

## NAMA VIVIENDA EXISTENTE

Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente



Estudio para la identificación de los criterios  
generales para el sistema MRV de la NAMA de  
Vivienda Existente

---

MGM Innova

3/11/2013

La Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. Esta se realizó bajo el marco del “Programa Mexicano-Alemán para NAMA”, el cual se implementa como parte de la Iniciativa Internacional sobre Cambio Climático (IKI), que ha sido comisionada a GIZ por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB por sus siglas en alemán). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de la Conavi y/o de la GIZ.

Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Conavi, GIZ

Estudio para la identificación de los criterios generales para el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente

Edición y Supervisión: GIZ

Autor(es): MGMINNOVA

© CONAVI – Comisión Nacional de Vivienda  
Av. Presidente Masaryk 214, 1er Piso  
Col. Bosque de Chapultepec  
C.P. 11580, México, D.F.  
T 52 55 91389991  
E [ccarrazco@conavi.gob.mx](mailto:ccarrazco@conavi.gob.mx)  
I [www.conavi.gob.mx](http://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.  
T 52 55 54902127  
I [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/Alemania  
[www.giz.de](http://www.giz.de)

Agencia de la GIZ en México  
Torre Hemicor, Piso 15, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez  
C.P. 03100, México, D.F.  
T +52 55 55 36 23 44  
F +52 55 55 36 23 44  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/ http://www.giz.de/en/worldwide/33041.html](http://www.giz.de/http://www.giz.de/en/worldwide/33041.html)

Resumen Ejecutivo.....	1
Objetivos .....	2
Metodología.....	3
Antecedentes .....	5
1.1.    NAMA de Vivienda Nueva.....	6
1.1.1.    Objetivos .....	6
1.1.2.    Alcance .....	6
1.1.3.    Estructura.....	6
1.1.4.    Acciones consideradas .....	7
-    Otros (instalación de dispositivos ahorradores de agua) .....	7
1.2.    NAMA de Vivienda Existente preliminar.....	7
1.2.1.    Objetivos .....	8
1.2.2.    Alcance .....	9
1.2.3.    Estructura.....	9
1.2.4.    Acciones consideradas .....	10
1.3.    Similitudes y diferencias relevantes: implicaciones para la implementación y el sistema MRV10	
Análisis de sistemas MRV existentes relacionados con construcción o vivienda .....	15
2.1.    Sistemas MRV, consideraciones generales.....	15
2.2.    Análisis de sistemas MRV existentes relacionados con construcción y vivienda .....	17
Recomendaciones para el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente .....	21
3.1.    Discusión y estrategia recomendada .....	21
3.1.1.    Discusión sobre el enfoque .....	21
3.1.2.    Discusión de metodología de cálculo de reducción de emisiones .....	22
3.1.3.    Discusión sobre software de simulación y herramienta de registro .....	23
3.1.4.    Estrategia recomendada .....	27
3.2.    Criterios generales y aproximaciones al diseño del sistema MRV de la NVE .....	28
3.2.1.    Sistema MRV para la etapa inicial de la NAMA.....	28
3.2.2.    Sistema MRV para la etapa madura de la NAMA .....	39
3.2.3.    Métricas y parámetros de proceso y financieros.....	43
3.3.    Discusión sobre la arquitectura institucional para el manejo del sistema MRV .....	44

3.4. Barreras o retos al sistema MRV.....	44
3.5. Discusión sobre costos relacionados con el Sistema MRV de la NVE en su etapa madura.....	47
Conclusiones .....	50
Bibliografía .....	51
ANEXOS .....	53

Tabla 1 Resumen de diferencias relevantes .....	11
Tabla 2 Categorización de métricas. Síntesis y análisis de MGM Innova .....	16
Tabla 3 Metodologías relacionadas con la construcción y la vivienda analizadas. ....	17
Tabla 4 Aportaciones principales de las metodologías estudiadas para el futuro diseño del sistema MRV de la NVE .....	19
Tabla 5 Gases considerados en el MRV de la NAMA de Vivienda Existente.....	28
Tabla 6 Métricas técnicas a monitorear y reportar indispensables para el cálculo de reducción de emisiones .....	36
Tabla 7 Otras métricas técnicas para control de calidad y calibración de modelo de simulación .....	38
Tabla 8 Datos para el proceso de registro .....	40
Tabla 9.....	42
Tabla 10 Métricas de proceso y financieras recomendadas a incluirse en el sistema MRV de la NVE .....	43
Tabla 11 Barreras al sistema MRV propuesto para la NVE .....	45
Tabla 12 Resumen de costos relacionados con el sistema MRV .....	48
Tabla 13 Métricas con información de (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012) .....	55
Tabla 14 Métricas con información de (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012) .....	56
Tabla 15 Métricas principales de la AMS III AE. Fuente: (UNFCCC) .....	58
Tabla 16 Métricas principales de la metodología AM00091 .....	59
Tabla 17 Métricas principales del sistema MRV de la metodología AMS II M.....	63
Tabla 18 Tecnologías consideradas dentro del PoA de Vivienda Existente (UNFCCC, 2010) .....	64
Tabla 19 Resumen de sistema de monitoreo y muestreo del PoA de Vivienda Sustentable .....	65
Tabla 20 Metodologías seleccionadas para viviendas nuevas PoA de Vivienda Sustentable.....	67
Tabla 21 Metodologías seleccionadas para viviendas existentes PoA de Vivienda Sustentable.....	67
Tabla 22 Métricas relevantes dentro del PoA de Cambio Azul.....	69
Tabla 23 Consumo por usuario del sector doméstico anual. Elaboración MGM con información de (Sistema de Información Energética).....	76
Figura 1 Método de trabajo para el estudio .....	3
Figura 2 Diseño lineal del sistema MRV .....	4
Figura 3 Diseño de sistema MRV paralelo .....	4
Figura 4 Estructura de implementación de la NAMA de Vivienda Existente.....	9
Figura 5 Análisis de distintas metodologías y otras normativas.....	19
Figura 6 Categorías y número de benchmarks o estándares de comparación de la NVN.....	22
Figura 7 Posibles categorías y número de benchmarks o estándares de comparación de la NVE.....	23
Figura 8 Estrategia recomendada para el MRV de la NVE .....	28
Figura 9 .....	35
Figura 10 Proceso de transición del MRV de la etapa inicial de la NVE al MRV de la etapa madura .....	39
Figura 11 Inserción del sistema MRV en su etapa madura en la estructura de implementación .....	43
Figura 13 Elaboración MGM con información de (Sistema de Información Energética) .....	77

## Resumen Ejecutivo

El presente informe tiene como objetivo el establecimiento de los criterios generales para el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente (NVE). Para lograr estos objetivos, se plantea una definición preliminar de la NVE conceptualizándola como una expansión del alcance de la NAMA de Vivienda Nueva (NVN) para incluir a la vivienda existente. Es decir, la NVE se define como una NAMA paralela a la NVN.

Con base en esta definición, el informe busca alinear los criterios del sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la NVE con los del sistema MRV de la NVN. Sin embargo, se identifican diferencias importantes entre la NVE y la NVN que generan la necesidad del diseño de un sistema MRV específico para la NVE aunque paralelo al de la NVN. Las principales diferencias entre la NVN y la NVE son:

- el sistema de implementación que para el caso de la NVE es minorista, mientras que para la NVN es de gran escala
- los actores involucrados en la implementación de la NAMA, donde para la NVE se requiere la participación de asesores de vivienda y para la NVN el principal actor son los desarrolladores
- la penetración en el mercado de los créditos para mejoramiento de vivienda, que comparada con la penetración de los créditos para vivienda nueva, es mucho menor.
- la variabilidad de características de las viviendas existentes que es mucho mayor que la de las viviendas nuevas.

Una vez identificadas estas diferencias, se analiza la aplicabilidad de metodologías de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y de otros mercados voluntarios para el cálculo de reducción de emisiones y de desempeño energético de viviendas nuevas como de mejoramiento de vivienda. Con base en este análisis se propone un enfoque de desempeño global de la vivienda en lugar de uno basado en tecnologías, así como la utilización de una metodología de ajuste de consumo para estimar, medir y pronosticar el ahorro de energía y de agua de las viviendas.

Se plantea el diseño del sistema MRV, basado en la metodología VM0008 del *Voluntary Carbon Standard* (Ver Anexo 2). Al mismo tiempo, para poder atender la necesidad de implementar proyectos piloto en el corto plazo, se define una estrategia para el sistema MRV considerando una etapa inicial de la NAMA y una etapa madura. El MRV de la etapa inicial permite la medición del impacto de la NVE en su etapa de proyectos piloto y también la obtención de datos que permitan la preparación de las herramientas de simulación y registro. El MRV de la etapa inicial se presenta de forma detallada incluyendo los parámetros y variables que se deben registrar. El MRV de la etapa madura, contempla la recopilación de datos de identificación y dos niveles de monitoreo: el simple y el detallado. Lo anterior permite el cálculo de las reducciones de emisiones y también el control de calidad y el seguimiento de métricas de proceso y financieras.

Aunque se identifican barreras al sistema MRV propuesto para la NVE y fuentes de costos a cubrir, la estrategia recomendada para el diseño del sistema MRV planteada en este documento permite la inserción del sistema MRV de forma natural en la estructura de implementación de la NAMA. Al mismo tiempo la estrategia de diseño permite aprovechar sinergias y la posibilidad de compartir costos con la estructura operacional del MRV de la NVN.

## Objetivos

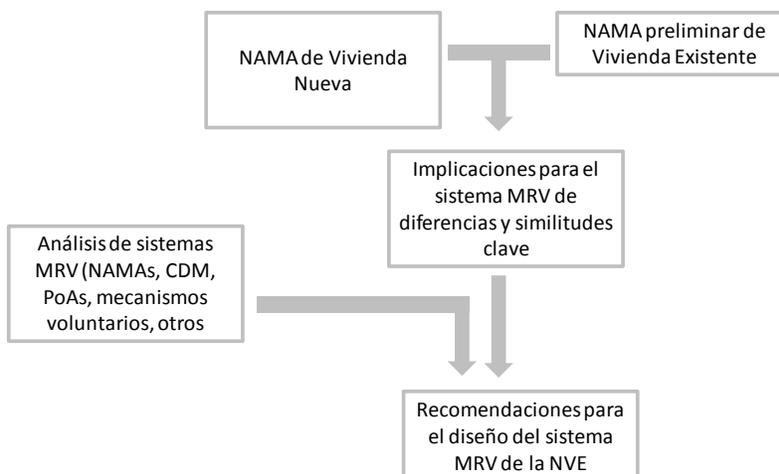
- Identificar las similitudes y diferencias entre el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Nueva y el sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente preliminar
- Analizar las principales barreras para la adaptación de sistemas MRV relacionados con construcción y vivienda como base para el diseño del sistema MRV para la NAMA de Vivienda Existente
- Presentar recomendaciones y criterios generales para el diseño de un sistema MRV para la NAMA de Vivienda Existente

## Metodología

El método de trabajo se basó en la identificación de elementos clave del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Nueva (NVN)<sup>1</sup>, como base para elaborar recomendaciones para el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente (NVE). Esto debido a que el objetivo de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), institución promotora de ambas NAMA, es aprovechar las sinergias entre éstas para así optimizar los recursos para su implementación, monitoreo, reporte y verificación.

Se partió de la identificación de diferencias y similitudes entre la NVN y supuestos preliminares de la NVE. Posteriormente se analizaron los elementos del sistema MRV de la NVN, así como de otros sistemas MRV como los de las metodologías de MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y otras metodologías de monitoreo y reporte relacionadas con la construcción y mejoramiento de la vivienda en otros mercados de carbono. A partir de esta información se realizaron recomendaciones para el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente. La Figura 1 ilustra el método de trabajo utilizado en este estudio.

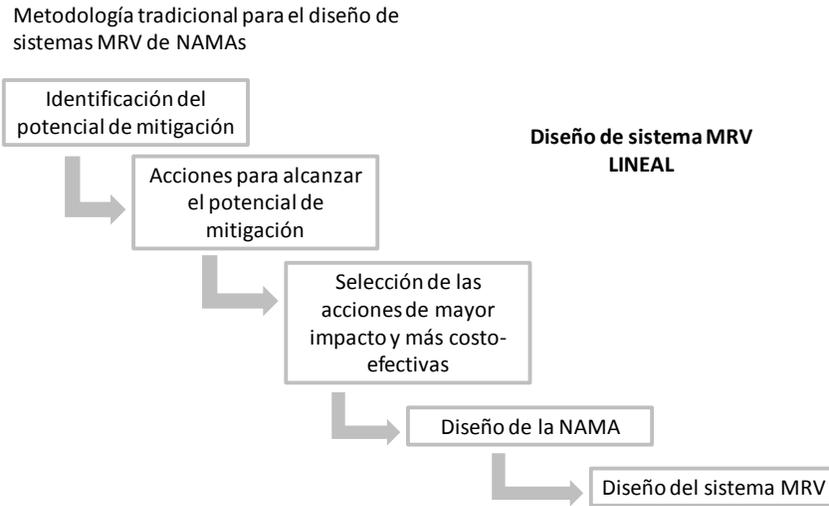
Figura 1 Método de trabajo para el estudio



Es importante mencionar que la realización de este estudio, previo al diseño técnico de la NAMA, representa un camino alternativo respecto al proceso más utilizado en la definición de sistemas MRV. El proceso más común de diseño de los sistemas MRV es lineal y se ilustra en la Figura 2. Este proceso dificulta la consideración de las necesidades, retos y costos del monitoreo, reporte y verificación en las etapas tempranas del diseño de la NAMA.

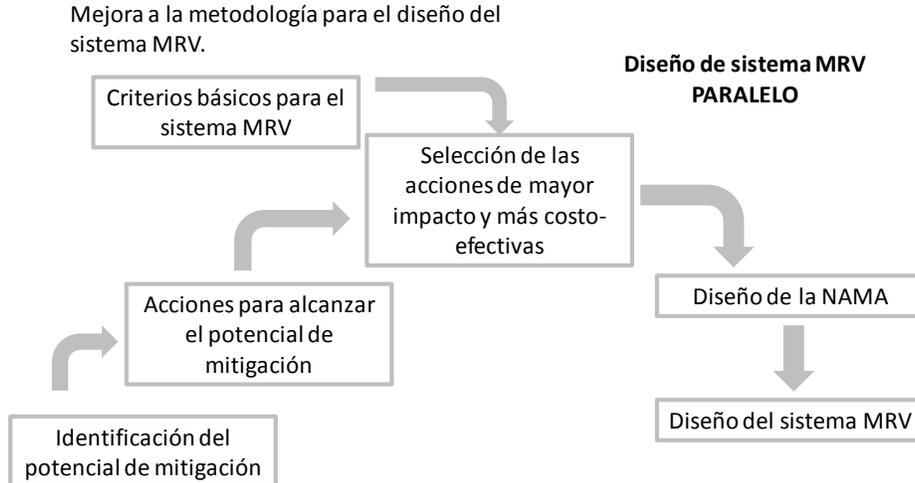
<sup>1</sup> La NAMA de Vivienda Nueva fue desarrollada para enfocarse en vivienda nueva y actualmente se encuentra en la implementación de la fase de proyectos piloto.

Figura 2 Diseño lineal del sistema MRV



Por el contrario, al diseñar la NAMA de forma paralela a la conceptualización del sistema MRV, es posible considerar las necesidades, retos y costos implicados en el sistema MRV. Esto permite una mejor selección de la estructura más costo efectiva y de mayor impacto y por lo tanto una optimización del diseño de la NAMA, como se ilustra en la Figura 3.

Figura 3 Diseño de sistema MRV paralelo



## Antecedentes

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) es la institución mexicana encargada del Programa Nacional de Vivienda que tiene el objetivo de promover el desarrollo sustentable de la vivienda en el país, considerando múltiples criterios de sustentabilidad como son la proximidad a infraestructura y servicios públicos, el uso eficiente del agua, el uso de energías limpias, la eficiencia energética, así como el manejo de residuos, entre otros. (SEMARNAT, CONAVI, 2012)

Como parte de este programa y del proceso de consolidación de la política del sector vivienda, CONAVI ha desarrollado la Estrategia Climática de Financiamiento Urbano y de Vivienda, la cual incluye, entre otros proyectos, el desarrollo de la NAMA de Vivienda Nueva (NVN) y el de la NAMA de Vivienda Existente. (SEMARNAT, CONAVI, 2012). La NAMA de Vivienda Nueva se desarrolló para incrementar la sustentabilidad y el desempeño energético, desde la etapa de diseño, de la vivienda social nueva. La NAMA de Vivienda Existente (NVE) busca incrementar la sustentabilidad y el desempeño energético de viviendas existentes a través de renovaciones y mejoramientos.

La NVN ha tenido un importante progreso desde su presentación en la COP 16 y comenzando este año, 2013, se encuentra en la fase de implementación de proyectos piloto, para proseguir con la implementación del programa en forma masiva.. Por su parte la NVE, se encuentra en una fase inicial, habiéndose desarrollado algunos estudios preliminares como insumos para la próxima fase de diseño técnico de la misma. Este informe, es también un insumo para la próxima fase de diseño de la NVE y presenta un análisis sobre los criterios generales a considerar para la configuración de su sistema MRV.

Dado que éste es un estudio previo al diseño de la NVE, no se cuenta con una definición final de su alcance, objetivos, estructura, acciones a realizar y características, entre otros. Sin embargo, el estudio se construye considerando supuestos informados basados en los siguientes tres ejes acordados previamente con CONAVI y GIZ:

- Conceptos e ideas generales sobre la NVE presentados en estudios preliminares. (Ejemplo: Estudio de Mercado de Vivienda Existente (Cruz Martínez, 2012), Análisis de programas actuales de financiamiento de mejoramiento de vivienda en México (MGM Innova, 2012), NAMA for the Existing Building Stock, entre otros).
- Alineación y paralelismo de la NAMA de Vivienda Existente con la NAMA de Vivienda Nueva.
- Supuestos informados sobre el futuro diseño de la NVE basados en discusiones y conversaciones con CONAVI y GIZ.

La NVE, se plantea entonces como una expansión del alcance de la NVN, con el fin de atender también a la Vivienda Existente. Este enfoque permite aprovechar las sinergias entre éstas y optimizar los recursos para su implementación, monitoreo, reporte y verificación. Con base en lo anterior, a continuación se resume el alcance, objetivos y características principales de la NVN. En paralelo, se describe una NVE, basada en los tres ejes descritos. Sobre esta hipótesis se analizan las diferencias y similitudes entre

ambas NAMA, así como las implicaciones y consideraciones necesarias para el diseño del sistema MRV de la NVE.

### 1.1. NAMA de Vivienda Nueva

La NVN se enfoca en la promoción de la construcción de viviendas nuevas con un alto desempeño energético y en general de sustentabilidad. La promoción de la vivienda sustentable se basa en el apoyo y fortalecimiento del sistema financiero de desarrollo de vivienda, basado en los organismos nacionales de vivienda (ONAVI). Los incentivos financieros se otorgan a desarrollos de viviendas que cumplan con un determinado nivel de eficiencia energética. La NAMA está enfocada en la construcción de vivienda social, que es donde se espera el mayor crecimiento. (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012). El mecanismo planteado se prevé como una combinación de NAMA unilateral y apoyada.

#### 1.1.1. Objetivos

Los objetivos de la NAMA de Vivienda Nueva son:

- Penetración: Expandir la cobertura de viviendas con un alto desempeño energético y bajo consumo de agua, así como de estándares básicos de eficiencia energética en todo el mercado de vivienda existente en México
- Escalamiento: Incremento en la exigencia de los criterios de eficiencia energética a niveles más ambiciosos en vivienda existente.<sup>2</sup>

#### 1.1.2. Alcance

La NAMA se enfoca al mercado hipotecario mexicano, el cual financia la construcción de aproximadamente 600,000 nuevas viviendas al año. (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012). De estas viviendas aproximadamente el 50% son financiadas por INFONAVIT, institución que maneja el programa Hipoteca Verde (INFONAVIT Simulador Hipoteca Verde). La NAMA de Vivienda Nueva considera solamente la construcción y tecnologías para aplicarse en la vivienda nueva social.

#### 1.1.3. Estructura

La NVN se construye sobre programas nacionales ya existentes, como es el programa *Hipoteca Verde* de INFONAVIT y el programa *Esta es tu Casa* de CONAVI. Está conceptualizada bajo el enfoque de “desempeño global de la vivienda” que se basa en minimizar el consumo total de energía de la vivienda considerando esta como un sistema completo. Este enfoque de desempeño global representa un avance respecto a la mayoría de los programas de eficiencia energética en México para la vivienda, que se basan en la implementación de una tecnología, equipo o acción y no consideran las interacciones de los diferentes subsistemas, equipos y comportamiento de los habitantes.

---

<sup>2</sup> No es objetivo de la NVN mejorar la normativa, este objetivo se refiere a mejorar los estándares de la hipoteca verde

A través de la NAMA de vivienda nueva se ha conseguido establecer incentivos para la construcción de vivienda que alcance determinados estándares de consumo de energía. La NAMA establece tres estándares progresivos de consumo máximo de energía denominados EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max. Los estándares se desarrollaron en coordinación con el German Passive House Institute (PHI) para tres tipos de vivienda (aislada, adosada y vertical), de dos tamaños, en cuatro zonas bioclimáticas<sup>3</sup>. (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012) Esto implica 72 estándares diferentes.

Los incentivos pueden otorgarse a dos grupos: desarrolladores de vivienda y compradores de vivienda. Las condiciones y montos de los incentivos dependen del nivel de eficiencia de la vivienda desarrollada o adquirida.

El MRV de la NVN, se apoya en tres herramientas de información para su operación. Uno es el Registro Único de Vivienda (RUV)<sup>4</sup> para el registro de las características de la vivienda nueva. Por otro lado, para la simulación del desempeño global de la vivienda, se utiliza la conjunción de dos herramientas, el DEEVi<sup>5</sup> y el SAAVi<sup>6</sup>. Estas herramientas en conjunto constituyen el programa de simulación de desempeño de la vivienda SISEVIVE (Green Housing Evaluation System).

