



NORMAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO MÍNIMO PARA ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO VENTANA EN MÉXICO

ANÁLISIS DE IMPACTOS FINANCIEROS Y ENERGÉTICOS

para
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)
México

INFORME FINAL JULIO DE 2011

Preparado por

**Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)**

Por orden de
**Collaborative Labeling and Appliance
Standards Program (CLASP)**



Este informe fue preparado por orden de Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP) en el marco del Memorándum de Entendimiento entre la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y CLASP del 1 de julio de 2010.

JULIO 2011

Autores

Ing. Virginie Letschert & Dr. Michael A. McNeil, LBNL

Ing. Itha Sánchez Ramos, IIE



Índice

RESUMEN EJECUTIVO	6
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 ANÁLISIS DEL MERCADO PARA LOS ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CUARTO	13
2.1 Estudio de mercado del electrodoméstico en los últimos diez años	13
2.1.1 Ventas	14
2.1.2 Niveles de eficiencia energética.....	16
2.2 Análisis de tecnologías actuales	19
2.3 Clases representativas.....	20
2.4 Procedimiento de prueba normalizado y laboratorios acreditados	20
2.4.1 Procedimiento de prueba normalizado.....	20
2.4.2 Procedimiento de acreditación de laboratorios.....	23
3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	25
3.1 Línea de base basada sobre el método de prueba	25
3.2 Consumo de energía	26
3.3 Datos de costo vs eficiencia.....	27
3.3.1 Proyecciones de costos en el futuro	28
3.3.2 Precios de ventas	28
3.4 Ajuste al mercado mexicano e implementación en PAMS.....	29
3.5 Análisis de costo de ciclo de vida y período de recuperación.....	31
3.5.1 Datos de entrada	32
3.5.2 Resultados de costo de ciclo de vida	33
3.5.3 Resultados de período de recuperación.....	34
4 IMPACTOS NACIONALES	35
4.1 Pronóstico de caso de base.....	35
4.1.1 Ventas	36
4.1.2 Tendencia de eficiencia en el caso de base.....	39
4.1.3 Tendencia de eficiencia en el caso de la norma.....	39
4.2 Análisis de los impactos nacionales.....	40
4.2.1 Datos de sector de energía.....	40
4.2.2 Resultados: Energía ahorrada a nivel nacional (ENA) y valor presente neto (VPN)	41
5. CONCLUSIONES	45
Anexos.....	48

Lista de figuras

Figura 1: Tendencia histórica de consumo por unidad	14
Figura 2: Participación en el mercado de los fabricantes en 2004 y 2010	15
Figura 3: Ventas nacionales de AA tipo ventana	15
Figura 4: REE de acondicionador de aire tipo ventana sin ciclo inverso y con ranuras laterales	17
Figura 5: REE de acondicionador de aire tipo ventana sin ciclo inverso y sin ranuras laterales	18
Figura 6: Numero de modelos certificados por año	18
Figura 7: Diagrama de flujo del procedimiento de prueba	22
Figura 8: Diagrama de flujo del procedimiento de acreditación de laboratorio.....	24
Figura 9: Tendencia histórica de consumo por unidad	27
Figura 10: Tendencia de precio (2010-2030)	28
Figura 11: Precios vs eficiencia para la clase 1	30
Figura 12: Precios vs eficiencia para la clase 3.....	30
Figura 13: Precios vs eficiencia para la clase 5.....	31
Figura 14: Proyecciones de precios de ventas para la clase 3.....	31
Figura 15: Función de retiro anual y acumulada para los acondicionadores de aire.....	36
Figura 16: Proyecciones de penetración de AA en los hogares.....	37
Figura 17: Proyecciones de participación en el mercado por tipo de AA.....	38
Figura 18: Proyecciones de ventas de acondicionadores de aire por clase de producto	38
Figura 19: Tendencia en eficiencia en el caso de base por clase de producto	39
Figura 20: Tendencia de la eficiencia en el caso de la norma para la clase 3	40
Figura 21: Consumo de electricidad por tipo de generación.....	41
Figura 22: Costos y ahorros para la clase 1 precio de electricidad real*.....	43
Figura 23: Costos y ahorros para la clase 3 precio de electricidad real*.....	43
Figura 24: Costos y ahorros para la clase 5 precio de electricidad real*.....	43

Lista de tablas

Tabla 1: Participación en el mercado en 2010.....	7
Tabla 2: Resumen de resultados de costos y beneficios al nivel del aparato	8
Tabla 3: Impactos energéticos, económicos y ambientales por escenario	9
Tabla 4: Distribución por capacidades de tipo ventana.	16
Tabla 5: Niveles de eficiencia energética	16
Tabla 6: Tendencia de eficiencia energética 2004-2010	19
Tabla 7: Refrigerantes empleados en AA.....	19
Tabla 8: Participación en el mercado en 2010.....	20
Tabla 9: Relación entre los índices de eficiencia por clase de producto.....	26
Tabla 10: Eficiencia por clase de producto.....	27
Tabla 11: Datos de costo y eficiencia por clase de producto	29
Tabla 12: Precios de venta en México (2010)	29
Tabla 13: Estructura de tarifa eléctrica desglosada.....	33
Tabla 14: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad <1758 W – clase 1	34
Tabla 15: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad entre 2345 W y 4103 W - clase 3	34
Tabla 16: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad entre 5861 W y 7327 W clase 5	34
Tabla 17: Período de recuperación para los acondicionadores de aire	35
Tabla 18: Impactos energéticos y económicos a nivel nacional para la clase 1 al precio de electricidad real.....	44
Tabla 19: Impactos energéticos y económicos al nivel nacional para la clase 3 al precio de electricidad real.....	44
Tabla 20: Impactos energéticos y económicos al nivel nacional para la clase 5 al precio de electricidad real.....	45
Tabla 21: Resumen de resultados de costos y beneficios al nivel del aparato	45
Tabla 22: Impactos energéticos, económicos y ambientales por escenario	46

RESUMEN EJECUTIVO

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos viene implementando normas de desempeño energético mínimo (minimum energy performance standards - MEPS, por sus siglas en inglés) para aparatos y equipos consumidores de energía desde 1995, encontrándose en vigor a la fecha 21 Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética (NOMs). En el ámbito de las normas de eficiencia energética para aparatos y equipos consumidores de energía, el programa de normalización mexicano ha seguido – en principio – una estrategia de armonización u homologación con el programa administrado por el Departamento de Energía (DOE) de EE.UU.

Los MEPS mexicanos de acondicionadores de aire de tipo cuarto (AAC) han sido revisados de forma consistente, con el fin de igualar estas revisiones con los del DOE. Los primeros MEPS para acondicionadores de aire en México, la NOM-073-SCFI-1994, fueron seguidos por la aplicación de la NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000, que fue revisada en 2008 como NOM-021-ENER/SCFI-2008, de acuerdo con la segunda revisión de la regulación del DOE sobre MEPS para acondicionadores de aire efectuada en 2001.

En Abril del 2011, DOE publicó una *Direct Final Rule*¹ para acondicionadores de aire que será aplicada a partir del 1 de Abril del 2014. Ahora, y tomando en consideración las recientes actualizaciones de la norma y del método de prueba para acondicionadores de aire en EE.UU, CONUEE está estudiando la posibilidad de armonización con la normativa estadounidense. En este informe, CLASP presenta los impactos regulatorios de una actualización potencial de la norma para los acondicionadores de aire (NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000) que se aplicará a partir del 1 de enero del 2015.

En este informe se presenta además una sinopsis del mercado actual de los acondicionadores de aire, así como el análisis de los impactos probables de la aplicación de una regulación revisada alineada con la reglamentación recién anunciada en EE.UU. El análisis está enfocado en la conveniencia de aplicar los MEPS de EE.UU. en el mercado mexicano, en términos del impacto financiero a los consumidores y los impactos energéticos y financieros a nivel nacional, hasta el año 2030.

Análisis de mercado

De acuerdo con los rangos de consumo que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) indica para el sector doméstico, se estima que el número de viviendas con acondicionamiento de aire es del orden de 5.5 millones, sobre un total de 27.3 millones de viviendas en el 2010², lo que equivale a una tasa de penetración de 20.1%. Normalmente son equipos para enfriamiento y, en un número menor, de ciclo reversible conocidos como bombas de calor. Se estima un crecimiento anual de 3.5% de construcciones en zonas donde se requiere el acondicionamiento ambiental³.

En México se usan básicamente tres tipos de acondicionadores de aire, para uso residencial: (i) tipo ventana, (ii) tipo minisplit y multisplit, (iii) tipo central, paquete ó dividido. En el 2010, el 46% de estos equipos correspondía a tipo ventana, y el 53% a equipos minisplit, con una tendencia

1 Reglamentación final directa

2 Escenarios demográficos: SEP; DR. Turian Subsecretario de educación superior

3 Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI

hacia una mayor participación en el mercado de los acondicionadores de aire tipo minisplit. Los Acondicionadores de Aire tipo Cuarto (AAC) que se comercializan anualmente son del orden de las 500,000 unidades. Son importados en partes y se ensamblan en las fábricas nacionales, razón por la cual tienen características técnicas muy similares a las del mercado de EE.UU. Todos los acondicionadores de aire comercializados en México cumplen por lo menos con los requerimientos mínimos de la norma NOM-021-ENER/SCFI.

En México, el mercado de acondicionadores de aire de tipo cuarto se caracteriza por cinco mayores clases de productos que son representativas del mercado.

Siguiendo la metodología de DOE (DOE, 2011), el impacto de la norma es evaluado al nivel de los aparatos para las clases principales (1, 3 y 5). Las clases están agregadas en tres grupos y los niveles de la norma de DOE están basados en esos grupos. Los impactos al nivel nacional tienen que cubrir la totalidad del mercado de AAC, por eso se calculan los impactos nacionales para las clases principales y se usan las participaciones en el mercado de las clases restantes para escalar los impactos de las clases principales al mercado total. La clase de producto 3 (con 51% de participación) representa las clases 2 y 4 (con 16% y 8% de participación). Por consiguiente, el factor de escala es de 1.47 para el grupo 2 (para que 51% del mercado represente una participación de 75%).

Tabla 1: Participación en el mercado en 2010

Clase de producto	Grupo	Capacidad	Participación en el mercado
Clase 1	1	Menos a 1758 W	21%
Clase 2	2	Desde 1759 hasta 2343 W	16%
Clase 3	2	Desde 2344 hasta 4101 W	51%
Clase 4	2	Desde 4102 hasta 5859 W	8%
Clase 5	3	Desde 5860 hasta 10548 W	4%

Análisis Costo-Beneficio

Se realizó una evaluación de los impactos financieros a los consumidores individuales a nivel de los hogares, para dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Si el MEPS revisado resultará en un beneficio financiero neto al comprador de un acondicionador de aire mexicano, o resulta en un costo neto;
- Cuál de los niveles de eficiencia objetivos considerados resultará en los beneficios financieros netos máximos;
- En particular: ¿Cuáles serán los efectos financieros netos para los consumidores de un MEPS armonizado con el MEPS anunciado en EE.UU.?

Los beneficios financieros netos son evaluados en términos del Costo del Ciclo de Vida (CCV) y del Período de Recuperación (PR) de la inversión, tomando en consideración: la línea base establecida sobre la base de las eficiencias actuales de los equipos en el mercado; los Consumos de Energía por Unidad (CEU); los costos incrementales a nivel del equipo para varios niveles de eficiencia energética (de acuerdo al método de proyección de costos de DOE); el precio de electricidad a nivel del consumidor (tarifa promedio), así como otros parámetros económicos.

Los resultados de los análisis realizados permiten evaluar los impactos globales de las distintas opciones de MEPS para los acondicionadores de aire en México. En la Tabla siguiente se resumen los resultados del análisis costo-beneficio de tres escenarios:

- E1 - Escenario de armonización de los MEPS mexicanos con los MEPS de EE.UU.;
- E2 - Un escenario con el nivel de MEPS rentabilidad máxima para cada clase de producto;
- E3 – Un escenario de ahorros energéticos máximo, sin penalizar a los consumidores.

Tabla 2: Resumen de resultados de costos y beneficios al nivel del aparato

Clase de Producto	E1		E2		E3	
	REEc (W/W)	Ahorros de CCV (Nivel de EE.UU.)	Índice de eficiencia (Ahorros económicos máximos)	Ahorros de CCV - Ahorros económicos máximos	Índice de eficiencia (Ahorros energéticos máximos)	Ahorros de CCV - Ahorros energéticos máximos
1	3.25	\$ 1,185	3.42	\$ 1,320	3.42	\$ 1,320
3	3.19	\$967	3.51	\$ 1,739	3.51	\$ 1,739
5	2.75	\$ 1,109	2.87	\$ 2,663	2.98	\$ 1,674

Las siguientes conclusiones se derivan de los resultados presentados en la Tabla anterior:

- La armonización de los MEPS mexicanos con los nuevos MEPS de EE.UU. será rentable para el consumidor para todas las clases analizadas.
- Sin embargo el análisis muestra que hay niveles rentables que sobrepasan los niveles establecidos por la norma de EE.UU. Se demuestra que una norma al nivel de “Max Tech” es rentable para todas las clases.
- Los niveles que logran los máximos beneficios a los consumidores son los niveles de Max tech para las clases 1 y 3, y un nivel 4% por debajo de Max Tech para la clase 5.

El análisis previo corresponde a la rentabilidad para el consumidor tomando como base el precio de la electricidad promedio (0.964 MX\$/kWh).

Impactos nacionales

El análisis de impacto nacional tiene cuatro resultados principales:

- Ahorros de Energía – la reducción del consumo de electricidad debido a la introducción en el mercado de acondicionadores de aire más eficientes en el caso de la política relativo al caso base.
- Valor Presente Neto – Ahorros financieros netos debido a la reducción de la cuenta eléctrica y mayor costo de los aparatos, descontado al año actual (2010).
- Impactos Ambientales – Reducción de las emisiones de dióxido de carbono debido al consumo de electricidad reducido.
- Capacidad de Generación Eléctrica Evitada – Reducción de la demanda pico y de la necesidad de financiar, construir, y operar nuevas centrales eléctricas.

Estos resultados se logran a través de un análisis que toma en consideración: el stock de los equipos en el mercado y la renovación del parque de equipos; las tendencias de eficiencia debido a la dinámica autónoma del mercado en el caso de la norma; el aprendizaje tecnológico por parte de los fabricantes; así como datos del sector de energía y el factor de CO₂ equivalente de la generación eléctrica. Teniendo en cuenta que el ahorro económico a nivel nacional es el ahorro del usuario más el ahorro del subsidio que el Gobierno aporta a la tarifa, utilizamos como precio de electricidad “real” la tarifa que pagan los usuarios de alto consumo (DAC = De Alto Consumo, 2.988 MX\$/kWh), que incluye los costos asociados de generación, transmisión, distribución y de infraestructura del suministro eléctrico. La diferencia entre las dos tarifas equivale a 2.024 MX\$/kWh.

Los beneficios netos de la armonización con la nueva norma de EE.UU., expresados por el Valor Presente Neto (VPN), son positivos para todas las clases de acondicionadores de aire analizadas.

En la siguiente Tabla se muestran los resultados del análisis al nivel del país, en base al precio real de la electricidad (tarifa DAC). El VPN representa el impacto sobre los consumidores al nivel nacional más el impacto sobre los subsidios evitados por el Gobierno.

Tabla 3: Impactos energéticos, económicos y ambientales por escenario

		ENA* de sitio 2030 (cumulativa)	ENA* de fuente 2030 (cumulativa)	VPN (precio real)	Emisiones de CO2 hasta 2030	Capacidad evitada
		GWh	Mtoe	millones MX\$	Mt	MW
E1	Grupo 1	1,262	0.261	3,366	1.0	74
	Grupo 2**	1,277	0.264	9,707	2.9	210
	Grupo 3	212	0.044	572	0.2	12
	Total	2,751	0.569	13,644	4.1	296
E2	Grupo 1	1,752	0.362	4,479	1.4	102
	Grupo 2**	2,258	0.467	21,675	7.3	481
	Grupo 3	580	0.120	1,523	0.5	34
	Total	4,590	0.949	27,677	9.1	617
E3	Grupo 1	1,752	0.362	4,479	1.4	102
	Grupo 2**	3,320	0.687	21,675	7.3	481
	Grupo 3	823	0.170	1,862	0.7	45
	Total	5,895	1.219	28,016	9.3	629

* Energía ahorrada a nivel nacional (ENA)

**Representa las clases 2,3 y 4

Como muestra la Tabla 3, el escenario de armonización (E1) resulta en ahorros de consumo final de electricidad de 2.7 TWh. En el escenario E2, que maximiza los ahorros para los consumidores, se espera que el MEPS ahorre 4.6 TWh. Esta norma resultará en ahorros para los consumidores mexicanos de \$27.7 mil millones de pesos mexicanos entre 2015 y 2030. El escenario de armonización E1 resulta en ahorros de \$13.6 mil millones, lo que corresponde

solamente al 50% de los ahorros de E2. Por último, el escenario E3, en el cual los ahorros de energía son máximos, resulta en ahorros energéticos de 5.9 TWh con ahorros financieros de \$28.0 mil millones.

1 INTRODUCCIÓN

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos viene implementando normas de desempeño energético mínimo (minimum energy performance standards - MEPS, por sus siglas en inglés) desde 1995, año en el que entraron en vigor las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Eficiencia Energética para refrigeradores, acondicionadores de aire y motores eléctricos trifásicos. A la fecha, se encuentran en vigor 21 Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética.

En el ámbito de las normas de eficiencia energética para aparatos y equipos consumidores de energía, el programa de normalización mexicano ha seguido una estrategia de armonización u homologación con el programa administrado por el Departamento de Energía (DOE) de EE.UU. Algunos esfuerzos para lograr la armonización incluyeron el uso de métodos de prueba idénticos o similares, la clasificación de productos y definiciones similares, así como valores de eficiencia mínima permisible equivalentes. Aún y cuando la armonización entre México y EE.UU. no ha sido absoluta a causa de diferencias importantes en las clases de producto comercializados en ambos países, los esfuerzos por armonizar en la medida de lo posible han sido consistentes y resultaron generalmente con beneficios para los fabricantes de aparatos mexicanos, que buscaron cumplir con las exigencias de un mercado más amplio como es el norteamericano. Un esfuerzo específico para facilitar la armonización regional fue la participación de México en las deliberaciones del "North American Energy Working Group (NAEWG)", con el fin de identificar posibles áreas de homologación y facilitar su aplicación (NAEWG, 2004).

