una renovación completa (todo de una sola vez) o paso a paso (mejoras parciales según se vaya requiriendo debido al ciclo de vida de los componentes constructivos). En la NAMA VE, este recorrido, comienza en el edificio actual existente, se detalla en uno o dos pasos intermedios, según el clima (Paso 1 y Paso 2) hasta llegar a la rehabilitación completa para lograr el nivel de eficiencia energética definido previamente.

Los niveles de eficiencia de la NAMA VE se traducen al sistema de valoración gradual, aplicado por el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde, Sisevive-Ecocasa, según los niveles establecidos en el Índice de Desempeño Global (IDG). El desarrollar el Sisevive-Ecocasa para la evaluación de la vivienda existente en México, incluyendo la adaptación de sus herramientas de evaluación, permitirá informar de una forma transparente a los propietarios e inquilinos de las viviendas sobre la eficiencia esperada en los rubros de energía y uso del agua.

Las medidas a realizar a lo largo del tiempo se planifican a través de un "Plan Maestro" de actuación. Este "Plan Maestro", redactado por la figura de un Asesor Energético, planifica las directrices que debe seguir la rehabilitación energética durante la vida útil del edificio, para lograr los objetivos planteados de una forma oportuna y rentable. Los Asesores Energéticos, a su vez, son coordinados por un Asesor Superior, quien planifica la aplicación de ciertas medidas generalizadas en paquetes a destinar a grupos de viviendas con características similares, facilitando así el financiamiento de las mismas. La incorporación de este esquema de asesoría energética se plantea como un requisito obligatorio para el financiamiento, garantizando que las medidas generen los ahorros esperados, y que el propietario tome las decisiones adecuadas con el apoyo de un equipo de expertos. Esto también asegura que los medios invertidos en eficiencia energética se apliquen realmente a las medidas más adecuadas y necesarias. Se propone también una verificación a través de una institución neutral, para acreditar la calidad del proceso completo, desde la asesoría energética hasta la aplicación de las medidas.

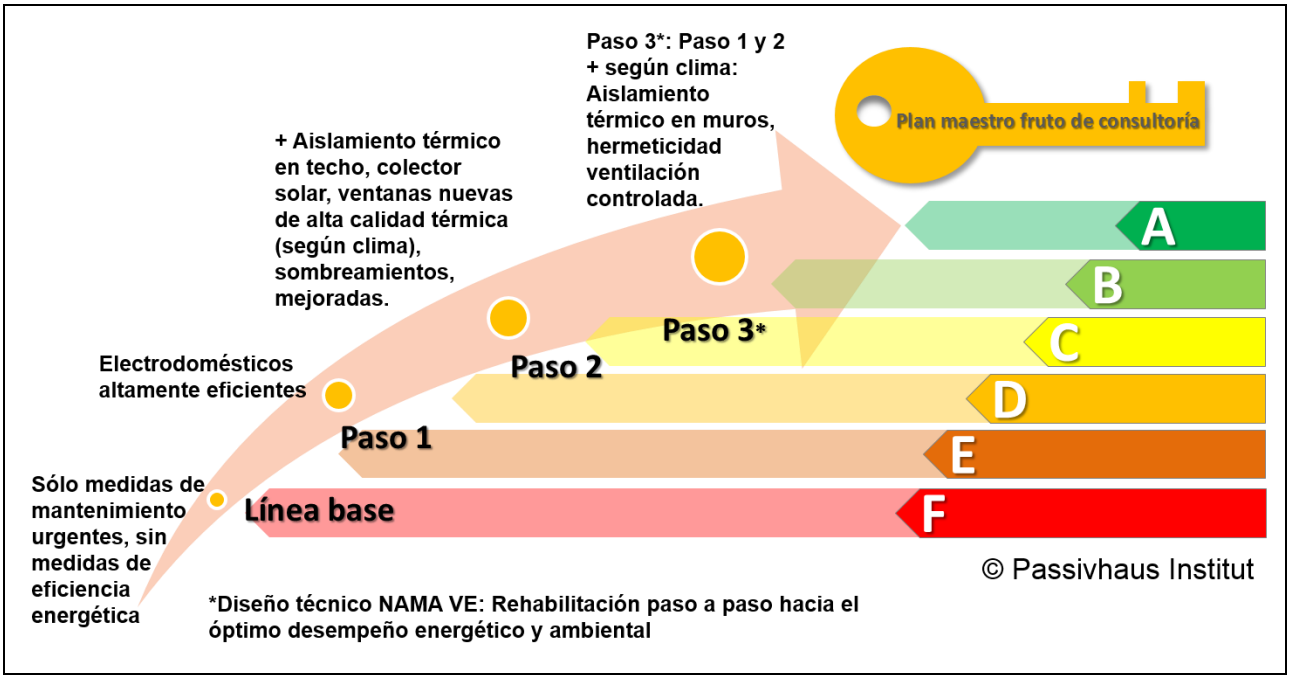

Figura 1: Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental, resumen general deejemplos calculados para el Diseño Técnico de la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut).

La NAMA VE, al igual que la NAMA VN, aborda la eficiencia energética en la rehabilitación basándose en el 'desempeño integral de la vivienda', un concepto que tiene en cuenta todos los factores que influyen en la demanda de energía dentro de la edificación, así como sus interacciones durante el ciclo de vida de la vivienda, a diferencia de programas mexicanos anteriores que sólo se centran en impulsar y medir el impacto de manera aislada de ecotecnologías específicas. Mediante esta perspectiva, se establecen los valores totales de demanda de energía primaria mínimos que se deben alcanzar, que se traducen en la disminución de emisiones GEI. Estos valores límite se definen específicamente para cada tipología de vivienda y zona climática. De esta forma, los propietarios de las viviendas pueden elegir la combinación de intervenciones más adecuada para que logren el nivel de eficiencia deseado, siguiendo siempre el camino que está indicado en el Plan Maestro para sus viviendas.

Al desarrollar el Plan Maestro mediante el enfoque desempeño integral de la vivienda se derivan numerosos beneficios. El sistema MRV es transparente y rentable, debido a que monitorea las mejoras en la eficiencia neta de un amplio abanico de diseños, materiales constructivos, ecotecnologías y medidas a adoptar. Esto permite también a los actores clave encontrar la combinación más rentable de esas soluciones y que puedan recibir ayudas para implementarlas. Además, el enfoque de modelo escalonado, es decir, paso a paso, como se observa en la Figura 1, da flexibilidad a los organismos reguladores para aumentar la exigencia del programa con el tiempo y, permite a los financiadores (donantes internacionales, gobierno mexicano) invertir en las acciones específicas que se alineen con sus prioridades de desarrollo. Es importante mencionar que todos los pasos, para cualquier tipología y zona climática, representan una mejora significativa de mitigación de GEI de un mínimo del 20% o más comparado con la línea base (cuando hablamos del Paso1), o comparado con sus respectivos pasos anteriores (cuando hablamos de Paso 2 y 3), de ese mismo tipo de confort. Estos son valores límites para recibir subsidios para los prestatarios destinados a amortiguar la carga financiera.

Potencial de mitigación de la NAMA VE

Tomando en cuenta la tasa de crecimiento demográfico, se espera que para el 2050 México tenga aproximadamente 150 millones de habitantes [CONAPO 2014]. Debido a los largos ciclos de vida de los edificios y con el fin de lograr reducciones de GEI significativas para cumplir con las ambiciosas metas, es necesario no sólo enfocarse en las viviendas nuevas, sino también centrarse en mejorar la calidad constructiva y la calidad energética de las viviendas existentes. Esto cobra especial importancia al considerar que se espera que para el año 2030 un tercio de las viviendas existentes en México requieran rehabilitación total o parcial [CONAVI, 2010]. Por lo tanto, las inversiones en el desarrollo sustentable hechas en la actualidad rendirán frutos en las décadas venideras, tanto desde la perspectiva económica como de la ambiental y la social.

El tamaño de la oportunidad

El sector de la vivienda representa una gran oportunidad para la implementación de acciones para el ahorro de energía y la mitigación de GEI pues representa el 32% de las emisiones relacionadas con el consumo de energía en el país [INE, 2006] y el 16.2% del consumo final de energía [SENER, 2012] así como el 26% del consumo de electricidad total [SENER, 2012].

Este sector está integrado por 28 millones de viviendas habitadas y adicionalmente se estiman 4.6 millones de viviendas deshabitadas [INEGI, 2010]. Se espera para el año 2030, 11 millones de viviendas nuevas adicionales serán construidas y 9 millones requerirán mejoramientos totales o parciales [SEMARNAT/GIZ, 2011]. Dicho de otra manera, para 2030, habrá 39% más viviendas y 32% de las existentes actualmente habrán sido objeto de algún tipo de mejoramiento o renovación.

Potencial de mitigación del programa NAMA VE

En la NAMA VE se diferencia entre "potencial de reducción" y "potencial de mitigación" de emisiones de GEI. El primero se refiere a las condiciones actuales de la vivienda existente de interés social en México, en donde las condiciones de confort bajas provocan un consumo energético también muy bajo (ver [GIZ/CMM 2013]). El potencial de mitigación, en el cual se enfoca la NAMA VE, se basa en el aumento del confort con el paso del tiempo, asumiendo que de no aplicarse medidas de eficiencia energética en las viviendas, las familias mexicanas aumentarán gradualmente su confort, mediante el uso ineficiente de energía, generando a su vez emisiones de GEI.

Los autores calcularon el balance de energía del 'desempeño integral de la vivienda', basándose en condiciones de confort estándar según la norma internacional [ISO 7730], con la ayuda de las herramientas PHPP (Programa de Planificación Passivhaus) y DEEVi (Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda). Se calcularon tres ejemplos representativos de las tipologías más comunes en vivienda existente de interés social en México: vivienda unifamiliar aislada, vivienda unifamiliar adosada, y vivienda multifamiliar vertical, basándose en las condiciones bioclimáticas de las regiones del país. De igual forma, se desarrollaron para cada tipo de construcción y región climática, diferentes escenarios de eficiencia, comprobando la mitigación de emisiones como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Emisiones anuales mitigadas por una vivienda de cada una de las tipologías analizadas, por zona climática, en tCO_2e/a (Fuente: Passivhaus Institut).

Vivienda unifamiliar aislada (40 m²)	**Monterrey (Cálido seco)**	**Guadalajara (Templado)**	**Ciudad de México (Frío templado)**	**Mérida (Cálido húmedo)**
Paso 1	4.2	0.4	0.8	6
Paso 2	7.5	2.7	4.7	10.9
Paso 3 (EnerPHi)	10.9	4	8.4	14.1
Vivienda unifamiliar adosada (51,4 m²)				
Paso 1	4.2	0.4	0.8	6
Paso 2	7.5	2.7	4.7	10.9
Paso 3 (Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental)	10.9	4	8.4	14.1
Vivienda multifamiliar vertical (40 m² por vivienda)				
Paso 1	2.2	1.2	1.2	5.1
Paso 2	3.1	1.6	1.3	6.7
Paso 3 (Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental)	5.2	2.2	4.2	9.4

Resultados esperados y siguientes pasos

Los programas para la mejora de las viviendas que hay actualmente en México apoyan solamente un segmento restringido del mercado de viviendas existentes, en su gran mayoría sin tener un enfoque hacia las mejoras desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental o la aplicación del enfoque de desempeño global. La NAMA VE es un instrumento clave que se desarrolla para mejorar y expandir las iniciativas existentes.

Para lograr los niveles deseados de penetración y escalamiento, se necesitan fondos adicionales más allá de los que el gobierno mexicano tiene capacidad de aportar por sí mismo. Por ello, juegan un papel clave los donantes y financiamientos internacionales. Su participación en la NAMA VE podría usarse para atraer a la inversión privada y pública del gobierno mexicano. Se han estudiado una serie de opciones mediante las cuales los donantes y los inversionistas interesados se pueden involucrar con esta NAMA

Mediante los proyectos piloto se demuestra el valor y el potencial del concepto de NAMA VE. Estos proyectos, ofrecen una oportunidad para los gobiernos y los donantes internacionales para conocer el potencial para la reducción de emisiones GEI que ofrece este programa. Los proyectos piloto se consideran fuentes de información para la toma de decisiones sobre la política y el financiamiento. También permitirán recabar datos empíricos de rendimiento que se podrán usar para determinar las condiciones límite de las herramientas de cálculo.

Financiamiento de la NAMA

Para que los financiadores e inversionistas interesados puedan apoyar de manera directa las mejoras en las viviendas existentes en aras de una mayor eficiencia energética y sustentabilidad, se tiene que establecer un depósito como resultado de los fondos de financiadores, ya sea en forma de créditos blandos o de subsidios. Por lo tanto, considerando el primer caso, haría falta involucrar una institución financiera con la capacidad jurídica de contraerlos. Mientras se está implementando este fondo, los financiadores pueden asociarse directamente con la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) u otras instituciones finacieras en México tales como Infonavit, SHF, entre otras. Éstas a su vez, podrán definir la asignación óptima de los recursos. El financiamiento proporcionado para la NAMA VE se canalizará a la demanda por parte de los propietarios de vivienda y, potencialmente, también a la oferta por parte de entidades ejecutoras. A los beneficiarios o ejecutores se otorgan el financiamiento (créditos, subsidios u otros instrumentos financieros) a fin de apoyar en la fase de remodelación o rehabilitación.

Los financiadores que deseen brindar soporte a la NAMA pueden otorgar financiamiento, el cual es crucial pues permitirá al gobierno mexicano contar con los medios para financiar las medidas de inversión y para llevar a cabo las acciones administrativas y de apoyo. Este financiamiento también podrá servir para promover iniciativas de colaboración bilateral. Éstas incluyen la creación de capacidades a nivel federal y local facilitando servicios de capacitación profesional a los Asesores Energéticos, Asesores Superiores, Supervisores y Verificadores, así como la creación y el mantenimiento de los marcos para monitoreo y entrega de informes. Como lo ilustran los ejemplos de paquetes de financiamiento, los financiadores dispondrán de una flexibilidad significativa para ajustar la escala de cobertura (número de viviendas) y el nivel de eficiencia (Paso 1, Paso 2 o Paso 3).

Tabla 2. Elementos principales del diseño de la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut).

Punto	Descripción
Sector	Sector de la Construcción
Subsector	Mejora de viviendas: primordialmente para familias de bajos ingresos (vivienda social) y potencialmente, para el sector de la vivienda de ingresos medios
Alcance NAMA VE	Todo el país
Medidas y actividades con impacto directo en la reducción de emisiones de GEI	Introducción de estándar de eficiencia energética ambicioso para minimizar el consumo de energía primaria. La mejora de viviendas de acuerdo con el nivel del estándar, se incentiva por medio de un sistema de promoción financiera de manera escalonada (paso a paso) y se optimiza mediante la introducción de una asesoría energética

	integral obligatoria, que establece un Plan Maestro de acción desde el inicio.
Medidas y actividades con impacto indirecto en la reducción de emisiones de GEI	Acciones de soporte para la implementación de la NAMA VE, su operación y apoyo para un proceso de transformación más amplio dentro del sector vivienda: introducción de los requisitos de rendimiento energético conforme el sistema legal y el proceso de otorgación de permisos, capacitación y establecimiento de programa de asesoría energética, creación de proyectos piloto para cada nivel de eficiencia propuesto y adaptación de herramienta de cálculo para asesoría energética y evaluación de los proyectos.
Co-beneficios	Economicos: • Ahorros en las cuentas de gas, electricidad y de agua, beneficios económicos para los inquilinos. • Disminución en los costos de subsidios a la energía en favor de financiar medidas de la NAMA VE • Incremento en el número de compañías y empleos verdes • Prolongación de la calidad y ciclo de vida de las viviendas • Incrementos en la productividad de trabajadores debido a las condiciones de confort mejoradas Medio ambientales: • Calidad del aire • Ahorro de agua y energía Sociales: • Efecto palanca en el aumento de confort gracias a la combinación de medidas de la NAMA VE con la rehabilitación de equipamiento eléctrico y sanitario y/o la ampliación de la vivienda • Confort en el interior de las viviendas en cuanto a parámetros Confort en el interior de las viviendas en cuanto a parámetros de temperatura y humedad • Acceso y promoción de servicios de energía limpia • Construcción de capacidades humanas e institucionales • Educación y concientización de la sustentabilidad en propietarios de viviendas • Mejoras en la salud de los habitantes de la vivienda a través de las mejoras en el confort y calidad del aire
Marco de tiempo del NAMA VE	Preparación (2014) Primera fase (2015 - 2016): Preparación de estructuras para implementación a gran escala; asesoría vía expertos internacionales Segunda fase(2016 – 2020): Implementación a gran escala
Cronograma de implementación de la NAMA VE	Primera fase (2015 - 2016): Identificación de proyectos y asesoría vía expertos internacionales de las áreas de actuación apropiadas, elaborando el balance energético y el Plan Maestro mediante la herramienta internacional PHPP v.9. Preparación de las estructuras para la implementación a gran escala: Desarrollo y capacitación de los actores (incluye asesores energéticos), creación de estructuras financieras, adecuación de la

	herramienta DEEVi para la rehabilitación de la vivienda existente, diseminación y promoción de rehabilitación con los usuarios, desarrollo de entidades ejecutoras. <u>Segunda fase (2016 – 2019):</u> Implementación de las mejoras de eficiencia energética adecuadas financiadas por donantes internacionales y el gobierno mexicano siguiendo las directrices marcadas en el Plan Maestro, en función de las características de la actuación, y de las necesidades identificadas por los asesores energéticos mediante la herramienta DEEVi v.2. (Actualizada para la rehabilitación de la vivienda existente).
Los costos de inversión de la NAMA VE	400 Mio. USD
Los costos de ejecución de la NAMA VE (medidas de apoyo, asistencia técnica)	12 Mio. USD
Tipo de NAMA VE	El marco de la NAMA VE que consiste en componentes unilaterales y apoyados
Tipo de apoyo requerido bajo la NAMA VE	Financiero, técnico, y creación de capacidades

1 Introducción

Las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA), son mecanismos de mercados emergentes, que permiten a las economías en desarrollo alinear su desarrollo sustentable con sus prioridades estratégicas y económicas nacionales.

México ya dio primeros pasos hacia un sector de vivienda sustentable mediante programas como la "Hipoteca Verde" y "Ésta es tu casa". Ambos proporcionan préstamos que cubren el costo adicional de medidas en eficiencia energética en edificaciones nuevas. También se han desarrollado programas de crédito o subsidio para la mejora de viviendas existentes, por ejemplo "Mejora tu Casa" y, en recientes años, "MEJORAVIT". No obstante, estos programas no tienen una orientación fuerte dirigida a la sustentabilidad ambiental. Tampoco cuentan con un mecanismo de planificación o seguimiento que permita controlar el uso de los recursos por parte de los derechohabientes, sobre todo en lo que se refiere a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI). Además, la mayoría de los programas en el mercado aportan el financiamiento para medidas de mejoras urgentes y no para medidas de eficiencia energética.

Una actividad presentada como parte del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) es justamente buscar reducir las emisiones de GEI en el sector de la vivienda mediante la aplicación de las NAMAs, teniendo en cuenta el costo-beneficio de las medidas durante el ciclo de vida de los edificios. Un primer gran logro de estas actividades es la NAMA de Vivienda Nueva (NAMA VN, ver [CONAVI/GIZ 2011 y 2013] que fue presentada en el 2011 y que se encuentra actualmente en su fase de implementación. La NAMA VN ha logrado ya importantes pasos como el desarrollo de proyectos piloto, la creación de capacidades técnicas y la coordinación de los actores clave. El resultado ha sido un fuerte progreso hacia el despliegue de la NAMA Vivienda Existente (NAMA VE), como se presentó en la COP 18 en Doha, Qatar.

El presente documento describe la propuesta para una NAMA apoyada para la mejora de las viviendas existentes en México. Se busca mitigar emisiones de GEI en el sector residencial al proporcionar financiamiento suplementario para mejorar la eficiencia de las viviendas existentes en cuanto al consumo de energía eléctrica, agua y gas. Estas mejoras se logran a través de la implementación de ecotecnologías, mejoras en la calidad de la envolvente térmica de la vivienda y la utilización de materiales constructivos y de equipamiento energéticamente eficientes. Se plantea el concepto de mejoras paso a paso o completas, según las necesidades del edificio y los recursos disponibles. Para determinar las mejoras a proponer, se propone la aplicación del enfoque integral de la vivienda a través de una asesoría energética personalizada.

Se diferencia entre "potencial de reducción" y "potencial de mitigación" de emisiones de GEI. El primero se refiere a las condiciones actuales de la vivienda existente de interés social en México, en donde las condiciones de confort bajas, provocan un consumo energético también muy bajo (ver [GIZ/CMM 2013]). El potencial de mitigación, en el cual se enfoca la NAMA VE, se basa en el aumento del confort con el paso del tiempo, asumiendo que de no aplicarse medidas de eficiencia energética en las viviendas, las familias mexicanas aumentarán gradualmente el confort de sus viviendas, mediante el uso ineficiente de energía, generando a su vez emisiones de GEI. De esta forma, la NAMA no solo busca la reducción de emisiones actuales sino que también busca evitar el posible aumento de GEI a futuro.

En los siguientes capítulos se proporciona una descripción del concepto de la NAMA VE, incluyendo el panorama general de la vivienda existente en México y las barreras para la implementación, junto con las medidas directas y recomendaciones para la implementación. Así mismo, se presenta un análisis del impacto de dichas medidas en el perfil de emisiones del país, una descripción del sistema de MRV y las posibilidades de financiamiento para las medidas propuestas.

2 Panorama general del sector de la vivienda existente en México

El área de acción de la NAMA VE es el sector de la vivienda existente en México. Para entender mejor la situación actual de dicho sector, el presente apartado describe su panorama general y relevancia a la contribución de mitigación de emisiones de GEI, incluyendo las acciones de política pública existentes, los actores principales, los esquemas actuales de financiamiento y las acciones de cooperación internacional vigentes.

2.1 Relevancia del sector sector

Tomando en cuenta las tasas de crecimiento demográfico, para el 2050, México tendrá una población estimada de 150 millones de habitantes [CONAPO 2014]. Paralelo al aumento de la población en general, el país vive un proceso continuo de urbanización, de manera que se espera que las poblaciones en las ciudades experimenten un crecimiento de 71.6% en 2010 a 83.2% en 2030 [Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018]. Dicho crecimiento presupone un reto tanto en cuestiones de urbanización como en la provisión de viviendas para la creciente población urbana.

Debido a esta creciente necesidad de vivienda en los centros urbanos, se estima que en promedio se construirán 600,000 viviendas por año hasta 2020. En especial se espera que la mayor parte de estas viviendas estén destinadas para la población de bajos ingresos. En total, se estima que para la tercera década de este siglo, México tendrá cerca de 40 millones de viviendas [CONAVI, 2013]. Por otra parte, la producción de tal cantidad de viviendas representa también un reto dese el punto de vista de la eficiencia energética y sustentabilidad de las mismas puesto que la gran mayoría de las viviendas existentes construidas en el país en las últimas décadas se han ejecutado sin la consideración de estos aspectos (ver [GIZ/CMM 2013] y [GIZ/Cruz Jiménez 2012]).

Por esta razón , dentro del contexto de controlar las emisiones y de lograr las metas económicas del país, el sector de la vivienda ha sido identificado por el gobierno mexicano como una oportunidad clave para abordar las necesidades de desarrollo y de crecimiento nacional de una manera sustentable y responsable, con el fin de garantizar llegar a los objetivos de una reducción de 30% de los GEI para el 2020 y una de 50% para el 2050 [LGCC, 2012]. El sector de vivienda representa el 32% de las emisiones relacionadas con el consumo de energía en el país [INE, 2006]. Al mismo tiempo representa el 16.2% del consumo final de energía y el 26% del consumo de electricidad [SENER, 2012].

Igualmente, el prolongado ciclo de vida de una vivienda representa un alto potencial de mitigación de las emisiones GEI dentro de este sector. Esto acentúa la importancia de no sólo concentrarse en las viviendas que serán construidas, sino también en las mejoras de las viviendas existentes como un gran potencial de mitigar emisiones actuales y futuras. En 2010 existía en México un parque habitacional de casi 36 millones de viviendas, de las cuales aproximadamente 28 millones (80%) están habitadas, mientras que un 6% son viviendas de uso temporal y el 14% representan viviendas particulares deshabitadas [GIZ/Cruz Jiménez 2012, basado en INEGI 2010]. Se estima que un tercio del total de estas viviendas necesitará mejoras parciales o totales para 2030 [SEMARNAT/GIZ, 2011].

De la totalidad de las viviendas existentes, se estima también que un 90% corresponde a casas unifamiliares independientes (viviendas aisladas o adosadas) y el resto corresponde a departamentos dentro de edificios multifamiliares [GIZ/Cruz Jiménez 2012]. Esto es especialmente cierto para la región norte del país y refleja la preferencia cultural que hay en México por la vivienda independiente. Esto también representa una gran oportunidad desde el punto de vista de la mitigación de emisiones de GEI como las viviendas independientes son, desde el punto de vista del consumo energético, mucho más ineficientes que los edificios de departamentos.

2.2 Política pública de vivienda dentro del contexto del clima

El gobierno mexicano se ha planteado las siguientes líneas de acción en su Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018:

- Un "México Próspero" para generar un entorno que incentive el crecimiento de la productividad del país y la certidumbre económica.
- Un "México con Responsabilidad Global" para impulsar la cultura Mexicana internacionalmente, expandir el comercio y defender sus intereses.

A su vez, el gobierno mexicano creó en 2013 la nueva Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) como la entidad encargada de los temas de desarrollo agrario, desarrollo urbano y vivienda. Dicha secretaría busca la promoción del desarrollo y bienestar de todos los habitantes en México, tanto en zonas rurales como urbanas, buscando un "modelo de desarrollo urbano incluyente y sustentable" [DOF 2013]. Considerando la importancia de las líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 antes mencionadas así como del Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018 (PNDU 2014-2018)[5] y el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018 (PNV 2014-2018), se han establecido las bases hacia la consolidación de la vivienda sustentable en México. Es de esta manera que, a través de la coordinación interinstitucional, la SEDATU implementará el PNDU 2014-2018 y el PNV 2014-2018 mediante un conjunto de acciones que procuren una vivienda digna para los mexicanos, en un entorno urbano sustentable, reduciendo el rezago y enfocándose no sólo en la vivienda sino también en la consolidación de las ciudades y el entorno urbano, la vivienda intra-urbana, el transporte, la redensificación y verticalidad así como nuevas medidas que tengan beneficio social [SEDATU 2013].

La sustentabilidad del sector de la vivienda, en sus ejes social, económico y ambiental, es una clara prioridad para el gobierno mexicano. El PNV 2014-2018, promueve la diseminación de ecotecnologías, además del desarrollo y la implementación de normas y regulaciones para estandarizar los criterios, con el fin de avanzar hacia una vivienda sustentable y de alta calidad. El PNV 2014-2018 también promueve los subsidios y las hipotecas verdes. Sin embargo, falta enfocar la aplicación de dichas medidas de sustentabilidad para las mejoras en las viviendas existentes. Así mismo, la CONAVI ha dado inicio a varios programas piloto de capacitación diseñados para la concientización general en cuanto a los beneficios de la vivienda sustentable y sigue implementando la política de vivienda bajo el mandato político de la SEDATU.

Políticas de Cambio Climático

Como ya se ha comentado, México ha iniciado acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y abordar los problemas derivados del cambio climático.

En 2010 México presentó la meta voluntaria para reducir sus emisiones de GEI hasta en un 30% para el 2020 con respecto a un escenario habitual y completar la implementación del Programa Especial de Cambio Climático (PECC), adoptado en 2009, que incluye más de 100 actividades a nivel nacional para la reducción de GEI. Adicionalmente, la reciente aprobación de la Ley General de Cambio Climático junto

[5] En el PNDU 2014-2018 se indica como línea estratégica la implementación de la NAMA en la Estrategia 2.5, Línea de Acción 3 " Impulsar la implementación de acciones de mitigación apropiadas a cada país (NAMAs) en materia de desarrollo urbano y vivienda."

con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) apoya este compromiso y promueve, entre otras actividades, la creación de pautas de formulación, regulación, dirección e instrumentación de acciones de mitigación. El cumplimiento de estas acciones está condicionado al apoyo financiero y tecnológico que se pueda recibir de los países desarrollados. Esta ambiciosa agenda se implementará por medio de mejoras en la eficiencia energética, el uso de suelo y la implementación de energías renovables en distintos sectores económicos.

Además, para generar beneficios ambientales, sociales y económicos, la Ley General de Cambio Climático crea un marco legislativo para la transición hacia una economía competitiva y sustentable con bajas emisiones de carbono. La ley obliga al establecimiento de una Política Nacional para la Mitigación del Cambio Climático, a través del control y la reducción de emisiones con el fin de promover la salud y la seguridad en la población. Así mismo, identifica la reducción de la demanda de energía, es decir, la eficiencia energética, como una línea de acción prioritaria. También prevé acciones sobre los asentamientos y áreas urbanas, así como la adaptación dentro del ordenamiento ambiental del territorio.

Esta Ley establece la creación de un Fondo para el Cambio Climático con el propósito de recaudar y canalizar recursos públicos y privados, en apoyo a la implementación de acciones para hacer frente al cambio climático. El fondo está abierto tanto a fuentes internacionales como nacionales, y puede capitalizarse vía fondos federales y públicos, contribuciones de gobiernos extranjeros, donativos y ONGs internacionales; así como el valor de las reducciones de emisiones generadas dentro de México [LGCC 2014].

Además, las líneas de acción de la ENCC establecen el replanteo de la estructura actual de subsidios a la electricidad y al agua en todos los sectores. El fin es incentivar el incremento en la eficiencia en el consumo de energía y del agua así como un ajuste gradual de las tarifas de uso doméstico de electricidad y agua, las cuales actualmente están altamente subsidiadas (ver apartado 3). El objetivo es que las tarifas reflejen precios reales del mercado, aunque considerando la aplicación de medidas compensatorias para los grupos más vulnerables. Otra línea importante de acción es el impulso de nuevos mecanismos económicos para incentivar acciones de mitigación, tales como las NAMAs [SEMARNAT 2013].

Para complementar y alinear tanto al PECC, como a la Ley General para el Cambio Climático, se presenta esta NAMA VE. El Fondo para el Cambio Climático que se describe dentro de dicha Ley podría utilizarse para financiar el despliegue tecnológico y la construcción de capacidades. Además, la implementación de esta NAMA VE promueve metas clave estipuladas dentro de la Ley, incluyendo:

- El impulso de patrones de consumo y de una producción sustentable a través de la economía.
- El impulso de prácticas de eficiencia energética, particularmente en bienes raíces, entidades operadas por gobiernos federal, estatales, y locales, y en los activos de las agencias.
- La redacción, ejecución y acatamiento de los planes de desarrollo urbano que contengan criterios de eficiencia energética para la mitigación de emisiones de GEI directas e indirectas.
- La emisión de disposiciones normativas con el objetivo de regular la rehabilitación energética de las viviendas, incluyendo el uso de materiales con baja huella de carbono.

Eficiencia Energética en los Reglamentos de Construcción

CONAVI ha desarrollado un modelo normativo voluntario: el “Código de Edificación de la Vivienda” (CEV) que incluye regulación y estándares de eficiencia energética, así como directrices de sustentabilidad para la vivienda. La CONAVI es una dependencia federal, y los códigos y reglamentos de construcción se

establecen y son puestos en operación a nivel municipal y estatal. Por lo anterior, dicha dependencia no puede obligar ni a la adopción, ni a la implementación de sus recomendaciones. Por lo tanto, en la actualidad, el CEV únicamente sirve como código de referencia. Con el propósito de apoyar la adopción de éste, CONAVI, Infonavit, y SHF operan el "fondo de competitividad", un fondo asignado para promover los códigos de sustentabilidad y los programas de desarrollo urbano. El CEV hace referencia a la normatividad mexicana vigente de los diferentes campos relevantes para la vivienda, entre ellos las NOMs en materia de eficiencia energética. La Tabla 3 expone las normas obligatorias actuales relacionadas con la eficiencia energética en la vivienda.