#### 1.1.4. Acciones consideradas

Las acciones consideradas para optimizar la eficiencia energética de las viviendas para alcanzar los estándares EcoCasa 1, EcoCasa 2 y EcoCasa Max, se desarrollaron considerando la implementación de acciones de eficiencia y de ahorro de agua apropiadas de acuerdo a las características de la vivienda y de su ubicación, pero sin cambiar fundamentalmente el diseño de ésta<sup>7</sup>. (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012)

Por ejemplo, la Eco Casa 1, incorpora todas las medidas del programa Hipoteca Verde, con posibilidad de ser incluidas de acuerdo a las características de la vivienda y de la zona bioclimática. (Ver Anexo 1).

Las medidas para incrementar la eficiencia y ahorro de agua se pueden agrupar en 4 grandes rubros:

- Sistemas eficientes de acondicionamiento de espacios y ventilación
- Instalación de equipos y sistemas de alta eficiencia
- Sistemas pasivos (Ej. instalación de aislamiento térmico, parasoles, ventanas, dobles, etc. )
- Otros (instalación de dispositivos ahorradores de agua)

#### 1.2. NAMA de Vivienda Existente preliminar

Al momento de realizar el presente estudio, el alcance, objetivos, estructura, acciones a realizar y características, entre otras, de la NVE, no estaban aún definidos. Sin embargo, basado en los ejes

---

<sup>3</sup> Cuando la NAMA se implemente a nivel nacional se utilizarán 7 zonas bio-climáticas.

<sup>4</sup> El RUV es un sistema de información nacional que permite el registro, verificación de calidad y de valuación de viviendas nuevas. (AHM, FOVISSSTE, INFONAVIT, SHF, 2010)

<sup>5</sup> DEEVi fue desarrollada por GIZ/GOPA-Integration en conjunto con el PHI.

<sup>6</sup> SAAVi fue desarrollada por Fundación Idea y GIZ/GOPA-Integration

<sup>7</sup> Para calcular los distintos estándares en el anexo técnico no se modificó el diseño de la vivienda, para pilotos e implementación si se considera modificar los diseños originales.

rectores mencionados en la introducción de este documento, y con el propósito de comprender las implicaciones y criterios generales relacionados con el diseño de un sistema MRV para esta NAMA, se presenta en esta sección una descripción preliminar de los aspectos y conceptos principales sobre los que se espera se diseñe la NVE.

La NVE se enfocará en la promoción de acciones de mejoramiento de viviendas existentes para pasar de su consumo de energía y agua actual (posiblemente un desempeño pobre y derrochador) a un desempeño eficiente. La promoción del mejoramiento de vivienda sustentable, en paralelo con la NAMA de Vivienda Nueva se fundamentará en el apoyo y fortalecimiento de los programas existentes de financiamiento al mejoramiento de la vivienda, basados en los ONAVI que otorgan créditos para viviendas existentes. Los incentivos financieros se otorgarán a viviendas que, a través de la implementación de mejoramientos y acciones de renovación, alcancen un determinado nivel de eficiencia en su consumo de recursos (agua y energía). La NAMA de Vivienda Existente estará enfocada en viviendas sociales existentes, que hayan sido financiadas por instituciones hipotecarias públicas, y que hayan sido construidas entre 1972 y el 2007. Este enfoque en la vivienda social existente se basa en la línea seguida por la NAMA de Vivienda Nueva y en que las viviendas sociales representaron un alto porcentaje de la vivienda existente total habitada; en 2010, aproximadamente el 35%<sup>8</sup>.

La NVE se fundamentará en el cálculo del desempeño actual de la vivienda existente, considerando el consumo energético y de agua. Con la información de la situación energética y del consumo de agua *ex ante*, es decir previa a la potencial acción de mejoramiento, asesores de vivienda propondrán acciones de mejoramiento que permitan disminuir el consumo de recursos y alcanzar altos niveles de eficiencia. (SEMARNAT, CONAVI, 2012)

#### 1.2.1. Objetivos

Los objetivos de la NVE serán similares a los de la NVN:

- Promover acciones de mejoramiento en la vivienda social existente para alcanzar un mejor desempeño energético y un menor consumo de agua
- Introducir estándares de eficiencia energética y de consumo de agua en los programas actuales de mejoramiento de la vivienda.

Sin embargo, las instituciones nacionales hipotecarias, como el INFONAVIT, financian un número mucho menor de acciones de mejoramiento de vivienda, comparado con el otorgamiento de créditos para vivienda nueva. Por ejemplo, entre 2007 y 2011, el INFONAVIT otorgó solamente 65 mil créditos al mejoramiento y 433 mil créditos para vivienda nueva. Esto implica que el número de acciones de mejoramiento fue solamente un 13% respecto al número de financiamientos para vivienda nueva y un 4% respecto a la inversión correspondiente. (MGM Innova, 2012) Esto implica que el número de acciones de mejoramiento a la vivienda formal es bajo. Debido a esto, para lograr una penetración relevante de las acciones promovidas por la NAMA de Vivienda Existente se tendría que agregar un tercer objetivo:

---

<sup>8</sup> 28,614,991 viviendas habitadas en 2010. 10,050, 301 viviendas sociales estimadas a 2012. (Cruz Martínez, 2012)

- Expandir la penetración y el acceso a productos financieros para el mejoramiento de la vivienda<sup>9</sup>

Así mismo, debido a que la NVE considera como parte relevante para su funcionamiento la participación de un gran número de asesores de vivienda, se sugiere la inclusión de un cuarto objetivo:

- Capacitar a asesores de vivienda que realicen diagnósticos y recomienden acciones de eficiencia, e incluso implementen las acciones recomendadas

### 1.2.2. Alcance

Se plantea para la NVE un alcance paralelo al de la NVN, basándose en el mercado hipotecario mexicano y enfocado en viviendas sociales existentes.

### 1.2.3. Estructura

En la presentación del concepto preliminar de la NVE en la COP 18, se propuso utilizar, al igual que en la NVN, el concepto de “Desempeño global de la vivienda” (*Whole-house approach*). (SEMARNAT, CONAVI, 2012)

En esta misma presentación, se considera la utilización de un sistema de certificación o etiquetado de las viviendas existentes en categorías de la A a la G, de acuerdo a su nivel de eficiencia energética y de consumo agua. Los estándares o categorías se definirán de acuerdo a las características de las viviendas y su ubicación geográfica, utilizando un modelo de cálculo, que pudiera estar basado en el sistema SISEVIVE, así como en los asesores de vivienda en su carácter de promotores de este sistema de certificación. Se plantea entonces que el dueño de la vivienda utilice este certificado o etiqueta para solicitar un financiamiento a las distintas instituciones hipotecarias que le permita acceder a un crédito o subsidio para aplicar las medidas de eficiencia recomendadas por el asesor. (SEMARNAT, CONAVI, 2012) Esta etiqueta o certificado es previo a las intervenciones y servirá para demostrar la necesidad y conseguir el crédito. La Figura 4 ilustra de forma general la estructura de implementación de la NVE.

Figura 4 Estructura de implementación de la NAMA de Vivienda Existente



<sup>9</sup> Con base en las metas de INFONAVIT y CONAVI para 2013, se espera que a diferencia de años pasados, este año se espera que se de mayor prioridad a la renovación de vivienda. Esta expectativa se basa también en los lineamientos de política de vivienda nacional expresados en <http://www.presidencia.gob.mx/articulos-prensa/politica-nacional-de-vivienda/>

La selección de un enfoque de desempeño global frente a uno basado en tecnologías, así como la definición de la metodología para estimar, medir y pronosticar el consumo de energético y de agua de las viviendas, son elementos del diseño que tienen importantes implicaciones en el sistema de Medición/ Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). Por esta razón se discutirán y analizarán a mayor profundidad en secciones posteriores de este estudio.

#### 1.2.4. Acciones consideradas

Se espera que las acciones a implementar para lograr la optimización energética y del consumo de agua de las viviendas existentes, sean similares a las de la NVN. Sin embargo, ciertas medidas como por ejemplo la orientación de las ventanas respecto al sol, no son posibles para edificios existentes. Asimismo, es importante considerar que las mismas medidas de eficiencia (por ejemplo aislamiento térmico de muros) suelen ser más costosas y/u ofrecen menor ahorro energético para edificios existentes. Por la naturaleza de la vivienda existente, en muchos casos se debe considerar el reemplazo y destrucción de equipos o sistemas ineficientes.

#### 1.3. Similitudes y diferencias relevantes: implicaciones para la implementación y el sistema MRV

Las similitudes y paralelismo entre la NVN y la NVE son múltiples y substanciales; ambas se enfocan en el sector de la vivienda social construyéndose a partir del sistema hipotecario nacional. Esto permite aprovechar las sinergias y optimizar el uso de recursos para su implementación y posterior sistema MRV. Sin embargo, existen también diferencias inherentes al mercado y al proceso de construcción de vivienda nueva, versus el mercado y proceso constructivo de mejoramientos físicos a la vivienda existente. Esto implica, para la NVE, la necesidad de diseñarla para que se aplique de manera paralela a la NVN, pero con las modificaciones necesarias.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las principales diferencias entre la NAMA de Vivienda Nueva (NVN) y la NAMA de Vivienda Existente (NVE).

Tabla 1 Resumen de diferencias relevantes

Diferencia clave	Descripción	Implicaciones para la Implementación	Implicaciones para el sistema MRV
<b>Esquema de implementación</b>	La NVN se enfoca en desarrollos de vivienda social que se construyen de forma masiva. Por el contrario la NVE se enfoca en mejoramientos de vivienda social, los cuales no se pueden realizar de forma masiva pues se ubican en predios específicos y dependen de la demanda del habitante de la vivienda.	Bajo este esquema de implementación tipo “minorista”, la posibilidad de réplica y por tanto de alcanzar economías de escala es baja.	La posible dispersión de las acciones implica un reto grande para la compilación de información. Esto significa que el costo del MRV se pudiera incrementar.
<b>Penetración de los mecanismos financieros existentes sobre los que se construye la NAMA</b>	La NVN se construye sobre los programas de créditos hipotecarios de ONAVIS, particularmente de INFONAVIT. Basado en la preliminar NVE presentada, se prevé que ésta se construirá también sobre créditos hipotecarios para el mejoramiento físico.	Para lograr una alta penetración de la NVE se requerirá incentivar la demanda de mejoramientos, así como estimular la oferta de servicios de alta calidad para mejoramiento de la vivienda. De manera simultánea a estos esfuerzos, se necesitaría, por parte de las instituciones hipotecarias, dar una mayor promoción a los productos hipotecarios y créditos al mejoramiento para fomentar la penetración.	Dado que el volumen de acciones que se pudieran realizar es, en principio, baja (considerando la actual penetración de los productos hipotecarios para mejoramiento) es posible encontrar dificultades para obtener una muestra de datos representativa. Al diseñar el sistema MRV para la NVE se debe considerar esta condición.

Diferencia clave	Descripción	Implicaciones para la Implementación	Implicaciones para el sistema MRV
<b>Participantes involucrados</b>	En el caso de la NVN, los participantes son los compradores de vivienda y los desarrolladores. Sin embargo en el caso de la NVE los participantes serán los dueños de vivienda, asesores de vivienda y posiblemente un tercer grupo de participantes que serían los implementadores de mejoramiento o contratistas (en el caso de que el mismo asesor de energía no provea de un servicio de asesoría e implementación integrados)	El nivel de profesionalización y estandarización de los procesos constructivos de los contratistas, que se esperaría que implementarán las acciones de mejoramiento de vivienda, es posible que sea más bajo que el de los desarrolladores de vivienda social masivos. Esto representa un reto importante para la implementación de las acciones de la NVE	La falta de estandarización, documentación y supervisión del cumplimiento de la normatividad en los procesos constructivos de mejoramiento físico, representa un reto para el reporte de las acciones de la NAMA. Se requerirá realizar un esfuerzo adicional para incorporar estas prácticas dentro de los procesos constructivos de mejoramiento que permitan generar los reportes necesarios para garantizar un cierto nivel de trazabilidad.

Diferencia clave	Descripción	Implicaciones para la Implementación	Implicaciones para el sistema MRV
<p><b>Acciones de eficiencia energética a implementar</b></p>	<p>La NVN considera la construcción de vivienda social nueva que incluya la instalación de aislamiento térmico, sistemas eficientes de acondicionamiento de espacio y ventilación, instalación de equipos y sistemas de alta eficiencia, entre otros. Por su parte la NVE considera la adición de este tipo de acciones, donde no existían así como también el reemplazo de sistemas y equipos ineficientes pre-existentes en la vivienda.</p> <p>El reemplazo implica la necesidad de considerar equipos nuevos que tengan una capacidad similar o menor.</p>	<p>El reemplazo de sistemas y equipos ineficientes pre-existentes implica la necesidad de manejar y destruir estos equipos para evitar su uso de segunda mano. El garantizar la destrucción de los equipos y sistemas pre-existentes es indispensable para garantizar los beneficios de las medidas de reemplazo, al mismo tiempo que permite una mejor administración de los desechos generados.</p> <p>Será necesaria la consideración de la capacidad de los equipos a reemplazar para evitar que se instalen equipos de mucha mayor capacidad, que provoquen que el ahorro neto en consumo de energía sea vea disminuido</p>	<p>El sistema MRV debe incluir métricas y metodologías que permitan registrar y comprobar la destrucción y buen manejo de los equipos y sistemas ineficientes reemplazados. Es posible que el sistema MRV deba incluir métricas que permitan identificar la capacidad línea base, y la capacidad nueva instalada.</p>

Diferencia clave	Descripción	Implicaciones para la Implementación	Implicaciones para el sistema MRV
<b>Estimación del consumo energético y de agua línea base</b>	Para la NVN, la línea base de consumo energético y de agua se construye tomando en consideración el consumo de viviendas aisladas, adosadas y verticales no cubiertas por la NAMA y con una antigüedad no mayor a 3-5 años. Para la NVE la variabilidad en la edad de las viviendas será mayor. (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012). Al mismo tiempo, las características de las viviendas aisladas, adosadas y verticales no serán tan rígidas pues en muchos casos, a lo largo del tiempo, las viviendas han sufrido adiciones y modificaciones.	NA	El diseño del sistema MRV deberá incluir una metodología que permita la consideración de un mayor número de variables.

## Análisis de sistemas MRV existentes relacionados con construcción o vivienda

En esta sección se presentan, de forma general, los componentes más importantes para el diseño de un sistema MRV para una NAMA. Posteriormente se analizan varios sistemas MRV de mecanismos de reducción de emisiones relacionados con el sector de la construcción y de la vivienda, dando especial atención al sistema MRV de la NAMA de Vivienda Nueva. Esta sección se desarrolla con el objetivo de identificar recursos y alternativas de diseño que pudieran ser integrados en el diseño de un sistema MRV para la NAMA de Vivienda Existente.

### 2.1. Sistemas MRV, consideraciones generales

Uno de los principales retos para la implementación de NAMA es la necesidad de contar con sistemas de medición, monitoreo, reporte y verificación (MRV) que sean consistentes, transparentes, comparables, completos y precisos (UNEP Riso, UNDP, DNV, 2011). Los sistemas MRV son indispensables para medir la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de las medidas implementadas.

Para el desarrollo de nuevos sistemas MRV para NAMA es posible construir sobre prácticas de medición, reporte y verificación existentes como son los del MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) y otros mecanismos existentes. El consenso general concuerda con que los sistemas MRV para NAMA, deben ser más simples y flexibles que las metodologías utilizadas para la generación de créditos de reducción de emisiones (como los MRV de los MDL). (GIZ, 2012) Se recomienda que los procesos MRV sean prácticos y no una carga o barrera para la implementación. (GIZ, 2012)

El diseño de un sistema MRV para una NAMA debe considerar lo siguiente (GIZ, 2012):

- La exigencia y precisión del sistema MRV dependerá de si la NAMA es unilateral, apoyada o acreditable.
  - En una NAMA unilateral se puede maximizar la flexibilidad
  - En una NAMA apoyada, los requerimientos del sistema MRV dependerán tanto de los requerimientos de los donadores, como de la CMNUCC.
  - En la NAMA acreditable, el sistema MRV se tendría que apegar al mecanismo de mercado que se esté utilizando
- Para el diseño de sistemas MRV para NAMA apoyadas y acreditables se pueden utilizar como base las metodologías propuestas en el MDL. Sin embargo, estas metodologías deben ser adaptadas a las necesidades específicas de la NAMA, a través de estandarización de líneas base, utilización de estándares de referencia, programas de muestreo prácticos, revisión y, en su caso, ajuste a los criterios de adicionalidad, entre otros.
- Adicionalmente, la incorporación de acciones indirectas, permitidas por las NAMA y no aceptadas en mecanismos de mercado de carbono (MDL, mercados voluntarios, etc.), como son: acciones legislativas, regulatorias o normativas; fortalecimiento de capacidades o institucional;

entre otras, implica la necesidad de incorporar métricas que permitan medir la influencia indirecta de estas medidas en la mitigación de GEI.

El diseño de un sistema MRV incluye dos componentes: el esquema y el componente operacional.

El esquema de un sistema MRV debe considerar la definición del alcance, objetivos, autoridades e instituciones involucradas, fronteras e incentivos para poder medir, monitorear, reportar y verificar las acciones promovidas por la NAMA y su impacto. (UNEP Riso, UNDP, DNV, 2011)

En cuanto al componente operativo, existen dos tipos de sistemas MRV: el reporte directo de emisiones y el reporte indirecto de emisiones. El reporte directo de emisiones implica la instalación de sistemas de medición que reportan directamente a un sistema dedicado de datos. En contraste, el reporte indirecto de emisiones se basa en el registro de datos y cálculo de emisiones que posteriormente se verifica, previamente a la publicación o liberación del reporte final. El MDL es un ejemplo de mecanismos basados en reporte indirecto. (UNEP Riso, UNDP, DNV, 2011). El reporte indirecto permite una mayor flexibilidad al implementarse, un ejemplo de este tipo de reporte es el Sistema SIAT-PECC que utiliza la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático para el seguimiento de los avances de la meta de mitigación del Programa Especial de Cambio Climático<sup>10</sup>.

El sistema MRV de una NAMA debe permitir la medición no solamente del progreso en reducción de emisiones, sino también de los avances en cuanto a desarrollo sustentable relacionados con la NAMA, métricas financieras, nivel de implementación de la inversión o donación y el avance respecto a compromisos u objetivos planteados. (CCAP, 2012)

Para poder diseñar un sistema efectivo de medición, reporte y verificación, se debe buscar que éste sea práctico y alcanzable. Las métricas a incluir en el sistema MRV se pueden agrupar en tres grandes categorías: financieras, de proceso y técnicas. (UNEP Riso, UNDP, DNV, 2011) La Tabla 2 presenta una síntesis de lo que estas categorías representan.

**Tabla 2 Categorización de métricas. Síntesis y análisis de MGM Innova con información de (CCAP, 2012) y (UNEP Riso, UNDP, DNV, 2011)**

Métricas	Descripción
<b>Financieras</b>	<p>Permiten la medición de los flujos de donaciones, asignación de presupuesto local, ingresos por compra de créditos de carbono, así como de la inversión total para la implementación de las acciones cubiertas por la NAMA. En combinación con métricas técnicas y de proceso, permiten la evaluación del costo-efectividad de la NAMA.</p> <p>Adicionalmente, estas métricas deberían incluir los beneficios y co-beneficios económicos derivados de la implementación de la NAMA</p>

<sup>10</sup> El Sistema SIAT-PECC es una plataforma informática en línea que permite a las distintas dependencia que tienen metas de mitigación en el PECC, reportar los datos con los cuales, a través de las metodologías programadas en el Sistema, se calcula la mitigación alcanzada, y se generan reportes preestablecidos o de acuerdo a las necesidades de los usuarios del Sistema.

<b>De proceso</b>	Incluyen métricas de cumplimiento y progreso respecto a objetivos planteados, métricas cualitativas de calidad de los procesos y de las acciones, métricas de contribución al desarrollo sustentable, métricas de beneficios indirectos como beneficios a la salud, a la economía, así como métricas desarrollo de capacidades, entre otros.
<b>Técnicas</b>	Miden directamente la mitigación de emisiones o permiten el cálculo indirecto de la reducción de emisiones. Ejemplos de estas métricas son el número de acciones realizadas, el ahorro de energía, entre otras.

## 2.2. Análisis de sistemas MRV existentes relacionados con construcción y vivienda

Como se mencionó anteriormente, una de las estrategias propuestas para el diseño de sistemas MRV es construir sobre sistemas MRV existentes como son los del MDL. Siguiendo esta línea, se analizaron los sistemas MRV de las metodologías que a continuación se presentan con el objetivo de identificar alternativas, propuestas o enfoques ya existentes que permitan atender los retos e implicaciones del sistema MRV de la NVE que se derivan de las diferencias identificadas respecto a la NVN.

**Tabla 3 Metodologías relacionadas con la construcción y la vivienda analizadas.**

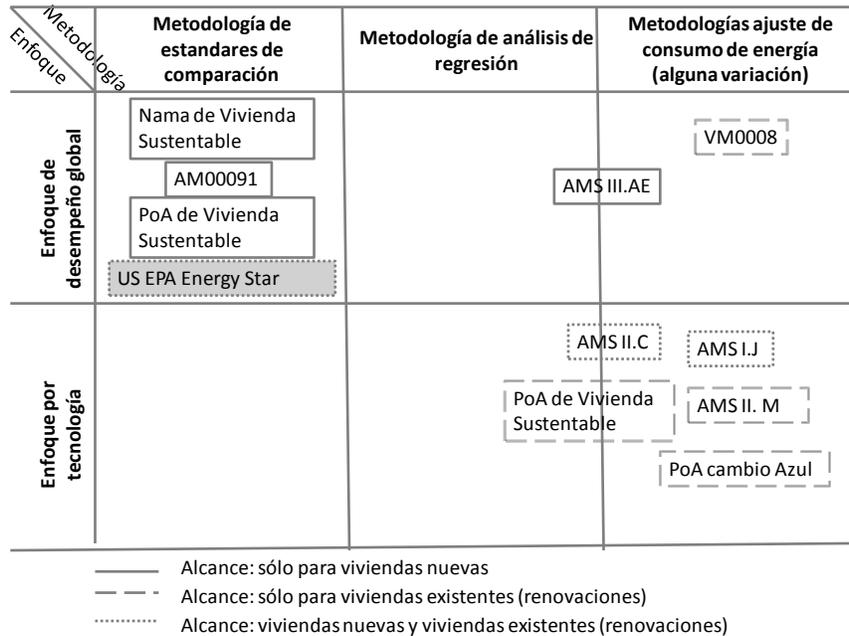
<b>Tipo de mecanismo o metodología</b>	<b>Metodología u otra normativa</b>
<b>NAMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NAMA de Vivienda Nueva en México</li> </ul>
<b>MDL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodología AMS III AE. Medidas de eficiencia energética y energía renovable en edificios residenciales nuevos</li> <li>• Metodología AM 00091. Medidas de eficiencia energética y cambio de combustibles en edificios nuevos</li> <li>• Metodología AMS II C. Eficiencia energética en remodelaciones y edificios nuevos</li> <li>• Metodología AMS I J. Calentadores de agua residenciales y calentamiento solar de agua para la producción de agua caliente</li> <li>• Metodología AMS II M. Instalación directa de sistemas de bajo flujo de agua caliente en edificios residenciales</li> </ul>
<b>PoA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PoA/MDL de Vivienda Sustentable de CONAVI (<i>Mexican Housing Commission Sustainable Housing</i>)</li> <li>• PoA/MDL Cambio Azul (<i>Mexico Water, Energy, &amp; Emissions Efficiency Residential Program</i>)</li> </ul>
<b>Otros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VCS VM0008. Climatización de casas aisladas o multifamiliares</li> <li>• UNEP: Métricas comunes de carbono para medir y reportar el uso de energía y las emisiones de GEI de la operación de edificios (UNEP SBICI)</li> <li>• US EPA: Programa Energy Star de Mejoramiento de Vivienda (US EPA)</li> </ul>

En el Anexo 2, se presenta una síntesis de las características principales de cada una de estas metodologías y de los sistemas MRV incluidos en éstas.