Los MEPS mexicanos de acondicionadores de aire tipo cuarto (AAC) han sido revisados de forma consistente, con el fin de igualar estas revisiones con los del DOE. Los primeros MEPS para acondicionadores de aire en México, la NOM-073-SCFI-1994 aplicada el 1 de enero de 1995, igualaron los MEPS de DOE vigentes en este momento, resultando en una disminución notable del consumo energético de los acondicionadores de aire mexicanos. Este reglamento fue seguido por la aplicación de la NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000 revisada en 2008 (NOM-021-ENER/SCFI-2008) siguiendo a la segunda revisión de la regulación del DOE sobre MEPS para acondicionadores de aire del 2001.

En Abril del 2011, DOE publicó una *Direct Final Rule*⁴ para acondicionadores de aire que será aplicada a partir del 1 de Abril del 2014. Tomando en consideración las recientes actualizaciones de la norma y del método de prueba para acondicionadores de aire en EE.UU, CONUEE está estudiando la posibilidad de armonización con la normativa estadounidense. En este informe, CLASP presenta los impactos regulatorios de una actualización potencial de la norma para los acondicionadores de aire (NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000) que se aplicará a partir del 1 de enero del 2015, es decir un año después de la aplicación de la norma de EE.UU.

Se presenta a continuación una sinopsis del mercado actual de los acondicionadores de aire, así como el análisis de los impactos probables de la aplicación de una regulación revisada alineada con la reglamentación recién anunciada en EE.UU. El análisis está enfocado en la conveniencia de aplicar los MEPS de EE.UU. en el mercado mexicano, en términos del impacto financiero a los consumidores y los impactos energéticos y financieros a nivel nacional, hasta el año 2030.

4 Reglamentación directa final

Este documento está organizado de la siguiente manera:

- Sección 2 – Análisis del Mercado – En esta sección se presentan la evolución del uso final de acondicionadores de aire en el sector residencial de México, la estructura del mercado actual para acondicionadores de aire y las principales clases de producto sujetos a la regulación.
- Sección 3 – Análisis Costo-Beneficio – En esta sección se presenta una evaluación de los impactos financieros probables sobre los consumidores mexicanos en términos de los costos de ciclo de vida, tomando en consideración distintos niveles de MEPS.
- Sección 4 – Impactos Nacionales – Presentación de los impactos sobre el mercado mexicano en su conjunto, en términos de ahorros energéticos, impactos financieros netos, emisiones de gases de efecto invernadero y la capacidad de generación eléctrica evitada.
- Sección 5 – Conclusiones – Interpretación de los resultados del análisis e implicaciones para la regulación.

2 ANÁLISIS DEL MERCADO PARA LOS ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CUARTO

En México, la mayoría de la población vive en zonas climáticas templadas donde el uso de calefacción o enfriamiento es poco común; sin embargo, en áreas calientes y secas al norte del país y en áreas calientes y húmedas en el sur del país, el uso de acondicionamiento de aire es necesario.

En los últimos años, los efectos del cambio climático han afectado las condiciones medioambientales, provocando el crecimiento en el uso de acondicionadores de aire en las zonas mencionadas, inclusive en la región centro, donde el uso de acondicionadores se ha incrementado. Tales necesidades a su vez producen incrementos en la demanda eléctrica e incrementos en la facturación eléctrica para los propietarios y ocupantes.

Para los usuarios los altos consumos representan un impacto muy importante en sus gastos, llegando a representar hasta 20% de los ingresos de una familia en algunos sectores de la población. Para la empresa eléctrica el uso del aire acondicionado implica presiones para el crecimiento del sistema porque su uso ocurre al mismo tiempo que la demanda máxima del sistema.

En México se han realizado esfuerzos importantes por parte del Gobierno Federal, quien ha impulsado programas y acciones tendientes a reducir el consumo de energía sin afectar las condiciones de confort de los habitantes.

Como ejemplo de lo anterior, se tiene el Fideicomiso No. 728 para el Aislamiento Térmico en el Valle de Mexicali, FIPATERM, actualmente extendido en el país como Ahorro Sistemático Integral, ASI; este fideicomiso ha realizado, entre otras acciones, la sustitución de equipos de acondicionamiento de aire ineficientes por equipos de alta eficiencia energética. Otro fideicomiso que ha realizado acciones en este sentido, es el FIDE. Recientemente el Gobierno Federal a través de la SENER, lanzó el Programa de Sustitución de Electrodomésticos para el Ahorro de Energía, donde entres otros se consideran los acondicionadores de aire.

Las acciones en el sector residencial de los organismos antes mencionados, incluyendo la normalización, de acuerdo con el tercer informe de labores de la SENER, han logrado ahorros globales de enero a junio de 2009 del orden de 220 GWh, es decir en promedio el 0.2% de la generación total de electricidad y el 1.2% de las ventas totales de electricidad del sector doméstico.

2.1 Estudio de mercado del electrodoméstico en los últimos diez años

De acuerdo con los rangos de consumo que la CFE indica para el sector doméstico, se estima que el número de viviendas con acondicionamiento de aire es del orden de 5.5 millones, sobre un total de 27.3 millones de viviendas en el 2010⁵, lo que equivale a una tasa de penetración de 20.1%. Normalmente son equipos para enfriamiento y, en un número menor, de ciclo reversible conocidos como bombas de calor.

De acuerdo con información de la Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI, se estima que las construcciones nuevas por año son de 633,000; de éstas el 32% se construye en zonas donde

5 Escenarios demográficos: SEP; DR. Turian Subsecretario de educación superior

se requiere el acondicionamiento ambiental, lo que equivale a 202,560 viviendas. Asimismo, se estima un crecimiento anual del 3.5% de dichas construcciones.

En México se usan básicamente tres tipos de acondicionadores de aire para uso residencial:

- Tipo ventana
- Tipo minisplit y multisplit
- Tipo central, paquete ó dividido.

En el 2010, el 46% de estos equipos correspondía a tipo ventana y el 53% a equipos minisplit. Comparado con la composición de equipos en el 2004, donde había 76% tipo ventana y 18% de tipo multisplit, se observa que los de ventana han presentado un decrecimiento de 30% en 6 años en las ventas nacionales, lo que equivale a una tasa de decrecimiento del 5% anual. Esto está representado en la Figura 1:

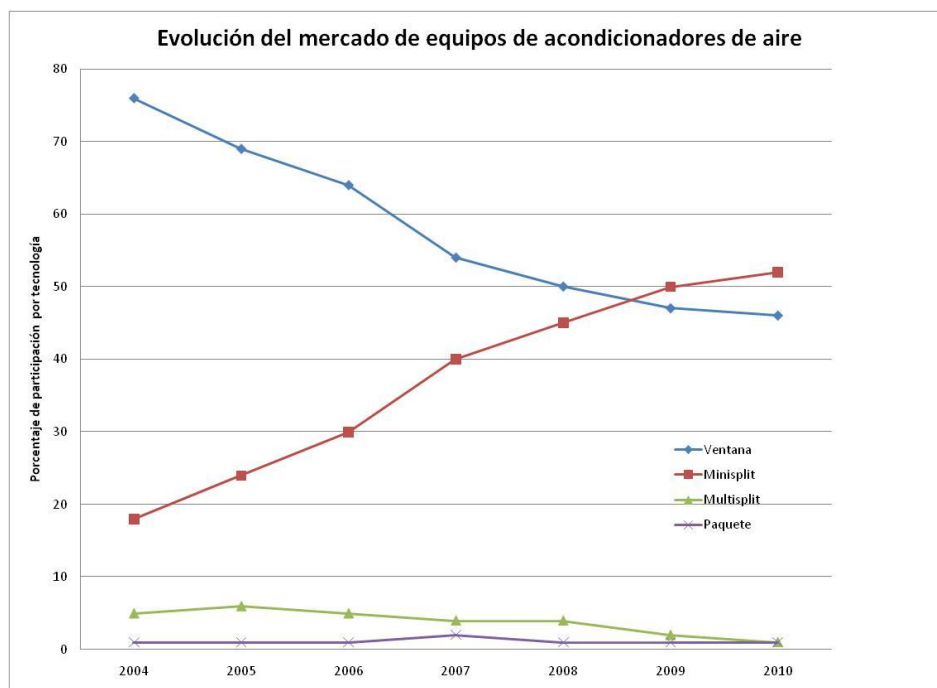


Figura 1: Tendencia histórica de consumo por unidad⁶

2.1.1 Ventas

Los fabricantes de acondicionadores de aire en el territorio mexicano son LG Electronics México, S.A. de C.V., Rheem de México, S.A. de C.V., Samsung Electronics Corporativo S.A. de C.V., Trane S.A. de C.V., Whirlpool México, S.A. de C.V., York México, S.A. de C.V, Grupo Mabe S.A. de C.V. La participación en el mercado para equipos de tipo ventana se muestra en las siguientes gráficas:

6 Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos, A.C. (ANFAD). Ver anexo 3 – Entrega de datos.

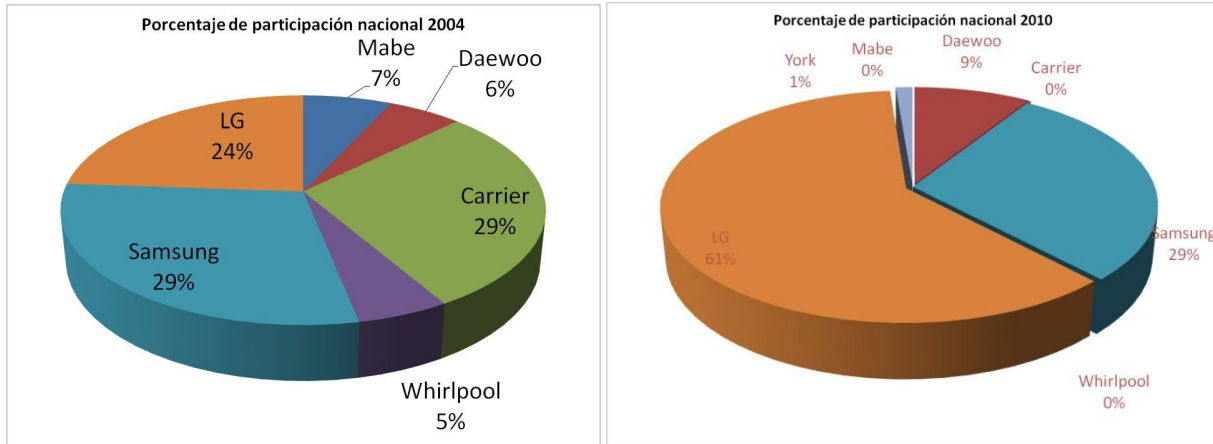


Figura 2: Participación en el mercado de los fabricantes en 2004 y 2010⁷

Se puede apreciar que las dos principales compañías nacionales de acondicionadores de aire en México, Carrier y York, han desaparecido de este nicho, dejando el mercado a LG y a Samsung, con una menor participación para Daewoo.

Las ventas de estos equipos se muestran en la Figura 3:



Figura 3: Ventas nacionales de AA tipo ventana

Los Acondicionadores de Aire tipo Cuarto (AAC) que se comercializan anualmente están en el orden de las 500,000 unidades, sin embargo, el 46% del mercado (tipo ventana) presenta una tendencia a disminuir puesto que está siendo reemplazado por los AAC tipo minisplit. La distribución por capacidades de enfriamiento se muestra en la Tabla 4.

⁷ Fuente: ANFAD

Tabla 4: Distribución por capacidades de tipo ventana

Intervalo de capacidad		Número de unidades, 2008	Participación en el mercado, en [%]
kW térmico	BTU/h		
Menor de 1.758	3400 – 5999	73,500	14.7
1.759 - 2.343	6000 – 7999	56,500	11.3
2.344 - 4.101	8000 – 13999	194,500	38.8
4.102 - 5.859	14000 – 19999	120,500	24.1
5.860 - 10.548	20000 – 36000	55,000	11.1
Total		500,000	100.0

El uso aproximado de los acondicionadores de aire, en el sector doméstico, se encuentra entre 8 y 12 horas diarias.

2.1.2 Niveles de eficiencia energética

Desde el punto de vista normativo, los equipos tipo ventana se clasifican según la NOM-021-ENER/SCFI-2008 (*Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado*). En ella se definen valores límite de eficiencia energética, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Niveles de eficiencia energética

Tipo	Clase	Capacidad de enfriamiento			REE*	
		kW	BTU/h	T.R.	Wt/We	BTUh/We
sin ciclo inverso y con ranuras laterales	1	≤ 1.758	< 5999	< 0.4999	2.84	9.7
	2	1.759 a 2.343	6000 a 7999	0.5 a 0.6666	2.84	9.7
	3	2.344 a 4.101	8000 a 13999	0.6667 a 1.1666	2.87	9.8
	4	4.102 a 5.859	14000 a 19999	1.1667 a 1.6666	2.84	9.7
	5	5.860 a 10.600	20000 a 36000	1.6667 a 3.0	2.49	8.5
sin ciclo inverso y sin ranuras laterales	6	≤ 1.758	< 5999	< 0.4999	2.64	9.0
	7	1.759 a 2.343	6000 a 7999	0.5 a 0.6666	2.64	9.0
	8	2.344 a 4.101	8000 a 13999	0.6667 a 1.1666	2.49	8.5
	9	4.102 a 5.859	14000 a 19999	1.1667 a 1.6666	2.49	8.5
	10	5.860 a 10.600	20000 a 36000	1.6667 a 3.0	2.49	8.5
con ciclo inverso y con ranuras laterales	11	≤ 5.859	≤ 19999	≤ 1.6666	2.64	9.0
	13	5.860 a 10.600	20000 a 36000	1.6667 a 3.0	2.49	8.5
con ciclo inverso y sin ranuras laterales	12	≤ 5.859	≤ 19999	≤ 1.6666	2.49	8.5
	14	5.860 a 10.600	20000 a 36000	1.6667 a 3.0	2.34	8.0

* Relación de Eficiencia Energética (REE)

En la Figura 4 apreciamos que, para el año 2010, todos los acondicionadores cumplen con lo establecido en la NOM-021-ENER/SCFI. En la búsqueda se encontró que algunos modelos apenas cumplen con el mínimo, sin embargo, los que tienen Sello Fide⁸ logran incrementar el promedio. Los aparatos disponibles en el mercado de EE.UU. tienen niveles de 10.5% por encima de la norma y son un 9% mejores que el promedio del mercado mexicano.

8 Etiqueta otorgada por el Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica, con el objeto de identificar fácilmente en el mercado los productos excelentes en el ahorro de energía eléctrica.

En la Figura 5 para acondicionadores sin ciclo inverso (solo enfriamiento) y sin ranuras laterales (tipo consola), se tienen eficiencias nacionales muy superiores a las de la norma, e inclusive a las del mercado estadounidense.

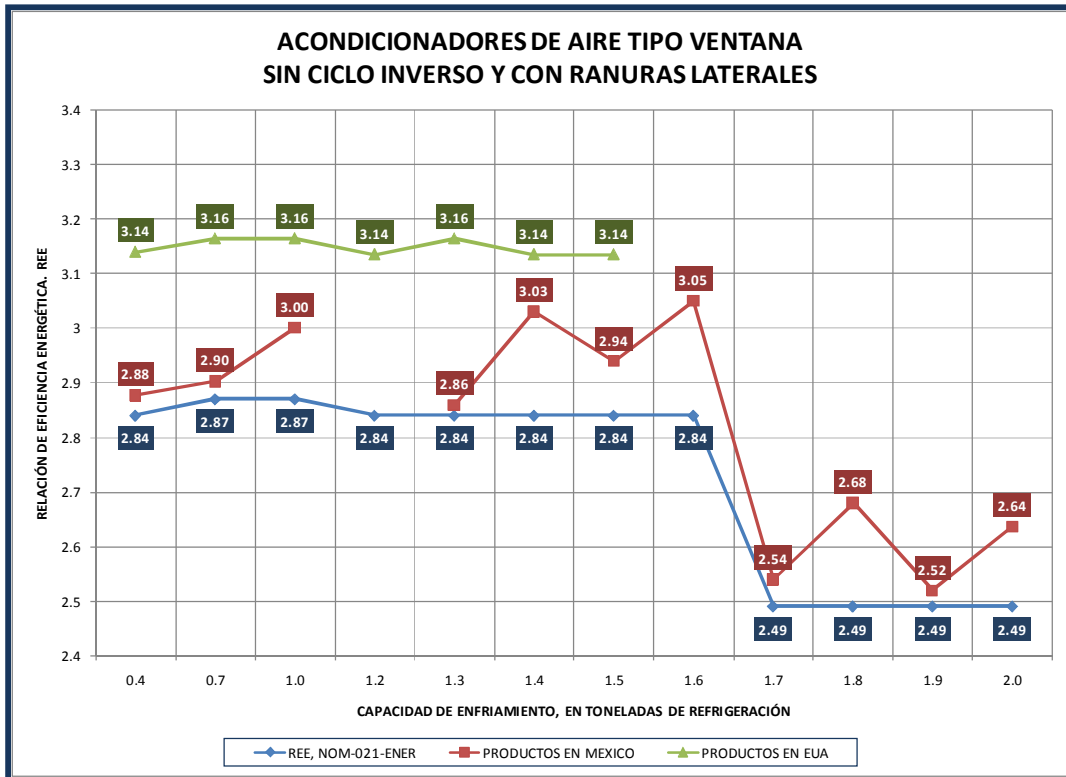


Figura 4: REE de acondicionador de aire tipo ventana sin ciclo inverso y con ranuras laterales

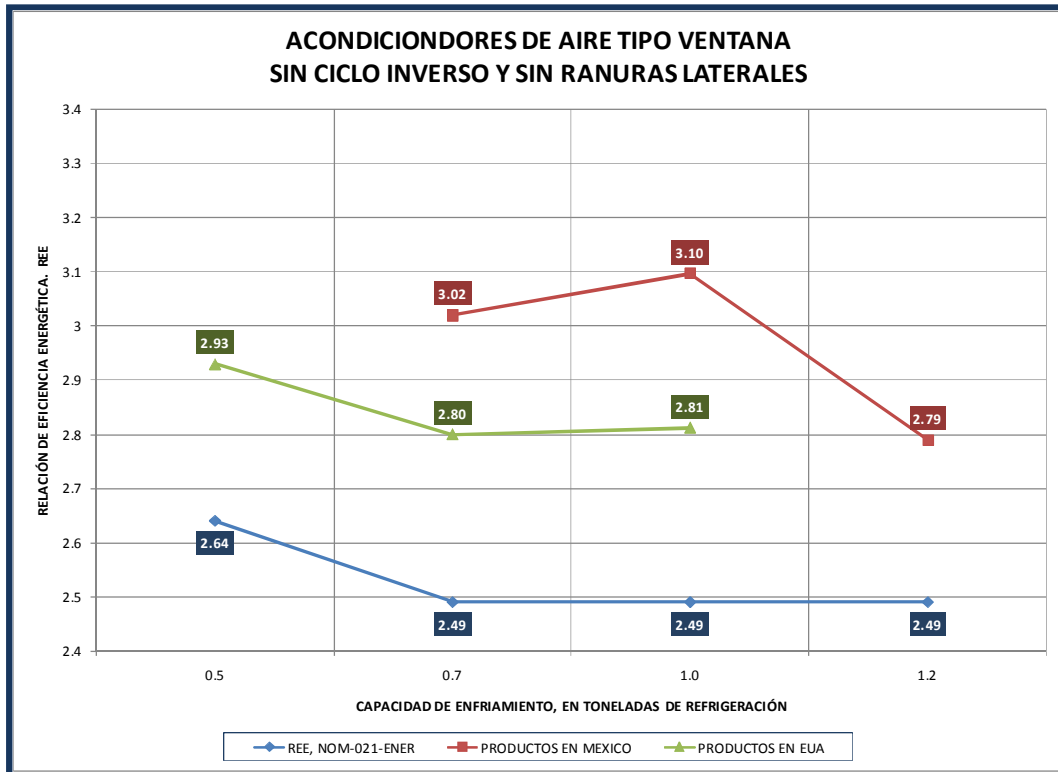


Figura 5: REE de acondicionador de aire tipo ventana sin ciclo inverso y sin ranuras laterales

Debido a que no existe una medición confiable del consumo en casas habitación, se supone que las eficiencias de los equipos en operación en los hogares son similares a las eficiencias certificadas. En la Figura 6 se muestra el número de modelos que se han certificado a través de la Asociación de Normalización y Certificación, A.C., (ANCE) y que cumplen con la norma de eficiencia energética.