Las actuales Normas de Rendimiento Mínimo Energético (MEPS, por sus siglas en inglés) en México, corresponden a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), que son obligatorias, y a las Normas Mexicanas (NMX), de carácter voluntario. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, (CONUEE) tiene como objetivo central promover la eficiencia energética y ser el órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía. La CONUEE expide la NOM que promuevan la eficiencia del sector energético y apoya su implementación.

Actualmente no existen en el panorama reglamentario mexicano normas para la rehabilitación de viviendas existentes. Sin embargo, el campo de aplicación de la 'NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones – Envolvente de edificios para uso habitacional' incluye las ampliaciones de edificios para uso habitacional existentes como se expone en el punto 2 de dicha Norma.

Tabla 3. Normas obligatorias actuales relacionadas con la eficiencia energética en la vivienda

ENVOLVENTE DE EDIFICIOS
NOM-020-ENER-2011 Eficiencia energética en edificaciones, Envolvente de edificios para uso habitacional.
AISLANTES TÉRMICOS
NOM-018-ENER-2011 Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
VIDRIO Y SISTEMAS VIDRIADOS
NOM-024-ENER-2012 Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.
EFICIENCIA TÉRMICA
NOM-003-ENER-2011 Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-025-ENER-2013 Eficiencia térmica de aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
EFICIENCIA ENERGÉTICA
NOM-005-ENER-2012 Eficiencia Energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-015-ENER-2012 Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-017-ENER/SCFI-2012 Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba.
NOM-021-ENER/SCFI-2008 Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-023-ENER-2010 Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-028-ENER-2010 Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

NOM-030-ENER-2012 Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites métodos de prueba.
NOM-032-ENER-2013 Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado.

A pesar de estas iniciativas, hay una baja tasa de inclusión de las Normas dentro de los reglamentos de construcción a nivel estatal y municipal. Y aun cuando se incluyan, la verificación y la puesta en marcha de los estándares de eficiencia energética son insuficientes. Por lo tanto, existe la necesidad de ampliar la cobertura de la eficiencia energética dentro de los reglamentos de construcción y de aumentar su vigilancia y aplicación, siendo esto uno de los objetivos de la NAMA VE.

2.3 Actores principales en el sector de la vivienda existente

El sector de la vivienda en México involucra a un rango de actores clave, incluyendo las instituciones financieras del sector público y privado, los desarrolladores y los consumidores. También existen dos segmentos distintos del mercado: el mercado hipotecario, que da servicio a los propietarios individuales; y el mercado para los desarrolladores, que financia la construcción de la vivienda nueva a gran escala.

La CONAVI es la instancia federal encargada de coordinar la función de promoción habitacional, así como de aplicar y cuidar que se cumplan los objetivos y metas del gobierno federal en materia de vivienda. Con la creación de la SEDATU en 2013, se agrupa a esta nueva secretaría, siendo el brazo técnico especializado en materia de vivienda, encargado de la elaboración del Programa Nacional de Vivienda y de la operación de subsidios. La CONAVI ha estado trabajando con el fin de institucionalizar responsabilidades y esfuerzos para poder implementar la vivienda sustentable como política. Este trabajo ha sido organizado a través de la "Mesa Transversal de Vivienda Sustentable", un Comité Multilateral para la vivienda sustentable en México promovido e implementado por la CONAVI desde el 2012 y, desde el 2013 políticamente coordinado en conjunto con SEDATU. La Mesa Transversal de Vivienda Sustentable está conformada por un grupo de expertos de instituciones nacionales e internacionales, incluyendo a varias cooperaciones de organismos multilaterales y agencias internacionales con capacidades técnicas y de financiamiento, asociaciones civiles, centros especializados de investigación y a la academia, todos interesados en el desarrollo de la vivienda sustentable y que participan en reuniones de coordinación regulares. Este comité, no sólo comparte recursos, sino que coordina acciones para evitar problemas potenciales, diseños incompatibles y traslapes de esfuerzos o acciones.

El mercado de las hipotecas está dominado por dos grandes fondos públicos para la vivienda, ambos tienen más de 40 años de antigüedad, y son los que proporcionan esquemas de ahorro, a largo plazo, basados en contribuciones obligatorias. Se trata del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), que da servicio a los empleados del sector privado y del Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE), para los empleados del sector público. Ambos recaudan el 5% de los salarios de los empleados que retiene el patrón en la fuente de trabajo, por medio de cuentas de ahorro individuales a utilizarse al adquirir un crédito de vivienda. La Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) es un banco estatal de desarrollo hipotecario de segundo piso. Estas instituciones públicas dominan el mercado con una participación de 76%. Además de proporcionar hipotecas para la vivienda, las instituciones federales también proporcionan subsidios públicos, en forma directa, a personas de bajos ingresos para viviendas económicas, a través de la CONAVI y el Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares (FONHAPO).

Aun y cuando todas estas instituciones, especialmente en el caso de los créditos hipotecarios, tienen su mayor enfoque en el mercado de la vivienda nueva, también tienen una participación en el mercado de

las mejoras y ampliaciones a viviendas existentes. De acuerdo con cifras de la CONAVI, en el periodo entre 2007 y 2011 se realizaron 7.1 millones de acciones de financiamiento o subsidio de a la vivienda existente [GIZ/MGM Innova 2012]. La Figura 2, a continuación, presenta un resumen de las principales instituciones federales que cuentan con programas tanto de subsidio como de financiamiento para el apoyo a las mejoras en la vivienda existente.

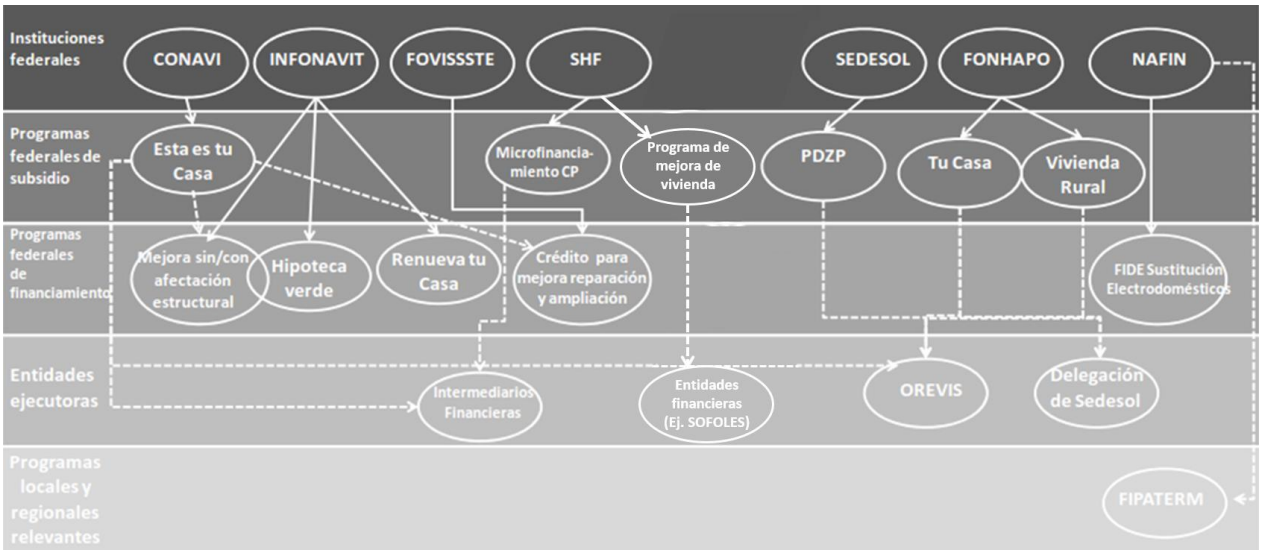

Figura 2. Mapa de programas de financiamiento y subsidio para el mejoramiento de la vivienda en 2012 (Fuente: GIZ/MGM Innova 2012, adaptación Passivhaus Institut).

A diferencia de la vivienda nueva, los programas existentes se enfocan mayormente en subsidios federales para apoyar a las familias a aplicar mejoras en sus viviendas. En especial los programas del FONHAPO y de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) registran, en el periodo de 2007 a 2011, el 80% del apoyo de las acciones de mejora realizadas, con un 41% del total de los recursos invertidos [GIZ/MGM Innova 2012]. Los programas de subsidio se implementan a través de entidades ejecutoras que funcionan de manera local y son quienes identifican las necesidades de los usuarios en cuanto a mejoras de la vivienda. Sin embargo, dichas entidades ejecutoras son todavía insuficientes para una implementación a gran escala (ver apartado 3.3).

El segundo lugar en número de acciones son aquellas financiadas por las ONAVIS (Organismos de Vivienda) tales como el Infonavit y FOVISSSTE. Dichos organismos tienen poca participación en la mejora de viviendas existentes, dando mayor importancia a programas de adquisición de vivienda nueva y usada. Otro programa que actualmente ha concluido su implementación, fue el programa de Sustitución de Electrodomésticos, implementado por el Fideicomiso para el ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE), logró apoyar la sustitución de un número considerable de equipos de aire acondicionado y refrigeradores con más de 10 años de uso en las viviendas existentes entre 2009 y 2012, otorgando alrededor de 1.8 millones de créditos. Otro programa fue el del Fideicomiso para el Aislamiento Térmico (FIPATERM), cuyo objetivo central es la disminución del consumo de energía eléctrica y financió cerca de 805 mil acciones destinadas principalmente a la aplicación de aislamiento térmico en la vivienda, así como la sustitución de aparatos de refrigeración, aire acondicionado e iluminación obsoletos.

2.4 Financiamiento para el sector de la vivienda existente en México

Los esfuerzos de México para la modernización de su economía durante las últimas dos décadas y en particular las reformas financieras han solidificado y estabilizado al sector financiero, como se demostró durante la crisis global financiera (partir del 2008). Los puntos fuertes del sector son:

- El coeficiente de solvencia elevado (15,2% en febrero de 2014) que supera así las exigencias de "Basel III" (7%),
- La buena rentabilidad (14% retorno sobre capital propio),
- La baja tasa de morosidad en la cartera de créditos (3,7% sobre cartera total) a pesar de algunos problemas con prestatarios en las áreas del consumo y de la construcción,
- El buen nivel de reservas para equilibrar estos riesgos,
- La limitada exposición al riesgo de las divisas extranjeras,
- La relativa baja dependencia de fondos al mayoreo y la fuerte liquidez.

Estos factores dejan a los bancos comerciales mexicanos (alrededor de 80% están en propiedad extranjera) en una posición bastante ventajosa. Como medida preventiva, desde el gobierno se han reforzado las regulaciones, así como la supervisión de los bancos incluyendo la introducción de "stress tests" obligatorios. En 2013 el gobierno tomó medidas para aumentar la competencia entre los bancos y para incrementar la concesión de créditos sobre todo al sector de los Pymes. Aunque las reformas no impactan al sector de la vivienda directamente, la mayoría impulsa el financiamiento y facilita el acceso al crédito.

El sector de las hipotecas de los institutos estatales domina el mercado de la vivienda nueva con una participación de tres cuartos aproximadamente (créditos otorgados, cifras acumuladas 1973-2012). El sector estatal está segmentado dependiendo si el individuo es un trabajador público o privado, así como por el valor total de la hipoteca. Infonavit y FOVISSSTE canalizan las contribuciones obligatorias a créditos directos de vivienda para sus agremiados. Infonavit es responsable de proporcionar hipotecas a los empleados del sector privado, mientras que el FOVISSSTE sirve a los trabajadores del sector público (véase también sección 2.2).

No así en el caso de la vivienda existente donde, como se mencionó anteriormente, la mayoría de los programas enfocados en el apoyo para el mejoramiento de la vivienda actualmente se dan a través de subsidios federales. Dichos subsidios se distribuyen a través de programas de carácter asistencial que buscan apoyar al sector de la población con menos recursos [GIZ/MGM Innova 2012].

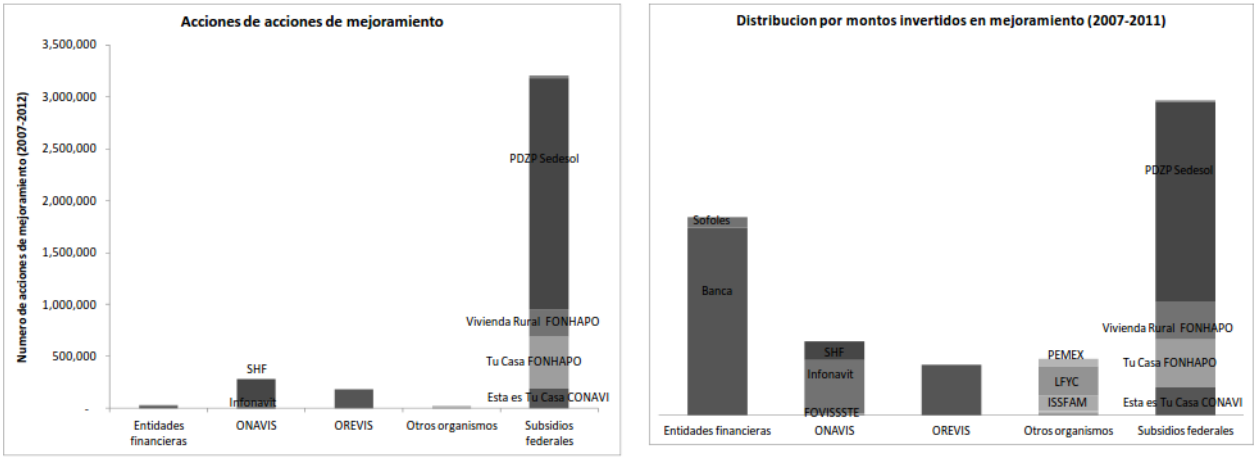

Figura 3. Universo de acciones de financiamiento y distribución de montos invertidos para el mejoramiento de la vivienda en el periodo de 2007 a 2011 (Fuente: GIZ/MGM Innova 2012).

Como se observa en la Figura 3, los programas de FONHAPO y SEDESOL son responsables del 80% de las acciones de mejoramiento y el 41% de los recursos invertidos en mejoramiento. En promedio, el subsidio

por acción de mejoramiento de, es aproximadamente de $7,500 MXN (575 USD). Se observa que la suma de los créditos hipotecarios para el mejoramiento de la vivienda a través de programas de Infonavit y FOVISSSTE es mucho menor al de los subsidios, pero con montos individuales mucho mayores, con un promedio de $230,000 MXN (18.000 USD) por acción. A su vez, la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) ofrece una línea de crédito a corto plazo para mejoramiento de la vivienda, con un promedio de $7,000 MXN (536 USD) financiado por acción, pero también con un alto número de acciones, como se observa en la figura anterior. En general, dentro de dichos programas, en el periodo de 2007 a 2011, se registró una inversión entre financiamiento y subsidios de 1.2 billones de MXN (92 millones de USD). En este caso, son las ONAVIS quienes han sido responsables de la mayor parte de la inversión, con aproximadamente un 58%, seguido por entidades financieras como SOFOLES [MGM Innova 2012].

En general todavía hay una gran oportunidad de crecimiento en los programas actuales, especialmente en cuanto a sus enfoques hacia la sustentabilidad ambiental y su magnitud. La NAMA VE representa una excelente oportunidad para que las instituciones mexicanas logren potenciar dichos programas para el mejoramiento de la vivienda, desplegando las estrategias de financiamiento a mejoras enfocadas en la sustentabilidad ambiental. Así mismo, dicho crecimiento deberá ir de la mano con el desarrollo de empresas especializadas en el mejoramiento sustentable de la vivienda así como la integración de acciones a cargo de los grandes desarrolladores de vivienda nueva.

2.5 Cooperación internacional para el sector de la vivienda en México

Cada vez más, México ha sido capaz de atraer el apoyo internacional para sus programas de sustentabilidad dentro del sector de edificación y vivienda. Algunos de los esfuerzos son de asistencia técnica o de co-financiamiento y pueden tomarse, como ejemplo, ya que ayudaron a impulsar a la NAMA VN y que podrían servir como base para apoyo de la NAMA VE son:

- **Programa de Energía Sustentable para México** *(7 millones EUR, 2009-2013 y 6 millones EUR, 2013-2017; asesoría técnica).* Este programa financiado por el Ministerio Federal Alemán para la Cooperación Económica y el Desarrollo (BMZ) e implementado por GIZ asesora al gobierno mexicano en mejorar las condiciones marco para aumentar la eficiencia energética y el uso de energías renovables. El Componente Edificación del programa, ejecutado por GOPA-INTEGRATION, proporciona asistencia técnica a SENER, CONUEE, CONAVI e Infonavit con enfoque en edificación y vivienda.
- **Proyecto 25 Mil Techos Solares para México** *(2 millones EUR, 2009-2014; financiamiento y asesoría técnica).* El Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) ha proporcionado fondos para subsidios que se otorgan para cubrir una parte del costo de inversión de hasta 25,000 calentadores solares de agua - combinado con asesoría técnica para medidas de capacitación en la instalación correcta y verificación. Estos incentivos se ofrecieron a través del programa de Hipoteca Verde y demuestran cómo es que los donantes e inversionistas internacionales pueden inducir el

escalamiento y la penetración de las eco-tecnologías a través del apoyo a las iniciativas existentes[6].

- **Programa Mexicano-Alemán para NAMA** *(7 millones EUR, 2011-2015; asesoría técnica).* Bajo este programa el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) ha comisionado a GIZ para brindar asistencia técnica en el desarrollo de NAMA en el sector de vivienda (nueva y existente), pequeñas y medianas empresas (PyME) y transporte de carga en México y en el establecimiento de una oficina NAMA en SEMARNAT.
- **Programa ECOCASA** *(aprox. 168 millones de EUR, 2012-2019; financiamiento y asesoría técnica).* Uno de los mayores esfuerzos que el gobierno mexicano ha realizado para desarrollar un sector de vivienda sustentable. BMZ, KfW, el CTF, el BID, y de la Facilidad para la Inversión Latinoamericana de la Comisión Europea (EU-LAIF, por sus siglas en inglés), han aportado fondos para este programa.
- **NAMA Facility México, Implementación de la NAMA de Vivienda *Nueva*** *(Componente Técnico: 4 millones EUR, 2013-2017; Componente Financiero: 10 millones EUR, 2013-2020*). Este proyecto combina la asistencia técnica a Conavi (componente técnico implementado por GIZ) e incentivos financieros en cooperación con la Sociedad Hipotecaria Federal, SHF, (componente de financiamiento implementado por KfW) para encaminar el desarrollo inicial de la NAMA hacia la implementación de la vivienda sustentable a un amplio sector de la vivienda.

El Banco Mundial no está financiando la vivienda verde directamente. En vez de ello, el grupo ha contribuido con mil millones de USD a la SHF, que capitaliza a otras financieras para la vivienda y está considerando mil millones de USD adicionales. Así mismo, ha estado apoyando la implementación, cada vez mayor, del uso de energías renovables (tales como la energía eólica) y promoviendo la instalación de iluminación y electrodomésticos eficientes, así como de otros equipos eléctricos por medio de un financiamiento de 250m USD del Fondo para las Tecnologías Limpias (CTF, por sus siglas en inglés). El Banco también apoya las reformas regulatorias bajo el Programa Especial para el Cambio Climático (PECC), iniciado por el gobierno mexicano, a través de un préstamo de 401m USD del Préstamo para el Rendimiento de Bajo Carbono (PDL, por sus siglas en inglés).

[6] Para más detalles ver www.infonavit.org.mx.

3 Barreras hacia la vivienda existente baja en carbono en México

Aun y cuando han habido grandes logros en la implementación de aspectos de sustentabilidad en las viviendas en México, primordialmente en el caso de vivienda nueva, existen todavía barreras que evitan que se avance más rápidamente. Especialmente en el ámbito de la implementación a gran escala de mejoras con respecto a la eficiencia energética y otros aspectos de sustentabilidad para las viviendas existentes, hay muchas barreras que deben superarse, tanto financieras, de conocimiento y diseminación, normativas y regulatorias, institucionales y técnicas. A continuación se presenta una breve descripción de estas barreras.

3.1 Barreras financieras

Los propietarios de las casas y desarrolladores, se enfocan en los costos de remodelación inmediatos y no en la economía del ciclo de vida, aún cuando los beneficios económicos de la eficiencia energética para los propietarios se acumulan, desde el mediano hasta el largo plazo. Esta economía está negativamente afectada por la política de subsidiar el costo de energía eléctrica. Aun cuando el Gobierno ya prevé un cambio en dicha política, como se describe en la ENCC (ver apartado 0), en la actualidad el subsidio a la energía es una práctica arraigada tanto social como políticamente y resulta poco viable que esto cambie en el futuro próximo. Debido a los precios distorsionados, los ahorros debido a eficiencia energética no son rentables para los usuarios.

Así mismo, tal y como se describe en el apartado 2.4, los programas actuales de financiamiento en las instituciones mexicanas están muy enfocados a la vivienda nueva, habiendo un rezago en la oferta de créditos para mejoras en la vivienda existente. Además de la poca oferta de opciones de financiamiento, hay todavía menos oportunidades que se enfoquen en mejoras desde el punto de vista de la sustentabilidad.

Otra barrera importante es que las opciones de adquisición de un segundo crédito existentes, i.e. a través de Infonavit, están sujetas al pago por completo del primer crédito y actualmente dichos créditos no tienen como preferencia o obligatoreidad de uso, las mejoras relacionadas con la eficiencia energética y sustentabilidad. Por lo anterior, es probable que las necesidades de mejora o ampliación para las viviendas se presenten antes de que el derechohabiente termine de pagar la primera hipoteca y que no puedan ampliar la cantidad del crédito para incluir este tipo de medidas.

Finalmente, en vivienda de interés social, los edificios multifamiliares existen en su mayoría bajo un esquema de propietarios individuales. En estos edificios difícilmente existen sistemas de equipamiento centralizados, y cada departamento es una vivienda independiente desde el punto de vista administrativo. Esto resulta problemático al aplicar enfoque del desempeño integral de la vivienda (ver sección 4.2), precisamente porque esta metodología se centra en ver al edificio como un todo. Especialmente en el caso de mejoras a la envolvente térmica (por ejemplo, aplicación de aislamiento térmico) o integración de sistemas de aprovechamiento de energías renovables (por ejemplo, calentadores solares), la separación del edificio entre sus propietarios individuales resulta un reto administrativo que deberá superarse. Igualmente, para el financiamiento será probablemente un reto encontrar edificios en donde todos los propietarios estén de acuerdo con las mejoras y además sean sujeto a crédito. Esta problemática es todavía más crítica si se considera que, aun cuando la vivienda multifamiliar representa la minoría en el parque de la vivienda existente de interés social, es la solución óptima desde el punto de vista de la eficiencia energética y sustentabilidad urbana.

3.2 Barreras de conocimiento y diseminación

Se pueden definir varias barreras con respecto al conocimiento y diseminación acerca de la eficiencia energética en la vivienda existente, el primero puede explicarse como el hecho de que los propietarios de las viviendas, empresas de construcción, planificadores y administraciones locales, no existe información o es mínima acerca de la implementación de mejoras a la eficiencia energética de las viviendas así como para la aplicación de otros aspectos de sustentabilidad. Esto incluye desde la metodología de evaluación hasta la implementación de dichas medidas. En general, las profesiones relacionadas con la construcción en México, cuentan con poco conocimiento sobre la eficiencia energética en las edificaciones, especialmente acerca de las mejoras de vivienda existente. Además, actualmente, los propietarios de viviendas y los desarrolladores no cuentan con modelos nacionales para emular e impulsar dichas mejoras.

Otro aspecto crucial es que, debido al carácter individual de las rehabilitaciones, es necesario que los propietarios conozcan los programas disponibles y encuentren la motivación de solicitar créditos para la mejora de la vivienda y, segundo, que sean conscientes de la necesidad y las ventajas de las mejoras en la eficiencia energética. La ausencia de diseminación de dichos programas así como la necesidad de conscientización entre los propietarios de vivienda representa también una importante barrera a la aplicación de la NAMA VE que deberá atenderse.

3.3 Barreras regulatorias e institucionales

Como se mencionó anteriormente, a pesar de que el marco regulatorio prevé una disminución de los subsidios, la realidad es que la energía eléctrica y el consumo de agua todavía están altamente subsidiados en el país, especialmente en la vivienda de interés social. Debido a lo anterior, los propietarios de las viviendas tienen menos incentivos para buscar soluciones más eficientes en cuanto al uso de la energía y el uso del agua. Tampoco existen regulaciones exhaustivas para la eficiencia energética en la rehabilitación de la vivienda.

Igualmente, el otorgamiento de créditos y subsidios por parte de instituciones federales se basa en Reglas de Operación previamente definidas. El apoyo para la ampliación y mejoramiento de las viviendas, considerando la aplicación de medidas de eficiencia energética o sustentabilidad en las reglas vigentes del 2014 no es claro y obligatorio, por lo que si las reglas se mantienen vigentes hasta el 2018 sin modificaciones a las mismas, podrían volverse una barrera institucional para el desarrollo de la NAMA VE.

Por otro lado, aún y cuando sí existen ciertos estándares energéticos definidos por el gobierno mexicano que ya se aplican para proyectos de vivienda nueva, como las normas NOM, NMX y estándares mínimos de desempeño energético (ver apartado 2.2), dichos requerimientos no son aplicables para la rehabilitación de la vivienda existente. La única excepción son las ampliaciones de edificios para uso habitacional existentes, que están incluidos en el campo de aplicación de la NOM-020-ENER-2011, la cual indica un nivel mínimo para el desempeño de la envolvente térmica de vivienda nueva y ampliaciones. Desafortunadamente, a pesar de ser una norma oficial, todavía no se aplica de manera generalizada en el país y el mecanismo para dar cumplimiento a su obligatoriedad se encuentra aún en definición entre instituciones. Conjuntamente, dichas normas no están incluidas en la reglamentación local, ni hay sistemas de verificación de su aplicación.

Finalmente, contario al caso de la vivienda nueva en la que existe un gran número de desarrolladores de vivienda consolidados y activos en todo el país, el caso de las mejoras en la vivienda existente no cuenta con entidades ejecutoras y organismos ejecutores de obra suficientes para una aplicación nacional a gran

escala además, las mismas tienen un rezago importante en conocimientos y práctica sobre la aplicación de mejoras en la eficiencia energética y sustentabilidad de las viviendas existentes.

3.4 Barreras técnicas

Las mejoras a las viviendas existentes se desarrollan junto con sus usuarios; una vez que una vivienda es adquirida por una familia, puede sufrir cambios que la hacen un proyecto único e individual, adaptado a cada propietario, lo que dificulta la aplicación de medidas masivas, especialmente desde el punto de vista financiero y de asesoría energética.

Igualmente, desde el punto de vista de la eficiencia energética, el diseño y la implementación de las mejoras enfrenta el reto de parámetros fijos que no se pueden modificar como lo son una compacidad desfavorable, puentes térmicos, baja hermeticidad, orientación de ventanas desfavorable y la falta de espacio para la aplicación de aislamiento adicional.

Existen también otras barreras técnicas relacionadas con la adquisición de tecnologías y soluciones que contribuyan a la eficiencia energética, así como con la falta de experiencia y conocimiento en la correcta instalación de las medidas. Debido al bajo conocimiento sobre estas, es probable que constructores y autoridades locales no sepan el impacto de lo que las tecnologías y soluciones pueden provocar en en la vivienda existente, y por ende, no tengan la capacidad de seleccionar alternativas adecuadas.

La falta de regulación y supervisión en el sector también tiene un impacto en la calidad de los productos. Aunque se ha logrado mucho en los últimos años en el ámbito de la eficiencia energética, sigue habiendo un rezago en cuanto a tecnologías y equipamiento, lo que hace que los costos de estas tecnologías sigan siendo privativos, pues dichas tecnologías deben ser importadas o son producidas en cantidades limitadas. Debido a la falta de personal calificado, también hay una falta de entidades ejecutoras y compañías suficientes que ofrezcan servicios especializados en mejoras de vivienda existente así como en la correcta instalación de los equipos para alcanzar la eficiencia energética.

3.5 Resumen de barreras

La Figura 4 ilustra las barreras antes mencionadas. Dichas barreras justifican la elección de las medidas indirectas y de apoyo elegidas, tal y como se describe en el apartado 4.

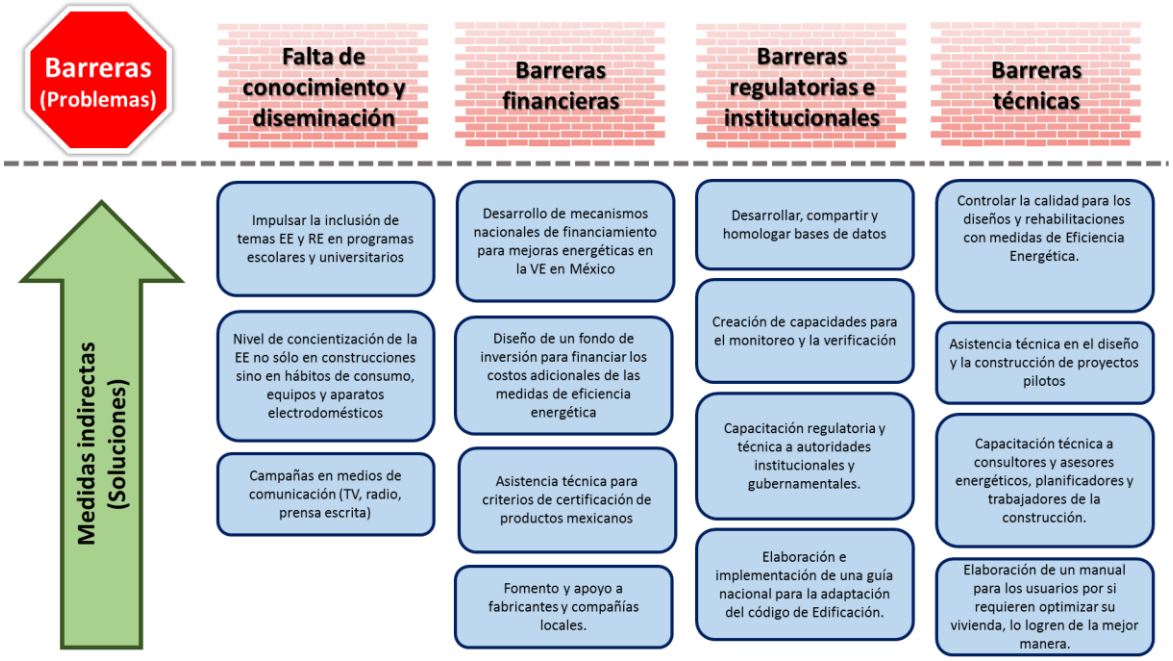

Figura 4. Barreras a la vivienda existente baja en carbono en México y las medidas propuestas para enfrentarlas (Fuente: Passivhaus Institut).

4 NAMA Vivienda Existente: Potencial, objetivos y acciones

La NAMA VE busca implementar mejoras en las viviendas mexicanas que estén encaminadas hacia una mayor sustentabilidad y la mitigación de emisiones de GEI. La presente sección describe el diseño técnico de la NAMA VE incluyendo sus objetivos, alcances, potencial de mitigación así como los cobeneficios del programa en el sector de la vivienda en México.