Se encontró que las diferentes metodologías o sistemas se pueden agrupar de acuerdo a su enfoque en metodologías con enfoque de desempeño global, y en metodologías basadas en tecnologías (*technology based*). El enfoque de desempeño global se basa en una medición y análisis del desempeño de la totalidad de la vivienda. Por su parte, el enfoque por tecnología, como su nombre lo indica se basa en la medición del desempeño de una medida o tecnología específica. Al mismo tiempo, se pueden clasificar de acuerdo al tipo de procedimiento para el cálculo de reducciones en metodologías que utilizan análisis por regresión, metodologías basadas en análisis por estándares de comparación o metodologías que utilizan alguna variación del concepto de ajuste de consumo de energía. Las metodologías que utilizan análisis por regresión se basan en un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente, en este caso el consumo de energía, contra variables independientes como son la participación o no participación en el programa, la temperatura y otras características importantes como son la ocupación. Los coeficientes o parámetros resultantes de la regresión determinan el nivel de influencia de las distintas variables independientes. El parámetro asociado a la participación o no participación en el programa define el ahorro de energía medio, a partir del cual se calcula la reducción de emisiones. El desempeño de las viviendas línea base puede ser medido o modelado utilizando un sistema de simulación. El método de estándares de comparación se basa en la utilización de estándares de desempeño para un grupo definido de viviendas que comparten ciertas características específicas. Estos estándares de desempeño se utilizan para la definición de las emisiones línea base, y en algunos casos de las emisiones de las viviendas proyecto. Esto disminuye el tamaño de las muestras de viviendas que requieren de medición detallada y frecuente. El procedimiento de cálculo por ajuste de consumo se basa en la medición del desempeño de la vivienda previo a la implementación del proyecto (ex – ante). Este desempeño posteriormente se ajusta considerando los cambios en las variables que influyen en el consumo, como es la temperatura. El cálculo de emisiones se realiza utilizando una línea base ajustada y los valores de consumo ex - post.

La Figura 5 muestra cómo se agrupan las distintas metodologías de acuerdo a su enfoque y al procedimiento de cálculo de reducciones:

Figura 5 Análisis de distintas metodologías y otras normativas



De acuerdo a la información del Anexo 2 y considerando las diferencias identificadas en la Tabla 1 se presenta en la Tabla 4 la relevancia de cada metodología analizada como insumo o elemento para el diseño del sistema MRV de la NVE.

Tabla 4 Aportaciones principales de las metodologías estudiadas para el futuro diseño del sistema MRV de la NVE

Metodología	Aportación principal para el diseño del MRV de la NVE
NAMA de Vivienda Nueva	Arquitectura institucional, herramientas de simulación, enfoque y estructura general para el diseño de la NAMA
AMS III. AE Medidas de eficiencia energética y energías renovables en edificios residenciales nuevos	Opción de cálculo de ahorros utilizando una línea base simulada, sin necesidad de creación de estándares de comparación.
AM 00091 Medidas de eficiencia energética y cambio de combustibles en edificios nuevos	Línea base establecida con base en estándar de comparación.
AMS II.C Actividades de eficiencia energética por manejo de la demanda a través de tecnologías específicas	Restricción en cuanto a la relación de la capacidad del equipo instalado y la del reemplazado. Consideraciones de vida útil restante del equipo reemplazado.
AMS I.J Sistemas de calentamiento solar de agua	Verificación <i>ex-post</i> del porcentaje de sistemas en operación tomando muestras representativas. Opción de cálculo de ahorros utilizando línea base y emisiones de proyecto simulados.

AMS. II M Actividades de eficiencia energética por manejo de la demanda a través de la instalación de dispositivos ahorradores de bajo flujo de agua caliente	Consideraciones de ahorro de energía derivado de ahorro en el consumo de agua caliente.
PoA/MDL de Vivienda Sustentable	Las opciones de acciones para vivienda existente son mucho más limitadas que para vivienda nueva (excluye aislamiento térmico, fotovoltaico, eólico, diseño bioclimático). Enfoque de desempeño global para vivienda nueva y enfoque de tecnología para vivienda existente.
PoA/MDL Cambio Azul	El mismo caso que la AMS.II M
VM0008 Climatización de casas aisladas o multifamiliares	Única metodología para renovación de viviendas con un enfoque de desempeño global. Única metodología que permite flexibilidad de enfoque dependiendo de la profundidad de la renovación. Utiliza el consumo de energía de la misma vivienda antes y después de la conversión, ajustado por diferencias en la temperatura entre los dos períodos.
UNEP Métricas comunes de carbón para medir y reportar el uso de energía y las emisiones de GEI de la operación de edificios	Es un instrumento universal que permite la medición de las emisiones de un edificio, pero no aplica para medición de mitigación.
US EPA Energy Star Programa de Mejoramiento de Vivienda	Sistema de clasificación de viviendas existentes de acuerdo a su consumo energético anual, área total y ubicación geográfica. No es un sistema MRV, pero sí un sistema de clasificación que permite la comparación del desempeño energético de viviendas existentes con un enfoque de desempeño global.

## Recomendaciones para el diseño del sistema MRV de la NAMA de Vivienda Existente

### 3.1. Discusión y estrategia recomendada

Considerando la definición de la NVE preliminar, sus principales diferencias respecto a la NVN, la información colectada respecto a distintos sistemas MRV relacionados con vivienda, así como el análisis de éstos, en esta sección se discuten los principales elementos del sistema MRV de la NVE y las recomendaciones para su diseño.

Uno de los retos para el diseño del sistema MRV para la NVE, es que en el marco del CMNUCC no existe una metodología MDL con enfoque de desempeño global de eficiencia energética para viviendas existentes. Las únicas metodologías MDL<sup>11</sup> existentes relacionadas con eficiencia energética para mejoramientos de viviendas existentes, tienen el enfoque por tecnología, donde se estiman los ahorros de los equipos o sistemas instalados pero no de la vivienda como un sistema.

#### 3.1.1. Discusión sobre el enfoque

Para la NVE se recomienda el enfoque de desempeño global de la vivienda y no el enfoque basado en tecnología. Ésto es lo más adecuado debido a la diversidad de acciones de mejoramiento que se incluirán bajo este mecanismo, por ejemplo: sustitución de equipos electrodomésticos, confort térmico de la vivienda, aprovechamiento de otras fuentes de energía como es la solar y acciones para el ahorro de agua. Por tal motivo, el enfoque por tecnología resulta insuficiente y poco práctico. Las ventajas que presenta el enfoque de desempeño global son:

- Permite considerar y medir el resultado neto de las interacciones de diferentes subsistemas de la vivienda.
- Permite la simplificación del MRV
- Permite la inclusión de medidas de desempeño térmico, mientras que en el caso del enfoque por tecnología resulta prácticamente imposible evaluar el impacto de la implementación de acciones como el aislamiento térmico que tienen un impacto sistemático e integral en la vivienda.
- Es consistente con el MRV de la NAMA de Vivienda Nueva

---

<sup>11</sup> Por ejemplo,

AMS-II.C considera la adopción de equipos eficientes en cuanto a lámparas, balastos, refrigeradores, motores, ventiladores, aire acondicionadores, bombas, etc.

AMS-II.M considera medidas de eficiencia energética asociadas a las instalaciones de dispositivos de ahorro de agua caliente.

Según el análisis de la Tabla 4, la metodología VM0008 “Climatización de casas aisladas o multifamiliares”, del *Voluntary Carbon Standard* es la más cercana a cubrir estas necesidades. Se propone entonces considerar esta metodología como una base práctica sobre la cual construir el MRV de la NVE.

### 3.1.2. Discusión de metodología de cálculo de reducción de emisiones

Se identificaron tres opciones distintas de metodología en la bibliografía: estándares de comparación, análisis por regresión y alguna variación de ajuste de consumo. Aunque la NAMA de Vivienda Nueva está basada en la metodología de estándares de comparación, para el caso de la NAMA de Vivienda Existente se observa que la metodología por estándares de comparación puede resultar impráctica.

Esta dificultad proviene de la alta variabilidad tanto en las características de las viviendas línea base, como de las posibles acciones de mejoramiento. Esta alta variabilidad dificulta la identificación de una línea base homogénea y por lo tanto la definición de estándares y la replicación de los conjuntos de acciones de mejoramiento. Para poder implementar una metodología de estándares de comparación o *benchmarks* para la NVE, se requeriría definir un número de *parámetros* considerablemente mayor que los planteado para la NAMA de Vivienda Nueva. Por ejemplo, para el caso de la vivienda nueva, el tamaño de las viviendas es bastante homogéneo, entre 50 y 70 m<sup>2</sup>, mientras que las viviendas existentes presentan una mayor variabilidad de dimensiones. Otro ejemplo es la antigüedad de las viviendas, mientras que para el caso de la vivienda nueva la antigüedad tanto de la vivienda proyecto como de la línea base es de entre 0 y 5 años, en el caso de las viviendas existentes es de entre 0 y más de 40 años. Así mismo, existen otras fuentes de variación, como es el tipo de construcción, materiales, diseño, modificaciones posteriores, entre otros. La Figura 6 y Figura 7 ilustran el impacto de esta variabilidad mayor de características si se considerara la metodología de estándares de comparación para la NVE.

Figura 6 Categorías y número de benchmarks o estándares de comparación de la NVN

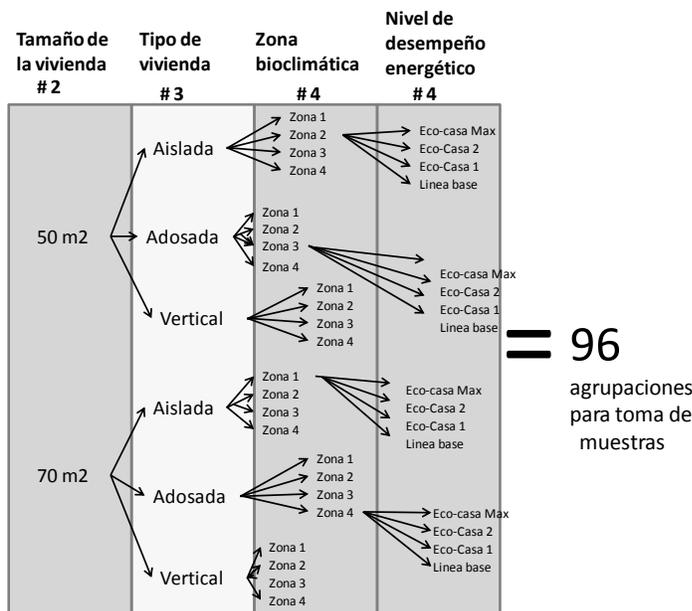
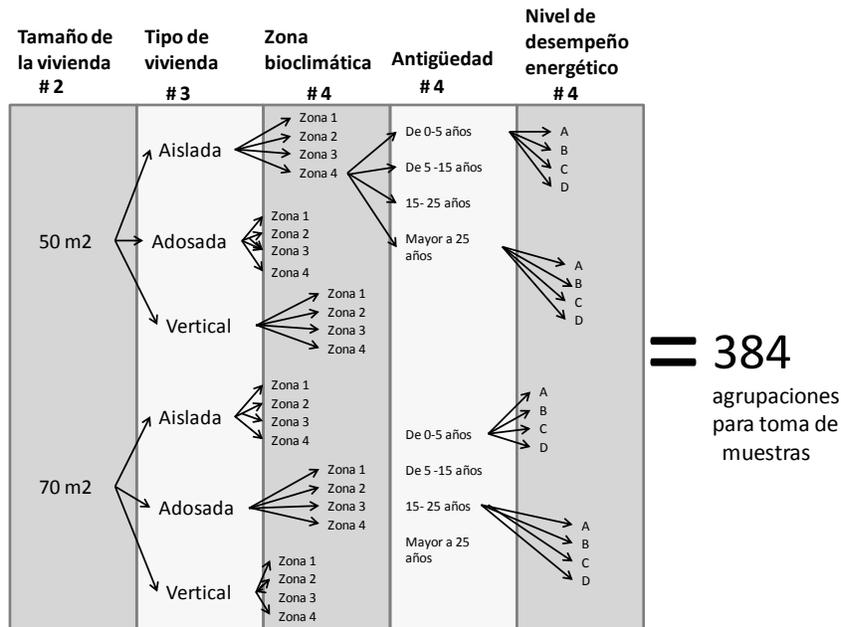


Figura 7 Posibles categorías y número de benchmarks o estándares de comparación de la NVE



Como se observa en la Figura 7, al considerar una variable adicional para la desagregación de la población, como por ejemplo la antigüedad de la vivienda, el número de categorías para la definición de estándares de comparación se incrementa a 384. La toma de muestras representativas para este número tan alto puede resultar altamente costoso. Al mismo tiempo, es posible que debido a que existen otras fuentes de variación, se pudiera requerir una desagregación todavía mayor, lo que continuaría incrementando el número de categorías y por consiguiente aumentando el esfuerzo necesario para el monitoreo y medición.

Las limitaciones de la metodología de estándares de comparación, al ser aplicada bajo el esquema de la NVE, obligan a proponer una metodología de cálculo alternativa. Dado que esta NAMA se basa en diagnóstico de las viviendas caso por caso, es posible obtener datos reales del consumo de energía y agua de la vivienda *ex - ante* (previo a la implementación del mejoramiento). Esto hace posible la aplicación de una metodología de ajuste de consumo, similar a la utilizada en la metodología VM0008. Esta alternativa metodológica eliminaría la necesidad de definir benchmarks y por lo tanto requeriría un nivel menor de desagregación lo que implica una simplificación al sistema MRV.<sup>12</sup>

### 3.1.3. Discusión sobre software de simulación y herramienta de registro

Como se mencionó en la sección introductoria, el contar con un sistema que permita la simulación de resultados como el SISEVIVE representa un componente importante de la NVN. Para este objetivo, el

<sup>12</sup> Para comprender mejor la situación de la vivienda existente, se está comenzando con un estudio de campo para muestrear 144 variables de viviendas para definir una línea base y poder calcular el potencial de mitigación de la NVE.

SISEVIVE es una herramienta que fue creada para que los desarrolladores pudieran conocer el desempeño energético y de consumo de agua de las viviendas a construir.

El SISEVIVE cuenta con dos herramientas de cálculo: DEEVI (Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda) y el SAAVI (Simulación de Ahorro del Agua en la Vivienda). Las herramientas de cálculo (plataforma Excel) desarrolladas fueron diseñadas entendiendo los vínculos y reglas que rigen el mercado de la vivienda en México, cumpliendo además con la expectativa que su metodología de cálculo es robusta y validada por las instituciones mexicanas que, directa o indirectamente, se relacionan con el sector de la vivienda<sup>13</sup>

Asimismo, el DEEVI permite definir, previo a la construcción, el nivel de cumplimiento con la NOM-020-ENER-2011<sup>14</sup>, el desempeño energético que tendrá y las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado. Al mismo tiempo, la herramienta está construida para que las características de la vivienda diseñada puedan ser registradas fácilmente en el RUV.

El SISEVIVE tiene un componente importante de desempeño energético de la vivienda y es una simplificación del software PHPP desarrollado por el Passive House Institute en Alemania. El DEEVI permite al desarrollador, simular distintas geometrías, orientaciones, materiales y sistemas constructivos así como tecnologías de eficiencia energética, tanto pasivas como activas, para poder alcanzar un nivel deseado de desempeño energético.

Complementariamente, el SISEVIVE otorga un etiquetado de la vivienda de acuerdo con su desempeño global (confort térmico, consumo energético primario<sup>15</sup> y consumo de agua). El etiquetado de la vivienda se da de acuerdo a estos tres parámetros, los cuales se ponderan, y este valor ponderado posteriormente se normaliza con respecto a la tipología de la vivienda y la zona bioclimática en la que se ubica.

Es importante señalar que actualmente, el SISEVIVE se encuentra en proceso de implementación para la calificación de vivienda nueva. Al mismo tiempo, el SISEVIVE, no ha sido utilizado todavía como parte del sistema de monitoreo y verificación de reducción de emisiones. Sin embargo, en la etapa de implementación a gran escala de la NVN se prevé que el sistema SISEVIVE sea utilizado como herramienta central en el apoyo del cálculo de la línea base y de las emisiones de las viviendas proyecto, eliminando así la necesidad de un monitoreo intensivo.

Está previsto, como parte de expansión y consolidación del SISEVIVE, evaluar también a la vivienda existente. Derivado de la necesidad de ampliación del programa crediticio “Renueva tu Hogar” del INFONAVIT, se tiene la necesidad de que el sistema de evaluación sirva de igual manera para las líneas

---

<sup>13</sup> Modelo del Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde SISEVIVE-Ecocasa, INFONAVIT/ GIZ/ GOPA-INTEGRATION, 2013.

<sup>14</sup> NOM-020-ENER-2011 es la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética en Edificaciones –Envolvente en Edificios para Uso Habitacional

<sup>15</sup> La energía primaria se refiere al consumo de energía derivado de todos los usos finales de energía, es decir tanto para acondicionamiento térmico, como para usos auxiliares como electrodomésticos, iluminación y calentamiento de agua.

de crédito de “Hipoteca Verde” y “Renueva tu Hogar”. Para ello, es necesario hacer una revisión del proceso del SISEVIVE a este respecto y de las herramientas que lo componen el DEEVi y SAAVi.

El DEEVi se pudiera utilizar también para la simulación y para el monitoreo y el cálculo de reducción de emisiones de la NVE. Sin embargo, también es posible utilizar otras herramientas o tipos de software que acuerde CONAVI. Aunque en este estudio no se prescribe la utilización del SISEVIVE como parte necesaria para el MRV de la NVE, sí se plantea la necesidad de contar con una herramienta de simulación y de cálculo de reducción de emisiones similar a éste. La inclusión del SISEVIVE, o de una herramienta similar al DEEVi, en el sistema MRV de la NVE permite que el asesor de vivienda pueda realizar simulaciones de las distintas alternativas de mejoramiento y en base a esto hacer las mejores recomendaciones. La eventual utilización de un sistema de simulación, como parte del sistema MRV de reducción de emisiones, podría permitir la eliminación de la necesidad de un sistema de monitoreo y reporte intensivo.

La selección del software o sistema de simulación, monitoreo, reporte y verificación de reducción de emisiones, excede el alcance del presente informe y es competencia de CONAVI aprobar y dar a conocer las diferentes opciones de sistemas de simulación. Sin embargo, dado que, como parte de los ejes rectores para la definición de la NVE se busca un paralelismo del sistema MRV de la NVE con el de la NVN, se presenta a continuación una discusión sobre las oportunidades y barreras de la utilización del SISEVIVE en la NVE.

La utilización del SISEVIVE en la NVE permitiría aprovechar sinergias con el sistema MRV de la NVN y por lo tanto simplificar o unificar los procesos de MRV de ambas NAMA. Por ejemplo sería posible utilizar recursos compartidos entre la NVN y la NVE para capacitación en la utilización, administración y mantenimiento de una misma herramienta o una herramienta con estructura similar. La utilización de una herramienta compartida entre la NVN y la NVE permitiría cierta consistencia en los formatos de entrada y salida lo cual podría reducir la cantidad de personal necesario para su administración. La utilización de una misma herramienta podría facilitar la comunicación y comparación entre los resultados de una y otra NAMA. Esto tendría varias implicaciones positivas, una de ellas es el potencial de reducción de costos. Sin embargo, existen también retos importantes a superar para poder utilizar inicialmente el SISEVIVE en la NVE. El primero es que la herramienta DEEVi está diseñada, en un principio, para vivienda nueva, por lo que se hicieron una serie de simplificaciones en su operación, que no aplican para el caso de vivienda existente. Un ejemplo de esto, es que el tipo y eficiencia de los equipos electrodomésticos utilizado en la modelación DEEVi son estándares fijos basados en el cumplimiento de la normatividad vigente y no permite el modelado de los equipos reales que se encuentran en la vivienda existente. Otro elemento que dificulta la utilización del SISEVIVE para el caso de vivienda existente es el hecho de que requiere información de los materiales constructivos. Esta información muchas veces no se puede obtener directamente o sin hacer alguna prueba invasiva de la estructura.

Para poder utilizar el SISEVIVE como elemento central del MRV de la NVE, sería necesario adaptarlo a las necesidades para la simulación de viviendas existentes y sus escenarios de mejoramiento. Algunas de las adaptaciones y modificaciones necesarias se muestran a continuación:

- Modificación para permitir flexibilidad en la modelación del consumo de electrodomésticos línea base y proyecto
- Simplificación de la plataforma en cuanto a la entrada de datos de detalle de materiales constructivos. Esto se pudiera lograr incluyendo una función dentro del SISEVIVE que permita la caracterización de los sistemas constructivos con base en la información de la época de construcción.
- Modificaciones para poder agregar datos reales de consumo *ex-ante* y *ex-post* para calibraciones periódicas
- Agregar la modalidad de ajuste de consumo de la línea base reportada

Se prevé que como resultado de las experiencias y lecciones aprendidas durante los proyectos piloto se identificarán algunas otras modificaciones necesarias.