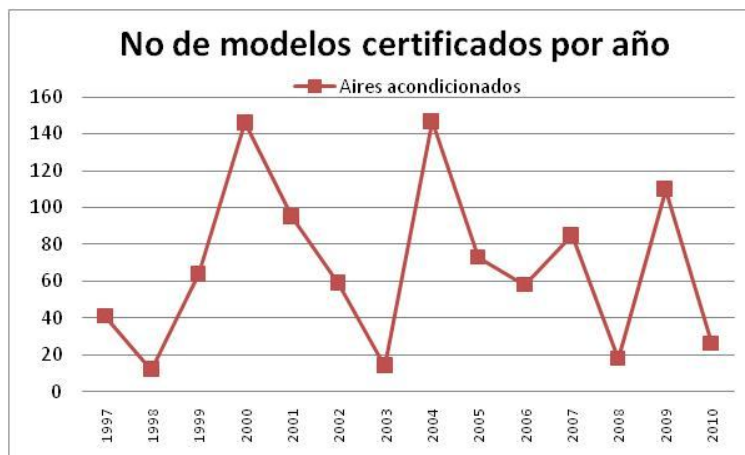


Figura 6: Numero de modelos certificados por año⁹

Las eficiencias obtenidas se pueden comparar con los de otros países como Canadá y Estados Unidos, ya que las características técnicas de cada país son similares y los métodos de prueba están homologados.

⁹ Fuente: ANCE. Ver Anexo 3 – Entrega de Datos.

A continuación presentamos un resumen de eficiencias obtenidas de las pruebas de certificación:

Tabla 6: Tendencia de eficiencia energética 2004-2010

		Eficiencia energética (REE) (Wt/We)						
	Capacidad referencia (W)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Clase 1	1759	2.90	2.93	2.84	2.87	2.86	2.87	2.90
Clase 2-3-4	3518	2.95	2.99	2.93	2.97	3.05	3.1	3.02
Clase 5	5861	2.64	2.67	2.64	2.68	2.71	2.67	2.68

2.2 Análisis de tecnologías actuales

Los equipos de aire acondicionado actualmente son importados en partes y se ensamblan en las fábricas nacionales, por lo que las características técnicas son muy similares a las del mercado de EE.UU.

La principal preocupación en México sigue siendo el refrigerante usado: un AA de REE ó REEE promedio generalmente usa refrigerante R-22. Para modelos nuevos de alta eficiencia se utilizan refrigerantes como el R-134a, R-404a, R-407c, R-410a y, R-507a, los cuales además son ecológicos. En el cuadro siguiente se puede apreciar que de los refrigerantes empleados actualmente, sólo el R-22 tiene potencial de agotamiento de ozono.

Tabla 7: Refrigerantes empleados en AA

Número de refrigerante	Fórmula Química	PAO	PCG	AVA
Serie Metanos				
R-22	CHCIF2	0.034	1700	11.9
R-32	CH2F2	0	550	5.0
Serie Etanos				
R-125	CHF2CF3	0	3400	29.0
R-134a	CH2FCF3	0	1300	13.8
R-143a	CH3CF3	0	4300	52.0
Mezclas de los anteriores				
	Composición nominal, masa en %			
R-404A	R-125/143a/134a(44/52/4)	0	3800	
R-407C	R-32/125/134a(23/25/52)	0	1700	
R-410A	R-32/125(50/50)	0	2000	
R-507A	R-125/143a(50/50)	0	3900	

Donde:

PAO = Potencial de Agotamiento de Ozono (ODP = Ozone Depletion Potential)

PCG = Potencial de Calentamiento Global (GWP = Global Warming Potential)

2.3 Clases representativas

El mercado de acondicionadores de aire tipo cuarto en México se caracteriza por tener cinco clases mayores de productos que son representativas del mercado (los números de clase de producto se refieren a las clasificaciones en la NOM-021-ENER/SCFI-2008 mostradas en la Tabla 1)¹⁰:

Siguiendo la metodología de DOE (DOE, 2011), el impacto de la norma es evaluado al nivel de los aparatos para las clases principales (1, 3 y 5). Las clases están agregadas en tres grupos y los niveles de la norma de DOE están basados en esos grupos. Los impactos al nivel nacional tienen que cubrir la totalidad del mercado de AAC, por eso se calculan los impactos nacionales para las clases principales y usamos las participaciones en el mercado de las clases restantes para escalar los impactos de las clases principales al mercado total. La clase de producto 3 (con 51% de participación) representa las clases 2 y 4 (con 16% y 8% de participación). Por consiguiente, el factor de escala es de 1.47 para el grupo 2 (para que 51% del mercado represente una participación de 75%).

Tabla 8: Participación en el mercado en 2010

Clase de producto	Grupo	Capacidad	Participación en el mercado
Clase 1	1	Menor a 1758 W	21%
Clase 2	2	Desde 1759 hasta 2343 W	16%
Clase 3	2	Desde 2344 hasta 4101 W	51%
Clase 4	2	Desde 4102 hasta 5859 W	8%
Clase 5	3	Desde 5860 hasta 10548 W	4%

2.4 Procedimiento de prueba normalizado y laboratorios acreditados

2.4.1 Procedimiento de prueba normalizado

Para acondicionadores de aire tipo cuarto se tiene que el método de prueba para determinación de la eficiencia energética está contenido en la norma NOM-021-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado, emitida el 4 de agosto de 2008. Esta norma es de carácter obligatorio y aplica a todos los acondicionadores de aire tipo cuarto con o sin calefacción con condensador enfriado por aire y con capacidades de enfriamiento hasta de 10,600 Watts, (no aplica a los de tipo dividido) que se comercialicen en el territorio nacional.

Esta norma contiene:

- El método de prueba para determinación de la Relación de Eficiencia Energética (REE)
- La especificación de los valores de REE que deberán cumplir los equipos comercializados en México
- Los requisitos de seguridad al usuario
- Los métodos de prueba aplicables para verificar dichos requisitos

¹⁰ Son las mismas clases que en la norma de EE.UU. vigente.

- El tipo de información que debe llevar la etiqueta de los productos objeto de esta norma que se comercialicen dentro del territorio mexicano

La figura 7 muestra el procedimiento de prueba de un laboratorio para la realización de la prueba de consumo de acondicionadores de aire.

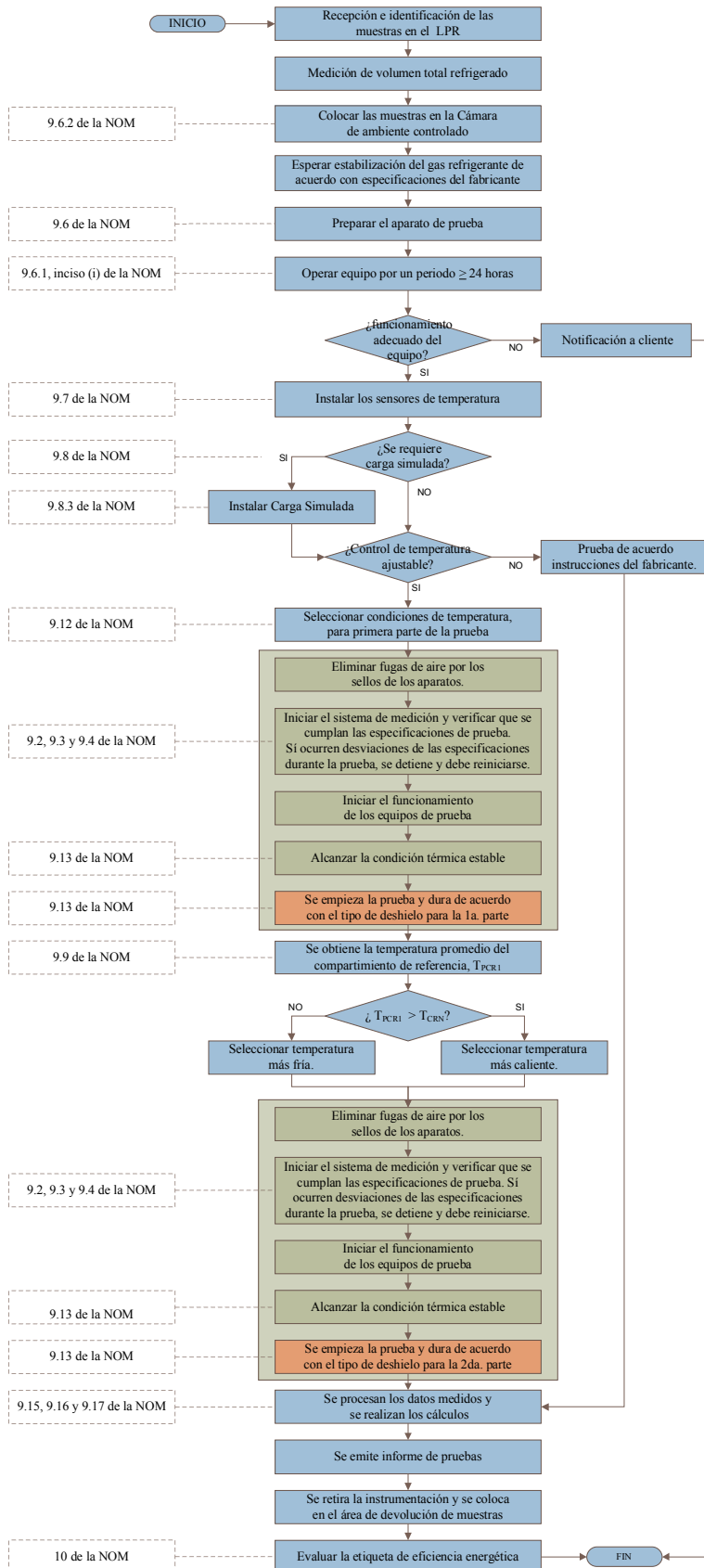


Figura 7: Diagrama de flujo del procedimiento de prueba

2.4.2 Procedimiento de acreditación de laboratorios

Para la verificación del cumplimiento de la norma oficial se tiene un organismo en México encargado de la certificación del cumplimiento de las normas oficiales NOM, la Asociación de Normalización y Certificación, A.C., (ANCE).

El procedimiento para la certificación del producto es el siguiente:

1. El fabricante/distribuidor/importador se presenta ante ANCE y pide la certificación de sus productos
2. ANCE informa sobre la lista de los laboratorios previamente acreditados
3. El laboratorio de pruebas acreditado desarrolla la prueba y emite un reporte de pruebas
4. El fabricante se presenta con este reporte de pruebas y ANCE, de acuerdo a los resultados de prueba emitidos por el laboratorio acreditado, emite la certificación de cumplimiento de la norma del modelo bajo prueba.

Para el proceso de acreditación de los laboratorios nacionales se cuenta con la **Entidad Mexicana de Acreditación, EMA**, cuya función es reconocer la competencia técnica de los organismos de certificación, laboratorios de prueba y unidades de verificación, de acuerdo con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 Laboratorio de Pruebas.

El procedimiento de acreditación es el que se muestra en la Figura 8.

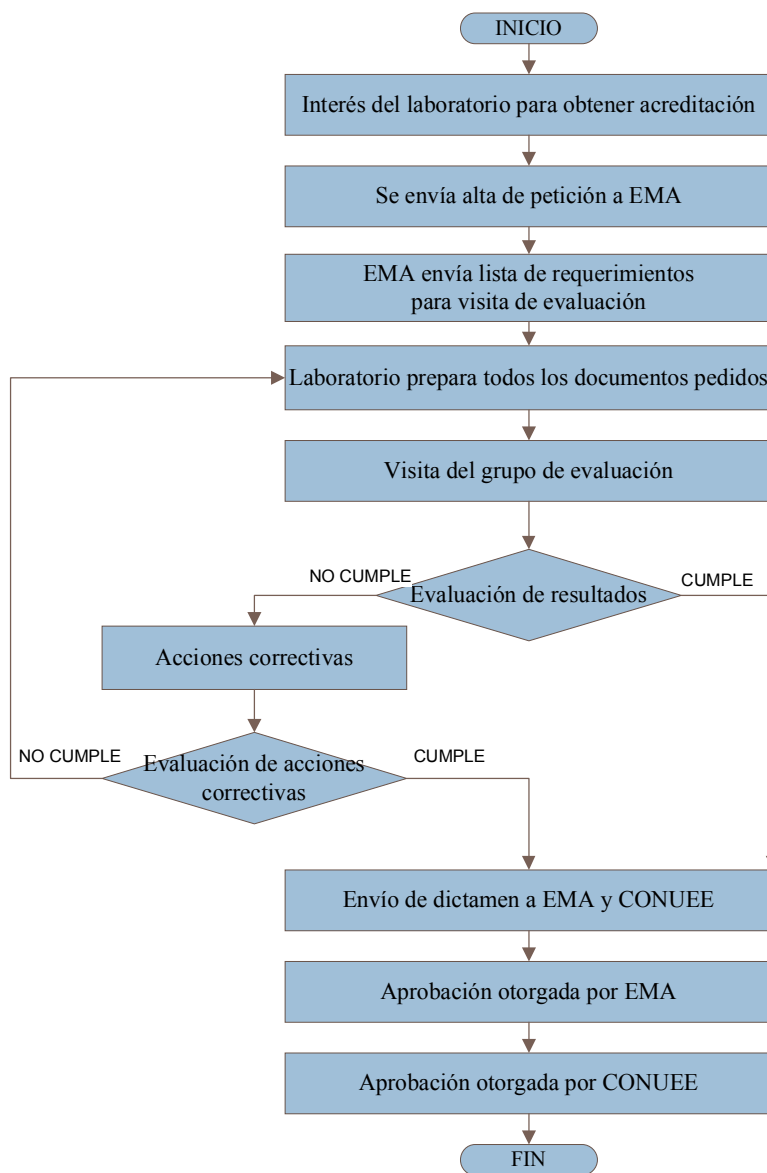


Figura 8: Diagrama de flujo del procedimiento de acreditación de laboratorio

El laboratorio notifica a EMA al cumplir los requisitos que ésta establece para la acreditación y se lleva a cabo la visita de evaluación, donde el grupo evaluador acompañado por un representante de CONUEE, realizan dos evaluaciones simultáneas:

- La evaluación documental donde se asegura que el laboratorio tiene establecido un sistema de calidad y los procedimientos necesarios para cumplirlo, y
- La evaluación técnica donde se evalúa tanto la competencia del personal técnico, así como la correcta aplicación del método de prueba a acreditar; asimismo se pide la evidencia de la calibración de los instrumentos y de confiabilidad del sistema de adquisición de datos.

Al final de la evaluación se emite un informe de resultados que puede contener un dictamen positivo o con observaciones por parte del grupo evaluador, en cuyo caso se presentará posteriormente evidencia de las acciones correctivas.

Luego de obtener la aprobación de EMA, esta aprobación debe ser ratificada por CONUEE.

Los laboratorios acreditados para otorgar una certificación de cumplimiento de la NOM-021-ENER/SCFI-2008 se muestran en el Anexo 1.

3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

En esta sección se presenta una evaluación de los impactos financieros a los consumidores individuales a nivel de los hogares. Las preguntas principales a clarificar son:

- Si el MEPS revisado resultará en un beneficio financiero neto o un costo neto al comprador de un acondicionador de aire mexicano
- Cuál de los niveles de eficiencia objetivos considerados resultará en los beneficios financieros netos máximos
- En particular: ¿Cuáles serán los efectos financieros netos para los consumidores de un MEPS armonizado con el MEPS anunciado en EE.UU.?

Los beneficios financieros netos son evaluados en términos del Costo de Ciclo de Vida y del Período de Recuperación de la inversión. Ambos métodos toman en consideración tanto el precio adicional de los aparatos de eficiencia energética superior, como la reducción en los costos de operación resultantes de la eficiencia elevada. Generalmente, si el flujo de ahorros durante el período de vida útil del producto supera el precio adicional incremental de una opción de diseño particular, el MEPS que corresponde a esta opción de diseño se determina como rentable.

El análisis de los costos y beneficios se fundamenta en el trabajo reciente del DOE en su propia reglamentación de acondicionadores de aire (DFR, U.S. DOE, 2011). Para soportar esta regulación, DOE realizó un análisis técnico-económico de una serie de mejoras de eficiencia para cada clase de acondicionadores de aire. Los costos de cada nivel potencial de MEPS se determinaron a través de la construcción de opciones de diseño, que incluyeron tecnologías específicas de mejora de la eficiencia, con el objetivo de aumentar el desempeño de eficiencia global del aparato.

El análisis realizado en este estudio se fundamenta en gran medida en la metodología utilizada por el DOE, sin embargo se realizaron los ajustes correspondientes de las clases de producto, costos de ingeniería, consumo energético y parámetros financieros de acuerdo a las particularidades del mercado doméstico de acondicionadores de aire mexicano. En las subsecciones siguientes se presentan los datos del DOE; se describen los ajustes realizados para el mercado mexicano y se concluye con un resumen de los resultados del análisis para una serie de opciones de diseño a considerar para diversos niveles de MEPS.