4.1 NAMA de Vivienda Existente

La necesidad de construir mecanismos para que el sistema financiero promueva la rehabilitación de viviendas existentes con un alto rendimiento energético y dentro del mercado hipotecario nacional es la base del concepto de la NAMA VE propuesta. De esta manera, los incentivos financieros se relacionan directamente con el índice de desempeño global de la vivienda (IDG) del programa SISEVIVE-ECOCASA, mediante el cual se establecen valores meta de demanda de energía primaria y ahorro de agua para calificar su rendimiento desde el punto de vista de la sustentabilidad.

El marco de trabajo diseñado para esta NAMA VE se construye a partir de componentes unilaterales y apoyados. Por un lado, los componentes unilaterales son aquellos que se complementan y financian por el gobierno mexicano y son la contribución del gobierno de México para alcanzar las metas internacionales de cambio climático. Por otro lado, los componentes apoyados son aquellos para los cuales se requieren fondos de donantes internacionales y del gobierno mexicano para cubrir los costos incrementales del reforzamiento de la penetración de las acciones de México, o para lograr rendimientos más ambiciosos. La asistencia técnica y creación de capacidades también es apoyada por el soporte internacional, especialmente para reforzar el aspecto de la asesoría energética, central para el funcionamiento de la NAMA VE.

A diferencia de otros programas, que se enfocan en tecnologías específicas, como PoA/MDL, la NAMA VE adopta el “desempeño integral de la vivienda” (ver sección 4.2), al igual que la NAMA VN. Desde esta perspectiva, los prototipos de eficiencia se fijan para unos valores de demanda de energía primaria específica, basada en el tipo de construcción y de clima. Los usuarios pueden entonces aplicar la combinación de medidas más adecuada para lograr el valor de eficiencia meta. Esta combinación de medidas se basa en una planificación integral a través de un esquema de asesoría energética individualizada e integral, que se encuentra en el centro del enfoque de la NAMA VE. Se considera que la NAMA VE ampliará su alcance en el mediano y largo plazo, llevando a una mayor reducción de emisiones con otros mecanismos que podrían introducirse en el futuro. Cabe mencionar que el área de aplicación de la NAMA no se limita tan sólo a las demandas de los propietarios de vivienda sino que también podría influenciar al área de oferta de mejora de vivienda hacia mayor eficiencia energética (por ejemplo mediante entidades ejecutoras).

Los siguientes pasos definen la mejora incremental por medio de la NAMA VE que se describe en este informe:

- Ampliación en la penetración (más viviendas se cubrirán durante el mismo periodo) y/o
- Innovaciones tecnológicas y escalamiento en el proceso (diferentes estándares de eficiencia energética más ambiciosos y/o inclusión de tecnologías que los programas actuales aún no cubren).

4.1.1 Objetivo de la NAMA de Vivienda Existente

La NAMA VE busca complementar iniciativas vigentes en el sector, encaminadas hacia la optimización del consumo de recursos en la vivienda, con base en los programas de promoción de mejoras en la

sustentabilidad de las viviendas existentes en México. Estas iniciativas se encuentran dentro del marco de la política mexicana de desarrollo urbano sustentable e inteligente y en el de los compromisos asumidos en materia de cambio climático. De esta manera, los objetivos centrales de la NAMA VE son:

(1) Penetración y expansión de las mejoras básicas de eficiencia energética en la vivienda existente, específicamente el mercado del Infonavit, FOVISSSTE y el segmento SHF-refinanciado y establecer un esquema de asesoría energética integral.

(2) Lograr el escalamiento tecnológico o el ajuste cada vez mayor y de manera gradual de los primeros pasos para llegar a los estándares de eficiencia energética más ambiciosos aquí presentados, aplicándolos en todos los segmentos del mercado.

El reto del diseño de la NAMA VE, es el de adecuar las prioridades de desarrollo para México, atrayendo, al mismo tiempo, el apoyo de otros países. En este aspecto, la NAMA VE tiene que proporcionar incentivos financieros para la rehabilitación de viviendas con un rendimiento energético superior a los estándares logrados a través de los programas actuales. Mediante los cálculos del diseño técnico, se ha comprobado que la aplicación de medidas de alta eficiencia energética a la vivienda de interés social mexicana típica logra una mitigación importante de GEI, al mismo tiempo que se vuelve una opción económicamente viable, estableciendo metas para la demanda de energía primaria de las viviendas. Los incentivos financieros propuestos están condicionados a valores meta mínimos de energía primaria para las diferentes tipologías de viviendas.

Las viviendas a ser mejoradas dentro del marco de la NAMA VE podrán impulsar la diseminación de nuevas tecnologías y enfoques para el sector de la rehabilitación de vivienda existente, teniendo efectos positivos en todo el sector de la vivienda mexicana.

4.1.2 Alcance de la NAMA de Vivienda Existente

La NAMA VE busca influenciar al sector entero de la vivienda existente en México, especialmente en el ámbito de interés social. Esto incluye al mercado hipotecario mexicano, los subsidios federales así como la banca privada.

De esta forma, la NAMA VE estará abierta a la participación de Infonavit, FOVISSSTE, SHF y otras instituciones financieras. Inicialmente, se tienen como meta las viviendas existentes y con crédito de instituciones públicas. Esto incluye los créditos de la SHF otorgados a intermediarios financieros privados (SOFOLES, SOFOMES) para financiar los créditos hipotecarios otorgados.

Como se ha comentado anteriormente, existe una Norma Oficial Mexicana que indica un nivel mínimo para el desempeño de la envolvente térmica de vivienda nueva y ampliaciones de vivienda existente. Esta norma busca limitar la ganancia de calor, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento, la NOM-020-ENER-2011. Entró en vigor en 2011, volviéndose obligatoria su aplicación para todos los edificios nuevos para uso habitacional y las ampliaciones de los edificios para uso habitacional existentes.

Antes de 2011 no existía ninguna reglamentación para eficiencia energética en la envolvente, por lo tanto se asume que todas las viviendas que no hayan sido objeto de la aplicación de dicha norma tienen un potencial de mejora de la envolvente térmica que justificaría la aplicación de las medidas financiadas por la NAMA VE. Esto exceptuando el reducido número de viviendas que ya han sido objeto de programas puntuales de mejora a la envolvente térmica, como por ejemplo FIPATERM (ver apartado 2.4). De la misma forma, es problable que las viviendas más recientes cuenten con aparatos electrodomésticos con una cierta eficiencia, debido que desde hace varios años se aplican normas y estándares mínimos de eficiencia energética en este tipo de aparatos Que deben ser tomados en

consideración durante la asesoría energética de cada proyecto. En este sentido, será labor del gobierno mexicano, en particular SEDATU y CONAVI en diálogo con las OREVIs, el definir el campo de acción de la NAMA VE, elaborando la estrategia de implementación a corto, mediano y largo plazo.

Se contempla que este enfoque hacia una vivienda más eficiente podría, en un futuro, estar incluido dentro de una visión holística para la sustentabilidad urbana. Esta meta ya está siendo buscada, por medio de la propuesta de la NAMA Urbana cuya desarrollo está impulsado por la SEDATU ante el "Partnership for Market Readiness".

La NAMA VE propone de proporcionar incentivos financieros a dos diferentes grupos: compradores de viviendas existentes y propietarios, demanda, y a entidades ejecutoras, oferta. El marco de trabajo para los incentivos financieros conforme a la NAMA VE asegurará que:

- Entre mayor sea el nivel de eficiencia energética logrado, más favorables serán las condiciones para el apoyo financiero;
- Los beneficiarios de vivienda/propietarios reciban un subsidio al préstamo otorgado por una institución financiera (por ejemplo, menores intereses o plazos con reembolsos más bajos, o subsidios) siempre y cuando las mejoras a la vivienda se rijan por el Plan Maestro definido mediante una asesoría energética. Dicho Plan Maestro tiene como objetivo el alcanzar los estándares de eficiencia establecidos en esta NAMA VE, por lo que se podrá otorgar financiamiento para cubrir una parte de los costos incrementales de inversión;
- Se establezca un esquema de asesoría energética profesional que asegure la alta calidad y aplicación adecuada de las medidas de eficiencia energética, incluyendo el lado de la oferta de las mejoras a través de entidades ejecutoras de obra. Aún cuando la mejora sea parcial y no completa, el Plan Maestro se encamina en la mejora total de la vivienda, definiendo pasos en el ciclo de vida de la misma.

La Tabla 4, a continuación, describe los elementos de diseño de la NAMA VE:

Tabla 4: Elementos de diseño de la NAMA VE (Fuente: Point Carbon Thomson Reuters y Perspectives, adaptación Passivhaus Institut).

Punto	Descripción
Sector	Sector de la Construcción
Subsector	Mejora de viviendas: primordialmente para familias de bajos ingresos (vivienda social) y potencialmente, para el sector de la vivienda de ingresos medios
Alcance NAMA VE	Todo el país
Medidas y actividades con impacto directo en la reducción de emisiones de GEI	Introducción de estándar de eficiencia energética ambicioso para minimizar el consumo de energía primaria. La mejora de viviendas de acuerdo con el nivel del estándar, se incentiva por medio de un sistema de promoción financiera de manera escalonada (paso a paso) y se optimiza mediante la introducción de una asesoría energética integral obligatoria, que establece un Plan Maestro de acción desde el inicio.
Medidas y actividades con impacto indirecto en la reducción de emisiones de GEI	Acciones de soporte para la implementación de la NAMA VE, su operación y apoyo para un proceso de transformación más amplio dentro del sector vivienda: introducción de los requisitos de rendimiento energético conforme el sistema legal y el proceso de otorgación de permisos, capacitación y establecimiento de programa de asesoría energética, creación de proyectos piloto para cada nivel de eficiencia propuesto y adaptación de herramienta de cálculo para asesoría energética y evaluación de los proyectos.

4.2 Desempeño integral de la vivienda

Como se menciona en el capítulo 2 de este documento, las iniciativas existentes en el sector del financiamiento de mejoras en la vivienda carecen, en su mayoría, de un enfoque hacia la sustentabilidad ambiental. Así mismo, las iniciativas existentes que sí consideran mejoras en sustentabilidad se han enfocado en la implementación de tecnologías, o intervenciones específicas, a excepción de la NAMA Vivienda Nueva que, desde el inicio de su implementación en 2012, ha introducido el concepto de "desempeño integral de la vivienda" para la mejora en eficiencia energética de las edificaciones.

El concepto de "desempeño integral de la vivienda" proporciona soluciones óptimas tanto para la eficiencia energética, el confort, aspectos financieros y la rentabilidad de los proyectos. Se plantea el establecer y el monitorear los valores de la demanda total de energía primaria, para cada vivienda, en vez de enfocarse en el rendimiento de soluciones o tecnologías particulares. Esto cuenta con grandes ventajas, que se pueden resumir en las siguientes:

- Los valores objetivos consideranla interacción entre las diferentes medidas, lo que representa un incentivo para reducir el consumo total de energía.
- Siempre y cuando una medida técnica cumpla el valor objetivo para la casa en su totalidad, el desarrollador y/o propietario de la vivienda queda en libertad para escoger esa medida.
- Estos valores objetivo a alcanzar, promueven las soluciones costo-efectivas flexibles, así como los desarrollos técnicos.
- Los valores meta pueden volverse gradualmente más estrictos, en concordancia con el desarrollo tecnológico y las políticas ambientales
- Los valores meta permiten el establecimiento en paralelo de diferentes niveles de apoyo.

4.3 Diseño técnico para la NAMA de Vivienda Existente

Basado en los objetivos y alcances previstos para la NAMA VE y con el fin de lograr demostrar el potencial de mitigación en la vivienda de interés social existente en México, se ha aplicado el concepto y la metodología del estándar internacional EnerPHit[7] definido por el Passivhaus Institut [PHI 2014], planteándose como mejora completa de la vivienda o, en el caso de requerirse, escenarios de mejoras parciales que constituyen pasos a seguir para llegar a la meta de mitigación más ambiciosa. Se establece un esquema de asesoría energética, a través de una planificación integral, que complementa y valida las medidas de eficiencia energética, tomando en cuenta las individualidades de cada vivienda. Los conceptos básicos para el diseño técnico de la NAMA VE se presentan a continuación.

[7] El estándar EnerPHit, calculado como Paso 3 en todos los ejemplos, establece valores límite para las demandas de calefacción, refrigeración y energía primaria del edificio según su localización climática. En su defecto, si el límite para calefacción y/o refrigeración no puede alcanzarse debido a las dificultades propias de la rehabilitación, se determinan valores característicos para los componentes del edificio, basados en la calidad necesaria para alcanzar el estándar Passivhaus en cada clima, así como aspectos de rentabilidad. Para mayor información ver [PHI 2014]. Es posible realizar la rehabilitación EnerPHit de una sola vez, o paso a paso.

4.3.1 Estándares de eficiencia energética para las viviendas dentro de la NAMA de Vivienda Existente

La planificación de las mejoras en eficiencia energética dentro del concepto de la NAMA VE tiene como objetivo alcanzar un estándar, como el Estándar internacional EnerPHit - en lo sucesivo "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental" - desde el inicio de la planificación. El nivel de eficiencia energética y sustentabilidad propuesto sigue los mismos principios conceptuales de la NAMA VN, pero enfocado a los edificios existentes, considerando los retos propios de las rehabilitaciones, incluyendo los aspectos de rentabilidad y las diferentes necesidades según los climas. Los principios básicos de ambos conceptos son muy claros y se basan en la aplicación de medidas de eficiencia energética que se diferencian según el clima, como lo son: aislamiento térmico continuo sobre toda la envolvente térmica, marcos y vidrios de alta calidad térmica, estudiar y minimizar detalladamente los puentes térmicos, hermeticidad de la envolvente a fin de impedir las infiltraciones no deseadas de aire, una ventilación óptima natural y/o mecánica a través de un sistema de ventilación controlada con recuperación de calor y/o humedad o, de permitirlo según el clima, mediante un sistema de extracción.

En este sentido, se establecen valores de referencia para la calidad de la envolvente según las zonas climáticas globales, optimizando las cargas de calor y humedad en las viviendas, tanto las que provienen del exterior debidas al clima, como las cargas internas que tienen su origen en la utilización del edificio, debido a las personas y fuentes emisoras de calor. Una vez hecho ésto, se cubren las bajas demandas de calefacción, refrigeración y/o deshumidificación con la implementación de tecnología energéticamente eficiente, cuando así se requiera. Al mismo tiempo, nunca se pierde de vista la rentabilidad de los proyectos, debido a las dificultades que implica mejorar los edificios, especialmente desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Este estándar se basa en las acciones que se deben realizar en la vivienda a lo largo de su ciclo de vida, por ejemplo, cuando se necesitan cambiar las ventanas o pintar los muros exteriores. Estas son medidas que se ejecutan para cualquier edificación por razones de mantenimiento. Igualmente se aprovecha esta circunstancia para optimizar las medidas que se realizan inevitablemente con medidas de eficiencia energética. Por ejemplo, a la hora de sustituir las ventanas se buscan unos marcos y vidrios que mejoren la calidad térmica del edificio hasta el nivel de rentabilidad óptimo, teniendo en cuenta el ahorro que el instalar este tipo de componentes eficientes conlleva en el futuro a lo largo de la vida útil del edificio.

Ya que no todos los elementos de una edificación requieren mejoras o reemplazos al mismo tiempo, es especialmente fundamental considerar todos los pasos del proceso en el caso de rehabilitaciones para asegurar una mejora óptima del edificio. Sea que se requiera una renovación completa (todo de una sola vez) o paso a paso (que implica mejoras parciales según se vaya requiriendo, debido al ciclo de vida de los componentes constructivos) deberá considerarse siempre el objetivo final descrito en el Plan Maestro. En vez de hacer una rehabilitación completa con un estándar bajo de eficiencia, se rehabilita con componentes altamente eficientes, con la opción de complementar a mediano o largo plazo con otros componentes que permiten alcanzar un desempeño óptimo, finalmente completando una "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental". Este Plan Maestro se establece desde el inicio del proceso y sólo puede ser fruto de una asesoría energética individualizada. El marco temporal y el proceso de planeación estratégica son los elementos que se diferencian entre ambos enfoques. Se deberán también considerar los posibles efectos de acoplamiento o vinculación entre las medidas aplicadas así como la rentabilidad de las mismas.

Al desarrollar el Plan Maestro mediante el enfoque del "desempeño integral de la vivienda" se obtienen numerosos beneficios. El sistema MRV es transparente y rentable, debido a que monitorea las mejoras en la eficiencia neta de un amplio abanico de diseños, materiales constructivos, ecotecnologías y

medidas a adoptar. Esto permite también a los actores clave encontrar la combinación más rentable de esas soluciones y que puedan recibir ayuda para implementarlas. Además, el enfoque de modelo escalonado, da flexibilidad a los organismos reguladores para aumentar la exigencia del programa con el tiempo y permite a los donantes invertir en las acciones específicas que se alineen con sus prioridades de desarrollo. Es importante mencionar que los pasos calculados representan una mejora significativa del 20% o más comparado con la línea base (cuando hablamos del Paso 1), o comparado con sus respectivos pasos anteriores (cuando hablamos de Paso 2 y 3), de ese mismo tipo de confort en los climas más extremos calculados (cálido húmedo y cálido seco). En los otros climas analizados (templado y semi-frío), según tipología, es posible que el Paso 1 no logre tal mitigación (para mayor detalle, ver Anexo al final de este documento). En este caso, se plantea juntar el Paso 1 con el Paso 2 para alcanzar el ya mencionado 20% de mitigación mínimo. Dicho valor de referencia se considera como el límite para recibir subsidios para los prestatarios para amortiguar la carga financiera.

Por su importancia y posible complejidad, el Plan Maestro deberá establecerse mediante una asesoría energética adecuada, como se describe en la sección 0. La ventaja de este proceso es que los pasos intermedios son escalables, es decir, que cada uno puede alcanzar la categoría máxima. Al mismo tiempo, desde las primeras mejoras se cuenta con un control de calidad y con la certeza de que los pasos tomados son los más adecuados. También se asegura que sólo viviendas con potencial de mejora entren en el programa de la NAMA VE, identificando viviendas que, por sus malas condiciones, no sean sujeto a mejoras de eficiencia energética.

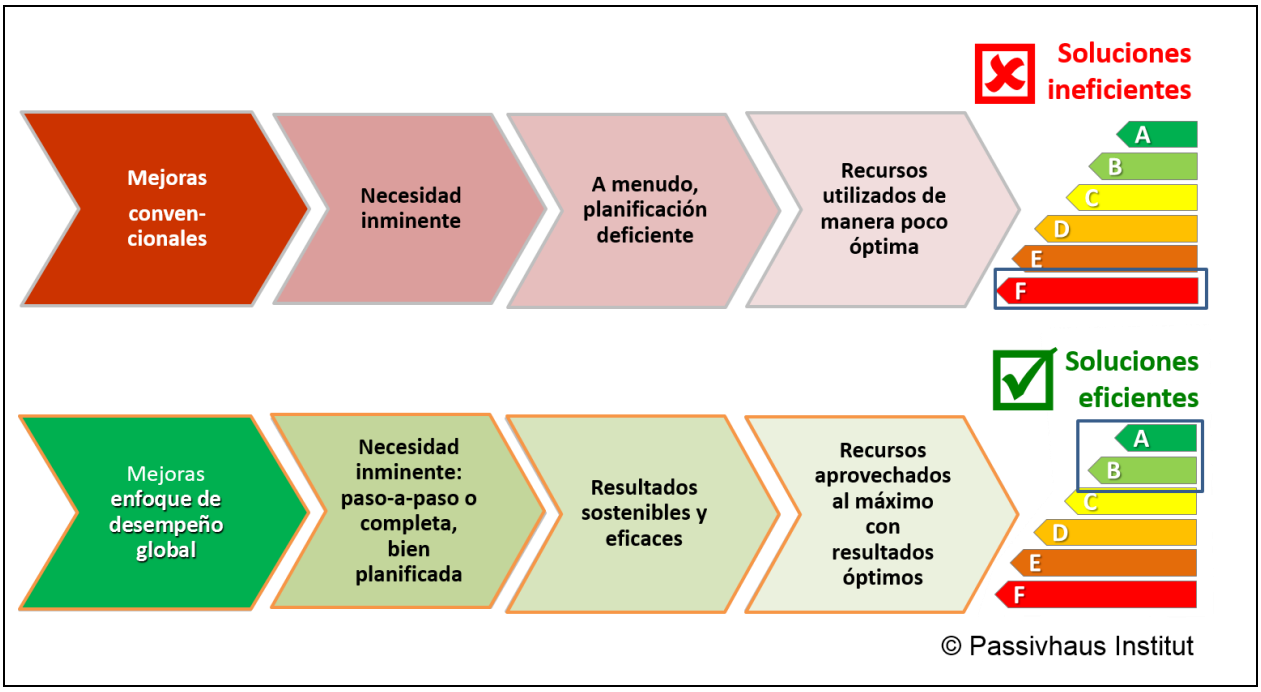

Figura 5: Importancia de la rehabilitación bien planificada, con el enfoque de desempeño integral (Fuente: Passivhaus Institut).

Para el diseño técnico de la NAMA VE se han analizado tres prototipos típicos de vivienda para el mercado mexicano, de aproximadamente 40m² y 50m² de superficie:

- ‘Aislada’, una vivienda unifamiliar independiente,
- ‘Adosada’, una unidad de vivienda horizontal, que comparte uno o dos muros medianeros.

- 'Vertical' unidad habitacional de o más niveles, con un promedio de dos departamentos por nivel.

Además de estas tres tipologías, existe la vivienda "Dúplex", vivienda que se constituye por cuatro departamentos adosados en dos plantas, dos en la planta baja y dos en la planta alta, y que también está bastante extendida en México. Este tipo de vivienda es similar en cuanto a geometría, tamaño y disposición constructiva a la tipología "Adosada", por lo que los resultados de esta última son aplicables también a la tipología "Dúplex".

Figura 6: Zonas bioclimáticas utilizadas para los cálculos de la NAMA VE[8] (Fuente: Passivhaus Institut).

Para desarrollar los escenarios de eficiencia energética, se examinó el diseño de la vivienda, incluyendo sus sistemas constructivos, ocupación y equipamiento, diferenciando según tipología y zona bioclimática, con base en el Estudio de Campo de la Vivienda Existente [GIZ/CMM 2013]. Con esta información se determinó el balance energético de los tres tipos de construcción en las cuatro zonas climáticas principales en México[9] (ver Figura 6) para una casa de referencia[10], una línea base que representa a las

[8] El trabajo de diseño inicial se realizó usando cuatro zonas climáticas básicas, pero la selección de ciudades fue basada en la clasificación climática por municipio. La NAMA a escala nacional utilizará siete zonas bioclimáticas.

[9] Cuando la NAMA tenga un despliegue nacional, se puede aplicar los alcances a más zonas bioclimáticas.

[10] El Programa de Planificación Passivhaus es un software desarrollado por el Passivhaus Institut para apoyar el diseño de viviendas con eficiencia energética. Más información relacionada con las herramientas está disponible en: http://www.passivehouse.com/.

viviendas en su estado actual. Dicho balance energético se llevó a cabo con la ayuda del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP), siguiendo siempre el concepto del enfoque de desempeño integral de la vivienda.

Posteriormente, se analizaron las posibilidades de optimizar las viviendas, desde el punto de vista energético, de confort y de rentabilidad, sin cambios relevantes en el diseño original de la vivienda, los cuales son muy difíciles debido a ser viviendas existentes. Primero, se buscó lograr la eficiencia energética máxima (nivel alto en el IDG, es decir, llegando a la "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental"). A continuación, se describen las medidas para lograr niveles intermedios de eficiencia energética. Dichos niveles intermedios, representan los pasos a lograr hacia mejoras más altas y se entienden como mejoras parciales a la vivienda. Esta consideración es de particular importancia al seguir el concepto de rehabilitación paso a paso.

Estos mismos escenarios se simularon con la herramienta DEEVi (Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda), una herramienta diseñada especialmente para el cálculo de vivienda nueva nueva (ver sección 4.3.3)de evaluación energética simplificada y de fácil aplicación para el registro de vivienda social, basada en el PHPP y que juega un papel crucial en el desarrollo de la eficiencia energética en este sector en México. Los resultados de los cálculos realizados con el PHPP fueron evaluados y cotejados con los cálculos realizados por la herramienta DEEVi, concluyendo que dicha herramienta requiere adaptaciones para ser aplicable para vivienda existente. Adicionalmente, se efectuó un análisis de costo-eficiencia, considerando los costos de ciclo de vida del edificio completo.

Sobre la base de este análisis, se definió el estándar más alto de eficiencia energética para cada tipología en sus diferentes climas. Para los climas más extremos (cálido seco y cálido húmedo) se establecieron dos pasos intermedios para mejoras parciales (Paso 1 y Paso 2) mientras que para los climas moderados (Ciudad de México) se estableció sólo un paso intermedio. El último paso conlleva la consecución del nivel más alto de eficiencia para vivienda existente. En el ejemplo a continuación, se han tomado en cuenta los posibles efectos de vinculación entre medidas, por ejemplo, no se mejora la hermeticidad completamente hasta que no se cuenta con ventilación mecánica (Paso 3) para evitar problemas de humedad interior que causen daños estructurales. Este tipo de efectos deberán considerarse dentro de la asesoría individualizada de cada proyecto dentro de la NAMA VE.

Los diferentes pasos de los ejemplos calculados para el diseño técnico se describen a continuación. Cabe mencionar que el propósito de las opciones técnicas resumidas es únicamente descriptivo; los propietarios de las viviendas no necesitan instalar todas las tecnologías mencionadas anteriormente. Para ser elegibles para el financiamiento de la NAMA VE, los actores clave deben alcanzar el nivel de eficiencia energética predefinido, utilizando la combinación más adecuada de tecnologías según el clima y el tipo de edificio. Eso sí, siempre deben seguir el camino que marca el Plan Maestro definido a través de la asesoría energética para que se pueda alcanzar el estándar óptimo cuando esta NAMA VE termine. En otras palabras, la elegibilidad se determina por medio de la demanda energética total de la vivienda y no por las tecnologías específicas usadas. En paralelo, se debe tener en cuenta la rentabilidad de estas medidas.

- Para el Paso 1 se plantea el cambio de los aparatos de aire acondicionado existentes, poco eficientes, a unos aparatos de climatización de mayor eficiencia, tanto para la climatización como para la deshumidificación en los climas que así lo requieran. Otra de las medidas es la incorporación del sistema de calentador solar para agua caliente sanitaria. También se plantea cambiar el refrigerador a uno más eficiente que consuma menos energía. Hay que notar que este Paso 1 no alcanza un 20% de reducción de emisiones de CO_2 en algunos casos en la zona

climática templada fría y templada. En este caso, el financiamiento debería enfocarse directamente en el Paso 2.

- El Paso 2 contiene todas medidas del Paso 1 y además prevé la optimización de medidas pasivas, como son la instalación de aislamiento en el techo de la vivienda, pintar las paredes con pinturas especiales que permiten disminuir la absorción de calor en los climas cálidos, marcos y vidrios de mayor calidad adecuada para cada clima clima, aumentar la hermeticidad de la vivienda pero siempre procurando la ventilación natural suficiente, especialmente en el caso de la zona climática cálida húmeda[11], e incluir elementos de sombreamiento en los climas en los que resulta benéfico. Se considera el uso de ventilación natural para mantener una calidad de aire adecuado.
- El Paso 3 representa el mayor nivel de eficiencia energética, la meta más ambiciosa y el nivel sustentable que todas la viviendas deberían alcanzar, cada una a su tiempo. Se consigue al instalar en estas viviendas las soluciones descritas en los Pasos 1 y 2. Además, se plantean otras medidas adicionales, como son la incorporación de aislamiento térmico en muros exteriores, trabajar incluso más en la hermeticidad de las viviendas y la instalación de ventilación mecánica controlada con recuperación de calor y humedad, cuando corresponda o ventilación híbrida con ayuda de aparatos de extracción, según el clima.

La Figura 7, a continuación, muestra el resumen general de las medidas calculadas dentro del desarrollo del presente documento.

[11] Para la zona climática cálida tropical, en donde la humedad ambiental es alta, mientras no exista una ventilación mecánica por recuperación de energía, se recomienda asegurar suficiente ventilación natural cruzada para eliminar el exceso de humedad en el interior de la vivienda. Especialmente después de la instalación de ventanas energéticamente eficientes y herméticas, deberá cuidarse este aspecto mediante, por ejemplo, remover el empaque hermético hasta la instalación de la ventilación mecánica o contar con rejillas de ventilación. Estas opciones deberán analizarse a detalle mediante la asesoría energética profesional.

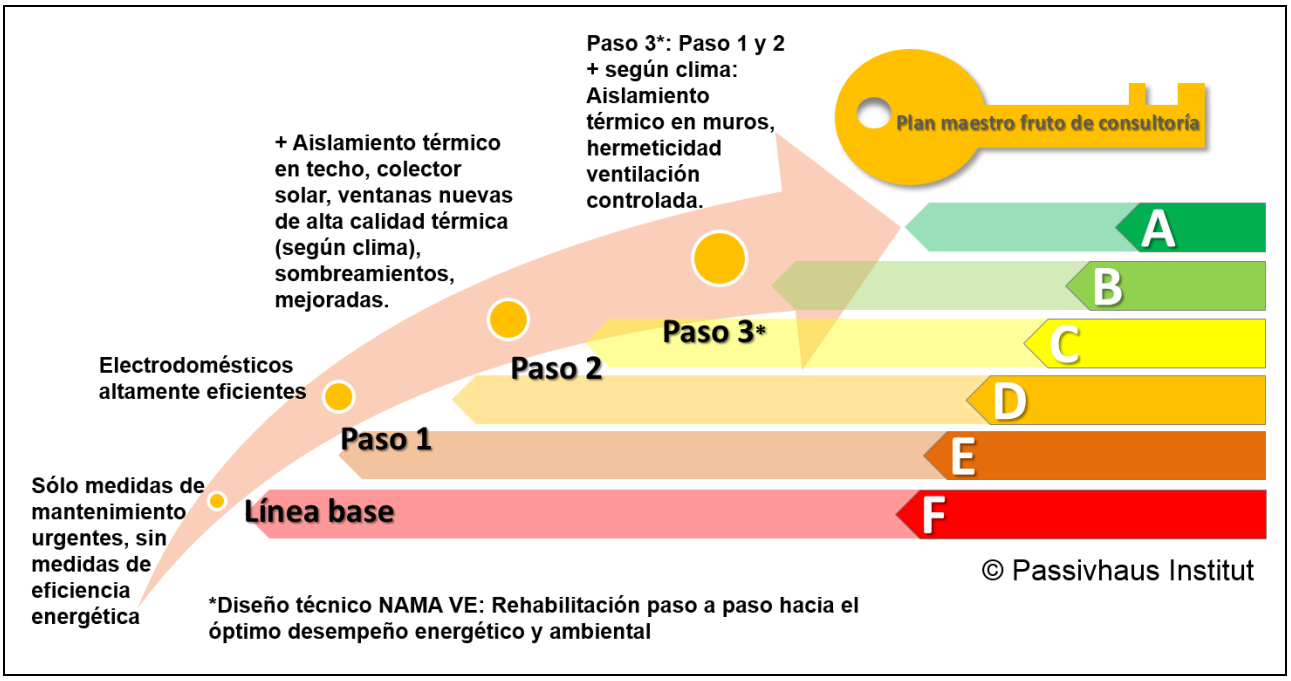

Figura 7: Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental, resumen general de ejemplos calculados para el Diseño Técnico de la NAMA VE desde Paso 1 hasta llegar al estándar óptimo calculado. Las bandas del sistema de calificación son sólo esquemáticas (Fuente: Passivhaus Institut).