La versión modificada del SISEVIVE para la vivienda existente se denominará temporalmente y para fines de este documento: SISEVIVE+. En la definición de la estrategia para el MRV de la NVE presentada a continuación, se propone el SISEVIVE+ como la herramienta de simulación por estar alineado con el sistema MRV propuesto para la NVN. Sin embargo, la utilización del SISEVIVE+ podrá ser opcional y solamente representa una alternativa de herramienta de simulación para el cálculo del impacto en consumo de energía, emisiones y agua de la NVE. Dichas herramientas alternativas deberán ser acordadas por CONAVI y por lo tanto, para fines de este documento una herramienta generalizada se denominará “herramienta de modelación del desempeño de la vivienda existente”.

Por su parte el RUV, que se utiliza dentro de la NVN como la herramienta de registro de las acciones implementadas por la NAMA, es decir, de las características o eco-tecnologías incluidas en cada vivienda, fue diseñado para el registro, verificación de calidad y la valuación de viviendas nuevas. (AHM, FOVISSSTE, INFONAVIT, SHF, 2010) Debido a estas características puede servir al fin paralelo de registrar las acciones de la NVN.

Sin embargo, para el caso de la vivienda existente es posible que la utilización del RUV como herramienta de registro para la NVE no sea tan simple, debido a que el RUV se ha utilizado únicamente para el registro de vivienda nueva. Al mismo tiempo, la mayoría de las viviendas existentes no cuentan con una clave única de registro<sup>16</sup> y generalmente no se cuenta con la información detallada para crear el registro. Las implicaciones de la selección o diseño de una herramienta de registro adecuada se deberán evaluar en colaboración con la institución administradora del RUV para tomar una decisión sobre la posibilidad de ser utilizada o no como plataforma del MRV de la NVE. Es importante señalar que ya se iniciaron acciones con el RUV para poder realizar el registro de la vivienda existente. Esto muestra que aunque se requieren de esfuerzos adicionales para poder incluir a la vivienda existente en el RUV, el proceso para lograrlo ya se ha iniciado.

---

<sup>16</sup> El RUV inició operaciones en 2006 (AHM, FOVISSSTE, INFONAVIT, SHF, 2010)

#### 3.1.4. Estrategia recomendada

Como parte de la estrategia de CONAVI se ha identificado la necesidad de iniciar con la implementación de la NVE a través de proyectos piloto que requieren ser implementados a la brevedad, posiblemente en la segunda mitad del 2013. Esto implica que los resultados del piloto serán insumo para el diseño técnico y los criterios de una herramienta modelación del desempeño de la vivienda existente. Al mismo tiempo hace falta información y una mejor comprensión de la situación del desempeño energético y de consumo de agua de la vivienda existente, que permita la calibración del modelo SISEVIVE para el diseño del SISEVIVE+ u otra herramienta modelación del desempeño de la vivienda. Además la capacitación de los asesores de vivienda en el uso del sistema SISEVIVE+ todavía no se ha llevado a cabo y posiblemente no estará completa para el lanzamiento de los proyectos piloto.

Por todas estas razones se ha identificado la necesidad de plantear un sistema MRV para la etapa inicial, que permita superar las barreras y dificultades previamente mencionadas para al lanzamiento de proyectos piloto, y un sistema MRV para la etapa madura de la NAMA que ya considere la utilización del sistema de modelado, por ejemplo del SISEVIVE+ .

Con base en las discusiones anteriores, se recomienda la siguiente estrategia para el diseño y desarrollo del sistema MRV de la NVE:

- Utilizar un enfoque de desempeño global de la vivienda
- Utilizar una metodología de ajuste de consumo
- Construir el sistema MRV basado en una adaptación de la metodología VM0008
- Desarrollar un sistema MRV por fases que atienda dos etapas distintas de la NAMA
  - *Etapa inicial de la NAMA*: sistema MRV para proyectos piloto y para la obtención de datos para la calibración de software de modelación del desempeño de la vivienda.
  - *Etapa madura de la NAMA*: sistema MRV de la NVE en su implementación a gran escala, utilizando un software de modelación del desempeño de la vivienda, por ejemplo SISEVIVE+.
    - Incluir la recopilación de datos para la identificación de la vivienda y el registro de la acción de mejoramiento, así como para el proceso de otorgamiento del crédito
    - En paralelismo con la NVN, 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
      - Incluir dentro del sistema MRV detallado en la etapa madura un esquema de monitoreo que permita la recolección de datos de proceso, técnicos y financieros.

La Figura 8 resume la estrategia recomendada.

Figura 8 Estrategia recomendada para el MRV de la NVE

Estrategia recomendada para el MRV de la NVE			
Enfoque de desempeño global			
Metodología de ajuste de consumo			
Proceso de implementación de la NVE en el tiempo			
Etapa inicial	Etapa madura		
Monitoreo Amplio	Recopilación de datos de identificación	Monitoreo Simple	Monitoreo Detallado
<b>Objetivos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición del impacto de proyectos piloto</li> <li>• Generación de información para estudios detallados y definición de la NAMA</li> <li>• Calibración y modificación del sistema SISEVIVE</li> </ul>	<b>Objetivos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de datos para identificación de la vivienda y registro la acción</li> </ul>	<b>Objetivos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de reducción de emisiones</li> </ul>	<b>Objetivos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad</li> <li>• Mantenimiento del sistema de simulación y calibración continua</li> <li>• Monitoreo de datos financieros y de proceso</li> </ul>
<b>Herramientas:</b> Metodología VM008 ajustada al caso de la NVE.		<b>Herramientas:</b> Sistema de simulación modificado para vivienda existente y para metodología de ajuste de consumo.	

### 3.2. Criterios generales y aproximaciones al diseño del sistema MRV de la NVE

#### 3.2.1. Sistema MRV para la etapa inicial de la NAMA

El sistema MRV de la etapa inicial de la NAMA tiene dos objetivos: medir del impacto de la NAMA en su etapa de proyectos piloto, y obtener datos para calibrar y modificar, en su caso, el software de simulación. A través de los proyectos piloto se podrá también evaluar el desempeño energético y de consumo de agua de la vivienda existente.

##### 3.2.1.1. Gases considerados

Debido a que el sistema MRV considera un enfoque integral se consideran las emisiones tanto por consumo de electricidad como de gas. También se deben considerar las emisiones relacionadas con el refrigerante de equipos como aires acondicionados y refrigeradores. La Tabla 5 muestra los gases a considerar.

Tabla 5 Gases considerados en el MRV de la NAMA de Vivienda Existente

Línea Base	CO <sub>2</sub>	Emisiones relacionadas con el consumo eléctrico en la vivienda
	CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con el consumo de gas en la vivienda
Proyecto	CO <sub>2</sub>	Emisiones relacionadas con la generación de electricidad correspondiente al consumo eléctrico en

		la vivienda
	CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con la consumo de gas en la vivienda
Leakage o fugas	CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> 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.

### 3.2.1.2. Línea base

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.

### 3.2.1.3. Metodología de cálculo de reducción de emisiones

La metodología propuesta para el sistema MRV de la NVE en su etapa inicial es la de consumo ajustado, similar a la considerada en la metodología VM0008<sup>17</sup>. La VM0008 propone que la línea base de consumo eléctrico y de combustible sea corregida por un factor de corrección de electricidad y un factor de corrección de los grados día de calentamiento y enfriamiento. El resultado de ahorro de energía es multiplicado por los factores de emisión de la electricidad y de los combustibles utilizados en la vivienda.

La ecuación 6 de la VM0008 (ver Anexo 2), donde se calculan las reducciones de emisiones considera que todo el consumo de electricidad es para el aire acondicionado y ajusta dicho consumo según variaciones de temperatura, de manera previa y posterior a las medidas de eficiencia energética. Del mismo modo, la Ec. 6 considera que todo el consumo de combustible es para la calefacción, y se ajusta todo el consumo de combustible con base en las variaciones de temperatura. En el caso de México, sólo una parte del consumo de electricidad es para el aire acondicionado, ya que en gran parte del territorio no se utiliza aire acondicionado ni calefacción, o bien sólo se utilizan en ciertos periodos del año. Por ello, se debe dividir el consumo de electricidad y de combustible en dos partes: una que no depende de la temperatura exterior, que pueda llamarse carga de base<sup>18</sup> y otra consumo por aire acondicionado o carga térmica. Tomando esta consideración, se corrige la Ec. 6 y se presenta a continuación una propuesta de cálculo de reducción de emisiones:

<sup>17</sup> VM0008 considera varias categorías de medidas, de las cuales la Categoría A que permite una combinación de medidas es la más adecuada. Para esta Categoría A, VM0008 ofrece tres procedimientos de cálculo: 1. Consumo ajustado; 2. Auditoría energética antes y después de las medidas; y 3. El grupo de control.

<sup>18</sup> Esta palabra “base” se refiere a la parte que no depende de la temperatura. Existe tanto para la línea de base como en el escenario de proyecto. Se ha mantenido esta palabra por su amplio uso en la experiencia de la eficiencia energética en edificios, que antecede a la de mitigación del cambio climático.

$$ER_y = \sum_{i=1}^I \left( (ECF * Elec_{bb,i} - Elec_{pb,y,i}) + (Elec_{ba,i} * ECF_y * CDDCF_y - Elec_{pa,y,i}) \right) \times Elec_{CO_2}$$

$$+ \sum_{i,j=1}^{I,J} \left( (F_{bb,i,j} - F_{pb,y,i,j}) + (F_{bc,i,j} * HDDCF_y - F_{pc,y,i,j}) \right) * Cal_j * F_{CO_2j} - L_y$$

Ec. (VM0008-6 corregida)

Donde

$ER_y$ =	Reducción de emisiones en el año $y$ en toneladas métricas (t CO <sub>2</sub> e/año)
$i$ =	Vivienda
$Elec_{b,i}$ =	Consumo eléctrico anual previo al proyecto de implementación para la vivienda $i$ en kWh (consumo línea base) la cual se divide en dos partes, con subíndice “ $b$ ” y “ $a$ ”:
$Elec_{bb,i}$ =	Consumo de electricidad línea base que no depende de la temperatura (carga de base)
$Elec_{ba,i}$ =	Consumo de electricidad línea base por el aire acondicionado
$Elec_{p,y,i}$ =	Consumo de electricidad consumida por el proyecto en el año $y$ y para la vivienda $i$ en kWh (consumo proyecto) que también se divide en dos partes, con subíndice “ $b$ ” y “ $a$ ”, del mismo modo que el consumo en línea de base:
$Elec_{pb,y,i}$ =	Consumo de electricidad del proyecto en el año $y$ y que no depende de la temperatura (carga de base)
$Elec_{pa,y,i}$ =	Consumo de electricidad del proyecto en el año $y$ por el aire acondicionado
$ECF_y$ =	Factor de corrección de electricidad para el año $y$ a ser aplicado a la línea base
$CDDCF_y$ =	Factor de corrección de Grados Días de enfriamiento para el año $y$
$F_{b,i,j}$ =	Consumo de combustible $j$ en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda $i$ en unidades apropiadas de masa o volumen (consumo línea base), que se divide en dos partes, con subíndice “ $b$ ” (carga de base) y “ $c$ ” (calefacción)
$F_{bb,i,j}$ =	consumo de combustible $j$ de la línea base que no depende de la temperatura (carga de base)
$F_{bc,i,j}$ =	consumo de combustible $j$ de la línea base por la calefacción
$F_{p,y,i,j}$ =	Consumo de combustible $j$ por el proyecto en el año $y$ y para la vivienda $i$ en unidades apropiadas de masa o volumen (consumo proyecto) divide en dos partes, con subíndice “ $b$ ” y “ $c$ ”:
$F_{pb,y,i,j}$ =	Consumo de combustible $j$ del proyecto en el año $y$ y para la vivienda $i$ que no depende de la temperatura (carga base)
$F_{pc,y,i,j}$ =	Consumo de combustible $j$ del proyecto en el año $y$ y para la vivienda $i$ por la calefacción
$HDDCF_y$ =	Factor de corrección de grados días de calefacción para el año $y$
$Cal_j$ =	Poder calorífico del combustible tipo $j$ en GJ/masa o volumen
$Elec_{CO_2}$ =	Factor de emisión de la electricidad en red tCO <sub>2</sub> e/kWh Factor de emisión de la electricidad en red tCO <sub>2</sub> e/kWh
$F_{CO_2j}$ =	Factor de emisión del combustible por unidad de energía para el combustible $j$ expresado en tCO <sub>2</sub> e / GJ
$L_y$ =	Fugas en el año $y$
$I$ =	Número de viviendas
$J$ =	Número de tipos de combustible
$j$ =	Tipo de combustible
$y$ =	Cualquier período de 12 meses consecutivos durante el periodo de acreditación del

proyecto. Debe ser definido con un entero empezando del 1.

Varios elementos de la ecuación “VM0008-6-cor” se consideran a continuación.

### Consumos de electricidad carga base y por aire acondicionado

El consumo de electricidad línea base por carga base ( $Elec_{bb,i}$ ) y por aire acondicionado ( $Elec_{ba,i}$ ), se calculan a partir de un análisis de los consumos eléctricos en kWh bimestrales del año previo a la implementación del proyecto. Se propone tomar los dos valores de consumo eléctrico más bajo de los seis reportados en el año. Estos dos valores de consumo bimestral se denominarán  $Elec_{b,i,bimestre\ bajo\ 1}$  y  $Elec_{b,i,bimestre\ bajo\ 2}$  Con base en estos valores se calcula la electricidad línea base por carga base ( $Elec_{bb,i}$ ):

$$Elec_{bb,i} = \left( \frac{Elec_{b,i,bimestre\ bajo\ 1} + Elec_{b,i,bimestre\ bajo\ 2}}{4} \right) * 12$$

Para el caso donde se cuente con facturación mensual se toman en cuenta los cuatro valores de consumo eléctrico más bajo de los doce reportados en el año y se calcula de la siguiente forma:

$$Elec_{bb,i} = \left( \frac{Elec_{b,i,mes\ bajo\ 1} + Elec_{b,i,mes\ bajo\ 2} + Elec_{b,i,mes\ bajo\ 3} + Elec_{b,i,mes\ bajo\ 4}}{4} \right) * 12$$

El valor de la electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda  $i$  ( $Elec_{b,i}$ ), es igual a la suma de los seis consumos bimestrales o de los doce consumos mensuales en kWh de la vivienda. La electricidad por aire acondicionado ( $Elec_{ba,i}$ ) se calcula por diferencia, como se muestra a continuación.

$$Elec_{ba,i} = Elec_{b,i} - Elec_{bb,i}$$

Para el cálculo del consumo de electricidad carga base y por aire acondicionado del proyecto se utiliza el mismo proceso que para la línea base pero utilizando los valores de consumo del año y.

### Consumos de combustible carga base y por calefacción

El consumo de combustible de la línea base por carga base ( $F_{bb,i,j}$ ) y por calefacción ( $F_{bc,i,j}$ ) se calcula a partir de un análisis de los consumos de combustible mensuales en unidades apropiadas de masa y volumen del año previo a la implementación del proyecto. Se toman los dos valores de consumo mensual más bajo de los doce reportados en el año. Estos dos valores de consumo mensuales del combustible  $j$  se denominarán  $F_{b,i,j,mes\ bajo\ 1}$  y  $F_{b,i,j,mes\ bajo\ 2}$  Con base en estos valores se calcula  $F_{bb,i,j}$ :

$$F_{bb,i,j} = \left( \frac{F_{b,i,j,mes\ bajo\ 1} + F_{b,i,j,mes\ bajo\ 2}}{2} \right) * 12$$

El valor de consumo de combustible  $j$  en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda  $i$  ( $F_{b,i,j}$ ) será igual a la suma de los doce consumos reportados en unidades apropiadas de masa y

volumen en la vivienda  $i$  en el año previo a la implementación. El consumo de combustible  $j$  de la línea base por la calefacción ( $F_{bc,i,j}$ ) se calcula por diferencia como se muestra a continuación:

$$F_{bc,i,j} = F_{b,i,j} - F_{bb,i,j}$$

Para el cálculo del consumo de combustible carga base y por calefacción del proyecto se utiliza el mismo proceso que para la línea base pero utilizando los valores de consumo del año  $y$ .

La mayoría de la vivienda social en México, no cuenta con calefacción por lo que la distinción entre consumo de combustible carga base y por calefacción se podría eliminar.

### **CDDCF y HDDCF**

Los factores de corrección de Grados Días de enfriamiento y calentamiento y se calculan de la siguiente forma:

$$CDDCF_y = \frac{CDD_y}{CDD_b} \text{ (VM0008, Ec. 11)}$$

$$HDDCF_y = \frac{HDD_y}{HDD_b} \text{ (VM0008, Ec. 10)}$$

- $CDD_y =$  Grados Días de enfriamiento en el año  $y$  de la remodelación
- $CDD_b =$  Grados Días de enfriamiento de un año previo a la remodelación (línea de base)
- $HDD_y =$  Grados Días de calefacción en el año  $y$  de la remodelación
- $HDD_b =$  Grados Días de calefacción de un año previo a la remodelación

En el caso de México, prácticamente no existen regiones que necesiten calefacción, con lo cual el ajuste por HDDCF no sería necesario.

### **Factor de corrección del consumo de electricidad (ECF)**

Según la VM0008<sup>19</sup>, este factor representa la tendencia del consumo de electricidad en la región en los últimos 10 años. Para calcular el ECF se requiere de información histórica de una autoridad nacional reconocida, que para el caso de México pudiera ser CFE. El ECF es un multiplicador, donde, por ejemplo, 0.98 significa consumo de electricidad se reduce 2% anualmente, como resultado de la penetración de tecnologías más eficientes. Este factor se utiliza para corregir la demanda de electricidad de la línea de base. Sólo se debe tener en cuenta si el valor es menor a uno para ser conservadores.

En México, si bien ha disminuido el ritmo crecimiento del consumo de energía, es importante analizar la tendencia histórica. El Anexo 3 muestra el consumo de energía eléctrica anual medio por usuario a nivel nacional de la tarifa doméstica entre 2002 y 2012. Se observa que en algunos años se, el consumo por usuario, se ha incrementado y en otros ha disminuido, con una disminución promedio anual en el consumo entre 2002 y 2012 de 0.57%. Es decir el EFC para México en 2012 sería de 0.9943.

---

<sup>19</sup> Sección 1.3, p. 22

Dado que se busca contar con una metodología de cálculo lo más precisa, pero también lo más simple posible, se recomienda que la institución operadora de la NAMA realice el cálculo del EFC de forma anual utilizando los datos de los 10 años anteriores y recomiende la aplicación del EFC, solamente cuando la disminución sea mayor a 2%, es decir que el valor de ECF sea menor a 0.98.

$L_y$

Las fugas (“leakage”) es un concepto en los mercados de carbono que comprenden el aumento en emisiones fuera de la frontera del proyecto debido a la actividad del proyecto. Por ejemplo, algunas medidas de eficiencia energética implican el retiro de equipos ineficientes que tienen refrigerantes con alto poder de calentamiento global (PCM = GWP). Si estos gases no son destruidos adecuadamente generan emisiones fuera de la frontera del proyecto y por lo tanto se dan las fugas. Otro ejemplo, es cuando se reemplaza un equipo ineficiente por otro más eficiente. Si el equipo reemplazado no es destruido y se instala, en otra casa, este seguirá consumiendo energía y constituirá otro elemento de “leakage” o fuga. De acuerdo con la VM0008, las fugas ( $L_y$ ) se calculan de la siguiente forma:

$$L_y = L_{CO_2,y} + L_{HFC,y}$$

Donde

$$L_{CO_2,y} = \sum_{k=1}^K (a_{np,k,y} * h_k * E_{dem,pre,k}) * Elec_{CO_2} + \sum_{t=1}^{T-1} L(y-t), CO_2$$

$a_{np,k,y}$	= Equipos del tipo k no desechados apropiadamente en el año y
K	= Número de tipos de equipos
$E_{dem,pre,k}$	= Demanda de electricidad del equipo tipo k antes del reemplazo
$h_k$	= Horas de trabajo anuales del equipo tipo k
$Elec_{CO_2}$	= Factor de emisión de la red eléctrica tCO <sub>2</sub> e/kWh
t	= Años desde el principio del período de acreditación del proyecto

$$L_{HFC,y} = \sum_{k=1}^K a_{np,k,y} * RCC_a * GWP_R$$

$RCC_a$	= Capacidad de carga de gas refrigerante del equipo de enfriamiento reemplazado, en gramos
$GWP_R$	= Factor de emisión de GEI del refrigerante R del equipo de enfriamiento en tons CO <sub>2</sub> equivalente por ton de R.

México tiene amplia experiencia en programas de sustitución de refrigeradores y otros electrodomésticos por equipos eficientes, así como en el tratamiento adecuado de los equipos retirados, para que dejen de consumir energía (desarme y reciclaje) y la destrucción de los gases refrigerantes. Por ello, es posible que la NAMA en cuestión prácticamente no generaría fugas de emisiones. Se recomienda que el término de fugas y las métricas necesarias para calcularlo se elimine de los cálculos de reducción de emisiones, siempre y cuando la relación entre número de certificados de

destrucción apropiada de equipos reemplazados entre el número de equipos reemplazados sea mayor a 98%.<sup>20</sup>

Por estas consideraciones, se pueda simplificar la Ec. VM0008-6cor de la siguiente manera:

$$ER_y = \sum_{i=1}^I \left( (ECF * Elec_{bb,i} - Elec_{pb,y,i}) + (Elec_{ba,i} * ECF * CDDCF_y - Elec_{pa,y,i}) \right) \times Elec_{CO_2} + \sum_{i,j=1}^{I,J} (F_{bb,i,j} - F_{pb,y,i,j}) * Cal_j * F_{CO_2j} - L_y \quad \text{Eq. (VM8-6corregida-mex)}$$

### Emisiones relacionadas al índice de consumo energético de bombeo exterior de agua

Aunque se han realizado diversos estudios y estimaciones respecto al índice energético de bombeo de agua para hacer llegar el líquido al consumidor final y para canalizar las aguas residuales, en este caso no se consideran dentro de la fórmula para el cálculo de reducción de emisiones debido a que existe el riesgo de doble contabilidad y porque todavía no se ha llegado a un consenso respecto a los índices de consumo energético por bombeo de agua potable y residual.