3.1 Línea de base basada sobre el método de prueba

La norma NOM-021-ENER/SCFI-2008, que define el factor REE mínimo para los AAC comercializados en México, define la línea de base de los acondicionadores de aire vendidos

en México desde 2008. DOE revisó su método de prueba para los acondicionadores de aire en el 2011 (U.S. DOE, 2011). Suponemos que CONUEE revisará sus procedimientos de prueba para armonizar con el nuevo método de EE.UU.

Como consecuencia, los datos de consumo energético (obtenidos con el método de prueba actual) tienen que ser ajustados tomando en cuenta los factores de corrección para ser comparados con los valores de consumo obtenidos con el nuevo método de prueba propuesto por DOE.

El nuevo método de prueba incluye una medida adicional del modo de espera y del modo apagado, por consiguiente la medida del consumo de energía es mayor mientras que la energía de enfriamiento entregada permanece igual. El REE decrece debido a la integración de la potencia del modo de espera y del modo apagado. Esta sección explica los ajustes que se realizan sobre el REE en los ensayos que siguen el nuevo método de prueba.

La Tabla siguiente muestra para cada clase de producto y cada nivel de eficiencia analizado, el REE en el método actual y el REE combinado que integra el modo de espera (REEc).

Tabla 9: Relación entre los índices de eficiencia por clase de producto

Nivel	Clase 1			Clase 3			Clase 5		
	REE	REEc	Diferencia	REE	REEc	Diferencia	REE	REEc	Diferencia
0	2.84	2.79	-1.82%	2.87	2.84	-1.16%	2.49	2.48	-0.34%
1	2.99	2.96	-0.96%	3.01	2.99	-0.81%	2.65	2.64	-0.36%
2	3.14	3.11	-1.01%	3.16	3.14	-0.85%	2.76	2.75	-0.19%
3	3.29	3.25	-1.06%	3.22	3.19	-0.87%	2.88	2.87	-0.19%
4	3.37	3.34	-1.09%	3.39	3.37	-0.46%	2.98	2.98	-0.20%
5	3.46	3.42	-1.11%	3.52	3.51	-0.48%			

Para los acondicionadores de aire de alta capacidad, el efecto de incluir el modo de espera es menor que para los aparatos de baja capacidad. Puesto que la potencia de modo de espera no varía mucho, su relativa participación en el consumo total es menor en los aparatos de gran capacidad que en los de baja.

3.2 Consumo de energía

En esta sub-sección se caracteriza el consumo de energía de los acondicionadores de aire típicos en México. Calculamos el promedio anual de Consumo de Energía por Unidad (CEU) de los acondicionadores de aire con la siguiente ecuación:

$$CEU(kWh) = \frac{Capacidad (Btu/hora)}{REEc(W/W)} \times horas\ por\ año \times 0.29307107$$

Los resultados se pueden observar en la siguiente Figura:

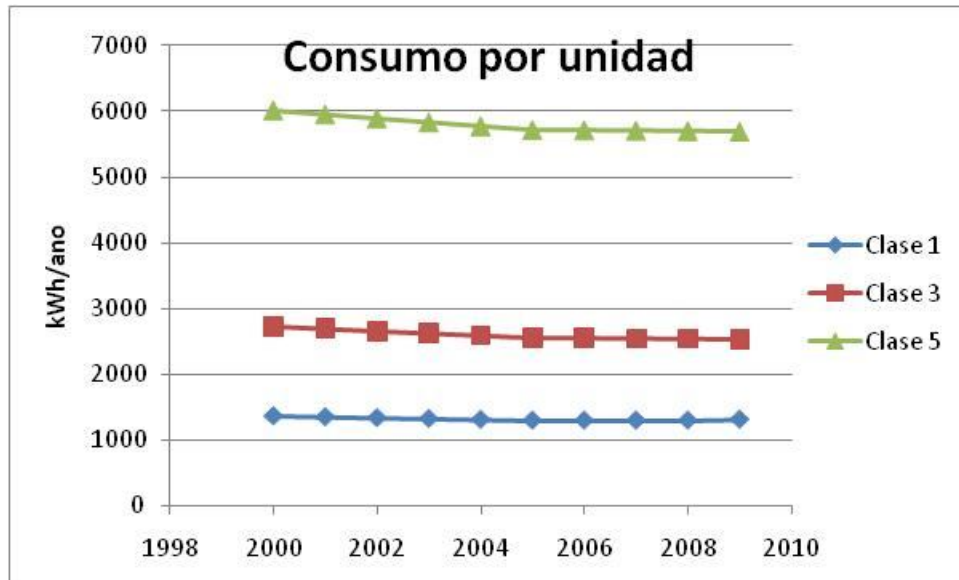


Figura 9: Tendencia histórica de consumo por unidad

Los REE tienen que ser ajustados por dos factores: la eficiencia energética prevista en el año de entrada en vigor de la norma revisada y el REEc que toma en consideración el nuevo método de prueba (MdP). La Tabla siguiente resume ambos ajustes.

Tabla 10: Eficiencia por clase de producto

	REE (MdP actual)	Mejora anual de eficiencia	REE pronosticado	REEc (MdP nuevo)
Año	2009	2005-2009	2015	2015
Unidad	W/W	%	W/W	W/W
Clase 1	2.93	0.00%	2.93	2.89
Clase 3	3.02	0.26%	3.07	3.04
Clase 5	2.68	0.12%	2.70	2.69

3.3 Datos de costo vs eficiencia

A fin de determinar cuáles niveles de eficiencia tienen un impacto económico positivo sobre los consumidores, se debe evaluar el costo incremental al nivel del equipo para cada nivel de eficiencia analizado. Para esto se usa una curva de costo que describe la relación entre las mejoras técnicas y el impacto sobre el consumo del aparato.

Tomando en cuenta que los componentes de los aires acondicionados fabricados en México son importados y éste es un mercado globalizado, el análisis se puede realizar utilizando los datos de otro país como modelo. En este caso, EE.UU. es el candidato ideal por las siguientes razones:

- Una parte del mercado en EE.UU. corresponde a productos importados de México; se supone que los modelos son similares;
- México y EE.UU. tienen la misma línea de base definida por la norma NOM-021-ENER/SCFI-2008 y la norma correspondiente de EE.UU (DOE, 1997);

- Se debe confirmar que los costos y las eficiencias definidas en el análisis de DOE pueden ser alcanzadas en México.

3.3.1 Proyecciones de costos en el futuro

Un examen de los datos de precios históricos de ciertos aparatos y equipos sujetos a MEPS en los EE.UU indica que suponer constantes los precios reales y costos puede, en muchos casos, sobrestimar las tendencias a largo plazo de los precios de los aparatos y equipos. La literatura económica y los datos históricos sugieren que los costos reales de estos productos tienen una tendencia a la baja con el tiempo, según las curvas de "aprendizaje" o "experiencia".¹¹

La metodología para alcanzar la tasa de experiencia está disponible en el documento técnico de DOE (el apéndice 8J en el documento técnico provee una descripción amplia). La siguiente Figura presenta las conclusiones de DOE, tomando el año 2010 como referencia.

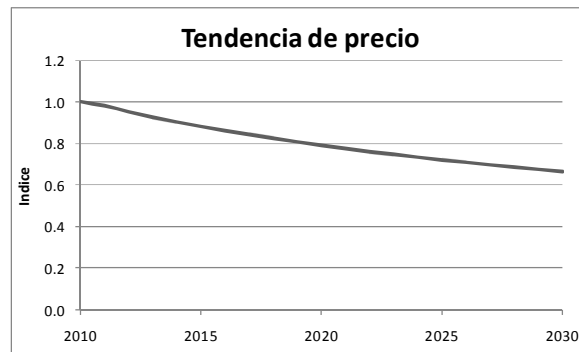


Figura 10: Tendencia de precio (2010-2030)

LBNL toma en consideración esta tasa de experiencia en sus proyecciones. Por ejemplo, los precios incrementales en 2015 son 11% más bajos que los precios de 2010.

3.3.2 Precios de ventas

Los datos de costo y eficiencia están disponibles en el documento técnico de DOE para las clases de producto 1, 3 y 5. La siguiente Tabla presenta los datos de DOE (precios del año 2009).

¹¹ DOE se refiere a una publicación disponible en : [http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/Using_the_Experience_Curve_Approach_for_Appliance_Price_Forecasting,](http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/Using_the_Experience_Curve_Approach_for_Appliance_Price_Forecasting/)

Tabla 11: Datos de costo y eficiencia por clase de producto

Clase 1			Clase 3			Clase 5		
REEC	REEC	Precio	REEC	REEC	Precio	REEC	REEC	Precio
Btu/W	W/W	US\$	Btu/W	W/W	US\$	Btu/W	W/W	US\$
9.52	2.79	\$352	9.69	2.84	\$478	8.47	2.48	\$861
10.1	2.96	\$362	10.2	2.99	\$483	9	2.64	\$876
10.6	3.11	\$375	10.7	3.14	\$494	9.4	2.75	\$890
11.1	3.25	\$393	10.9	3.19	\$498	9.8	2.87	\$936
11.38	3.34	\$411	11.5	3.37	\$526	10.15	2.97	\$1,163
11.67	3.42	\$473	11.96	3.51	\$605			

Fuente: U.S. DOE, 2011

3.4 Ajuste al mercado mexicano e implementación en PAMS

Para determinar el precio total de los equipos para los diferentes niveles de eficiencia, se agregan los costos incrementales de los equipos determinados por el DOE a los datos de precio de venta para la línea de base en México¹². El costo incremental es expresado como la diferencia entre los distintos niveles de precio, con referencia al precio de línea de base, de acuerdo a la Tabla 11. La Tabla 12 resume los precios de venta por clase de la línea de base en México en el 2010:

Tabla 12: Precios de venta en México (2010)

	Precio MX\$	Precio US\$
Clase 1:	2000	157
Clase 3:	4200	331
Clase 5:	7100	559

Los datos de diseño de los acondicionadores de aire más eficientes asociados con los costos de componentes de EE.UU. fueron presentados a ANFAD. Los fabricantes comentaron que los precios incrementales de DOE son similares a los costos correspondientes en México. Por consiguiente, a pesar de que los precios de las líneas de base en México presentan diferencias con los precios de EE.UU, se usan los mismos costos incrementales que los encontrados por el DOE.

Para determinar los costos en el mercado mexicano, agregamos los costos incrementales de la Tabla 11 a los precios de venta en la Tabla 12. La curva inicial de DOE se desplaza sobre el eje del precio para que coincida con el precio de venta en México. Las tres figuras siguientes muestran el ajuste realizado:

12 Fuente: Tiendas departamentales páginas WEB de distribuidores – Ver Anexo 3.

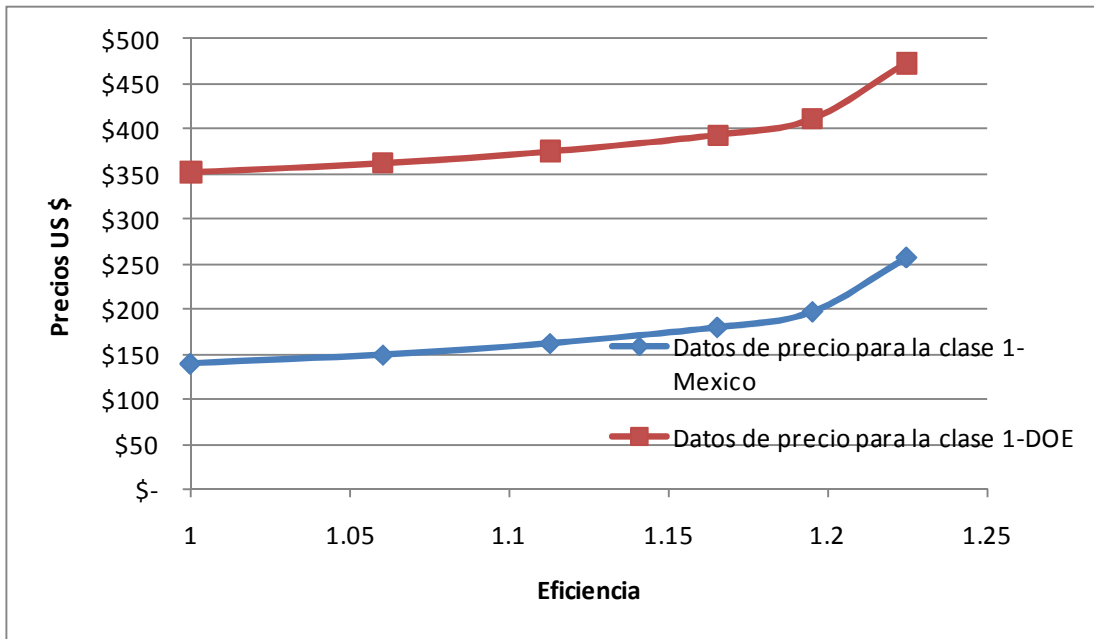


Figura 11: Precios vs eficiencia para la clase 1

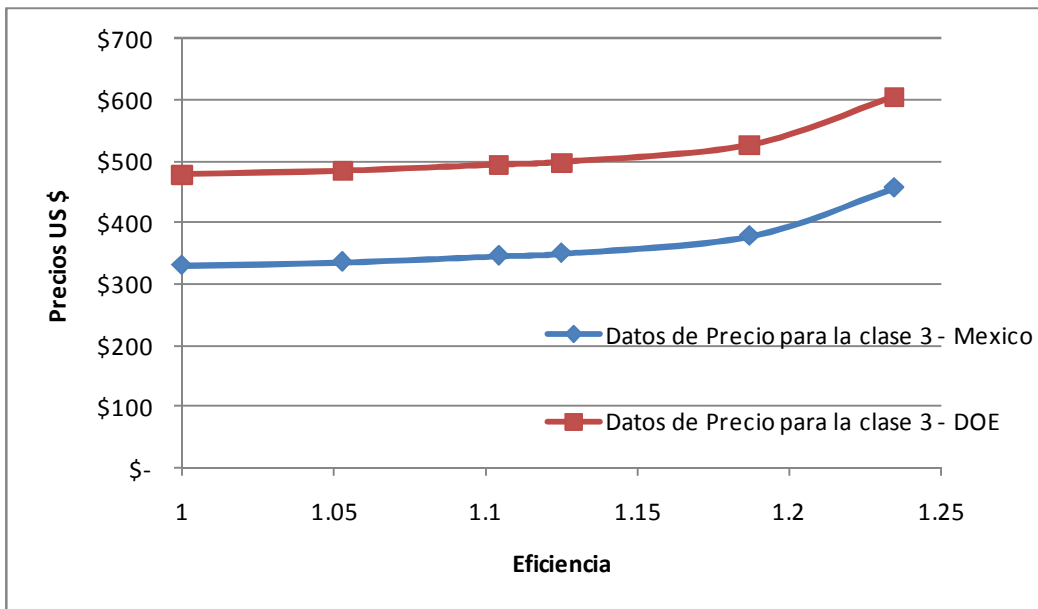


Figura 12: Precios vs eficiencia para la clase 3

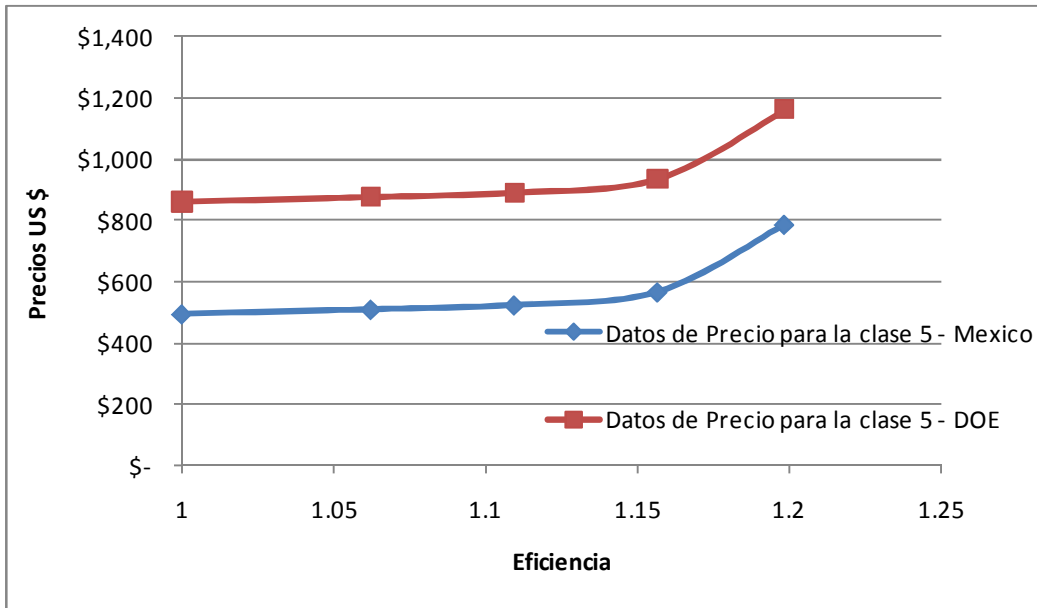


Figura 13: Precios vs eficiencia para la clase 5

Al final, cuando se combina los precios de ventas, incrementales y las tendencias de precio, ambos precios en el caso de base y el caso de política disminuyen a la misma tasa. Por consiguiente, en términos absolutos, la diferencia entre el precio de línea de base y el precio en el caso del MEPS disminuye, como se puede apreciar en la Figura 14:

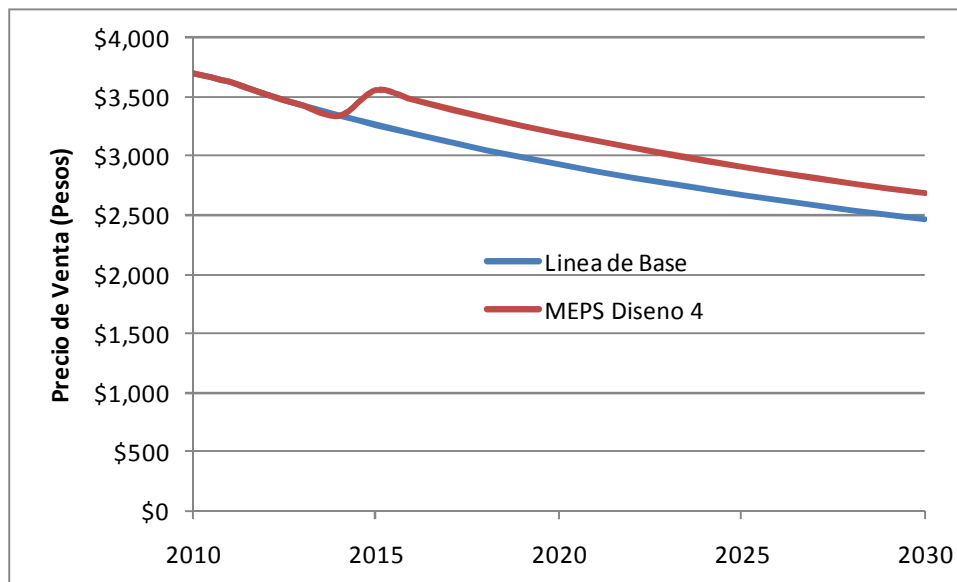


Figura 14: Proyecciones de precios de ventas para la clase 3

3.5 Análisis de costo de ciclo de vida y período de recuperación

El costo de ciclo de vida (CCV) toma en cuenta todos los gastos asociados con la compra y el uso del aparato durante su vida útil. Desde la perspectiva del consumidor, los dos principales

componentes del costo de ciclo de vida son el equipo (costo inicial) y el costo de operación. El costo del equipo es el precio de venta pagado por el consumidor para adquirir el aparato. El costo de operación es el costo de la energía usada por el equipo, en forma de facturas de servicio eléctrico. Los costos y ahorros que ocurren en el futuro son descontados de acuerdo a una tasa de descuento del consumidor.