Como se observa en la Figura 7, los diferentes pasos y sus niveles de eficiencia equivalentes corresponden a diferentes bandas de calificación, utilizando un sistema fácilmente entendible y homologado con la NAMA VN y el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde – SISEVIVE-ECOCASA. Un aspecto importante para motivar a los propietarios de las viviendas existentes a realizar mejoras en la eficiencia energética y para prevenir el efecto de rebote, es que ya desde el primer paso se aumenta el confort lo que conlleva a un aumento de la calidad de vida y de esta manera se previenen costos para aplicaciones poco eficientes.

4.3.2 Opciones de mitigación conforme a los estándares de eficiencia energética de la NAMA de Vivienda Existente

La siguiente sección proporciona un breve panorama general de los resultados del cálculo de balance energético, considerando las medidas sugeridas para las construcciones analizadas (Vertical, Aislada y Adosada) en las cuatro ciudades consideradas (Monterrey, Guadalajara, Ciudad de México y Mérida)[12] que representan las cuatro zonas bioclimáticas del país. Se estudió la demanda específica de energía para cuatro usos: calefacción, refrigeración, deshumidificación y demanda de energía primaria que incluye también otros tipos de demanda – como calentamiento de agua, cocción de alimentos, y electrodomésticos. Los resultados se ilustran y ejemplifican para el prototipo de edificación adosada, pero se lograron resultados similares, con valores de mayor o menor demanda para los otros tipos de

[12] Como una condición limitante, se eligió un rango de temperatura de 20°C a 25°C.

vivienda: Aislada y Vertical. Al final de este documento, en el Anexo, se encuentran los resultados generales y los parámetros de cálculo para las tres tipologías en los cuatro climas.

La demanda de calefacción, refrigeración y deshumidificación, varía significativamente entre las diferentes zonas bioclimáticas. La demanda específica de energía primaria es generalmente más alta en climas cálidos que en regiones templadas. Debido a estas diferencias regionales las opciones de mitigación empleadas son específicas a cada uno de los climas de México. Como se ve en la Tabla 5, esto puede significar el uso de tecnologías totalmente diferentes, o que las intervenciones, tales como el aislamiento o las ventanas con vidrios de baja emisividad (low-e) tengan que escalarse conforme las demandas de la región.

El ejemplo a continuación se basa en las medidas adoptadas para la tipología de edificio de vivienda unifamiliar adosada en el clima de Mérida (cálido-húmedo). Las soluciones han sido optimizadas respecto a cada tipología de vivienda en los cuatro climas representativos de México, por lo que estas soluciones descritas podrían variar respecto a la tipología y clima estudiados. En el Anexo al final de este documento se presenta información detallada sobre los cálculos realizados para las tres tipologías en los tres climas analizados.

Tabla 5: Ejemplo de medidas para lograr metas de mitigación, por tipo de clima para la tipología Adosada (Fuente: Passivhaus Institut).

		Monterrey (Caliente seco)	**Guadalajara (Templado)**	**Ciudad de México (Frío templado)**	**Mérida (Cálido húmedo)**
Muros Exteriores	**Paso 1**	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento
	Paso 2	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento
	Paso 3	Aislamiento: 100 mm y 50 mm (depende orientación). Pintura reflejante	Aislamiento: 25mm	Aislamiento: 75 mm y 50 mm (depende orientación).	Aislamiento: 150mm Pintura reflejante
Techo	**Paso 1**	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento	Sin aislamiento
	Paso 2	Aislamiento: 125 mm Pintura reflejante	Aislamiento: 25 mm Pintura reflejante	Aislamiento: 75 mm	Aislamiento: 150 mm Pintura reflejante
	Paso 3	Aislamiento: 125 mm Pintura reflejante	Aislamiento: 25 mm Pintura reflejante	Aislamiento: 75 mm	Aislamiento: 150 mm Pintura reflejante
Ventanas	**Paso 1**	Vidrio simple	Vidrio simple	Vidrio simple	Vidrio simple
	Paso 2	Vidrio doble con protección solar	Vidrio simple	Vidrio simple	Vidrio triple bajo emisivo
	Paso 3	Vidrio doble con protección solar	Vidrio doble	Vidrio doble bajo emisivo	Vidrio triple con protección solar
Calefacción, ventilación, aire acondicionado	**Paso 1**	Calefacción y refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.
	Paso 2	Calefacción y refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.

	Paso 3	Calefacción y refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Calefacción y refrigeración por equipo Split (en caso de haberlo) Ventilación natural.	Refrigeración por equipo Split. Ventilación natural.
Producción Agua Caliente Sanitaria	**Paso 1**	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta
	Paso 2	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta
	Paso 3	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta	Mediante colector solar en cubierta
Equipamiento eficiente	**Paso 1**	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes
	Paso 2	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes
	Paso 3	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Calentador de gas de paso eficiente Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes	Lámparas LFC Electrodomésticos eficientes
Emisiones de línea base		138 kg/(m²a)	59 kg/(m²a)	112 kg/(m²a)	205 kg/(m²a)
Nivel mín. de emisiones alcanzables	**Paso 1**	99 kg/(m²a)	47 kg/(m²a)	108 kg/(m²a)	118 kg/(m²a)
	Paso 2	60 kg/(m²a)	28 kg/(m²a)	64 kg/(m²a)	63 kg/(m²a)
	Paso 3	27 kg/(m²a)	13 kg/(m²a)	14 kg/(m²a)	34 kg/(m²a)

En la Figura 8, a continuación, se ilustra el resultado de la implementación de estas acciones de mitigación, donde se muestran los ahorros de energía para vivienda Adosada en clima cálido-húmedo.

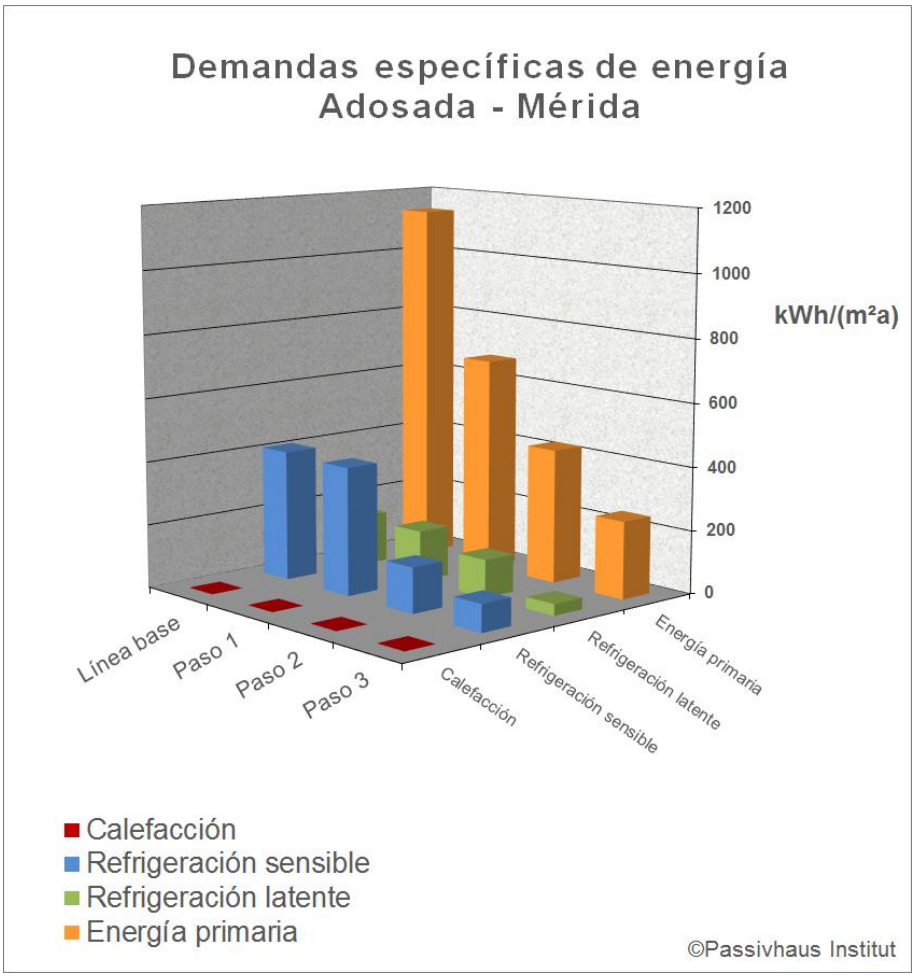

Figura 8: Demandas específicas de energía para tipología Adosada en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut).

La figura anterior ejemplifica las demandas específicas de energía para el edificio Adosada en Mérida. La ausencia de demanda de calefacción es debido a las características del clima. Por otra parte, la demanda de refrigeración es muy alta para lograr el confort preestablecido en la línea base. Se observa que desde el Paso 1 se logra una reducción en la demanda de energía. El Paso 3 representa el máximo potencial logrado en el ejemplo calculado, con una minimización de las diferentes demandas en la vivienda calculada. Asesoría energética: Punto de partida para las acciones.

Generalmente, las mejoras de edificios son llevadas a cabo sólo una vez que los medios económicos están disponibles o cuando es absolutamente necesario, sea por motivos estéticos, de confort, de ampliación o incluso estructurales. Al volverse las mejoras una necesidad inminente, a menudo falta una planificación adecuada para que los recursos disponibles se utilicen de la manera más óptima. Un proceso organizado y bien coordinado con un objetivo central, con base en el enfoque de desempeño integral, logra que se pongan en práctica acciones viables desde los puntos de vista ecológico, económico y social. Este último aspecto cobra importancia ya que las viviendas existentes se desarrollan en conjunto con sus usuarios; una vez que una vivienda es adquirida por una familia, puede sufrir cambios que la hacen un proyecto único e individual y adaptadaa. De esta manera, el desempeño integral de la vivienda está estrechamente ligado con la asesoría técnica. Por este motivo, la NAMA VE requiere de un esquema de asesoría energética, que irá de la mano con el otorgamiento de financiamiento para las mejoras.

En México se ha desarrollado el Estándar de Competencia EC0431 '*Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda'*, que introduce la figura de un "Asesor Energético" para la vivienda nueva y la vivienda existente. Esta figura con base en el, EC0431 se propone como la persona que estará en contacto con cada vivienda y sus usuarios específicos, y podrá diagnosticar las condiciones actuales y necesidades de cada familia. La experiencia demuestra que el contacto directo con el propietario para conocer sus necesidades y deseos es el camino que conlleva al mayor éxito en la aplicación de las mejoras a las viviendas.

Una vez que se ha ejecutado la asesoría experta y pormenorizada, y que las medidas necesarias y oportunas para cada vivienda han sido diagnosticadas por los asesores energéticos, se procede a la aplicación de las soluciones a gran escala. Es fundamental que estas medidas reflejen y sigan las directrices marcadas anteriormente en el Plan Maestro de cada vivienda – en el que se exponen las soluciones exactas que se deben tomar para llegar a los valores meta de energía – que garantizan la máxima reducción de emisiones GEI. Es por esto que una necesidad de la NAMA VE es agrupar medidas en paquetes según los desarrollos (por ejemplo: cambiar todas las ventanas de un desarrollo que ya tiene X cantidad de años para agrupar el crédito correspondiente). Esto también representa una ventaja desde el punto de vista del financiamiento, pues presupone una simplificación en la administración de los fondos.

Para la aplicación de las medidas de eficiencia energética por paquetes como se menciona, se requiere una figura con una alta capacitación en eficiencia energética, construcción, financiamiento, entre otros temas. Se propone entonces la combinación del esquema del Asesor Energético junto con orientaciones generales, supervisión e instrucciones específicas de un "Asesor Superior" con al menos, nivel de licenciatura en temas relacionados con construcción y eficienciy energética (en concordancia con el nivel tres del Sistema Nacional de Competencias, correspondiente al EC0431), que deberá capacitarse dentro del marco de la NAMA VE (ver Figura 9, a continuación).

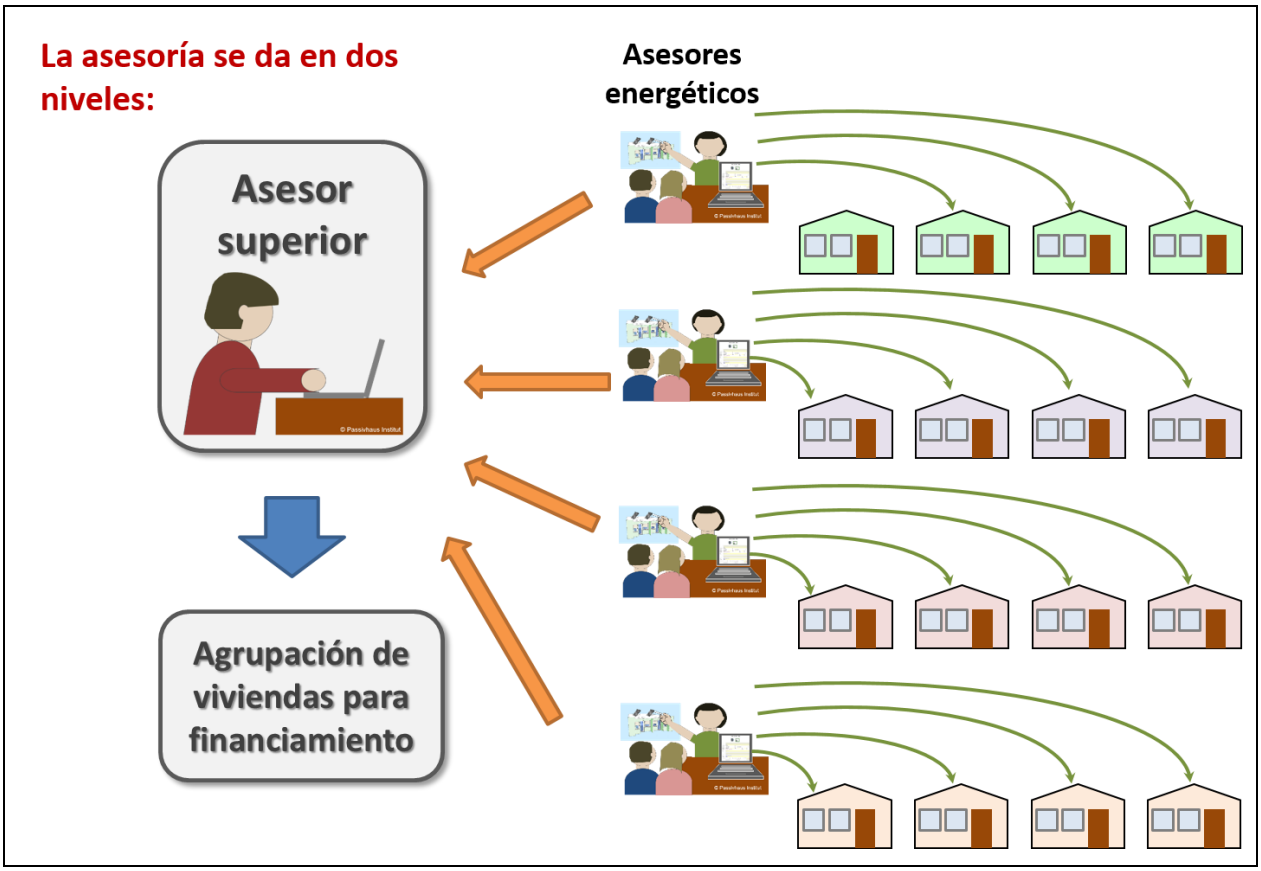

Figura 9: Esquema de la combinación entre Asesores Energéticos y Asesor Superior (Fuente: Passivhaus Institut).

Cabe mencionar que la asesoría energética integral deberá también estar consciente de la posibilidad de que haya viviendas o incluso desarrollos completos que estén en tan malas condiciones, que la rehabilitación de las mismas sea contraproducente. En este caso, se podrían plantear soluciones de redensificación (construcción de vivienda nueva, especialmente en el caso de desarrollos completos). Esta posibilidad queda, sin embargo, fuera del alcance de la NAMA VE.

El proceso de asesoría concluye con la verificación a través de una institución neutral, ajena al Asesor Superior y al Asesor Energético. Esto con el fin de acreditar la calidad del proceso completo, desde la asesoría hasta la aplicación de las medidas y el aseguramiento de que los medios financiados fueron utilizados verdaderamente para las medidas indicadas en el Plan Maestro.

A final de cuentas, las confirmaciones sobre las medidas que son necesarias para cada vivienda o grupo de actuación, garantizarán la mitigación de al menos un 20% de las emisiones de GEI cuando las soluciones adoptadas agrupen todas las medidas establecidas en el “Paso 1”, un 40% para el “Paso 2”, y un 60% para el “Paso 3”. Todos estos porcentajes de mitigación de emisiones están expresados respecto a la línea base del edificio existente. Estos son valores límites para recibir subsidios para los prestatarios para amortiguar la carga financiera.

Tabla 6. Marco de tiempo y cronograma de implementación para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut).

Marco de tiempo del NAMA VE	Preparación (2014) Primera fase (2015 - 2016): Preparación de estructuras para implementación a gran escala; asesoría vía expertos internacionales Segunda fase (2016 – 2020):

	Implementación a gran escala
Cronograma de implementación de la NAMA VE	<u>Primera fase (2015 - 2016):</u> Identificación de proyectos y asesoría vía expertos internacionales de las áreas de actuación apropiadas, elaborando el balance energético y el Plan Maestro mediante la herramienta internacional PHPP v.9. Preparación de las estructuras para la implementación a gran escala: Desarrollo y capacitación de los actores (incluye asesores energéticos), creación de estructuras financieras, adecuación de la herramienta DEEVi para la rehabilitación de la vivienda existente, diseminación y promoción de rehabilitación con los usuarios, desarrollo de entidades ejecutoras. <u>Segunda fase (2016 – 2020):</u> Implementación de las mejoras de eficiencia energética adecuadas financiadas por donantes internacionales y el gobierno mexicano siguiendo las directrices marcadas en el Plan Maestro, en función de las características de la actuación, y de las necesidades identificadas por los asesores energéticos mediante la herramienta DEEVi v.2. (Actualizada para la rehabilitación de la vivienda existente).

4.3.3 Herramienta de cálculo

Para aplicar el desempeño integral de la vivienda siguiendo un Plan Maestro prestablecido y basado en la asesoría energética, se requiere de una herramienta de planificación fiable y adecuada que permita un análisis detallado de todos los parámetros de eficiencia energética.

El Infonavit ha desarrollado el Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde – SISEVIVE-ECOCASA – en el marco del Programa de Energía Sustentable en México implementado por GIZ [13]. El SISEVIVE-ECOCASA usa dos herramientas de cálculo independientes: la DEEVi[14] (herramienta para el Diseño Energéticamente Eficiente que permite simular la demanda energética de la vivienda, tomando en cuenta las condiciones de México), y la SAAVi[15] (Simulador de Ahorro de Agua en la Vivienda) que permite conocer el consumo proyectado de agua, con base en los dispositivos que utilizan agua dentro de la vivienda; las cuales en conjunto dan como resultado el impacto energético y medioambiental de la vivienda.

A través de la Mesa Transversal de Vivienda Sustentable de la CONAVI se prevé la aplicación del sistema de calificación SISEVIVE-ECOCASA para la implementación de la NAMA VN a gran escala, así como su adapatación para la vivienda existente y su puesta en uso . Por su empleo, cada vez más expandido, sería muy ventajoso elegir el empleo de esta herramienta para el esquema de asesoría de la NAMA VE una vez que haya sido adaptada para la vivienda existente.

4.3.4 Ahorro de agua

Debido a que se trata de medidas “nacionalmente apropiadas” es crucial la consideración del tema del ahorro de agua al hablar de mejoras a las viviendas existentes. México, además del potencial de mitigación, requiere también prestar especial atención en el ahorro de agua, cuya disponibilidad es en

[13] En colaboración con el Passivhaus Institut y con cofinanciamiento de la Embajada Británica en México.
[14] Desarrollada por solicitud al Passivhaus Institut en colaboración con Infonavit, RUV y GIZ/GOPA-INTEGRATION.
[15] Desarrollada por Infonavit, Conagua, Fundación IDEA y GIZ/GOPA-INTEGRATION.

general baja y tiende a disminuir aún más con el paso del tiempo, especialmente en las regiones norte y centro del país [CONAGUA 2013]. Dada la relevancia del tema del cuidado del agua en México y en alineación con las metas de la LGCC y las líneas de acción de la ENCC, el ahorro de agua debe formar parte de las consideraciones de la NAMA VE.

A través de la herramienta SAAVi, el sistema de calificación SISEVIVE-ECOCASA, permite estimar el consumo de agua proyectado por vivienda y por habitante (litros/ habitante/ día) con base en los consumos proyectados de cada uno de los dispositivos que emplean agua en el hogar. Este Consumo Proyectado de Agua (CPA) es uno de tres indicadores que forman el IDG y se pondera su peso en la evaluación en función de la presión hídrica y de la capacidad instalada para el tratamiento de aguas residuales en la localidad de la vivienda a evaluar (Modelo del Sisevive-Ecocasa). Ya que la herramienta SAAVi también fue diseñada para el cálculo de vivienda nueva, el nivel más bajo de ahorro de agua corresponde a las normas vigentes. Probablemente el nivel de ahorro de los equipos más antiguos sea mucho menor, por lo que también requiere de su adaptaciónen caso de usarse para calcular la vivienda existente.

Por otra parte, en México se estima que la energía utilizada por un sistema de agua potable para producir y distribuir el agua a la población, así como el tratamiento después de su uso y la disposición final en promedio nacional es de 0.95 kWh kWh por metro cúbico de agua [GIZ 2010]. Aunque este valor varía según la región, el promedio en general nos indica que también existe un potencial de mitigación de GEI al procurar ahorros de agua en las viviendas. Este valor del Índice Específico de Consumo Energético, expresado en (kWh/m^3), sea determinado por entidad federativa, por municipio o en función del tamaño del municipio, permite cuantificar la energía relacionado con el consumo del agua y por ende cuantificar el consumo de agua en emisiones de GEI. Actualmente este equivalente de ahorro de agua en energía no está considerado en las herramientas de SISEVIVE-ECOCASA. Sería altamente recomendable incluir esta consideración en las herramientas de cálculo correspondientes.

A pesar de que las medidas de mejora en el ahorro de agua son consideradas sólo de manera estandarizada en el ejemplo calculado dentro del diseño técnico, la asesoría energética de la NAMA VE deberá también analizar el potencial de estos ahorros evaluando e incorporando la cuantificación del consumo proyectado de agua en emisiones de GEI.

4.4 Potencial de mitigación

En la práctica, la reducción de emisiones lograda por la NAMA VE, dependerá del nivel de financiamiento que pueda atraer. En vez de pronosticar nuestras expectativas para el programa, en esta sección se proporcionan los escenarios globales que ilustran el potencial general de la NAMA VE, en la afectación del perfil de emisiones a largo plazo del sector de vivienda.

Es así que el cálculo del potencial de mitigación se hará de acuerdo con los tres escenarios de la NAMA VE, asumiendo una penetración del 100% de los escenarios de eficiencia energética, Paso 1, Paso 2 y Paso 3, en todas las zonas bioclimáticas y prototipos de construcción.

Se diferencia entre el “potencial de mitigación” y “potencial de reducción” de emisiones de GEI. El primero se calcula mediante el escenario de confort estándar, bajo el entendimiento de que la línea base es dinámica y que el confort y la calidad de vida en México aumentará con el paso del tiempo. El segundo se calcula mediante el escenario de confort reducido basado en las condiciones reales de la actualidad en México. A continuación se explican ambos escenarios que se han tomado como base para el cálculo, con el fin de presentar ambos potenciales de manera transparente.

Desde la situación actual para llegar al objetivo de reducción de GEI existen varios caminos. Las viviendas objetivo de esta NAMA VE no tienen ninguna medida pasiva. El confort interior es bajo, como así lo demuestran las encuestas realizadas sobre el grado de insatisfacción de los usuarios con las condiciones

interiores en la vivienda tanto en invierno como en verano (ver [CMM 2013]). Se concluye que en general no existe una temperatura confortable dentro de las viviendas, por lo que la solución convencional para obtener el confort en este tipo de climas, cuando existen recursos, es el uso de medidas activas de refrigeración o calefacción. El usuario puede sentir confort (aunque también se corre el riesgo de aire demasiado seco o frío), pero las consecuencias sobre el medio ambiente son que la gran producción de energía para hacer funcionar el aire acondicionado genera emisiones de GEI.

Siguiendo este razonamiento, se podría argumentar que una manera para reducir estas emisiones de GEI sería la producción de energía mediante fuentes renovables. Sin embargo, las viviendas de interés social sobre las que trata esta NAMA VE son tan poco eficientes que para cubrir toda la demanda con energías renovables se requeriría de una gran capacidad de generación. Además, ya sea que la energía provenga de fuentes renovables o no, existe obviamente un impacto en la economía de los usuarios que tienen que pagar grandes cuentas de consumo eléctrico para sentirse confortables dentro de sus casas.

Por otro lado, si se buscan soluciones energéticamente eficientes, llegará a existir confort térmico de los usuarios en el interior de la vivienda. Tras la implementación, se consigue que estas viviendas sean eficientes, que la demanda para obtener confort disminuya y se gasta menos energía y dinero. Eso es un camino seguro: no sólo para el usuario sino también para el gobierno mexicano, quien se beneficiaría de los subsidios al costo de la energía ahorrados y de la reducción de la demanda pico del sistema eléctrico nacional.

Para proporcionar un marco de referencia, se calcularon dos escenarios:

El primer escenario, se basa en una línea *base de confort reducido*, en los que los límites de temperatura se establecen según los valores de consumo eléctrico y de gas proporcionados por GIZ a través de los documentos [GIZ/CMM 2013] y [CFE 2014].

Para el cálculo se consideran los valores de eficiencia sugeridos en ambos documentos, así como en la información para la línea base del Diseño Técnico de la NAMA VN. La suposición para definir las temperaturas de confort reducido es que los valores estimados de consumo de electricidad y gas sirven como guía para establecer el nivel de confort promedio para las viviendas según el clima de cada ciudad. Los valores de consumo eléctrico especialmente pueden dar una idea de la posible presencia de aire acondicionado en los hogares. Esto se confirma por los valores más altos de consumo eléctrico en los climas cálido-seco: Monterrey y cálido-húmedo: Mérida. Siguiendo este supuesto, después de la consideración de los electrodomésticos típicos que se pueden encontrar en viviendas de interés social, se asume que el resto del consumo eléctrico en estos climas proviene de la climatización en el verano. A su vez, se utilizan los valores de eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado retirados en el programa ASI para determinar el resto de los kWh que se consumen para climatización. De esta forma se calcula la temperatura más alta permitida en el verano. Para los climas de Guadalajara y la Ciudad de México no se considera ningún aparato de aire acondicionado, como se concluye de la información de [GIZ/CMM 2013].

La siguiente tabla presenta los valores de consumo eléctrico y de gas utilizados para los cálculos:

Tabla 7. Valores tomados para el cálculo de la línea base con confort reducido (Fuente: Centro Mario Molina 2013, adaptación por Passivhaus Institut).

Tipología	*Área m² [CMM 2013]*	*Aprox SRE m² (85% del área total)*	Electricidad (kWh) [CMM 2013]	Elect. kWh/(m²a) SRE	Electricidad kWh/(m²a) para cálculo NAMA*	*Gas LP (kg) [CMM 2013]*	Gas LP (kWh)	Gas LP kWh/(m²a) SRE	Gas LP kWh/(m²a) para NAMA*
Guadalajara (templado)									
Adosada	*98.17*	*83.44*	1229.43	14.73	**15**	*38.97*	494.14	5.92	**6**
Aislada	*104.02*	*88.42*	942.29	10.66	**11**	*60.31*	764.73	8.65	**9**
Vertical	*65.36*	*55.56*	984.10	17.71	**18**	*54.66*	693.09	12.48	**12**
Mérida (cálido húmedo)									
Aislada	*57.70*	*49.05*	1578.13	32.18	**32**	*67.13*	851.21	17.36	**17**
Adosada [CFE 2014]		*51.50*	2384.42	46.30	**46**	*Datos no disponibles. Se usan datos de edificio Aislada*			
Vertical	*Datos no disponibles. Se usan datos de edificio Aislada*					*Datos no disponibles. Se usan datos de edificio Aislada*			
Monterrey (cálido seco)									
Aislada	*46.14*	*39.22*	1493.95	38.09	**38**	*183.22*	2323.23	59.24	**59**
Adosada	*Datos no disponibles. Se usan datos de edificio Aislada*					*Datos no disponibles. Se usan datos de edificio Aislada*			
Vertical	*64.92*	*55.18*	1303.86	23.63	**24**	*180.91*	2293.94	41.57	**42**
Valle de México (semifrío)									
Adosada	*60.47*	*51.40*	754.83	14.69	**15**	*331.34*	4201.39	81.74	**82**
Aislada	*83.41*	*70.90*	1688.60	23.82	**24**	*222.42*	2820.29	39.78	**40**
Vertical	*57.46*	*48.84*	962.28	19.70	**20**	*311.21*	3946.14	80.80	**81**

Cabe mencionar que los datos de consumo de gas son sólo estimaciones debido a la dificultad de verificar el consumo de gas LP en cilindros en las viviendas encuestadas [CMM 2013]. Por este motivo, los resultados al respecto se usan sólo como referencia. Esto representa también un reto para el sistema de MRV, donde se requiere obtener estos datos de la manera más exacta posible en las viviendas con mejoras.

A continuación se exponen los parámetros utilizados para la definición de las condiciones marco de la línea base para los diferentes climas.

Tabla 8. Parámetros de confort interior para línea base de confort reducido (Fuente: Passivhaus Institut).

Parámetros de confort interior: línea base confort reducido			Mty	Gdl	DF	Mer
Temperatura máxima invierno	Valor simulado con PHPP basado en datos de consumo eléctrico y de gas de Estudio de Campo [CMM 2013]		Diferente por zona.			
Temperatura máxima verano	Valor simulado con PHPP basado en datos de consumo eléctrico y de gas de Estudio de Campo [CMM 2013]		Diferente por zona.			
Máxima frecuencia de sobrecalentamiento aceptada en caso de ausencia de refrigeración activa	10 %	[PHI 2013]	X	X	X	X
Humedad absoluta máxima interior	Valor simulado con PHPP basado en datos de consumo eléctrico y de gas de Estudio de Campo [CMM 2013]		Diferente por zona.			
Fuentes internas de humedad	2 g/(m²h)	[PHPP]	X	X	X	X
Ganancias internas de calor invierno	2.1 W/m²	[PHPP]	X	X	X	X
Ganancias internas de calor verano	Calculado con PHPP		X	X	X	X

El segundo escenario, se basa en una *línea base de confort estándar*, en la que se utilizan temperaturas de entre 20°C (mínimo para los meses de invierno) y 25°C (máximo para los meses del verano) las cuales están basadas en [Fanger 1970] así como en la norma internacional [ISO 7730]. El límite de confort máximo, especialmente relevante para México debido al predominio de climas cálidos, se confirma en el estudio [Gómez-Azpeitia 2007]. En este documento, la llamada "temperatura neutral T_n" se determina en general para todas las regiones medidas como 26°C. Para lograr una optimización energética que asegure la reducción y la prevención de emisiones por climatización se considera apropiado el uso de la temperatura de 25°C como máximo rango de confort (permitiendo rebasar esta temperatura un 10% del tiempo), incluso para climas como Monterrey y Mérida. Esto considera también la suposición de que, de

tener la oportunidad, las personas que están acostumbradas a ambientes sin aire acondicionado preferirán los mismos niveles de confort que las personas acostumbradas a ambientes con aire acondicionado (como se establece en [Fanger & Toftum 2002]). Dicho rango también evita caer en el llamado "efecto de rebote", en el cual tan pronto como los usuarios puedan costearlo, tratan de mejorar los niveles de confort térmico mediante el uso de energía para refrigerar o calentar las viviendas, aumentando así sus emisiones de CO_2. Por lo tanto, el rango mencionado se propone como adecuado para los cálculos de eficiencia energética y las primeras proyecciones de potencial de mitigación.