#### 3.2.1.4. Reducción en el consumo de agua

Adicionalmente al cálculo de reducción de emisiones, se recomienda como parte del sistema MRV el cálculo de la reducción en el consumo de agua en unidades de volumen. Esta métrica aunque no es indispensable, bajo la presente metodología, para el cálculo de reducción de emisiones, es importante medirla y registrarla como parte de los avances en objetivos de sustentabilidad ambiental. La reducción en el consumo de agua en el año y se calcula por diferencia entre el consumo de agua *ex-ante* y el consumo de agua *ex-post* en el año “y”.

$$RAgua_y = \sum_{i=1}^I Agua_{b,i} - Agua_{y,i}$$

Donde:

- $RAgua_y$  = Reducción en el consumo de agua en litros en el año y
- $Agua_{b,i}$  = Consumo de agua de la vivienda i en el año previo a la implementación
- $Agua_{y,i}$  = Consumo de agua de la vivienda i en el año y
- i = Vivienda
- I = número de viviendas totales

#### 3.2.1.5. Plan de monitoreo

<sup>20</sup> Este umbral se estableció en base a la recomendación de consultores con experiencia en diseño de metodologías para el cálculo de reducción de emisiones

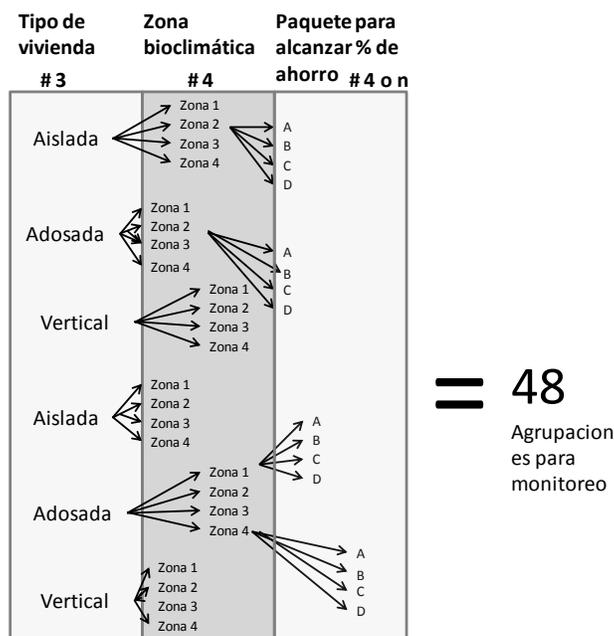
Aunque para el cálculo de reducción de emisiones propuesto para la etapa inicial no se requiera de desagregación por tipo de vivienda, ni por paquete de medidas, se recomienda que durante la implementación de los proyectos piloto se registre esta desagregación para poder obtener datos detallados para la calibración de los sistemas de simulación y la mejor comprensión de la situación y distribución de la vivienda existente.

Se propone la desagregación de la población de viviendas en tres categorías por:

- Zona bio-climática<sup>21</sup>;
- Tipo de vivienda; y
- Paquete de mejoramiento flexible (basado en alcanzar un determinado porcentaje de ahorro)

Si se consideran los tres tipos de vivienda presentados en la NAMA de Vivienda Nueva, 4 zonas bio-climáticas y 4 paquetes distintos de medidas de ahorro, se tendrían 48 grupos:

Figura 9



Esta desagregación permitirá un número manejable de grupos de vivienda, estará alineada con la agrupación de la NAMA de Vivienda Nueva.

Durante la implementación de la etapa inicial de la NAMA de Vivienda Existente, en su modalidad de proyectos piloto, se recomienda entonces realizar proyectos pilotos en las distintas combinaciones de zona bio-climática, tipo de vivienda y paquetes de mejoramiento, para así obtener información sobre todo el universo de posibilidades. Se propone el monitoreo de todas las viviendas del proyecto piloto, si es un número manejable a monitorear. Si es un número muy grande de viviendas dentro del proyecto

<sup>21</sup> Para el o los proyectos piloto se recomienda seleccionar regiones donde exista un bajo nivel de estimación o aproximación en la facturación eléctrica

piloto, se propone la toma de muestras representativas de acuerdo a la desagregación planteada anteriormente. A partir de esta información se generará información útil para la calibración del software de simulación o modelación utilizado.

### 3.2.1.5.1. Métricas y parámetros técnicos

Las métricas indispensables para el cálculo o medición de la reducción de emisiones se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6 Métricas técnicas a monitorear y reportar indispensables para el cálculo de reducción de emisiones**

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Dirección de la vivienda		Encuesta	Una vez
Definición de zona bio-climática		Definición en base a dirección	Una vez
$Elec_{b,i}$ = Electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i (consumo línea base)	kWh/año	Facturas eléctricas de 12 meses o 6 bimestres previos a la remodelación. <sup>22</sup>	Una vez
$Elec_{p,y,i}$ = Electricidad consumida por el proyecto en el año “y” para la vivienda i (consumo proyecto)	kWh/año	Facturas eléctricas post-remodelación	Recolección bimestral o mensual, registro anual
$F_{b,i,j} = F_{bb,i,j}$ = Consumo de combustible j en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda i (consumo línea base)	Masa o volumen anual por vivienda	Facturas de consumo de combustible de 12 meses previos a la remodelación <sup>23</sup>	Una vez
$F_{p,y,i,j} = F_{pb,y,i,j}$ = Consumo de combustible j por el proyecto en el año “y” para la vivienda i (consumo proyecto)	Masa o volumen anual por vivienda	Facturas de consumo mensuales de combustible post-remodelación o instalación de medidores de consumo	Anual
$ElecCO_2$	Factor de emisión de electricidad	Se recomienda la utilización del factor de emisión publicado de electricidad de consumo y no de generación.	Anual

<sup>22</sup> Aunque en muchas metodologías se recomienda la recolección de facturación de 2 años previos en este caso se plantea solamente 1 año ya que esta información está accesible en línea para el asesor de energía lo cual simplifica el proceso. Al mismo tiempo, la metodología de ajuste de consumo, permite la utilización de solamente un año previo.

<sup>23</sup> En caso de no contar con ellas, se recomienda la recolección de las facturas dentro del periodo entre el diagnóstico y la implementación. En caso de contar con cilindros de gas, se recomienda la realización de una encuesta con el volumen del tanque y frecuencia de para realizar un estimado.

ECF <sub>y</sub> = Factor de corrección de electricidad para el año y a ser aplicado a la línea base		Calculada en base a estadísticas nacionales de consumo de electricidad	En caso de superar el umbral definido se aplica anualmente
CDD <sub>y</sub> = Días Grado de enfriamiento en el año y de la remodelación	Grados día	Estadísticas regionales <sup>24</sup>	Anual
CDD <sub>b</sub> = Días Grado de enfriamiento de un año previo a la remodelación	Grados día	Estadísticas regionales	Una vez
J = Tipos de combustible	Número	Encuesta	Bianual
I = Viviendas renovadas del grupo	Número	Base de datos del proyecto	Anual
a <sub>np,k,y</sub> = Equipos del tipo k no desechados apropiadamente en el año y	Número	Documentación de registro de manejo de equipos reemplazados	Anual
E <sub>dem,pre,k</sub> = Demanda de electricidad del equipo tipo k antes del reemplazo	kW	Documentación de la placa del equipo o medición directa	Una vez, previo al reemplazo
h <sub>k</sub> = Horas de trabajo anuales del equipo tipo k	Horas	Muestreo, encuestas, practicas comunes basado en datos regionales o nacionales	Una vez
RCC <sub>a</sub> = Capacidad de carga de gas refrigerante del equipo de enfriamiento reemplazado, en gramos	Gramos	Especificaciones del equipo de enfriamiento	Una vez
Tipo de refrigerante R utilizado en el equipo		Especificaciones del equipo de enfriamiento	Una vez

Por su parte la Tabla 7 muestra métricas y parámetros que aunque no son indispensables para el cálculo de reducción de emisiones, se requieren medir y monitorear para control de calidad, poder obtener información útil para posteriores estudios más detallados y para la calibración de modelos de simulación.

<sup>24</sup> Los datos de CDD<sub>y</sub> y CDD<sub>b</sub> los pudiera proporcionar CONAVI con base en información meteorológica de <http://smn.cna.gob.mx/>

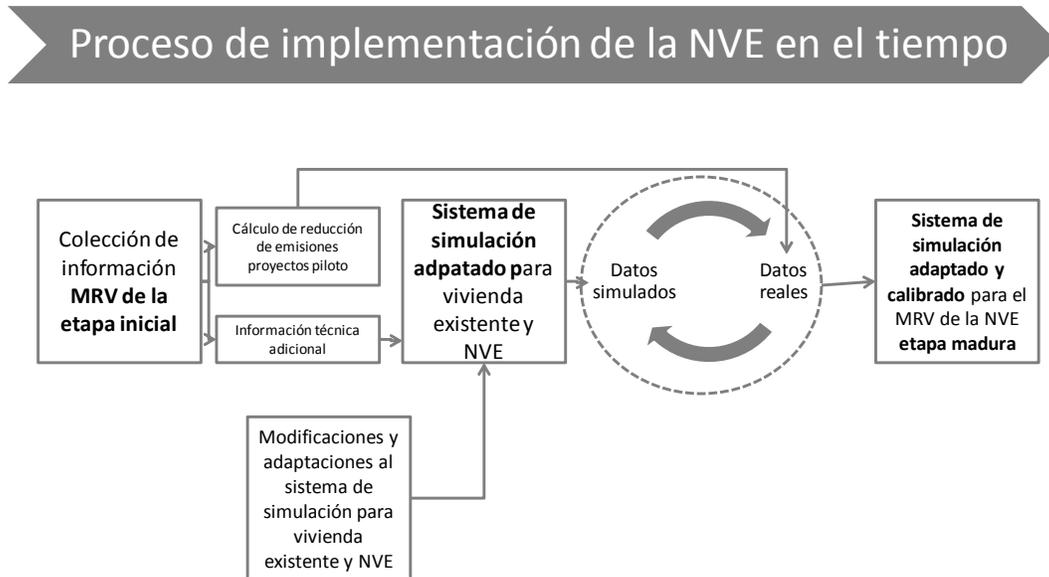
Tabla 7 Otras métricas técnicas para control de calidad y calibración de modelo de simulación

Parámetro	Unidad	Fuente	Frecuencia
Área de la vivienda	m <sup>2</sup>	Levantamiento	Una vez
Edad de la vivienda	Años	Encuesta	Una vez
Tipo de vivienda		Encuesta	Una vez
Tipo de materiales de construcción		Diagnóstico energético	Una vez
Listado de medidas de mejoramiento incluidas		Base de datos del proyecto	Una vez
Listado de equipos instalados previo a la implementación del proyecto o renovación	Lista de equipos y sistemas, capacidades, eficiencia y horas de uso.	Encuesta	Una vez
Listado de equipos nuevos instalados a manera de reemplazo como parte de la implementación del proyecto o renovación	Lista de equipos y sistemas, capacidades, eficiencia y horas de uso.	Encuesta	Una vez, y posteriormente de forma anual
Consumo de agua previo al mejoramiento (ex – ante)	Litros	Facturas de consumo de agua de 12 meses previos a la remodelación.	Una vez
Consumo de agua posterior al mejoramiento (ex – post)	Litros	Facturas de consumo mensuales de combustible post-remodelación o instalación de medidores.	Anual
Ocupación en la vivienda en el año “y” de la remodelación	Número de habitantes	Encuesta	Anual
Ocupación en la vivienda de un año previo a la remodelación	Número de habitantes	Encuesta	Una vez
Dato de paquete de medidas de ahorro de energía		Base de datos del proyecto	
Equipos tipo <i>k</i> reemplazados	Número	Base de datos del proyecto	
Certificados de destrucción de equipos tipo <i>k</i> reemplazados	Número	Base de datos del proyecto	

Solamente en los casos en los que la implementación de los proyectos piloto se pueda llevar a cabo utilizando un modelo experimental con rigurosidad estadística, se recomienda agregar muestras de grupos de control.

Este plan de monitoreo para la etapa inicial y la recolección de la información que se resume en la Tabla 7, hará posible la calibración del sistema de simulación y la evolución hacia el sistema MRV de la etapa madura de la NAMA. Este proceso se ilustra en la Figura 10.

Figura 10 Proceso de transición del MRV de la etapa inicial de la NVE al MRV de la etapa madura



### 3.2.2. Sistema MRV para la etapa madura de la NAMA

El diseño a detalle del sistema MRV en la etapa madura de la NVE, dependerá de cuestiones específicas de la estructuración de ésta, como son el proceso de selección de viviendas a ser mejoradas bajo el esquema de la NAMA, la definición de los paquetes de mejoramiento de la vivienda, la definición de los criterios para el etiquetado, las acciones de mejoramiento que se considerarán, entre muchos otros factores. Por esta razón, en esta sección se presentan exclusivamente criterios generales y algunas recomendaciones y discusiones sobre las distintas alternativas para el diseño del sistema MRV de la NVE en su etapa madura.

De acuerdo con las observaciones y análisis previos, se recomienda que el sistema MRV de la NVE en su etapa madura se base en la utilización de un sistema de simulación, que pudiera ser el SISEVIVE+. La herramienta de simulación puede servir a dos objetivos, al igual que en el caso de la NVN: a) de apoyo a los asesores de vivienda para identificar el impacto de las distintas acciones de mejoramiento y b) para calcular el impacto y la reducción de emisiones de la NVE. Por lo anterior, para pasar a la etapa madura del sistema MRV deben de cumplirse las siguientes condiciones:

- Sistema de simulación . (que pudiera ser el SISEVIVE+) calibrado y con las modificaciones necesarias para su uso para la simulación de desempeño energético de viviendas existentes y de

su desempeño posterior a la implementación de mejoramientos, comprendiendo todas las medidas de eficiencia energética, aprovechamiento de energía solar y reducción de consumo de agua.

- Sistema de registro de las acciones de la NVE definido; y
- Capacitación de asesores de vivienda en la utilización del sistema de simulación (posiblemente SISEVIVE+ )

#### 3.2.2.1. Recopilación de datos de identificación

Para el registro de las acciones, de 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 la siguiente información. Esta información deberá ser recabada para el 100% de las viviendas donde se implemente un mejoramiento sustentable.

La Tabla 8 muestra los datos a recabar para el proceso de registro.

**Tabla 8 Datos para el proceso de registro**

Dirección de la vivienda
Área de la vivienda
Edad de la vivienda
Tipo de vivienda
Tipo de materiales de construcción
Listado de medidas de mejoramiento incluidas

#### 3.2.2.2. Plan de monitoreo

##### 3.2.2.2.1. Gases considerados

Los gases considerados dentro del sistema MRV en la etapa madura son los mismos que en la etapa inicial y se muestran en la Tabla 5.

El plan de monitoreo específico dependerá de muchos factores relacionados con el diseño y proceso de implementación de la NAMA. Sin embargo, en cuanto a la estructura del sistema MRV se recomienda, en paralelo con la estructura del MRV de la NVN, establecer dos niveles de MRV para la NVE:

- Simple: 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.
- Detallado: que permita la calibración frecuente del sistema de simulación (posiblemente SISEVIVE+), desglosando el ahorro energético y de consumo de agua de medidas específicas, con el propósito de evaluar la efectividad de las mismas, efectuar 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 métricas de proceso y financieras.

#### 3.2.2.2. Plan de monitoreo simple

Durante el monitoreo simple se monitoreará una muestra representativa de viviendas. Aunque el tamaño de la muestra no se puede definir a priori porque no se han definido concretamente las fuentes de variabilidad, se propone tomar, inicialmente y sujeto a lo encontrado durante los proyectos piloto, las recomendaciones respecto a tamaño de muestra presentadas en la VM0008, en donde el tamaño de la muestra será igual a la raíz cuadrada del total de número de viviendas. Se monitorearán exclusivamente los parámetros necesarios para el cálculo de emisiones y se compararán con la línea base definida a continuación.

Para el monitoreo simple se recomienda una desagregación del muestreo similar a la del sistema MRV en la etapa inicial de la NAMA.

#### 3.2.2.3. Plan de monitoreo detallado

El monitoreo detallado considerará el 3% de la muestra tomada en el monitoreo simple, y se monitorearán las métricas necesarias para mantener y verificar la calibración del sistema SISEVIVE+, como medida de control de calidad de la implementación de las medidas y el seguimiento de métricas de proceso y financieras. El monitoreo detallado incluirá las métricas técnicas necesarias para el control de calidad y calibración. Se espera estén muy alineadas con las métricas y parámetros del sistema MRV de la etapa inicial mostrados en la Tabla 5 y Tabla 6. La desagregación de las muestras será la misma que la planteada para el monitoreo simple.

#### 3.2.2.3. Metodología de cálculo de reducción de emisiones

Al igual que para el sistema MRV en su etapa inicial, la línea base se define como el comportamiento actual y esperado del consumo de electricidad y de combustibles fósiles utilizados por la vivienda, sin considerar la implementación de la renovación o proyecto, ajustando los consumos según la ecuación (VM8-6corregida-mex).

Durante el monitoreo simple se recomienda que se recolecte la información necesaria para la simulación con el sistema de simulación (posiblemente SISEVIVE+) de la línea base. Las métricas necesarias para la simulación del desempeño de la vivienda con serán similares a las planteadas en la Tabla 6, pero solamente pueden ser definidas con precisión una vez que esté listo el programa simulación. Como medida de calibración y control de calidad en el cálculo de la línea base, se recomienda recolectar durante el monitoreo detallado los datos de consumo eléctrico, de agua y de gas.

El cálculo de las emisiones de la vivienda posteriores a la implementación de las mejoras se realizará utilizando la información de consumo eléctrico y de combustible, recolectadas durante el monitoreo simple. La reducción de emisiones se obtiene de la diferencia entre las emisiones simuladas para la línea base y las emisiones calculadas derivadas del consumo de energía de la vivienda ex – post.

La Tabla 9 muestra de forma resumida los elementos del monitoreo simple y del monitoreo detallado que permiten el cálculo de reducción de emisiones.

Tabla 9

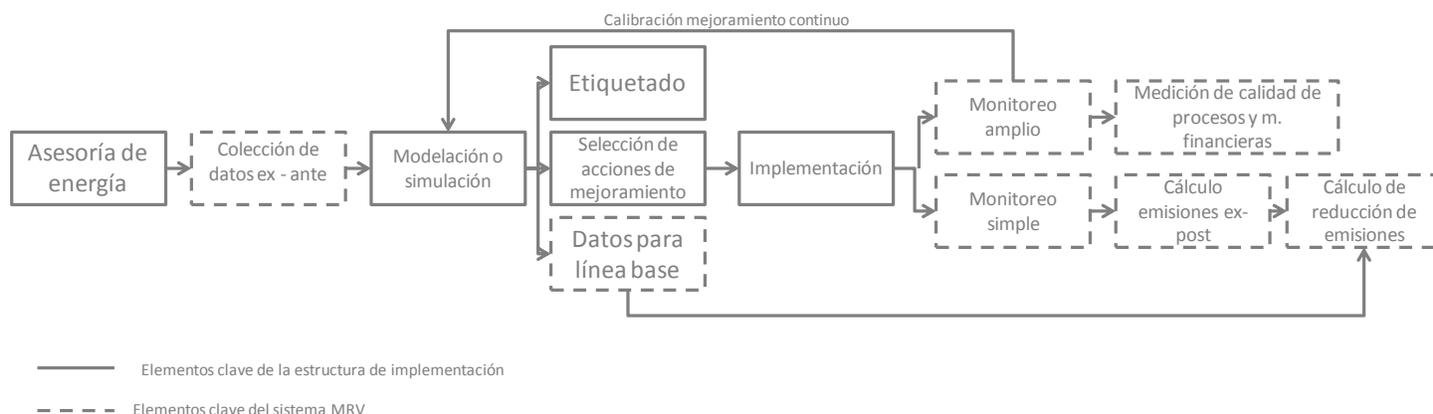
Elementos	Monitoreo Simple	Monitoreo Detallado
<b>Objetivo</b>	Cálculo de reducción de emisiones y de reducción de consumo de agua	Calibración del sistema de simulación, control de calidad, métricas de proceso y financieras
<b>Tamaño de muestra</b>	La raíz cuadrada del total de número de viviendas <sup>25</sup>	3% de la muestra tomada en el monitoreo simple s <sup>26</sup>
<b>Desagregación</b>	Similar al del sistema MRV en su etapa inicial	Similar al del sistema MRV en su etapa inicial
<b>Datos para la línea base</b>	Los necesarios para la simulación ex - ante (una vez)	Datos de consumo de energía ex- ante a través de facturación (una vez)
<b>Datos para consumo proyecto</b>	Datos de consumo de energía ex – post a través de facturación (anualmente)	Datos para la simulación ex – post (anualmente)
<b>Otros</b>		Métricas de proceso y financieras: colección de datos para el cálculo de métricas de proceso y financieras

Este diseño del MRV en su etapa madura permite la inserción del sistema MRV de forma natural en la estructura de implementación. Esto permite aprovechar los esfuerzos realizados para la identificación de las acciones de mejoramiento y utilizarlos como parte del sistema MRV. La Figura 11 muestra la estructura de implementación mostrada previamente en la Figura 4 pero insertando los elementos del sistema MRV en su etapa madura.

<sup>25</sup> 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

<sup>26</sup> 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

Figura 11 Inserción del sistema MRV en su etapa madura en la estructura de implementación



### 3.2.2.3.1. Métricas y parámetros

Aunque las métricas y parámetros específicos para el MRV de NVE en su etapa madura, no pueden ser definidos con exactitud previo a la definición de la operación y características del sistema de simulación o en caso de ser seleccionado del SISEVIVE+ modificado y calibrado, se espera que tanto las métricas a monitorear técnicas sean muy similares a las presentadas en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

#### 3.2.3. Métricas y parámetros de proceso y financieros

Además de las métricas técnicas para el cálculo de la reducción de emisiones, la calibración del sistema de simulación y el control de calidad de estos cálculos, se recomienda el monitoreo de métricas de proceso y financieras. Como se mencionó en la sección dos de este documento, las métricas de proceso se plantean como una herramienta para dar seguimiento al cumplimiento y progreso respecto a objetivos planteados. Los objetivos pueden ser de sustentabilidad, de salud, de ahorro de energía, de ahorro de agua, de implementación, de calidad de la implementación, de capacitación, entre otros.