Para evaluar los costos de ciclo de vida de las distintas opciones de diseño utilizamos el modelo PAMS (Policy Analysis Modeling System) de CLASP/LBNL. PAMS es un modelo basado en hojas de cálculo diseñado para analizar el costo-beneficio y los impactos nacionales de MEPS para una amplia gama de aparatos, en distintos contextos nacionales. Para este análisis, LBNL ha desarrollado una versión de PAMS acorde al programa de normalización de acondicionadores de aire de CONUEE.

El modelo PAMS calcula el CCV para el caso en que se realice una mejora de la eficiencia específica en un aparato (el caso de la norma), y para el caso en que no se realizan las mejoras (el caso base). El CCV muestra cómo el aumento de la eficiencia aumentará el precio de compra del equipo para el consumidor, y cómo el ahorro de energía resultará en una reducción de gastos de energía. El impacto en el CCV ofrece una guía si la norma resultará en beneficios económicos netos o costos para el consumidor.

El CCV está dado por:

$$CCV = CI + \sum_{n=1}^L \frac{CO}{(1 + DR)^n}$$

Donde:

CCV = Costo de Ciclo de Vida

CI = Costo Inicial

CO = Costo de Operación

DR = Tasa de descuento del consumidor

3.5.1 Datos de entrada

3.5.1.1 Precio de electricidad

Basado en la distribución de la tarifa entre los diferentes grupos de consumidores, CFE calcula una tarifa promedio de 0.97 \$/kWh en 2009 y una tasa de crecimiento de 1.6% por año¹³. La tabla siguiente muestra las diferentes tarifas por categoría de consumidor:

13 Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico POISE

Tabla 13: Estructura de tarifa eléctrica desglosada

	Precio promedio MX\$/kWh
Tarifa 1	0.9669
Tarifa 1 ^a	0.8907
Tarifa 1B	0.9111
Tarifa 1C	0.9663
Tarifa 1 D	0.9461
Tarifa 1 E	0.8281
Tarifa 1F	0.8320
De Alto Consumo (DAC)	2.9885
Precio promedio de la tarifa eléctrica 1	0.964

Además de la consideración del precio de electricidad promedio de venta al consumidor, se usa un precio real que incluye los costos asociados de generación, transmisión, distribución y de infraestructura del suministro eléctrico. Este precio representa el precio promedio de venta al consumidor junto con la parte subsidiada por el Gobierno. De acuerdo a información suministrada por CONUEE, para usuarios residenciales existe un precio de tarifa eléctrica que se acerca a este precio: se trata de la tarifa DAC que paga el usuario de alto consumo, en la cual el subsidio a la tarifa es mínimo (ver la Tabla anterior). CONUEE considera que el cálculo del impacto al país debe basarse en este valor ya que de cualquier forma el ahorro económico es el ahorro del usuario más el subsidio que el Gobierno aporta a la tarifa.

En este informe, realizamos dos análisis: un análisis a nivel del consumidor, utilizando el precio promedio de la tarifa eléctrica, y un análisis a nivel de país, basándose en el precio de la tarifa DAC que se considera como el costo real del suministro eléctrico a nivel nacional.

3.5.1.2 Vida útil de los acondicionadores de aire

Se supone una vida útil de 10.5 años para los acondicionadores de aire (U.S. DOE, 2011).

3.5.1.3 Tasa de descuento

Se estima una tasa de descuento de 3.8% para los consumidores y una tasa de descuento a nivel de país de 4.5%¹⁴.

3.5.2 Resultados de costo de ciclo de vida

Las siguientes tablas resumen los resultados de costo de ciclo de vida (CCV) para las tres clases de producto. Un "delta CCV" negativo significa que el diseño es rentable para el consumidor. Un "delta CCV" positivo significa que el consumidor se ve afectado de forma negativa por una norma que será de este nivel. Los niveles indicados en **letra negra** son los de

¹⁴ Banamex y Citigroup Global Markets).

la nueva norma de DOE (DFR, U.S. DOE, 2011); se puede ver que todos los niveles analizados son rentables. El precio de electricidad usado para este análisis es la tarifa eléctrica promedio.

Tabla 14: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad <1758 W – clase 1

	Clase 1				
	REEc	Costo Incremental	CEU	CCV	Delta CCV
	W/W	MX\$	kWh	MX\$	MX\$
Sin norma	2.89		1332	\$14,021	
diseño 1	2.96	\$126	1301	\$13,759	\$(262)
diseño 2	3.11	\$293	1211	\$13,259	\$(762)
diseño 3	3.25	\$528	1077	\$12,836	\$(1,185)
diseño 4	3.34	\$754	933	\$12,651	\$(1,370)
diseño 5	3.42	\$ 1,541	789	\$12,701	\$(1,320)

Tabla 15: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad entre 2345 W y 4103 W - clase 3

	Clase 3				
	REEc	Costo Incremental	CEU	CCV	Delta CCV
	W/W	MX\$	kWh	MX\$	MX\$
Sin norma	3.04		2532	\$26,753	
diseño 1	3.14	\$ 69	2455	\$26,149	\$(604)
diseño 2	3.19	\$198	2336	\$25,785	\$(967)
diseño 3	3.37	\$252	2107	\$24,950	\$(1,803)
diseño 4	3.51	\$610	1827	\$25,014	\$(1,739)

Tabla 16: Costo de ciclo de vida para los acondicionadores de aire con capacidad entre 5861 W y 7327 W clase 5

	Clase 5				
	REEc	Costo Incremental	CEU	CCV	Delta CCV
	W/W	\$	kWh	MX\$	MX\$
Sin norma	2.69		5723	\$58,664	
diseño 1	2.75	\$126	5591	\$57,555	\$(1,109)
diseño 2	2.87	\$293	5363	\$56,001	\$(2,663)
diseño 3	2.98	\$528	5176	\$56,991	\$(1,674)

3.5.3 Resultados de período de recuperación

El período de recuperación (*PR*) está definido como la relación entre el precio incremental que ocurre en el primer año y el ahorro sobre la factura de electricidad. Este indicador es una estimación del tiempo requerido para recuperar la inversión inicial. El precio de electricidad usado para este análisis es la tarifa eléctrica promedio. La Tabla siguiente resume los períodos de recuperación de inversión para cada opción:

Tabla 17: Período de recuperación para los acondicionadores de aire

	Clase 1		Clase 3		Clase 5	
	REEc	PR	REEc	PR	REEc	PR
	W/W	años	W/W	años	W/W	años
Sin norma	2.89		3.04		2.69	
Diseño 1	2.96	0.6	3.14	1.1	2.75	0.7
Diseño 2	3.11	0.9	3.19	1.1	2.87	1.7
Diseño 3	3.25	1.1	3.37	1.7	2.98	5.8
Diseño 4	3.34	1.4	3.51	3.7		
Diseño 5	3.42	2.6				

Los periodos de recuperación estimados varían de acuerdo a las opciones de diseño y no sobrepasan los 2.6 años para la clase 1, 3.7 años para la clase 3 y 5.8 años para la clase 5, por lo cual la recuperación de la inversión siempre ocurre antes que el equipo alcance la mitad de su vida útil.

4 IMPACTOS NACIONALES

Además del análisis costo-beneficio para los consumidores individuales, el modelo PAMS pronostica los impactos de cada opción de MEPS a nivel nacional en cada año de 2015 a 2030. El análisis de impacto nacional tiene cuatro resultados principales:

- Ahorros de Energía – la reducción del consumo de electricidad debido a la introducción en el mercado de acondicionadores de aire más eficientes en el caso de la política relativo al caso de base.
- Valor Actual Neto – Ahorros financieros netos debido a la reducción de la cuenta eléctrica y el mayor costo de los aparatos, descontado al año actual (2010).
- Impactos Ambientales – Reducción de las emisiones de dióxido de carbono debido al consumo de electricidad reducido.
- Capacidad de Generación Eléctrica Evitada – Reducción de la demanda de punta y de la necesidad de implementar nuevas centrales eléctricas.

4.1 Pronóstico de caso de base

Los impactos a nivel nacional son definidos como la comparación entre el *caso de política*, que incluye la aplicación de MEPS revisadas en 2015, a un *caso de base* dinámico en el cual el mercado de acondicionadores de aire evoluciona sin la norma revisada. El cálculo de los impactos depende del pronóstico de las ventas de acondicionadores de aire durante el período de pronóstico, que incluye su crecimiento debido al aumento de nuevas compras y reemplazos. Los datos históricos muestran que la eficiencia de los acondicionadores de aire ha seguido mejorando más allá de la fecha de aplicación de la norma actual. Suponemos que alguna mejora de la eficiencia ocurrirá aún en el caso de base. En las sub-secciones siguientes, se describen las proyecciones del caso de base y de los escenarios de política.

4.1.1 Ventas

Los datos históricos de ventas y participación en el mercado fueron suministrados por ANFAD. Las ventas totales están disponibles para el período 1994–2010. Para las clases 1 y 3, las participaciones en el mercado están disponibles desde 1990. Para el período 2004–2010, ANFAD cuenta con datos para más clases de producto.

ANFAD estima una tasa de crecimiento anual de 3% entre 2010 y 2016. Después de 2016, las ventas son proyectadas por el modelo PAMS basado en el crecimiento de la saturación de acondicionadores de aire en los hogares y los reemplazos calculados con la función de retiro. PAMS genera una función de retiro basada en la vida útil promedio y se supone una distribución normal como se muestra en la Figura 15.

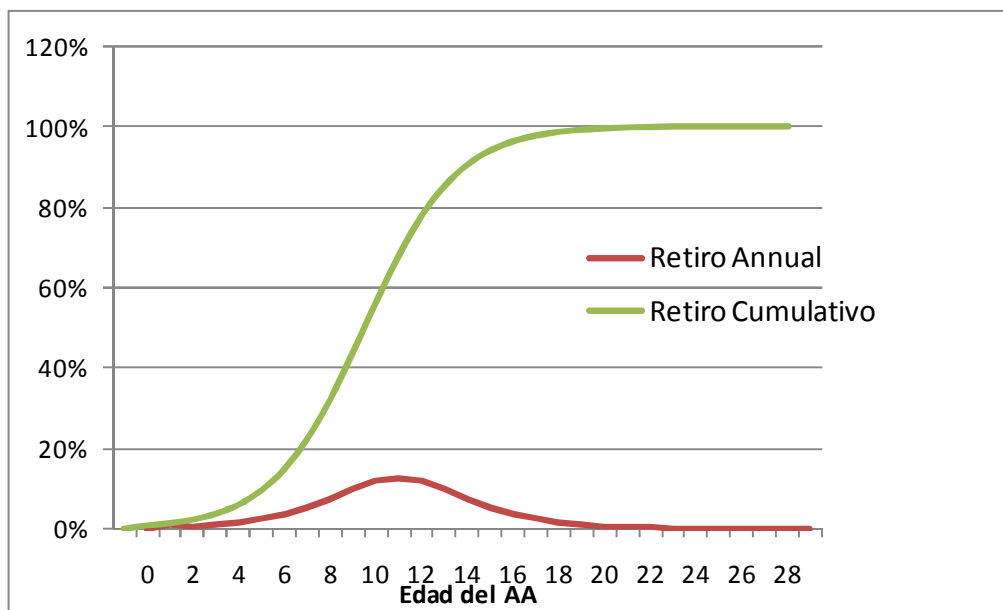


Figura 15: Función de retiro anual y acumulada para los acondicionadores de aire

Para cada año “a”, PAMS calcula el parque (stock) y los retiros con la siguiente ecuación (si la vida útil es 10.5 años):

$$Stock(a) = \sum_{edad=0}^{21} Ventas(a - edad) \times Surv(edad)$$

$$Retiro(a) = \sum_{edad=0}^{21} Ventas(a - edad) \times Ret(edad)$$

El modelo de difusión en PAMS proyecta la penetración de acondicionadores de aire en los hogares basado sobre el modelo macroeconómico descrito en *Modeling Diffusion of Electrical Appliances in the Residential Sector* (McNeil y Letschert 2010). El modelo usa variables al nivel nacional de ingreso, clima, y electrificación, para determinar el número de AA en los hogares. Dos encuestas de hogares realizadas en 1996 y 2006 permiten mejorar la estimación inicial de PAMS para la difusión de AA en los hogares. En 1996, 9% de hogares tenían un AA mientras que en el 2006 la cifra es de 16% (Rosas et.al., 2010). La Figura 16 muestra el ajuste del modelo de difusión de AA.

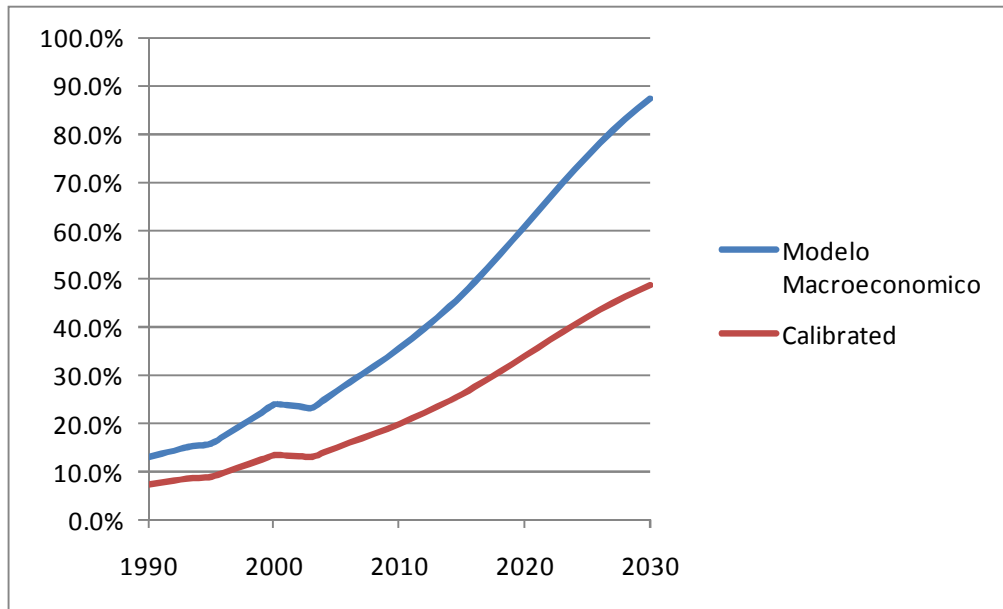


Figura 16: Proyecciones de penetración de AA en los hogares.

PAMS calcula el crecimiento en el stock de AA cada año debido al crecimiento en el número de hogares y al aumento en la penetración de AA en cada hogar. PAMS también calcula las ventas debidas al retiro de las unidades en el parque de AA.

Estas proyecciones de ventas no diferencian entre los tipos de acondicionadores de aire. Nuevamente se puede ajustar el modelo con datos propios al mercado mexicano. Las proyecciones de PAMS son ajustadas a los últimos estimados de ventas de ANFAD para el año 2010 en todas las categorías de acondicionadores (ventana, split, mini split). Se encuentra que PAMS subestima las ventas totales de AA en un 15%. PAMS proyecta una tasa de crecimiento de 5.8% entre 2010 y 2030 para todos los tipos de AA. Las participaciones históricas del mercado muestran una fuerte tendencia hacia los minisplits. Sin embargo se estima que seguirá existiendo un mercado para los AAC, puesto que existe una gran diferencia de precio entre los minisplits y los AA de tipo cuarto, y que la tendencia de los años anteriores disminuirá. Además, se supone que el mercado de los AA reemplazados se mantiene. Se supone que los AA de tipo ventana pierden 1% de participación en el mercado cada año para llegar a una participación de 75%/25% en el 2030. La Figura 17 muestra los datos históricos y las proyecciones de participación en el mercado:

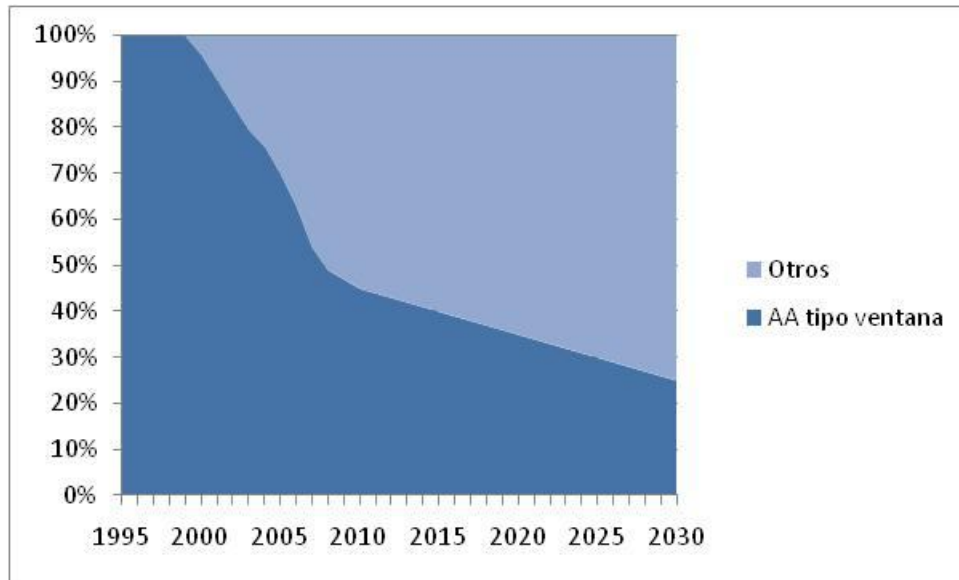


Figura 17: Proyecciones de participación en el mercado por tipo de AA.