Tabla 9: Parámetros de confort interior para línea base de confort estándar (Fuente: Passivhaus Institut).

Parámetros de confort interior: línea base confort estándar			Mty	Gdl	DF	Mer
Temperatura máxima invierno	20 °C	[Fanger 1970] / [PHI 2012]	X	X	X	X
Temperatura máxima verano	25 °C	[Fanger 1970] / [PHI 2012]	X	X	X	X
Máxima frecuencia de sobrecalentamiento aceptada	10 %	[PHI 2013]	X	X	X	X
Humedad absoluta máxima interior	12 g/kg	[Fanger 1970] / [ISO 7730]	X	X	X	X
Fuentes internas de humedad	2 g/(m²h)	[PHPP]	X	X	X	X
Ganancias internas de calor invierno	2.1 W/m²	[PHPP]	X	X	X	X
Ganancias internas de calor verano	Calculado con PHPP		X	X	X	X

La Figura 10, a continuación, presenta varios escenarios de eficiencia energética conforme los estándares elaborados para la NAMA VE en la tipología de vivienda Adosada en Mérida.

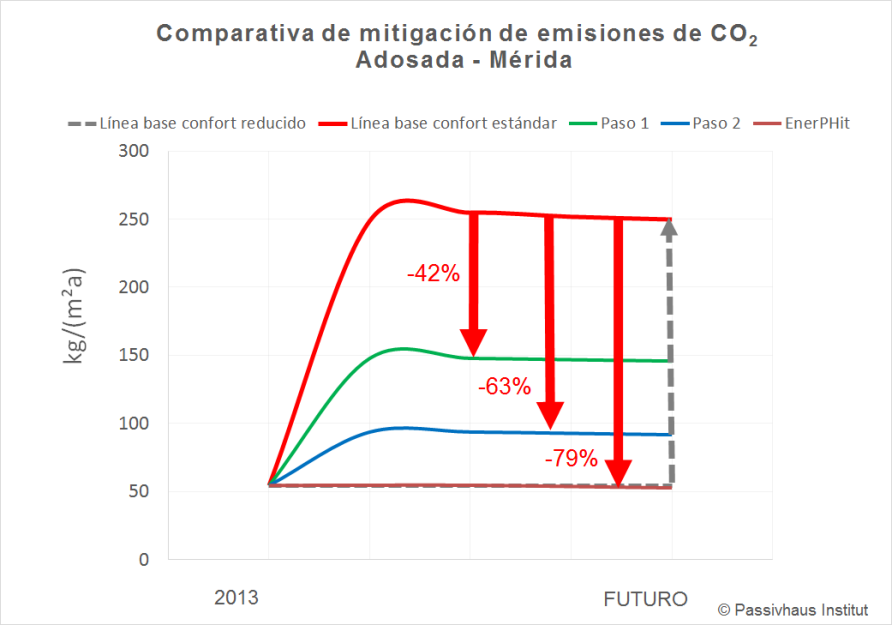

Figura 10: Niveles de CO_2, representados bajo distintos escenarios de niveles de eficiencia energética en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut).

Los diferentes escenarios de eficiencia energética resumidos anteriormente pueden apoyar la rehabilitación energética de las viviendas a medio y largo plazo. La línea gris representa la línea base estática, mientras que la línea roja representa la línea base dinámica y el potencial máximo de mitigación de las acciones de la NAMA VE. El resto de las líneas representan los pasos a seguir para llegar al desempeño óptimo de la vivienda, representado por la línea color guinda. El único estándar que representa sólo un poco de ahorro ante la línea base es este último. Esto nos indica lo reducido del potencial que es considerar la línea base como estática.

Para el factor de emisión de la red eléctrica efectiva, se aplica un valor de 0.584 Kg CO_2e/KWh. Para las emisiones debidas a la combustión de gases licuados del petróleo, se utiliza un factor de 0.270 Kg CO_2e/KWh, como se acordó a través de la Mesa Transversal de Vivienda Sustentable desde el año 2012.

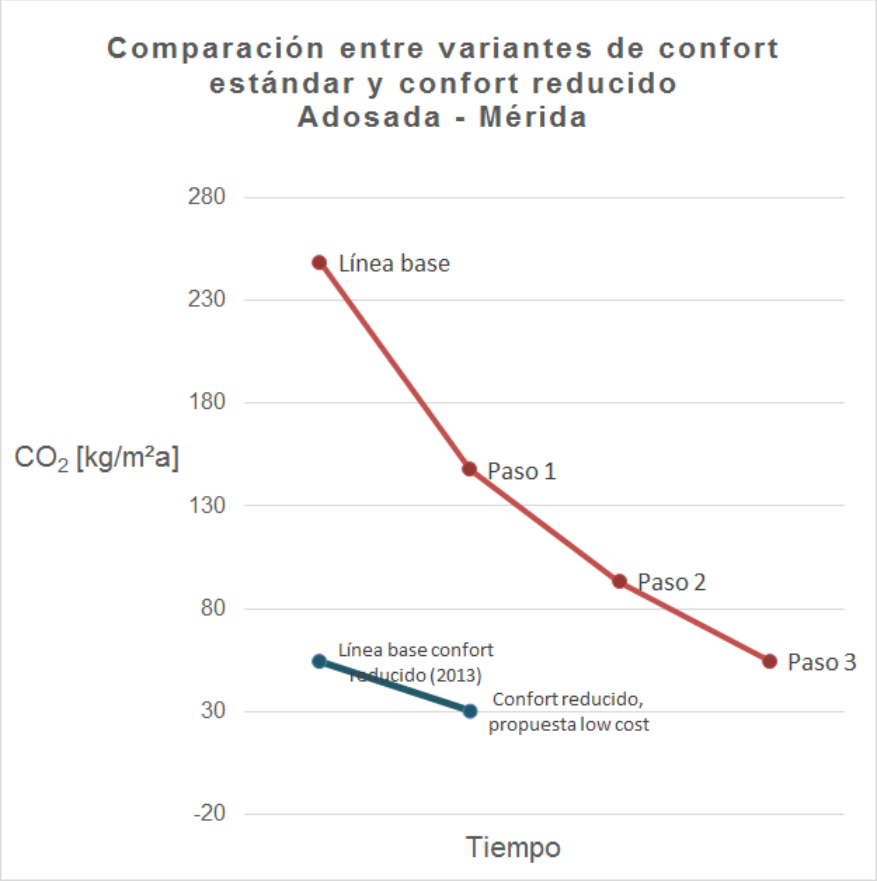

Figura 11: Comparación entre variantes de confort estándar y confort reducido. Vivienda adosada en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut).

En la Figura 11 se representa el potencial de optimización, expresado en emisiones de CO2 kg /m²a. En el caso confort reducido (línea color azul) el consumo es muy bajo y el potencial de mejora es limitado. La línea roja representa el caso de confort estándar. En cuanto se acondicionan las viviendas hasta que representen condiciones de confort durante todo el año, el potencial de mejora sí es significativo. El Paso 1 para ambos escenarios es el mismo. El problema es que cuando aumenta el confort, incluso las optimizaciones tienen mayor consumo que la línea base de bajo confort.

En la siguiente gráfica, se resumen los potenciales de mitigación y de reducción de emisiones a través del cálculo de confort estándar (lado izquierdo) y de confort reducido (lado derecho).

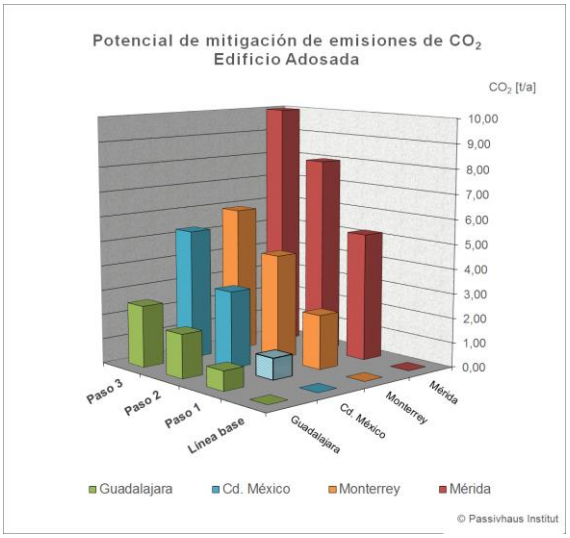

Figura 12: Potencial de mitigación de emisiones de CO_2 para edificio adosada en los diferentes climas analizados (Fuente: Passivhaus Institut).

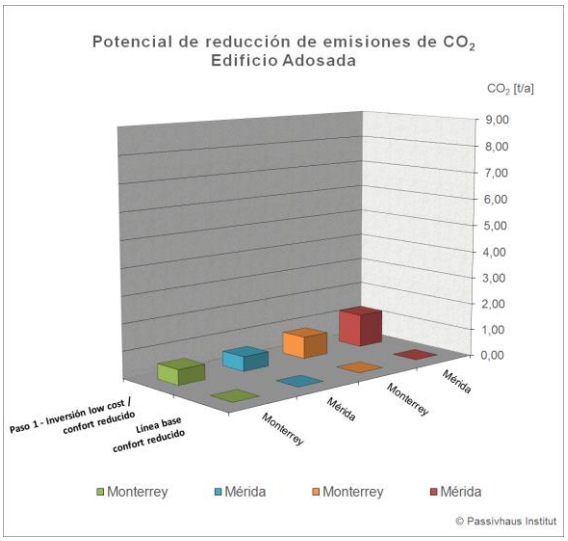

Figura 13: Potencial de mitigación de emisiones de CO_2 para edificio adosada en los diferentes climas analizados (Fuente: Passivhaus Institut

Como se observa en las gráficas, en el lado izquierdo (Figura 12) se representa el potencial de mitigación y en el lado derecho (Figura 13) el potencial de reducción para el ejemplo calculado (tipología Adosada), en las cuatro zonas climáticas indicadas. Se advierte claramente el poco potencial que representaría aplicar mejoras a las viviendas en sus condiciones actuales, debido a la carencia de confort. Especialmente en el caso del Paso 1, para ambos escenarios se aplican las mismas medidas (sustitución de electrodomésticos y calentador solar), haciendo evidente la gran diferencia en el potencial. Cabe mencionar que en el caso de la Ciudad de México y, para algunas tipologías de Guadalajara, el potencial de mitigación para el Paso 1 es menor al 20%, por lo que este primer paso no alcanza el ideal óptimo de mitigación y podría cancelarse en la implementación de la NAMA VE (color azul claro, Figura 12).

4.5 Cobeneficios (beneficios no relacionados con gases de efecto invernadero)

A través de esta NAMA VE, además de las reducciones de gases de efecto invernadero, se darán resultados en forma de beneficios para el país. El concepto NAMA, busca un efecto demostrable sobre la sustentabilidad, que esté incluido dentro del sistema MRV. Tanto el enfoque de las acciones integradas de la NAMA VE como la expansión del sector, transcienden en una contribución adicional que llevará a cabo una transformación de éste hacia el desarrollo sustentable.

Se han estudiado, en forma preliminar, una serie de cobeneficios y están por diseñarse los procedimientos de monitoreo precisos. Se estima que los cobeneficios contribuyan a los siguientes alcances:

Tabla 10: Cobeneficios seleccionados para la NAMA VE (Fuente: Mesa Transversal de Vivienda Sustentable, adaptación por Passivhaus Institut).

Economía	• Ahorros en las cuentas de gas, electricidad y de agua, beneficios económicos para los inquilinos. • Disminución en los costos de subsidios a la energía en favor de financiar medidas de la NAMA VE • Incremento en el número de compañías y empleos verdes • Prolongación de la calidad y ciclo de vida de las viviendas

	• Incrementos en la productividad de trabajadores debido a las condiciones de confort mejoradas
Medio Ambiente	• Calidad del aire • Ahorro de agua y de energía
Sociales	• Efecto palanca en el aumento de confort gracias a la combinación de medidas de la NAMA VE con la rehabilitación de equipamiento eléctrico y sanitario y/o la ampliación de la vivienda • Confort en el interior de las viviendas en cuanto a parámetros de temperatura y humedad • Acceso y promoción de servicios de energía limpia • Construcción de capacidades humanas e institucionales • Educación y concientización de la sustentabilidad en propietarios de viviendas • Mejoras en la salud de los habitantes de la vivienda a través de las mejoras en el confort y calidad del aire

4.6 Implementación de la NAMA Vivienda Existente

La implementación de la NAMA VE deberá integrarse a las estructuras institucionales en México. El siguiente organigrama (Figura 14) representa la sugerencia general para el funcionamiento de la NAMA VE.

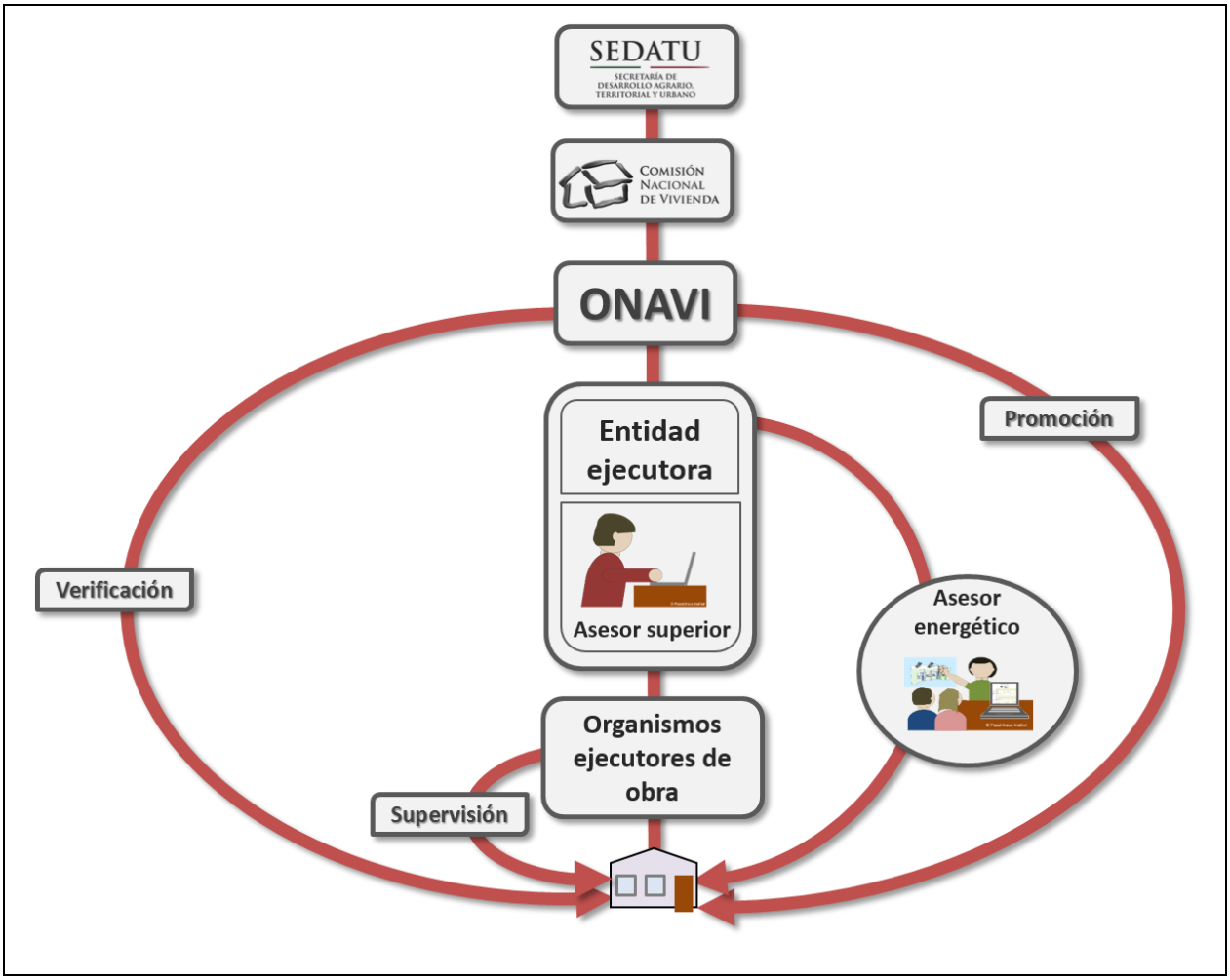

Figura 14: Organigrama general propuesto para la integración de la NAMA VE (Fuente: GIZ / Passivhaus Institut).

En general, se propone que la NAMA VE opere a través de las ONAVIs. En caso de financiamiento por instituciones internacionales, éste llegará directamente a la ONAVI correspondiente. Se propone a la entidad ejecutora como el organismo que se encargue del financiamiento y administración de la asesoría energética a través del Asesor Superior y de los Asesores Energéticos. La labor de promoción, previa a las acciones, es de vital importancia y se propone que se lleve a cargo a través de la ONAVI. Los organismos ejecutores de obra son quienes implementan las medidas propuestas en los proyectos, siendo también encargados de la supervisión de la ejecución, también vital para el éxito de las medidas aplicadas. Igualmente, al finalizar las acciones, deberá implementarse un proceso de verificación neutral (idealmente por parte de la ONAVI), para garantizar que los fondos han sido utilizados conbase en el Plan Maestro. Será labor de cada institución integrar las funciones sugeridas en sus estructuras correspondientes o, en dado caso, adaptarlas para su óptimo funcionamiento.

4.7 Medidas para la implementación inicial

Para la primera fase de la NAMA VE, será necesario realizar ciertas acciones indispensables para que ésta pueda empezar a funcionar.

A continuación se presentan dichas medidas:

- Elaboración de la metodología y de material didáctico para capacitar a Asesores Energéticos, Asesores Superiores, supervisores y verificadores en la evaluación y rehabilitación energética de la vivienda existente, incluyendo conocimientos sobre los procesos administrativos propios de la NAMA VE
- Capacitación y certificación a Asesores Energéticos, Asesores Superiores, supervisores y verificadores
- Adaptación de herramientas de cálculo para la evaluación de viviendas existentes (ej. SISEVIVE-ECOCASA) incl. la adaptación de IDG para integración de viviendas existente en el cálculo
- Asesorías energéticas para proyectos en la primera fase de la NAMA VE

Tabla 11: Medidas para la implementación inicial con costos estimados (Fuente: Passivhaus Institut, GOPA).

Concepto	Costo estimado
Elaboración de la metodología y de material didáctico para capacitar a Asesores Energéticos, Asesores Superiores, supervisores y verificadores en la evaluación y rehabilitación energética de la vivienda existente, incluyendo conocimientos sobre los procesos administrativos propios de la NAMA VE (incluye material didáctico para instructores, material didáctico para curso del Asesor Energético y curso train-the-trainer)	300,000 USD
Materiales de capacitación para módulo adicional Asesores Superiores (corresponde a dos cursos, incluye material didáctico para Asesores Superiores, certificación así como gastos de viaje para expertos internacionales)	175,000 USD
Cursos a diversos actores	Autofinanciados
Adaptación de herramientas de cálculo SISEVIVE-ECOCASA (DEEVi, SAAVi e IDG) incluyendo los materiales de capacitación y manuales correspondientes.	Entre 110,000 USD y 175,000 USD

La siguiente figura presenta las acciones que deberán avanzar en paralelo para preparar al sector de la vivienda existente para la implementación de la NAMA VE a mayor escala:

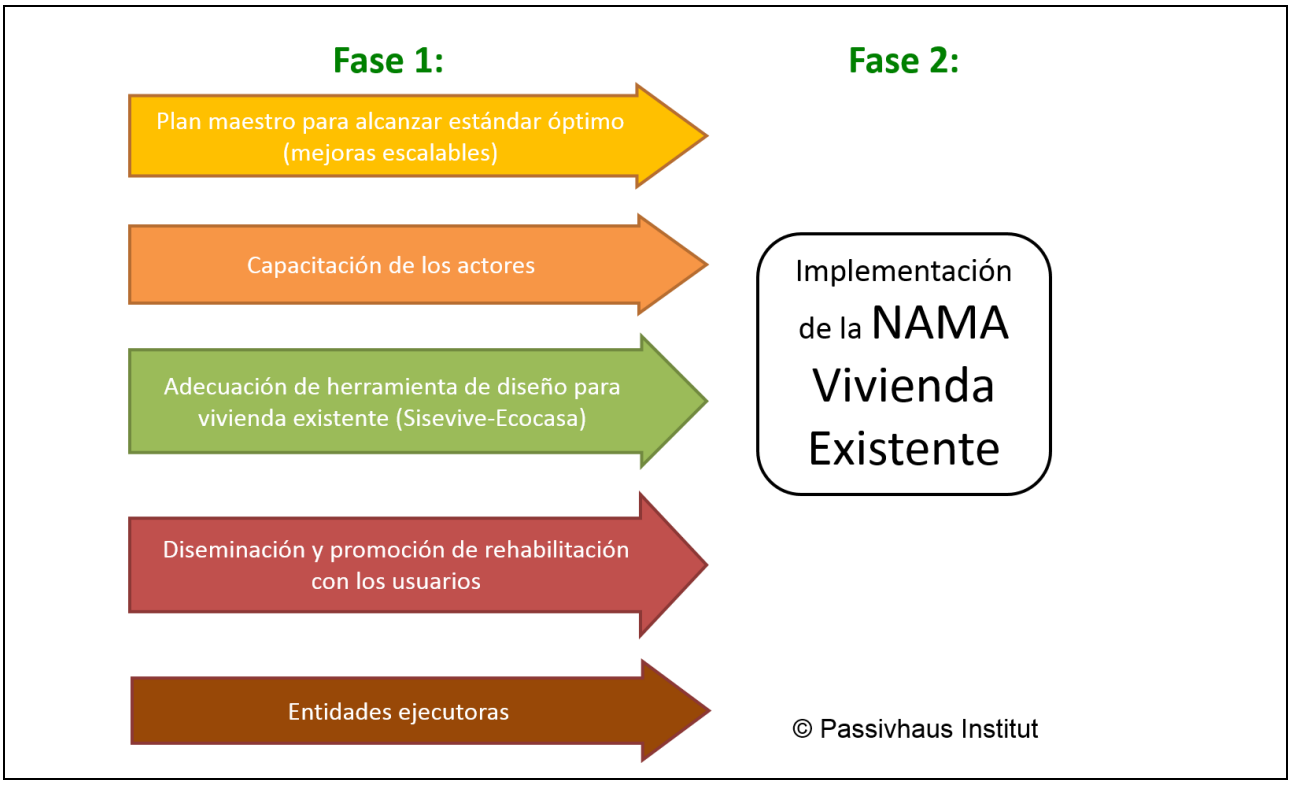

Figura 15: Medidas de implementación inicial para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut).

4.8 Medidas indirectas de la NAMA de Vivienda Existente

Además de las acciones de mejora en las viviendas que tienen un impacto directo en la mitigación de emisiones de GEI, hay otras medidas indispensables a realizar que ayudarán indirectamente al cumplimiento de las ambiciosas metas.

Sistema promocional

La aplicación de un sistema promocional, vía la NAMA VE, tendrá efectos positivos en todo el sistema de eficiencia energética en el sector de la rehabilitación en México:

- Probará que es posible introducir los valores meta de demanda de energía primaria en las viviendas existentes, fomentando las ulteriores regulaciones de construcción.
- Establecerá una demanda de profesionales, por ejemplo, arquitectos calificados que puedan fungir como consultores así como de asesores energéticos, capaces de aplicar herramientas de diseño y cálculos específicos. Esto permitirá generar empleos adicionales y reforzar las capacidades, mientras se sigueconstruyendo sobre las plataformas y el personal existente, tales como el Registro Único de Vivienda (RUV) y verificadores de vivienda.
- También creará la demanda para las rehabilitaciones y equipos más eficientes, así como de materiales de construcción más apropiados. Por consiguiente, tanto los materiales de construcción eficientes como el equipo que actualmente deben ser importados, podrán producirse en México y ser ofrecidos a precios más atractivos en el mercado local, haciendo que las viviendas existentes sean más competitivas.
- Los proyectos piloto de implementación de mejoras parciales así como de la aplicación del estándar más alto de eficiencia energética para rehabilitaciones (basado en la metodologia de la

Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental), demostrará la viabilidad de implementar la eficiencia energética en la vivienda social a través de estándares muy avanzados, contrastados internacionalmente.

Los siguientes aspectos son también cruciales en la consideración de las medidas indirectas de la NAMA VE:

Desarrollo de reglamentos de construcción obligatorios y de procedimientos para el otorgamiento de licencias

Como ya se comentó en el apartado 2, actualmente no se cubre todo el espectro de las medidas potenciales de eficiencia energética mediante la aplicación de la regulación en el sector de la vivienda. Así mismo, la débil aplicación de los reglamentos de construcción contribuye a los bajos niveles de eficiencia energética en las viviendas. A través de la NAMA VN y, próximamente, de la NAMA VE, se introducen estándares claros de eficiencia contrastados internacionalmente. Debido a que los gobiernos locales tienen la atribución en cuanto a la aplicación de los reglamentos de construcción, se debe ejecutar una cobertura adicional para asegurar que los estándares de la NAMA VE sean compatibles con los mandatos locales.

Creación de capacidades

A través de experiencias educativas más amplias y capacitaciones específicas con mayor alcance y amplitud, se puede lograr la transferencia del conocimiento y la experiencia relacionados con la eficiencia energética en las construcciones, uno de los prerequisitos clave para el logro de los objetivos..

La Mesa Transversal de Vivienda Sustentable, promovida por CONAVI cuya actividad se dio con con el fin, entre otros, de compartir y aumentar el conocimiento sobre la eficiencia energética y sustentabilidad en la vivienda entre desarrolladores, agencias de cooperación internacional, la academia y los sectores público y privado; así mismo, CONAVI ha involucrado a los actores participantes dentro del proceso de desarrollo de la NAMA VN y podría, de la misma forma, apoyar a la NAMA VE.

Para poder promover el enfoque de ”desempeño integral de la vivienda”, en la edificación como en los desarrollos ambientalmente responsables, se requiere además de la construcción de capacidades en cuanto a la Política Pública de Vivienda a nivel municipal y estatal.

También se debe considerar, dentro del contexto de la NAMA VE, la cadena de suministro dentro del sector de la construcción. Estos actores requieren de información confiable, soporte individual (asesoría), y un criterio claro para poder desarrollar soluciones y orientar sus actividades empresariales hacia inversiones sustentables. Además, la intensificación de la producción local y la instalación de equipos y materiales de construcción para la eficiencia energética, puede apoyarse por medio de información y capacitación al sector empresarial, técnicos de la construcción y la vivienda: plomeros, albañiles, electricistas, e instaladores de servicios, entre otros.

La promoción, sensibilización e información a los propietarios de las viviendas, quienes a final de cuentas son quienes deciden si se realiza la rehabilitación o no, deberá también ser parte integral de la NAMA VE, buscando aumentar la motivación de las familias mexicanas que necesiten rehabilitar sus viviendas a ejecutarlas considerando mejorar la eficiencia energética de las mismas.

En resumen, para el éxito de la NAMA VE, es esencial que los diferentes actores tengan claro cuáles son los valores y beneficios que se pueden lograr a través de los esfuerzos proactivos para mejorar la sustentabilidad en la vivienda existente.

Proyectos Piloto: Demostrando la NAMA de Vivienda Existente

Para hacer visibles la calidad y la eficiencia energética, CONAVI e Infonavit están implementando varios proyectos piloto, con el apoyo de la GIZ y consultores de vivienda nacionales. Estos proyectos no sólo proporcionarán una excelente oportunidad de capacitación, sino que también aportarán datos valiosos para el desarrollo de la herramienta de planeación y una ocasión para la calibración del sistema MRV así como reunir las primeras experiencias sobre las áreas de oportunidad para la implementación de la NAMA VE.

También se espera poder implementar la más alta eficiencia energética estipulada dentro de la NAMA VE (Paso 3) para hacer visible la calidad y eficiencia energética que es posible lograr en la vivienda existente en México. Dichos proyectos, no sólo servirán para demostrar la mitigación de emisiones a través del sistema de MRV, sino que también podrán servir como una oportunidad de entrenamiento y aprendizaje para constructores que se dediquen a las mejoras de la vivienda. Para el desarrollo de estos proyectos piloto iniciales se requerirá del apoyo por parte de expertos que tengan conocimientos en la aplicación de conceptos de rehabilitación en eficiencia energética, especialmente aplicándolos a las zona climáticas más extremas en México. El trabajo en conjunto de los expertos con los constructores locales tendrá también un efecto de aprendizaje muy positivo para la implementación a gran escala de la NAMA VE.

Elevar la conciencia pública

El gobierno mexicano tiene contemplado realizaruna estrategia de difusión 'interna' en México, con el propósito de aumentar la concientización general con respecto a los temas de eficiencia energética en la vivienda, y obtener una participación más amplia por parte de la población. Esto se debe hacer a través de campañas, así como por medio de la distribución de folletos y materiales informativos. Se sugiere la creación de un sitio web para explicar y promover los beneficios de la NAMA VE. Los pilotos también son un medio excelente para promover el concepto ya que un ejemplo de vivienda rehabilitada energéticamente ofrece mayor prueba que cualquier discusión publicación o folleto. Para poder subsanar las barreras delineadas en el apartado 3, estos desarrollos tendrán que ser soportados por campañas de información, capacitación y servicios de asesoría durante la implementación de la NAMA VE.

La 12, a continuación, muestra las acciones administrativas y de apoyo que se requerirán durante la primera fase de implementación de la NAMA VE (2015–2019):

Tabla 12: Acciones administrativas y de apoyo para la NAMA VE (Fuente: IzN Friedrichsdorf).