Por su parte las métricas financieras, permiten la medición de los flujos de inversión, así como la evaluación de la costo-efectividad de las acciones implementadas a través NAMA. Las métricas de proceso y financieras de la NVE dependerán de la definición de los objetivos específicos y estrategias de implementación definidos. Sin embargo, a continuación se presentan algunas métricas de proceso y financieras relevantes por las características de esta NAMA y que se sugiere se consideren en el diseño final.

Tabla 10 Métricas de proceso y financieras recomendadas a incluirse en el sistema MRV de la NVE

<b>Métricas de proceso recomendadas</b>	Número de viviendas mejoradas
	Número de asesores entrenados o certificados
	Número de diagnósticos realizados
	Número de mejoramientos realizados
	Relación de mejoramientos a diagnósticos
	Número de diagnósticos realizados por asesor

	Número de mejoramientos realizados por asesor
<b>Métricas financieras recomendadas</b>	Monto invertido por vivienda mejorada
	Reducción de emisiones entre monto invertido
	Reducción en el consumo de agua entre monto invertido
	Montos donados e invertidos
	Desglose de manejo de recursos

### 3.3. Discusión sobre la arquitectura institucional para el manejo del sistema MRV

Se propone que la arquitectura institucional para la parte operacional del sistema MRV en ambas etapas (inicial y madura) de la NVE, sea la misma que la definida para la NVN, utilizando como estructura institucional la de la Oficina de la NAMA de Vivienda.

Así mismo, se propone utilizar el Registro Único de Vivienda (RUV) durante la etapa madura como plataforma para el reporte y verificación de la NVE, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios para el registro de la vivienda existente.

### 3.4. Barreras o retos al sistema MRV

La Tabla 11 presenta las principales barreras al sistema MRV propuesto de la NVE con su correspondiente posible estrategia de solución. Las barreras se encuentran agrupadas por tipo y se clasifican de la siguiente forma:

- Colección de información;
- Herramientas o sistemas de información, registro o simulación;
- Capacidades técnicas; e
- Implementación de los mejoramientos que pueden impactar indirectamente al proceso de monitoreo, reporte y medición.

Tabla 11 Barreras al sistema MRV propuesto para la NVE

Tipo de barrera	Tema	Descripción	Estrategia de solución
De colección de información	Gas	- La recopilación de información de consumo de gas ex – ante, ya que puede suceder que los usuarios de vivienda no guarden la facturación de un año.	- Utilizar una encuesta de forma alternativa. - Requerir que durante el periodo entre el diagnóstico de la vivienda y la implementación del mejoramiento, el usuario se comprometa a guardar las facturas de gas
		- La colección de información de consumo de gas ex – post, depende de que el usuario de vivienda cuente o archive correctamente la información	- Firma de compromiso con el usuario sobre el archivamiento de facturas de gas y/o - Instalación de medidores de gas
	Agua	-La información de consumo de agua en muchas ocasiones puede ser imprecisa o inexistente.	- Instalación de medidores de agua
	Electricidad	- En algunas regiones del país, la facturación del consumo eléctrico no se realiza con base en mediciones sino en estimaciones.	-Para el caso de proyectos piloto, se recomienda identificar estas regiones y descartarlas para el estudio - Para el caso de la etapa madura, se recomienda la colaboración con CFE para acelerar la transición hacia facturación en base a medidor. - Durante el periodo entre el diagnóstico de la vivienda y la implementación del mejoramiento instalar un medidor de consumo eléctrico que permanezca en la vivienda posterior a la implementación.
De herramientas	Herramienta de simulación	- La herramienta SISEVIVE de simulación está diseñada para vivienda nueva	-Realizar las modificaciones necesarias para simplificar la operación del sistema para vivienda existe
		- La herramienta de simulación SISEVIVE no incluye la funcionalidad de reducción de emisiones al comparar la vivienda ex – ante y ex – post.	- Realizar las modificaciones necesarias que permitan la entrada de datos reales de consumos de energía y simulación para sistematizar el cálculo de reducción de emisiones.
	Herramienta de registro	- Actualmente El sistema de Registro Único de Vivienda, solamente permite el registro de	- Realizar la gestión necesaria y modificación para poder utilizar esta herramienta para el registro de

		vivienda nueva	acciones de mejoramiento de la vivienda.
De capacidades	Asesores de vivienda	- Se requieren asesores de vivienda capacitados para la identificación de las medidas óptimas para el mejoramiento del desempeño energético y de sustentabilidad ambiental para la vivienda.	- Como parte las acciones administrativas de la NVE se deberá incluir un programa de capacitación y certificación de los asesores de vivienda. - Adicionalmente se pueden realizar las gestiones para analizar el apoyo de los diagnosticadores energéticos de CFE
		- La correcta colección de información para el sistema MRV requiere de asesores de vivienda capacitados y que comprendan el sistema de simulación y de registro	- La capacitación de los asesores de vivienda deberá incluir una capacitación respecto a la calidad de la colección de la información y en la utilización de las herramientas de simulación y de registro
	Contratistas o implementadores de las acciones de mejoramiento	- Se requiere de contratistas capacitados para la correcta implementación de las acciones de mejoramiento.	- La NVE deberá incluir un programa de capacitación y certificación de contratistas que realicen la correcta implementación de las medidas de mejoramiento de eficiencia y de ahorro de agua
De implementación de los mejoramientos de vivienda	Capacidad de los equipos	- El reemplazo de equipos electrodomésticos ineficientes por versiones más eficientes pero de mucho mayor capacidad, podría generar ahorros negativos, es decir un incremento del consumo de energía.	- Es importante considerar dentro del diseño del esquema de implementación de la NAMA reglas claras y límites en cuanto al incremento de la capacidad de los equipos electrodomésticos instalados. <sup>27</sup>
	Número de mejoramientos	- El esfuerzo que implica la construcción de herramientas y capacitación para los asesores e implementadores de las acciones de mejoramiento solamente se podrá justificar si se atiende un número alto de viviendas bajo la NAMA	-Para lograr una alta penetración de la NVE será necesario incentivar la demanda de mejoramientos y la oferta de productos financieros que los faciliten.

<sup>27</sup> Se pueden tomar como ejemplo las reglas de operación del programa de Sustitución de Electrodomésticos [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=119&Itemid=217](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=119&Itemid=217)

### 3.5. Discusión sobre costos relacionados con el Sistema MRV de la NVE en su etapa madura

Para la discusión de costos relacionados con el sistema MRV de la NVE en su etapa madura se agrupan los costos en dos clases: costos iniciales y costos operativos. Los costos iniciales son costos que se realizan prácticamente una sola vez y como parte del arranque de la NAMA. Por su parte los costos operativos, como su nombre lo indica, son costos relacionados con la operación del sistema MRV y se va a incurrir en estos costos a lo largo de la vida de la NAMA.

Los principales costos iniciales son:

- Modificación y adaptación de las herramientas de simulación y registro; y
- Capacitación y certificación de una masa crítica de asesores de vivienda.

Los principales costos operativos son:

- Actualización de los asesores energéticos de vivienda en la utilización de las herramientas;
- Mantenimiento de las herramientas de simulación y registro;
- Diagnósticos de vivienda con su paralela colección de información ex – ante, tanto para el monitoreo simple como para el detallado;
- Monitoreo ex – post, tanto simple como detallado;
- Relacionados con la instalación de medidores de agua y de gas; y
- Administración, procesamiento y generación de reportes de la información obtenida durante los monitoreos.

Aunque no es el objetivo de este estudio definir las fuentes presupuestales o financieras que permitirán cubrir tanto la operación de la NAMA como de su sistema MRV, es relevante analizar las posibles fuentes para cubrir los costos relacionados con su sistema MRV.

Para el caso de los costos iniciales, se prevé que la fuente financiera podría provenir de donaciones de instituciones financieras o agencias de cooperación internacional. También es posible que para la capacitación de los asesores de vivienda, organismos con presupuesto público nacional como CONAVI, CONUEE o FIDE pudieran aportar recursos para estos esfuerzos si éstos se encuentran alineados con su estrategia.

Para el caso de los costos operativos, y para permitir la sustentabilidad financiera del sistema MRV, se recomienda considerar dentro del monto a financiar por vivienda mejorada, un monto que cubra algún porcentaje de los costos del sistema MRV. Los costos operativos que podrían ser incluidos como parte del monto a financiar por el mejoramiento de la vivienda son los relacionados con la instalación de los medidores. Por su parte, el costo del diagnóstico de la vivienda, podría ser financiado como parte del producto financiero, siempre y cuando se realice la implementación. Sin embargo, respecto al costo de los diagnósticos de vivienda, es importante considerar, que es posible que no todos los diagnósticos de vivienda resulten en una implementación de la NAMA, esto significa que la relación de diagnósticos a implementación de mejoramiento podría ser mayor a 1. Por esta razón será muy importante la clara definición de quién, dígame el asesor de vivienda, la institución administradora de la NAMA, la institución

financiera o el usuario, será el responsable de cubrir los costos del diagnóstico en caso de que el mejoramiento y por lo tanto el financiamiento al mejoramiento no aplique.

Para cubrir el resto de los costos del sistema MRV, la NVE deberá contar con un presupuesto específico que permita enfocar personal capacitado para realizar las actividades y esfuerzos necesarios. Dado que la NAMA de Vivienda Nueva cuenta ya con un avance mayor en cuanto a la operación de la NVN y su sistema MRV, es recomendable considerar compartir recursos, particularmente para rubros de costos como son el mantenimiento de las herramientas de simulación y registro<sup>28</sup>, así como los costos relacionados con la administración, procesamiento y generación de reportes de la información obtenida durante los monitoreos. La Tabla 12 resume la discusión previa y relaciona los costos con sus posibles fuentes presupuestarias o de financiamiento.

**Tabla 12 Resumen de costos relacionados con el sistema MRV**

<b>Tipo de Costo</b>	<b>Descripción del costo</b>	<b>Opción de fuente de financiamiento o presupuestal</b>
Costos iniciales	Modificación y adaptación de las herramientas de simulación y registro	Agencias de cooperación internacional
	Capacitación y certificación de una masa crítica de asesores de vivienda	Agencias de cooperación internacional o recursos presupuestales públicos nacionales
Costos Operativos	Actualización continua de los asesores energéticos de vivienda en la utilización de las herramientas	Agencias de cooperación internacional, recursos presupuestales públicos nacionales o contribución parcial o total del asesor de vivienda
	Mantenimiento de las herramientas de simulación y registro	Posibilidad de sinergia con la estructura operativa y administrativa de la NVN
	Diagnósticos de vivienda con su paralela colección de información ex – ante, tanto para el monitoreo simple como para el detallado.	Inclusión del costo de monitoreo en el monto a financiar para mejoramiento de la vivienda. (Considerar la posibilidad de no implementación)
	Monitoreo ex – post, tanto simple como detallado	Inclusión del costo de monitoreo en el monto a financiar para mejoramiento de la vivienda
	Relacionados con la instalación de medidores de agua y de gas	Inclusión del costo de los medidores y su instalación dentro del monto a financiar para mejoramiento de la vivienda
	Administración, procesamiento y generación de reportes de la información obtenida durante los monitoreos	Posibilidad de sinergia con la estructura operativa y administrativa de la NVN

<sup>28</sup> El mantenimiento y actualización pudiera realizarse con recursos de la entidad proveedora o encargada

Las métricas financieras y de proceso planteadas en la Tabla 10 permitirán la medición de la costo-efectividad de la NVE, así como también de los esfuerzos y acciones pertenecientes al sistema MRV.

## Conclusiones

El presente estudio permite conceptualizar la NAMA de Vivienda Existente como punto de partida para poder realizar una discusión sobre los criterios y recomendaciones para su sistema de monitoreo, reporte y verificación.

Aunque la NVE se conceptualiza como paralela a la NVN, el presente estudio facilita la identificación de las diferencias clave entre ambas. Estas diferencias tienen implicaciones relevantes para el diseño del sistema MRV de la NVE. Es decir, aunque se busca una alineación con la NVN y se toman muchos elementos de ésta, se concluye que el sistema MRV de la NVE tendrá características propias que permitan su implementación práctica y simplificada.

Para lograr un sistema MRV práctico y viable para la NVE, se plantea una metodología de cálculo de reducción de emisiones que aproveche la existencia de información de consumos de energía y agua ex – ante, utilizando una metodología de ajuste de consumo para la generación de la línea base. Esto implica un gran beneficio tanto en esfuerzo como en costo, pues se evita la tarea de establecer un alto número de estándares de comparación o benchmarks. Al mismo tiempo, el sistema MRV de la NVE, puede tomar elementos importantes del sistema MRV de la NVN como es la posible utilización de la herramienta SISEVIVE (modificada y adaptada (SISEVIVE+) como alternativa para la simulación y para facilitar la participación de los asesores de vivienda. También toma de la NVN la estructura del MRV de la etapa madura y la arquitectura institucional. Esto genera un potencial para la reducción de los costos administrativos y de mantenimiento del MRV de la NVE, al compartirlos con los del MRV de la NVN.

Es importante mencionar que debido al rol central que pudiera tener el asesor de vivienda como potencial colector de la información ex – ante, es indispensable la capacitación de esta figura quien podrá facilitar la obtención de datos precisos para la línea base. El asesor de vivienda será posiblemente el promotor de la NAMA, más cercano al usuario de la vivienda, por lo que mucho del éxito de la NVE dependerá de la figura de este actor. Por consiguiente, se recomienda, incluso durante la fase inicial de la NAMA, poner atención a esta figura y crear los sistemas de capacitación que garanticen su correcta participación y contribución tanto a la implementación de la NAMA como a su sistema MRV.

Considerando la temprana elaboración de este estudio, previo al diseño final de la NVE, se recomienda tomar en consideración las principales barreras identificadas y costos del MRV cuando se estructure el esquema de implementación y financiamiento de la NAMA. De tal forma que las acciones del sistema MRV, los esfuerzos para superar sus barreras y los recursos para cubrir los costos sean, en la medida de lo posible, parte integral de la NAMA, que no signifiquen un esfuerzo artificial sino que permitan un beneficio adicional.

## Bibliografía

AHM, FOVISSSTE, INFONAVIT, SHF. (2010). *RUV*. Retrieved Febrero 18, 2013, from <http://www.ruv.org.mx/PortalMiCasa/doctos/ConoceMas/QueEsRuv.pdf>

CCAP. (2012). *An Expanded Set of Metrics for MRV* .

Cruz Martínez, R. (2012). *Estudio de Mercado Vivienda Existente*.

GIZ. (2012). *Borrador MRV System for the "Sustainable Housing NAMA" in Mexico*.

*INFONAVIT Simulador Hipoteca Verde*. (n.d.). Retrieved November 2012, from <http://201.134.132.145:82/simuladorHVWeb/home/simulador.jsp>

MGM Innova. (2012). *Análisis de programas actuales de financiamiento de mejoramiento de vivienda en México*.

SEMARNAT, CONAVI. (2012). *Vivienda Sustentable en México*. COP 18, (p. 22). Doha, Qatar.

SEMARNAT, CONAVI, GIZ. (2012). *Supported NAMA for Sustainable Housing in Mexico, Mitigation Actions and Financing Packages*.

Sistema de Información Energética. (n.d.). *SIE*. Retrieved Febrero 18, 2013, from <http://sie.energia.gob.mx/>

UNEP Riso, UNDP, DNV. (2011). *Measuring Reporting Verifying: A Primer on MRV for Nationally Appropriate Mitigation Actions*.

UNEP SBCI. *Common Carbon Metric*.

UNFCCC. *AM00091 Energy efficiency technologies and fuel switching in new buildings*.

UNFCCC. *I.J. Solar water heating systems (SWH)* .

UNFCCC. *II.C. Demand-side energy efficiency activities for specific technologies*.

UNFCCC. *II.M. Demand-side energy efficiency activities for installation of low-flow hot water savings* .

UNFCCC. *III.AE. Energy efficiency and renewable energy measures in new residential buildings Version 1*.

UNFCCC. *Mexican Housing Commission Sustainable Housing Program of Activities*.

UNFCCC. (2010). *Mexican Housing Commission Sustainable Housing Program of Activities*.

UNFCCC. (2012). *Mexico Water, Energy, & Emissions Efficiency Residential Program*.

UNFCCC. (n.d.). *UNFCCC*. Retrieved December 14, 2012, from AMS III AE Energy efficiency and renewable energy measures in new residential buildings:  
[http://cdm.unfccc.int/Panels/ssc\\_wg/meetings/020/ssc\\_020\\_an06.pdf](http://cdm.unfccc.int/Panels/ssc_wg/meetings/020/ssc_020_an06.pdf)

US EPA. (n.d.). *Energy Star*. Retrieved Enero 22, 2013, from  
[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=new\\_homes.hm\\_index](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=new_homes.hm_index)

VCS. *Approved VCS Methodology VM0008, Version 1.1*.

## ANEXOS

### Anexo 1 Eco-tecnologías consideradas dentro del programa Hipoteca Verde (INFONAVIT Simulador Hipoteca Verde)

#### **Electricidad**

Focos ahorradores (lámparas fluorescentes compactas).  
Combinación de focos ahorradores y focos LED's tipo bombilla.  
Equipo de aire acondicionado de alta eficiencia o de bajo consumo de 1 ton o 1.5 ton.  
Refrigerador de alta eficiencia (el Infonavit no financia la compra del refrigerador).  
Aislamiento térmico en techo.  
Aislamiento térmico en muro.  
Recubrimiento reflectivo como acabado final en el techo.  
Recubrimiento reflectivo como acabado final en muro.  
Ahorrador de energía eléctrica por optimización de tensión de alto rendimiento.  
Ventanas doble vidrio con marcos de PVC.

#### **Gas**

Calentador solar de agua plano con respaldo de calentador de gas de paso  
Calentador solar de agua de tubos evacuados con respaldo de calentador de gas de paso  
Calentador solar de agua plano sin respaldo.  
Calentador solar de agua de tubos evacuados sin respaldo.  
Calentador de gas de paso de rápida recuperación.  
Calentador de gas de paso instantáneo.

#### **Agua**

Inodoro grado ecológico máximo de 5 litros por descarga.  
Regadera grado ecológico con dispositivo ahorrador integrado.  
Llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua en lavabos de baño.  
Llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua en cocina.  
Válvula reguladora, para flujo de agua, en tubería de suministro.  
Dispositivos ahorradores de flujo de agua en llaves de lavabo y de cocina.

#### **Salud**

Filtros purificadores de agua con dos repuestos integrados.  
Suministro de agua purificada en la vivienda.

### Anexo 2 Síntesis de sistemas MRV de mecanismos relacionados con la construcción y la vivienda

#### **A. NAMA de Vivienda Nueva (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012)**

##### **Descripción y programa marco**

Descrito en la primera sección de este documento

##### **Sistema MRV**

El sistema MRV de la NAMA de Vivienda Nueva está diseñado considerando la exigencia de una NAMA apoyada.

El enfoque del sistema MRV es “whole-house” approach o desempeño global de la vivienda basado en estándares de referencia expresados a través de un indicador clave de desempeño o KPI. La metodología utilizada es del tipo de estándares de comparación. Esto implica que el MRV está basado en estándares de comparación de desempeño desagregados por zona bio-climáticas y por tipo de vivienda. Las mediciones y monitoreo se realizan a nivel de unidad de vivienda o unidad construida.

El MRV de la NAMA de Vivienda Nueva, se construye básicamente sobre dos herramientas informáticas, el RUV o Registro Único de Vivienda y el programa de simulación de desempeño de la vivienda SISESIVE.

El sistema MRV está diseñado para realizarse en 2 fases:

- Fase inicial: Esta fase incluye el diseño, registro y construcción de la vivienda. En esta fase se definen las características de sustentabilidad de la vivienda como parte del proceso de diseño. Se realiza una simulación del desempeño energético y finalmente se registra la vivienda con la descripción de sus características de sustentabilidad y eco-tecnologías. Este registro genera un clave única de vivienda para cada vivienda, lo cual permite identificarlas. Durante el proceso de construcción un auditor calificado verifica que la construcción se haya hecho de acuerdo a lo descrito en el RUV. Una vez que esto se confirma, la vivienda se incluye en la base de datos de la NAMA de Vivienda Nueva.
- Fase de monitoreo: Existen 2 tipos de sistemas de monitoreo en los que puede participar una vivienda una vez adquirida por el usuario.
  - Sistema de monitoreo simple: cuyo objetivo es calcular el impacto en cuanto a emisiones de GEI de la NAMA
  - Sistema de monitoreo detallado: cuyo objetivo es la colección de un mayor número de indicadores para la calibración de los modelos de emisiones, así como de métricas de proceso no tan relevantes para el cálculo de reducción de emisiones.

## **Monitoreo y métricas**

- Fase 1, registro

Al momento de registrar la vivienda en la base de datos de la NAMA, se registrarán los siguientes datos:

- Métricas
  - Tipo y capacidad del calentador solar
  - Tipo y capacidad del sistema solar
  - Tipo y capacidad del refrigerador
  - Tipos y capacidades de principales equipos y sistemas domésticos
  - Tipo y capacidad del sistema de iluminación
  - Estimado de ahorro

Por su naturaleza estos datos solo se registran una vez.

- Fase 2, sistema de monitoreo simple

El monitoreo simple es utilizado para el cálculo de las emisiones y la reducción de emisiones.

Considera la medición de 4 métricas en muestras representativas de viviendas agrupadas por zona bio-climática y tipo de vivienda. El tamaño de la muestra debe ser tal, que permita obtener un intervalo de confianza de 90%. Se establece un tamaño mínimo de muestra de 100 viviendas. Para el cálculo del impacto de GEI se multiplican éstas métricas por un factor de emisión y se comparan con las emisiones obtenidas de la muestra de viviendas de referencia. El KPI para los estándares de comparación está expresado en términos de emisiones por área anuales (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año) y consumo de energía por área anuales (KWh/m<sup>2</sup>/año).