La Figura 18 representa la combinación de los datos históricos (1993-2010), y las proyecciones del modelo PAMS calibradas a los últimos datos de ANFAD (2010-2030). Las participaciones en el mercado de las clases 1-5 se han mantenido constantes en las proyecciones:

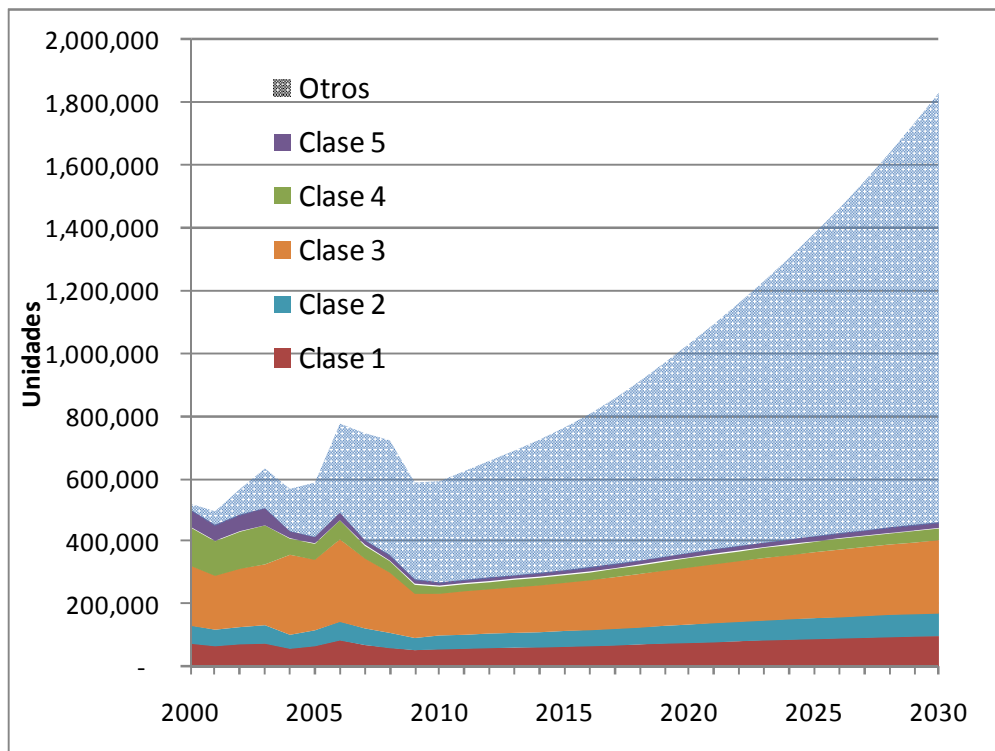


Figura 18: Proyecciones de ventas de acondicionadores de aire por clase de producto

4.1.2 Tendencia de eficiencia en el caso de base

Se supone que las tasas de crecimiento de la eficiencia hasta 2030 en el caso base son constantes, al igual que las tendencias determinadas en la Tabla 10 (Eficiencia por clase de producto). La Figura siguiente muestra el índice de eficiencia REEc por clase de producto.

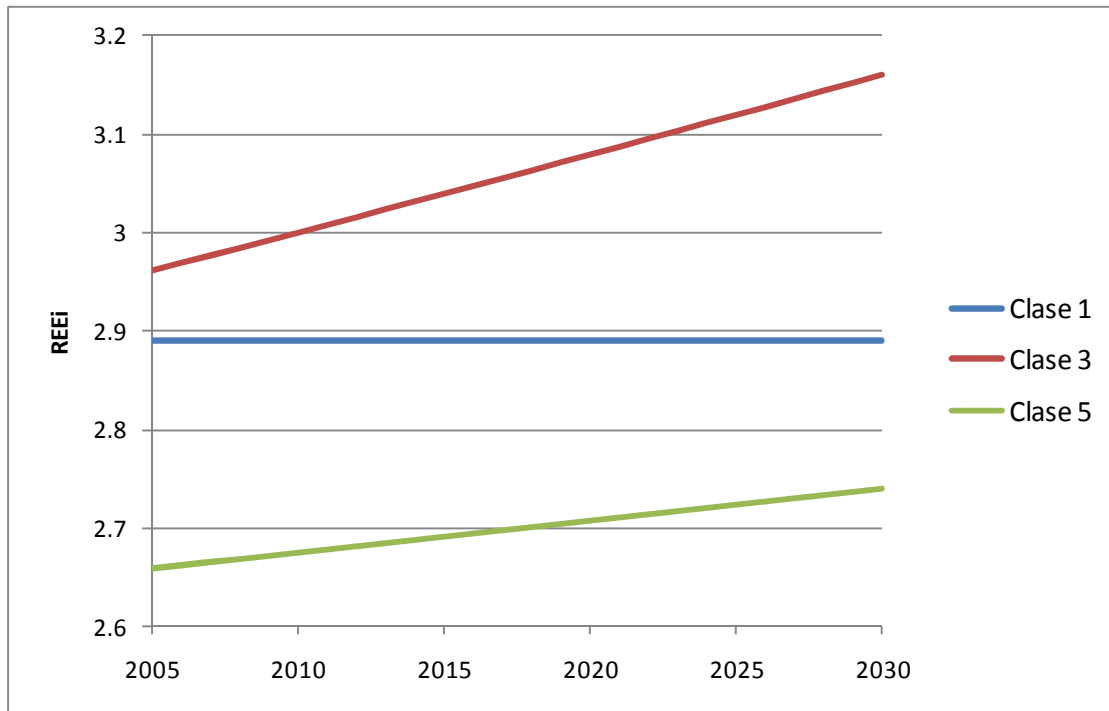


Figura 19: Tendencia en eficiencia en el caso de base por clase de producto

4.1.3 Tendencia de eficiencia en el caso de la norma

Se supone que las dinámicas del mercado resultan en un crecimiento de la eficiencia luego de la aplicación de una norma revisada, de la misma manera como ocurrió en el 2008. Se supone, por consiguiente, la misma tasa de crecimiento que en el caso de base. Se supone, además, que la eficiencia no puede crecer por encima del máximo nivel de eficiencia tecnológicamente factible "Max Tech". La Figura 20 muestra los escenarios de eficiencia por cada diseño, tomando la clase 3 como ejemplo:

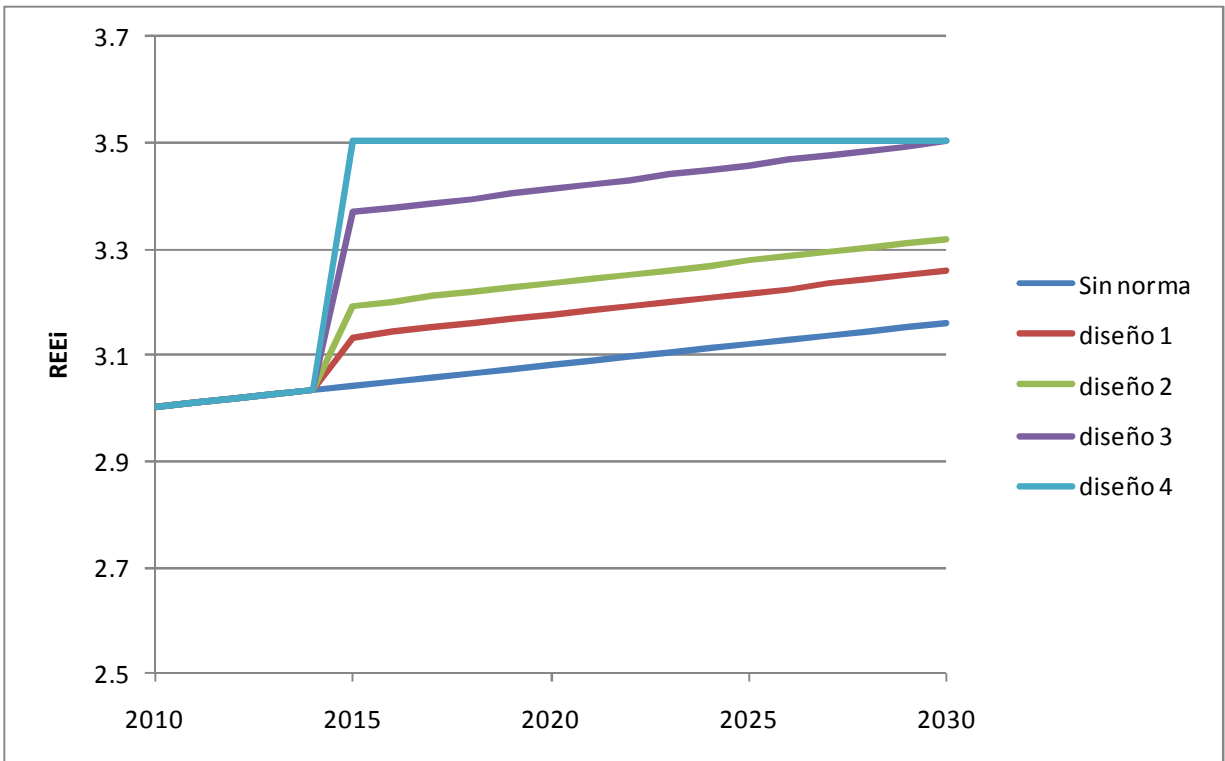


Figura 20: Tendencia de la eficiencia en el caso de la norma para la clase 3

En el análisis, se supone que la mejora de la eficiencia más allá de los requerimientos del MEPS no resultará en un incremento adicional del precio, en cada escenario. Eso es debido a la suposición de que las mejoras de eficiencia en los escenarios correspondientes siguen un patrón de *aprendizaje tecnológico*, proceso en el cual los fabricantes encuentran maneras de implementar tecnología eficiente a través de economías de escala, perfeccionamiento de procesos o reemplazo de materiales y mano de obra. Con el objetivo de tener éxito en un ambiente competitivo, estos negocios buscarán proporcionar el mismo producto por un precio menor o proporcionar un producto mejorado al mismo precio; sin embargo no elegirán aumentar los precios.

4.2 Análisis de los impactos nacionales

4.2.1 Datos de sector de energía

4.2.1.1 Factor de generación y pérdidas de transmisión y distribución

Utilizando la mezcla de combustibles primarios para la generación eléctrica (véase la Figura siguiente) y el factor de transformación neto por cada tipo de generación (de acuerdo a los datos de la CFE), se calcula un promedio ponderado de 2.0 (kJ/kJ).

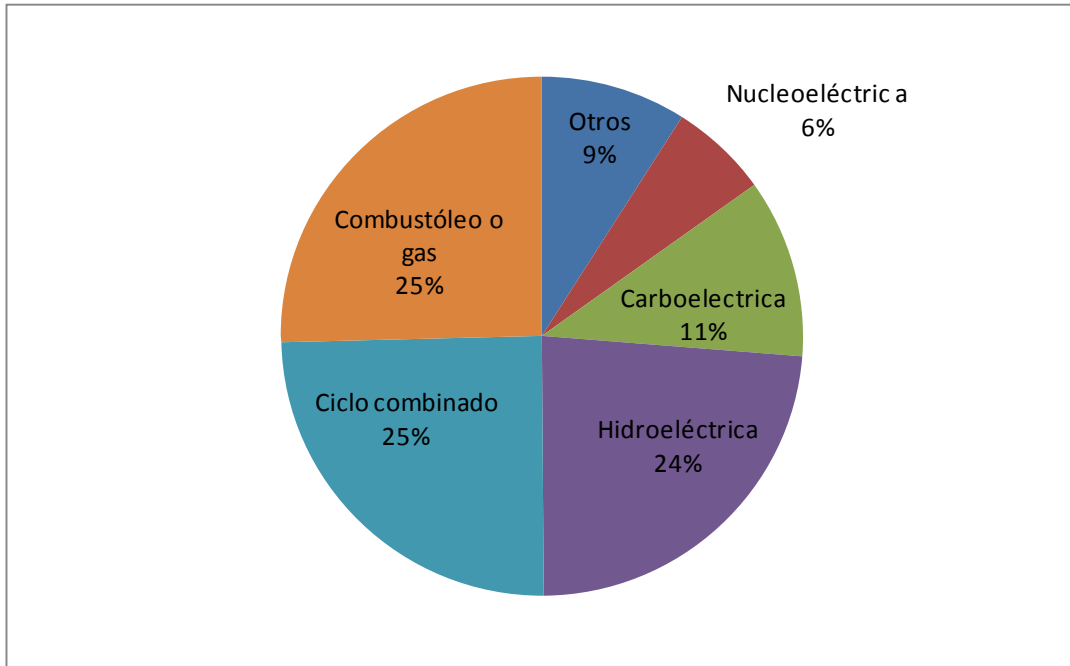


Figura 21: Consumo de electricidad por tipo de generación

Las pérdidas por transmisión y distribución (TD) estimadas por la CFE son de 17%.

4.2.1.2 Factor de emisión de CO₂

De acuerdo a lo confirmado por CONUEE en noviembre de 2010, el factor de CO₂ equivalente de generación es de 0.667 kg/kWh. Suponemos que este factor se mantiene constante en el futuro.

4.2.2 Resultados: Energía ahorrada a nivel nacional (ENA) y valor presente neto (VPN)

Los ahorros de energía a nivel nacional son definidos como la diferencia en el consumo de energía entre el caso base y el caso con norma. En el caso base, se supone que todos los productos operan con la eficiencia de referencia. En el caso de la norma, los productos adquiridos después de la fecha de su aplicación (que es un parámetro que puede ser elegido por el usuario) operan con la eficiencia determinada por una combinación de opciones de diseño (opción específica elegida por el consumidor).

PAMS calcula la Energía Nacional Ahorrada (ENA) en cada año, comparando el consumo nacional de energía del producto en estudio en el caso base con el caso de la norma, de acuerdo con:

$$ENA = CTE_{Base} - CTE_{Política}$$

Donde CTE = Consumo Total de Energía.

A su vez, el consumo total de energía de la población nacional de productos en el año “a” está dada por:

$$CTE(a) = \sum_{edad} Stock(a, edad) \times CEU(a - edad)$$

Donde el CUE de cada grupo de edad se determina según el año de la compra (y la edad), y la mejora de eficiencia en el caso de la norma.

Basado en los ahorros máximos de energía de sitio, PAMS calcula la capacidad de generación evitada Q. La capacidad evitada es definida como sigue¹⁵:

$$Q = \frac{ENA_{Max}}{1 - TD} \times \frac{86400}{uso(\%)}$$

El Valor Presente Neto (VPN) de una política es una medida del beneficio financiero neto de su aplicación a la Nación en su conjunto.

El impacto financiero se define por la suma de los costos de los equipos y los gastos de funcionamiento para los consumidores.

El Costo Nacional de los Equipos (CNE) es igual a su precio multiplicado por el número total de ventas en el año a:

$$CNE = CE \times Ventas(a)$$

Del mismo modo, el Costo de Operación Nacional (CON) es simplemente el consumo total de energía multiplicado por el precio de la energía:

$$CON = CTE(a) \times P$$

Los ahorros netos se derivan de la diferencia entre los costos iniciales y de funcionamiento en el caso de la norma, con respecto al caso base. El VPN de la opción de política se define como la suma de los ahorros nacionales netos, multiplicado por la tasa de descuento de la política nacional, durante un período de pronóstico definido:

$$VPN = \sum_a (\Delta CON(a) - \Delta CNE(a)) * (1 + DR_N)^{-(a-a_0)}$$

Las siguientes figuras representan los costos y beneficios del programa de MEPS en cada año entre 2015 y 2030. Los niveles de eficiencia presentados son los niveles de la norma del DOE: 20% para las clases de producto 1, 25% para las clases de producto 3, 7 y 11. Los niveles objetivos del DOE están indicados en la Tabla con **letra negra**. El precio de electricidad usado para este análisis es la tarifa DAC.

¹⁵ Este cálculo asume una coincidencia de 100% con el pico (peak) del sistema, y que todos los aparatos son usado al mismo tiempo (equivalente a un factor de uso de 25%).