Núm.	Acción
1.	**Configuración institucional y administración de la NAMA VE**
1.1	Diseñar fondo para los recursos financieros, incluyendo los acuerdos legales
1.2	Integrar el desarrollo de la NAMA VE en la Mesa Transversal y consolidarla en un Grupo de Trabajo
1.3	Diseño, establecimiento y operación de la "Unidad de la Oficina del Programa NAMA"
1.4	Línea base, MRV y marco de trabajo complementario
1.4.1	Desarrollo de sistemas para la recopilación de datos para poder medir, reportar y verificar las emisiones con toda precisión: Integración en la base de datos de CONAVI para la NAMA VN, registrando los datos relevantes (línea base y MRV) de viviendas y de la demanda y consumo de energía
1.4.2	Construcción e incremento de capacidades para el monitoreo y la auditoría; Establecimiento de un sistema de supervisión y de inspección profesional y especializado
1.4.3	Encuestas de auditoría y monitoreo detallado de viviendas (es decir, simulación empleando la base de datos existente y encuestas puntualizadas)
1.5	Desarrollo de mecanismos nacionales de financiamiento para mejoras energéticas de la vivienda existente
1.6	Desarrollo e implementación del programa de asesores energéticos para vivienda existente así como la creación de la figura del consultor energético, que supervise las acciones en conjunto

1.7	Adaptación de la herramienta de cálculo de Sisevive y el sistema de calificación para incluir a la vivienda existente
1.8	Asistencia Técnica a Conavi, RUV, Infonavit, FOVISSSTE y a SHF, en el establecimiento institucional para la implementación de la NAMA VE
2.	**Reglamentos de Construcción y procedimientos para permisos**
2.1	Asistencia técnica a las organizaciones y gobiernos locales, a nivel estatal y municipal para la introducción de un estándar mínimo de rendimiento energético, de todo el enfoque de la construcción y de los valores meta para el consumo de energía primaria, así como de los criterios de sustentabilidad. Elaboración de una guía nacional para la adaptación del Código de Edificación.
3.	**Construcción de capacidades**
3.1	Capacitación de consultores (supervisores) y asesores energéticos, así como planificadores, y trabajadores de la construcción, con respecto a la edificación energéticamente eficiente, por medio herramientas de simulación
3.1.1	Creación y escalamiento de programas escolares y universitarios respecto a construcciones EE y RE
3.1.2	Traducción y adaptación del material de capacitación Europeo/PHI al clima y usos y costumbres de construcción en México; verificar después de la experiencia
3.1.3	Capacitar por medio del enfoque "capacitando al capacitador" a las contrapartes locales, los cuales a su vez proporcionarán capacitación en diseño, construcción y operación de edificaciones energéticamente-eficientes (a los desarrolladores y planificadores, así como capacitación especial para los trabajadores de la construcción.
3.1.4	Capacitación a trabajadores de la construcción sobre la correcta instalación de las medidas propuestas, especialmente aquellas que sean más innovadoras
3.1.5	Capacitación a fabricantes de productos y componentes para la eficiencia energética
3.2.	Capacitación de los diversos actores y autoridades locales
3.2.1	CONAVI, también fomentará fortalecimiento de capacidades para las autoridades locales, estatales y federales, por medio de cursos presenciales, de aprendizaje virtual y por medio de la construcción de una plataforma inter-institucional. Objetivo: Que las autoridades locales y los diversos actores sean capaces de introducir e implementar criterios sustentables en sus decisiones y procesos cotidianos, involucrados en planes de desarrollo urbano y niveles de eficiencia en la construcción de casas
3.3	Concientización a propietarios/usuarios de casas
3.3.1	Elaboración de un manual para los usuarios/propietarios de casas, con el objetivo de que puedan optimizar la operación de las viviendas eficientes que habitan.
3.3.2	Campañas para elevar el nivel de concientización en cuanto a la eficiencia energética, no solo en las construcciones, sino también en el diseño, equipos y aparatos electrodomésticos
3.4	Fomento y apoyo a fabricantes y compañías locales para aumentar la disponibilidad de productos adecuados.
3.4.1	Guía y apoyo a los fabricantes, a través de las contrapartes locales y asesoría internacional.
3.4.2	Adaptación de los criterios de certificación para los productos mexicanos
4.	**Proyectos Piloto y adaptación del software**
4.1	Aseguramiento de la calidad para todos los diseños y rehabilitación conforme al estándar Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desempeño energético y ambiental. Desarrollo de la herramienta de cálculo DEEVi actualizada para la rehabilitación de la vivienda existente.
4.2	Asistencia técnica en el diseño y la construcción de proyectos piloto en diferentes sitios de México
4.3	Monitoreo de los proyectos piloto y transferencia de resultados y de las lecciones aprendidas en la construcción de capacidades, proyectos de demostración y diseminación
5.	**Difusión y publicidad**
5.1	Sitio web (desarrollo y mantenimiento)
5.2	Campañas en medios de comunicación (TV, radio, prensa escrita)
5.3	Promoción de la participación (folletos y material de difusión)
5.4	Demostración y propagación: hacer visible el éxito

5 Sistema MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación

El propósito primordial del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de cualquier NAMA, es el de medir el impacto de las medidas implementadas, con el fin de evaluar su contribución a los objetivos nacionales e internacionales de energía y de política climática. El consenso general es que el MRV debe permitir una mayor flexibilidad y simplicidad que los enfoques actuales bajo el MDL. Igualmente, los procedimientos MRV deben ser prácticos en lugar de convertirse en una barrera para la implementación, pero al mismo tiempo procurando calidad y precisión en la información recaudada.

El concepto para el MRV de la NAMA VE se basa en las siguientes recomendaciones: utilizar un enfoque de desempeño integral de la vivienda, utilizar una metodología de ajuste de consumo, construir el sistema MRV basado en una adaptación de la metodología VM0008 "Climatización de casas aisladas o multifamiliares" del Voluntary Carbon Standard y desarrollar un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA VE. Dichos lineamientos se comentan a continuación.

Enfoque de desempeño integral de la vivienda

El enfoque de desempeño integral de la vivienda (ver apartado 4.2) es la base central del concepto de la NAMA VE, tal y como lo fue para la NAMA VN y se considera el enfoque más adecuado para la evaluación y planificación de la eficiencia energética en las edificaciones.

Metodología de ajuste de consumo

La metodología de ajuste de consumo se basa en la medición del desempeño de la vivienda previo a la implementación del proyecto (ex – ante). Dicho desempeño medido deberá adaptarse posteriormente considerando los cambios en las variables que influyen en el consumo, como es la temperatura y adecuándo la línea base. Dicho ajuste del desempeño de la línea base presenta la dificultad del acceso a la información histórica necesaria y de la incertidumbre para proyectar las condiciones de confort y equipamiento de las viviendas en el futuro (especialmente si en la NAMA VE se considera un ciclo de 30 años) por lo que se propone combinar esta metodología con el cálculo de una línea base mediante una herramienta de cálculo (por ejemplo, la herramienta Sisevive-Ecocasa). Esto permitirá la consideración de una línea base dinámica, fundamento para el cálculo de mitigación de emisiones del diseño técnico.

Desarrollo de un sistema MRV por etapas correspondiente a las dos fases distintas de la NAMA

Se propone dividir el sistema MRV en dos etapas que se presentan a continuación:

- Etapa inicial de la NAMA VE: sistema MRV para proyectos piloto y para la obtención de datos para la calibración de las condiciones de marco utilizadas en el software de modelación del desempeño de la vivienda así como control de calidad inicial.
- Etapa madura de la NAMA VE: sistema MRV de la NAMA VE en su implementación a gran escala, utilizando un software de modelación del desempeño de la vivienda.

En paralelo a la NAMA VN, incluir dos tipos de monitoreo:

- Monitoreo simple: para el cálculo de reducciones de emisiones y de reducción del consumo de agua
- Monitoreo detallado para recabar más información sobre las medidas específicas y el control de calidad

La Figura 16: Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE.Figura 16, a continuación, resume la estrategia recomendada en el documento original [GIZ/MGM Innova 2013]:

Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE
Enfoque de desempeño integral de la vivienda
Metodología de ajuste de consumo, adaptada a línea base dinámica

Proceso de implementación de la NAMA VE en el tiempo

Etapa inicial	**Etapa madura**		
Monitoreo amplio	Recopilación de datos de identificación	Monitoreo simple	Monitoreo detallado
Objetivos: • Control de calidad • Medición del impacto de proyectos piloto • Generación de información para estudios detallados y definición de la NAMA VE • Calibración y modificación de condiciones de marco para cálculo de sistema empleado en el programa SISEVIVE	*Objetivos:* • Obtención de datos para la identificación de la vivienda y registro de la acción.	*Objetivos:* • Medición de reducción de emisiones	*Objetivos:* • Control de calidad • Mantenimiento del sistema de cálculo ***mediante la calibración continúa de las condiciones de marco.*** • Monitoreo de datos financieros y de proceso
Herramientas: • Herramienta de cálculo adaptada para vivienda existente con condiciones de marco ajustadas.		*Herramientas:* • Herramienta de cálculo adaptada para vivienda existente con condiciones de marco ajustadas.	

Figura 16: Estrategia recomendada para el MRV de la NAMA VE. Fuente [GIZ/MGM Innova 2013], adaptación por Passivhaus Institut

5.1 Gases considerados en el MRV de la NAMA VE

Tanto para la etapa inicial como para la etapa madura del monitoreo de la NAMA VE se propone medir el impacto de las acciones para poder calibrar las condiciones de marco del cálculo. Los gases a considerar para el monitoreo de la NAMA VE se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13: Gases considerados en el MRV de la NAMA VE (Fuente: MGM Innova 2013 basado en VM0008, adaptación por Passivhaus Institut).

Línea Base	CO_2	Emisiones relacionadas con el consumo eléctrico en la vivienda. Considerar línea base dinámica ver [NAMA VE 2014] a través de la aplicación de un factor de corrección.
	CO_2	Emisiones de CO_2 relacionadas con el consumo de gas en la vivienda. Considerar línea base dinámica ver [NAMA VE 2014] a través de la aplicación de un factor de corrección.
Proyecto	CO_2	Emisiones relacionadas con la generación de electricidad correspondiente al consumo eléctrico en la vivienda

	CO_2	Emisiones de CO_2 relacionadas con el consumo de gas en la vivienda
Leakage o fugas	CO_2	Emisiones de CO_2 relacionadas con la continuación del uso del equipo reemplazado pero no destruido adecuadamente
	HFC	Emisiones de GEI provocadas por manejo incorrecto y destrucción de los equipos.

5.2 Línea base para el MRV de mitigación de emisiones

La línea base se define como el consumo de electricidad, de gas y de agua utilizados por la vivienda, previamente a la implementación de la renovación o proyecto, basada en el cálculo mediante una herramienta preestablecida, con el fin de comparar niveles idénticos de confort y equipamiento.

Para el concepto de la NAMA VE presenta la noción de la línea base dinámica, es decir, que el consumo aumenta con el paso del tiempo, reflejando el aumento en el nivel de vida y la capacidad económica del país, incluso en una vivienda de interés social. Dicha suposición resulta de lo observado no sólo en México sino en muchos otros países en donde las condiciones económicas han mejorado y, junto con ellas, el confort y consumo energético de los habitantes. Cabe mencionar, que se considera un periodo de 30 años a futuro para la vida útil de las viviendas (periodo seguro ya que una vivienda dura más que este en promedio).

Para poder considerar esta línea base dinámica, se deben tomar los datos de la temperatura interior de las viviendas y de las condiciones climáticas exteriores después de las mejoras. Una vez que se cuenten con estos datos, se pueden calibrar las condiciones marco de una herramienta de cálculo confiable, que permita el cambio en las condiciones marco por parte del usuario (por ejemplo el PHPP oDEEVi con las adaptaciones necesarias), para entonces calcular la línea base fundamentada en las mismas condiciones de confort de las viviendas mejoradas.

De esta manera, ya no es necesario el uso de factores de corrección, por ejemplo para la demanda eléctrica, sino que se asume que bajo las mismas condiciones de confort mejorado el edificio original se comporta de manera poco eficiente. De esta forma se comprueba la prevención del aumento de emisiones de GEI en un futuro en un escenario realista de aumento de confort y equipamiento. Esto también resulta beneficioso pues se evita la necesidad de realizar mediciones o recaudar información en cuanto a los consumos de la línea base. Lo único que se requiere es contar con la información necesaria de ésta para la herramienta de cálculo.

5.3 Métricas y parámetros técnicos

Ya que el sistema de monitoreo sigue el enfoque de desempeño integral de la vivienda, deben de tomarse en cuenta los consumos de electricidad y gas. Para el consumo eléctrico, es importante considerar TODOS los parámetros de influencia en dicho consumo. Igualmente, las emisiones correspondientes que se producen a través de los medios refrigerantes para aparatos de aire acondicionado y refrigeradores.

Las características de la envolvente térmica del edificio deberán ser consideradas a detalle, por la gran influencia que las mismas tienen en el consumo energético. Un aspecto importante, que a menudo suele ser olvidado, es la determinación de elementos de sombreamiento temporal (cortinas, persianas, etc.) que también influyen de gran manera en las ganancias de calor por radiación en el edificio, especialmente en el caso de encontrarse al exterior. Dicho dato puede ser tomado mediante una encuesta.

La importancia de las métricas se resalta no sólo desde el punto de vista del monitoreo, reporte y verificación del ahorro de emisiones, sino también desde el punto de vista de la calibración de las condiciones de marco para el cálculo de balance energético.

Los diferentes tipos de uso y comportamientos de los usuarios tienen una influencia crucial en los valores de consumo monitoreados. En este caso, no deben compararse sólo parámetros aislados, por ejemplo, la energía para refrigeración. Dicha energía podría estar siendo influida por otros consumos eléctricos periféricos como por ejemplo, por iluminación ineficiente, cocinar frecuentemente o el tipo de uso que se le da a los elementos de sombreado adicional existentes. Primeramente deberán ser determinados todos los aspectos que provocan el consumo energético, así como los usos y costumbres de los usuarios, para poder hacer conclusiones sobre los consumos energéticos medidos. En este principio se basa el cálculo considerando el desempeño integral de la vivienda.

Cabe mencionar que en caso de comparar los datos de proyectos monitoreados con los resultados de los cálculos con una herramienta de cálculo de eficiencia energética como DEEVi o PHPP, es indispensable:

- Contar con una cantidad estadísticamente suficiente de edificios
- Adaptar las condiciones marco del modelo de cálculo con las condiciones de la realidad, incluyendo todos los aspectos constructivos del edificio (incluyendo aspectos como elementos adicionales de sombreado, fuentes internas de calor, etc.)

5.4 Criterios y recomendaciones para el MRV de la etapa madura

El diseño a detalle del sistema MRV en la etapa madura de la NAMA VE, dependerá de cuestiones específicas de la estructuración de ésta, como son el proceso de selección de viviendas a ser mejoradas, la definición de los paquetes de mejoramiento, la definición de los criterios del IDG, las acciones de mejoramiento que se considerarán, entre otros. Sin embargo, a pesar de que solamente se pueden discutir y recomendar estrategias a seguir para la etapa madura de la NAMA VE, existen algunos aspectos que ya se pueden recomendar para aplicar en la etapa madura, los cuales se presentan a continuación:

- Se requiere contar con un sistema de cálculo con condiciones de marco calibradas con base en las mediciones de los proyectos. Idealmente, dicho sistema deberá facilitar que el usuario pueda configurar el cálculo según las mediciones y el levantamiento de información correspondientes. Se recomienda utilizar una herramienta de cálculo con alto nivel de detalle en el análisis, con el cual el usuario tenga la oportunidad de adaptar las condiciones de marco según las mediciones (por ejemplo el PHPP), especialmente en proyectos que tengan una más alta eficiencia energética y proyectos piloto.. En caso de contar con las modificaciones necesarias presentadas en el Diseño Técnico de la NAMA VE en cuanto a la posibilidad de adaptar las condiciones de marco, la herramienta DEEVi podría también utilizarse.
- Sistema de registro de las acciones de la NAMA VE definido.
- Capacitación de asesores energéticos para la vivienda existente en la utilización de una herramienta de cálculo (tal y como se estipula en el Diseño Técnico de la NAMA VE).

La siguiente figura representa la propuesta actualizada para el proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura:

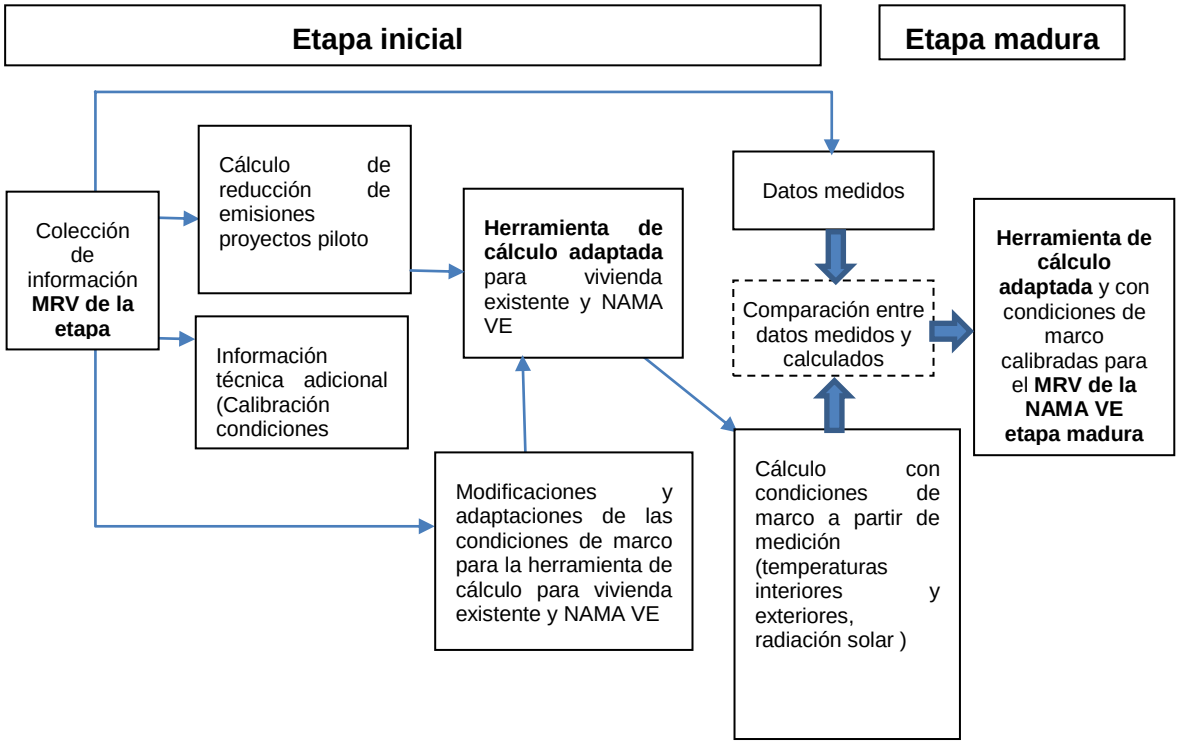

Figura 17: Proceso de transición del sistema de monitoreo de la etapa inicial a la etapa madura (Fuente: GIZ/MGM Innova, adaptación Passivhaus Institut).

5.5 Plan de monitoreo

Como se muestra en la Figura 16, en la etapa madura se proponen 3 componentes:

- Recopilación de datos de identificación
- Monitoreo simple
- Monitoreo detallado

Para el registro de las acciones en la vivienda y con el objetivo de recabar la información necesaria para la realización de los trámites para la obtención de los créditos para el mejoramiento, se requiere recopilar los datos de identificación mostrados en la siguiente tabla. Esta información deberá ser recabada para el 100% de las viviendas donde se implementen mejoramientos bajo la NAMA VE.

Tabla 14: Tabla 4. Datos para el proceso de registro (Fuente: MGM Innova, adaptación Passivhaus Institut).

Dirección de la vivienda
Superficie de Referencia Energética
Edad de la vivienda
Tipo de vivienda
Tipo de materiales de construcción
Listado de medidas de mejoramiento incluidas

El monitoreo simple está enfocado en la recolección de la información indispensable para el cálculo de reducción de emisiones y reducción en el consumo de agua, consecuencia de todas las medidas instaladas.

Por otro lado, el monitoreo detallado está enfocado en la calibración frecuente de las condiciones de marco de la herramienta de cálculo. Debe permitir desglosar el ahorro energético y de consumo de agua de medidas específicas, con el propósito de evaluar la efectividad de las mismas, ejecutar el control de calidad en la instalación de las medidas y el seguimiento de otros indicadores no indispensables para el cálculo de reducción de emisiones como son las métricas de proceso y financieras.

Aunque las métricas y parámetros técnicos específicos para el MRV de la NAMA VE en su etapa madura no pueden ser definidos con exactitud previa a la definición de la operación y características de la herramienta de cálculo, se espera que las métricas a monitorear sean muy similares a aquellas definidas para la etapa inicial de la NAMA VE.

5.6 Definición y selección del tamaño de muestra para el monitoreo

Durante la implementación del MRV en la fase de proyectos piloto de la NAMA VE se propone el monitoreo de todas las viviendas piloto. Si es un número muy grande de viviendas dentro del proyecto piloto, se propone la toma de muestras estadísticamente representativas. Dicho criterio aplicaría también para el monitoreo durante la etapa madura de la NAMA VE. La presente sección describe los criterios actualizados para la selección de la muestra para el monitoreo.

5.7 Muestra para el monitoreo etapa inicial

Es importante que una muestra sea estadísticamente representativa para poder llegar a conclusiones con valor informativo. Se propone, por lo tanto, que se monitoreen 15 viviendas por agrupación y la medición de dos tipologías, a seleccionar. La decisión de qué tipologías son más representativas debería tomarse basándose en información del volumen del parque de vivienda existente actual y de los proyectos disponibles y definirse previo al monitoreo. Igualmente, se propone que se monitoreen sólo dos de los niveles de eficiencia energética propuestos. De esta forma, la cantidad de viviendas idénticas a monitorizar se podría reducir de tres a dos y la cantidad de paquetes de cuatro a dos. Cabe mencionar, que se asume que la línea base se calcularía con una herramienta como la DEEVi o el PHPP , de acuerdo a la propuesta de corrección de la metodología a utilizar, de tal forma que dichas mediciones no serían necesarias.

Esto da como resultado un total de 480 viviendas a monitorear. El resumen de esta propuesta se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 15: Propuesta para agrupaciones para monitoreo de proyectos piloto (Fuente: Passivhaus Institut).

Tipo de vivienda	**Zona bioclimática**	**Niveles de porcentaje de ahorro** (mín. 20% ahorro)	**Agrupaciones totales a considerar para monitoreo**	**Total de edificios a monitorear (1.85 σ)**
Tipología 2	Zona 1 (cálido seco)	Paso 1 Paso 3	2 tipos de edificio X 4 zonas bioclimáticas X 2 niveles de ahorro por	32 Agrupaciones X 15 edificios a monitorear _____
	Zona 2 (templado)	Paso 1 Paso 3		
	Zona 3	Paso 1		

	(frío templado)	Paso 3	eficiencia energética _____ **16 agrupaciones**	**480 viviendas a monitorear**
	Zona 4 (cálido húmedo)	Paso 1 Paso 3		
Tipología 3	Zona 1 (cálido seco)	Paso 1 Paso 3	2 tipos de edificio X 4 zonas bioclimáticas X 2 niveles de ahorro por eficiencia energética _____ **16 agrupaciones**	
	Zona 2 (templado)	Paso 1 Paso 3		
	Zona 3 (frío templado)	Paso 1 Paso 3		
	Zona 4 (cálido húmedo)	Paso 1 Paso 3		

Cabe mencionar que para que los resultados monitoreados sean estadísticamente relevantes, se requiere que los edificios monitoreados sean idénticos entre sí en cuanto a las siguientes características:

- Diseño arquitectónico
- Orientación
- Localización (mismo desarrollo)

5.8 Monitoreo para etapa madura de la NAMA VE

La siguiente tabla muestra de forma resumida los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado que permiten el cálculo de reducción de emisiones, basado en [GIZ/MGM Innova 2013]:

Tabla 16: Resumen de los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado para cálculo de reducción de emisiones (Fuente: GIZ/MGM Innova).

Elementos	Monitoreo Simple	Monitoreo Detallado
Objetivo	Cálculo de reducción de emisiones y de reducción de consumo de agua	Calibración de las condiciones de marco para herramienta de cálculo, control de calidad, métricas de proceso y financieras
Tamaño de muestra	La raíz cuadrada del total de número de viviendas [16]	De 5 a 15 viviendas por tipo de medida de eficiencia energética aplicada (mínimo 20% de ahorro de energía).
Desagregación	Similar al del sistema MRV en su etapa inicial	Similar al del sistema MRV en su etapa inicial

[16] Propuesta temporal o inicial ya que este elemento no se puede definir a priori porque no se conocen concretamente las fuentes de variabilidad y su grado de variación o dispersión

Datos para la línea base	Los necesarios para la cálculo ex - ante (una vez)	Datos de consumo de energía ex-ante a través de facturación (una vez)
Datos para consumo proyecto	Datos de consumo de energía ex – post a través de facturación (mensualmente, de ser posible)	Datos para el cálculo ex – post (mensualmente)
Otros		Métricas de proceso y financieras: colección de datos para el cálculo de métricas de proceso y financieras

5.9 Responsabilidades dentro del sistema de MRV

Debido a que la responsabilidad del MRV está en manos de cada inversionista con el fin de comprobar el desempeño esperado y dado a que el concepto de la NAMA VE se encuentra apenas en su fase inicial, resultaría contraproducente definir a detalle tareas dentro del MRV de la NAMA VE. Esto deberá hacerse una vez que sea claro las posibilidades de financiamiento y los actores que estarán involucrados.

De manera general, para la definición de responsabilidades, se identifican a la CONAVI y al Infonavit como posibles coordinadores del sistema de MRV de la NAMA VE. Especialmente CONAVI, mediante su experiencia previa dentro de la NAMA VN y tomando en cuenta la base de datos que se está desarrollando para registrar los resultados del monitoreo realizado para la NAMA VN, sería una pieza clave para gestionar también del MRV de la NAMA VE. Además, la Mesa Transversal puede ser el marco que permita la colaboración y desarrollo armónico del MRV entre todos los actores involucrados, encontrando sinergias en el proceso y logrando que los aprendizajes en el proceso sean beneficiosos para todos los actores. Así mismo el RUV (Registro Único de Vivienda) en su función de administrador del registro de las viviendas de interés social en México, podría jugar un papel principal en la proporción de datos de vivienda y la comunicación de dichos datos.

5.10 Barreras y retos

La principal barrera para la implementación del sistema MRV es el acceso a los datos. La falta de procedimientos necesarios y marcos de trabajo institucionales, de personal capacitado y/o recursos, puede propiciar retos adicionales.

La NAMA VN ha emprendido grandes avances hacia el acceso de los datos necesarios para operar los sistemas MRV a través de una serie de acuerdos formales con los proveedores de servicios públicos, tales como CFE, CONAGUA, y DTI. El tema adquiere mayor relevancia para las unidades habitacionales. La cuestión del acceso puede llegar a ser más compleja en el caso de las casas de referencia donde se tendrían que implementar iniciativas para tener acceso a la misma cantidad de datos.

Otro reto es el équilibrio entre lala necesidad de obtener estimados más robustos y confiables y la necesidad de mantener la flexibilidad, la simplicidad y la relación costo-eficiencia del sistema MRV de la NAMA VE que se propone. El sistema idealmente puede ser tan preciso como sea necesario y tan simple como sea posible. Una vez que se desarrolle la guía por parte de la UNFCCC, los requisitos específicos para el registro conforme un régimen internacional podrían incorporarse al sistema MRV propuesto.

Este retoconcierne primordialmente a temas metodológicos tales como la selección del enfoque de la línea base, la selección de los métodos de recopilación de los datosselección de la métrica y la frecuencia de monitoreo.

En los siguientes meses conforme se refine y se desarrolle, el concepto NAMA VE propuesto, se llevará a cabo un análisis más amplio con el fin de establecer la disponibilidad de datos, la adecuación de los enfoques identificados y las posibilidades de las sinergias a desarrollar debidoa la necesidad de coordinación entre las varias iniciativas climáticas, en el sector vivienda en México.

La base de datos NAMA que se está desarrollando será una fuente centralizada de información para los reguladores, los investigadores y los desarrolladores, para que puedan evaluar y comparar el rendimiento de los desarrollos habitacionales sustentables tanto dentro de la NAMA VN como de la NAMA VE.

6 Financiamiento de la NAMA de Vivienda Existente: Recursos necesarios y configuración institucional

6.1 Costos de inversión incrementales y ahorros de energía

Los costos incrementales se calcularon por medio de una estimación de los costos de las medidas de las tres fases identificadas. Un primer estimado 'costos actuales' refleja los gastos incurridos en caso de utilizarse las medidas descritas anteriormente que se ejecutarán en 3 fases o pasos.

Un segundo escenario se elabora sobre el supuesto (más realista) de que una vez que la edificación con eficiencia energética sea común en México, a través de la NAMA VE, los costos de algunos de los componentes habrán bajado debido a la producción local de los componentes para la construcción y a una situación de competencia en el mercado. Este escenario se conoce como 'costos (inversión) a futuro'.

Al evaluarse las medidas de eficiencia energética mejoradas, desde el punto de vista económico aparte de los costos de inversión de capital, siempre deberán factorizarse los costos de suministro de energía y otros costos de operación. Tal y como se muestra en las siguientes gráficas, los costos de energía reducidos (y los subsidios reducidos), sobrepasan los costos de inversión más altos para la rehabilitación de viviendas más energéticamente eficientes.

En la Tabla 17 se muestran los supuestos básicos para el cálculo.

Tabla 17: Condiciones marco para el cálculo de los costos de ciclo de vida. (Fuente: Passivhaus Institut a partir de datos de SENER 2014)

Indicador	Valor	Unidad
Tasa de interés real	3.00%	p.a.
Ciclo de vida	30	Años
Precio del gas	1.1	MXN/kWh
Aumento al precio del gas	6.8%	p.a.
Precio de la electricidad	1.2	MXN/kWh
Aumento al precio de la electricidad	4.5%	p.a.
Subsidio al precio de la electricidad	1.7	MXN/kWh
Aumento al subsidio	4.5 %	p.a.

Las siguientes gráficas demuestran los costos incrementales al ciclo de vida de las construcciones "Adosada" en cuatro zonas climáticas; en comparación con el caso base los costos incrementales de capital anuales (anualidades) se muestran en rojo, los costos de energía promedio para cada propietario se muestran en anaranjado, mientras que los subsidios anuales implícitos por el consumo de energía del propietario se muestran en rojo punteado.

La introducción de medidas de eficiencia energética aporta significativos ahorros de energía, estos también afectan el costo total de ciclo de vida de la vivienda; sin embargo, parte de estos son un subsidio ahorrado que no llega directamente al propietario de la vivienda; sino al estado mexicano.

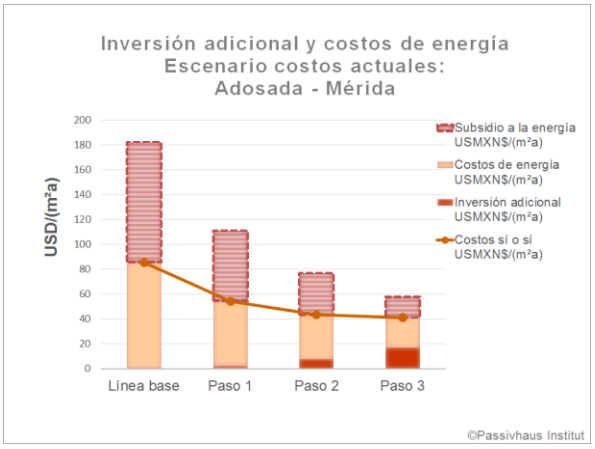

Figura 18: Costos actuales de los diferentes pasos hacia el estándar "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental" (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut).

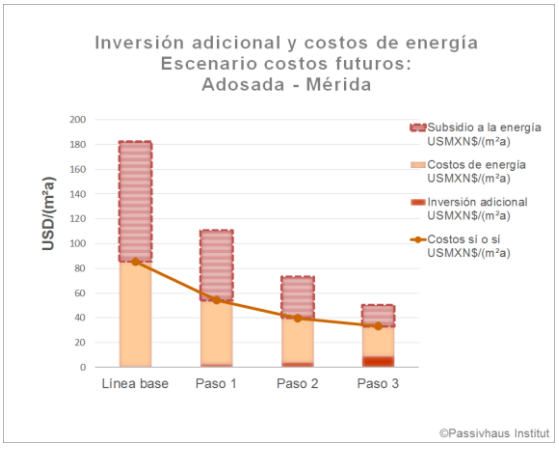

Figura 19: Costos futuros de los diferentes pasos hacia el estándar "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental" (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Mérida (Fuente: Passivhaus Institut).

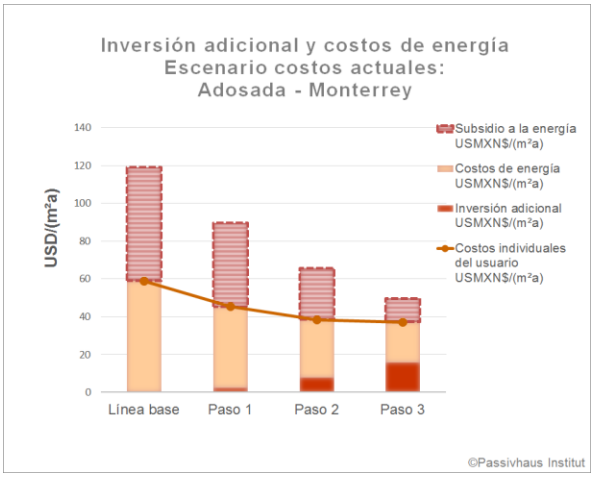

Figura 20: Costos actuales de los diferentes pasos hacia el estándar "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental" (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Monterrey (Fuente: Passivhaus Institut).