- Métricas

Tabla 13 Métricas con información de (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012)

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo eléctrico	Bimestral y agregado anual	CFE
Consumo de gas	Anual	Instalación de equipos de medición
Consumo de agua	Anual	Instalación de equipos de medición
Ocupación	Anual	Encuestas

Dentro de las encuestas se incluirán preguntas para confirmar la continuidad del uso de los equipos eficientes y los comportamientos de ocupación

- Línea base

La línea base se construirá en base a las consideraciones del PoA/MDL de Vivienda de CONAVI. La muestra de viviendas de la línea base se renovará cada 2 (GIZ, 2012) TATION GIZ12 \I 1033 (GIZ, 2012) 3 o 4 años (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012) para reflejar los cambios en el tiempo del consumo de energía. Entre cada renovación, la línea base se ajustará basada en los factores climáticos (cooling degree days).

La NAMA de Vivienda establece que para la construcción de la línea base el muestreo y la construcción de ésta se considerarán los siguientes criterios de agrupación:

- 3 tipos de vivienda (aislada, adosada y vertical)
- 7 zonas bioclimáticas

Al mismo tiempo se acordó basarse en los siguientes características supuestas de las viviendas:

- Las viviendas tienen un tamaño de 40 m<sup>2</sup>
  - Una vida útil de 30 años
  - Una ocupación de 2 personas en promedio
  - Las temperaturas interiores se mantienen en un nivel de confort
  - Las viviendas utilizadas como línea base no serán mayores de 3 a 5 años de antigüedad
  - Piso y losa de concreto
  - Paredes y losa de concreto reforzado
  - Ventanas sencillas con marco de aluminio sin aislamiento térmico
- Fase 2, sistema de monitoreo detallado

El monitoreo detallado permite la colección de un mayor número de indicadores que permitan calibrar los modelos de emisiones y otras variables no relacionadas con GEI.

En un principio, el tamaño de la muestra de este sistema será del 3% de la muestra del sistema de monitoreo simple. Los datos del sistema de monitoreo detallado se deben medir por 14 meses por dos ciclos consecutivos. Estos datos serán registrados en la base de datos de la NAMA.

- Métricas

Tabla 14 Métricas con información de (SEMARNAT, CONAVI, GIZ, 2012)

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo eléctrico	Por hora, mensual y agregado anual	CFE
Consumo de gas	Mensual y agregado anual	Equipos de medición
Consumo de agua	Mensual y agregado anual	Equipos de medición
Temperatura interior de la casa	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición
Temperatura de la pared interior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición
Temperatura exterior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición
Humedad relativa interior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición
Humedad relativa exterior	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición
Consumo eléctrico desagregado por componentes principales	Por hora, mensual y agregado anual	Equipos de medición

(Aire acondicionado, iluminación, otros equipos)		
Consumo de agua desagregado (regadera, cocina, equipo de lavado)	Mensual y agregado anual	Encuestas
Hermeticidad de la vivienda	Una vez	Medición directa
Niveles de CO2	Una vez	Medición directa

- Parámetros clave

La NAMA de Vivienda Nueva establece la necesidad de utilizar parámetros clave para el cálculo de reducción de emisiones y simulaciones, que sean comunes, consensados y actualizados periódicamente. Ejemplo de estos parámetros son los factores de emisión de la electricidad, combustibles, del agua, y los contenidos calóricos de las fuentes de energía y combustibles.

- Arquitectura Institucional

Se recomienda la creación de una oficina NAMA que organice la recolección y almacenamiento de datos. Esta oficina será la responsable del manejo de la bases de datos de la NAMA. Se recomienda que la base de datos de la NAMA sea operada y mantenida por el RUV y supervisada por la oficina de NAMA. La oficina de la NAMA se encargará de la generación de reportes de monitoreo y de reducción de emisiones bi-anales basados en la base de datos de la NAMA.

## **B. Metodología AMS III AE Medidas de eficiencia energética y energía renovable en edificios residenciales nuevos (UNFCCC)**

### **Descripción y programa marco**

Esta metodología fue diseñada para cuantificar reducción de emisiones por medidas varias que permiten la disminución del consumo de electricidad en viviendas nuevas conectadas a la red eléctrica. Las medidas incluidas dentro de esta metodología son, sistemas eléctricos de acondicionamiento de espacio, diseño solar pasivo, sistemas fotovoltaicos, equipos electrodomésticos de alta eficiencia, aislamiento térmico entre otros.

### **Sistema MRV**

El sistema MRV tiene un enfoque “Whole-house approach” o enfoque de desempeño global de la vivienda que permite enfocarse en el rendimiento energético de las viviendas y no en el consumo de cada componente de la vivienda por lo que es un sistema MRV simplificado. Para el cálculo de los ahorros de energía se prescribe la desagregación de las viviendas por tipo. La metodología presenta dos alternativas de cálculo que difieren en la metodología para la generación de la línea base:

- a. Utilización de un sistema de simulación para la construcción de la línea base
- b. Medición de consumo de energía en viviendas línea base y utilización de análisis de regresión

Para la opción a. se requiere la utilización de un sistema de simulación calibrado de acuerdo a los requerimientos de ASHRAE 14-2002 así como también la recolección de una muestra representativa<sup>29</sup>

Para la opción b. se recomienda la utilización de una muestra de 100 viviendas y 100 viviendas proyecto.<sup>30</sup>

El ahorro de energía se estima de forma separada para diferentes tipos de vivienda (multifamiliares, aisladas, etc.) y para diferentes ubicaciones geográficas.

### Monitoreo y métricas

- Monitoreo
- Métricas

Tabla 15 Métricas principales de la AMS III AE. Fuente: (UNFCCC)

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo eléctrico (a. y b.)	Mensual (se divide entre el número de días del mes)	Equipo de medición
Información meteorológica (a. y b.)	Mensual	
Producción de electricidad con energía renovable (a. y b.)	Mensual	
Ocupación de las viviendas	Anual	

### C. Metodología AM00091 Medidas de eficiencia energética y cambio de combustibles en edificios nuevos (UNFCCC)

#### Descripción y programa marco

Esta metodología es una metodología de gran escala con una alta complejidad, que busca una mayor precisión en el reporte de las reducciones comparado con por ejemplo las metodologías de pequeña escala y las metodologías medición de impacto de una NAMA. La metodología AM00091 cubre acciones de eficiencia energética, así como también cambios de combustible para edificaciones nuevas tanto de tipo residencial, comercial como institucional. Cubre varios gases de efecto invernadero además del CO<sub>2</sub>, como son los refrigerantes con efecto de gas de efecto invernadero y el gas metano.

#### Sistema MRV

<sup>29</sup> 90% de nivel de confianza con un error máximo de 10% o por lo menos 100 residencias, en caso de existir menos de 100 viviendas se pre-escribe utilizar el mismo número de viviendas que la de proyecto

<sup>30</sup> Si las viviendas proyecto son menores a 100, la muestra línea base deberá ser del mismo número que las del proyecto

El sistema MRV, aunque considera también las emisiones por fugas y por refrigerantes, se enfoca en un indicador clave de desempeño o KPI que son las emisiones específicas definidas como toneladas de CO2 equivalente por año por metro cuadrado (t CO2e/(m2·yr). Para obtener este indicador se calcula la reducción de emisiones relacionadas con consumo eléctrico, consumo de combustibles, consumo de agua fría y caliente y por utilización de refrigerantes. El sistema está basado en la metodología de estándares de comparación utilizando una categorización o desagregación por tipo de edificación.

### Monitoreo y métricas

- Línea base
 

La línea base se construye categorizando a las construcciones de acuerdo a las circunstancias del proyecto. Los edificios o construcciones base deben estar ubicados en la misma municipalidad o municipalidades vecinas, haber sido construidos y ocupados en un plazo no mayor a 5 años, estar ubicados en una localidad donde la variación de HDD (heating degree days) y CDD (cooling degree day) esté dentro de 80% a 120% del valor promedio de la edificación proyecto, y con condiciones socio-económicas similares. El tamaño de la muestra de edificaciones base debe ser similar a la muestra de edificaciones proyecto y cumplir con un tamaño mínimo para alcanzar el nivel de confianza requerido. Para la construcción de benchmarks, se considera el 20% de las edificaciones con el desempeño más alto (el quintil más alto) para la definición del estándar de comparación o benchmark, o lo que es equivalente, con las emisiones específicas más bajas.
  
- Métricas

Tabla 16 Métricas principales de la metodología AM00091

Métrica	Periodicidad	Fuente
Consumo eléctrico	Anual	Equipo de medición
Consumo de combustible	Anual	
Contenido energético de agua de enfriamiento y agua caliente	Anual	
Emisiones de refrigerante	Anual	
Resto de las métricas	Cada 3 años	

### D. Metodología AMS II C Actividades de eficiencia energética por manejo de la demanda a través de tecnologías específicas (UNFCCC)

#### Descripción y programa marco

Esta es una metodología de pequeña escala para proyectos donde se instalan equipos eficientes como lámparas, refrigeradores, aires acondicionados, motores, ventiladores, sistemas de bombeo y chillers. Esta metodología aplica tanto a construcciones nuevas como a remodelaciones o mejoramientos.

### **Sistema MRV**

Es importante mencionar que la metodología solamente aplica cuando la capacidad de los nuevos equipos instalados esta en el rango de 90% a 150% de la capacidad de la línea base. Uno de los temas importantes consideradas en esta metodología, es la estimación de la vida útil restante del equipo reemplazado. El sistema MRV aplica tanto para acciones que disminuyen el consumo eléctrico como para acciones que disminuyen el consumo de energía.

### **Monitoreo y métricas**

- Línea base

Existen 4 opciones para el cálculo de la línea base dependiendo de las características de la acción de eficiencia energética:

- Opción para equipo de carga constante  
Esta opción es aplicable para proyectos de construcción nueva como para remodelaciones. Aplica para equipos que utilizan siempre la misma carga o capacidad para operar. Ejemplos de estos equipos son iluminación, motores de carga constante, calentadores de resistencia, entre otros.
  - Métricas
    - Inventario de equipos
    - Potencia de los equipos reemplazados
    - Horas de utilización del equipo línea base (obtenidas por muestreo)
    - Consumo de refrigerante (en caso de existir en los equipos proyecto o línea base)
- Opción para equipo de carga variable (enfoque de regresión)  
Esta opción solamente aplica para proyectos de renovación y no aplica a proyectos de construcción nueva. Aplica para equipos de carga variable, cuya demanda en (kW) responde a una variable independiente como es el clima. Para esta opción de cálculo de línea base se utiliza un enfoque de regresión. El consumo de energía de los equipos línea base se calcula como función de la variable independiente (Ej. Temperatura). Para el cálculo de esta función se requiere de mediciones durante un periodo de 12 meses continuos en intervalos de 0.25 a 1 hora. Esta opción requiere de un alto nivel de documentación del proceso para la definición del modelo de regresión.
- Opción de eficiencia específica y consumo de energía  
Esta opción solamente aplica para proyectos de renovación. Al mismo tiempo, solamente aplica cuando el producto o trabajo del equipo no varía (dentro de

un rango determinado). En este caso se utiliza la eficiencia energética del equipo de línea base y el trabajo o producto del equipo proyecto. Utilizando estos valores se calcula entonces el consumo de energía línea base. Para el cálculo de esta función se requiere de mediciones durante un periodo de 12 meses continuos en intervalos de 15 minutos, por hora y por día.

- Opción para acciones relacionadas con ahorro de combustibles fósiles  
Esta opción está basada en la herramienta para determinar la eficiencia base de sistemas térmicos y eléctricos. Esta herramienta presenta diversas alternativas para la determinación de la línea base:
  - Utilización de la función de capacidad/eficiencia del fabricante
  - Establecer una función de eficiencia basada en mediciones y en análisis de regresión
  - Establecer la eficiencia basado en datos históricos y utilizando análisis de regresión
  - Utilización de los valores de eficiencia del fabricante
  - Determinación de la eficiencia basado en mediciones y utilización de un valor conservador
  - Utilización de un valor estándar
  -
- Emisiones del proyecto

Las emisiones del proyecto se calculan con base en mediciones de las horas de operación y de la capacidad de los equipos instalados para obtener consumos de electricidad y/o de combustibles fósiles real.

- Monitoreo

En el caso de reemplazo de equipos, se debe registrar una muestra de la capacidad del equipo reemplazado. También existe la opción de medir directamente el consumo de electricidad de una muestra de los equipos instalados. También se debe hacer un monitoreo anual de los equipos que no cuentan con equipos de medición para verificar que continúen operando. Para el caso de la opción 3 además se debe monitorear el producto o trabajo del equipo así como el consumo de la energía.

#### **E. Metodología AMS I J Sistemas de calentamiento de agua solar. (UNFCCC)**

##### **Descripción y programa marco**

Esta metodología aplica para la medición de la reducción de emisiones resultantes de acciones de instalación de sistemas solares de calentamiento de agua tanto en edificios residenciales como en edificios comerciales. Aplica para proyectos de construcción nueva como para renovaciones que implica el reemplazo de sistemas de calentamiento de agua que utilizan como fuente de energía combustibles fósiles o electricidad.

## Sistema MRV

Para el sistema MRV se considera como línea base, para renovaciones, las emisiones del equipo existente a ser reemplazado por el equipo solar. Para el caso de nueva construcción, se considera, como línea base, el equipo que hubiera sido utilizado tradicionalmente.

Existen tres enfoques distintos para el cálculo de la reducción de emisiones para esta metodología

- Método basado en un modelo de simulación

Este método no aplica para construcciones comerciales, sino solamente para construcciones residenciales. El método utiliza un modelo de simulación computarizada para simular el desempeño del equipo línea base y del desempeño del equipo. Para la simulación se deben utilizar los siguientes parámetros:

- Características de entrada y salida de energía del equipo línea base
- Características de tamaño y eficiencia del equipo línea base
- Temperatura del agua de entrada
- Consumo de agua al día
- Características de entrada y salida de energía del equipo solar
- Características de eficiencia y tamaño del equipo solar
- Características de radiación solar

- Método basado en mediciones

Este es el único método aplicable para construcciones comerciales. Está basado en la medición de la generación de agua caliente del proyecto o equipo solar instalado. Con esta información se calcula el consumo de combustible fósil o de electricidad que se hubiera consumido.

- Método basado en ahorros de energía establecido

Este método es también solamente aplicable a proyectos residenciales. Está basado en valores estandarizados de ahorro de energía por área de colector solar instalado. Este método solamente aplica cuando el proyecto cumple con características técnicas muy específicas.

## Monitoreo y métricas

- Monitoreo

El monitoreo incluye la inspección de la instalación de los sistemas de agua caliente instalados con su correspondiente verificación de una adecuada instalación. Uno de los componentes más importantes es la verificación del número de sistemas operacionales para lo cual se recomienda tomar muestras representativas para esta verificación.

## F. Metodología AMS II M Instalación directa de sistemas de flujo bajo de agua caliente en edificios residenciales (UNFCCC)

### Descripción y programa marco

Esta metodología es una metodología de pequeña escala que aplica para la instalación de sistemas de bajo flujo de agua caliente, que resultan en una disminución en el consumo de energía por calentamiento de agua en edificios residenciales. Los sistemas cubiertos son regaderas personales y grifos de cocina y baño que utilicen agua caliente. Esta metodología aplica solamente a proyectos de renovación o reemplazo y no a proyectos de construcción nueva. El cálculo de reducción de emisiones se realiza considerando la energía requerida para calentar el agua.

### Sistema MRV

Para el cálculo del ahorro de energía y su correspondiente reducción de emisiones se toma una muestra estadísticamente representativa de los sistemas de agua de línea base y los sistemas de agua de bajo flujo.

### Monitoreo y métricas

Para el MRV de esta metodología se requiere de datos del número de sistemas de bajo flujo instalados y en operación.

- Línea base  
Se calcula utilizando el flujo medido del sistema línea base y el total de agua consumida.
- Monitoreo  
Un componente importante del monitoreo es la medición del número de equipos en operación. Las variables monitoreadas más importantes son:

Tabla 17 Métricas principales del sistema MRV de la metodología AMS II M

Métrica	Fuente
Volumen de agua utilizado (litros)	Equipo de medición
Días de medición	Registro de días de medición
Temperatura del agua caliente	Equipos de medición
Temperatura del agua fría	Equipo de medición
Factor de emisión	Fuente específica nacional o IPCC

## G. PoA de Vivienda Sustentable de CONAVI (*Mexican Housing Commission Sustainable Housing*) (UNFCCC)

## Descripción y programa marco

Es un programa de actividades que define un marco para la incorporación de proyectos de reducción de emisiones con características similares con el objetivo de permitir su replicación. Los programas de actividades, como es el caso del PoA de Vivienda Sustentable, permite el escalamiento de proyectos de mitigación facilitando los procesos y por consiguiente disminuyendo los costos de transacción para el registro de las reducciones alcanzadas. Bajo un PoA es posible registrar una política de implementación coordinada que permita la reducción de emisiones. Una vez que un PoA queda registrado es posible agregar un número ilimitado de componentes de actividades de proyecto o CPAs.

El escalamiento y replicación posible a través del marco PoA permite un monitoreo y verificación colectivo disminuyendo los costos de estos por unidad de reducción.

El PoA de Vivienda Sustentable está basado en dos instrumentos financieros, subsidios verdes y financiamientos verdes.

Las actividades CDM de micro escala o CPA de este PoA consisten en un grupo de viviendas nuevas o existente donde se implementan una serie de tecnologías o medidas que son consecuencia de la participación en un subsidio verde o en un financiamiento verde y que conducen a la reducción de emisiones. Es decir, si en un grupo de viviendas del mismo tipo (ej. vivienda nueva o vivienda existente) se implementan una combinación particular de tecnologías y medidas (como son arquitectura bio-climática, calentamiento solar de agua, etc.) y con alguno de los instrumentos financieros previamente mencionados, a esta actividad se le puede considera como un CPA para el PoA de vivienda sustentable. Es importante mencionar que para que un CPA pueda ser incluido en el PoA las viviendas deben de compartir exactamente la misma combinación de tecnologías.

Las tecnologías o acciones incluidas dentro del PoA son:

Tabla 18 Tecnologías consideradas dentro del PoA de Vivienda Existente (UNFCCC, 2010)

Tipo de vivienda	Tecnología
Vivienda nueva	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arquitectura bioclimática</li><li>• Aislamiento térmico</li><li>• Iluminación eficiente</li><li>• Equipos eficientes</li><li>• Calentadores de agua eficientes</li><li>• Celdas fotovoltaicas</li><li>• Calentadores de agua solares</li><li>• Micro turbinas eólicas</li></ul>
Vivienda existente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Iluminación eficiente</li><li>• Equipos eficientes</li><li>• Calentadores de agua eficientes</li><li>• Calentadores de agua</li></ul>

	solares
--	---------

### Sistema MRV

El PoA de Vivienda Sustentable está basado en componentes de actividades de proyecto de pequeña escala, los cuales se basan para la definición de su elegibilidad, monitoreo y verificación, en las siguientes metodologías:

- AMS III AE Medidas de eficiencia energética y energía renovable en edificios residenciales nuevos
- AMS II C Eficiencia energética en remodelaciones y edificios nuevos
- AMS I J Calentadores de agua residenciales y calentamiento solar de agua para la producción de agua caliente

### Monitoreo y métricas

El sistema de reporte está basado en el sistema RUV y otros sistemas desarrollados para contener la información de las viviendas consideradas dentro del CPA.

- Monitoreo

Los parámetros requeridos por la metodologías aplicables deben ser monitoreados siguiendo un enfoque aleatorio simple, un enfoque aleatorio de etapas múltiples o un enfoque aleatorio estratificado, combinando las poblaciones individuales de los CPAs en una población única para el PoA. El reporte se hace a través del RUV y sistemas adicionales.

La Tabla 19 muestra los requerimientos de monitoreo para cada una de las metodologías aplicables

**Tabla 19 Resumen de sistema de monitoreo y muestreo del PoA de Vivienda Sustentable**

Metodología y acción	Monitoreo	Parámetros
AMS III AE para eficiencia energética en viviendas nuevas	Datos obtenidos directamente a través de un enfoque aleatorio estratificado donde la población corresponde al universo de residencias nuevas incluidas en el PoA. Se utilizan dos niveles de estratificación, por zona bioclimática y por tipo de vivienda.	Los parámetros a determinar por la muestra son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo anual de electricidad de viviendas nuevas línea base y proyecto.(utilizando facturas de CFE)</li> <li>• Ocupación de las residencias proyecto (determinadas a través de</li> </ul>

		encuestas)
	Datos obtenidos indirectamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HDD (grados día de calentamiento) y CDD (grados día de enfriamiento) mensuales para residencias línea base y proyecto</li> </ul>
AMS I J para instalación de calentadores solares	Datos obtenidos de toda la población mediante monitoreo directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencia de instalación adecuada y de operación bajo las especificaciones del fabricante.</li> <li>• Fecha de instalación</li> </ul>
	Datos obtenido por muestreo aleatorio simple donde la población corresponde al universo de residencias nuevas y existentes incluidas en el PoA que han instalado un calentador solar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de equipos en operación y bajo las especificación de mantenimiento del fabricante</li> </ul>
	Datos obtenidos indirectamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos de consumo de agua caliente, medidos, regionales o nacionales.</li> <li>• Temperatura del agua de entrada (promedio de temperatura del agua por zona bioclimática)</li> <li>• Temperatura final del agua (consumo de agua diario promedio)</li> <li>• Radiación solar promedio diaria o mensual y temperatura ambiente diaria para cada zona bioclimática.</li> </ul>
AMS II-C para acciones de eficiencia energética en viviendas existentes	Datos obtenidos de toda la población mediante monitoreo directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información técnica del equipo reemplazado (capacidad de placa y tipo de equipo)</li> <li>• Información técnica del equipo proyecto o nuevo (capacidad de placa y tipo de equipo)</li> <li>• Registros de destrucción (Documentación que pruebe la correcta destrucción de los equipos)</li> </ul>

		reemplazados)
	Datos obtenidos directamente a través de un enfoque aleatorio estratificado donde la población corresponde al universo de equipos reemplazados por tipo de equipo. Se utilizan dos niveles de estratificación, por zona bioclimática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de equipos en operación (determinado a través de encuestas aleatorias por tipo de equipo)</li> <li>• Consumo de energía utilizando medidores para una muestra de equipos base y equipos proyecto.</li> </ul>

- Metodologías seleccionadas para vivienda nueva

**Tabla 20 Metodologías seleccionadas para viviendas nuevas PoA de Vivienda Sustentable**

Metodología (tecnologías y de medidas ejemplo)	Línea base	Monitoreo
AMS-III. AE (arquitectura bioclimática, equipos con alta eficiencia energética, energías solar y eólica)	Comparación ex_post de consumo de electricidad anual promedio (medido) de una muestra de viviendas ocupadas con un estimado consumo de electricidad anual promedio determinado utilizando análisis de regresión. (opción B del AMS-III AE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de electricidad mensual de una muestra de residencias proyecto.</li> <li>• HDD y CDD mensual</li> <li>• Para residencias con energía renovable (producción mensual) para toda la población</li> <li>• Encuesta sobre las características de las residencias línea base.</li> <li>• Ocupación anual de residencias proyecto.</li> </ul>
AMS-I J (calentadores de agua solares)	El sistema línea base y el tipo de combustible de éste se determina en base a las prácticas tradicionales de construcción. Los ahorros de energía se calculen en base a un modelo de simulación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de sistemas operacionales y en cumplimiento con los requerimientos de mantenimiento del fabricante.</li> </ul>

- Metodologías seleccionadas para vivienda existente

**Tabla 21 Metodologías seleccionadas para viviendas existentes PoA de Vivienda Sustentable**

Metodología (tecnologías y de medidas ejemplo)	Línea base	Monitoreo
AMS-I J (calentadores de	Corresponde al sistema y	• Porcentaje de sistemas

agua solares)	combustible utilizado previo a la implementación del proyecto. La reducción de emisiones se calcula en base a los ahorros de energía y el combustible desplazado. Los ahorros de energía se calculen en base a un modelo de simulación.	operacionales y en cumplimiento con los requerimientos de mantenimiento del fabricante.
AMS –II.C (calentadores de agua eficientes)	Corresponde al sistema y combustible utilizado previo a la implementación del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Se registra la capacidad del equipo reemplazado y del equipo eficiente instalado.</li> <li>●Se toma una muestra representativa para monitorear horas de operación (utilizando equipos de medición) o consumo de energía (utilizando un modelo de simulación y datos de consumo de agua, temperatura de entrada y de salida)</li> <li>●Porcentaje de sistemas operacionales</li> </ul>
AMS –II.C (equipos eléctricos de alta eficiencia como aires acondicionados y refrigeradores)	La línea base se determina considerando el consumo de energía de los equipos línea base	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Capacidad de equipos línea base y proyectos (toda la población)</li> <li>●Muestra representativa de consumo de energía u horas de operación de los equipos instalados.</li> <li>●Porcentaje de sistemas operacionales</li> </ul>

### Arquitectura Institucional

El PoA es operado e implementado por CONAVI y es una acción voluntaria.

#### H. PoA Cambio Azul (*Mexico Water, Energy, & Emissions Efficiency Residential Program*) (UNFCCC, 2012)

#### Descripción y programa marco

Las actividades CDM de microescala o CPAs de este PoA consisten en un grupo de viviendas existentes ubicadas en el territorio nacional que cuentan con calentadores de agua de combustibles fósiles o

eléctricos. La reducción de emisiones está basada en la instalación de equipos que disminuyen el consumo de agua caliente a través de dispositivos de bajo flujo de agua y que por consiguiente el consumo de combustible o electricidad requerido para proveer de agua caliente a las residencias.

### Sistema MRV

El PoA Cambio Azul está basado en componentes de actividades de proyecto de pequeña escala, los cuales se basan para la definición de su elegibilidad, monitoreo y verificación, en la metodología AMS II.M. Los CPAs implican la instalación directa de sistemas de ahorro de agua caliente como regaderas y grifos.

### Monitoreo y métricas

- Monitoreo

El monitoreo está basado en la medición de una muestra representativa. Es posible para este PoA el muestreo independiente por CPA o muestreo entre CPAs. La metodología requiere un nivel de confianza/precisión de 90/10 si se utiliza un muestreo anual.

- Métricas y parámetros

Los parámetros para la línea base se deben determinar a través de un censo completo de todas las viviendas donde se reemplazan los equipos de bajo flujo. Solamente los parámetros de cantidad de agua medida después del proyecto y la temperatura del agua a la entrada del dispositivo de calentamiento se determinan utilizando un muestreo y no la población completa. Los principales parámetros a medir para la determinación de la línea base son:

Tabla 22 Métricas relevantes dentro del PoA de Cambio Azul

Métrica	Fuente
Flujo de agua del equipo línea base (o a reemplazar)	Se toman tres mediciones en el momento de la instalación del proyecto
Flujo de agua del equipo proyecto(bajo flujo)	Se toman tres mediciones en el momento de la instalación del proyecto
Cantidad de agua utilizada durante los días de monitoreo	Medición de volumen total del agua que fluye por el equipo proyecto (bajo flujo)por un periodo de por lo menos 60 días (30 días en verano y 30 días en invierno).
Temperatura del agua	Se toman tres

caliente	mediciones en el momento de la instalación del proyecto
Temperatura del agua fría	Existen tres métodos distintos: a) medición de la temperatura en diferentes momentos del año, b) medición de temperatura en el periodo más cálido del año c) utilización de bibliografía específica de la ubicación del CPA.

- Arquitectura Institucional

La institución coordinadora de este PoA es Camino Sabio Azul S. de R. L. de C.V. quien opera y administra la implementación de los proyectos.

#### I. Metodología VCS VM0008 Climatización de casas aisladas o multifamiliares (VCS)

##### Descripción y programa marco

Esta metodología está enmarcada bajo el Verified Carbon Standard, un mercado voluntario y un sistema de contabilización de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que permite verificar y emitir créditos de carbono voluntarios.

Esta metodología considera la climatización de viviendas, es decir medidas de eficiencia energética dirigidas a disminuir el consumo de energía de la vivienda. Ejemplos de acciones incluidas bajo esta metodología son aislamiento térmico, el reemplazo de equipos de aire acondicionado y calefacción entre otros.

Esta metodología sea aplicable cuando cumple con lo siguiente:

- La vivienda debe estar ocupada (se permite desocupación intermitente de hasta 3 meses)
- La actividad debe ser voluntaria y no obligatoria
- La actividad debe implicar a edificios completos, viviendas móviles o acciones individuales de eficiencia energética en viviendas.
- El tipo de acciones incluidas se pueden clasificar en 4 categorías:
  - Categoría A: Renovación completa con varias acciones de eficiencia energética incluyendo aislamiento térmico, sellos de aire, mejoramiento de la eficiencia de sistemas de acondicionamiento de espacio, así como también reducción del consumo de equipos domésticos como de iluminación, refrigeradores, lámparas e incluso regaderas.

- Categoría B: exclusivamente eficiencia energética relacionada con aislamiento y sistemas de acondicionamiento de espacio.
  - Categoría C: exclusivamente reemplazo de equipos domésticos
  - Categoría D: Reemplazo de una vivienda móvil
- La metodología no cubre cambio de combustibles
- La metodología puede utilizarse en cualquier zona geográfica siempre y cuando se cuente con información benchmark o de comparación para el tipo de edificio.
- El tamaño de la muestra debe ser igual a la raíz cuadrada del número total de viviendas o equipos proyecto.
- La metodología permite flexibilidad en el sistema de muestreo

Uno de los componentes más importantes de esta metodología son el proceso para la definición de adicionalidad. Este componente permite incluir exclusivamente las acciones que se no se hubieran realizado en ausencia del programa. El sistema de adicionalidad se basa en la definición de benchmarks específicos a la localidad y al tipo de edificio.

### **Sistema MRV**

El sistema MRV de esta metodología es amplio e incluye 5 diferentes enfoques para el monitoreo y el cálculo de reducción de emisiones. Los enfoques se utilizan de acuerdo a las categorías de las acciones.

- Categoría A
  - Ajuste de consumo de energía
  - Auditoría pre y post renovación
  - Enfoque de control de grupo
- Categoría B
  - Ajuste de consumo de energía
  - Auditoría pre y post renovación
  - Enfoque de control de grupo
- Categoría C
  - Enfoque de ahorros estimados
- Categoría D
  - Ajuste de consumo de energía
  - Enfoque de control de grupo
  - Enfoque de viviendas móviles

### **Monitoreo y métricas**

- Línea base

La definición de la línea base depende de la categoría de la acción

- Monitoreo

Al mismo tiempo, como se describe previamente el enfoque del monitoreo depende de la categoría bajo la cual esté clasificada la acción. Dado que el enfoque de este proyecto este estudio es en el tema de renovación de vivienda existente no móvil la descripción de los distintos enfoques estará enfocado en los correspondientes a la categoría de la A a la C excluyendo los relativos a la categoría D.

- Ajuste de consumo de energía

En el enfoque MRV de ajuste de consumo de energía la propuesta es medir el consumo de energía previo a la renovación. Posteriormente esta línea base debe ser corregida por dos factores, el primero un ajuste por demanda de energía en el tiempo y el otro por un factor de ajuste a los grados días de calentamiento y enfriamiento (CDD y HDD). Se puede utilizar una muestra para medir el consumo previo a la renovación. Al consumo de energía (combustible y electricidad) del proyecto o post-renovación se le resta entonces el consumo línea base ajustado. Como medida de calidad se monitorea también viviendas donde no se haya aplicado ninguna medida. El monitoreo también considera los impactos de fuga de refrigerantes.

Es importante mencionar que el factor de ajuste de energía representa la tendencia de la demanda basado en promedios de consumo de energía a lo largo de los últimos 10 años en la región donde se ubica el proyecto. El factor de corrección de energía solamente se puede utilizar cuando ajusta el consumo de energía hacia abajo, para mantener así estimados de la línea base conservadores. Los factores de corrección para los grados días de calentamiento y enfriamiento se utilizan para actualizar la línea base y ajustarla a la diferencia de temperatura entre el año proyecto y el año base.

El método de cálculo se describe a continuación:

$$ER_y = \sum_{i=1}^I (Elec_{b,i} * ECF_y * CDDCF_y - Elec_{p,y,i}) + \sum_{i,j=1}^{I,J} (F_{b,i,j} * HDDCF_y - F_{p,y,i,j}) * Cal_j * F_{CO2j} - L_y$$

Eq. 6 (VCS)

$ER_y$  = Reducción de emisiones en el año y en toneladas métricas (t CO2e/año)

$i$  = Vivienda

$Elec_{b,i}$  = Electricidad consumida en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda  $i$  en kWh (consumo línea base)

$Elec_{p,y,i}$  = Electricidad consumida por el proyecto en el año  $y$  y para la vivienda  $i$  en kWh (consumo proyecto)

$ECF_y$  = Factor de corrección de electricidad para el año  $y$  a ser aplicado a la línea base

$CDDCF_y$  = Factor de corrección de Días grado de enfriamiento para el año  $y$

$HDDCF_y$  = Factor de corrección de Días grado de calentamiento para el año  $y$

$F_{b,i,j}$  = Consumo de combustible  $j$  en el año previo al proyecto de implementación para la vivienda  $i$  en unidades apropiadas de masa o volumen (consumo línea base)

$F_{p,y,i,j}$  = Consumo de combustible j por el proyecto en el año y para la vivienda i en unidades apropiadas de masa o volumen (consumo proyecto)

$Cal_j$  = Poder calorífico del combustible tipo j en GJ/masa o volumen

$ElecCO_2$  = Factor de emisión de la electricidad en red tCO<sub>2</sub>e/kWh

$FCO_{2,j}$  = Factor de emisión del combustible por unidad de energía para el combustible j expresado en tCO<sub>2</sub>e / GJ

$L_y$  = Leakage en el año y

$I$  = número de viviendas

$J$  = número de tipos de combustible

$j$  = tipos de combustible

$y$  =. Cualquier número de 12 meses consecutivos durante el periodo de acreditación del proyecto. Debe ser definido con un entero empezando del 1.

Los factores de corrección de grados días de calentamiento y enfriamiento se calculan de la siguiente forma:

$$HDDCF_y = \frac{HDD_y}{HDD_b}$$

$$CDDCF_y = \frac{CDD_y}{CDD_b}$$

Donde

$HDD_y$  = Días grado de calentamiento en el año y de la remodelación

$HDD_b$  = Días grado de calentamiento de un año previo a la remodelación

$CDD_y$  = Días grado de enfriamiento en el año y de la remodelación

$CDD_b$  = Días grado de enfriamiento de un año previo a la remodelación

El factor de corrección de la electricidad se calcula como un porcentaje del consumo en el año previo a la remodelación utilizando información oficial de consumo de energía por vivienda local, regional o nacional.

El leakage se calcula de la siguiente forma

$$L_y = L_{CO_2,y} + L_{HFC,y}$$

Donde

$$L_{CO_2,y} = \sum_{k=1}^K (a_{np,k,y} * h_k * E_{dem,pre,k}) * Elec_{CO_2} + \sum_{t=1}^{T-1} L(y-t), CO_2$$

$a_{np,k,y}$  = Equipos del tipo 73 esechadoschados apropiadamente en el año y

$K$  = Número de tipos de equipos

$E_{dem,pre,k}$  = Demanda de electricidad del equipo tipo k antes del reemplazo

$h_k$  = horas de trabajo anuales del equipo tipo k

$ElecCO_2$  = Factor de emisión de la electricidad en red tCO<sub>2</sub>e/kWh

$t$  = Años desde el principio del period de acreditación del proyecto

$$L_{HFC,y} = \sum_{k=1}^K a_{np,k,y} * RCC_a * GWP_R$$

$RCC_a$  = Charge capacity of refrigerant gas of replaced cooling Appliance a in grams

$GWP_R$  = Global Warming Potential of refrigerant gas R used in Appliance in tons CO<sub>2</sub>equivalent per ton of R

- Auditoría pre y post renovación

Este enfoque se basa en datos monitoreados y generados a través de una auditoría energética pre-renovación y una auditoría energética post-renovación. El procedimiento implica la realización de auditorías energéticas pre-post renovación en una muestra representativa de los edificios renovados. La auditoría pre-renovación permite determinar la línea base de demanda de energía. Con base en estas dos auditorías se determina un factor de reducción de la demanda eléctrica y un factor de reducción de la carga térmica.

Los auditores de energía deben ser profesionales certificados por una entidad pública o privada de certificación. Para la auditoría se utilizan las mejores prácticas así como software de modelado de energía.

- Enfoque de control de grupo

Bajo este enfoque se selecciona un grupo de viviendas control y un grupo de viviendas muestra. Las viviendas control son viviendas que no son, ni deben ser renovadas en cuanto eficiencia energética. La facturación eléctrica y de combustibles debe ser recolectada de forma anual para ambos proyectos. La diferencia en el consumo de energía anual servirá como base para el cálculo de la reducción de emisiones. Las viviendas control deben estar ubicadas en el mismo estado, provincia o región, ser del mismo tipo y estar habitadas por personas con un nivel de ingreso similar al de las viviendas proyecto.

- Enfoque de ahorros estimados

El enfoque de ahorros estimados se utiliza solamente para proyectos de categoría C, es decir proyectos donde solamente se realizan acciones de reemplazo de equipos electrodomésticos sin incluir acciones de climatización y aislamiento térmico. Para el cálculo de los ahorros se requiere de la información de capacidad del equipo nuevo y equipo reemplazado y las horas de operación típicas. Para la medición se monitorea la operación de muestras representativas de los equipos instalados.

## J. UNEP: Métricas comunes de carbón para medir y reportar el uso de energía y las emisiones de GEI de la operación de edificios (UNEP SBCI)

### Descripción y programa marco

Esta metodología fue elaborada por UNEP SBCI, con el objetivo de generar un instrumento universal que permita la medición de las emisiones de un edificio, para proveer las bases para definir precisamente, líneas bases y reducciones generadas. El enfoque de esta metodología se basa en la operación del edificio. La metodología presenta dos opciones metodológicas, de abajo hacia arriba (bottom-up) para el desempeño de edificios individuales y de arriba hacia abajo (top-down) para niveles regionales y nacionales. El objetivo de esta metodología es apoyar la reducción de emisiones en edificios mediante una herramienta que permita medir estas reducciones derivadas de mejoramientos de eficiencia energética.

### **Sistema MRV**

Esta metodología se basa principalmente en la medición, reporte y verificación de la situación presente de un inventario de edificios (de todos los tipos) existente. El enfoque no es la medición y reporte de reducciones como tal, sino cómo poder reportar y comparar el status actual de intensidad de carbono y eficiencia energética del sector de edificios.

El sistema de reporte se basa en dos métrica clave o KPI: la masa de bióxido de carbono equivalente por metro cuadrado por año ( $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{año}$ ) y la intensidad energética, o los kilo watts hora por metro cuadrado al año.

La metodología de abajo hacia arriba

En esta metodología se construye un inventario de edificios, tomando muestras representativas de los tipos de edificios existentes. Para generar la información de GEI relacionada con el sector de edificios, se utiliza información de las compañías proveedoras de electricidad y combustibles. El inventario requiere que los edificios sean catalogados por su ubicación e identificados con su dirección física. El inventario puede estar relacionado con los grados-días de calentamiento y los grados días de enfriamiento de la localidad y los edificios se deben clasificar por su tipo en residenciales, aislados, multifamiliares, no residenciales, entre otros. La información de edad, área bruta de la edificación y ocupación también se aconseja recolectares.

La metodología de arriba hacia abajo

Se utiliza cuando se requiere el reporte de emisiones a nivel regional o nacional. En este caso, lo que se hace es que se estima el desempeño de diferentes grupos o tipos de edificios y se utilizan los inventarios existentes para calcular las emisiones y huella de carbón de las edificaciones.

### **K. US EPA: Programa Energy Star sistema de desempeño energético (US EPA)**

#### **Descripción y programa marco**

- Edificios comerciales

El programa de desempeño energético de la US EPA tiene como objetivo principal es la determinación del desempeño de las edificaciones en los Estados Unidos y la promoción del mejoramiento de este. Dentro de este programa la US EPA creó una herramienta que permite tener una visión del desempeño de la edificación o de un portafolio de edificaciones y comparar este con edificaciones con características similares. El programa incentiva la eficiencia energética en edificaciones a través del acceso a herramientas que facilitan la comprensión del desempeño energético y también de etiquetados y reconocimientos al liderazgo en eficiencia energética. Este programa se enfoca principalmente en edificios comerciales.

- Edificios residenciales nuevos

El programa Energy Star para edificios residenciales nuevos es un programa de etiquetado y reconocimiento a viviendas nuevas construidas con altos estándares de calidad y con desempeño energético un 30% arriba que las viviendas estándar. El programa no integra un sistema MRV para la reducción de emisiones o ahorro de energía, sino se basa en estándares de comparación del desempeño energético de la vivienda. (US EPA)

El etiquetado se basa en el cumplimiento de estándares de construcción establecidos por el US EPA relacionados con el aislamiento térmico, los sistemas de acondicionamiento de aire, de iluminación, mejores prácticas y equipos de agua, entre otros. El programa se fundamenta en la certificación por parte de un auditor acreditado de que la vivienda cumple con estos requerimientos.

#### Mejoramiento de la vivienda

Para el mejoramiento de la vivienda, el programa Energy Star cuenta con la vertiente de mejoramiento de la vivienda donde se presenta al público una herramienta que permite al dueño de la vivienda evaluar el desempeño energético de su casa y comprender donde se encuentra éste respecto a viviendas similares y ubicadas en su localidad o zona bio-climática. Esta herramienta se llama Energy Star Home Energy Yardstick o la Vara de Medir de la Energía de la Vivienda. La herramienta califica a la vivienda en una escala del 1 al 10 (siendo el 10 la calificación más alta en cuanto a eficiencia energética) considerando el consumo de energía y la ubicación geográfica definida por el código postal.

El programa promueve la contratación de asesores de energía acreditados para implementar mejoras a la vivienda.

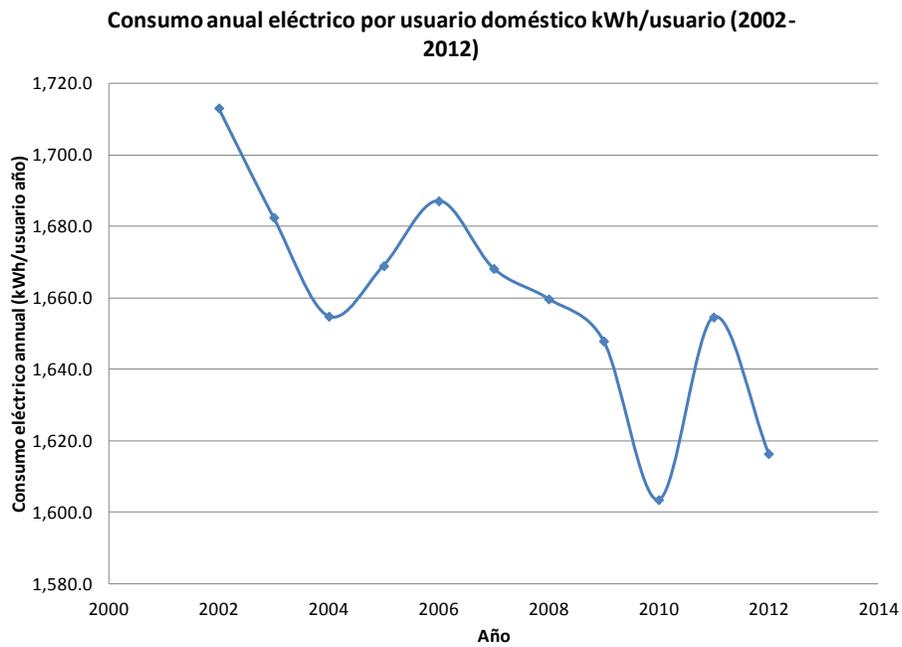
#### Anexo 3

**Tabla 23 Consumo por usuario del sector doméstico anual. Elaboración MGM con información de (Sistema de Información Energética)**

<b>Año</b>	<b>Consumo por usuario del sector doméstico (kWh/usuario año)</b>	<b>Variación vs. el año previo</b>
<b>2002</b>	1,713	NA

<b>2003</b>	1,683	-1.75%
<b>2004</b>	1,655	-1.66%
<b>2005</b>	1,669	0.85%
<b>2006</b>	1,687	1.08%
<b>2007</b>	1,668	-1.13%
<b>2008</b>	1,660	-0.48%
<b>2009</b>	1,648	-0.72%
<b>2010</b>	1,603	-2.73%
<b>2011</b>	1,655	3.24%
<b>2012</b>	1,616	-2.36%
<b>Promedio</b>		-0.57%

Figura 12 Elaboración MGM con información de (Sistema de Información Energética)



**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](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://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](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)

---

---