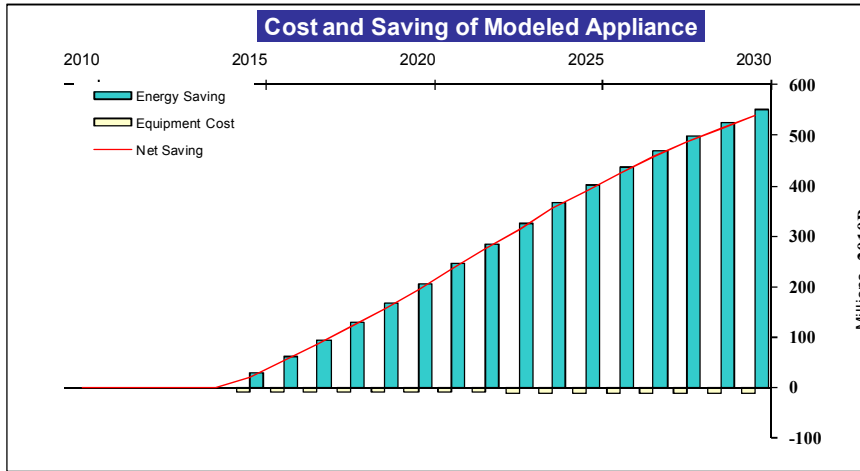


Figura 22: Costos y ahorros para la clase 1 precio de electricidad real*

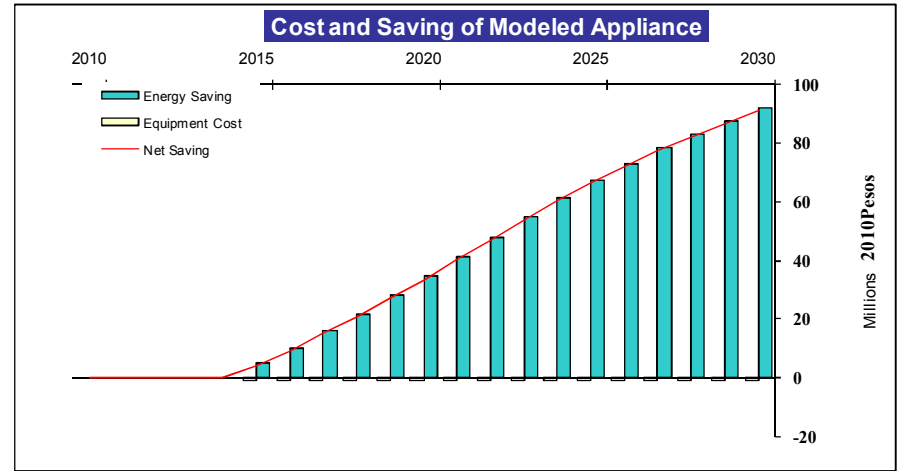


Figura 24: Costos y ahorros para la clase 5 precio de electricidad real*

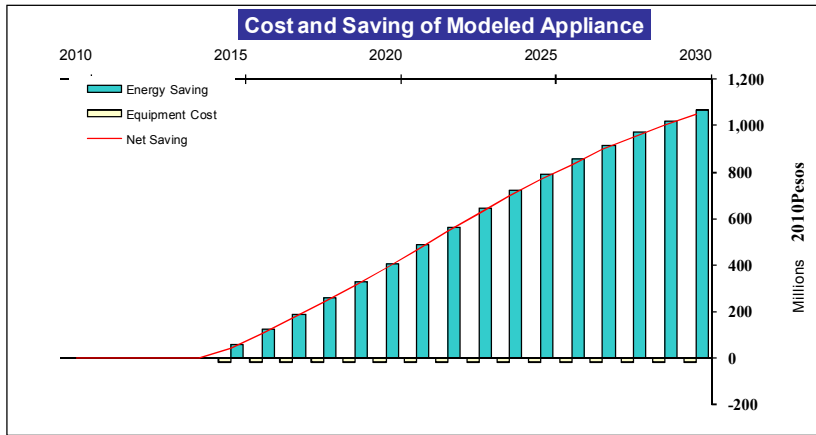


Figura 23: Costos y ahorros para la clase 3 precio de electricidad real*

*Electricidad real corresponde a la tarifa DAC, donde el subsidio es mínimo

Las tablas siguientes presentan los impactos energéticos y económicos a nivel nacional para todos los niveles de eficiencia (diseños) considerados:

Tabla 18: Impactos energéticos y económicos a nivel nacional para la clase 1 al precio de electricidad real

	Clase 1							
	REEc	ENA de sitio 2030 (acumulada)	ENA de fuente 2030 (acumulada)	Costo de los Equipos (nacional)	Ahorros de Energía	VPN	Emisiones de CO2 en 2030 – acumuladas	Capacidad evitada
	W/W	GWh	Mtoe	millones MX\$	millones MX\$	millones MX\$	Mt	MW
Sin norma	2.89							
diseño 1	2.96	261	0.054	\$ 12	\$ 719	\$ 707	0.2	15
diseño 2	3.11	785	0.162	\$ 50	\$2,159	\$ 2,109	0.6	46
diseño 3	3.25	1,262	0.261	\$105	\$3,470	\$ 3,366	1.0	74
diseño 4	3.34	1,515	0.313	\$157	\$4,166	\$ 4,009	1.2	88
diseño 5	3.42	1,752	0.362	\$339	\$4,818	\$ 4,479	1.4	102

Tabla 19: Impactos energéticos y económicos al nivel nacional para la clase 3 al precio de electricidad real

	Clase 3							
	REEc	ENA de sitio 2030 (acumulada)	ENA de fuente 2030 (acumulada)	Costo de los Equipos (nacional)	Ahorros de Energía	VPN	Emisiones de CO2 en 2030 – acumuladas	Capacidad evitada
	W/W	GWh	Mtoe	millones MX\$	millones MX\$	millones MX\$	Mt	MW
Sin norma	3.04							
diseño 1	3.14	493	0.102	\$131	\$4,274	\$4,143	1.2	90
diseño 2	3.19	869	0.180	\$198	\$6,799	\$6,601	2.0	143
diseño 3	3.37	1,215	0.251	\$645	\$ 13,847	\$13,202	4.0	291
diseño 4	3.51	1,535	0.317	\$ 1,900	\$ 16,639	\$14,739	4.9	327

Tabla 20: Impactos energéticos y económicos al nivel nacional para la clase 5 al precio de electricidad real

	Clase 5							
	REEc	ENA de sitio 2030 (acumulada)	ENA de fuente 2030 (acumulada)	Costo de los Equipos (nacional)	Ahorros de Energía	VPN	Emisiones de CO2 en 2030 – acumuladas	Capacidad evitada
	W/W	GWh	Mtoe	millones MX\$	millones MX\$	millones MX\$	Mt	MW
Sin norma	2.69							
diseño 1	2.75	212	0.044	\$ 11	\$ 582	\$ 572	0.2	12
diseño 2	2.87	580	0.120	\$ 71	\$1,595	\$ 1,523	0.5	34
diseño 3	2.98	823	0.170	\$378	\$2,240	\$ 1,862	0.7	45

5. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis desarrollado en este reporte permiten evaluar los impactos globales, tanto a nivel del consumidor como a nivel nacional, de las distintas opciones de MEPS para los acondicionadores de aire en México. Se evaluaron en particular los posibles impactos de homologar el MEPS de DOE que entrará en vigor en 2014 con el MEPS revisado de México que entrará en vigor en 2015. En la Tabla 21 se resumen los resultados del análisis costo-beneficio de tres escenarios:

- E1 - Escenario de armonización de los MEPS mexicanos con los MEPS de EE.UU.;
- E2 - Un escenario con el nivel de MEPS rentabilidad máxima para cada clase de producto;
- E3 – Un escenario de ahorros energéticos máximo, sin penalizar a los consumidores.

Tabla 21: Resumen de resultados de costos y beneficios al nivel del aparato

Clase de Producto	E1		E2		E3	
	REEc (W/W)	Ahorros de CCV (Nivel de EE.UU.)	Índice de eficiencia (Ahorros económicos máximos)	Ahorros de CCV - Ahorros económicos máximos	Índice de eficiencia (Ahorros energéticos máximos)	Ahorros de CCV - Ahorros energéticos máximos
1	3.25	\$ 1,185	3.42	\$ 1,320	3.42	\$ 1,320
3	3.19	\$967	3.51	\$ 1,739	3.51	\$ 1,739
5	2.75	\$ 1,109	2.87	\$ 2,663	2.98	\$ 1,674

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla anterior se puede concluir lo siguiente:

- La armonización de los MEPS mexicanos con los nuevos MEPS de EE.UU. será rentable para el consumidor para todas las clases de producto analizadas.

- El análisis muestra que hay niveles rentables que sobrepasan los niveles de MEPS de EE.UU. Se demuestra que una norma al nivel de “Max Tech” es rentable para todas las clases.
- Los niveles que logran máximos beneficios a los consumidores son los niveles de Max tech para las clases 1 y 3, y un nivel 4% por debajo de Max Tech para la clase 5.

El análisis destaca las diferencias entre el modo de uso de los AAC entre los EE.UU. y México. Con un uso de seis horas por día, los AAC vendidos en México pueden ser rentables inclusive con un costo inicial mayor. A pesar de que en México se cuenta con un precio de electricidad más bajo que en los EE.UU., todos los niveles analizados por DOE son rentables para los consumidores en el contexto mexicano. A nivel del país, son rentables también con beneficios adicionales como los ahorros sobre los subsidios y los beneficios energéticos y ambientales. El cálculo de VPN con un “precio real” es presentado en la Tabla 22 que muestra los resultados de impactos al nivel nacional, escalando las clases de producto analizadas para cubrir el mercado total.

Tabla 22: Impactos energéticos, económicos y ambientales por escenario

		ENA de sitio 2030 (cumulativa)	ENA de fuente 2030 (cumulativa)	VPN (precio real)	Emisiones de CO2 hasta 2030	Capacidad evitada
		GWh	Mtoe	millones MX\$	Mt	MW
E1	Grupo 1	1,262	0.261	3,366	1.0	74
	Grupo 2*	1,277	0.264	9,707	2.9	210
	Grupo 3	212	0.044	572	0.2	12
	Total	2,751	0.569	13,644	4.1	296
E2	Grupo 1	1,752	0.362	4,479	1.4	102
	Grupo 2	2,258	0.467	21,675	7.3	481
	Grupo 3	580	0.120	1,523	0.5	34
	Total	4,590	0.949	27,677	9.1	617
E3	Grupo 1	1,752	0.362	4,479	1.4	102
	Grupo 2	3,320	0.687	21,675	7.3	481
	Grupo 3	823	0.170	1,862	0.7	45
	Total	5,895	1.219	28,016	9.3	629

*Representa las clases 2, 3 y 4.

Como se muestra en la Tabla 22, el escenario E1 resulta en ahorros de consumo final de electricidad de 2.7 TWh. En el escenario E2, que maximiza los ahorros para los consumidores, se espera que el MEPS ahorre 4.6 TWh. La norma resultará en ahorros para los consumidores mexicanos de \$27.7 mil millones entre 2015 y 2030. El escenario de armonización E1, que resulta en ahorros de \$13.6 mil millones, corresponde solamente a 50% de los ahorros de E2. Por último, el escenario E3, en el cual los ahorros de energía son máximos, resulta en ahorros energéticos de 5.9 TWh con ahorros financieros de \$28.0 mil millones.

Referencias:

- McNeil and Letschert, Modeling Diffusion of Electrical Appliances in the Residential Sector, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 6, June 2010, Pages 783-790
- NAEWG (2004), North American Energy Efficiency Standards and Labeling, estudio del North American Energy Working Group (NAEWG), Energy Efficiency Expert Group. Publicado en el 2002 y actualizado en el 2004. Disponible en: http://www.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/pdfs/naewg_report.pdf.
- U.S. DOE, Energy Conservation Program for Consumer Products: Energy Conservation Standards for Residential Clothes Dryers and Room Air Conditioners, Direct Final Rule, *Federal Register*, 76 FR 22454, April 21 2011.
- U.S. DOE, Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Residential Clothes Dryers and Room Air Conditioners; Technical Support Document, April 2011. Disponible en: http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/residential/residential_clothes_dryers_room_ac_direct_final_rule_tsd.html
- U.S. DOE, Notice of Data Availability, Washington D.C, *Federal Register*, Vol. 76, No. 35, February 22, 2011.
- Energy Conservation Program for Consumer Products: Test Procedures for Clothes Dryers and Room Air Conditioners; Final Rule, *Federal Register*, Vol. 76, No. 4, January 6, 2011
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado..
- PAMS, user guide and methodology document. Disponible en: <http://www.clasponline.org/clasp.online.resource.php?disdoc=285&pc=1>
- LBNL and IIE, Assessment of the impact of standards and labeling programs in Mexico (Four Products), 2007
- Rosas et. al, The structure of household energy consumption and related CO2 emissions by income group in Mexico, *Energy for Sustainable Development* 14 (2010) 127–133

Anexos

Anexo 1: Laboratorios acreditados

Hasta la fecha los laboratorios acreditados para otorgar una certificación de cumplimiento de la NOM-021-ENER/SCFI-2008 Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado, son los siguientes:

Laboratorio	Contacto
Laboratorios Radson, S.A. de C.V.	Ing. Gerardo Hernández Garza. Representante Autorizado Correo electrónico: ghernandez@radson.com.mx; iradson@hotmail.com Av. Adolfo López Mateos No. 125, Col. Parque Industrial San Rafael, C.P. 67110, Guadalupe, Nuevo León. Teléfono: 01 818 364 24 67, 01 818 356 20 49, 01 818 327 07 82 Fax: 01 818 327 90 19
Metrología y Pruebas, S.A. de C.V.	Ing. Eduardo Ricaud Gamboa Representante Autorizado Correo electrónico: ericaud@mypsa.com Privada Tecnológico No. 25, Col. Granja, Nogales Sonora Tel: (631) 314 6263 Fax: (631) 314 6193

Anexo 2: Room Air Conditioner Standby and Off Mode Power Input Measurements

Product Class	Capacity (Btu/h)	EER (Btu/h-W)	Control Type	Power Input (W)	
				Standby Mode	Off Mode
1	5,000	9.7	Electronic	1.59	
1	5,200	9.7	Electromechanical		0.20
1	5,200	10.7	Electronic	1.28	
1	5,200	11	Electronic	1.46	
3	11,800	11.8	Electronic	1.30	
3	11,800	10.8	Electronic	0.68	
3	12,000	9.8	Electronic	1.36	
3	8,400	11.4	Electronic	1.34	
3	8,000	9.8	Electronic	0.91	
3	8,000	10.8	Electronic	1.40	
3	12,000	9.5*	Electronic	1.21	
5	24,500	8.5	Electronic	0.74	
5	24,000	9.4	Electronic	1.404	
8	8,000	10.5	Electronic	1.27	
8	8,000	9.4	Electronic	1.44	
8	8,000	9.6	Electronic	1.52	
8	11,600	9.5	Electromechanical		0.03
8	11,500	8.5	Electromechanical		0.03
11	11,600	9.5	Electromechanical		0.03
16	8,000	9.5	Electronic	1.41	

Anexo 3 – Entrega de Datos

En este anexo se presentan los datos usados para el desarrollo del modelo PAMS para acondicionadores de aire.

VARIABLES NACIONALES

No. de viviendas en México											
Definición:	Fuente:										
	Censos de población y vivienda INEGI, 1990,1995, 2000, 2005. Escenarios demográficos: SEP; DR. Turian Subsecretario de educación superior										
Es el número total de casas habitación que existen en territorio nacional mexicano	Consideraciones:										
	Se tienen los valores de los censos cada 5 años a partir de 2010 se considera el crecimiento proyectado por la fuente. Se extrapolaron los valores entre cada quinquenio para obtener un valor anualizado										
Valores:											
Miles de viviendas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	14,318	15,098	15,843	16,494	17,157	19,361	18,293	18,907	19,562	20,236	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	21,055	21,872	22,784	23,692	24,206	24,719	25,233	25,747	26,262	26,776	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	27,290	27,867	28,444	29,021	29,598	30,175	30,752	31,329	31,906	32,483	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	33,060	33,559	34,058	34,557	35,056	35,555	36,054	36,553	37,052	37,551	38,050

No. de habitantes											
Definición:	Fuente:										
	Fuente: CONAPO: Proyecciones de la población de México 2005-2050 Consejo Nacional Censos de Población y Vivienda del INEGI										
Es el número de personas que viven en territorio nacional mexicano	Consideraciones:										
	Se tienen los valores de los censos cada 5 años a partir de 2010 se consideran los valores estimados por la fuente cada 5 años Se extrapolaron los valores entre cada quinquenio para obtener un valor anualizado										
Valores:											
Miles de habitantes	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	83,971	85,522	87,072	88,623	90,174	91,725	93,067	94,410	95,753	97,096	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	98,439	99,716	100,909	102,000	103,002	103,947	104,874	105,791	106,683	107,551	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	108,396	109,179	109,962	110,744	111,527	112,310	113,000	113,691	114,381	115,072	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	115,762	116,279	116,795	117,312	117,828	118,345	118,862	119,378	119,895	120,411	120,928

No. de habitantes con vivienda

Definición:

Es el número de personas que viven en territorio nacional mexicano y que cuentan con una vivienda

Fuente:

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados
INEGI c

Consideraciones:

Se tienen los valores de los censos cada 5 años a partir de 2010 se considera el crecimiento proyectado por la fuente.

Se extrapolaron los valores entre cada quinquenio para obtener un valor anualizado

Valores:

Miles de habitantes	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
		70,301	73,155	75,741	77,787	79,805	88,807	82,784	84,402	86,126
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	90,115	93,087	96,422	99,696	101,276	102,831	103,748	104,655	105,537	106,396
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	107,233	108,007	108,781	109,556	110,330	111,104	111,787	112,470	113,153	113,836
2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
114,519	115,030	115,541	116,052	116,564	117,075	117,586	118,097	118,608	119,119	119,630

No de habitantes por vivienda

Definición:

Es el número de personas que viven en casa habitación en territorio nacional mexicano

Fuente:

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados

Censos de Población y Vivienda del INEGI

Cuarto Informe de Gobierno, 2010, Poder Ejecutivo, Presidencia de la República.

http://www.cefp.gob.mx/intr/e-estadisticas/copianewe_estadisticas.html#12

Consideraciones:

Se considera una relación de habitantes con vivienda entre el No. de viviendas hasta el 2005; Se tienen los valores de los censos cada 5 años; a partir de 2010 el índice de habitantes sin vivienda proyectado por la fuente es de 1.07% para los siguientes años.

Se extrapolaron los valores entre cada quinquenio para obtener un valor anualizado

Valores:

(hab/vivienda)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
		4.91	4.85	4.78	4.72	4.65	4.59	4.53	4.46	4.40
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	4.28	4.26	4.23	4.21	4.18	4.16	4.11	4.06	4.02	3.97
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	3.93	3.88	3.82	3.78	3.73	3.68	3.64	3.59	3.55	3.50
2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
3.46	3.43	3.39	3.36	3.33	3.29	3.26	3.23	3.20	3.17	3.14

Producto interno bruto

Definición:		Fuente: Fuente: Banamex y Citigroup Global Markets. Fuente: Informe anual 2010 B de M POISE-CFE , para planeación 2010-2024, pp iii.									
Indicador de crecimiento macroeconómico del país es la suma de los valores monetarios de los distintos bienes y servicios acumulados por un país en el año		Consideraciones: Se presenta el porcentaje de crecimiento anual del valor del PIB desde 1990 hasta 2010 que son los valores de Informe de Banco de México Del 2011 al 2024 se considera, una tasa constante de crecimiento de 3.4% anual de acuerdo al escenario más optimista de crecimiento macroeconómico que SENER usa para planeación energética (POISE).									
		Valores:									
Crecimiento en %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	5	4	4	2	5	-6	5	7	5	3.80	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	6.60	-0.16	0.83	1.35	4.00	3.21	5.16	3.33	1.35	-6.50	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40						

Paridad cambiaria											
Definición:		Fuente: Fuente: Banamex y Citigroup Global Markets. Fuente: Informe anual 2010 B de M									
Paridad cambiaria peso dólar		Consideraciones:									
		Valores: MX\$/US\$									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
					11.286	10.8979	10.8992	11.1297	11.1297	13.5135	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	12.7										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

Tasas descuento consumidor

Definición:

Es el costo del dinero para financiar la inversión y se aplica para obtener el valor presente económico durante un período considerado.

Fuente:

Fuente: Banamex y Citigroup Global Markets.

Consideraciones:

Consumidor: se utilizó la tasa promedio de los índices de precios al consumidor anualizadas hasta 2011

Valores:

%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	26.70	22.70	15.50	9.80	7.00	35.00	34.40	20.60	15.90	16.59	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	9.49	6.37	5.03	4.55	4.69	3.99	3.63	3.97	5.12	5.30	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	4.30	3.80									
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

Tasas descuento país

Definición:

Es el costo del dinero para financiar la inversión y se aplica para obtener el valor presente económico durante un período considerado.

Fuente:

Fuente: Banamex y Citigroup Global Markets.

Consideraciones:

País: Tasa de interés de los instrumentos de préstamo bancarios en este caso los usados en CETES (respaldo gubernamental)

Valores:

%	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	34.76	19.28	15.62	14.93	14.10	48.44	31.39	19.80	24.76	21.41	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	15.24	11.31	7.09	6.23	6.82	9.20	7.19	7.19	7.68	5.43	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	4.51										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

VARIABLES DEL SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL

Tarifa eléctrica											
Definición: Es el precio de la energía eléctrica que el usuario final paga en su factura (Tarifa 1)	Fuente: Comisión Federal de Electricidad Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico POISE; CFE-Planeación										
	Consideraciones: Se consideran los valores medios anuales A partir de 2011 se presenta un pronóstico de crecimiento de 1.6%, Prospectiva POISE Valores: en MX\$/kWh.										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
Tarifa 1									0.4331	0.4908	
Tarifa 1A									0.4121	0.4593	
Tarifa 1B									0.4774	0.5359	
Tarifa 1C									0.4338	0.4834	
Tarifa 1 D									0.4177	0.4775	
Tarifa 1 E									0.3945	0.4493	
Tarifa 1F											
DAC											
Precio medio	0.1132	0.1525	0.1918	0.2009	2129	0.2523	0.3193	0.3752	0.4367	0.4927	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Tarifa 1	0.5554	0.6034	0.7348	0.7978	0.8228	0.8649	0.8960	0.9275	0.9517	0.9669	
Tarifa 1A	0.5262	0.5722	0.6789	0.7221	0.7362	0.7862	0.8240	0.8590	0.8767	0.8907	
Tarifa 1B	0.6117	0.6694	0.7235	0.7494	0.7722	0.8156	0.8503	0.8800	0.8968	0.9111	
Tarifa 1C	0.5406	0.5902	0.6898	0.7529	0.7924	0.8382	0.8918	0.9325	0.9511	0.9663	
Tarifa 1 D	0.5559	0.6167	0.6766	0.7249	0.7672	0.7861	0.8400	0.8809	0.9312	0.9461	
Tarifa 1 E	0.5030	0.5398	0.6677	0.6572	0.6880	0.7326	0.7729	0.7988	0.8151	0.8281	
Tarifa 1F	0.0000	0.0000	0.5832	0.6538	0.6825	0.7166	0.7599	0.8044	0.8189	0.8320	
DAC	0.0000	0.0000	1.5511	1.7776	2.0589	2.1401	2.3890	2.4686	2.9414	2.9885	
Precio medio	0.559	0.6074	0.7744	0.8559	0.8835	0.9201	0.9835	0.09068	0.9773	0.964	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Tarifa 1	0.9824	0.9981	1.0141	1.0303	1.0468	1.0635	1.0806	1.0979	1.1154	1.1333	
Tarifa 1A	0.9050	0.9195	0.9342	0.9491	0.9643	0.9797	0.9954	1.0113	1.0275	1.0440	
Tarifa 1B	0.9257	0.9405	0.9556	0.9709	0.9864	1.0022	1.0182	1.0345	1.0511	1.0679	
Tarifa 1C	0.9818	0.9975	1.0134	1.0297	1.0461	1.0629	1.0799	1.0972	1.1147	1.1325	
Tarifa 1 D	0.9612	0.9766	0.9922	1.0081	1.0242	1.0406	1.0573	1.0742	1.0914	1.1089	
Tarifa 1 E	0.8414	0.8549	0.8685	0.8824	0.8965	0.9109	0.9255	0.9403	0.9553	0.9706	
Tarifa 1F	0.8453	0.8588	0.8726	0.8865	0.9007	0.9151	0.9298	0.9447	0.9598	0.9751	
DAC	3.0363	3.0849	3.1342	3.1844	3.2353	3.2871	3.3397	3.3931	3.4474	3.5026	
Precio medio	0.97942	0.99509	1.01101	1.02719	1.0436	1.06032	1.0772	1.09452	1.1120	1.1298	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tarifa 1	1.1514	1.1698	1.1885	1.2076	1.2269	1.2465	1.2664	1.2867	1.3073	1.3282	1.3495
Tarifa 1A	1.0607	1.0776	1.0949	1.1124	1.1302	1.1483	1.1666	1.1853	1.2043	1.2235	1.2431

Tarifa 1B	1.0850	1.1023	1.1200	1.1379	1.1561	1.1746	1.1934	1.2125	1.2319	1.2516	1.2716
Tarifa 1C	1.1507	1.1691	1.1878	1.2068	1.2261	1.2457	1.2656	1.2859	1.3065	1.3274	1.3486
Tarifa 1D	1.1266	1.1446	1.1629	1.1815	1.2004	1.2197	1.2392	1.2590	1.2791	1.2996	1.3204
Tarifa 1E	0.9861	1.0019	1.0179	1.0342	1.0508	1.0676	1.0847	1.1020	1.1197	1.1376	1.1558
Tarifa 1F	0.9907	1.0066	1.0227	1.0391	1.0557	1.0726	1.0897	1.1072	1.1249	1.1429	1.1612
DAC	3.5586	3.6155	3.6734	3.7322	3.7919	3.8525	3.9142	3.9768	4.0404	4.1051	4.1708
Precio medio	1.14790	1.16627	1.18493	1.20389	1.2231	1.24272	1.2626	1.28281	1.3033	1.3241	1.3453

Mezcla de combustibles primarios para generación eléctrica

Definición:

Es la cantidad de energía eléctrica que se genera por cada combustible primario

Fuente:

Costos y parámetros de referencia para la formulación de proyectos de inversión en el sector eléctrico, COPAR,2009, CFE
Fuente Informe anual 2008 CFE

Consideraciones:

Se consideran los valores reportados por CFE hasta 2009
A partir de 2010 se toma una tasa media de crecimiento para generación 3.3% Prospectiva de CFE 2007-2017

Valores: GWh.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total						140,820	149,970	159,831	168,982	179,069
Hidrocarburos						85,586	88,336	100,803	112,377	101,948
Combustible o gas						68,443	74,129	81,559	85,207	84,129
Ciclo comb.						10,399	10,661	11,233	13,184	15,526
Turbogás						326	352	547	980	1,912
Combustión int.						364	419	462	314	381
Fuentes Alternas						55,234	61,634	59,028	56,605	77,120
Hidroeléctrica						26,637	30,287	25,527	23,722	32,005
Carboeléctrica						14,479	17,735	17,575	17,956	18,251
Dual 1						6,053	2,775	7,001	12,692	11,234
Nucleoeléctrica						8,443	7,878	10,456	9,265	10,002
Geotermoeléctrica						5,669	5,729	5,466	5,657	5,623
Eoloeléctrica						6	5	4	5	6
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total	189,995	190,881	177,047	169,316	159,532	170,072	162,472	157,506	157,164	160,554
Hidrocarburos	110,987	116,096	107,588	102,995	93,802	92,494	83,946	81,850	81,013	
Combustible o gas	89,254	89,773	78,803	73,075	65,835	64,512	51,455	49,105	42,859	40,759
Ciclo comb.	16,417	20,789	22,217	22,437	24,797	26,011	30,120	30,067	31,824	39,716
Turbogás	4,896	5,066	6,013	6,728	2,560	1,155	1,313	1,538	1,618	1,861
Combustión int.	420	467	555	755	610	780	854	1,140	1,238	1,356
Fuentes Alternas	79,008	74,786	69,459	66,321	65,730	77,579	78,526	75,655	76,151	
Hidroeléctrica	32,613	27,810	24,277	18,993	24,155	26,851	29,327	26,107	37,839	37,915
Carboeléctrica	18,696	18,567	16,152	16,681	17,883	18,380	17,931	18,101	17,789	17,842
Dual 1	13,569	14,109	13,879	13,799	5,758	14,239	13,671	13,375	3,409	3,637
Nucleoeléctrica	8,221	8,726	9,747	10,502	9,194	10,805	10,866	10,421	9,804	9,804
Geotermoeléctrica	5,901	5,567	5,398	6,282	6,577	7,299	6,685	7,404	7,056	7,275
Eoloeléctrica	8	7	7	5	6	5	45	248	255	390
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Total	169,619	181,411	196,596	202,494	208,569	214,826	221,271	227,909	234,746	241,789
Hidrocarburos										

Combustión o gas	38,762	36,862	35,056	36,108	37,191	38,307	39,456	40,640	41,859	43,115	
Ciclo comb.	49,566	61,858	77,199	79,515	81,901	84,358	86,888	89,495	92,180	94,945	
Turbogás	2,140	2,461	2,830	2,915	3,002	3,092	3,185	3,281	3,379	3,480	
Combustión int.	1,484	1,625	1,780	1,833	1,888	1,945	2,003	2,063	2,125	2,189	
Fuentes Alternas				-	-	-	-	-	-	-	
Hidroeléctrica	37,991	38,066	38,143	39,287	40,466	41,679	42,930	44,218	45,544	46,911	
Carboeléctrica	17,896	17,950	18,003	18,544	19,100	19,673	20,263	20,871	21,497	22,142	
Dual 1	3,881	4,141	4,419	4,551	4,688	4,828	4,973	5,122	5,276	5,434	
Nucleoeléctrica	9,804	9,804	9,804	10,098	10,401	10,713	11,034	11,366	11,706	12,058	
Geotermoeléctrica	7,500	7,733	7,972	8,212	8,458	8,712	8,973	9,242	9,520	9,805	
Eoloeléctrica	595	910	1,390	1,432	1,475	1,519	1,565	1,611	1,660	1,710	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total	249,042	256,514	264,209	272,135	280,299	288,708	297,370	306,291	315,479	324,944	334,692
Hidrocarburos											
Combustión o gas	44,408	45,740	47,113	48,526	49,982	51,481	53,026	54,616	56,255	57,942	59,681
Ciclo comb.	97,794	100,728	103,749	106,862	110,068	113,370	116,771	120,274	123,882	127,599	131,427
Turbogás	3,585	3,692	3,803	3,917	4,035	4,156	4,280	4,409	4,541	4,677	4,818
Combustión int.	2,255	2,322	2,392	2,464	2,538	2,614	2,692	2,773	2,856	2,942	3,030
Fuentes Alternas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidroeléctrica	48,318	49,767	51,260	52,798	54,382	56,014	57,694	59,425	61,208	63,044	64,935
Carboeléctrica	22,806	23,490	24,195	24,921	25,669	26,439	27,232	28,049	28,890	29,757	30,650
Dual 1	5,597	5,765	5,938	6,116	6,300	6,489	6,684	6,884	7,091	7,303	7,522
Nucleoeléctrica	12,419	12,792	13,176	13,571	13,978	14,398	14,829	15,274	15,733	16,205	16,691
Geotermoeléctrica	10,099	10,402	10,714	11,036	11,367	11,708	12,059	12,421	12,793	13,177	13,573
Eoloeléctrica	1,761	1,814	1,868	1,924	1,982	2,041	2,103	2,166	2,231	2,298	2,366

Factor de planta										
Definición:	Fuente: COPAR,2009, CFE									
Es el factor de eficiencia de las plantas	Consideraciones: Se presentan los valores reportados en 2009 para cada tipo de generación por CFE									
	Valores: en kJ/kWh									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Termoeléctrica convencional										10,605
Turbogas aeroderivada gas										9,426
Torbogas industrial gas										10,791
Turbogas aeroderivada diesel										9,891
Ciclo combinado gas										7,264
Combustión interna										8,565
Carboeléctrica										9,359
Nuclear										10,869
Geotermoeléctrica										20,688

Factor de emisiones											
Definición: Es el factor de emisiones contaminantes que se generan de la combustión de la mezcla de combustibles en la generación	Fuente: CONUEE										
	Consideraciones: Acuerdo tomado en el grupo de trabajo de Ahorro de Energía de la CONUEE nov 2008 (FIDE/PAESE/FIPATERM/SENER/IIIE/CONUEE)										
Valores: TCO2 eq/MWh											
en %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
									0.0667	0.0667	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	0.0667										

Pérdidas en transmisión y distribución											
Definición: Es el factor de pérdida de energía eléctrica desde el punto de generación hasta el punto de consumo final	Fuente: CFE- Informes anuales										
	Consideraciones: Se presentan los valores reportados hasta 2008 por CFE										
Valores: en porcentaje											
en %	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
				0.1438	0.1523	0.1515	0.1492	0.1491	0.1498	0.1404	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	0.1511	0.1518	0.1569		0.1611	0.1651	0.1691	0.1673	0.1683		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

DATOS PARA ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CUARTO (AAC).

Ventas anuales acondicionadores de aire en general											
Definición:		Fuente: ANFAD									
Ventas anuales al público de acondicionadores de aire en general		Consideraciones: Se da un total de ventas incluyendo los minisplit y los paquetes en capacidades hasta de 5 toneladas de refrigeración									
		Valores: en Miles de unidades									
Miles de Unidades	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
				155.8	147.1	151.4	160.0	176.0	193.6	213.0	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	234.3	257.7	465.1		568.0	588.4	776.8	744.5	723.0	588.4	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	593.0										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

Mezcla de acondicionadores de aire por tecnología

Definición:

Es el porcentaje con respecto al mercado nacional de los diferentes tipos de acondicionadores

Fuente:

ANFAD

Consideraciones:

Tipo ventana

Tipo Minisplit

Tipo Multisplit

Tipo paquete

Valores: en porcentaje.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ventana		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Minisplit										
Multisplit										
paquete										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ventana	100%	100%	100%		76%	70%	63%	54%	49%	47%
Minisplit					18%	24%	29%	41%	45%	51%
Multisplit					5%	6%	6%	4%	4%	2%
paquete					1%	1%	1%	2%	1%	0%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ventana	45%									
Minisplit	53%									
Multisplit	1%									
paquete	1%									

Ventas anuales AAC

Definición:

Ventas anuales al público de acondicionadores de aire tipo cuarto

Fuente:

ANFAD

Consideraciones:

Se da un total de ventas para equipos AAC en capacidades hasta de 5 toneladas de refrigeración

Valores: en Miles de unidades

Miles de Unidades	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
				155.8	147.1	151.4	160.0	176.0	193.6	213.0	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	234.3	257.7	465.1		433.0	406.7	493.7	402.3	359.2	277.5	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	268.0										
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

Mezcla en el mercado por capacidades de AAC

Definición:

Es el porcentaje de ventas de los diferentes AAC por capacidad

Fuente:

ANFAD

Consideraciones:

Clase 1: Menores de 1757W (referencia)

Clase 3: Entre 1758W y 5861W

Clase 5: Mayores de 5861W

Valores: en porcentaje.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Clase 1				14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
Clase 3				74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2	74.2
Clase 5				11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Clase 1	14.7	14.7	14.7	14.7	13.3	16	17	17	17	19
Clase 3	74.2	74.2	74.2	74.2	81.1	79	78	79	78	76
Clase 5	11.1	11.1	11.1	11.1	5.44	5	5	4	5	5
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Clase 1	21									
Clase 3	75									
Clase 5	4									

Eficiencia de los AAC por clasificación

Definición:

Es la eficiencia REE en (W/W) de los diferentes AAC por capacidad

Fuente:

Certificados ANCE

Consideraciones:

Clase 1: Menores de 1757W

Clase 3: Entre 1758W y 5861W

Clase 5: Mayores de 5861W

Valores: (W/W)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Clase 1				1.95			2.66	2.69	2.72	2.75
Clase 3				1.95			2.64	2.68	2.72	2.76
Clase 5				1.95			2.42	2.45	2.47	2.50
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Clase 1	2.78	2.81	2.84	2.87	2.90	2.93	2.84	2.87	2.86	2.87
Clase 3	2.79	2.83	2.87	2.91	2.95	2.99	2.93	2.97	3.05	3.1
Clase 5	2.53	2.56	2.58	2.61	2.64	2.67	2.64	2.68	2.71	2.67
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Clase 1	2.90									
Clase 3	3.02									
Clase 5	2.68									

Precio de los AAC por clasificación

Definición:

Precio en el mercado de los diferentes AAC por capacidad

Fuente:

Tiendas departamentales páginas WEB de distribuidores

Consideraciones:

Valores: (MX\$)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Clase 1				995	1,074	1,150	1,748	2,232	2,583	3,064
Clase 3				1,584	1,710	1,831	2,783	3,553	4,112	4,877
Clase 5				2,004	2,164	2,317	3,521	4,496	5,203	6,171
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Clase 1	3,441	3,749	3,914	4,137	4,302	4,525				
Clase 3	5,478	5,969	6,231	6,587	6,849	7,204				
Clase 5	6,931	7,552	7,885	8,334	8,666	9,115				
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Clase 1	2,000									
Clase 3	4,200									
Clase 5	7,100									

Vida promedio de los equipos

Definición:

Tiempo que el AAC estará en servicio con el usuario final

Fuente:

LBNL

Consideraciones:

A diferencia del estudio anterior que se consideraban 20 años

Valores: 15 años

Porcentaje de equipos por debajo de norma

Definición:

Porcentaje del total de ventas que cumple los límites de la norma y además lo supera

Fuente:

Análisis de datos de valores de consumo reportados a ANCE

Consideraciones:

ANFAD comenta que no se tiene una relación sobre esto lo que se pudo observar es que 60 modelos certificados por ANCE, para 2008, todos estaban cumpliendo por debajo de la norma, los valores variaban del 0.35 hasta el 30 % por arriba de las eficiencia de norma; el promedio era de 4.86% por abajo de norma (Fuente certificados ANCE)

Valores: 4.86%

Factor de uso

Definición:

Porcentaje de tiempo promedio que opera (o se enciende) el AAC a lo largo del día

Fuente:

ANFAD.

Consideraciones:

Este factor de uso, lo propuso originalmente ANFAD

Valores:

25%

Factor de coincidencia

Definición:

Porcentaje de aparatos que están operando

Fuente:

Comisión Federal de Electricidad.

Consideraciones:

Este factor de coincidencia es el que se tomó en el estudio original de proyección del impacto de las normas de eficiencia energética.

simultáneamente durante el período de máxima demanda (hora pico)	Valores: 40%
--	------------------------

Mejora tecnológica	
Definición: Tecnologías que deberán implementarse en el producto mexicano para elevar su eficiencia	Fuente: LBNL. Consideraciones: En entrevista con ANFAD nos comentan que estos datos no los podrán obtener porque efectivamente están en función de los valores de eficiencia que pida la nueva revisión de la norma, que apenas salió en 2008, y estará seguramente en concordancia con los valores que maneja DOE. Valores: Cost Data US (próxima)