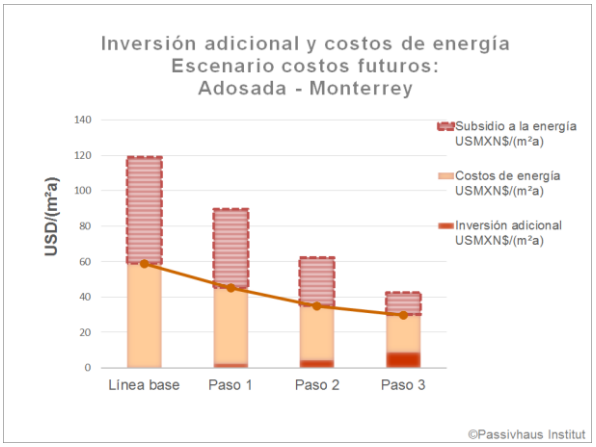

Figura 21: Costos futuros de los diferentes pasos hacia el estándar "Rehabilitación paso a paso hacia el óptimo desesmpeño energético y ambiental" (mejoras en eficiencia) para el edificio Adosada (50 m² SRE) en Monterrey (Fuente: Passivhaus Institut).

En ambos casos se evidencia que desde el primer paso vale la pena la inversión en eficiencia energética, siendo el óptimo desde el punto de vista de la eficiencia de costos el Paso3. De manera homóloga, la Figura 19 y la Figura 21, muestran un escenario de costos futuros basado en estimaciones asumiendo que cuando la eficiencia energética en mejoras de la vivienda se haya expandido, los costos de algunas tecnologías bajarán. Se observa que el costo de la inversión adicional se reduce y se vuelve más atractiva para el usuario. Es importante mencionar que estos procesos requieren de apoyo y de transferencia de tecnología para lograr la transformación y creación de mercado.

6.2 Recursos requeridos para la implementación de la NAMA de Vivienda Existente

6.2.1 Acciones directas de mitigación

A continuación se explica un ejemplo simple sobre las necesidades financieras basado en las estimaciones de costos de los ejemplos calculados en el diseño técnico:

Partimos del supuesto que se puede empezar la realización los Pasos 1 y 2 en un plazo relativamente corto (años 2015 y 2016) seguidos del Paso 3. Se estima un promedio para mejoras inevitables en todas las viviendas con un monto de 6,882 USD. Para lograr el Paso 1 desde la línea base los costos adicionales de inversión en medidas de eficiencia energética y ahorro de agua se estima en 1,447 USD en promedio. Para llegar al Paso 2 desde la línea base se estima 6,474 USD adicionales. Finalmente, si se quiere llegar al Paso 3 desde la línea base se requerirán 11,903 USD adicionales (este costo incluye los costos para las medidas en el Paso 1 y 2). El periodo total de la ejecución es del 2015 al 2019. Se debe dejar claro que en este ejemplo, se han expuesto los costos promedios para llegar desde un paso al siguiente, para los costos estimados en el Paso 2, se incluyen también las acciones del Paso 1. De la misma forma, para los costos estimados en el Paso 3 se incluyen también las acciones del Paso 1 y 2.

Con base en cuatro zonas bioclimáticas y 9,000 viviendas a renovar[17] por zona, resultan las inversiones máximas:

- Paso 1: 60 millones de USD inversión total - 18 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua
- Paso 2: 120 millones de USD inversión total - 36 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua
- Paso 3: 300 millones de USD inversión total - 90 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua

No todos los 3 pasos se van a ejecutar en todas las viviendas, sólo una parte. Suponemos que en el paso 1 van a participar aproximadamente 50%, en el paso 2: 40% y en el paso 3: el resto de las 36,000 viviendas. De esta forma todas las 36,000 viviendas son servidas de un paso.

Para 19,000 viviendas en el Paso 1, se calcula para una inversión total de 158 millones de USD y 27 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua. 15,000 viviendas en el paso 2, se calcula una inversión total de 200 millones de USD y 97 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua. 2,000 viviendas, en el paso 3 se calcula una inversión total de 37 millones de USD y 23 millones de USD para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua.

[17] Se estima que en 2013 existían cerca de 27 millones de viviendas en México. Si se supone que 2% serán renovadas cada año se habla de 540,000 unidades. De estas aprox. 2/3 son de interés social resultan aprox. 360,000 viviendas de interés social para renovar. Estas 360,000 unidades constituyen el mercado total. Así en nuestra proyección de 36,000 viviendas representa el 10% del mercado total lo que parece realista.

Sumando estos montos se llega al monto de 48 millones de USD (mejoras en eficiencia energética y consumo de agua) y 396 millones de USD deinversión total.

Si se asume que el propietario de vivienda y prestatario aporta un 20% en capital propio (79 millones de USD) por lo que las necesidades crediticias serán de 317 millones de USD. A esto hay que agregar los costos de las medidas indirectas incluyendo los subsidios crediticios difíciles de pronosticar en estos momentos.

Es importante señalar que se prevén 2 tipos de subsidios para los prestatarios para amortiguar la carga financiera y para darles un incentivo adicional: 1) Subsidio a la tasa de interés (a determinar) y 2) subsidio para de reducir los montos a reembolsar.

Este último será concedido cuando se hayan alcanzado ciertos objetivos definidos en relación con la eficiencia energética. Esto puede darse a través de pasos individuales o por la rehabilitación completa. El Asesor Energético debe aprobar que se ha llegado a un nivel intermedio de eficiencia y debe ser argumentado mediante la herramienta Sisevive-Ecocasa con los cálculos específicos para esa vivienda.

6.2.2 Acciones indirectas de mitigación (acciones de apoyo)

Se estimó el costo de las acciones de apoyo para la primera fase de esta NAMA VE, del 2015 al 2019. Las estimaciones se basaron en el supuesto de una puesta en funcionamiento de aproximadamente 36,000 viviendas (4 x 9,000 por zona climática) a lo largo de cinco años, conforme a varios estándares. Debido a la naturaleza de la NAMA VE no es probable que el costo de las acciones de apoyo aumente significativamente en caso de una implementación más rápida. Es posibleque hasta 100,000 viviendas los costos permanezcan estables. Debido a su carácter de costos fijos tampoco bajarán en caso de que se financien menos viviendas. Se estima que estas acciones de apoyo tendrán un valor de 11,65 millones de USD.

6.2.3 Contribuciones mexicanas y de donantes internacionales

México ya está utilizando El Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda de la CONAVI para promover la eficiencia energética. Por ejemplo, en la modalidad de “Adquisición de Vivivenda Nueva”, está directamente vinculado a Hipoteca Verde y a características mínimas de sustentabilidad (Paso 1), así como en la modalidad de “Ampliación y/o Mejoramiento de Vivienda” y el programa “Mejora de Vivienda” de la SHF para vivienda existente. Esto demuestra que México es capaz y está dispuesto a ofrecer un financiamiento sustancial.

Los estimados para un apoyo adicional por parte de donantes internacionales para el financiamiento de la NAMA VE, se basan en las necesidades financieras necesitadas de subsidios para la tasa de interés y posibles aportes para reducir el monto de reembolsos para los prestatarios (dueños de las viviendas). El concepto de financiamiento contempla el cofinanciamiento internacional para iniciar las primeras actividades de implementación de la NAMA VE apoyada.

6.3 Esquema de financiamiento para la NAMA de Vivienda Existente

Se propone establecer un ‘Fondo NAMA’ como vehículo financiero para ser el receptor inicial de los fondos de los donantes, ya sea en forma de créditos blandos o donaciones. La contribución inicial será efectuada por el gobierno mexicano. Sin embargo para lograr un alto nivel de penetración y escalamiento, se requieren fondos adicionales más allá de los que pueda proporcionar el gobierno mexicano. El financiamiento climático, los donantes internacionales, serán fuentes potenciales de fondos para la NAMA VE. También es oportuno atraer la inversión privada (posiblemente “fondos éticos”), pero

es dudable que los inversionistas proporcionen este tipo de financiamiento en un volumen significativo dadas las escasas perspectivas de rentabilidad comercial existentes. Mientras que se crea el fondo NAMA, los donantes pueden establecer la cooperación directamente con CONAVI, quien puede proporcionar asistencia coordinada con los distintos actores.

En general, en una primera fase los fondos para proyectos de la NAMA VE pueden dirigirse a tres usuarios finales: Apoyo a la demanda de mejoras de viviendas (subsidios para hipotecas) para proporcionar MRV y servicios de creación de capacidades que permitan la operación de la NAMA VE. En una segunda fase, los fondos podrían también dirigirse al lado de la oferta de rehabilitación energética a través de las entidades ejecutoras de obra.

Queda claro que la disminución del consumo general de energía genera ahorros que tienen un valor económico real. Sin embargo, para promover las finanzas públicas y privadas, y crear un conducto para pagos basados en el desempeño, es necesario evaluar dónde es que se logra el valor agregado a través de los diferentes actores.

A fin de cuentas este análisis informará acerca de las estructuras necesarias para canalizar el valor agregado en apoyo de las actividades sustentables de la NAMA VE.

Figura 22: Valor agregado para los diversos actores de la NAMA (Fuente: Passivhaus Institut).

6.3.1 Apoyo financiero para los dueños de las viviendas

El componente hipotecario es una de las partes más importantes del diseño de la NAMA ya que impulsa la demanda de equipos y materiales energéticamente eficientes. Sin demanda, aún las condiciones más favorables no resultarían en programas exitosos. Cabe resaltar que entre mayor demanda se logre generar en el mercado menores subsidios serán necesarios a mediano y largo plazo, p.ej. los precios de diversos productos y servicios para apoyar el aumento de la eficiencia energética bajarán con demanda creciente.

A fin de cuentas la NAMA VE logra reducciones de emisiones disminuyendo el consumo de electricidad, gas y agua, por unidad de vivienda. Los retornos sobre las inversiones para la eficiencia energética residencial se ven impulsados por el desempeño tecnológico y el ahorro en costos resultantes.

Bajo un modelo de financiamiento de eficiencia energética 'tradicional' la cantidad que se ahorra en estos costos recurrentes es suficiente como para compensar el costo financiero del equipo instalado. Este modelo se basa en dos supuestos: (1) que el propietario de la vivienda es capaz y está dispuesto a asegurar el capital para comprar el equipo y los materiales y; (2) que el valor que se ahorra como costo es lo suficiente como para pagar (e idealmente exceder) los pagos mensuales de las mejoras.

Sin la NAMA VE ninguno de estos supuestos tendría valor. Como se ilustra en la Figura 22 es el gobierno y no el propietario de la vivienda, quien se beneficia con la reducción de pagos de subsidios. En México, en promedio el 60% de los costos de la energía consumida en la vivienda se cubren a través de subsidios federales. Esto reduce la reintegración al propietario de la vivienda así como el flujo de los ingresos que pueden utilizarse para asegurar el financiamiento del equipo. La asistencia hipotecaria subsidiada, que cubre todo o algunos de los costos incrementales de las características de la eficiencia energética, puede subsanar este reto, reduciendo el costo de inversión para los propietarios de las viviendas y el monto de los ahorros necesarios mensuales para que la inversión resulte atractiva, especialmente para los niveles superiores de eficiencia energética como se muestra en la Figura 23.

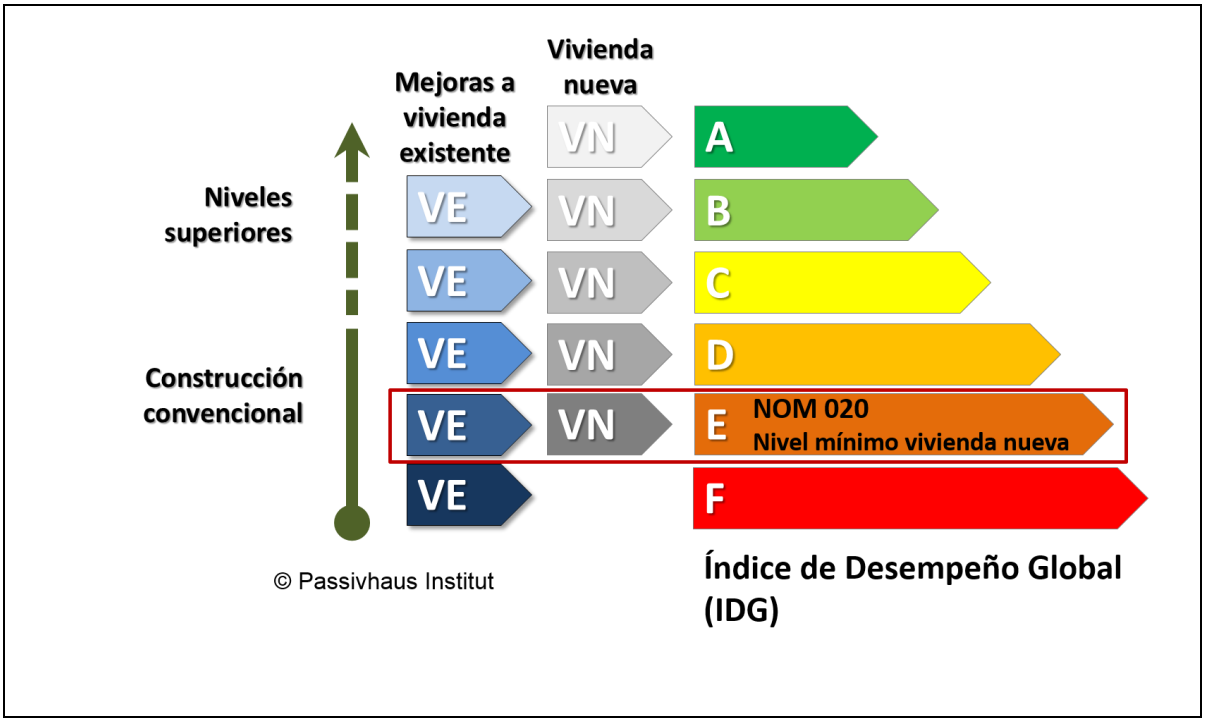

Figura 23: Adaptación de IDG para la NAMA VE (Fuente: Passivhaus Institut).

Para el otorgamiento del apoyo financiero se propone un esquema de financiamiento de la vivienda sustentable como se describe a continuación en la Figura 24, sin embargo, esta es sólo una sugerencia de cómo podría funcionar el sistema. Cada institución deberá adecuar los pasos según sus procesos internos y estructuras.

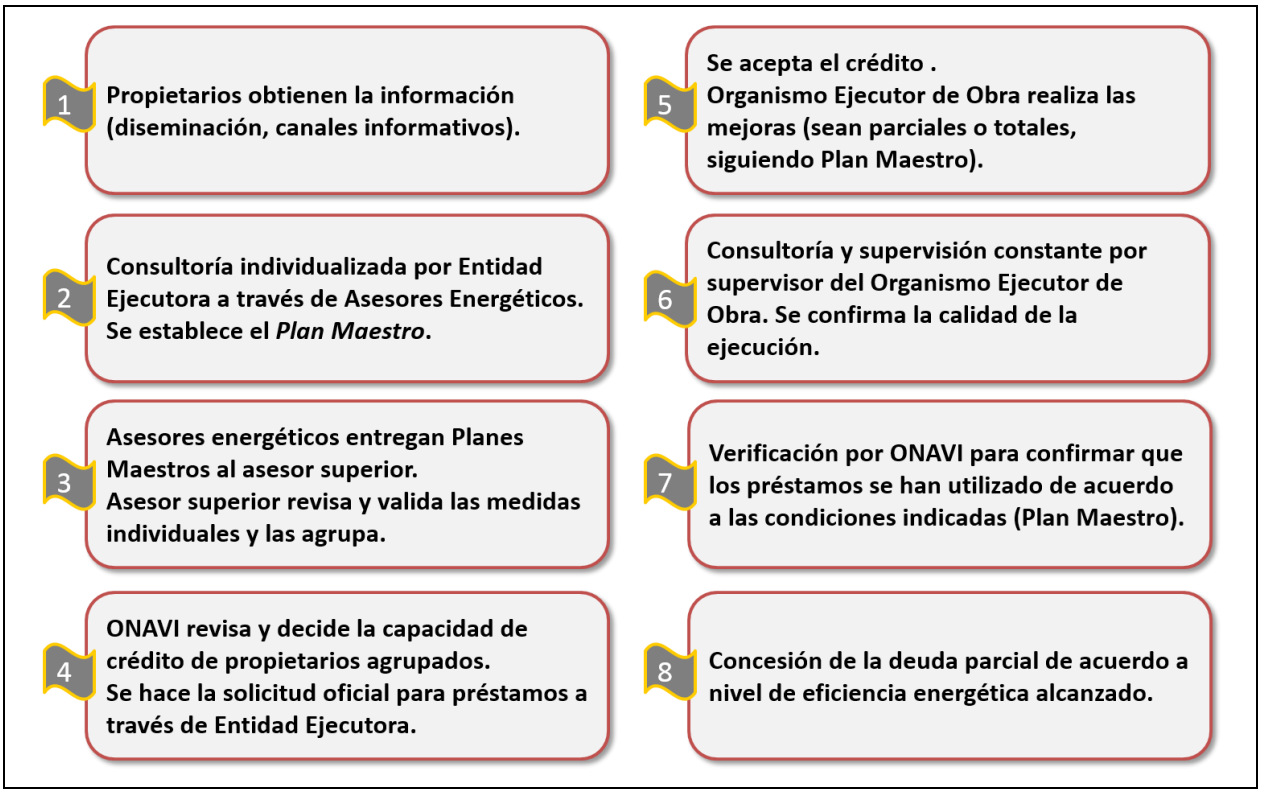

Figura 24: Sistema propuesto para el otorgamiento de créditos a propietarios en el marco de la NAMA VE (Fuente: KfW, adaptación Passivhaus Institut).

6.3.2 Apoyo financiero para el Fortalecimiento de Capacidades y MRV

Para poder lograr, medir y reportar los impactos, la NAMA VE también requerirá fondos para las capacidades administrativas además de apoyo para desarrollar y aplicar el sistema MRV. Debido a que no existen posibilidades de generación de ingresos conforme este uso final, no es de lo más atractivo para la inversión privada, sin embargo, un sistema MRV robusto es crítico para demostrar las reducciones de emisiones.

Asistencia técnica para acciones administrativas y de apoyo que se puedan canalizar:

- Pago al fondo internacional NAMA VE y operación por una agencia específica (sea nacional, internacional);
- implementación de nuevos programas bilaterales para la asistencia técnica, entre países patrocinadores y México, implementados de acuerdo con los procedimientos normalmente utilizados por los diferentes países donantes. Desarrollar esquemas de financiamiento dentro del gobierno mexicano aprovechando la asesoría internacional.

6.4 Enfoques Potenciales

6.4.1 Modelo de la Responsabilidad Social Corporativa o ESR

El concepto subyacente a la NAMA VE es que las reducciones representan las contribuciones del país patrocinador en la lucha contra el cambio climático. Por lo anterior la reducción de las emisiones generada por el proyecto, debe contabilizarse en las metas de México y no transferirse fuera del país para su uso como compensaciones. Aun cuando las reducciones de emisiones logradas no se pueden vender o comercializar por medio del mercado de carbono, todavía existen inversionistas que perciben el valor en las reducciones de emisiones así como para demostrar su compromiso con el desarrollo sustentable. Los ejemplos incluyen a las grandes multinacionales que operan dentro de México y que desean demostrar sus buenas prácticas o políticas sustentables, compañías nacionales que tienen mandatos no obligatorios para reducir las emisiones las emisiones en México o inversionistas con mandatos para invertir en fondos verdes.

Bajo el modelo ESR las compañías pueden proporcionar préstamos blandos o proporcionar beneficios tales como viviendas NAMA VE para los empleados y ser recompensados con un "beneficio" a la reducción de emisiones en México. Se podría establecer un sistema por medio del cual se pudieran rastrear las emisiones resultantes de sus inversiones, de tal forma que las grandes firmas nacionales puedan ser capaces de reclamar una cierta cantidad de los beneficios de las emisiones para su ESR o para sus metas de reducción de emisiones (por ejemplo, la inversión de PEMEX en el fondo NAMA, contribuyó con 3 millones de toneladas a las metas de emisiones del gobierno y proporcionó un retorno). Este beneficio puede ser substanciado a través del sistema MRV y puede servir como un motivador importante para atraer apoyo financiero.

6.5 Paquetes financieros de la NAMA de Vivienda Existente ofrecidos a la comunidad de donantes internacionales

El análisis del rendimiento de varios tipos de viviendas demuestra que los ahorros específicos (reducciones en la demanda de energía primaria por metro cuadrado de superficie habitacional), son mucho más favorables en viviendas que comparten muros de colindancia (Adosadas), construcciones de pisos múltiples (Verticales), en comparación con las viviendas tradicionales individuales (Aisladas). Sobre todo, la vivienda vertical demuestra no sólo ser más eficiente en cuanto al rendimiento de la edificación misma sino que también favorecen la densificación urbana pudiendo evitar así el indeseable crecimiento urbano descontrolado.

Tomando en cuenta lo anterior se formularon paquetes financieros que se presentan en la Tabla 18, sirven de ejemplo sobre la manera en que el apoyo internacional puede hacer que la NAMA VE avance. Las necesidades financieras se dividen en tres categorías: subsidios a los propietarios de viviendas, créditos en forma de préstamos blandos y asistencia técnica (acciones de apoyo: 317 millones de USD; véase sección 6.2.1).

Las necesidades financieras que se indican en la tabla, cubren el total de los costos de inversión para la renovación de las viviendas. No obstante también se indica el costo sólo para las medidas de mejora la eficiencia energética. Véase también sección 6.2.1.

Tabla 18: Ejemplos de paquetes financieros para el apoyo de donantes. Montos en millones de USD; contiene errores de redondeo (Fuente: IzN Friedrichsdorf y Passivhaus Institut).

	2015	2016	2017	2018	2019	Total
1) Inversión total						
P1:	17,6	35,1	35,1	35,1	35,1	158
P2:	8,3	25	50	58,3	58,3	200
P3:	0	0	4,2	12,7	21,1	38
Suma:	**25,9**	**60,1**	**89,3**	**106,1**	**114,6**	**396**
2) Costos de la inversión energética						
P1:	3	6	6	6	6	27
P2:	4	12,1	24,3	28,3	28,3	97
P3:	0	0	2,9	7,9	13,2	24
Suma:	**7**	**18,1**	**33,2**	**42,2**	**47,5**	**148**
3) Necesidades crediticias totales (80% de Suma 1)	20,7	48,1	71,5	84,9	91,6	317
4) Necesidades crediticias para mejoras en eficiencia energética y consumo de agua. (80% de Suma 2)	5,6	14,5	26,5	33,8	38,0	118,4
5) Necesidad para subsidio de reducción de reembolso (15% de 4) *, **	0,8	2,2	4,0	5,1	5,7	17,8
6) Necesidad para subsidio para asistencia técnica (acc. de apoyo)	17,9	7,2	7,2	7,2	3,6	43
P1= paso 1, P2= paso 2, P3 = paso 3						
* El subsidio de reducción de reembolso es concedido cuando ciertos objetivos de eficiencia energética se han alcanzado. * *El subsidio de la tasa de interés no se puede estimar ya que depende de varios factores que son todavía desconocidos.						

El apoyo de donantes será necesario para financiar en particular los renglones 3 (80%), 5 y 6.

El costo de construcción incremental total que se indica en la Tabla 18 (No. 4), es equivalente al volumen de créditos blandos que los propietarios requerirían en forma de financiamiento para poder llevar a cabo sus inversiones necesarias para renovar viviendas con estándares de eficiencia energética más altos. Los fondos necesarios para "suavizar" los créditos provienen de donantes privados y oficiales tanto nacionales como internacionales y forman un fondo que puede combinar una mezcla de fondos comerciales y capital para donaciones del gobierno, teniendo como meta, la creación de condiciones de créditos blandos. La Tabla 18 muestra los requerimientos acumulados y por año para el fondo revolvente bajo el supuesto de una implementación durante los años 2015-2019.

Existen varias consideraciones importantes que aplican a los paquetes financieros descritos con anterioridad:

- Flexibilidad de los paquetes de donaciones: Los paquetes que se muestran a continuación poseen el carácter de paquetes ejemplo. Los paquetes reales pueden ajustarse conforme los requerimientos específicos de los donantes interesados (es decir los ajustes pueden hacerse en términos de volumen financiero, tipo de rehabilitación y estándares de eficiencia cubiertos, etc.).

- Combinaciones: El gobierno mexicano a través de instituciones encargadas y competentes está dispuesto a ofrecer combinaciones de paquetes de donaciones para los subsidios a los propietarios de las viviendas, y/o paquetes de donativos para acciones de apoyo.
- Prioridades mexicanas entre los créditos blandos y los paquetes de donativos: La implementación de la NAMA VE para los subsidios a los propietarios de viviendas y para las acciones de apoyo, con el fin de asegurar su buen funcionamiento, depende críticamente del apoyo de la comunidad internacional de donantes. El componente de créditos blandos de la NAMA VE, tiene un carácter complementario, y representa un elemento importante dentro de la estrategia financiera en su totalidad. El gobierno mexicano tiene una clara prioridad de asegurar primero, el financiamiento de donativos y tratar de obtener el financiamiento de préstamos blandos en paralelo.

7 Conclusiones y recomendaciones

Como parte de su compromiso de mitigar emisiones de GEI y lograr un desarrollo sustentable, el gobierno mexicano busca impulsar la aplicación de medidas de eficiencia energética y ahorro de agua en sector de la vivienda de interés social existente a través de la NAMA VE.

El presente documento ha comprobado que mediante la aplicación de estándares ambiciosos de eficiencia energética se logran también altos ahorros de emisiones de GEI, contribuyendo así al cumplimiento de las metas nacionales. Este potencial de mitigación se calcula tomando en cuenta condiciones de confort estándar, el cual es un estimado que toma en cuenta el aumento de confort en las viviendas mexicanas con el paso del tiempo. De esta forma, aunque actualmente las viviendas de interés social consumen poca energía de forma individual, se prevé que con la mejora en las condiciones de vida de la población, el confort aumente a través del uso ineficiente de la energía en caso de no aplicar ninguna medida de mitigación. Las medidas propuestas, que se basan en el enfoque de desempeño integral de la vivienda, demuestran que desde la primera optimización se logra mitigar un 20% de emisiones de GEI, mejorando también las condiciones de confort interior en las viviendas y buscando igualmente implementar ahorros en el uso del agua.

Esta noción de aumento de confort con el paso del tiempo se refleja también en el concepto de MRV propuesto, donde la línea base se deberá calcular con una herramienta adecuada, logrando así, tomar en cuenta el aumento en las condiciones de confort en la vivienda para comprobar la inversión en eficiencia energética.

Un aspecto fundamental del concepto presentado es la implementación de un esquema de Asesoría Energética obligatoria previo a la aplicación de las medidas de eficiencia energética. De esta forma se garantiza una planificación y aplicación correcta de las medidas logrando así el uso óptimo de los recursos disponibles. Esta asesoría se plantea como requisito obligatorio para el financiamiento así como la supervisión y verificación de las mejoras. La aplicación y definición exacta del funcionamiento de la NAMA VE deberá llevarse a cabo por cada institución para que las acciones funcionen de manera óptima.

Como primeros pasos a seguir se encuentra la implementación del esquema de asesoría energética, junto con el establecimiento de un esquema de supervisión y verificación de proyectos, las adecuaciones a la herramienta SISEVIVE-ECOCASA, el desarrollo y capacitación de Entidades Ejecutoras y Organismos Ejecutores de Obra en el ámbito de las mejoras de vivienda hacia la eficiencia energética así como la diseminación y promoción ante los propietarios. Esta última se identifica como un punto crucial para el éxito de la NAMA VE.

De esta manera se propone un sistema que se puede integrar en los organismos de vivienda mexicanos, buscando fortalecer el objetivo de mejorar las viviendas existentes en México, mitigando emisiones de GEI y mejorando la calidad de vida de los propietarios.

Fuentes de información

- [Alcocer, S. & G. Hiriart, 2008] An Applied Research Program on Water Desalination with Renewable Energies', *American Journal of Environmental Sciences* 4 (3): 190-97. Disponible en: tinyurl.com/arpwdre
- [AKKP 45, PHI 2012] Passivhaus Institut. Protokollband Nr. 45 Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase V "Richtig messen in Energiesparhäusern" (Volumen Nr. 45 Grupo de trabajo para la rentabilidad de las casas pasivas "Monitoreo correcto en edificios de bajo consumo", Darmstadt, Octubre de 2012
- [Banco de México, 2011] *Reporte sobre el Sistema Financiero-Septiembre 2011*. México, D.F., 2011
- [Banco Interamericano de Desarrollo] Washington DC: Varios informes
- [Banco Mundial] Washington, D.C: Informes Varios
- [Chiquier, L. and M. Lea, 2009] Housing Finance Policy in Emerging Markets. Washington DC
- [CONAPO, 2014]; Proyecciones de la Población 2010-2050, México D.f. Abril 2014. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones]
- [CONAVI 2010] Comisión Nacional de Vivienda; Supported NAMA Design Concept for Energy-Efficiency Measures in the Mexican Residential Building Sector. México, Ciudad de México, 2010.
- [CONAVI/GIZ 2011 y 2013] Comisión Nacional de Vivienda: NAMA Apoyada para la Vivienda Ssutentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros. México, Ciudad de México 2011 y 2013.
- [CONAVI, SEMARNAT 2013] CONAVI, SEMARNAT. Protocolo Mexicano para Planes de Medición y Verificación – PMPMV. México, Ciudad de México, 2013.
- [CONAGUA 2011] Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Ciudad de México, 2011.
- [Gobierno Federal, CONAVI, GIZ, SEMARNAT]; NAMA for Sustainable Housing Retrofit. México, Ciudad de México, 2012.
- [Deutsche Entwicklungszusammenarbeit mit Mexiko, 2011] Gemeinsame Beichterstattung (BE) zum EZ-Programm Nachhaltige Energie in Mexiko, February 2011
- [DOF, 2013] Diario oficial de la federación 2013 PROGRAMA Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2013-2018. 16 de diciembre 2013. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326473&fecha=16/12/2013
- [Economist Intelligence Unit, 2011] México - Country Risk Service (Main Report), London: EUI, 2011.
- [FIDE, 2012]; Logros del FIDE en el año 2012 y acumulados. Fecha de consulta página 14 de Octubre2014. [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=124&Itemid=213]
- [Fondo Monetario Internacional] México, 2010: Ponencia sobre Temas Seleccionados, Reporte por País Núm. 10/70. Washington, D.C: FMI, marzo 2010
- [Fondo Monetario Internacional, 2011] México: 2011 Artículo IV Consulta, Informe del Staff, FMI, Reporte por País Núm. 11/250FMI, Julio, 2011

- [GIZ 2010] Sistemas de Bombeo de Agua Potable Municipal en México. Potencial de mejora en la eficiencia integral. Informe Final. México, Ciudad de México, 2010.
- [GIZ 2013] Términos de referencia Cooperación Técnica entre México y Alemania: Programa Mexicano-Alemán para NAMA Vivienda Existente. México, Ciudad de México, 2013.
- [GIZ/CMM, 2013] Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C. Estudio de campo para analizar casos de referencia del parque de vivienda existente en México. México, Ciudad de México, 2013.
- [GIZ/Cruz Jiménez 2012] Cruz Jiménez, Rosalba. Estudio de Mercado de Vivienda Existente. México, Ciudad de México, 2012
- [GIZ, MGM Innova 2012] MGM Innova; Análisis de programas actuales de financiamiento de mejoramiento de vivienda en México. México, Ciudad de México, 2012
- [GIZ/MGM Innova 2013] Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente GIZ. México, Ciudad de México, 2013.
- [GIZ/MGM Innova 2013] Principales criterios a considerar en el diseño del sistema MRV de la NAMA Vivienda Existente GIZ. México, Ciudad de México, 2013.
- [GIZ/PHI, 2012] Passivhaus Institut: Ebel, Witta; Rivero, Maria del Carmen; Theumer, Susanne NAMA Technical Annex. México, Ciudad de México, 2012.
- [GIZ/SEMARNAT 2013] Ashutosh Pandey; 2° Taller de NAMA de Gases “F“en los Sectores de Refrigeración y Aire Acondicionado en México. México, Ciudad de México, 2013.
- [Gobierno Federal, CONAVI, GIZ, SEMARNAT 2011]; Supported NAMA for Sustainable Housing in Mexico – Mitigation Actions and Financing Packages. México, Ciudad de México, 2011.
- [Gómez, Arturo Rodriguez, 2014]; Experiencias de FIPATERM Alcance y Resultados, Mexicali, B.C. Mayo, 2014. Fecha de consulta 14 de octubre 2014 [http://www.ahorroenergia.org.mx/portal/images/pdf/fipaterm2014.pdf]
- [Hernández-Murillo, Rubén, 2007] Experimentos en la Liberalización Financiera: El sector Bancario Mexicano (Reseña del Banco de la Reserva Federal de San Luis, septiembre/octubre 2007, 89(5): 215-32)
- [INE, 2006]; Instituto Nacional de Ecología; Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. México, Ciudad de México, 2006
- [INEGI, 2010] Censo de Población y vivenda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México 2010. Consulta en línea: http://www.censo2010.org.mx/
- [Infonavit, 2012] Infonavit Subdirección General de Sustentabilidad Social. Premios ONNCCE a la Normalización y Certificación 2012.
- [Investigación- BBVA 2011 a] Perspectiva Bancaria en México, México, marzo del 2011
- [Investigación- BBVA, 2011b] Perspectiva Inmobiliaria en México, México, julio del 2011
- [Johnson, T.; C. Alatorre, Z. Romo & F. Liu, 2009. México] Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono (MEDEC), Banco Mundial
- [Laerfte,2008] Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la

Transición Energética, 2008. Disponible en tinyurl.com/laerfte.

- [LGCC, 2012] Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. Ley General de Cambio Climático 2012. México D.F.
- [Morgan, J.P. 2011] México 101, The Country Handbook 2011. New York and México City, April 2011,
- [MACS Servicios de Gestión y Consultoría, 2010] Estudio de Viabilidad para un Programa de Hipoteca Verde, Frankfurt, abril, 2010.
- [Mexperience, 2911a] Bancos y Servicios Bancarios en México, 2011.
- [Mexperience, 2011b] Guide to Financing Real Estate in México, 2011.
- [Mexperience, 2011b] Guía para el Financiamiento de Bienes Raíces en México, 2011.
- [PHI 2014] Passivhaus Institut; Criterios de certificación internacional EnerPHit. Darmstadt, Alemania 2014.
- [Reforma, 2009] Venderá Cemex bonos de carbono (nota de César Sánchez, 23 enero, 2009). Disponible en: tinyurl.com/NotaReforma.
- [SEMARNAT 2013] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40* México, Ciudad de México, Junio 2013.
- [SENER, 2012] Secretaría Nacional de Energía; Estrategia Nacional de Energía 2012-2016, México, Ciudad de México, 2012.
- [UNFCCC] AM00091 Energy efficiency technologies and fuel switching in new and existing buildings.
- [VCS] Approved VCS Methodology VM0008, Version 1.1.
- [Wharton School at the University of Pennsylvania, 2011] Las Verdades Domésticas acerca de los Préstamos Hipotecarios No-bancarios en México, octubre, 2011.
- [Wharton School at the University of Pennsylvania] Vivienda Sustentable, una Solución para México, enero, 2011.

Superficie de referencia energética: 51.35 m²																	
ADOSADA		ADOSADA - Línea base - Monterrey	ADOSADA - Paso 1 - Monterrey	ADOSADA - Paso 2 - Monterrey	ADOSADA - Paso 3 (EnerPHit) - Monterrey	ADOSADA - Línea base - Guadalajara	ADOSADA - Paso 1 - Guadalajara	ADOSADA - Paso 2 - Guadalajara	ADOSADA - Paso 3 (EnerPHit) - Guadalajara	ADOSADA - Línea base - Cd.México	ADOSADA - Paso 1 - Cd.México	ADOSADA - Paso 2 - Cd.México	ADOSADA - Paso 3 (EnerPHit) - Cd.México	ADOSADA - Línea base - Mérida	ADOSADA - Paso 1 - Mérida	ADOSADA - Paso 2 - Mérida	ADOSADA - Paso 3 (EnerPHit) - Mérida
		Monterrey: Clima cálido seco				Guadalajara: Templado				Cd. de México: Templado frío				Mérida: Cálido humedo			
Demanda específica de calefacción	**kWh/(m²a)**	71	71	51	10	37	37	28	13	149	149	85	29	0	0	0	0
Electricidad (energía final)	**kWh/(m²a)**	242	179	109	51	97	84	51	22	198	179	104	22	389	227	135	68
Gas (energía final)	**kWh/(m²a)**	75	52	52	54	77	49	48	48	57	34	33	33	80	55	55	55
Demanda específica de refrigeración sensible	**kWh/(m²a)**	226	223	84	33	85	81	13	5	37	33	5	1	412	404	138	87
Demanda específica de refrigeración latente	**kWh/(m²a)**	38	38	29	27	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160	119	36
Demanda total específica de refrigeración	**kWh/(m²a)**	264	261	114	60	85	81	13		37	33			571	564	258	123
Demanda específica de energía primaria	**kWh/(m²a)**	736	541	352	208	347	279	191	126	596	520	318	126	1138	675	424	244
Emisiones totales de CO2 equivalente	**kg/(m²a)**	**162**	**119**	**78**	**47**	**78**	**62**	**43**	**29**	**131**	**114**	**70**	**28**	**249**	**148**	**93**	**55**
COSTOS																	
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ -	$ 2,428	$ 9,589	$ 16,017	$ -	$ 1,349	$ 4,233	$ 6,821	$ -	$ 1,349	$ 5,643	$ 9,071	$ -	$ 2,428	$ 10,043	$ 16,883
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (a futuro, USD)	**USD**	$ -	$ 2,284	$ 5,096	$ 8,664	$ -	$ 1,206	$ 2,549	$ 4,305	$ -	$ 1,206	$ 2,759	$ 5,203	$ -	$ 2,284	$ 5,281	$ 9,054
GRAN TOTAL de costos de inversión POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ 7,934	$ 11,964	$ 19,125	$ 25,552	$ 7,934	$ 9,965	$ 12,849	$ 15,437	$ 7,934	$ 10,190	$ 14,484	$ 17,912	$ 7,934	$ 12,051	$ 19,665	$ 26,505
Costos por consultoria general (incl. asesoría energ.)	**USD**	$ -	$ 1,602	$ 1,602	$ 1,602	$ -	$ 682	$ 682	$ 682	$ -	$ 907	$ 907	$ 907	$ -	$ 1,688	$ 1,688	$ 1,688
Variable	**Unidad**																
DATOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO																	
Conductividad térmica aislamiento muros y techo	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento muro N, S y O (excepto medianera)	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**100**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**150**
¿Aislamiento interior muro N, S y O (excepto medianera)?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Espesor aislamiento muro E (pasillo)	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
¿Aislamiento interior muro E? (pasillo)	**Sí/No**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**
Conductividad térmica aislamiento piso	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento losa de piso	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Espesor aislamiento techo	**mm**	**n/a**	**n/a**	**125**	**125**	**n/a**	**n/a**	**25**	**25**	**n/a**	**n/a**	**75**	**75**	**n/a**	**n/a**	**150**	**150**
¿Aislamiento interior techo?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Valor-U puerta exterior (no aplica en adosada)	**W/m2K**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**0.00**	**0.00**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Coeficiente de absorptividad techo	**-**	**0.50**	**0.50**	**0.15**	**0.15**	**0.70**	**0.70**	**0.40**	**0.40**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.50**	**0.50**	**0.15**	**0.15**
Coeficiente de absorptividad muros	**-**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**
Suplemento PT estándar	**W/(mK)**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**
VENTANAS																	
Marco: Valor-Uf	**W/m2K**	**5.50**	**5.50**	**1.00**	**1.00**	**5.50**	**5.50**	**3.00**	**3.00**	**5.50**	**5.50**	**1.00**	**1.00**	**5.50**	**5.50**	**0.72**	**0.72**
Acristalamiento: valor g	**-**	**0.87**	**0.87**	**0.33**	**0.33**	**0.87**	**0.87**	**0.60**	**0.60**	**0.87**	**0.87**	**0.75**	**0.75**	**0.87**	**0.87**	**0.33**	**0.33**
Acristalamiento: Valor-Ug	**W/m2K**	**5.54**	**5.54**	**1.05**	**1.05**	**5.54**	**5.54**	**2.27**	**2.27**	**5.54**	**5.54**	**1.06**	**1.06**	**5.54**	**5.54**	**0.60**	**0.61**
Ψ instalación en muro N, S, O (excepto medianera)	**W/mK**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.02**
Ψ instalación en muro E	**W/mK**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.04**
VENTILACIÓN																	
Tasa renovación aire ensayo presión n50	**1/h**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**
Ventilación equilibrada tipo Passivhaus	**x**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**
Sólo aire de extracción	**x**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Eficiencia de recuperación de calor efectiva	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**90%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**90%**
Eficiencia eléct. Vent. (HRV, extracción o ventanas)	**Wh/m³**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**
Ef. Recuperación energía (humedad)	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**70%**
SOMBRAS																	
Factor protección solar temporal Z	**%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**	**100%**	**100%**	**80%**	**80%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**
ELECTRICIDAD																	
Porcentaje de lámparas fluorescentes	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**
Demanda lavadora de ropa	**kWhr/Uso**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**
Demanda refrigerador con congelador	**kWhr/d**	**1.30**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**2.68**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.41**
Electrónica (TV)	**W**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**
Tipo de estufa	**-**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**
Demanda de estufa	**kWh/uso**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**
ELECTRICIDAD-AUX																	
Demanda ventilador de techo	**kWhr/a**	**240**	**240**	**240**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**240**	**240**	**240**	**n/a**
VENTILACIÓN EN VERANO																	
Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**1.05**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.70**
Renovación aire sist. Extracción aire	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Renovación de aire por ventanas	**1/h**	**1.05**	**1.05**	**1.05**	**0.00**	**1.05**	**1.05**	**1.05**	**0.00**	**1.05**	**1.05**	**1.05**	**0.54**	**1.05**	**1.05**	**1.05**	**0.00**
Renovacon de aire: Ventilación nocturna por ventanas	**1/h**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.10**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.00**
APARATOS REFRIGERACIÓN																	
Ref. Circ: Capacidad ref máxima	**kW**	**15.83**	**15.83**	**5.28**	**3.52**	**5.28**	**5.28**	**5.28**	**3.52**	**5.28**	**5.28**	**5.28**	**3.52**	**15.83**	**15.83**	**5.28**	**5.28**
Ref. Circ: Volumen de aire en potencia nominal	**m³/h**	**2250**	**2250**	**500**	**500**	**750**	**750**	**750**	**500**	**750**	**750**	**750**	**500**	**2250**	**2250**	**500**	**500**
Ref. Circ. SEER	**-**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**	**2.72**	**3.26**	**3.26**	**3.26**	**2.72**	**3.26**	**3.26**	**3.26**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**
Deshumidificación adicional	**x**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**
Deshumidificación: SEER	**-**	**1.00**	**1.85**	**1.85**	**1.85**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**1.00**	**1.85**	**1.85**	**1.85**
DISTRIBUCIÓN ACS																	
Consumo de ACS por persona y día (60°C)	**Litros/Persona/d**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**
COLECTOR SOLAR ACS																	
Tipo de Colector	**0**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**
Superficie del colector	**m²**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**
CALDERA / BOILER																	
Tipo de generador de calor	**Texto**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**
Rendimiento del calentador con potencia nominal	**%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**
CALEFACCIÓN																	
Directamente eléctrica	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**
A través de equipo split	**%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**
OTROS																	
Factor de energía primaria Electricidad	**0%**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**
Factor de energía primaria Gas LP	**0%**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**
Factor de CO2 electricidad	**kg**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**
Factor de CO2 gas LP	**kg**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**

Superficie de referencia energética: 38.096 m²																	
AISLADA		AISLADA - Línea base - Monterrey	AISLADA - Paso 1 - Monterrey	AISLADA - Paso 2 - Monterrey	AISLADA - Paso 3 (EnerPHit) - Monterrey	AISLADA - Línea base - Guadalajara	AISLADA - Paso 1 - Guadalajara	AISLADA - Paso 2 - Guadalajara	AISLADA - Paso 3 (EnerPHit) - Guadalajara	AISLADA - Línea base - Cd.México	AISLADA - Paso 1 - Cd.México	AISLADA - Paso 2 - Cd.México	AISLADA - Paso 3 (EnerPHit) - Cd.México	AISLADA - Línea base - Mérida	AISLADA - Paso 1 - Mérida	AISLADA - Paso 2 - Mérida	AISLADA - Paso 3 (EnerPHit) - Mérida
		Monterrey: Clima cálido seco				Guadalajara: Templado				Cd. de México: Templado frío				Mérida: Cálido humedo			
Demanda específica de calefacción	**kWh/(m²a)**	118	118	89	24	67	67	40	15	244	244	146	53	0	0	0	0
Electricidad (energía final)	**kWh/(m²a)**	407	286	174	48	168	155	74	22	311	297	168	23	518	333	169	65
Gas (energía final)	**kWh/(m²a)**	96	51	54	63	100	100	99	112	76	45	44	44	108	75	74	74
Demanda específica de refrigeración sensible	**kWh/(m²a)**	377	363	131	59	165	160	34	10	82	78	14	2	640	622	204	87
Demanda específica de refrigeración latente	**kWh/(m²a)**	45	45	36	14	0	0	0	0	0	0	0	0	191	191	151	28
Demanda total específica de refrigeración	**kWh/(m²a)**	422	407	168	73	165	160	34		82	78			831	813	355	115
Demanda específica de energía primaria	**kWh/(m²a)**	1204	829	530	226	564	530	308	198	923	852	502	168	1517	981	538	256
Emisiones totales de CO2 equivalente	**kg/(m²a)**	**263**	**181**	**116**	**51**	**125**	**118**	**70**	**47**	**202**	**186**	**110**	**38**	**332**	**215**	**119**	**58**
COSTOS																	
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ -	$ 2,267	$ 8,300	$ 14,586	$ -	$ 431	$ 2,922	$ 5,406	$ -	$ 798	$ 4,733	$ 8,675	$ -	$ 2,023	$ 12,868	$ 18,031
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (a futuro, USD)	**USD**	$ -	$ 2,124	$ 4,487	$ 7,723	$ -	$ 287	$ 1,451	$ 3,266	$ -	$ 655	$ 2,243	$ 4,585	$ -	$ 1,879	$ 6,101	$ 8,887
GRAN TOTAL de costos de inversión POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ 7,345	$ 9,612	$ 15,645	$ 21,931	$ 6,427	$ 6,858	$ 9,348	$ 11,833	$ 6,754	$ 7,552	$ 11,486	$ 15,429	$ 7,689	$ 9,712	$ 20,557	$ 25,720
Costos por consultoria general (incl. asesoría energ.)	**USD**	$ 1,459	$ 1,459	$ 1,459	$ 1,459	$ 541	$ 541	$ 541	$ 541	$ 867	$ 867	$ 867	$ 867	$ 1,803	$ 1,803	$ 1,803	$ 1,803
Variable	**Unidad**																
DATOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO																	
Conductividad térmica aislamiento muros y techo	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento muro N y S	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**150**
¿Aislamiento interior muro N y S?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Espesor aislamiento muro E (pasillo), O (límite lote)	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75**
¿Aislamiento interior muro E (pasillo), O (límite lote)?	**Sí/No**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**
Conductividad térmica aislamiento piso	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento losa de piso	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Espesor aislamiento techo	**mm**	**n/a**	**n/a**	**100**	**100**	**n/a**	**n/a**	**50**	**50**	**n/a**	**n/a**	**100**	**100**	**n/a**	**n/a**	**150**	**150**
¿Aislamiento interior techo?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Valor-U puerta exterior (no aplica en adosada)	**W/m2K**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**1.20**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**1.20**	**2.87**	**2.87**	**0.75**	**0.75**
Coeficiente de absorptividad techo	**-**	**0.50**	**0.50**	**0.15**	**0.15**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.50**	**0.50**	**0.15**	**0.15**
Coeficiente de absorptividad muros	**-**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**
Suplemento PT estándar	**W/(mK)**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**
VENTANAS																	
Marco: Valor-Uf	**W/m2K**	**5.50**	**5.50**	**1.00**	**1.00**	**5.50**	**5.50**	**3.00**	**3.00**	**5.50**	**5.50**	**1.00**	**1.00**	**5.50**	**5.50**	**0.72**	**0.72**
Acristalamiento: valor g	**-**	**0.87**	**0.87**	**0.33**	**0.33**	**0.87**	**0.87**	**0.70**	**0.70**	**0.87**	**0.87**	**0.75**	**0.75**	**0.87**	**0.87**	**0.33**	**0.33**
Acristalamiento: Valos-Ug	**W/m2K**	**5.54**	**5.54**	**1.06**	**1.06**	**5.54**	**5.54**	**2.27**	**2.27**	**5.54**	**5.54**	**1.06**	**1.06**	**5.54**	**5.54**	**0.60**	**0.60**
Ψ instalación en muro N, S, O	**W/mK**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.03**
Ψ instalación en muro E	**W/mK**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.03**
VENTILACIÓN																	
Tasa renovación aire ensayo presión n50	**1/h**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**	**10.00**	**10.00**	**3.00**	**1.00**
Ventilación equilibrada tipo Passivhaus	**x**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**
Sólo aire de extracción	**x**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Eficiencia de recuperación de calor efectiva	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**70%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75%**
Eficiencia eléct. Vent. (HRV, extracción o ventanas)	**Wh/m³**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.30**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.15**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.15**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.30**
Ef. Recuperación energía (humedad)	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**62%**
SOMBRAS																	
Factor protección solar temporal Z	**%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**	**100%**	**100%**	**80%**	**80%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**
ELECTRICIDAD																	
Porcentaje de lámparas fluorescentes	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**
Demanda lavadora de ropa	**kWhr/Uso**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**
Demanda refrigerador con congelador	**kWhr/d**	**2.68**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**2.40**	**0.41**	**0.41**	**0.41**
Electrónica (TV)	**W**	**180**	**150**	**150**	**80**	**150**	**150**	**80**	**80**	**150**	**150**	**80**	**80**	**150**	**150**	**80**	**80**
Tipo de estufa	**-**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**
Demanda de estufa	**kWh/uso**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**
ELECTRICIDAD-AUX																	
Demanda ventilador de techo	**kWhr/a**	**240**	**120**	**240**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**240**	**120**	**240**	**n/a**
VENTILACIÓN EN VERANO																	
Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.35**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.30**
Renovación aire sist. Extracción aire	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Renovación de aire por ventanas	**1/h**	**1.42**	**1.42**	**1.42**	**0.00**	**1.42**	**1.42**	**1.42**	**0.00**	**1.42**	**1.42**	**1.42**	**0.00**	**1.42**	**1.42**	**1.42**	**0.00**
Renovacon de aire: Ventilación nocturna por ventanas	**1/h**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.10**	**1.50**	**1.50**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.00**
APARATOS REFRIGERACIÓN																	
Ref. Circ: Capacidad ref máxima	**kW**	**15.83**	**15.83**	**5.28**	**5.28**	**8.79**	**8.79**	**5.28**	**4.00**	**5.28**	**5.28**	**5.28**	**4.00**	**15.83**	**15.83**	**8.79**	**3.52**
Ref. Circ: Volumen de aire en potencia nominal	**m³/h**	**2250**	**2250**	**500**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**750**	**750**	**1000**	**1000**	**2250**	**2250**	**750**	**750**
Ref. Circ. SEER	**-**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**	**2.72**	**2.72**	**2.72**	**3.26**	**2.72**	**2.72**	**3.26**	**3.26**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**
Deshumidificación adicional	**x**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Deshum.**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**
Deshumidificación: SEER	**-**	**1.00**	**1.00**	**1.85**	**2.20**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**1.00**	**1.00**	**2.20**	**2.20**
DISTRIBUCIÓN ACS																	
Consumo de ACS por persona y día (60°C)	**Litros/Persona/d**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**
COLECTOR SOLAR ACS																	
Tipo de Colector	**0**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**
Superficie del colector	**m²**	**n/a**	**2.00**	**2.00**	**2.00**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**	**n/a**	**1.20**	**1.20**	**1.20**
CALDERA / BOILER																	
Tipo de generador de calor	**Texto**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**
Rendimiento del calentador con potencia nominal	**%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**
CALEFACCIÓN																	
Directamente eléctrica	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**
A través de equipo split	**%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**
OTROS																	
Factor de energía primaria Electricidad	**0%**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**
Factor de energía primaria Gas LP	**0%**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**
Factor de CO2 electricidad	**kg**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**
Factor de CO2 gas LP	**kg**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**

Superficie de referencia energética (por vivienda): 41 m²

VERTICAL		VERTICAL - Línea base - Monterrey	VERTICAL - Paso 1 - Monterrey	VERTICAL - Paso 2 - Monterrey	VERTICAL - Paso 3 (EnerPHit) - Monterrey	VERTICAL - Línea base - Guadalajara	VERTICAL - Paso 1 - Guadalajara	VERTICAL - Paso 2 - Guadalajara	VERTICAL - Paso 3 (EnerPHit) - Guadalajara	VERTICAL - Línea base - Cd.México	VERTICAL - Paso 1 - Cd.México	VERTICAL - Paso 2 - Cd.México	VERTICAL - Paso 3 (EnerPHit) - Cd.México	VERTICAL - Línea base - Mérida	VERTICAL - Paso 1 - Mérida	VERTICAL - Paso 2 - Mérida	VERTICAL - Paso 3 (EnerPHit) - Mérida
		Monterrey: Clima cálido seco				Guadalajara: Templado				Cd. de México: Templado frío				Mérida: Cálido humedo			
Demanda específica de calefacción	**kWh/(m²a)**	52	52	59	6	24	24	26	12	105	105	87	17	0	0	0	0
Electricidad (energía final)	**kWh/(m²a)**	210	150	118	48	91	65	52	29	160	132	110	25	360	204	156	65
Gas (energía final)	**kWh/(m²a)**	85	60	57	54	88	58	51	52	73	46	46	47	94	66	54	55
Demanda específica de refrigeración sensible	**kWh/(m²a)**	204	199	88	46	66	61	14	4	24	20	6	0	368	346	150	79
Demanda específica de refrigeración latente	**kWh/(m²a)**	31	31	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	129	129	126	24
Demanda total específica de refrigeración	**kWh/(m²a)**	236	231	108	60	66	61	14		24	20			496	474	277	103
Demanda específica de energía primaria	**kWh/(m²a)**	662	472	381	196	343	241	198	148	513	408	348	137	1075	622	480	236
Emisiones totales de CO2 equivalente	**kg/(m²a)**	**146**	**104**	**84**	**44**	**77**	**54**	**44**	**34**	**113**	**90**	**77**	**31**	**236**	**137**	**106**	**53**
COSTOS																	
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ -	$ 1,072	$ 6,080	$ 15,218	$ -	$ 1,072	$ 4,055	$ 6,032	$ -	$ 1,072	$ 3,251	$ 9,985	$ -	$ 1,072	$ 6,405	$ 16,114
Costos de inversión adicional por EE, POR VIVIENDA (a futuro, USD)	**USD**	$ -	$ 928	$ 3,090	$ 7,273	$ -	$ 928	$ 2,208	$ 3,647	$ -	$ 928	$ 1,552	$ 4,862	$ -	$ 928	$ 3,216	$ 7,735
GRAN TOTAL de costos de inversión POR VIVIENDA (actual, USD)	**USD**	$ 3,262	$ 5,856	$ 10,863	$ 20,002	$ 3,262	$ 4,937	$ 7,920	$ 9,897	$ 3,262	$ 5,332	$ 7,512	$ 14,246	$ 3,262	$ 5,945	$ 11,278	$ 20,988
Costos por consultoria general (incl. asesoría energ.)	**USD**	$ -	$ 1,522	$ 1,522	$ 1,522	$ -	$ 603	$ 603	$ 603	$ -	$ 998	$ 998	$ 998	$ -	$ 1,611	$ 1,611	$ 1,611
Variable	**Unidad**																
DATOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO																	
Conductividad térmica aislamiento muros y techo	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento muro N, S, E y O (excepto N2)	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**100**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**150**
¿Aislamiento interior muro?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Espesor aislamiento muro N2 (pasillo)	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**50**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**75**
¿Aislamiento interior muro N2? (pasillo)	**Sí/No**	**Sí**	**No**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**No**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**No**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**No**	**Sí**	**Sí**
Conductividad térmica aislamiento piso	**W/mK**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**	**0.0371**
Espesor aislamiento losa de piso	**mm**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Espesor aislamiento techo	**mm**	**n/a**	**n/a**	**100**	**100**	**n/a**	**n/a**	**75**	**75**	**n/a**	**n/a**	**50**	**50**	**n/a**	**n/a**	**200**	**200**
¿Aislamiento interior techo?	**Sí/No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Valor-U puerta exterior (no aplica en adosada)	**W/m2K**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**0.90**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**2.80**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**0.90**	**2.87**	**2.87**	**2.87**	**0.75**
Coeficiente de absorptividad techo	**-**	**0.50**	**0.50**	**0.15**	**0.15**	**0.70**	**0.70**	**0.40**	**0.40**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.70**	**0.50**	**0.15**	**0.15**
Coeficiente de absorptividad muros	**-**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**	**0.60**	**0.60**	**0.50**	**0.50**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.60**	**0.15**	**0.15**
Suplemento PT estándar	**W/(mK)**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**	**0.10**
VENTANAS																	
Marco: Valor-Uf	**W/m2K**	**5.50**	**5.50**	**1.00**	**1.00**	**5.50**	**5.50**	**3.00**	**3.00**	**5.50**	**5.50**	**1.50**	**1.50**	**5.50**	**5.50**	**0.72**	**0.72**
Acristalamiento: valor g	**-**	**0.87**	**0.87**	**0.55**	**0.55**	**0.87**	**0.87**	**0.40**	**0.40**	**0.87**	**0.87**	**0.75**	**0.75**	**0.87**	**0.87**	**0.33**	**0.33**
Acristalamiento: Valor-Ug	**W/m2K**	**5.54**	**5.54**	**1.06**	**1.06**	**5.54**	**5.54**	**1.88**	**1.88**	**5.54**	**5.54**	**1.06**	**1.06**	**5.54**	**5.54**	**0.60**	**0.60**
Ψ instalación en muro S, E y O	**W/mK**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.04**	**0.04**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.03**	**0.09**	**0.09**	**0.03**	**0.03**
VENTILACIÓN																	
Tasa renovación aire ensayo presión n50	**1/h**	**8.00**	**8.00**	**3.00**	**1.00**	**8.00**	**8.00**	**3.00**	**1.00**	**8.00**	**8.00**	**3.00**	**1.00**	**8.00**	**8.00**	**3.00**	**1.00**
Ventilación equilibrada tipo Passivhaus	**x**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. por ventanas**	**Vent. Passivhaus**
Sólo aire de extracción	**x**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Aparato extracción**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Eficiencia de recuperación de calor efectiva	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**90%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**90%**
Eficiencia eléct. Vent. (HRV, extracción o ventanas)	**Wh/m³**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.27**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.15**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.25**
Ef. Recuperación energía (humedad)	**%**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**70%**
SOMBRAS																	
Factor protección solar temporal Z	**%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**34%**	**34%**
ELECTRICIDAD																	
Porcentaje de lámparas fluorescentes	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**
Demanda lavadora de ropa	**kWhr/Uso**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**1.12**	**1.12**	**0.85**	**1.12**
Demanda refrigerador con congelador	**kWhr/d**	**1.30**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.91**	**2.68**	**0.41**	**0.41**	**0.41**	**1.50**	**0.41**	**0.41**	**0.41**
Electrónica (TV)	**W**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**
Tipo de estufa	**-**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**	**Gas LP**
Demanda de estufa	**kWh/uso**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**	**0.25**
ELECTRICIDAD-AUX																	
Demanda ventilador de techo	**kWhr/a**	**240**	**120**	**240**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**240**	**120**	**240**	**n/a**
VENTILACIÓN EN VERANO																	
Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.45**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.45**
Renovación aire sist. Extracción aire	**1/h**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.45**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**0.45**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**
Renovación de aire por ventanas	**1/h**	**1.32**	**1.32**	**0.72**	**0.00**	**1.32**	**1.32**	**1.32**	**0.00**	**1.32**	**1.32**	**1.32**	**0.00**	**1.32**	**1.32**	**1.32**	**0.00**
Renovacon de aire: Ventilación nocturna por ventanas	**1/h**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.10**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.00**
APARATOS REFRIGERACIÓN																	
Ref. Circ: Capacidad ref máxima	**kW**	**189.90**	**189.90**	**126.61**	**42.20**	**63.30**	**189.90**	**189.90**	**0.00**	**63.30**	**189.90**	**189.90**	**0.00**	**189.90**	**189.90**	**126.61**	**42.20**
Ref. Circ: Volumen de aire en potencia nominal	**m³/h**	**27000**	**27000**	**18000**	**9000**	**9000**	**27000**	**27000**	**0**	**9000**	**27000**	**27000**	**0**	**27000**	**27000**	**18000**	**9000**
Ref. Circ. SEER	**-**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**0.00**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**0.00**	**2.00**	**3.26**	**3.26**	**3.26**
Deshumidificación adicional	**x**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**	**Deshum.**
Deshumidificación: SEER	**-**	**1.00**	**1.85**	**1.85**	**1.85**	**1.00**	**1.85**	**n/a**	**n/a**	**1.00**	**1.85**	**n/a**	**n/a**	**1.00**	**1.85**	**1.85**	**1.85**
DISTRIBUCIÓN ACS																	
Consumo de ACS por persona y día (60°C)	**Litros/Persona/d**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**	**25**
COLECTOR SOLAR ACS																	
Tipo de Colector	**0**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**	**Tub.evac.**
Superficie del colector	**m²**	**n/a**	**14.40**	**14.40**	**14.40**	**n/a**	**14.40**	**14.40**	**14.40**	**n/a**	**14.40**	**14.40**	**14.40**	**n/a**	**14.40**	**14.40**	**14.40**
CALDERA / BOILER																	
Tipo de generador de calor	**Texto**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**	**Caldera gas**
Rendimiento del calentador con potencia nominal	**%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**	**76%**
CALEFACCIÓN																	
Directamente eléctrica	**%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**
A través de equipo split	**%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**	**0%**	**0%**	**0%**	**100%**
OTROS																	
Factor de energía primaria Electricidad	**0%**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**	**2.70**
Factor de energía primaria Gas LP	**0%**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**	**1.10**
Factor de CO2 electricidad	**kg**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**	**0.58**
Factor de CO2 gas LP	**kg**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**	**0.27**

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn/ Alemania
Telefon: +49 228 44 60-0
Fax: +49 228 4460-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/ Alemania
Telefon: +49 6196 79-0
Fax: +49 6196 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle
C.P. 03100, México D.F.
T +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico