



INFORME FINAL

EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARTEFACTOS: IMPACTO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ACONDICIONADORES DE AIRE Y PROPUESTA DE NUEVOS PRODUCTOS PARA SER ETIQUETADOS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

Informe preparado para



Septiembre de 2016

Este documento es de carácter privado y no puede ser difundido. Ha sido preparado para la revisión por parte de la contraparte técnica del estudio EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARTEFACTOS: IMPACTO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ACONDICIONADORES DE AIRE Y PROPUESTA DE NUEVOS PRODUCTOS PARA SER ETIQUETADOS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA del MINISTERIO DE ENERGÍA.

Esta versión cuenta con información extraída directamente de la norma NCh3081:2007, cuya difusión no ha sido autorizada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	III
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	1
OBJETIVOS	1
<i>Objetivo general</i>	2
<i>Objetivos específicos</i>	2
DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE ACONDICIONADORES DE AIRE	3
CAMPO DE APLICACION DEL ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA	3
CLASES DE EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE.....	4
OPCIONES TECNOLOGICAS DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	5
INFORMACION DEL MERCADO CHILENO	6
DISPONIBILIDAD DE ACONDICIONADORES DE AIRE EFICIENTES EN EL MERCADO NACIONAL	7
CARACTERIZACION DE LA CADENA DE DISTRIBUCION	10
<i>Caracterización de los Fabricantes originales de equipos e Importadores</i>	10
<i>Caracterización de Distribuidores</i>	11
<i>Entrevistas</i>	11
BARRERAS AL INGRESO DE EQUIPOS EFICIENTES AL MERCADO	13
<i>Barreras Políficas</i>	13
<i>Barreras Sociales</i>	14
<i>Barreras Técnicas</i>	15
ANÁLISIS DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES	16
<i>Argentina</i>	18
<i>Brasil</i>	20
<i>China</i>	23
<i>Colombia</i>	26
<i>Estados Unidos</i>	28

México.....	32
Unión Europea.....	36
Uruguay.....	40
Nueva Zelanda.....	42
ANÁLISIS DE IMPACTOS CON EL MODELO PAMS	45
<i>Workshop y Visita a LBNL.....</i>	46
<i>Datos de entrada para PAMS.....</i>	47
<i>Análisis de Sensibilidad.....</i>	52
Ventas.....	52
Precio de la Electricidad.....	54
Horas de Uso.....	56
Precio de los Equipos.....	57
Tasa de descuento cliente.....	58
DEFINICIÓN DE MEPS.....	61
<i>Recomendaciones de Implementación de MEPS.....</i>	64
Programación Propuesta para la Implementación.....	66
NUEVOS ETIQUETADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	67
<i>Metodología de Selección de Artefactos para proceso de etiquetado.....</i>	74
Lista larga – selección de 10 Artefactos.....	74
Lista Corta – Selección de 5 Artefactos.....	77
Excepciones y consideraciones para la definición de listado final.....	82
<i>Etiquetados Propuestos y Recomendaciones en la Implementación de Nuevos Etiquetados de Eficiencia Energética.....</i>	84
Calentadores de Agua.....	84
Hervidores Eléctricos.....	87
Ventiladores.....	90
De los etiquetados no desarrollados en el presente estudio.....	92
Recomendaciones Finales.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire refrigerado por aire en modo enfriamiento.....	4
---	---

Tabla 2. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire refrigerado por aire en modo calefacción.....	4
Tabla 3: Clasificación según ventas.....	6
Tabla 4: Importaciones de Equipos de Aire Acondicionado en Chile	8
Tabla 5. Ejemplos de países con MEPS para aire acondicionado	16
Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos en el estudio "Estimate of Cost-Effective Potential for Minimum Efficiency Performance Standards in 13 Major World Economies – Energy Savings, Environmental and Financial Impacts", en TWh	17
Tabla 7. Clasificación de eficiencia energética para tipo Split y Compacto.	19
Tabla 8. Cronograma de implementación MEPS Argentina.....	20
Tabla 9. Ventas de aire acondicionado en Brasil, millones de unidades	21
Tabla 10. Clases de Eficiencia Energética para aire acondicionado tipo Ventana.....	22
Tabla 11. Clases para acondicionador tipo Split.....	22
Tabla 12. Resultados del programa de etiquetado PROCEL en 2013.....	23
Tabla 13. Requisitos mínimos de eficiencia energética para acondicionadores de aire unitarios – GB 19576-2004.....	25
Tabla 14. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire, de velocidad constante - GB 12021.3 - 2010	25
Tabla 15. Comparación requisitos mínimos de eficiencia energética para acondicionadores de aire de velocidad variable – GB 21455 - 2013.....	26
Tabla 16. Características de equipos de Aire Acondicionado considerados en RETIQ	26
Tabla 17: Clasificación de equipos de acuerdo a RETIQ	27
Tabla 18. Rangos de eficiencia energética para acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas.....	27
Tabla 19. Rangos de eficiencia energética para acondicionadores de aire tipo unitario ..	28
Tabla 20. Procedimientos, condiciones de prueba y metodología utilizada para los equipos establecidos bajo los MEPS	30
Tabla 21. Requisitos mínimos de eficiencia energética para aire acondicionado doméstico	31
Tabla 22. Requisitos mínimos de eficiencia energética para aire acondicionado central a partir de 2015	31
Tabla 23. Participación en el mercado mexicano en 2010	32
Tabla 24. Valor mínimo REEE	33

Tabla 25. Tipos de acondicionadores de aire tipo Cuarto o Ventana y niveles mínimos de eficiencia energética.....	34
Tabla 26. Nivel mínimo de Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (tipo Minisplit y Multisplit).	35
Tabla 27. Nivel mínimo de Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo dividido, con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire	35
Tabla 28. Resumen de los resultados del estudio "Normas de desempeño energético mínimo en México"	35
Tabla 29. MEPS para equipos de aire acondicionado en la Unión Europea	36
Tabla 30. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire, a excepción de los de conducto único y conducto doble	37
Tabla 31. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire de conducto único y los de conducto doble	37
Tabla 32. Requisitos de eficiencia energética mínima en la Unión Europea	39
Tabla 33. Requisitos de consumo máximo de energía en modo desactivado y modo de espera para acondicionadores.....	39
Tabla 34. Requisitos de eficiencia energética mínima, válido desde el 1 de enero de 2014	39
Tabla 35. Clases de eficiencia energética para aire acondicionado tipo Monobloque en modo refrigeración.....	41
Tabla 36. Clases de eficiencia energética para aire acondicionado tipo Split en modo refrigeración.....	41
Tabla 37. Requerimientos mínimos de eficiencia energética en Nueva Zelanda	43
Tabla 38. Resultados de ahorro energético y reducción de emisiones	44
Tabla 39: Parámetros ajustables – Modelo PAMS.....	45
Tabla 40: Información accesible a modificación – Modelo PAMS.....	45
Tabla 41. Precio promedio de equipos tipo Split en pesos.....	47
Tabla 42. Precio promedio de equipos tipo Ventana en pesos.....	47
Tabla 43. Precio promedio de equipos tipo Cassette en pesos.....	48
Tabla 44. Impacto sobre el Consumidor	49
Tabla 45. Impacto a Nivel Nacional.....	51
Tabla 46: Efectos de variaciones de precio de la energía sobre la línea base	55
Tabla 47: Efectos de variaciones de precio de la energía sobre distintas opciones de MEPS	55

Tabla 48: Horas de enfriamiento requerido y UEC resultante	56
Tabla 49: Evaluación de distintos UEC – Zona Norte	56
Tabla 50: Evaluación de distintos UEC – Zona Central y Sur	57
Tabla 51: Comparación casos Base – Variación de precio en equipos	57
Tabla 52: Comparación de MEPS – Variación de precio en equipos.....	58
Tabla 53. Comparación casos Base - Variación de tasa de descuento de clientes	59
Tabla 54. Comparación de MEPS - Variación de tasas de descuento de clientes	59
Tabla 55: Clases de Eficiencia Energética utilizadas en Europa	61
Tabla 56. Actualización propuesta a la normativa vigente – Equipos divididos.....	64
Tabla 57. Actualización propuesta a la normativa vigente – Equipos compactos	65
Tabla 58. Actualización propuesta a la normativa vigente – Métricas estacionales	65
Tabla 59. Actualización propuesta a la normativa vigente – Métricas estacionales	66
Tabla 60. Programación propuesta para Implementación de MEPS	66
Tabla 61. Lista larga de equipos a considerar en nuevo etiquetados.....	67
Tabla 62: Importaciones por código arancelario	68
Tabla 63. Selección de principales productos importados	71
Tabla 64: Evaluación de ponderadores	75
Tabla 65: Selección de Artefactos – lista de 10 equipos.....	76
Tabla 66: Evaluación de ponderadores.....	78
Tabla 67: Matriz de priorización Indicador OTC	81
Tabla 68: Selección de Artefactos – lista de 5 equipos.....	81
Tabla 69: Listado final de equipos propuestos para Programa de Etiquetado	83
Tabla 70: Resumen de etiquetado propuesto	85
Tabla 71: Resumen de etiquetado propuesto	87
Tabla 72: Resumen de etiquetado adicional propuesto	89
Tabla 73: Resumen de etiquetado propuesto	91
Tabla 74: Artefactos en observación para próximos programas de etiquetado y MEPS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Precios promedio en la oferta nacional	8
Figura 2: Opinión frente a Inclusión de MEPS	12
Figura 3: Obstáculos para la Implementación de MEPS.....	12
Figura 4: Soluciones propuestas	13
Figura 5: Etiqueta Energy Star	29
Figura 6: Etiqueta Green Seal	29
Figura 7: Etiquetado en Nueva Zelanda	42
Figura 8: Aumento relativo de ahorros/beneficios para cada categoría de EE	52
Figura 9: Ahorro per cápita asociado a distintas tasas de crecimiento y MEPS	53
Figura 10: Beneficio Actual Neto – distintas tasas de crecimiento	54
Figura 11. Ahorros LCC - Variación de tasas de descuento de cliente	60
Figura 12: Variación tecnológica en Bombas de Calor.....	62
Figura 13: Niveles de MEPS para distintos países	62
Figura 14: Medias anuales de Eficiencia EER.....	63
Figura 15: Participación Mercado 2015.....	84
Figura 16: Calentador de Agua Eléctrico	84
Figura 17: Calentador de Agua a Gas	85
Figura 18: Calentador Solar.....	85
Figura 19: Formato de etiqueta para Calentadores de Agua	86
Figura 20: Procedencia de Importaciones – Año 2015	87
Figura 21: Formato de etiqueta para Hervidor	88
Figura 22: Formato de etiqueta según propuesta adicional para Hervidores	89
Figura 23: Procedencia de importaciones – Año 2015	90
Figura 24: Formato de etiqueta para Ventiladores.....	91

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El concepto de "negawatts" ha sido ampliamente utilizado en los últimos años. Este apunta a cuantificar el aporte de la eficiencia energética como pilar fundamental del desarrollo de la matriz energética nacional.

La importancia de la eficiencia energética se manifiesta en la formalización de los esfuerzos orientados a ella, con la creación del Programa País de Eficiencia energética en primera instancia, y luego con la Agencia Chilena de Eficiencia Energética y la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía.

Una de las medidas de eficiencia energética que tiende a provocar transformaciones en distintos mercados, entregando información relevante para la toma de decisiones de compra, es la generación de un etiquetado de eficiencia energética.

En Chile, el etiquetado de eficiencia energética ha alcanzado a una gran variedad de productos relevantes en la estructura de consumo del sector residencial¹ y productivo², y se considera extender su alcance.

Es por lo anterior que en el presente informe se considera el estudio de elementos relevantes para la incorporación de etiquetas de eficiencia energética a 5 nuevos productos.

Puede considerarse como un paso posterior al etiquetado de eficiencia energética la generación de estándares de mínima eficiencia (o máximo consumo), donde se imponen restricciones a la comercialización de productos, basadas en el consumo o eficiencia.

En Chile se cuenta con información técnica relevante, dada por la certificación de productos para la determinación de la clase de eficiencia energética de acondicionadores de aire. Sin embargo, el establecimiento de estándares de mínima eficiencia o máximo consumo, requieren de análisis más profundos para poder definir su alcance y potenciales impactos.

Como es de interés del Estado de Chile evaluar los impactos del establecimiento de estos estándares para los equipos de aire acondicionado, es que se desarrolla el presente estudio, orientado a entregar antecedentes relevantes para incorporar productos al programa de etiquetado de eficiencia energética, y para establecer un estándar de mínima eficiencia para acondicionadores de aire.

A continuación se presentan los objetivos hacia los cuales se oriente el desarrollo del trabajo.

OBJETIVOS

El trabajo está orientado por un objetivo general y 2 objetivos específicos.

¹ Aun cuando el etiquetado está orientado al segmento residencial, sus impactos pueden extenderse a otros sectores, como por ejemplo sucede con el etiquetado de lámparas cuyo uso se extiende más allá de los hogares.

² Como por ejemplo el etiquetado de motores eléctricos.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del trabajo es “*Evaluar las medidas de eficiencia energética relativas al etiquetado y estándares mínimos de desempeño energético*”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos, establecidos en los Términos de Referencia, se mencionan a continuación.

1. *Cuantificar en colaboración con el Laboratorio Nacional de Lawrence Berkeley, California (LBNL), el potencial de aplicar MEPS en acondicionadores de aire en Chile.*
 - a. *Descripción de mercado para los acondicionadores de aire a nivel nacional de acuerdo al alcance del protocolo de ensayo aprobado por la Resolución N°2604, de 2009, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.*
 - b. *Evolución del mercado a partir del etiquetado de eficiencia energética.*
 - c. *Antecedentes internacionales.*
 - d. *Determinación de los costos vs. eficiencia.*
 - e. *Caracterización del uso de energía.*
 - f. *Análisis técnico – económico.*
 - g. *Impactos nacionales.*
 - h. *Análisis de sensibilidad.*
 - i. *Propuesta de estándar mínimo de eficiencia energética.*
2. *Proponer especificaciones técnicas para el etiquetado de eficiencia energética de 5 artefactos.*
 - a. *Definir en conjunto con la contraparte un listado preliminar de 10 productos para ser etiquetados.*
 - b. *Seleccionar del listado preliminar 5 productos a los cuales definir especificaciones técnicas para su etiquetado. Los criterios para definir los 5 artefactos serán a lo menos los siguientes: Experiencia internacional, Costo-efectividad del etiquetado; Relevancia en el mercado nacional y su relación con las importaciones; Disponibilidad tecnológica para el artefacto.*
 - c. *Definir las especificaciones técnicas para el etiquetado de los 5 productos seleccionados en base a normativas nacionales e internacionales.*

Vistos los objetivos, general y específicos, del estudio, se procede a entregar los contenidos desarrollados, correspondientes al presente Informe de Avance.

DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE ACONDICIONADORES DE AIRE

En Chile el etiquetado de eficiencia energética para acondicionadores de aire se oficializa con el Protocolo Análisis y/o Ensayos de Eficiencia Energética de Producto Eléctrico PE N°1/26/2, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, del 1 de diciembre de 2009.

En el Protocolo antes mencionado se establece el procedimiento de certificación y etiquetado de los equipo de aire acondicionado que son parte de su alcance.

A continuación se entrega la caracterización del alcance del etiquetado de eficiencia energética, en términos de alcance y clases de productos. Complementariamente, se revisa la disponibilidad de artefactos eficientes en el mercado nacional, y, finalmente, se realiza un análisis de estándares de mínima eficiencia a nivel internacional.

CAMPO DE APLICACIÓN DEL ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El campo de aplicación para la normativa de certificación de eficiencia energética en Chile está definida en el Protocolo PE N° 1/26/2 del 1 de diciembre de 2009, donde se establece que el procedimiento de certificación y etiquetado de eficiencia energética alcanza a *"Acondicionadores de aire, de acuerdo al alcance y campo de aplicación de la norma ISO 5151:1994, monofásicos, de expansión directa de gas refrigerante, tipo dividido o tipo unidad, sin distribución de aire por ductos, hasta una potencia térmica de 12 kW (42000 Btu/h) y que sean condensados por aire"*.

En dicho protocolo se establece que la clasificación y etiquetado de eficiencia energética en Chile debe ser llevado a cabo de acuerdo a la norma chilena NCh3081:2007 Eficiencia energética - Equipos de aire acondicionado - Clasificación y etiquetado. Además indica que los ensayos de enfriamiento y calefacción deberán ser consistentes con las cláusulas 4 y 5 de la norma ISO 5151:1994³, respectivamente.

La NCh3081:2007 identifica su alcance y campo de aplicación de acuerdo a los siguientes puntos:

- i. La norma "establece las características de la etiqueta de eficiencia energética para los equipos de aire acondicionado de uso doméstico, e indica el método de ensayo de éstos haciendo referencia a las normas que lo establecen".
- ii. Además, "establece las clases de eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado".
- iii. Finalmente, se estipula que la norma "se aplica a equipos de aire acondicionado refrigerados por aire".

³ Esta normativa cuenta con una versión actualizada al año 2010, y es conocida como ISO 5151:2010 Non-ducted air conditioners and heat pumps -- Testing and rating for performance

CLASES DE EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE

La norma chilena NCh3081:2007, tomando en consideración a la Directiva 2002/31/CE de la Comisión de la Unión Europea en lo que respecta al etiquetado de eficiencia energética, define, entre otras cosas las siguientes razones:

- i. Coeficiente de rendimiento, COP: razón entre la capacidad de calefacción y la potencia de entrada efectiva en cualquier grupo de condiciones de clasificación dadas (cuando COP aparezca sin indicación de unidades, se debe entender que esto se deriva de unidades watt/watt).
- ii. Índice de eficiencia energética, IEE: razón entre la capacidad de enfriamiento total y la potencia de entrada efectiva en cualquier grupo de condiciones de clasificación dadas (cuando IEE aparezca sin indicación de unidades, se debe entender que esto deriva de unidades watt/watt). El índice de eficiencia energética también es conocido como razón de eficiencia energética (EER, por sus siglas en inglés).

De acuerdo a lo anterior, se establecen las clases de eficiencia energética, indicadas en las tablas siguientes:

Tabla 1. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire refrigerado por aire en modo enfriamiento

Clase de EE	Divididos con una unidad interior y una unidad exterior	Compactos
A	$3,20 < IEE$	$3,00 < IEE$
B	$3,20 \geq IEE > 3,00$	$3,00 \geq IEE > 2,80$
C	$3,00 \geq IEE > 2,80$	$2,80 \geq IEE > 2,60$
D	$2,80 \geq IEE > 2,60$	$2,60 \geq IEE > 2,40$
E	$2,60 \geq IEE > 2,40$	$2,40 \geq IEE > 2,20$
F	$2,40 \geq IEE > 2,20$	$2,20 \geq IEE > 2,00$
G	$2,20 \geq IEE$	$2,00 \geq IEE$

Fuente: NCh3081.Of2007, Tablas A.1.1 y A.1.2

Tabla 2. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire refrigerado por aire en modo calefacción

Clase de EE	Divididos con una unidad interior y una unidad exterior	Compactos
A	$3,60 < COP$	$3,40 < COP$
B	$3,60 \geq COP > 3,40$	$3,40 \geq COP > 3,20$
C	$3,40 \geq COP > 3,20$	$3,20 \geq COP > 3,00$
D	$3,20 \geq COP > 2,80$	$3,00 \geq COP > 2,60$
E	$2,80 \geq COP > 2,60$	$2,60 \geq COP > 2,40$
F	$2,60 \geq COP > 2,40$	$2,40 \geq COP > 2,20$
G	$2,40 \geq COP$	$2,20 \geq COP$

Fuente: NCh3081:2007, Tablas A.2.1 y A.2.2

OPCIONES TECNOLÓGICAS DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Además de las definiciones enunciadas en el artículo 2 de la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, es importante tener en consideración las siguientes definiciones pertenecientes al Reglamento (UE) No 206/2012:

(1) Acondicionador de aire: aparato capaz de refrigerar o de calentar, o ambas cosas, aire en espacios interiores, utilizando un ciclo de compresión de vapor accionado por un compresor eléctrico, incluidos los acondicionadores de aire que ejerzan además otras funciones, como las de deshumidificación, purificación del aire, ventilación o calentamiento complementario del aire mediante resistencia eléctrica, así como los aparatos que puedan utilizar agua (bien el agua condensada que se forma en el evaporador, bien agua añadida desde el exterior) para evaporación en el condensador, siempre que el aparato pueda funcionar también sin utilizar agua adicional, sino tan solo con aire;

(2) Acondicionador de aire de conducto doble: acondicionador de aire en el que, durante la refrigeración o la calefacción, el aire se introduce en el condensador (o el evaporador) desde el exterior a la unidad a través de un conducto y se expulsa al exterior a través de un segundo conducto, y que está colocado íntegramente dentro del espacio que se va a acondicionar, junto a una pared;

(3) Acondicionador de aire de conducto único: acondicionador de aire en el que, durante la refrigeración o la calefacción, el aire se introduce en el condensador (o en el evaporador) desde el espacio que contiene la unidad y se descarga en él.

Por lo general, los equipos de aire acondicionado son entonces, clasificados según las siguientes categorías:

Sistema Split (sin conducto): El más común de los equipos residenciales. Estos productos utilizan una unidad externa que contiene el compresor y condensador, y una unidad interior normalmente montada a la muralla. Tienen un amplio rango de tamaños y potencias.

Unidades de Ventana: Estos productos mantienen todos sus componentes en una única unidad compacta (a diferencia de los equipos Split). Normalmente son instalados en ventanas o murallas (dejando la parte posterior hacia el exterior). Normalmente menos eficientes, pero más económicos y sencillos de instalar que los equipos Split y regularmente con capacidad de enfriar y calefaccionar habitaciones.

Sistemas con conductos: Estos sistemas son capaces de proveer calor y frío a un hogar completo, impulsando aire a través de conductos a través de varias habitaciones. Estos sistemas pueden ser zonificados con tal de sectorizar las zonas a acondicionar. Disponibles con conexión monofásica y trifásica.

Equipos Multi-split: Sistemas que consideran diversas unidades interiores conectadas a una única unidad exterior. Esto permite regular la temperatura en forma independiente en cada habitación.

Equipos portátiles: De la misma forma que los equipos de ventana, estas unidades funcionan de manera independiente. Se utilizan 100% al interior de la habitación a acondicionar y el aire es absorbido desde el exterior, enfriado y expulsado a través de un conducto único.

INFORMACIÓN DEL MERCADO CHILENO

A nivel nacional y desde un punto de vista de empresas que venden equipos y distribuidoras⁴, una clasificación de mercado propuesta por el equipo consultor corresponde a equipos del tipo residencial, comercial ligero, comercial con sistemas de refrigerante variable y comercial propiamente tal.

De acuerdo a la información preliminar recolectada en el estudio, las empresas con mayor presencia en el mercado nacional⁵ a nivel industrial son Trane, Midea-Carrier y NVL, mientras que a nivel residencial, destacan Midea-Carrier, Anwo y Trane.

La siguiente tabla ilustra algunas de las características técnicas y equipos que en la actualidad se distribuyen.

Tabla 3: Clasificación según ventas

Sector de Aplicación	Tipo de Equipo y Tecnología	Potencias de Enfriamiento disponibles
Residencial	Equipo de Ventana R410A	9000 – 12000 – 18000 – 22000 (BTu/hr) 2,6 - 3,5 - 5,3 - 6,45 (kW)
	Split Muro R410A	9000 – 12000 – 18000 – 22000 (BTu/hr) 2,6 - 3,5 - 5,3 - 6,45 (kW)
	Split Muro R410A Serie Inverter ⁶	9000 – 12000 – 18000 – 24000 (BTu/hr) 2,6 - 3,5 - 5,3 - 7,03 (kW)
	Equipos de aire acondicionado portátil	12000 Btu/hr (3,5 kW)
Comercial Ligera	Piso cielo R410A	18000 – 24000 – 36000 – 48000 – 60000 (BTu/hr) 5,3 - 7 -- 10,5 -- 14,1 -- 17,6 (kW)
	Piso cielo inverter R410A	18000 – 24000 – 36000 – 48000 – 60000 (BTu/hr) 5,3 - 7 -- 10,5 -- 14,1 -- 17,6 (kW)
	Cassette Inverter R410A	18000 – 24000 – 36000 – 48000 – 60000 (BTu/hr) 5,3 - 7 -- 10,5 -- 14,1 -- 17,6 (kW)
	Cassette R410A	18000 – 24000 – 36000 – 48000 – 60000 (BTu/hr) 5,3 - 7 -- 10,5 -- 14,1 -- 17,6 (kW)
	Baja silueta Inverter R410A	18000 – 24000 – 36000 – 48000 – 60000 (BTu/hr) 5,3 - 7 -- 10,5 -- 14,1 -- 17,6 (kW)

⁴ Midea - Carrier, Anwo, Toshiba, Trane, entre otros.

⁵ Información recopilada a través de entrevistas y experiencia del equipo consultor.

⁶ La descripción Inverter corresponde a un sistema que logra optimizar el consumo de energía en todos los rangos de calefacción y enfriamiento de manera de obtener niveles de operación térmicamente confortables y menores costos de funcionamiento respecto de un sistema de aire acondicionado sin ese sistema. Técnicamente, se realiza mediante un control electrónico de voltaje, corriente y frecuencia. No obstante lo anterior, la principal contribución energética se basa en la capacidad de estos sistemas cuando operan en condiciones diferentes a las nominales. Si se considera que la carga nominal corresponde a un 100%, un sistema inverter puede trabajar desde un 40% de la carga nominal hasta un 120% (algunas empresas hasta 30%) con aumentos de EER a partir de la carga nominal de 3,69 hasta 6,4. En consecuencia, como un sistema normalmente está sobredimensionado y no requiere trabajar con la carga nominal del 100% se obtendrán menores consumos energéticos cuando operan a cargas nominales inferiores.

Sector de Aplicación	Tipo de Equipo y Tecnología	Potencias de Enfriamiento disponibles
Comercial VRF (Sistema de Refrigerante Variable)	Equipos Mini VRF	Desde 12,1 kW hasta 14 kW
	Sistemas Modulares Multisistema	Desde 14 kW hasta 135 kW
Comercial	Enfriadores con condensado por aire con compresor scroll.	Desde 51 kW hasta 153 kW
	Enfriadores con compresor de tornillo	Desde 200 kW hasta 700 kW.
	Equipos de absorción	Desde 400 kW hasta 1630 kW.
Confort General para Edificios de Pequeñas Empresas	Unidades Rooftop	Desde 17 a 62 kW
Equipos de Alta Precisión	Unidades de alta precisión para aplicaciones tecnológicas y de confort.	Desde 5 kW hasta 63 kW.

Fuente: Elaboración propia

Como se observará de la tabla anterior, los equipos de tipo residencial y comercial ligera así como equipos de alta precisión, de acuerdo al Protocolo PE N° 1/26/2 cumplen con la condición de expansión directa, condensados por aire y potencia térmica hasta 12 kW.

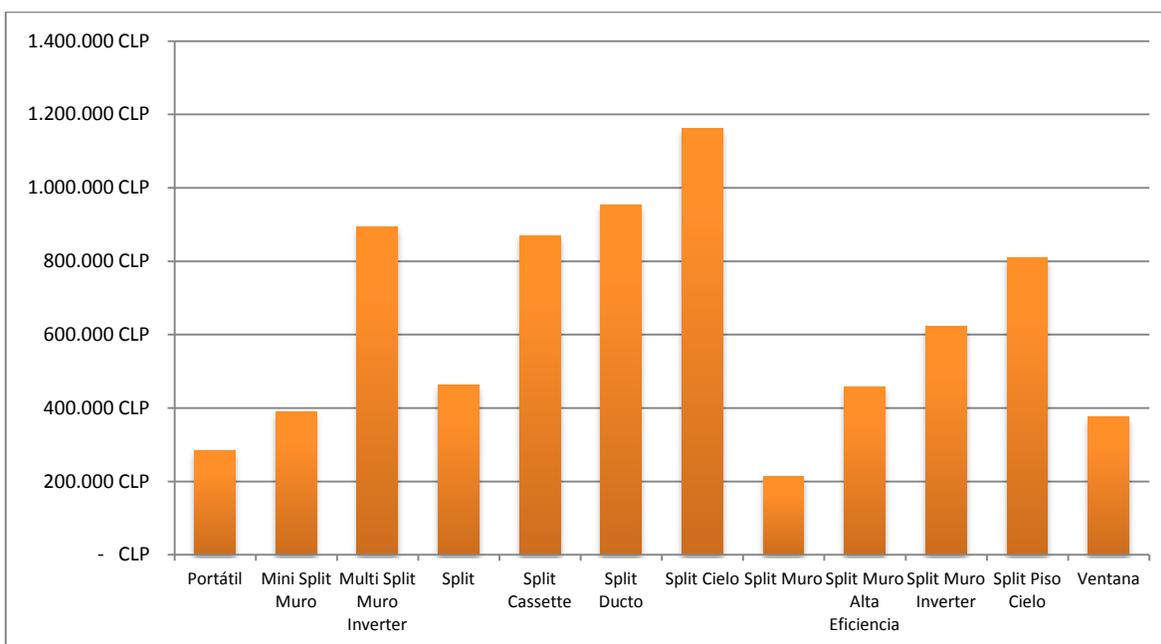
No obstante lo anterior, no debe confundirse equipos de aire acondicionado tipo Split con aquellos piso cielo, cassette o de baja silueta ya que en todos los casos el principio de funcionamiento es el mismo de compresión de vapor. Lo único que cambia para efectos energéticos es la posición al interior de la sala desde donde se retira el calor o donde se inyecta el calor.

DISPONIBILIDAD DE ACONDICIONADORES DE AIRE EFICIENTES EN EL MERCADO NACIONAL

De la información recopilada desde distribuidores, a modo referencial, se han identificado los precios promedio bajo los que se comercializan los principales productos⁷. Cabe destacar la amplia selección de equipos clasificados bajo la categoría Split, los que son comercializados bajo distintas configuraciones y modelos (mini Split, Split muro, Split piso cielo, entre otros). La figura siguiente presenta gráficamente los precios promedio para cada categoría.

⁷ Precio 1 USD = \$ 674,93 (CLP) observado al 06/04/2016 – Banco Central de Chile

Figura 1: Precios promedio en la oferta nacional



Fuente: Elaboración propia en base a información publicada por distribuidores en sitios web

Respecto a las importaciones, los equipos Split, en sus distintas opciones, son los que lideran tanto a nivel de sub categorías, como en ventas, llegando a representar un 76% de las importaciones totales de equipos de aire acondicionado en el año 2014. En la tabla siguiente, se presenta la evolución de las importaciones de estos equipos para el período 2011 al 2014, para facilitar su lectura, las categorías han sido agrupadas en categorías de carácter más general.

Tabla 4: Importaciones de Equipos de Aire Acondicionado en Chile⁸

	2011	2012	2013	2014
Split	12.461	22.587	30.406	47.882
Cassette	4	16	16	69
Ventana	2.793	3.602	2.715	5.152
Portátil	908	5.865	7.282	4.291
Ducto	0	0	0	57
Comercial ligera	0	0	389	0

Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas y Ministerio de Energía

Con el fin de conocer la disponibilidad y el comportamiento del consumidor de equipos de aire acondicionado en el mercado chileno, el equipo consultor realizó, a modo de prospección, consultas a vendedores de las principales cadenas de retail⁹. Estas

⁸ Equipos Sin Información incluidos en la segunda entrega, han sido identificados y catalogados bajo las categorías existentes

⁹ Marcas de equipos de Aire Acondicionado presentes en dichas cadenas en ANEXO 1

entrevistas, consideraron temas asociados a la disponibilidad de equipos, eficiencia energética y comportamiento de consumidores.

1. Con respecto a la oferta de equipos de aire acondicionados en Chile, la mayoría de los encuestados contestaron que no es completa y la razón principal es que la empresa distribuidoras no tiene por objetivo lograr una disponibilidad variada de acondicionadores de aire. Otra razón indicada es la falta de conocimiento de los clientes, quienes no conocen las marcas y modelos existentes.
2. La barrera económica más significativa para los vendedores es la meta propia del negocio, no así la insuficiencia de la demanda, ya que en temporada alta esta alcanza en promedio las 9,5 a 15 unidades por semana. En segundo lugar, se encuentra el alto nivel de inversión, sin embargo, solo una menor parte de los encuestados considera que esta última evita la participación de equipos más eficientes.
3. No hubo respuestas a las preguntas de barreras técnicas y políticas debido a que no hay conocimiento por parte de los vendedores sobre políticas de etiquetado, normativas y certificación de equipos.
4. La barrera identificada más recurrente fue la desinformación del usuario sobre eficiencia, que según lo indicado por vendedores, se entiende como la relación entre el consumo y la cantidad de metros cuadrados que es capaz de enfriar. Además se advirtió que, solamente en una de las multitiendas, los acondicionadores de aire vienen con una etiqueta de eficiencia, sin embargo esta es retirada antes de exhibir el producto. En el resto de los lugares donde se realizaron encuestas, los equipos solo presentaban etiquetado de especificaciones técnicas.
5. El segundo punto a evaluar a través de esta encuesta fue el comportamiento del cliente. Bajo este punto se le preguntó al vendedor cuál cree el que es o son las variables más importantes para el usuario al momento de evaluar la compra de un equipo, y se obtuvo que estas son el consumo y la capacidad de enfriamiento en metros cuadrados. Solamente uno de ellos consideró que el precio del equipo es importante, y dos de ellos, que la costo-efectividad juega un rol en la decisión de compra.
6. Únicamente 2 vendedores respondieron como mejorar la oferta de equipos de aire acondicionado. Uno de ellos estableció como mecanismo la información del usuario para que este solicite nuevas marcas o modelos y el segundo agregó que también es necesario un mayor stock en tiendas. Con respecto a la participación de productos eficientes, se reitera la necesidad de que la empresa cambie sus políticas y encargue estos equipos, y que los clientes sean quienes soliciten una mayor presencia de estos.
7. En todos los casos, el encuestado no era vendedor específico de acondicionadores de aire, ya que estos forman parte del área de línea blanca o electrodomésticos. Esta falta de personal específico tiene por consecuencia una mala capacitación, evidenciada al consultar sobre la normativa, concepto de eficiencia y disponibilidad de modelos.

El equipo consultor, en una segunda instancia, y con el fin de caracterizar de una mejor forma el mercado de equipos de aire acondicionado e identificar las posibles barreras al ingreso de equipos más eficientes, realizó entrevistas a empresas importadoras y distribuidoras de equipos. Las conclusiones de dichas entrevistas se presentan en la sección a continuación, posterior a la descripción de la cadena de distribución.

CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LOS FABRICANTES ORIGINALES DE EQUIPOS E IMPORTADORES

El mercado de los acondicionadores de aire es servido principalmente por los fabricantes: Midea, Carrier, Trane, York, LG, Samsung, Frigidaire y Toshiba, que participan en el mercado con marcas homónimas. En el caso particular del mercado chileno, las empresas cuentan con divisiones que actúan como distribuidores de las empresas principales.

Principales participantes del mercado:

Empresa	Marcas representadas	Participación ¹⁰	Origen	País de fabricación
Midea - Carrier	Midea, Carrier, Toshiba, Totaline	25%	China	China
Anwo	Anwo	33%	Chile	China
Trane	Trane, Schlage, Thermo-King, Club Car, Hussmann e Ingersoll Rand	20%	Irlanda	Brasil, China, Egipto, Inglaterra, Francia, Malasia, México, Taiwán, Tailandia, EE.UU.
LG	LG	3%	Corea del Sur	Corea del Sur y China
Daikin	Daikin	5%	Japón	Japón, China
York	York	4%	EE.UU.	EE.UU. y China
Samsung	Samsung	1%	Corea del Sur	Corea del Sur y China
Shoot Aire	Shoot, Frigidaire, Electrolux, Gree	7%	Chile	China
NVL	Lennox, Climaveneta, Clark	5%	Chile	China

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que a nivel internacional, gran parte de las empresas tercerizan el proceso de fabricación de sus equipos (ya sea en forma completa o parcial), donde empresas como Midea y Gree son los principales proveedores de estos servicios.

¹⁰ Porcentajes de participación estimados de acuerdo a información recopilada en entrevistas y partidas de importación. Existen otras empresas en el mercado con baja representatividad en la distribución y que no contestaron las encuestas enviadas.

CARACTERIZACIÓN DE DISTRIBUIDORES

Cabe destacar que dada la complejidad de instalación de los equipos de aire acondicionado, en su mayoría, las empresas fabricantes/importadoras utilizan circuitos de instaladores "autorizados", quienes actúan como distribuidores directos de los equipos que ellas representan.

La estrategia en que esta colaboración se ejecuta es a través de contratos de exclusividad, los cuales son respaldados por líneas de capacitación exclusivas para instaladores en las líneas de equipos de cada marca, tarifas diferenciadas en la adquisición de equipos para su posterior venta directa y apoyo en diseño y dimensionamiento de proyectos de mayor envergadura.

Aun cuando la normativa no los considere, existe otro tipo de distribuidores que se caracterizan cumplir una función de Importador/Distribuidor, como lo son las cadenas de retail. Si bien este tipo de comercio se caracteriza por la venta directa al consumidor presentando una gama de productos de fácil instalación, en algunos casos, cuentan con limitadas cantidades de equipos Split que comercializan bajo una marca propia. Dada la cercanía que estas empresas tienen con el cliente, presentan un nicho interesante de información referente al comportamiento real del consumidor.

ENTREVISTAS

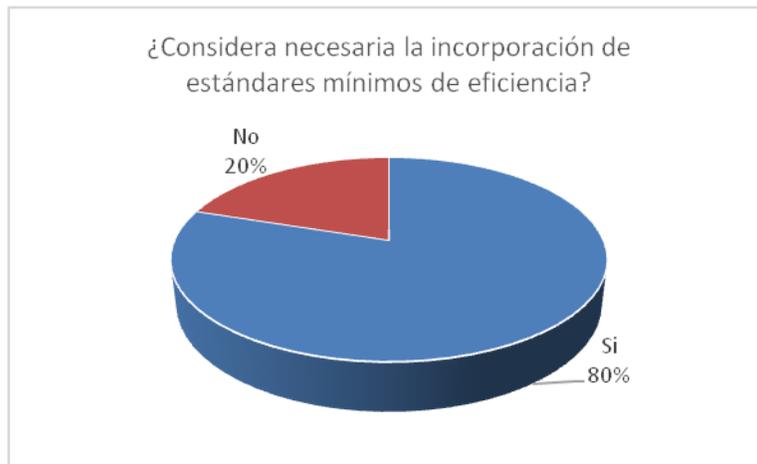
Durante una segunda instancia, el equipo consultor condujo entrevistas con fabricantes/importadores y distribuidores, las cuales tuvieron como objetivo recopilar información de participación de mercado, opiniones frente a temas de etiquetado y estándares mínimos de eficiencia energética, la normativa actual y funcionamiento del mercado. Se contactó a 11 empresas (ver Anexo 2) y a la fecha de entrega del presente informe, 5 han respondido vía email o entrevista presencial y sólo una empresa rechazó participar del estudio de manera formal. A continuación se presenta un resumen de la información recopilada.

Los encuestados indican que la oferta de equipos de aire acondicionado en Chile no es completa y se debe a la definición propia de los representantes, los cuales no entregan todas las alternativas que se manejan en los mercados mundiales. Para justificar esta situación los entrevistados han expuesto distintas justificaciones:

- Falta de actualización de la normativa existente, pues las pruebas y métricas utilizadas no permiten presentar el real beneficio que entregan los equipos de velocidad variable (caso de equipos inverter).
- La principal barrera económica es la insuficiencia de la demanda,
- La principal barrera política son las políticas de incentivo económico existentes, pues estiman que debiese existir incentivos que ayuden a reducir la brecha entre los equipos tradicionales y los eficientes

La mayoría de los entrevistados valoran la existencia del actual etiquetado de eficiencia energética y consideran que la inclusión de MEPS sería una buena adición a la normativa existente, pues regularía y mejoraría la calidad de equipos disponibles en el mercado. Se considera que la incorporación de MEPS debiese tener impactos positivos para usuarios, la empresa y el mercado en general.

Figura 2: Opinión frente a Inclusión de MEPS



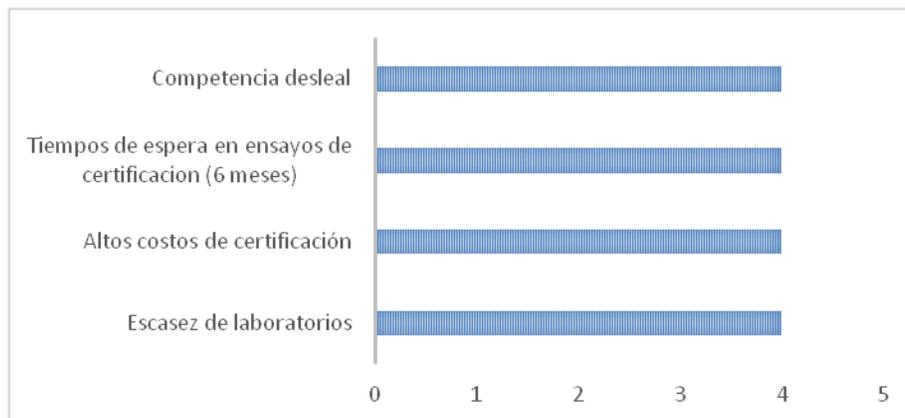
Fuente: Elaboración propia

Respecto a la inclusión de nuevas tecnologías, sólo una de las empresas entrevistadas declaró que el 50% de los equipos que comercializa utiliza tecnología inverter, mientras que en promedio, este tipo de equipos representaría sólo el 10% de la oferta. Considerando el tema Ecodesign, referido a la eliminación del refrigerante R22 y utilización de otros refrigerantes que no dañan la capa de ozono (R410A principalmente), prácticamente el 100% de los equipos comercializados en el país cumplirían con esta característica.

Frente al comportamiento del Usuario, los entrevistados indican que la desinformación del usuario es un impedimento significativo al desarrollo del mercado de equipos eficientes. Al analizar al usuario/comprador de los equipos, se respondió que el precio del equipo es la variable más importante para el usuario al evaluar la compra.

Los principales obstáculos que los entrevistados identifican para la implementación de MEPS y del mercado de los equipos de aire acondicionado en general están asociados a dos grandes temas, la fiscalización y los temas asociados a la certificación de los equipos.

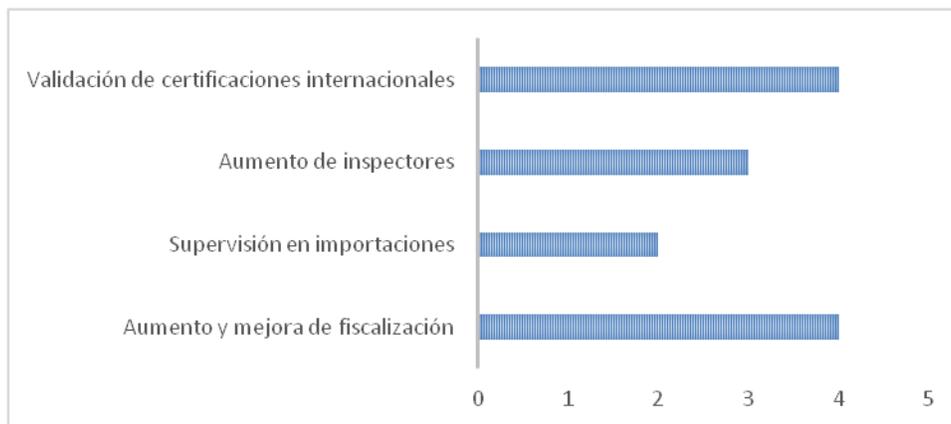
Figura 3: Obstáculos para la Implementación de MEPS



Fuente: Elaboración propia

Durante las entrevistas, los representantes de las empresas en su mayoría coincidieron que la validación de certificaciones de eficiencia energética internacionales entregaría mayor dinamismo a la entrada de nuevas tecnologías, y que un aumento de fiscalización y control de importaciones podría mejorar sustancialmente incluso el cumplimiento de la actual normativa.

Figura 4: Soluciones propuestas



Fuente: Elaboración propia

En su mayoría, los entrevistados coinciden en el tema que la forma ideal de mejorar la oferta de equipos de aire acondicionado es a través de campañas Informativas dirigida al usuario final explicando en términos simples el ahorro económico y la mejora en eficiencia, de la mano de algún incentivo estatal que permita reducir la brecha de precios entre la tecnología convencional y la eficiente.

BARRERAS AL INGRESO DE EQUIPOS EFICIENTES AL MERCADO

De acuerdo a la información recopilada a través de bibliografía internacional¹¹ y entrevistas mencionadas en la sección anterior (ver Anexo 2), el equipo consultor ha clasificado las barreras al ingreso de equipos eficientes al mercado como Políticas, Sociales y Técnicas.

BARRERAS POLÍTICAS

Falta de información y control

Falta de información referente al mercado e importaciones, donde no existe un control estricto en el registro correcto de los equipos importados. Instituciones como Aduanas y el Ministerio de Relaciones Exteriores a pesar de manejar información de base similar, existen incoherencias. Por otro lado, se requiere que la Superintendencia de Electricidad y Combustibles realice fiscalizaciones de manera más constante con tal que el proceso de certificación de equipos se realice de acuerdo a los estándares establecidos.

¹¹ El estudio “Market and behavioral barriers to energy efficiency: A preliminary evaluation of the case for tariff financing in California” de LBNL (2012), entre otros.

Poco dinamismo en la actualización de normativas

En el ambiente internacional, los casos que mejores resultados son los que periódicamente establecen sistemas de revisión y en caso de ser necesario, actualizaciones de los estándares definidos. Este tipo de comportamiento incentiva a los productores/importadores/distribuidores a comercializar equipos con niveles de eficiencia energética que alcanzan o incluso exceden los niveles requeridos para así estar a la vanguardia de las regulaciones y mantener una cierta holgura.

Una de las actualizaciones que los importadores consideran necesaria es la incorporación de otras tecnologías al sistema actual de etiquetado. Particularmente se hace referencia al caso de los equipos inverter¹², con tal que la base de comparación entre distintos equipos de aire acondicionado sea la misma y permita al usuario tomar una decisión más informada al momento de elegir un equipo de aire acondicionado.

BARRERAS SOCIALES

A modo general bajo el presente ítem, los representantes de empresas entrevistados concuerdan en que es necesaria una campaña más agresiva para la educación del usuario, pues el cliente típico que adquiere equipos de aire acondicionado utiliza principalmente la variable costo como factor de decisión.

Visión a corto plazo sobre el ahorro:

El consumidor evalúa considerando el costo inicial del producto, sin conocer conceptos como ciclo de vida que pudiesen representar un mayor ahorro a lo largo de la vida útil de un equipo, debido a la mayor eficiencia, supera con creces el costo inicial. Estos privilegian aspectos como la marca, las garantías y la comodidad en el uso. El ahorro en la cuenta de electricidad está fuertemente relacionado con los conceptos de aversión a las pérdidas y al costo inicial.

La inclusión de estándares mínimos entregaría un “beneficio implícito” al usuario, pues estos serían beneficiados a través de un ahorro “mínimo”, impulsado por la eliminación de equipos ineficientes del mercado.

Subvaloración del impacto ambiental:

Existe una subvaloración del impacto ambiental que tiene el ahorro energético, por lo que no se considera como un incentivo a la hora de invertir en un equipo más eficiente.

Dificultad para comprender la etiqueta:

En casos específicos, los consumidores pueden presentar problemas al decodificar o comprender la información clave del etiquetado. Bajo este concepto y utilizando de ejemplo la situación que ya se presenta en el etiquetado de otros equipos como lo son los refrigeradores, la percepción de las diferencias tienden a diseminarse al momento de comparar equipos con eficiencia A+ y A++, aunque esta situación aún no se presenta en los equipos de aire acondicionado.

¹² Realizar este tipo de cambios requeriría una actualización profunda en la regulación, pues tendrían que actualizarse los ensayos de prueba e indicadores utilizados.

El establecimiento de estándares mínimos debiese considerar además actualizaciones del actual etiquetado, con tal de asegurar en el mediano y largo plazo que la información se mantenga de fácil lectura y comprensión, lo que facilitaría el cumplimiento de las metas energéticas de la medida.

BARRERAS TÉCNICAS

Disponibilidad de laboratorios:

Existen 2 laboratorios que actualmente certifican eficiencia energética en equipos de aire acondicionado: Lenor y Sical¹³, aunque sólo el segundo realiza las pruebas en suelo nacional.

Laboratorio	Ubicación	Número de Cámaras
Lenor	Buenos Aires – Argentina	1
Sical	Santiago - Chile	1

Fuente: Elaboración propia

Considerando que una prueba típica de eficiencia energética tiene una duración de dos días (un día para pruebas de calor y un día para pruebas de frío) y puede realizarse la prueba de un producto por cámara, de la información anterior se puede concluir que el número escaso de laboratorios limitaría la capacidad de ensayos a realizar, situación que al mismo tiempo, retrasaría la entrada de nuevos equipos al mercado. Esta conclusión ha sido afirmada por los opiniones recopiladas en las entrevistas a fabricantes/importadores de equipos, donde se afirma que el tiempo promedio de espera para la realización de estas pruebas es de 6 meses¹⁴.

Como forma de enfrentar la situación antes descrita y a la vez, como forma de agregar dinamismo al mercado, durante el ciclo de entrevistas ciertos importadores presentaron la sugerencia que la autoridad, aunque sea por un período limitado, pudiese reconocer certificaciones internacionales realizadas por laboratorios acreditados. Esta situación podría impulsar el ingreso de tecnologías más eficientes durante la temporada correspondiente (asociado también a las barreras técnicas).

¹³ Las referencias a un tercer laboratorio, INGCER, han sido eliminadas, puesto que no están autorizados a realizar pruebas de Eficiencia Energética de equipos de aire acondicionado. Información entregada por el Profesional Responsable Ley y encargado de Iluminación y EE.

¹⁴ Sólo Midea-Carrier entregó documentación asociada a órdenes de trabajo donde presenta tiempo de espera de 5,5 meses (ver Anexo 4). Por otro lado, Anwo envió vía correo electrónico una descripción general de los procedimientos y tiempos asociados al proceso (Anexo 5).

ANÁLISIS DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Resulta relevante conocer la experiencia internacional respecto al desarrollo de estándares de mínima eficiencia para equipos de aire acondicionado, en la Tabla 5 se presenta un listado reunido por CLASP con países que cuentan con este tipo de normativas.

Tabla 5. Ejemplos de países con MEPS para aire acondicionado

País	Tipo	Sector objetivo
Argentina	Aire acondicionado de habitación	Residencial
Australia	Aire acondicionado central	Múltiples sectores
	Unidades empaquetadas	Múltiples sectores
	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
	Chiller	Comercial
Brasil	Aire acondicionado de habitación	Residencial
California	Aire acondicionado central	Múltiples sectores
Canadá	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
	Unidades empaquetadas	Múltiples sectores
	Aire acondicionado central	Múltiples sectores
China	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
	Aire acondicionado central	Múltiples sectores
	Chiller	Múltiples sectores
Corea	Aire acondicionado de habitación	Residencial
	Aire acondicionado central	Residencial
Costa Rica	Aire acondicionado central	Residencial
Egipto	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
Estados Unidos	Unidades empaquetadas	Múltiples sectores
	Aire acondicionado central	Comercial
	Unidades de enfriamiento de data center	Comercial
	Aire acondicionado central	Residencial
	Aire acondicionado de habitación	Residencial
	Aire acondicionado transportable	Múltiples sectores
	Unidades empaquetadas	Múltiples sectores
	Aire acondicionado de habitación	Comercial
India	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
Japón	Aire acondicionado de habitación	Residencial
	Aire acondicionado de habitación	Comercial
México	Aire acondicionado de habitación	Residencial
	Unidades empaquetadas	Residencial
Nueva Zelanda	Aire acondicionado de habitación	Múltiples sectores
	Chiller	Comercial
Unión Europea	Aire acondicionado central	Múltiples sectores
	Aire acondicionado transportable	Múltiples sectores

Fuente: CLASP Online¹⁵

El estudio "Estimate of Cost-Effective Potential for Minimum Efficiency Performance Standards in 13 Major World Economies – Energy Savings, Environmental and Financial

¹⁵ Collaborative Labeling and Appliance Standards Program, <http://clasp.ngo/>

Impacts", también preparado por LBNL y CLASP, en 2012, analiza el impacto financiero de los MEPS implementadas en 13 economías alrededor del mundo. En la tabla siguiente, se presentan los resultados del escenario Cost Effective Potential, el cual estima los ahorros al aumentar la exigencia de los programas obligatorios a la vez que se mantienen ahorros para los consumidores. Se estiman ahorros potenciales de 1020 TWh al utilizar las medidas costo-efectivas en cada uno de los países considerados en el estudio.

Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos en el estudio "Estimate of Cost-Effective Potential for Minimum Efficiency Performance Standards in 13 Major World Economies – Energy Savings, Environmental and Financial Impacts", en TWh

País	AUS	BRA	CAN	CHN	EU	IND	IDN	JAP	KOR	MEX	RUS	ZAF	USA	TOTAL
Hervidores	-	-	2,08	23	51	-	-	-	-	-	-	-	4	80
AC Central	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	20	20
Productos de cocina	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Secadoras	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Ventiladores	-	3	-	26	-	22	3	-	-	0,88	-	0,38	8	63
Freezers	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	4
Hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	26
Luces	0,4	19	3,96	35	20	14	7	-	-	7,04	18	3,06	-	126
Refrigeradores	1,7	6	1,49	29	4	3	3	0,4	2	0,27	-	2,09	12	66
AC tipo Cuarto	-	8	-	-	-	25	3	-	1	2,97	-	-	2	42
Bombas de calor	2,4	-	0,22	11	14	-	-	27,7	1	0,63	3	-	-	59
Televisores	0,4	1	0,01	6	5	-	-	0,7	1	0,02	-	0,01	7	21
Lavadoras	-	-	-	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	24
Stand by	0,9	4	1,25	30	34	3	1	4,3	5	1,74	1	0,14	23	108
Calentadores de agua	-	-	2,3	70	114	-	-	-	-	-	-	-	73	259
Residencial	5,7	42	11,3	256	247	67	15	33	9	13,6	21	5,68	178	905
Transformadores	-	-	0,26	4	13	4	-	-	-	-	-	-	7	28
Motores eléctricos	0,5	2	0,7	40	15	5	3	5,8	3	0,6	3	0,5	5	85
Industrial	0,5	2	0,96	44	28	8	3	5,8	3	0,6	3	0,5	13	112
Total	6,2	44	12,3	300	275	76	18	38,8	13	14,2	24	6,18	191	1020

Fuente: CLASP

Entre los principales resultados del estudio se tiene lo siguiente:

- El calentamiento de agua es el uso final que alcanza mayor nivel de ahorro al año 2030, los sistemas de calentamiento de agua a través de bombas de calor, los cuales representan una gran mejora respecto a la línea base, son costo-efectivos en EEUU y la Unión Europea. A pesar de su alto costo, su alto rendimiento y ahorros asociados los transforma en la opción con mayor potencial de todas.

- La Unión Europea y China son las zonas geográficas donde se puede alcanzar la mejor costo-efectividad respecto a los ahorros posibles. Ambas zonas presentan un alto potencial de ahorro en hervidores y calentadores de agua.
- Los ahorros de iluminación se maximizan el año 2015 y se reducen a cero al 2030, puesto que el escenario BAU (negocio como usual) considera la eliminación de iluminación incandescente para el 2030.
- En el sector industrial, casi la mitad del potencial de ahorro asociado a motores se encuentra asociado a China, dada la alta cantidad de motores en el país y lo intensivo de su uso.
- Existe información de costos disponible para distintas economías (programas existentes de MEPS, análisis de ingeniería y recolección de precios de LBNL). Y se observa una alta correlación entre países que tienen información de costos disponible y los mayores potenciales de ahorros. Donde EEUU, China y la Unión Europea representan el 85% del potencial de ahorro costo-efectivo.

Para el caso particular de los equipos de Aire Acondicionado, el mismo escenario, "Cost Effective Potential", estima posible alcanzar un ahorro energético equivalente a 42 TWh, considerando únicamente acondicionadores de aire tipo doméstico o cuarto y 62 TWh, incluyendo acondicionadores de aire tipo central al año 2020 para el conjunto de las naciones consideradas en el estudio.

La revisión internacional desarrollada a continuación, considera una selección de países extraída del listado presentado en la Tabla 5, además de otras naciones, las que ya sea por su cercanía (países de América del Sur) o por el tamaño mismo del sus economías, podrían resultar de interés para el presente estudio y para el caso Chileno.

ARGENTINA

En el marco del Programa de Calidad de Artefactos Energéticos (PROCAE), que impulsa la Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios se definen los estándares que deben cumplir de consumo máximo o eficiencia mínima para artefactos. Mediante el Decreto N° 140 de fecha 21 de diciembre de 2007¹⁶, se aprobaron los lineamientos del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). El Artículo 1° bis de la Ley N° 22.802, establece que la Secretaría de Energía ha de definir para cada tipo de producto estándares de eficiencia energética.

Originalmente, la norma IRAM 62406:2007¹⁷ es la encargada de regular el etiquetado y las condiciones mínimas de eficiencia energética, a través de 7 clases de eficiencia identificadas por las letras A, B, C, D, E, F y G, donde la letra A se le adjudica a los más eficientes y la G a los menos eficientes.

La Disposición N° 859 de fecha 11 de noviembre de 2008¹⁸, de la Dirección Nacional de Comercio Interior de la Secretaría de Comercio Interior, establece la obligatoriedad de la

¹⁶ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/220000-224999/221800/texact.htm>

¹⁷ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/Busqueda?readForm&Norma%20IRAM%2062406:2007Start=1Tot=0>

¹⁸ Revisado online el 03 de mayo de 2016 en <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3446>

certificación relativas al rendimiento o eficiencia energética para los sistemas de aire acondicionado de capacidad de refrigeración menor o igual a 10,5 kW, a partir del 18 de octubre de 2009 para equipos divididos (Split) y a partir del 17 de diciembre de 2009 para equipos Compactos.

La aplicación de los estándares de mínima eficiencia fue gradual y fijada por la Resolución N°1542 de 2010, de la Secretaría de Energía, pero modificada por la Resolución 1407 de 2011 de la Secretaría de Energía, suspendiendo la implementación de MEPS para equipos de capacidad de refrigeración superior a 7 kW, debido a su baja participación en el mercado, aproximadamente 1% y el comunicado emitido por la ASOCIACIÓN DE FÁBRICAS ARGENTINAS TERMINALES DE ELECTRÓNICA (AFARTE), en el cual manifiestan que dichos dispositivos poseen características técnicas y constructivas que no permitirían a los fabricantes nacionales alcanzarlos niveles máximos de consumo de energía y/o niveles mínimos de eficiencia energética en los plazos establecidos en el cronograma.

Tabla 7. Clasificación de eficiencia energética para tipo Split y Compacto.

Clase	EER	
	Split	Compacto
A	3,20 < EER	3,00 < EER
B	3,00 < EER ≤ 3,20	2,80 < EER ≤ 3,00
C	2,80 < EER ≤ 3,00	2,60 < EER ≤ 2,80
D	2,60 < EER ≤ 2,80	2,40 < EER ≤ 2,60
E	2,40 < EER ≤ 2,60	2,20 < EER ≤ 2,40
F	2,20 < EER ≤ 2,40	2,00 < EER ≤ 2,20
G	2,20 < EER	2,00 < EER

Fuente: Fundación Vida Silvestre Argentina¹⁹

El 20 de noviembre de 2013 la Asociación de Fábricas Argentinas Terminales de Electrónica (AFARTE) manifestó que los equipos de aire acondicionado de capacidad inferior a 7kW no podrían alcanzar los niveles exigidos en los plazos establecidos. Esto tuvo como respuesta la modificación de la Resolución SE 0814/2013, la cual establecía el cronograma de implementación de los MEPS, mediante la Resolución SE 0228/2014²⁰. A continuación se cita el texto de esta última y la Tabla 8, a continuación, presenta las fechas de implementación a modo de resumen.

- ARTICULO 1°.- Apruébase como nivel máximo de consumo específico de energía, o mínimo de eficiencia energética, el correspondiente a la clase B de eficiencia energética en modo refrigeración establecido en la Norma IRAM 62406:2007, para los acondicionadores de aire alcanzados por la Disposición N° 859 de fecha 11 de noviembre del año 2008 de la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO INTERIOR de

¹⁹ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en http://www.fvsa.org.ar/ecoeficiencia/ayuda_aires.php

²⁰ [http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/\(\\$IDWeb\)/AA9A5969B6BED1FA03257CFA00400A97](http://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/($IDWeb)/AA9A5969B6BED1FA03257CFA00400A97)

la SECRETARIA DE COMERCIO INTERIOR dependiente del MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS PUBLICAS, cuya capacidad de refrigeración sea menor o igual a SIETE KILOVATIOS (7 kW), a partir del 1° de agosto de 2014".

- ARTICULO 2°.- Apruébase como nivel máximo de consumo específico de energía, o mínimo de eficiencia energética, el correspondiente a la clase C de eficiencia energética en modo calefacción establecido en la Norma IRAM 62406:2007, para los acondicionadores de aire alcanzados por la Disposición N° 859 de fecha 11 de noviembre del año 2008 de la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO INTERIOR de la SECRETARIA DE COMERCIO INTERIOR dependiente del MINISTERIO DE ECONOMIA, Y FINANZAS PUBLICAS, cuya capacidad de refrigeración sea menor o igual a SIETE KILOVATIOS (7 kW), a partir del 1° de agosto de 2014".
- Art. 3° — Apruébase como nivel máximo de consumo específico de energía, o mínimo de eficiencia energética, el correspondiente a la clase A de eficiencia energética en modo refrigeración establecido en la Norma IRAM 62406:2007, para los acondicionadores de aire alcanzados por la Disposición N° 859 de fecha 11 de noviembre del año 2008 de la DIRECCION NACIONAL DE COMERCIO INTERIOR, cuya capacidad de refrigeración sea menor o igual a SIETE KILOVATIOS (7 kW), a partir del 1° de abril de 2015.

Tabla 8. Cronograma de implementación MEPS Argentina

Clase de Eficiencia Energética Mínima	Fecha de Implementación
B - Modo Refrigeración	01-08-2014
C - Modo Calefacción	01-08-2014
A - Modo Refrigeración	01-04-2015

Fuente: Ministerio de Energía y Minería²¹

BRASIL

El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) es el coordinador del Programa Brasileño de Etiquetado, el que se complementa con el Sello PROCEL²², que se concede a los equipos más eficientes dentro de una categoría de productos.

La etiqueta de PROCEL comenzó a ser aplicada a acondicionadores tipo Ventana con capacidad de enfriamiento menor a 6 KW a partir de 1999 y a acondicionadores de aire tipo Split con capacidad de enfriamiento menor a 11KW a partir de 2004. En 2007 fueron

²¹ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3446>

²² El PROCEL es un programa vinculado al Ministerio de Minería y Energía, creado en 1985 y ejecutado por Electrobrás, que tiene el objetivo de fomentar el uso eficiente de la energía y reducir los impactos ambientales de este consumo.

establecidos los MEPS (EER) bajo la ley 10.295/2001²³, para aires acondicionados de tipo Split, hasta 11 KW.

En lo que respecta al mercado de aire acondicionado en Brasil, éste es dominado por dos tipos de equipos; de Ventana, con un promedio de participación de 58% y Split, por consiguiente, con una participación de 42%. La siguiente tabla presenta la cantidad de equipos vendidos entre 2000 y 2010²⁴.

Tabla 9. Ventas de aire acondicionado en Brasil, millones de unidades

Ventas de acondicionadores de aire [MM]			
Año	Tipo		Total
	Split	Ventana	
2000	0,44	0,67	1,11
2001	0,44	0,67	1,11
2002	0,46	0,69	1,15
2003	0,51	0,76	1,27
2004	0,48	0,71	1,19
2005	0,51	0,76	1,27
2006	0,62	0,94	1,56
2007	0,57	0,85	1,42
2008	0,56	0,85	1,41
2009	0,77	0,77	1,54
2010	0,81	0,81	1,62

Fuente: World Energy Council

El 4 de enero de 2011, se realizó una modificación a los parámetros definidos bajo PROCEL a través de la Portaria N° 007, la cual incluye la categorización de los acondicionadores de aire tipo Ventana según su capacidad de refrigeración y la clasificación de los mismos en base al coeficiente de Eficiencia Energética (CEE). Estos requerimientos mínimos de desempeño para equipos de aire acondicionado fueron actualizados por última vez bajo Portaria Interministerial N° 410/2013, llevando a la eliminación de la clase definida como E bajo la reglamentación anterior (Portaria N° 323/2011). Bajo esta última actualización, válida a partir de un año de la promulgación de la normativa, la definición de clases de

²³ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10295.htm

²⁴ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en https://www.wec-policies.enerdata.eu/Documents/casestudies/Measures_to_promote_efficient_air_conditioning.pdf

eficiencia energética y sus requisitos mínimos de eficiencia fueron definidos y se presentan en las tablas a continuación.

Tabla 10. Clases de Eficiencia Energética para aire acondicionado tipo Ventana

Clases	Coeficiente de Eficiencia Energética (W/W)				
	Btu/h	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
		≤ 9.000	9.001 a 13.999	14.000 a 19.999	≥ 20.000
W	≤ 2.637	2.637 a 4.102	4.102 a 5.860	≥ 5.860	
A	$\geq 2,93$	$\geq 3,03$	$\geq 2,88$	$\geq 2,82$	
B	$\geq 2,84$	$\geq 2,94$	$\geq 2,71$	$\geq 2,65$	
C	$\geq 2,76$	$\geq 2,86$	$\geq 2,59$	$\geq 2,48$	
D	$\geq 2,68$	$\geq 2,78$	$\geq 2,45$	$\geq 2,30$	

Fuente: Portaria 410/2013 - INMETRO

Tabla 11. Clases para acondicionador tipo Split

Clases	Coeficiente de Eficiencia Energética (W/W)
A	$3,23 < CEE$
B	$3,02 < CEE \leq 3,23$
C	$2,81 < CEE \leq 3,02$
D	$2,60 < CEE \leq 2,81$

Fuente: Portaria 410/2013 - INMETRO

La normativa de ensayo utilizada corresponde a la definida en la Portaria N° 007/2011, la cual hace referencia a los procedimientos NBR 05858, NBR 05882 y NBR 12010, los que establecen especificaciones técnicas, determinación de características y determinación de coeficientes de eficiencia energética respectivamente de los equipos de aire acondicionado²⁵.

De acuerdo con el reporte del Excellence Center in Energy Efficiency (EXCEN), "Energy Efficiency and Smart Grids for Low Carbón and Green Growth", 2015, tomando en cuenta el efecto combinado del etiquetado de conservación energética ENCE (INMETRO/PROCEL) y la etiqueta patrocinadora PROCEL, en 2013 se registró una reducción de 1123 GWh considerando equipos de aire acondicionado y de 9578 GWh tomando en cuenta los equipos más importantes respecto al consumo energético esperado.

²⁵ Revisado online el 11 de febrero en 2016 en <http://inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001655.pdf>

Tabla 12. Resultados del programa de etiquetado PROCEL en 2013

Equipo	Ventas totales [miles]	Ahorro Energético [GWh]
Refrigeradores y Freezers	8111	2911
Acondicionadores de aire	3285	1123
Motores eléctricos	1724	1304
Lámparas fluorescentes compactas	269427	3697
Balastos para lámpara de sodio	62	5
Sistema de calentamiento de agua solar	394	86
Ventiladores de techo	2636	452
Total	285639	9578

Fuente: EXCEN

La implementación de la Ley de eficiencia energética en Brasil, entre los años 2007 y 2010 se logró ahorros en energía equivalentes a 78 GWh y se estima que para el año 2030, este valor aumentaría a cifras cercanas a 14325 GWh considerando todos los equipos estudiados por el EXCEN²⁶. De la información presentada anteriormente, es posible estimar que el aporte de los acondicionadores de aire sería de 1679,6 GWh.

CHINA

China es el país manufacturero de sistemas de aire acondicionado más grande del mundo. 81 millones de dispositivos fueron producidos en 2009, mientras que en este mismo año, las ventas alcanzaron 35 millones de unidades. El mercado chino está dominado por equipos de tipo Split, los que representan un 85% al año 2010. Cabe destacar que el 87% de los modelos presentes en el mercado incluyen función de calefacción (más del 62% con bomba de calor y 25% con resistencia eléctrica)²⁷.

La National Development and Reform Commission (NDRC) y la General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of China (AQSIQ) son responsables de la definición e implementación de los estándares de mínima eficiencia en China.

Los primeros MEPS para equipos de aire acondicionado de velocidad constante fueron implementados el año 1989 bajo la normativa GB12021.3, la cual ha sido revisada y actualizada los años 2000, 2004 y 2010. A veinte años de la implementación de los MEPS

²⁶ Revisado online el 11 de febrero en 2016 en <http://www.iadb.org/document.cfm?id=39500203>

²⁷ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en http://www.topten.eu/uploads/File/023_Anette_Michel_final_paper_S.pdf

originales, en el año 2008, se introdujeron estándares mínimos para equipos de aire acondicionado de velocidad variable (GB21455²⁸).

Los requerimientos de eficiencia para aire acondicionado de tipo unitario fueron establecidos en la norma GB 19576-2004²⁹, donde se indican los valores mínimos para el parámetro Relación de Eficiencia Energética (EER por las siglas de Energy Efficiency Ratio), además de establecer los límites para la calificación de eficiencia energética³⁰. Esta normativa es aplicable para equipos con capacidad de refrigeración nominal superior a 7 kW, incluyendo bombas de calor. Esta reglamentación fue desarrollada utilizando como base a las normativas europea (Directiva 92/785/CE) y estadounidense (CFR 430), aunque no es equivalente a ninguna de ellas en su totalidad.

En el año 2005, se propuso como meta reducir el consumo de energía per cápita en 20% para el año 2010 tomando como base el 2005, o un promedio de 4% anual. Esta meta fue parte de un plan mayor, la cual consistía en cuadruplicar el crecimiento económico bajo una duplicación del consumo energético entre los años 2000 y 2020. De acuerdo a la International Energy Agency (IEA), en los primeros años no se cumplió el 4% anual. En 2006 el consumo de energía disminuyó en 1,79% y 3,66% en el año 2007, sólo alcanzando la meta el año 2008, logrando un 4,2%³¹.

China ha desarrollado dos estándares de medición de forma paralela, utilizando diferentes indicadores de eficiencia: para aire acondicionado de velocidad constante, se aplica el EER; mientras que para aquellos de velocidad variable, se aplica el parámetro Relación de Eficiencia Energética Estacional (SEER por las siglas de Seasonal Energy Efficiency Ratio). Lo que queda establecido en las normativas actuales GB 12021.3 - 2010³² para equipos domésticos y GB 21455 - 2013³³ para equipos de velocidad variable, adicionales a la aún vigente, GB 19574-2004.

El SEER de aire acondicionado de velocidad variable es calculado en base a pruebas con 100% y 50% de capacidad de enfriamiento. El estándar de prueba (GB/T 7725-2004) define la estación de refrigeración a partir de un uso de 2399 horas, mientras que el estándar de eficiencia energética (GB 21455 - 2013) la define a partir de 1136 horas.

Dado que las clasificaciones tanto para equipos domésticos (room air conditioners) como para aquellos de velocidad variable han sido modificadas a través de los años de acuerdo a la introducción de MEPS eliminando las últimas dos categorías de eficiencia

²⁸ GB21455, Minimum Allowable Values of Energy Efficiency and Energy Efficiency Grades for Variable Speed Room Air Conditioners.

²⁹ GB 19576-2004, Minimum allowable values of the energy efficiency and energy efficiency grades for unitary air conditioners.

³⁰ Revisado online el 9 de noviembre de 2015 en <http://www.energylabel.gov.cn/en/EnergyEfficiencyStandards/FormulationandRevisionofStandards/detail/722.html>.

³¹ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <https://www.wec-policies.enerdata.eu/Documents/cases-studies/Regulation-and-compliance.pdf>

³² GB 12021.3-2010, The minimum allowable value of the energy efficiency and energy efficiency grades for room air conditioners

³³ GB 21455-2013, Minimum allowable values of the energy efficiency and energy efficiency grades for variable speed room air conditioners

(clases 4 y 5), los requerimientos actuales para cada clase se presentan en las tablas a continuación.³⁴

Tabla 13. Requisitos mínimos de eficiencia energética para acondicionadores de aire unitarios – GB 19576-2004

Tipo		EER W/W				
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5
Enfriado por aire	Sin ductos	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4
	Con ductos	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1
Enfriado por agua	Sin ductos	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8
	Con ductos	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5

Fuente: China Energy Label

Tabla 14. Clases de eficiencia energética para acondicionadores de aire, de velocidad constante - GB 12021.3 - 2010

Capacidad de Refrigeración [W]		EER W/W							
		Clase 1		Clase 2		Clase 3		Clase 4	Clase 5
		GB 12021.3 - 2004	GB 12021.3 - 2010	GB 12021.3 - 2004	GB 12021.3 - 2010	GB 12021.3 - 2004	GB 12021.3 - 2010	GB 12021.3 - 2004	GB 12021.3 - 2004
Compacto		3,1	3,3	2,9	3,1	2,7	2,9	2,5	2,3
Split	$CC \leq 4500$	3,4	3,6	3,2	3,5	3,0	3,2	2,8	2,6
	$4500 \leq CC \leq 7100$	3,3	3,5	3,1	3,3	2,9	3,1	2,7	2,5
	$7100 \leq CC \leq 14000$	3,2	3,4	3,0	3,2	2,8	3,0	2,6	2,4

Fuente: Elaboración propia en base a información de China Energy Label

³⁴ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en http://clasp.ngo/~media/Files/SLDocuments/2012/CoolingBenchmarkingStudy/RAC%20benchmarking_1%20-%20Mapping%20component.pdf

Tabla 15. Comparación requisitos mínimos de eficiencia energética para acondicionadores de aire de velocidad variable – GB 21455 - 2013

Capacidad de refrigeración [W]	SEER Wh/Wh							
	Clase 1		Clase 2		Clase 3		Clase 4	Clase 5
	GB 21455-2008	GB 21455-2013	GB 21455-2008	GB 21455-2013	GB 21455-2008	GB 21455-2013	GB 21455-2008	GB 21455-2008
$CC \leq 4500$	5,2	5,4	4,5	5,0	3,9	4,3	3,4	3,0
$4500 \leq CC \leq 7100$	4,7	5,1	4,1	4,4	3,6	3,9	3,2	2,9
$7100 \leq CC \leq 14000$	4,2	4,7	3,7	4,0	3,3	3,5	3,0	2,8

Fuente: Top Ten³⁵

COLOMBIA

El 18 de septiembre de 2015 se aprobó en Colombia el Reglamento Técnico de Etiquetado Energético (RETIQ), que fue preparado por el Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Esta normativa hace obligatorio el etiquetado para refrigeradores, lavadoras, estufas, aires acondicionados, calentadores, balastos y motores industriales y define los estándares mínimos de eficiencia para dichos artefactos a partir del 31 de agosto de 2016.

El RETIQ define en su capítulo III los requisitos específicos de etiquetado para productos, para el caso particular de los equipos de aire acondicionado, éste cuenta con los artículos a continuación:

Tabla 16. Características de equipos de Aire Acondicionado considerados en RETIQ

	Artículo 7	Artículo 8
Tipos de equipo	Acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas	Acondicionadores de aire unitarios
Indicador	Razón de Eficiencia Energética (E.E.R)	Razón de Eficiencia Energética (E.E.R)

³⁵ Revisado en online el 05 de mayo de 2016 <http://www.top10.cn/news/177/16/Study-of-Chinese-New-EES-for-Variable-Speed-Air-conditioners-Washing-Machines-and-Panel-TVs.html>

	Artículo 7	Artículo 8
Descripción	Acondicionadores de aire para recintos con condensador enfriado por aire, y capacidades de enfriamiento hasta 10.548 W (36.000 Btu/h), incluyendo los equipos portátiles con capacidad superior a 1.000 W	Acondicionadores de aire de tipo unitario con capacidades de enfriamiento de 10.540 W hasta 17.580 W, con serpentín "enfriado por aire" o "enfriado por agua"
Normativa de ensayo y horas de ensayo equivalentes	ISO 5151:2010 Non-ducted Air Conditioners and Heat Pumps - Testing and Rating for Performance 132 horas mes de ensayo equivalente	

Fuente: RETIQ

El etiquetado establecido en el RETIQ considera la clasificación de los equipos de acondicionamiento de aire según lo presentado en la tabla siguiente:

Tabla 17: Clasificación de equipos de acuerdo a RETIQ

RAC – Equipos de AC domésticos Room Air Conditioners	CAC - Equipos de AC en Sistema Central Central Air Conditioners
Ventana Minisplit Portátil	Cassette Multisplit Paquete Piso-Techo.

Fuente: RETIQ

En el Anexo General del Reglamento Técnico de Etiquetado – RETIQ, se indican los mínimos establecidos en cada categoría, generando una clasificación en base a letras, siendo la A la más eficiente y la E, la menos eficiente³⁶.

Tabla 18. Rangos de eficiencia energética para acondicionadores de aire para recintos y unidades terminales compactas

Clases	EER
A	$3,75 \leq \text{EER}$
B	$3,50 \leq \text{EER} < 3,75$
C	$3,25 \leq \text{EER} < 3,50$

³⁶ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en http://www.etiquetaenergetica.gov.co/wp-content/uploads/2015/09/ANEXO-RETIQ_Septiembre2015-pdf.pdf

Clases	EER
D	$3,00 \leq \text{EER} < 3,25$
E	$2,75 \leq \text{EER} < 3,00$

Fuente: RETIQ

Tabla 19. Rangos de eficiencia energética para acondicionadores de aire tipo unitario

Clases	EER
A	$4,75 \leq \text{EER}$
B	$4,40 \leq \text{EER} < 4,75$
C	$4,05 \leq \text{EER} < 4,40$
D	$3,70 \leq \text{EER} < 4,05$
E	$3,35 \leq \text{EER} < 3,70$

Fuente: RETIQ

ESTADOS UNIDOS

En este país existen 2 programas de etiquetas de aprobación voluntarias. El primero orientado a artefactos de uso en oficinas corresponde al Energy Star que es un esfuerzo coordinado entre la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el Departamento de Energía (DOE). Entre los equipos incorporados están los acondicionadores de aire. Adicionalmente, la organización sin fines de lucro Green Seal implementó, desde 1992, un etiquetado para diversos artefactos, entre los cuales se encuentran los equipos de aire acondicionado.³⁷

³⁷ Revisado online el 19 de abril de 2016, "North American Energy Efficiency Standards and Labeling", Grupo de Trabajo sobre Energía de América del Norte (NAEWG), http://energy.gov/sites/prod/files/2013/12/f5/naewg_report.pdf

Actualmente, en el Título 10, capítulo II, subcapítulo D, parte 431, subparte F del Electronic Code of Federal Regulations³⁸ se establece que todos los artefactos de aire acondicionado empaquetados, además de los equipos de calentamiento, deben ser ensayados según los procedimientos indicados en parte 431.96 del mencionado código. Posteriormente, en la sección 431.97, se establecen requerimientos de cumplimiento de nivel de eficiencia³⁹ diferenciados según el tipo de artefacto y su capacidad de enfriamiento.⁴⁰

Dado que Estados Unidos es un referente a nivel mundial en lo que a normativa respecta, y es un mercado de gran tamaño, resulta relevante conocer el alcance de su marco normativo en lo relacionado a MEPS de equipos de aire acondicionado.



Figura 5: Etiqueta Energy Star



Figura 6: Etiqueta Green Seal

El Department of Energy (DOE) comenzó el primer ciclo de regulaciones en septiembre de 1997, acorde al Registro Federal 62 FR 50122⁴¹. Para lograr mantener actualizada la normativa, el Energy Policy and Conservation Act (EPCA) requiere que en un plazo de no más de 6 años la DOE realice una notificación de propuesta regulativa, (NOPR, Notice of Proposed Rulemaking), determinando si es necesario modificar los estándares vigentes⁴².

El programa de MEPS para acondicionamiento de aire incluye equipos de aire acondicionado doméstico (room air conditioner), aire acondicionado central (central air conditioner) y bombas de calor (heat pumps), y aire acondicionado comercial (commercial air conditioner).

Los resultados esperados a partir de los nuevos límites propuestos en la regulación Federal Register, 76 FR 52852, (Aug. 24, 2011) corresponden a 0,31 Quads o 90,9 TWh. Además el ministerio de energía estadounidense espera que los estándares actuales para secadores de ropa y equipos de aire acondicionado permitan una reducción de 0,98 GW en los requerimientos de capacidad de generación y de 36100 kT CO₂-eq en emisiones, para el año 2043⁴³. La aplicación de MEPS representarían un ahorro económico para el consumidor en conceptos de inversión y operación, el cual calculado bajo el Valor Actual

³⁸ Revisado el 19 de abril de 2016 <http://goo.gl/6GBCFS>

³⁹ El indicador de eficiencia energética utilizado es la relación de eficiencia energética estacional (SEER, de las siglas de seasonal energy efficiency ratio).

⁴⁰ Revisado online el 19 de abril de 2016, en <http://goo.gl/atyfnL>

⁴¹ 62 FR 50122, Energy Conservation Program for Consumer Products: Final Rule Regarding Energy Conservation Standards for Room Air Conditioners

⁴² Revisado online el 11 de febrero de 2016 en https://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/product.aspx/productid/41

⁴³ Estimaciones de reducción de capacidad y emisiones se presentan agrupadas en la publicación, aunque de acuerdo a la misma, los equipos de Aire Acondicionado representan un 44% del consumo de energía evitado

Neto y base USD de 2009, fluctuaría entre 0,57 (tasa de descuento de 7%) y 1,47 (tasas de descuento de 3%) mil millones de USD⁴⁴.

Los procedimientos, condiciones de prueba y metodología utilizada para cada uno de los equipos establecidos bajo los MEPS se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 20. Procedimientos, condiciones de prueba y metodología utilizada para los equipos establecidos bajo los MEPS

Clasificación	Procedimiento de prueba	Condiciones de prueba	Metodología
Room Air Conditioners	CFR 430 Sub parte B, Apéndice F	ANSI/AHAM RAC-1-1982	ASHRAE-16-69
Residential Central Air Conditioners	CFR 430 Apéndice M	ARI 210/240-89	ASHRAE-37
Packaged Terminal Air Conditioners	ASHRAE 90-1	ARI-310/380	ASHRAE-16-69, ASHRAE-37
Small Comercial Air Conditioners	ASHRAE 90-1	ARI 210/240-89	ASHRAE-37
Large Comercial Air Conditioners	ASHRAE 90-1	ARI 360, ARI 340	ASHRAE-37

Fuente: Elerctronic Code of Federal Regulations

Actualmente, en el Título 10, capítulo II, subcapítulo D, parte 430, subparte B del Electronic Code of Federal Regulations se establece que todos los artefactos de aire acondicionado empaquetados, además de los equipos de calentamiento, deben ser ensayados según los procedimiento indicados en parte 430.23 del mencionado código. Luego, se establecen requerimientos de cumplimiento de nivel de eficiencia⁴⁵ diferenciados según el tipo de artefacto y su capacidad de enfriamiento.⁴⁶

Los límites establecidos para cada una de las categorías se muestran a continuación.

⁴⁴ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EERE-2007-BT-STD-0010-0050>

⁴⁵ El indicador de eficiencia energética utilizado es la relación de eficiencia energética estacional (SEER, de las siglas de seasonal energy efficiency ratio).

⁴⁶ Revisado online el 5 de febrero de 2016, en <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=22c23a628d1b4cf27ea94d6491478e26&mc=true&node=sp10.3.430.b&rgn=div6>

Tabla 21. Requisitos mínimos de eficiencia energética para aire acondicionado doméstico

Equipo	Capacidad de refrigeración [W]	EER 10/2000 - 05/2014	SEER 06/2014 en adelante ⁴⁷
Sin ciclo reverso, con lados acanalado	$CC < 1758$	9,70	11,00
	$1758 \leq CC \leq 2345$	9,70	11,00
	$2345 \leq CC \leq 4103$	9,80	10,90
	$4103 \leq CC \leq 5861$	9,70	10,70
	$5861 \leq CC \leq 7367$	8,50	9,40
	$7367 \leq CC$	-	9,00
Sin ciclo reverso, sin lados acanalado	$CC < 1758$	9,00	10,00
	$1758 \leq CC \leq 2345$	9,00	10,00
	$2345 \leq CC \leq 3224$	8,50	9,60
	$3224 \leq CC \leq 4103$	-	9,50
	$4103 \leq CC \leq 5861$	8,50	9,30
	$5861 \leq CC$	8,50	9,40
Con ciclo reverso, con lados acanalados	$CC < 5861$	9,00	0,80
	$5861 \leq CC$	8,50	9,30
Con ciclo reverso, sin lados acanalados	$CC < 4103$	8,50	9,30
	$4103 \leq CC$	8,00	8,70

Fuente: Electronic Code of Federal Regulations

Tabla 22. Requisitos mínimos de eficiencia energética para aire acondicionado central a partir de 2015

Equipo	SEER	HSPF
Split, modo refrigeración	13,00	-
Split, modo calefacción	14,00	8,20
Single-package, modo refrigeración	14,00	-

⁴⁷ La unidad utilizada en las tablas correspondientes a EE.UU es Btu/Wh.

Equipo	SEER	HSPF
Single-package, modo calefacción	14,00	8,00
Small duct	13,00	7,70
Space-constrained, modo refrigeración	12,00	-
Space-constrained, modo calefacción	13,00	7,40

Fuente: Electronic Code of Federal Regulations

MÉXICO

Se estima que en el mercado mexicano el número de viviendas con aire acondicionado es de aproximadamente 5,5 millones, sobre un total de 27,3 millones de viviendas en el 2012, es decir, existe una presencia de 20,1% de equipos de acondicionamiento de aire. La mayoría son equipos para enfriamiento y, por consiguiente, aquellos de ciclo reversible conocidos como bombas de calor, se observan en menor medida.

Existen principalmente tres tipos de acondicionadores de aire para uso residencial en México: tipo Ventana, tipo Minisplit y Multisplit, tipo central, paquete o dividido. En el 2010, el 46% de estos equipos correspondía a tipo Ventana, y el 53% a equipos Minisplit, con un aumento de participación en el mercado de los acondicionadores de aire tipo Minisplit anualmente se comercializan 500,000 unidades de acondicionadores de Aire tipo Cuarto (AAC)⁴⁸.

Tabla 23. Participación en el mercado mexicano en 2010

Categoría	Tipo	Capacidad de refrigeración [W]	Participación en el mercado [%]
1	Ventana	CC < 1758	21
2	Split	1758 ≤ CC ≤ 2345	16
3	Split	2345 ≤ CC ≤ 4103	51
4	Split	4103 ≤ CC ≤ 5861	8
5	Central, paquete o dividido	5861 ≤ CC ≤ 10548	4

Fuente: CLASP

La normativa mexicana introdujo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, de 1992, 2 tipos de regulaciones: las normas mexicanas voluntarias (NMX) y las Normas Oficiales Mexicanas, que son obligatorias (NOM). En el ámbito energético, la Secretaría de

⁴⁸ "Normas de desempeño energético mínimo para acondicionadores de aire tipo ventana en México", reporte generado por LBNL y CLASP para CONUEE. Julio 2011

Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), en 1995 establece los estándares de desempeño de artefactos, para diversos artefactos de uso residencial, entre los que se encuentran los equipos de aire acondicionado. El 28 de noviembre de 2008, a partir de la entrada en vigor de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) reemplaza a la CONAE, y es la entidad encargada de promover la eficiencia energética y ejercer como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Actualmente, la normativa NOM-011-ENER-2006⁴⁹ es de carácter obligatorio, y abarca a equipos de aire acondicionado centrales, empaquetados y divididos. En dicho reglamento se establecen que las condiciones de ensayo deben ser realizadas en base a los estándares ANSI/ASHRAE 37⁵⁰ y ARI 210⁵¹, se define la forma de cálculo para indicadores, y el valor mínimo para la Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE), la cual que debe ser cumplida por todos los equipos comercializados en el país.

Tabla 24. Valor mínimo REEE

Capacidad de refrigeración [W]	REEE [Wt/We]
$8800 \leq CC \leq 19050$	3,81

Fuente: NOM-011-ENER-2006

Los equipos regulados por las normativas antes mencionadas se listan a continuación:

- Acondicionadores de aire tipo Cuarto o domésticos, con o sin calefacción, con condensador enfriado por aire, y con capacidades de enfriamiento hasta 10600 W.
- Acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (conocidos como Minisplit y Multisplit); de ciclo simple (solo frío) o con ciclo reversible (bomba de calor), que utilizan condensadores enfriados por aire, operados con energía eléctrica, en capacidades nominales de enfriamiento de 1W hasta 19050 W que funcionan por compresión mecánica.
- Acondicionadores de aire tipo central, en capacidades de enfriamiento entre 8800 W y 19050 W que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriador de aire, un compresor, un compresor y un serpentín condensador enfriado por aire o agua.
- Acondicionadores de aire tipo dividido (Split) con flujo de refrigerante variable, operados con energía eléctrica, en capacidades nominales de enfriamiento de 1 W hasta 19050 W que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriador de aire, un compresor de frecuencia y/o flujo de refrigerante variable y un serpentín condensador enfriado por aire.
- No existe una clasificación para los acondicionadores de aire tipo central.

⁴⁹ NOM-011-ENER-2006 Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

⁵⁰ ANSI/ASHRAE 37 Methods of testing for rating Unitary air conditioning and Heat pump equipment.

⁵¹ ARI 210 “Standard for unitary air-conditioning equipment”.

Los acondicionadores de aire tipo Cuarto con o sin calefacción se clasifican, por su capacidad de enfriamiento en Watts térmicos y sus características específicas de diseño, como sigue⁵²:

Tabla 25. Tipos de acondicionadores de aire tipo Cuarto o Ventana y niveles mínimos de eficiencia energética

Tipo	Categoría	Capacidad de refrigeración [W]	EER
Sin ciclo inverso y con ranuras laterales	1	$CC < 1758$	2,84
	2	$1758 \leq CC \leq 2345$	2,84
	3	$2345 \leq CC \leq 4103$	2,87
	4	$4103 \leq CC \leq 5861$	2,84
	5	$5861 \leq CC \leq 10600$	2,49
Sin ciclo inverso y sin ranuras laterales	6	$CC < 1758$	2,64
	7	$1758 \leq CC \leq 2345$	2,64
	8	$2345 \leq CC \leq 4103$	2,49
	9	$4103 \leq CC \leq 5861$	2,49
	10	$5861 \leq CC \leq 10600$	2,49
Con ciclo inverso y con ranuras laterales	11	$CC \leq 5861$	2,64
	13	$5861 \leq CC \leq 10600$	2,49
Con ciclo inverso y sin ranuras laterales	12	$CC \leq 4103$	2,49
	14	$4103 \leq CC \leq 10600$	2,34

Fuente: Elaboración propia en base a Norma NOM-021-ENER/SCFI-2008

Los equipos acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire, deben ser clasificados según el número de componentes:

- Acondicionador de aire, constituido por dos partes (Minisplit).
- Acondicionador de aire, constituido por más de dos partes (Multisplit).

Estos deben tener un valor de REE mayor o igual que los valores especificados en la siguiente tabla.

⁵² Cabe destacar que México se encuentra en proceso de homologación de normativas con EE.UU, lo que indica que los niveles de eficiencia energética serían actualizados en un escenario cercano. Los valores presentados en esta sección son aún considerados oficiales por la CONUEE, pero se incluyen la última actualización de la normativa de EE.UU, en formato digital en el Anexo 4

Tabla 26. Nivel mínimo de Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire (tipo Minisplit y Multisplit).

Capacidad de Enfriamiento		Parámetros de Eficiencia Energética	
Watts	BTU/h	COP	EER ⁵³
CC ≤ 19050	3413 ≤ CC ≤ 65001	2,72	9,30

Fuente: Norma NOM-023-ENER-2010

Tabla 27. Nivel mínimo de Eficiencia Energética en acondicionadores de aire tipo dividido, con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire

Capacidad de refrigeración [W]	SEER
10600 < CC ≤ 19050	4,68
5859 < CC ≤ 10600	4,68
4101 < CC ≤ 5859	4,39
CC ≤ 4101	4,10

Fuente: NOM-026-ENER-2015

En el informe "Normas de desempeño energético mínimo en México", preparado por CLASP, Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IEE) en 2010⁵⁴, se analizan los impactos proyectados de la política mexicana sobre estándares mínimos de eficiencia energética en aires acondicionados utilizando el modelo BUENAS. Para el año 2020 se espera un ahorro de 1,74 TWh asociado a la utilización de equipos de aire acondicionado residencial y 2,55 TWh considerando además el efecto de la utilización de aire acondicionado central. La tabla siguiente presenta los resultados del estudio.

Tabla 28. Resumen de los resultados del estudio "Normas de desempeño energético mínimo en México"

Equipo	Ahorro energético [GWh]	Reducción de emisiones [kT CO ₂ -eq]
Acondicionadores de aire	1740	1140
Aire acondicionado central	10	6,55

Fuente: CLASP

⁵³ La unidad utilizada en el parámetro EER es Btu/Wh.

⁵⁴ Citado también al inicio de este capítulo y revisado online el 11 de febrero de 2010 en <http://documents.mx/documents/normas-de-eficiencia-energetica-mexico-resena.html>

El gobierno mexicano ha seguido una estrategia de armonización con el programa de eficiencia energética impulsado por el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), siendo los posibles impactos resultantes de la homologación con la norma estadounidense parte importante del análisis nacional. Los estándares mínimos de eficiencia energética utilizados en México utilizan como base la regulación presentada por el DOE en abril de 2011 y que entró en vigencia en 2014.

UNIÓN EUROPEA

Resulta relevante destacar que la normativa chilena de etiquetado de eficiencia energética, en lo relativo a las clases de eficiencia energética para equipos de aire acondicionado, se basa en Directiva 2002/31/CE de la Comunidad Europea.

El alcance de la mencionada Directiva está delimitado por las normas EN 255-1 y EN 814-1⁵⁵, esto es equipos de aire acondicionado enfriados por aire y agua, equipos con fluido secundario, bombas de calor: aire/aire y agua/aire, con compresores eléctricos, utilizados en modos de calentamiento y enfriamiento.

Para el caso de estándares de mínima eficiencia para equipos de aire acondicionado, se cuenta con regulación única para diversas tecnologías, estando otra en desarrollo, como puede apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla 29. MEPS para equipos de aire acondicionado en la Unión Europea

Producto	Alcance	Normativa	Estado
Equipos autocontenidos	Equipos eléctricos de aire acondicionado con una capacidad de enfriamiento, o calefacción si el equipo no tiene función de enfriamiento, de 12 kW o más, y ventiladores de confort con una potencia de 125 W o más	Reglamento Delegado N° 206/2012	Vigente desde 2013 y un aumento en las exigencias desde 2014
Aire acondicionado portátil			
Aire acondicionado de habitación			

⁵⁵ Ambas reemplazadas por EN 14511-1:2013 en cuyo alcance se encuentran: equipos de aire acondicionado, equipos con fluido secundario y bombas de calor usando aire, agua o salmuera como medio de transferencia de calor, con compresores eléctricos, usados para calentamiento o enfriamiento de ambientes. No aplica a bombas de calor para ACS. Aplica para: unidades manufacturadas que pueden incorporar ductos, unidades manufacturadas equipos con fluido secundario con condensadora integral o para el uso de condensadores remotos, unidades manufacturadas de cualquier capacidad fija o variable por cualquier medio, y equipos de aire acondicionado aire-aire que pueden también evaporar el condensado en el lado del condensador. Unidades empaquetadas, sistemas split y multisplit, unidades de un ducto y de ducto doble. En caso de unidades que incluyen diversas partes, el estándar aplica para aquellas suministradas como un paquete completo, excepto equipos con fluido secundario con condensador remoto. Este estándar está destinado principalmente a equipos con agua o salmuera, pero puede utilizado para otros líquidos. Para aquellos equipos que pueden ser operados también en modo de calentamiento, este estándar aplica para la determinación de su desempeño en el modo de calentamiento.

Revisado online el 11 de enero de 2016, en http://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:39043,6095&cs=1141F92C57B8AD97677B66DE7BEAEF923.

Aire acondicionado central	A ser definido. Incorporaría unidades residenciales de ventilación de potencia inferior a 125 W y unidades de ventilación para aplicaciones no residenciales de potencia superior a 125 W.	Sin información	En desarrollo
----------------------------	--	-----------------	---------------

Fuente: CLASP⁵⁶

Para los 3 tipos de equipos de aire acondicionado que actualmente están alcanzados por los MEPS, se estima que los ahorros totales en energía variarían entre 40 y 100 TWh, lo que equivale a evitar la emisión de entre 20 y 50 Mt CO₂ equivalentes.

Como ya se mencionó, la normativa que define las clases de eficiencia energética, y la información que la etiqueta debe contener, fue actualizada en 2012 a través del *Reglamento Delegado (UE) N° 626/2011*, lo que representa una norma más estricta que la Directiva en la cual se inspiró la normativa nacional. Los nuevos límites y categorías de eficiencia energética se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 30. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire, a excepción de los de conducto único y conducto doble

Clase de EE	SEER	SCOP
A+++	SEER ≥ 8,50	SCOP ≥ 5,10
A++	6,10 ≤ SEER < 8,50	4,60 ≤ SCOP < 5,10
A+	5,60 ≤ SEER < 6,10	4,00 ≤ SCOP < 4,60
A	5,10 ≤ SEER < 5,60	3,40 ≤ SCOP < 4,00
B	4,60 ≤ SEER < 5,10	3,10 ≤ SCOP < 3,40
C	4,10 ≤ SEER < 4,60	2,80 ≤ SCOP < 3,10
D	3,60 ≤ SEER < 4,10	2,50 ≤ SCOP < 2,80
E	3,10 ≤ SEER < 3,60	2,20 ≤ SCOP < 2,50
F	2,60 ≤ SEER < 3,10	1,90 ≤ SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Fuente: Reglamento Delegado (UE) 626/2011, Cuadro 1

Tabla 31. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire de conducto único y los de conducto doble

Clase de EE	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único	
	EER _{rated}	COP _{rated}	EER _{rated}	COP _{rated}
A+++	≥ 4,10	≥ 4,60	≥ 4,10	≥ 3,60
A++	3,60 ≤ EER < 4,10	4,60 ≤ COP < 4,60	3,60 ≤ EER < 4,10	3,10 ≤ COP < 3,60
A+	3,10 ≤ EER < 3,60	3,60 ≤ COP < 4,10	3,10 ≤ EER < 3,60	2,60 ≤ COP < 3,10
A	2,60 ≤ EER < 3,10	3,10 ≤ COP < 3,60	2,60 ≤ EER < 3,10	2,30 ≤ COP < 2,60
B	2,40 ≤ EER < 2,60	2,60 ≤ COP < 3,10	2,40 ≤ EER < 2,60	2,00 ≤ COP < 2,30
C	2,10 ≤ EER < 2,40	2,40 ≤ COP < 2,60	2,10 ≤ EER < 2,40	1,80 ≤ COP < 2,00
D	1,80 ≤ EER < 2,10	2,00 ≤ COP < 2,40	1,80 ≤ EER < 2,10	1,60 ≤ COP < 1,80
E	1,60 ≤ EER < 1,80	1,80 ≤ COP < 2,00	1,60 ≤ EER < 1,80	1,40 ≤ COP < 1,60

⁵⁶ Revisado online el 13 de enero de 2016 en http://clasp.ngo/Tools/Tools/SL_Search/SL_SearchResults/?Filter=yes

Clase de EE	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único	
	EER _{rated}	COP _{rated}	EER _{rated}	COP _{rated}
F	$1,40 \leq \text{EER} < 1,60$	$1,60 \leq \text{COP} < 1,80$	$1,40 \leq \text{EER} < 1,60$	$1,20 \leq \text{COP} < 1,40$
G	$< 1,40$	$< 1,60$	$< 1,40$	$< 1,20$

Fuente: Reglamento Delegado (UE) 626/2011, Cuadro 2

Donde:

SEER : Factor de eficiencia energética estacional.

SCOP : Coeficiente de rendimiento estacional.

COP : Coeficiente de rendimiento.

EER : Factor de eficiencia energética.

Respecto a los estándares de mínima eficiencia (MEPS), el Reglamento Delegado (UE) N° 206/2012 de la Comisión de 6 de marzo de 2012 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo respecto de los requisitos de diseño ecológico aplicables a los acondicionadores de aire y los ventiladores, que alcanza los equipos de potencia nominal menor o igual a "12 kW para refrigeración, o calefacción si el producto no tiene función de refrigeración y los ventiladores que utilicen una potencia eléctrica $\leq 125 \text{ W}$ ", establece el desempeño mínimo que deben alcanzar las siguientes categorías de equipos.

Respecto de la normativa de ensayo, en el Reglamento Delegado no se hace referencia a un cuerpo normativo específico, sino que establece en su Considerando 16, que "Las mediciones de los parámetros pertinentes de los productos deben llevarse a cabo mediante métodos de medición fiables, exactos y reproducibles, que tengan en cuenta los métodos de medición más avanzados reconocidos, incluyendo, en su caso, las normas armonizadas adoptadas por los organismos europeos de normalización". En base a lo anterior, se identifica que la norma de ensayo vigente para este tipo de equipos es EN 14511-1:2013 - Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling - Part 1: Terms, definitions and classification.

En el Reglamento Delegado se establecen requerimientos mínimos de eficiencia diferenciados según el potencial de calentamiento global del gas refrigerante, como se muestra en la tabla siguiente, que entraron en vigencia el 1 de enero de 2013.

Tabla 32. Requisitos de eficiencia energética mínima en la Unión Europea

	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único		Otros equipos	
	EER _{rated}	COP _{rated}	EER _{rated}	COP _{rated}	SEER	SCOP
Si el PCG del refrigerante > 150	2,40	2,36	2,40	1,80	3,60	3,40
Si el PCG del refrigerante < 150	2,16	2,12	2,16	1,62	3,24	3,06

Fuente: Reglamento Delegado (UE) N° 206/2012, Cuadro 1 y Cuadro 4

A lo anterior se adicionan los requisitos siguientes para los modos distintos del de operación que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 33. Requisitos de consumo máximo de energía en modo desactivado y modo de espera para acondicionadores

Modo desactivado	El consumo eléctrico del equipo en cualquier estado de modo desactivado no rebasará el límite de 1,00 W.
Modo de espera	El consumo de energía del equipo en cualquier estado que proporcione solo una función de reactivación, o solo una función de reactivación y una mera indicación de activación de esta función, no rebasará el límite de 1,00 W
	El consumo de energía del equipo en cualquier estado que proporcione solo visualización de información o de estado, o solo una combinación de función de reactivación y visualización de información o de estado, no rebasará el límite de 2,00 W
Disponibilidad de modo de espera y/o desactivado	Salvo cuando resulte inadecuado para el uso previsto, el equipo dispondrá de los modos desactivado y/o de espera, o cualquier otro estado que no rebase los límites de consumo eléctrico aplicables a los modos desactivado o en espera mientras el equipo en cuestión se halle conectado a la red de alimentación eléctrica.

Fuente: Reglamento Delegado (UE) N° 206/2012, Cuadro 2

Luego, a partir de enero de 2014, los requisitos de rendimiento para los distintos equipos, se establecieron según la potencia del equipo y el potencial de calentamiento global del fluido de trabajo, tal como puede observarse en Tabla 34.

Tabla 34. Requisitos de eficiencia energética mínima, válido desde el 1 de enero de 2014

	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único		Otros equipos	
	EER _{rated}	COP _{rated}	SEER	SCOP ⁵⁷	EER _{rated}	COP _{rated}
Si el PCG del refrigerante > 150 para < 6 kW	2,60	2,60	4,60	3,80	2,60	2,04

⁵⁷ Temporada de calefacción: "media".

	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único		Otros equipos	
	EER _{rated}	COP _{rated}	SEER	SCOP ⁵⁷	EER _{rated}	COP _{rated}
Si el PCG del refrigerante < 150 para < 6 kW	2,34	2,34	4,14	3,42	2,34	1,84
Si el PCG del refrigerante > 150 para 6 - 12 kW	2,60	2,60	4,30	3,80	2,60	2,04
Si el PCG del refrigerante < 150 para 6 - 12 kW	2,34	2,34	3,87	3,42	2,34	1,84

Fuente: Reglamento Delegado (UE) N° 206/2012, Cuadro 6

Por su parte, para modos distintos del activo, los límites de consumo energético se reducen a la mitad, es decir, 0,50 W para el modo desactivado y en cualquier estado que proporcione solo una función de reactivación, o solo una función de reactivación y una mera indicación de la activación de esta función, y 1,00 W en cualquier estado que proporcione solo visualización de información o del estado, o solo una combinación de función de reactivación y visualización de información o del estado.

URUGUAY

Según da cuenta el Plan de Eficiencia Energética de Uruguay, en diciembre de 2014 se estableció la posibilidad de ingresar voluntariamente equipos de aire acondicionado al Sistema Nacional de Etiquetado de Eficiencia Energética, en base a la normativa creada UNIT-1170:2009, publicada en 2009. A partir de junio de 2016, la incorporación es obligatoria⁵⁸.

Esta normativa establece la metodología y métodos de ensayo para la clasificación, y diseño de la etiqueta para acondicionadores de aire de tipo residencial que tienen una capacidad de refrigeración hasta 12 kW.

Las clases de eficiencia energética se determinan de acuerdo al modo de utilización. En modo de refrigeración, se determina a partir del coeficiente de eficiencia energética (EER) y en modo calefacción, a partir del coeficiente de rendimiento (COP), como se define en la Norma UNIT-ISO 5151, y determinada bajo el método de ensayo establecido en el capítulo 10 de la Norma UNIT-IEC 335-1. Las condiciones de ensayo deben ser las especificadas en el Anexo H de la Norma UNIT ISO 5151.

A continuación, se presentan las clases de eficiencia definidas en la normativa para equipos Monobloque (Compacto) y tipo Split⁵⁹.

⁵⁸ UNIT-1170:2009, Eficiencia Energética - Acondicionadores de aire y bombas de calor - Especificaciones y etiquetado

⁵⁹ Para modo clases en modo calefacción, referirse a la misma normativa UNIT-1170:2009

Tabla 35. Clases de eficiencia energética para aire acondicionado tipo Monobloque en modo refrigeración

Clases	EER
A	$3,00 < \text{EER}$
B	$2,80 < \text{EER} \leq 3,00$
C	$2,60 < \text{EER} \leq 2,80$
D	$2,40 < \text{EER} \leq 2,60$
E	$2,20 < \text{EER} \leq 2,40$
F	$2,00 < \text{EER} \leq 2,20$
G	$\text{EER} \leq 2,00$

Fuente: UNIT

Tabla 36. Clases de eficiencia energética para aire acondicionado tipo Split en modo refrigeración

Clases	EER
A	$3,20 < \text{EER}$
B	$3,00 < \text{EER} \leq 3,20$
C	$2,80 < \text{EER} \leq 3,00$
D	$2,60 < \text{EER} \leq 2,80$
E	$2,40 < \text{EER} \leq 2,60$
F	$2,20 < \text{EER} \leq 2,40$
G	$\text{EER} \leq 2,20$

Fuente: UNIT

Dada la reciente promulgación del Plan de Eficiencia Energética de Uruguay, durante el transcurso de las primeras etapas del presente estudio no se han logrado identificar normativas y/o documentación que pudiesen establecer en el corto o mediano plazo la incorporación de Estándares Mínimos de Eficiencia Energética para equipos de aire acondicionado. Esta información tampoco se encuentra registrada o disponible a través de entidades internacionales como CLASP.

De acuerdo a los antecedentes antes presentados, el equipo consultor ha incorporado a Nueva Zelanda al listado de países en estudio, país que cuenta con un programa de estándares mínimos de eficiencia energética para equipos de aire acondicionado establecido y que por sus características propias a nivel político, social y económico, presenta un ejemplo de interés para el caso Chileno.

Refrigeradores y equipos de aire acondicionado han sido el foco de etiquetado, regulación y establecimiento de MEPS en Nueva Zelanda desde 2002 bajo el programa E3 (Equipment Energy Efficiency Programme)⁶⁰, implementado en conjunto con Australia. El etiquetado y criterios establecidos por los MEPS son revisados cada 3 a 5 años y de ser necesario, actualizados.

Estudios de mercado muestran que el 95% de los consumidores de dicho país están familiarizados con el etiquetado energético, mientras que el 60% catalogan a la eficiencia energética como un factor de importancia en su decisión de compra. El rango de clasificación de los equipos es de 6 estrellas y desde que las etiquetas fueron introducidas la eficiencia de sistemas de aire acondicionado ha mejorado hasta el punto en que la mayoría alcanza las cuatro estrellas⁶¹.



Figura 7: Etiquetado en Nueva Zelanda

La EECA (Energy Efficiency and Conservation Authority), agencia gubernamental que promueve la eficiencia energética es la encargada de la implementación y mantención de los estándares mínimos de eficiencia energética, además, mantiene programas con Energy Star (EE.UU.), bajo los cuales se reconoce y premia al 25% superior de equipos eficientes en cada categoría.

Existen dos sistemas principales de acondicionadores de aire en el mercado; refrigerativos y evaporativos. Los refrigerativos han sido el foco del programa E3 y las regulaciones neozelandesas en general. Los distintos tipos de sistemas refrigerativos regulados son: Split, Ventana, Con ducto y Multisplit.

La RIS (Regulatory Impact Statement) "Revision to Minimum Energy Performance Standards and labelling for air conditioners and revisions to energy rating labelling for domestic refrigerator and freezer appliances"⁶², presentada en mayo de 2011 y aceptada a mediados del año 2013, propuso modificar el etiquetado de aires acondicionados y refrigeradores para así dar un nuevo impulso a la eficiencia energética. Este análisis proyectó la reducción de 97000 Ton de CO₂-eq en un periodo de 10 años. Los nuevos requerimientos, establecidos mediante los indicadores Annual Energy Efficiency Ratio (AEER) y Annual Coefficient of Performance (ACOP), son presentados en la normativa AS/NZS 3823.2:2013⁶³ y en la tabla siguiente:

⁶⁰ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.energyrating.gov.au/about>

⁶¹ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.mbie.govt.nz/info-services/sectors-industries/energy/energy-efficiency-environment/documents-library/energy-efficiency-docs/RIS%20Air%20conditioners%20freezers%20and%20refrigerators%20MEPS.pdf>

⁶² Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.treasury.govt.nz/publications/informationreleases/ris/pdfs/ris-med-ecc-may11.pdf>

⁶³ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.mbie.govt.nz/info-services/sectors-industries/energy/energy-efficiency-environment/documents-library/energy-efficiency-docs/MEPS-heat-pump-RIS.pdf>

Tabla 37. Requerimientos mínimos de eficiencia energética en Nueva Zelanda

Equipo	Capacidad de refrigeración [W]	AEER	ACOP
Unitario sin ducto	CC < 10000	2,84	3,10
Unitario sin ducto	10000 ≤ CC < 19000	2,75	3,10
Split sin ducto	CC < 4000	3,33	3,66
Split sin ducto	4000 ≤ CC < 10000	2,93	3,22
Split sin ducto	10000 ≤ CC < 19000	2,75	3,10
Con ducto	CC < 10000	2,75	3,10
Con ducto	10000 ≤ CC < 19000	2,75	3,10
Multisplit	CC < 4000	3,66	3,66
Multisplit	4000 ≤ CC < 10000	3,22	3,22
Multisplit	10000 ≤ CC < 19000	3,10	3,10
Todas las configuraciones	19000 ≤ CC < 39000	3,10	3,10
Todas las configuraciones	39000 ≤ CC < 65000	2,90	2,90

Fuente: Energy Rating⁶⁴

En febrero de 2016 se abrió la etapa de consulta de la RIS sobre acondicionadores de aire y enfriadores "Regulatory reform opportunities and improving energy efficiency outcomes"⁶⁵. En este documento se presenta un análisis y estudio basado en 3 escenarios que modificarían la normativa actual y uno que mantiene las condiciones actuales (BAU por las siglas de Business as Usual).

La opción A incluye las siguientes propuestas y modificaciones:

- Reemplazo del etiquetado de eficiencia actual por una que incluya diferenciación por zona.
- Expandir el alcance del etiquetado para cubrir equipos de hasta 30kW de capacidad de enfriamiento.
- Acondicionadores de aire portátiles de ducto simple sujetos a etiquetación.
- Acondicionadores de aire portátiles de ducto doble sujetos a etiquetación y MEPS de AEER 2,6

⁶⁴ Revisado online el 11 de febrero de 2016 en <http://www.energyrating.gov.au/products/space-heating-and-cooling/regulatory-requirements>

⁶⁵ Revisado online el 15 de febrero de 2016 en <http://www.energyrating.gov.au/files/221215-consultation-ris-air-conditioners-and-chillerspdf>

- Eliminar los estándares neozelandeses desactualizados y alinearse con procedimientos estadounidenses.

La opción B1, en adición a las propuestas de la opción A, incluye:

- Acondicionadores de aire portables de ducto simple con MEPS de AEER 2,6.
- Eliminar la posibilidad de lograr un 95% de cumplimiento de los MEPS en equipos de velocidad variable.

La opción B2, en adición a las propuestas de la opción B1, incluye:

- Implementar una clasificación según el parámetro SEER para acondicionadores de aire con capacidad de enfriamiento superior a 30kW.

Los resultados esperados de cada una de estas opciones, incluyendo el escenario BAU, se muestran a continuación:

Tabla 38. Resultados de ahorro energético y reducción de emisiones

Opción	Ahorro energético 2017-2030 [GWh]	Reducción de emisiones 2017-2030 [kT CO ₂ -eq]
A	427	41,30
B1	659	64,60
B2	670	65,70
Opción	Ahorro energético 2008-2020 [GWh]	Reducción de emisiones 2017-2020 [kT CO ₂ -eq]
BAU	621	90

Fuente: RIS, 2016

ANÁLISIS DE IMPACTOS CON EL MODELO PAMS

El Sistema de Modelamiento y Análisis de Políticas (PAMS, por las siglas de Policy Analysis Modeling System) utiliza datos específicos para distintos productos y para cada país. Tiene como objetivo modelar el impacto de los Estándares de Mínima Eficiencia (MEPS, por las siglas en inglés de Minimum Energy Performance Standard). Este modelo, sistematizado en una planilla de Microsoft Excel, opera bajo el concepto que los productos existentes en el mercado mantienen un marco de referencia (eficiencia) bien definido.

PAMS calcula los costos y beneficios de las normas de eficiencia bajo dos perspectivas distintas, pero estrechamente relacionadas:

1. La Perspectiva del Consumidor examina los costos y beneficios desde la perspectiva de la familia o de la empresa individual. El cálculo de la perspectiva del consumidor se llama el cálculo de costes del ciclo de vida (LCC).
2. La Perspectiva Nacional proyecta los costos nacionales totales y beneficios que incluyen tanto los beneficios financieros, el ahorro de energía y los beneficios medioambientales. Los cálculos nacionales perspectiva se llaman de Ahorro Nacional de la Energía (NES) y el valor actual (VAN) cálculos netos.

A nivel general, PAMS utiliza parámetros seleccionables y ajustables desde su planilla principal, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 39: Parámetros ajustables – Modelo PAMS

Standard Start Year	Año en que la mejora energética toma efecto
Policy End Year	Año en que termina la aplicación de la norma
Analysis Year	Año de referencia utilizado para calcular costos y beneficios

Fuente: Methodology for the Policy Analysis Modeling System (PAMS) - LBNL

El dado que el modelo funciona bajo un formato de planilla Excel, es posible su adecuación a la realidad nacional modificando las distintas hojas de información de PAMS (referida como "User Inputs Page"). Este tipo de modificaciones son coordinadas con el Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), generando calibraciones a nivel de información de base y el desarrollo de cálculos acordes a la realidad nacional. La información accesible a modificación se lista a continuación:

Tabla 40: Información accesible a modificación – Modelo PAMS

Shipments Forecast	Proyección de las ventas al 2030
Local Baseline Price	Precio de venta del modelo más popular (baja eficiencia)
Local Baseline UEC	Consumo energético unitario del modelo más popular (baja eficiencia)
Mean Product Lifetime	Vida útil promedio del promedio, incluyendo reemplazo adelantado
Annual Base Case Efficiency Improvement	Mejora anual fraccionada en eficiencia de línea base por año

Annual Price Decrease	Disminución anual fraccionada en precio de línea base por año
Consumer Discount Rate	Tasa de descuento usada por los compradores para evaluar las inversiones
National Discount Rate	Tasa de descuento usada para evaluar el beneficio de un programa a nivel nacional
Design Options Price	Precio y eficiencia de las opciones de ingeniería
Electricity Price	Precio pagado por los consumidores por el último kWh de electricidad utilizada (costo marginal)
Heat Rate Factor	Tasa de energéticos utilizada para generar electricidad en una central
T&D Loss Factor - 2005	Pérdidas en transmisión y distribución
CO2 emissions Factor (kg/kWh) -2005	CO2 producido por unidad de electricidad
Electrification Rate & Year	Tasa de electrificación y año de la información más reciente

Fuente: Methodology for the Policy Analysis Modeling System (PAMS) - LBNL

La utilización de PAMS permite, identificar los impactos de las MEPS, tanto para el consumidor, como a nivel nacional.

- Impacto sobre el consumidor
 - Análisis de Costo de Ciclo de Vida
 - Análisis de Período de retorno
- Impacto Nacional
 - Análisis de ahorros de energía
 - Análisis de emisiones evitadas
 - Análisis de impactos financieros netos

Posterior al análisis de dichos impactos, y la relación entre precios y la eficiencia, el equipo consultor utilizará los resultados para realizar análisis de sensibilidad para identificar aquellos aspectos y variables que tienen una mayor incidencia en el consumo energético que busca potenciarse a través del establecimiento de MEPS, entre las que cuentan las siguientes:

- Ventas
- Precio de la electricidad
- Horas de uso
- Precio del material

WORKSHOP Y VISITA A LBNL

Durante los días 9 al 11 de Mayo, representantes del equipo, la contraparte, CONUEE (México) y CLASP, participaron de un Workshop realizado en las instalaciones del LBNL, Berkeley que tuvo como objetivo presentar y demostrar la información de base y proceso de adaptación del modelo MAPS.

Las distintas sesiones fueron distribuidas con tal de realizar las siguientes actividades:

- Estado del arte y Casos de estudio
- Análisis para el desarrollo de estándares

- Requerimientos de información
- Análisis de ingeniería
- Implementación de PAMS
- Reglamentación complementaria y programa Super-Efficient AC
- Expansión del programa de etiquetado en Chile
- Monitoreo, verificación y aplicación

Liderado por el equipo de LBNL, durante el workshop se generó una primera versión del modelo PAMS adaptado a la realidad chilena, el cual es utilizado como base y ha sido modificado y actualizado de acuerdo a la información recopilada y desarrollada por el equipo consultor.

DATOS DE ENTRADA PARA PAMS

Como primera fuente de información para el modelo PAMS, se requiere identificar los tipos de equipos comercializados en el país. Asociado a las entrevistas realizadas con importadores, el equipo consultor ha recopilado información de características técnicas de equipos, precios y clase de eficiencia energética (ver Anexo4) en base a esto, se ha podido estimar el precio promedio por clase de eficiencia energética y por rango de potencia⁶⁶. Las tablas a continuación representan una muestra de los equipos comercializados actualmente en el país.

Tabla 41. Precio promedio de equipos tipo Split en pesos

Split	Rangos de Potencia [kW]								
	Clase de EE	> 0	<= 3	> 3	<= 6	> 6	<= 9	> 9	<= 12
A		456.793		581.653		804.345			-
B		291.575		373.168		684.583			-
C		239.990		308.495		477.995			-
D		-		-		-			978.000
E		-		614.000		714.000			-
F		-		-		-			1.171.000
G		-		-		-			-

Fuente: Elaboración propia en base a información disponible en sitios web de distribuidores y provista por los mismos

Tabla 42. Precio promedio de equipos tipo Ventana en pesos

Ventana	Rangos de Potencia [kW]								
	Clase de EE	> 0	<= 3	> 3	<= 6	> 6	<= 9	> 9	<= 12
A		-		-		-			-
B		-		-		695.912			-
C		284.029		337.436		436.000			-

⁶⁶ A la fecha, esta información sigue siendo completada, pues existe información pendiente de las entrevistas aún no realizadas.

Ventana	Rangos de Potencia [kW]							
Clase de EE	> 0	<= 3	> 3	<= 6	> 6	<= 9	> 9	<= 12
D	-		407.306		-		-	
E	-		-		-		-	
F	197.000		228.000		-		-	
G	-		-		-		-	

Fuente: Elaboración propia en base a información disponible en sitios web de distribuidores y provista por los mismos

Tabla 43. Precio promedio de equipos tipo Cassette en pesos

Cassette	Rangos de Potencia [kW]							
Clase de EE	> 0	<= 3	> 3	<= 6	> 6	<= 9	> 9	<= 12
A	-		-		-		-	
B	-		-		-		-	
C	-		882.028		-		-	
D	-		628.000		1.335.180		1.136.000	
E	-		507.000		828.000		-	
F	-		-		-		-	
G	-		-		-		-	

Fuente: Elaboración propia en base a información disponible en sitios web de distribuidores y provista por los mismos

El modelo PAMS enviado por LBNL⁶⁷ ha sido actualizado utilizando la recopilación de equipos comercializados en el país por la contraparte⁶⁸ e información enviada por los principales importadores y distribuidores.

Los principales parámetros del modelo son descritos y definidos a continuación:

Para el Análisis de Impacto sobre el consumidor:

1. Tasa de descuento: Definido como el interés promedio que el consumidor utilizaría al pagar el mayor costo potencial de un equipo más eficiente. Por defecto, se modela de acuerdo a las tasas de interés locales. Actualmente, el modelo considera una tasa de 23,49%, correspondiente al promedio de las tasas de consumo nominal para el año 2015, publicada por el Banco Central.
2. Consumo energético unitario del equipo (UEC de sus siglas en inglés): Consumo energético anual típico para cada clase de equipo, de acuerdo a factores de uso local y condiciones climatológicas. El modelo PAMS en la actualidad utiliza un consumo promedio estimado de 875,64 kWh/año, equivalentes a 620 horas de enfriamiento para el promedio ponderado del rango de equipos disponibles en el mercado considerados bajo la actual normativa de etiquetado.

⁶⁷ Modelo PAMS enviado el día 25 de mayo de 2016

⁶⁸ Enviado el día 14 de abril de 2016

3. Vida útil del equipo (L): Vida útil promedio de una clase de equipos antes que deban ser desechados o reemplazados. El modelo considera en la actualidad que la vida útil de un equipo de aire acondicionado es de 10 años⁶⁹.
4. Precio de la energía (P): Estimado en base a precio promedio que un consumidor pagar por una unidad de electricidad, aunque idealmente, debiese utilizarse el precio marginal. En la actualidad, el modelo utiliza una Tarifa eléctrica BT 1 asociada a Chilectra de 112,532 \$/kWh - 0,167 USD/kWh⁷⁰
5. Precio de línea base para equipos (Local Baseline Price): Corresponde al precio promedio de un equipo en el mercado local. El modelo utiliza el valor 628,64 USD (\$424.288 CLP), correspondiente al promedio ponderado de los precios de equipos actualmente presentes en el mercado nacional y considerados dentro del programa de etiquetado.

Para el Análisis de Impacto a nivel nacional

1. Tasa de descuento nacional para política pública: Tasa de descuento aplicada al análisis de políticas públicas. De acuerdo a información publicada por el Ministerio de Desarrollo Social, la tasa establecida en Chile es de 6%⁷¹.

El efecto del establecimiento de MEPS debiese ser analizado de acuerdo al nivel o clase de eficiencia energética a establecer como límite inferior para los equipos comercializados en el país. La tabla siguiente presenta el Impacto que el establecimiento de MEPS tendría sobre el consumidor dependiendo de la clase de eficiencia utilizada como referencia.

Tabla 44. Impacto sobre el Consumidor

Variable	Caso Base	Definición de MEPS								
		D	C	B	A	SEER 3,4	SEER 4,1	SEER 5,3	SEER 8	MEPS Max Tech ⁷²
Eficiencia Promedio (EER)	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	4,1	5,3	8,0	11,4
Costo Equipo	628,6	628,8	629,7	631,6	638,1	664,1	701,2	770,9	948,3	1.263,1
UEC en kWh/año	875,6	862,3	846,7	822,4	802,9	782,1	648,1	500,0	331,7	232,2
Tarifa Eléctrica (USD)	146,0	143,8	141,2	137,1	133,9	130,4	108,1	83,4	55,3	38,7

⁶⁹ Recomendación de Energy Star para reemplazo de equipos de aire acondicionado. Revisado en línea el 23 de Junio de 2016 - https://www.energystar.gov/index.cfm?c=heat_cool.pr_checklist_consumers

⁷⁰ Chilectra – Tarifa Chilectra BT1 - Enero 2016 112,532 \$/kWh - 0,167 USD/kWh. Se utiliza el mes de enero pues se considera como intensivo en el uso de equipos de aire acondicionado para enfriamiento

⁷¹ Reporte “Precios Sociales Vigentes 2016”, publicado por el Ministerio de Desarrollo Social de Chile en marzo de 2016

⁷² Categoría que considera la mejor tecnología disponible

Variable	Caso Base	Definición de MEPS								
		D	C	B	A	SEER 3,4	SEER 4,1	SEER 5,3	SEER 8	MEPS Max Tech ⁷²
Costo Ciclo de Vida (LCC)	1.174,8	1.166,7	1.157,9	1.144,5	1.138,9	1.151,9	1.105,5	1.082,8	1.155,3	1.407,9
Mejora en Eficiencia		2%	3%	6%	9%	12%	35%	75%	164%	277%
Payback (años)		0,1	0,2	0,3	0,8	2,3	1,9	2,3	3,5	5,9
Ahorros LCC (USD)		8,1	16,9	30,3	35,9	22,9	69,3	92,1	19,5	-233,1

Fuente: Modelo PAMS

De los resultados anteriores, es posible identificar el rápido retorno de inversión (payback) que presentan las opciones de implementación de MEPS entre las clases D y A, presentando períodos inferiores a un año y maximizando los ahorros para el consumidor en ésta última. Por otro lado, es de considerar además que bajo el modelo, se identifican otros escenarios de interés, como es el establecimiento de MEPS respecto a SEER 5,3; estándar que minimiza los costos a lo largo del ciclo de vida del equipo, pero que presenta un período de retorno de la inversión mayor a 2 años y cuyo indicador o métrica para medir nivel de eficiencia energética, no es utilizado por el actual protocolo de medición ni por el programa de etiquetado para estos equipos.

De los resultados anteriores, es posible inferir que la incorporación de estándares mínimos de eficiencia representaría ahorros tanto a nivel económico como a nivel energético para los consumidores, llevando consigo mejoras en eficiencia energética y una disminución en emisiones que fluctuaría entre 46,1 y 2.226,4 Kg eq/CO₂, dependiendo de la MEPS establecida, a lo largo del ciclo de vida del producto⁷³.

Para el Impacto de la implementación de MEPS a nivel nacional, es posible observar que, de la misma forma que en el caso del Análisis de Impacto sobre el Consumidor, también se alcanza un máximo relativo para el Beneficio Actual Neto (Valor actual neto calculado con una tasa de descuento de 6%) al establecer la clase A de eficiencia como estándar mínimo de eficiencia energética, mientras que su máxima valor se lograría al utilizar la clase SEER 8 como base para dicho estándar. La tabla siguiente presenta el resumen de los resultados de Impacto nacional para cada una de las clases de EE.

⁷³ Estimado utilizando el factor de emisión promedio del SIC para el año 2015; FEsic = 0,346 Ton CO₂ eq/MWh, extraído del sitio web huelladecarbono.minenergia.cl

Tabla 45. Impacto a Nivel Nacional

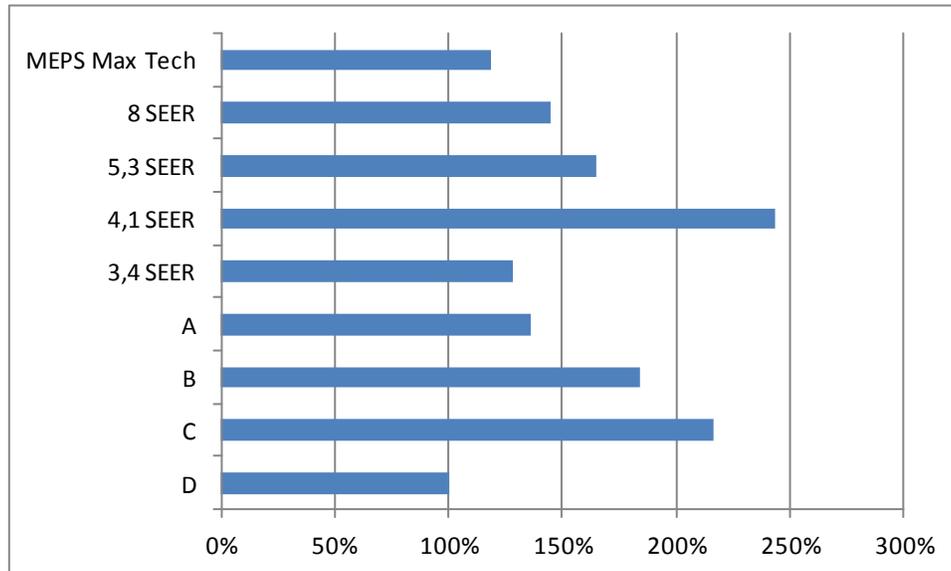
	Definición de MEPS									
	D	C	B	A	SEER 3,4	SEER 4,1	SEER 5,3	SEER 8	MEPS Max Tech	
Ahorro Total en Electricidad al 2040 Millones USD	41,2	89,4	164,5	224,6	288,8	702,8	1.160,0	1.679,7	1.987,3	
Costo Total Incremental de los Equipos al 2040 Millones USD	0,6	2,9	7,8	24,9	94,0	192,4	376,9	847,2	1.681,2	
Beneficio Actual Neto Millones USD ⁷⁴	40,6	86,4	156,7	199,6	194,9	510,4	783,1	832,5	306,1	
Razón Costo/Beneficio	74,1	30,4	21,0	9,0	3,1	3,7	3,1	2,0	1,2	
Ahorro Energía por sitio	2020 GWh	3,7	8,0	14,8	20,2	25,9	63,1	104,2	150,8	178,4
	2030 GWh	25,8	56,0	103,2	140,8	181,1	440,7	727,4	1.053,2	1.246,0
	2040 GWh	48,4	105,0	193,3	263,8	339,2	825,4	1.362,4	1.972,8	2.334,0
Ahorro Energía acumulado por sitio al	2020 GWh	5,5	11,9	22,0	30,0	38,6	93,9	155,0	224,4	265,5
	2030 GWh	163,0	353,7	651,1	888,7	1.143,0	2.781,2	4.590,6	6.647,2	7.864,3
	2040 GWh	538,4	1.168,3	2.150,9	2.935,6	3.775,8	9.187,0	15.164,0	21.957,5	25.977,6
Ahorro en energía primaria al	2020 Mtoe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2030 Mtoe	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	1,5
	2040 Mtoe	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,7	2,8	4,1	4,9
Mitigación emisión de CO2 al	2020 MT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	2030 MT	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,5	2,4	3,5	4,1
	2040 MT	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0	4,8	7,9	11,5	13,6

Fuente: Modelo PAMS

⁷⁴ Tasa de descuento 6%

En cuanto a las emisiones evitadas, y considerando el factor de emisión promedio del Sistema Interconectado Central para el año 2015, es posible estimar que el establecimiento de MEPS entre las clases D y Max Tech (mejor tecnología disponible), evitaría la emisión de 186.293,8 a 8.988.238,5 Ton CO₂ eq, dependiendo de la clase de EE establecida como estándar. Cabe destacar también que, en base al Análisis de Impacto Nacional, también es posible identificar que el caso de establecer MEPS bajo SEER 4,1; presentaría un mayor aumento relativo respecto en beneficios respecto a la categoría inferior.

Figura 8: Aumento relativo de ahorros/beneficios para cada categoría de EE



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el objetivo de identificar aquellos aspectos y variables que tienen una mayor incidencia en el consumo energético que busca potenciarse a través del establecimiento de MEPS, en la presente sección se completarán cinco análisis de sensibilidad de acuerdo a las siguientes variables:

- Ventas
- Precio de la electricidad
- Horas de uso
- Precio del material
- Tasa de descuento cliente

Con tal de simplificar el análisis, éstos se llevarán a cabo utilizando sólo 3 opciones de MEPS para cada caso (clase D, clase A y clase SEER 5,3).

VENTAS

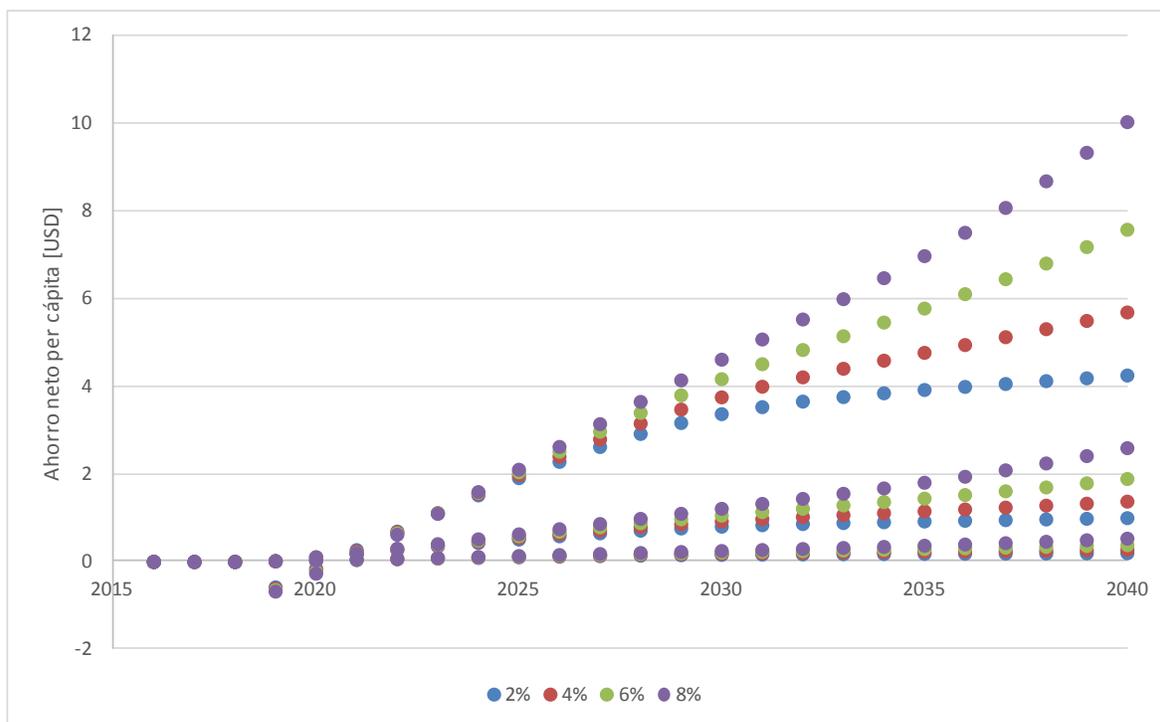
La proyección de ventas utilizada actualmente por el modelo PAMS utiliza una tasa de crecimiento de ventas propuesta por la BSRIA (del inglés Building Services Research and Information Association) equivalente al 6%. De acuerdo a información recopilada durante

el ciclo de entrevistas, las empresas en Chile esperan un crecimiento del mercado que estaría en un rango entre el 2% y 4%, más moderado que lo propuesto por el BSRIA.

Bajo este concepto, se contemplan 3 escenarios adicionales, crecimiento de 2%, 4% y 8%, lo que incorporaría además un escenario más optimista al propuesto por la BSRIA.

El ahorro neto per cápita se ve afectado directamente por el cambio en la tasa de crecimiento del mercado de equipos de AC. Aquí es posible identificar que existe una relación directa entre la tasa de crecimiento del mercado y mayores eficiencias establecidas en el MEPS. En la parte superior de la figura siguiente, es posible distinguir claramente que el conjunto de valores asociados a la clase más eficiente (SEER 5,3) y ordenados de mayor crecimiento de mercado a menor, son aquellos que representan mayores ahorros per cápita. Por otro lado, aquellos que asocian el MEPS a la clase D, se encuentran en la parte baja del eje ordenado, representando menores ahorros per cápita.

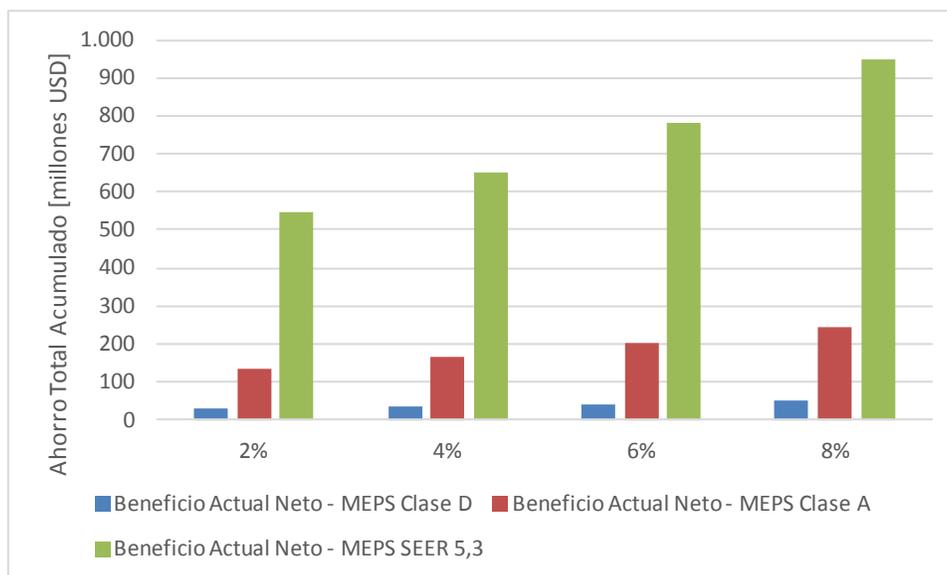
Figura 9: Ahorro per cápita asociado a distintas tasas de crecimiento y MEPS



Fuente: Elaboración propia

El aumento de la tasa de crecimiento en el ingreso de equipos al mercado también generaría beneficios a nivel nacional bajo cualquier caso de MEPS. El beneficio actual neto, calculado como el valor actual neto que considera los costos de los equipos y los ahorros en electricidad al año 2040, calculado para el año 2016 se presenta en la siguiente figura.

Figura 10: Beneficio Actual Neto – distintas tasas de crecimiento



Fuente: Elaboración propia

De las figuras y análisis anteriores se puede concluir que los cambios en la tasa de crecimiento del mercado de equipos de aire acondicionado afectan directamente a los resultados esperados a considerar con la implementación de MEPS. Lo que indicaría que cualquier actualización en la normativa debiese tomar en consideración esta variable y las consideraciones de los actores de mercado.

PRECIO DE LA ELECTRICIDAD

El precio de la electricidad ha sido históricamente una variable de importancia al definir estrategias de eficiencia energética y para este caso no es excepción. Se analizará el efecto de los siguientes precios en el modelo:

- Chile : 0,167 USD/kWh
- Promedio OCDE⁷⁵ : 109,4 USD/MWh = 0,109 USD/kWh
- Unión Europea⁷⁶ : 0,2105 Euro/kWh = 0,2328 USD/kWh
- México⁷⁷ : 90,08 USD/MWh = 0,090 USD/kWh

En la siguiente tabla, se puede observar que las variaciones del precio de la energía sólo afectarían, como es lo esperado, sobre las variables directamente relacionadas, como lo son el pago de tarifa eléctrica y el costo del ciclo de vida.

⁷⁵ Revisado online el 05-06-2016 en <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=221>

⁷⁶ Revisado online el 05-06-2016 en <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

⁷⁷ International Energy Agency - Key World Energy Statistics 2015

Tabla 46: Efectos de variaciones de precio de la energía sobre la línea base

Variable	Línea Base			
	Chile	OCDE	UE	México
Eficiencia Promedio (EER)	3,0	3,0	3,0	3,0
Costo Equipo (USD)	628,6	628,6	628,6	628,6
UEC en kWh/año	875,6	875,6	875,6	875,6
Tarifa Eléctrica (USD)	146,0	95,4	203,8	78,8
Costo Ciclo de Vida (LCC)	1.174,8	985,7	1.391,2	923,5

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, al analizar el efecto de los cambios de tarifa sobre las opciones de recambio, es posible observar que estas variaciones generan variaciones significativas en el período de recuperación de inversión.

Tabla 47: Efectos de variaciones de precio de la energía sobre distintas opciones de MEPS

Variable	Chile			OCDE			UE			México		
	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3
Tarifa Eléctrica (USD)	143,8	133,9	83,4	94,0	87,5	54,5	200,7	186,9	116,4	77,6	72,3	45,0
Costo Ciclo de Vida (LCC)	1.166,7	1.138,9	1.082,8	980,5	965,5	974,8	1.379,8	1.337,3	1.206,3	919,2	908,4	939,2
Payback (años)	0,1	0,8	2,3	0,1	1,2	3,5	0,1	0,6	1,6	0,2	1,4	4,2
Ahorros LCC (USD)	8,1	35,9	92,1	5,2	20,2	10,9	11,4	53,9	184,9	4,3	15,1	- 15,8

Fuente: Elaboración propia

Se puede definir que el costo de la electricidad afecta directamente a la variable que describe el retorno de la inversión (payback), asociado a variables de pago de tarifa eléctrica y costo de ciclo de vida, ya que mientras menor sea el costo de la electricidad, mayor el tiempo en que la inversión se recuperará a través de los ahorros generados.

HORAS DE USO

Las horas de uso están definidas directamente por la zona climática en la cual se utilicen los equipos de aire acondicionado. Con tal de caracterizar el consumo energético bajo distintos requerimientos de uso, se han seleccionado distintas ciudades de Chile, representando las macrozonas conocidas como norte grande, norte chico, zona central, zona sur y zona austral. El requerimiento de horas de enfriamiento ha sido calculado de acuerdo a las temperaturas media, máxima absoluta y mínima absoluta, utilizando de referencia el año 2014. De esta forma, se modifica la variable UEC en el modelo PAMS con los siguientes valores⁷⁸:

Tabla 48: Horas de enfriamiento requerido y UEC resultante

Zona	Ciudad	Horas Año de enfriamiento [Horas]	UEC [kWh]
Norte Grande	Antofagasta	88	124,71
Norte Chico	La Serena	38	54,27
Zona Central	Santiago	620	875,64
Zona Sur	Valdivia	157	221,62
Zona Austral	Punta Arenas	19	26,73

Fuente: Elaboración propia

Observando el efecto de los distintos requerimientos de enfriamiento para las distintas zonas climáticas, es posible observar que los cuando existen reducidos requerimientos de enfriamiento, no es recuperar la inversión de adquirir equipos más eficientes. Sólo en el caso que se establecieran MEPS bajo una clase D de eficiencia energética, podría justificarse la inversión para cada uno de los casos analizados, pues este estándar es el único que se justificaría en zonas con reducido requerimiento de frío como es el caso de la zona Austral.

Tabla 49: Evaluación de distintos UEC – Zona Norte

Variable	Norte Grande			Norte Chico		
	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3
UEC en kWh/año	122,8	114,4	71,2	53,4	49,8	31,0
Tarifa Eléctrica (USD)	20,5	19,1	11,9	8,9	8,3	5,2
Costo Ciclo de Vida (LCC)	705,4	709,4	815,3	662,2	669,1	790,2
Payback (años)	0,7	5,5	15,9	1,5	12,5	36,6
Ahorros LCC (USD)	1,0	- 3,0	- 108,9	0,3	- 6,6	- 127,7

Fuente: Elaboración propia

⁷⁸ Ver archivo A4-PAMS_Capturas_Sensibilidad.xlsx en el Anexo 4

Tabla 50: Evaluación de distintos UEC – Zona Central y Sur

Variable	Zona Central			Zona Sur			Zona Austral		
	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3
UEC en kWh/año	862,3	802,9	500,0	218,2	203,2	126,6	26,3	24,5	15,3
Tarifa Eléctrica (USD)	143,8	133,9	83,4	36,4	33,9	21,1	4,4	4,1	2,5
Costo Ciclo de Vida (LCC)	1.166,7	1.138,9	1.082,8	765,0	764,8	849,8	645,3	653,3	780,4
Payback (años)	0,1	0,8	2,3	0,4	3,1	9,0	3,1	25,4	74,4
Ahorros LCC (USD)	8,1	35,9	92,1	1,9	2,1	- 82,9	0,0	- 8,0	- 135,1

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que a pesar de haber incluido las macrozonas climáticas en el análisis, este tipo de variable requeriría un análisis más minucioso, puesto que cada una de las zonas climáticas podría subdividirse además en "microzonas" e identificar climas tales como: costero, valle central y cordillerano; lo que afectaría en gran medida al cálculo de las horas año de enfriamiento requeridas por zona.

Por otro lado, en el caso Europeo, el análisis considera no sólo las horas de enfriamiento, sino que también las horas de calefacción requeridas, lo que permitiría generar un análisis anual del uso de un equipo de aire acondicionado (para aquellos que cumplan funciones de frío/calor).

PRECIO DE LOS EQUIPOS

Considerando la amplia dispersión en los precios de los equipos de aire acondicionado residencial y la amplia presencia de equipos Split, se considerarán las variaciones de precio de éstos. En base a la disponibilidad de equipos en el mercado y aquellos más comunes, se utilizará máximos y mínimos para los precios de unidades de aire acondicionado con una potencia entre 3 kW y 6 kW.

Precio mínimo: \$245.000 CLP = 363 USD

Precio máximo: \$614.000 CLP = 910 USD

Cabe destacar que las variaciones de precios observadas en los productos presentes en el mercado alcanzan diferencias cercanas al 200%.

Tabla 51: Comparación casos Base – Variación de precio en equipos

Variable	Línea Base		
	Precio = 363 USD	Precio = 629 USD	Precio = 910 USD
Eficiencia Promedio (EER)	3,0	3,0	3,0
Costo Equipo (USD)	363,0	628,6	909,7

Variable	Línea Base		
	Precio = 363 USD	Precio = 629 USD	Precio = 910 USD
UEC en kWh/año	875,6	875,6	882,1
Tarifa Eléctrica (USD)	146,0	146,0	147,1
Costo Ciclo de Vida (LCC)	909,2	1.174,8	1.459,9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede observar que para el caso de la línea base, el precio de los equipos afectaría sólo al cálculo del costo del ciclo de vida, puesto que las otras variables se comportan como parámetros.

Tabla 52: Comparación de MEPS – Variación de precio en equipos

Variable	Precio = 363 USD			Precio = 629 USD			Precio = 910 USD		
	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3	D	A	SEER 5,3
Eficiencia Promedio (EER)	3,1	3,3	5,3	3,1	3,3	5,3	3,1	3,3	5,3
Costo Equipo (USD)	363,1	368,4	445,1	628,8	638,1	770,9	910,0	923,3	1.115,6
UEC en kWh/año	862,3	802,9	500,0	862,3	802,9	500,0	862,3	802,9	500,0
Tarifa Eléctrica (USD)	143,8	133,9	83,4	143,8	133,9	83,4	143,8	133,9	83,4
Costo Ciclo de Vida (LCC)	901,0	869,2	757,0	1.166,7	1.138,9	1.082,8	1.447,9	1.424,2	1.427,4
Mejora en Eficiencia	2%	9%	75%	0,0	0,1	0,8	2%	9%	75%
Payback (años)	0,1	0,4	1,3	0,1	0,8	2,3	0,1	1,1	3,3
Ahorros LCC (USD)	8,2	39,9	152,2	8,1	35,9	92,1	8,0	31,7	28,5

Fuente: Elaboración propia

Al igual que la mayoría de las variables analizadas anteriormente, se puede observar que la variación en los precios del equipo afecta directamente al Costo del Ciclo de Vida, influyendo directamente en sus ahorros y período de recuperación de inversión.

TASA DE DESCUENTO CLIENTE

La tasa de descuento de cliente utilizada actualmente es el promedio de las tasas de interés de los créditos de consumo correspondientes al año 2015, de acuerdo al Banco Central de Chile, equivalente a un 23,49%. Sin embargo es un valor que presenta una volatilidad importante y, considerando un período más extendido, el valor promedio del año 2015 se encuentra por debajo de promedios históricos.

Por otra parte, la tasa de descuento de clientes correspondientes solo al sector comercial es varias veces menor al promedio considerado.

Dadas las consideraciones anteriores, y utilizando la información del Banco Central de Chile del período comprendido entre enero de 2013 y diciembre de 2015, se analizará el efecto de los siguientes valores para la tasa de descuento.

- Tasa de descuento, valor mínimo (2013 – 2015): 22,71%
- Tasa de descuento, valor promedio (2013 – 2015): 25,16%
- Tasa de descuento, valor máximo (2013 – 2015): 27,46%
- Tasa de descuento cliente comerciales, valor promedio (2013 – 2015): 7,97%

A continuación se presenta la línea base para las diferentes tasas de descuento, donde se destaca que solo el costo del ciclo de vida presenta variaciones y el resto de las variables se comportan como parámetros.

Tabla 53. Comparación casos Base - Variación de tasa de descuento de clientes

Variable	Línea Base				
	Actual 23,49%	Mínimo 22,71%	Promedio 25,16%	Máximo 27,46%	Promedio Comercio 7,97%
Eficiencia Promedio (EER)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Costo Equipo (USD)	628,6	628,6	628,6	628,6	628,6
UEC en kWh/año	875,6	875,6	875,6	875,6	875,6
Tarifa Eléctrica (USD)	146,0	146,0	146,0	146,0	146,0
Costo Ciclo de Vida (LCC)	1.174,8	1.188,5	1.147,4	1.113,3	1.609,6

Fuente: Elaboración propia

De forma consistente a los casos base, la comparación de las distintas opciones de MEPS, en relación a las tasas de descuento propuestas, muestra variaciones en los costos de ciclo de vida (LCC) y por consiguiente, en los ahorros LCC. Esto se debe a que el modelo no considera distorsiones en las proyecciones de ventas en base a la tasa de descuento.

Tabla 54. Comparación de MEPS - Variación de tasas de descuento de clientes

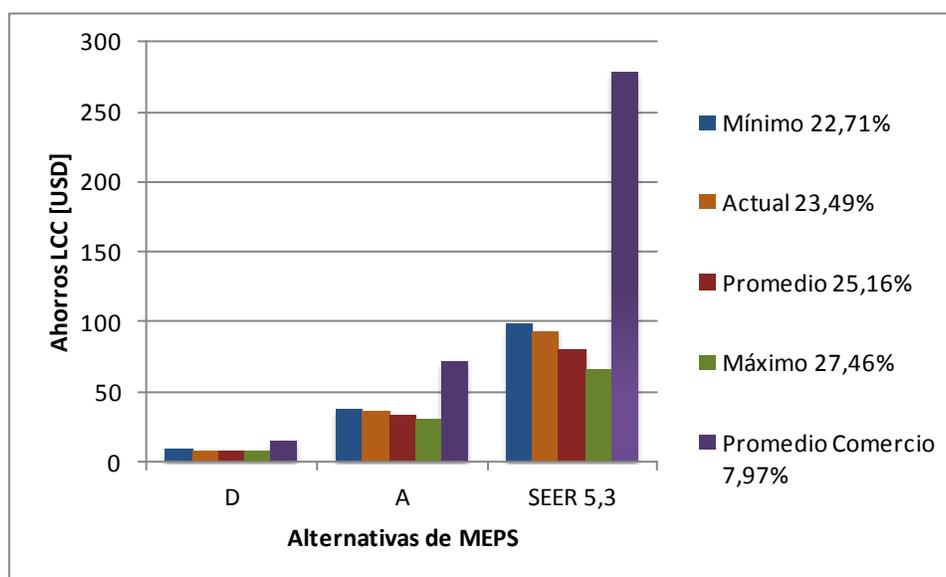
Casos de análisis		Tarifa Eléctrica (USD)	Costo Ciclo de Vida (LCC)	Payback (años)	Ahorros LCC (USD)
Actual 23,49%	D	143,77	1166,70	0,09	8,11
	A	133,87	1138,86	0,78	35,94
	SEER 5,3	83,37	1082,75	2,27	92,05
Mínimo 22,71%	D	3,07	628,85	0,09	8,32
	A	3,30	638,05	0,78	37,08
	SEER 5,3	5,30	770,87	2,27	97,91
Promedio 25,16%	D	3,07	628,85	0,09	7,69
	A	3,30	638,05	0,78	33,67
	SEER 5,3	5,30	770,87	2,27	80,29
Máximo	D	3,07	628,85	0,09	7,17

Casos de análisis		Tarifa Eléctrica (USD)	Costo Ciclo de Vida (LCC)	Payback (años)	Ahorros LCC (USD)
27,46%	A	3,30	638,05	0,78	30,84
	SEER 5,3	5,30	770,87	2,27	65,68
Promedio Comercio 7,97%	D	3,07	628,85	0,09	14,73
	A	3,30	638,05	0,78	72,05
	SEER 5,3	5,30	770,87	2,27	278,57

Fuente: Elaboración propia

Para las distintas opciones de MEPS es posible encontrar diferencias en los escenarios propuestos de tasas de descuento de clientes, tanto para los costos de ciclo de vida como para ahorros LCC. A continuación se muestran los ahorros LCC para las distintas opciones MEPS y su variación de acuerdo a las tasas de descuento de clientes, donde es posible observar dicha diferencia.

Figura 11. Ahorros LCC - Variación de tasas de descuento de cliente



Fuente: Elaboración propia

De la figura y análisis anterior es posible concluir que los ahorros del ciclo de vida se ven directamente afectados por la tasa de descuento, particularmente notorio en la comparación con la tasa de descuento de clientes del sector comercial. Haciéndose evidente que para alternativas MEPS más eficientes, cambios en la tasa de descuento generan mayores impactos en los ahorros LCC.

De los análisis anteriores se pudo observar que la variable con comportamiento más crítico está asociada a las Horas de Uso de los Equipos y su consumo anual asociado. El equipo consultor considera necesaria, al menos la consideración de zonas geográficas que consideren climas costeros, valles centrales y cordilleranos, además de cubrir el país

en su longitud con tal de generar modelos que representen de forma correcta los consumos y ahorros esperados por la implementación de MEPS. Asimismo, también se estima necesaria analizar la inclusión de las horas de calefacción necesarias, lo que permitiría calcular de mejor forma el uso real de equipos que posean funciones de frío y calor.

DEFINICIÓN DE MEPS

En la actualidad, la clasificación energética de las bombas de calor, a diferencia de los parámetros de coeficiente de eficiencia energética (EER / COP) donde se establecía la tasa de energía aprovechada por parte del equipo en su funcionamiento a plena carga respecto del consumo energético demandado, considera aspectos de la operación del equipo a cargas parciales y consumo de energía por activación del termostato. De esta manera, actualmente la caracterización se realiza sobre los parámetros denominados factor de eficiencia energética estacional (SEER) para el modo de frío y coeficiente de rendimiento estacional (SCOP) para el modo de calentamiento.

En Europa, a partir del año 2013 se han establecidos los siguientes rangos para el modo de enfriamiento (SEER) y para el modo de calentamiento de la bomba de calor (SCOP) para potencias menores a 12 kW.

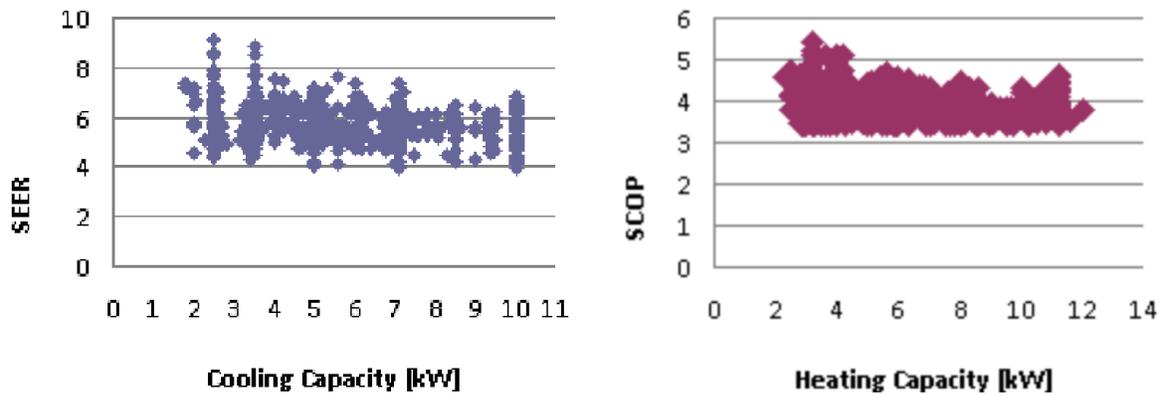
Tabla 55: Clases de Eficiencia Energética utilizadas en Europa

Clase de Eficiencia Energética	SEER	SCOP
A+++	SEER \geq 8,50	SCOP \geq 5,10
A++	6,10 \leq SEER < 8,50	4,60 \leq SCOP < 5,10
A+	5,60 \leq SEER < 6,10	4,00 \leq SCOP < 4,60
A	5,10 \leq SEER < 5,60	3,40 \leq SCOP < 4,00
B	4,60 \leq SEER < 5,10	3,10 \leq SCOP < 3,40
C	4,10 \leq SEER < 4,60	2,80 \leq SCOP < 3,10
D	3,60 \leq SEER < 4,10	2,50 \leq SCOP < 2,80
E	3,10 \leq SEER < 3,60	2,20 \leq SCOP < 2,50
F	2,60 \leq SEER < 3,10	1,90 \leq SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Fuente: Certificación Eurovent

Con el objetivo de verificar los niveles actuales de factores de eficiencia energética estacional y los coeficientes de rendimiento estacional de los respectivos equipos certificados en Europa, a continuación, se muestran gráficos preparados por Eurovent donde se muestra los rangos de variación en función de la potencia de las bombas de calor.

Figura 12: Variación tecnológica en Bombas de Calor

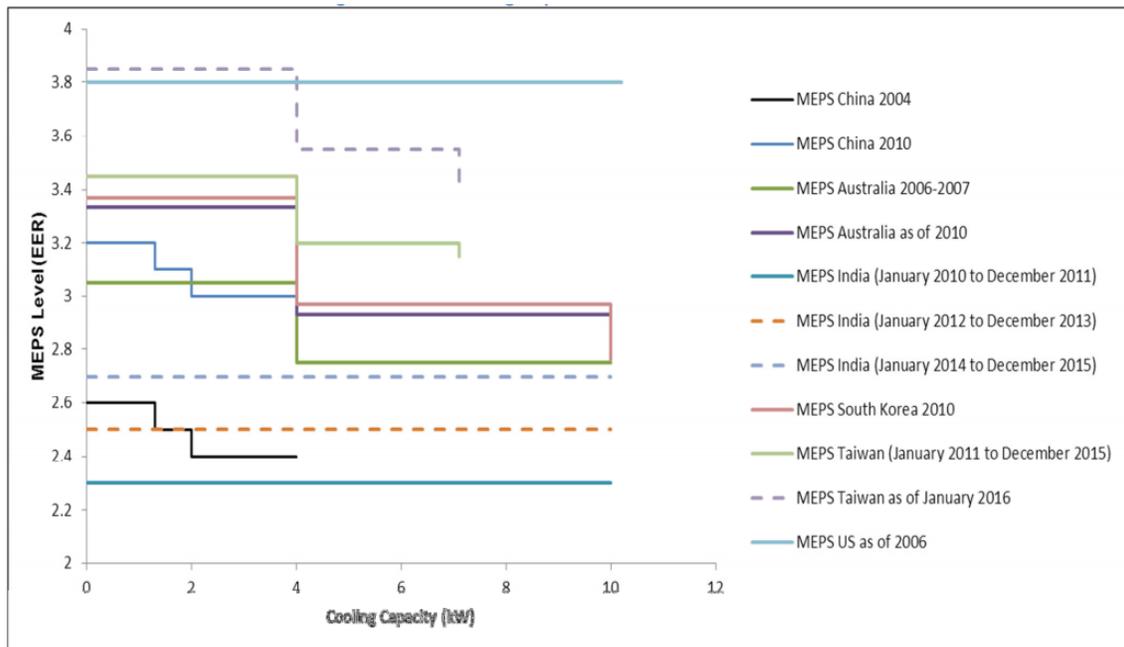


Fuente: Eurovent

Los gráficos anteriores muestran el rango de variación tecnológica de las respectivas bombas de calor para diferentes potencias de enfriamiento y de calefacción respectivamente.

En cuanto a los estándares mínimos de desempeño de energía (MEPS), la siguiente figura de estudios de "COOLING BENCHMARKING de junio 2011" desarrollados "in Partnership with The Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP) muestra de manera comparativa los rangos adoptados por diferentes tipos de economía para diferentes potencias de enfriamiento. La métrica utilizada corresponde a los valores de enfriamiento a capacidad máxima de enfriamiento EER, asimismo, se observa que la comunidad europea no está incluida desde que este estándar está incorporado en la directiva de productos "Ecodesign". Por otra parte, en lo que respecta a Japón, la métrica utilizada por este país corresponde al factor de desempeño anual (APF).

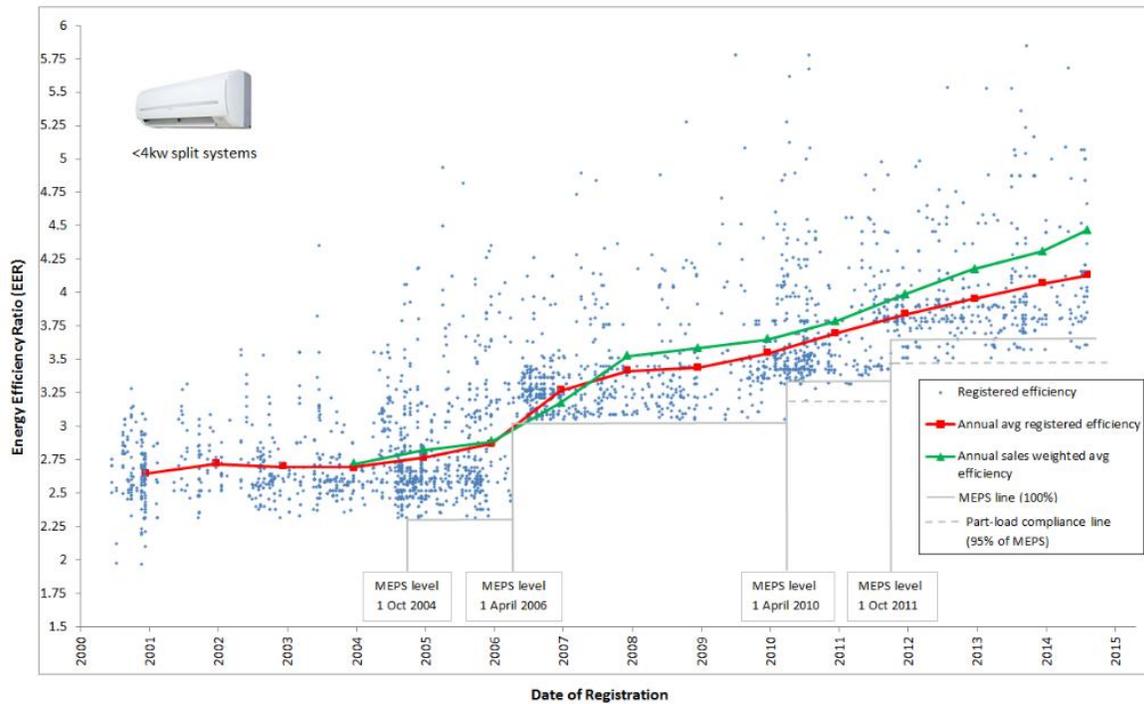
Figura 13: Niveles de MEPS para distintos países



Fuente: <http://mappingandbenchmarking.iea-4e.org/matrix>

Cuando se analiza la tasa de crecimiento del EER de los países con grandes economías en el período de 1996 hasta el 2010, se observa que el incremento en este período ha sido de un 20%. Esto, por mejoras tecnológicas tales como la introducción de compresores con capacidad variable en el período de 1980 – 1990, la utilización de compresores INVERTER AC en torno del año 2000 y a partir del año 2007 el uso del compresor INVERTER DC. En estas circunstancias, se ha estimado que la influencia de los MEPS en el incremento anual del EER ha sido de un 3% desde el año 2000. La evolución para la realidad de Australia es mostrada a continuación para equipos Split menores a 4 kW.

Figura 14: Medias anuales de Eficiencia EER



Fuente: <http://creativecommons.org/licences/by/3.0/au>

Como se observa, a pesar de la gran dispersión de los datos de la EER las medias anuales de eficiencia aumentan sistemáticamente y el valor establecido para los MEPS desde el año 2006 hasta el 2010 aumenta a una tasa 6,5% y desde el 2010 hasta fines del 2011 a una tasa de 10,6%.

La figura anterior es concordante con la información de importantes fabricantes que reportan equipos split con tecnología inverter con EER del orden de 5,63 o aún 6,1. En estas circunstancias, para Chile, un valor de MEPS (según la métrica EER) entre 3,1 y 3,7 es perfectamente factible de considerar toda vez que el rango inferior se utiliza desde 2006 en países desarrollados. No obstante lo anterior, un valor de 3,3 debiera de ser el techo mínimo considerando que no es ni el más exigente, relativo a países de mayor economía, ni el menor.

RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN DE MEPS

La definición de los estándares mínimos de eficiencia energética considera las características del mercado y sus participantes, es por ello que, al identificar una oferta prácticamente inexistente para equipos que clasifiquen bajo las categorías F y G, se estima que la implementación de estas MEPS debiese utilizar como punto de inicio la clase E de eficiencia energética.

Desde la definición de una MEPS hasta su implementación, es necesario considerar una variable temporal que permita al mercado adaptarse a esta nueva normativa. En la experiencia internacional se observan casos que utilizan períodos de un año entre la definición y la implementación, aunque no es extraño encontrar ejemplos que llegan hasta tres años entre la definición de un estándar mínimo de eficiencia y su ejecución y entrada en vigencia⁷⁹. Este período de "adaptación" permite a los distintos actores del mercado (fabricantes, importadores y distribuidores) generar los cambios necesarios para cumplir con la nueva normativa.

De la misma forma, el equipo consultor considera importante considerar e incorporar las métricas utilizadas a nivel internacional, como lo son el SEER para el modo frío y SCOP para el modo de calentamiento, o en su defecto, la inclusión de métricas que permitan visualizar de una mejor forma los cambios tecnológicos como lo son la razón EER/COP, o en su defecto, su equivalente estacional SEER/SCOP.

De esta forma, se plantean las siguientes MEPS para los equipos de Aire Acondicionado de acuerdo a la normativa vigente, además de la inclusión de nuevas clases de Eficiencia Energética⁸⁰.

Tabla 56. Actualización propuesta a la normativa vigente – Equipos divididos

Clase de EE	Divididos con una unidad interior y una unidad exterior	Entrada en vigencia MEPS
A+++	4,10 < IEE	
A++	3,80 < IEE ≤ 4,10	
A+	3,50 < IEE ≤ 3,80	
A	3,20 < IEE ≤ 3,50	MEPS A = 3,20 01 de Julio de 2021
B	3,00 < IEE ≤ 3,20	MEPS B = 3,00 01 de Julio de 2020
C	2,80 < IEE ≤ 3,00	MEPS C = 2,80 01 de Julio de 2019
D	2,60 < IEE ≤ 2,80	
E	2,40 < IEE ≤ 2,60	
F	2,20 < IEE ≤ 2,40	
G	IEE ≤ 2,20	

Fuente: Elaboración propia

⁷⁹ Casos de Argentina y Unión Europea

⁸⁰ Las fechas planteadas consideran la entrada en vigor las MEPS en meses de invierno, con tal de no afectar los mayores períodos de venta de los equipos.

Tabla 57. Actualización propuesta a la normativa vigente – Equipos compactos

Clase de EE	Equipos Compactos	Entrada en vigencia MEPS
A+++	3,90 < IEE	
A++	3,60 < IEE ≤ 3,90	
A+	3,30 < IEE ≤ 3,60	
A	3,00 < IEE ≤ 3,30	MEPS A = 3,00 01 de Julio de 2021
B	2,80 < IEE ≤ 3,00	MEPS B = 2,80 01 de Julio de 2020
C	2,60 < IEE ≤ 2,80	MEPS C = 2,60 01 de Julio de 2019
D	2,40 < IEE ≤ 2,60	
E	2,20 < IEE ≤ 2,40	
F	2,00 < IEE ≤ 2,20	
G	IEE ≤ 2,00	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, ampliando los alcances del estudio, a futuro, se estima conveniente unificar las categorías de eficiencia energética bajo una misma métrica estacional. Utilizando una aproximación simple publicada por el Departamento de Energía de EEUU⁸¹ y a la vez, utilizando las actuales clases de eficiencia energética utilizadas en Europa, se estima que la categoría establecida por la última MEPS planteada, clasificaría bajo la clase E, utilizando métricas estacionales.

$$IEE = 1,12 * SEER - 0,02 * SEER^2$$

Tabla 58. Actualización propuesta a la normativa vigente – Métricas estacionales

Clase de EE	Acondicionadores de Aire de velocidad variable SEER
A+++	8,50 < SEER
A++	6,10 < SEER ≤ 8,50
A+	5,60 < SEER ≤ 6,10
A	5,10 < SEER ≤ 5,60
B	4,60 < SEER ≤ 5,10
C	4,10 < SEER ≤ 4,60
D	3,60 < SEER ≤ 4,10
E	3,10 < SEER ≤ 3,60
F	2,60 < SEER ≤ 3,10
G	SEER ≤ 2,60

Fuente: Elaboración propia

De esto, se considera recomendable incluir a modo de marcha blanca, la categorización de los equipos de aire acondicionado bajo métricas estacionales en la actualización de la normativa, y que ésta, obtenga carácter obligatorio, al terminar la implementación de las MEPS planteadas anteriormente.

⁸¹ http://www.power-calculation.com/EER_SEER_COP_conversion_air_conditioning.php

Tabla 59. Actualización propuesta a la normativa vigente – Métricas estacionales

Clase de EE	Acondicionadores de Aire SEER
A+++	8,50 < SEER
A++	6,10 < SEER ≤ 8,50
A+	5,60 < SEER ≤ 6,10
A	5,10 < SEER ≤ 5,60
B	4,60 < SEER ≤ 5,10
C	4,10 < SEER ≤ 4,60
D	3,60 < SEER ≤ 4,10
E	3,10 ≤ SEER

Fuente: Elaboración propia

PROGRAMACIÓN PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN

A continuación se presenta una calendarización para las actividades propuestas en el marco de la implementación de las MEPS y su entrada en vigencia.

Tabla 60. Programación propuesta para Implementación de MEPS

2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Publicación MEPS						
Publicación normativa actualizada	Entrada en vigor MEPS B	Entrada en vigor MEPS A				Entrada en vigor nuevas clases EE

Fuente: Elaboración propia

NUEVOS ETIQUETADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La definición del listado de nuevos artefactos a considerar en los próximos programas de etiquetados se desarrolla en base a información del mercado nacional y bibliografía, tanto nacional como internacional, existente.

En una primera instancia, como herramienta de filtrado, se identificaron aquellos equipos, que de acuerdo con la normativa SEC, requieren ensayos de eficiencia energética, además de identificar aquellos que requieren la utilización de etiquetado (ver Anexo 3).

En base a la información disponible, fue generado un primer listado de equipos, los cuales fueron contrastados con la publicación "Application-oriented modelling of domestic energy demand" (Gruber, 2014)⁸². Esta primera selección se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 61. Lista larga de equipos a considerar en nuevo etiquetados

Horas de funcionamiento	Equipo
Aparatos de funcionamiento continuo que nunca se apagan en el día.	<ul style="list-style-type: none"> • Fax • Timbres de puerta • Detectores de humo
Aparatos de uso durante casi todos los días con uso de no más que de 12 horas al día.	<ul style="list-style-type: none"> • Parlantes • Router • Modem
Aparatos de varias veces a la semana, nunca más de una vez al día, sobre todo por la tarde, el uso de larga duración entre 2 a 12 horas	<ul style="list-style-type: none"> • Grabadores DVD • Video grabadoras • Juegos de consola • Computadores de escritorio • Monitores • Laptop • Escáner
Aparatos de varias veces a la semana, principalmente en la mañana y tarde, poco uso, períodos entre 0,5 y 3 h.	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de hacer pan • Yogurteras • Calefactores eléctricos • Estufas a gas / parafina • Calentadores de agua eléctricos • Calentadores de agua a gas • Planchas • Aspiradoras • Planchas para pantalones • Máquinas de coser

⁸² J.K. Gruber a, S. Jahromizadeh, M. Prodanovic', V. Rakoc'evic'. "Application-oriented modelling of domestic energy demand". Electrical Power and Energy Systems 61 (2014) 656–664.

Horas de funcionamiento	Equipo
Aparatos con frecuencia de uso no homogénea, corta duración, entre 0,1 y 1 h	<ul style="list-style-type: none"> • Cocinas a gas • Encimeras • Tostadores de pan • Hervidores de agua • Freidoras (eléctricas – gas) • Máquinas de café • Grill • Extractores de campanas • Procesadora de alimentos • Hornos eléctricos
Aparatos de una vez al día de gran duración de uso con tiempo variable.	<ul style="list-style-type: none"> • Cargadores • Teléfonos inalámbricos
Aparatos de una vez al día, siempre a la misma hora del día, largas duraciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Acuario • Alarma de casa • Viveros • Ventiladores • Monitor de infantes • Despertadores digitales
Otros no incluidos anteriormente	<ul style="list-style-type: none"> • Órganos / Teclados • Frazadas eléctricas • Trituradoras de papel • Plancha de pelo • Sistemas de climatización

Fuente: Elaboración propia

Utilizando información provista por el Ministerio de Relaciones Exteriores y el Servicio Nacional de Aduanas, en la tabla siguiente se han identificado las cantidades importadas y los ingresos CIF que representan cada uno de estos equipos.

Tabla 62: Importaciones por código arancelario

Aparato	Código Arancelario	CIF Importaciones 2015 [MUS\$]	Importación Unidades [Miles unidades]				
			2011	2012	2013	2014	2015
Timbres de puerta	85311090	20.478,34	21.697,12	18.853,29	6.818,65	18.473,01	8.550,53
Detectores de humo	85311010	3.343,31	143,24	131,48	122,98	119,20	116,88
Parlantes	85182200-85182200	44.026,34	1.478,46	1.684,63	1.793,86	1.458,02	1.556,74
Router	85176210	206.803,35	464,98	798,06	1.040,92	927,72	900,63
Modem	85176220	38.442,14	2.006,86	1.154,06	1.189,08	587,72	525,56
Grabadores DVD	85219090-85219020	44.484,74	1.066,52	2.674,77	874,86	626,92	637,41
Video grabadoras	85211000	307,60	-	7,51	11,10	0,98	0,92

Juegos de consola	95045000	55.550,79	-	1.549,01	1.136,81	1.043,09	732,07
Computadores de escritorio	84714110- 84714190- 84714910- 84714990- 84715000	394.652,26	445,89	425,80	411,76	370,64	384,62
Monitores	85285111- 85285112- 85285119- 85285910	66.066,98	675,78	574,81	456,87	424,49	404,74
Laptop / Notebook	84713000	595.469,36	1.698,93	2.077,36	3.512,16	2.406,15	2.312,28
Escáner	84716090	16.732,60	2.380,38	2.285,81	1.980,10	1.664,51	1.680,45
Máquinas de hacer pan	85166090	2.054,16	56,98	66,94	107,38	129,47	100,72
Yogurteras	84186990	21.928,08	977,42	1.322,95	1.046,08	1.140,65	1.287,38
Calefactores eléctricos	85162100- 85162900	26.712,89	532,61	786,50	887,85	1.148,99	1.352,18
Estufas a gas / parafina	73218110- 73218120- 73218200- 73218900	27.755,12	470,88	402,35	358,46	611,18	372,13
Calentadores de agua eléctricos	85161010	25.934,37	1.709,55	1.968,03	2.401,16	2.554,31	2.303,19
Calentadores de agua a gas	84191100- 84191900	37.850,96	254,09	419,91	446,78	375,56	459,53
Planchas	85164010- 85164090	10.064,41	1.097,03	1.068,47	1.049,40	969,44	1.033,13
Aspiradoras	85081100- 85081900	30.973,82	-	505,01	724,50	598,58	683,72
Planchas para pantalones	84513000	1.630,91	7,47	5,09	2,89	2,74	5,43
Máquinas de coser	84521000	13.263,28	126,31	225,18	334,30	174,41	133,96
Cocinas a gas	73211110- 73211120	17.200,54	107,80	125,70	125,76	127,01	138,33
Encimeras	85166020	1.591,18	4,83	9,45	17,92	13,16	10,54
Tostadores de pan	85167200	3.768,11	313,09	357,25	476,84	384,18	404,75
Hervidores de agua	85167900	15.778,11	2.119,63	2.479,03	2.638,62	2.559,87	1.956,05
Freidoras (eléctricas – gas)	85167900- 84198100	30.133,59	2.143,05	2.504,96	2.669,50	2.583,70	1.982,03
Máquinas de café	85167100	8.296,50	207,25	270,76	186,02	214,34	306,61
Grill	85166030						

		4.957,10	133,40	137,10	155,28	210,86	231,89
Extractores de campanas	84146000	8.583,47	156,44	152,06	132,31	171,40	185,06
Procesadora de alimentos	85094019	16.771,78	775,57	871,76	826,43	962,93	1.069,99
Hornos eléctricos	85166010	26.418,55	362,06	450,88	488,69	548,46	584,58
Cargadores	85044000	164.671,52	5.330,30	5.648,18	6.060,77	7.601,56	10.023,22
Teléfonos inalámbricos	85171100	5.755,55	309,89	350,58	285,20	220,36	229,54
Acuario		-	-	-	-	-	-
Alarma de casa	85311090	20.478,34	21.697,12	18.853,29	6.818,65	18.473,01	8.518,05
Viveros		-	-	-	-	-	-
Ventiladores	84145100	12.890,10	537,64	854,41	1.051,57	1.133,61	1.249,07
Monitor de infantes	85198190	1.970,16	37,84	145,19	83,26	106,68	196,58
Despertadores digitales	91031000	646,29	104,08	54,85	76,56	84,90	69,87
	91051100	354,40	640,86	247,52	407,26	232,73	231,62
Órganos / Teclados	92071000	4.654,45	16,56	22,09	79,02	53,04	53,50
Frazadas eléctricas	63011000	12035,33	512,72	1.344,09	428,82	487,13	510,79
Trituradoras de papel	84411090	5586,13	2,87	3,84	4,09	5,78	20,06
Plancha de pelo	85163200	7838,39	818,93	657,22	736,91	809,96	681,81

Fuente: Elaboración propia en base a información de Ministerio de Relaciones Exteriores y Servicio Nacional de Aduanas

Utilizando información publicada por el Banco Central (BC)⁸³, se han identificado aquellos productos importados, los cuales, dado su alto nivel de comercialización, pertenecen al listado de 250 productos más importantes para la canasta del país, los cuales cuentan con una X en la columna BC. A esta selección, se ha incorporado aquella referente a etiquetados y MEPS entregada por CLASP⁸⁴, generando la Tabla 63, de carácter agregado, que permite identificar tanto aquellos productos importantes para el mercado nacional como aquellos que presentan regulación en su desempeño energético a nivel internacional.

⁸³ Indicadores de Comercio Exterior – publicación trimestral

⁸⁴ Enviada vía correo electrónico el día 23 de mayo de 2016

Tabla 63. Selección de principales productos importados

Criterio de funcionamiento	Aparato	Código Arancelario	Glosa AAC	BC	MEPS	LABEL
Aparatos de uso durante casi todos los días con uso de no más que de 12 horas al día.	Router	8517.6210	Aparatos de conmutación y encaminamiento («switching and routing apparatus»)	X	1	1
	Modem	8517.6220	Modems de los tipos utilizados en las máquinas automáticas para tratamiento o procesamiento de datos de la partida 84.71		4	0
Aparatos de varias veces a la semana, nunca más de una vez al día, sobre todo por la tarde, el uso de larga duración entre 2 a 12 horas	Grabadores DVD	8521.9020	Aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido (vídeos), incluso con receptor de señales de imagen y sonido incorporado. - Grabador de discos de vídeo digitales (discos digitales versátiles) (DVD)		2	1
		8521.9090	Aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido (vídeos), incluso con receptor de señales de imagen y sonido incorporado. - Los demás	X		
	Juegos de consola	9504.5000	Videoc consolas y máquinas de videojuego, excepto las de la subpartida 9504.30	X	1	0
	Computador de escritorio	8471.4110	Que incluyan en la misma envoltura, al menos, una unidad central de proceso y, aunque estén combinadas, una unidad de entrada y una de salida --- Que puedan recibir y tratar señales de televisión, telecomunicación,		9	2
		8471.4190	Que incluyan en la misma envoltura, al menos, una unidad central de proceso y, aunque estén combinadas, una unidad de entrada y una de salida --- Las demás			
		8471.4910	Las demás presentadas en forma de sistemas:--- Que puedan recibir y tratar señales de televisión, telecomunicación, audio y vídeo			
8471.4990		Las demás presentadas en forma de sistemas: - Las demás	X			
8471.5000	Unidades de proceso, excepto las de las subpartidas 8471.41 u 8471.49, aunque incluyan en la misma envoltura uno o dos de los tipos siguientes de unidades: unidad de memoria, unidad de entrada y unidad de salida	X				

Criterio de funcionamiento	Aparato	Código Arancelario	Glosa AAC	BC	MEPS	LABEL
	Monitores	8528.5111	Los demás monitores: De los tipos utilizados exclusiva o principalmente en un sistema automático para tratamiento o procesamiento de datos de la partida 84.71: - De cristal líquido		14	14
		8528.5112	Los demás monitores: De los tipos utilizados exclusiva o principalmente en un sistema automático para tratamiento o procesamiento de datos de la partida 84.71: - De plasma			
		8528.5119	Los demás monitores: De los tipos utilizados exclusiva o principalmente en un sistema automático para tratamiento o procesamiento de datos de la partida 84.71: - Los demás			
		8528.5910	Los demás monitores en color			
	Laptop / Notebook	8471.3000	Máquinas automáticas para tratamiento o procesamiento de datos, portátiles, de peso inferior o igual a 10 kg, que estén constituidas, al menos, por una unidad central de proceso, un teclado y un visualizador	X	9	2
Aparatos de varias veces a la semana, principalmente en la mañana y tarde, poco uso, períodos entre 0,5 y 3 h.	Calefactores eléctricos	8516.2100	Aparatos eléctricos para calefacción de espacios o suelos: -- Radiadores de acumulación		2	5
		8516.2900	Aparatos eléctricos para calefacción de espacios o suelos: -- Los demás			
	Estufas a gas / parafina	7321.8110	Los demás aparatos: -- De combustibles gaseosos, o de gas y otros combustibles: --- De combustibles gaseosos KB 6 U-10		14	8
		7321.8120	Los demás aparatos: -- De combustibles gaseosos, o de gas y otros combustibles: --- De gas y otros combustibles KB 6 U-10			
		7321.8200	Los demás aparatos: -- De combustibles líquidos KB 6 U-10			
		7321.8900	Los demás aparatos: -- Los demás, incluidos los aparatos de combustibles sólidos KB 6 U-10			
	Calentadores de agua eléctricos	8516.1010	Calentadores eléctricos de agua		47	46

Criterio de funcionamiento	Aparato	Código Arancelario	Glosa AAC	BC	MEPS	LABEL
	Calentadores de agua a gas	8419.1100	Calentadores de agua de calentamiento instantáneo o de acumulación, excepto los eléctricos: -- De calentamiento instantáneo, de gas KB 6 U-10		47	46
		8419.1900	-- Los demás			
	Planchas	8516.4010	Planchas eléctricas: -- De vapor KB 6 U-10		1	5
		8516.4090	Planchas eléctricas: -- Las demás KB 6 U-10			
	Aspiradoras	8508.1100	Aspiradoras - Con motor eléctrico incorporado: -- De potencia inferior o igual a 1.500 W y de capacidad del depósito o bolsa para el polvo inferior o igual a 20 l		6	5
		8508.1900	Aspiradoras - Con motor eléctrico incorporado: -- Las demás KB 6 U-10			
Aparatos con frecuencia de uso no homogénea, corta duración, entre 0,1 y 1 h	Encimeras	8516.6020	-- Hornillos para empotrar, incluidas las mesas de cocción KB 6 U-10		13	13
	Hervidores de agua	8516.7900	Los demás aparatos electrotérmicos: -- Los demás		1	2
	Máquinas de café	8516.7100	-- Aparatos para la preparación de café o té		1	2
	Extractores de campanas	8414.6000	Campanas aspirantes en las que el mayor lado horizontal sea inferior o igual a 120 cm		2	3
	Hornos eléctricos	8516.6010	Los demás hornos; cocinas, hornillos (incluidas las mesas de cocción), parrillas y asadores: -- Hornos, cocinas (estufas)* KB 6 U-10		15	20
Aparatos de una vez al día, siempre a la misma hora del día, largas duraciones.	Ventiladores	8414.5100	-- Ventiladores de mesa, pie, pared, cielo raso, techo o ventana, con motor eléctrico incorporado de potencia inferior o igual a 125 W		6	7

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, tanto para el caso de los grabadores de DVD y Computadores de escritorio, existen distintos códigos arancelarios bajo los cuales este tipo de productos puede ser importado, por lo cual, se han incluido todos aquellos códigos que pudiesen permitir su importación. Existen casos de regulación entregados por CLASP que integran más de un tipo de equipo o aparato (Calentadores de Agua), por lo que la cantidad de dicha columna ha sido replicada en las filas que clasificadas bajo la misma categoría.

METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE ARTEFACTOS PARA PROCESO DE ETIQUETADO

Para la selección final de artefactos a ingresar al programa de etiquetado de eficiencia energética, se inició con un listado preliminar de 19 artefactos de uso doméstico. Para analizar con mayor detalle sus características (ver Tabla 62 y Tabla 63). Metodológicamente, el proceso de selección ha sido dividido en dos partes, en una primera instancia, se utilizan tres criterios, los que al ser ponderados se utilizaron para generar una "lista larga". Para una segunda instancia, se incorporan cuatro criterios adicionales, lo que permitirá generar la propuesta final de 5 artefactos a incorporarse al programa de etiquetado.

LISTA LARGA – SELECCIÓN DE 10 ARTEFACTOS

Para los 19 artefactos preliminares se han tomado en consideración los siguientes criterios:

1. Experiencia Internacional de etiquetado para cada artefacto (EI): considera la existencia de etiquetado de eficiencia energética en otros países según información proporcionada por CLASP. Desde esta información, se seleccionaron los programas de etiquetados correspondientes a los países considerados dentro del marco de estándares internacionales del presente estudio.
2. Potencial Energético de los artefactos (PE): la participación en el uso de energía de los artefactos es importante. Solo considera consumo energético, no incluye análisis de costos.
3. Relevancia en el Mercado de Importaciones (MI): Se considera el análisis de los niveles de importación dentro de los últimos 5 años, donde el 2015 es el último año en estudio. Con la información proporcionada por el Servicio Nacional de Aduana, se puede identificar si los artefactos domésticos preliminares son considerados dentro de las 250 importaciones más importantes para el año 2015 y como ha sido su evolución de importación durante los años.

Dados los parámetros anteriores, la fórmula de cálculo del índice preliminar de etiquetado es la siguiente:

$$Indice_{etiquetado} = \alpha * EI + \beta * PE + \gamma * MI \quad (1)$$

Donde **EI**, **PE**, **MI** son los valores de los parámetros previamente explicados y **α** , **β** , **γ** son los valores de los ponderadores para cada parámetro respectivamente. Los ponderadores representan que tan importante es un parámetro por sobre otro, donde:

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (2)$$

CALCULO DE PONDERADORES

Para la evaluación de ponderadores es importante distinguir la importancia de cada parámetro por sobre otro. Para este fin, se utilizó una matriz de priorización que permite comparar los parámetros entre ellos. Si un parámetro se considera más importante que otro se evalúa con puntaje 1 sobre 0, si no se logra distinguir preferencia se evalúa con 0,5

para cada parámetro. En la siguiente tabla se observa la priorización de parámetros válida para este estudio.

Tabla 64: Evaluación de ponderadores

Criterio	EI	PE	MI	Suma + 1	Ponderador
EI		0,5	1	2,5	0,41666667
PE	0,5		1	2,5	0,41666667
MI	0	0		1	0,16666667
				6	1

Fuente: Elaboración propia

De este modo, los valores de cada ponderador son:

$$\alpha = 0,417; \beta = 0,417; \gamma = 0,167 \quad (3)$$

CALCULO DE PARÁMETROS

A continuación se explica en detalle el cálculo de cada parámetro

- a. Experiencia internacional (EI): La cuantificación de este parámetro se realizó bajo las siguientes especificaciones:

$EI = 0$	Si no existe ningún tipo de etiquetado según CLASP
$EI = 0,5$	Si existe algún programa de etiquetado internacional según CLASP
$EI = 0,75$	Si existe algún programa de etiquetado internacional según CLASP y además está dentro del marco de países del presente estudio
$EI = 1$	Si existen dos o más programas de etiquetado internacional según CLASP que estén dentro del marco de países del presente estudio.

- b. Potencial Energético (PE): para calcular la participación, en kWh, se realizó una relación entre la cantidad de energía consumida por artefacto y la cantidad de energía consumida por todos los artefactos. Las formulas propuestas para la valorización del PE son:

$$PE = \frac{CA_i}{\sum CA} \quad (4)$$

$$CA_i = UImp_i * PP_i * HA_i \quad (5)$$

$$HA_i = 365 * HD_i \quad (6)$$

Donde,

CA_i : Consumos Anual de energía en kWh del artefacto "i" el año 2015

- $UImp_i$: Unidades Importadas del artefacto “i” el año 2015
 PP_i : Potencia Promedio del artefacto “i”
 HA_i : Horas Anuales estimadas de utilización del artefacto “i” el año 2015
 HD_i : Horas Diarias estimadas de utilización del artefacto “i” el año 2015

- c. Mercado de Importaciones (MI): La cuantificación de este parámetro se realizó bajo las siguientes especificaciones:

$MI = 0,25$	Si las unidades importadas el 2015 son menores al promedio de los años 2011 al 2014
$MI = 0,5$	Si las unidades importadas el 2015 son mayores al promedio de los años 2011 al 2014
$MI = 0,75$	Si pertenece a las 250 importaciones más importantes el año 2015, pero las unidades importadas el 2015 son menores al promedio de los años 2011 a 2014
$MI = 1$	Si pertenece a las 250 importaciones más importantes el año 2015, y las unidades importadas el 2015 son mayores al promedio de los años 2011 a 2014.

RESULTADOS SELECCIÓN DE ARTEFACTOS PARA PROCESO DE ETIQUETADO

Los resultados de los Índices de etiquetado para cada uno de los artefactos preliminares evaluados están resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 65: Selección de Artefactos – lista de 10 equipos

#	Artefacto	EI	PE	MI	Índice
1	<i>Calefactor Eléctrico</i>	0,208	0,417	0,083	0,708
2	<i>Calentador de agua a gas</i>	0,417	0,086	0,083	0,586
3	<i>Calentador de agua eléctrico</i>	0,417	0,059	0,083	0,559
4	<i>Hornos eléctricos</i>	0,417	0,040	0,083	0,540
5	<i>Hervidores de agua</i>	0,208	0,231	0,083	0,523
6	<i>Laptop / Notebook</i>	0,313	0,063	0,125	0,501
7	<i>Encimeras eléctricas</i>	0,417	0,000	0,083	0,500
8	<i>Computadores de escritorio</i>	0,313	0,032	0,125	0,470
9	<i>Monitores</i>	0,417	0,010	0,042	0,469
10	<i>Estufa Gas/Parafina</i>	0,208	0,167	0,042	0,417

Fuente: Elaboración propia

LISTA CORTA – SELECCIÓN DE 5 ARTEFACTOS

Adicional a los criterios utilizados anteriormente, para la selección final se modificaron e incorporaron los siguientes criterios:

1. Ajuste Experiencia internacional (EI)
2. Costo de Implementación de Laboratorio (CIL): Costo de Implementación estimado respecto a la inversión que deben realizar los laboratorios para habilitar y realizar pruebas de EE (equipamiento, habilitación de espacio físico, capacitación).
3. Costo Efectividad de la Eficiencia Energética (CEE): Representa la efectividad de la inversión en artefactos más eficientes a lo largo del ciclo de vida de los productos, presentando los gastos en el horizonte de evaluación en vez de un ahorro instantáneo.
4. Costo Social (CS): Representa la reducción de costo social asociado a la reducción de emisiones de CO2 equivalente por uso de artefactos más eficientes que el estándar.
5. Opinión Técnica del Consultor (OTC): Opinión técnica del equipo Consultor respecto a la entrada de los próximos equipos a ingresar al sistema de etiquetado. Considera la generación de un ranking de priorización que utiliza como base información recopilada durante el transcurso del estudio, incluyendo reuniones con instituciones como el Ministerio de Energía, SEC y organismos de certificación.

Dados los parámetros anteriores, la fórmula de cálculo del Índice preliminar de etiquetado es la siguiente:

$$Indice_{etiquetado} = \alpha * EI + \beta * PE + \gamma * MI + \varepsilon * CEE + \delta * CIL + \rho * CS + \zeta * OTC \quad (7)$$

Donde **EI, PE, MI, CIL, CEE, OTC** son los valores de los parámetros previamente explicados y **$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho, \varepsilon, \zeta$** son los valores de los ponderadores para cada parámetro respectivamente. Los ponderadores representan que tan importante es un parámetro por sobre otro, donde:

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \varepsilon + \rho + \zeta = 1 \quad (8)$$

CALCULO DE PONDERADORES

Para la evaluación de ponderadores, se ha realizado la misma metodología que para el caso de la selección de 10 equipos, obteniéndose la tabla a continuación.

Tabla 66: Evaluación de ponderadores

Criterio	EI	PE	MI	CEE	CL	CS	OTC	Suma + 1	Ponderador
EI		0,5	1	0,5	1	1	0,5	5,5	0,196
PE	0,5		1	0,5	1	1	0,5	5,5	0,196
MI	0	0		0	1	1	0	3	0,107
CEE	0,5	0,5	1		1	1	0,5	5,5	0,196
LAB	0	0	0	0		0,5	0	1,5	0,054
CS	0	0	0	0	0,5		0	1,5	0,054
OTC	0,5	0,5	1	0,5	1	1		5,5	0,196
							Suma	28	1

Fuente: Elaboración propia

De este modo, los valores de cada ponderador quedan definidos con los siguientes valores:

$$\alpha = \beta = \delta = \zeta = 0,196; \gamma = 0,107; \varepsilon = \rho = 0,054 \quad (9)$$

CALCULO DE PARÁMETROS

A continuación se explica la metodología de cálculo de parámetro.

- a. Experiencia Internacional ajustada (EI): El ajuste de este parámetro permite evaluar el desempeño del artefacto tanto en la cantidad total de etiquetados internacional como en la cantidad de etiquetados internacionales filtrados por los países de interés presentados anteriormente. Este indicador está definido según las siguientes ecuaciones:

$$EI_i = TL_i * 0,4 + TLC_i * 0,6 \quad (10)$$

$$TL_i = \frac{L_i}{\sum L_i} \quad (11)$$

$$TLC_i = \frac{LC_i}{\sum LC_i} \quad (12)$$

Donde,

- TL_i : Porcentaje de programas de etiquetados del artefacto "i" en relación al total de programas de etiquetados.
- TLC_i : Porcentaje de programas de etiquetado "i" de la lista de países de referencia en relación al total de programas de etiquetado de los países de referencia.
- L_i : Cantidad de programas de etiquetado internacionales del artefacto "i"
- LC_i : Cantidad de programas de etiquetado internacionales del artefacto "i" de los países de referencia.

b. Costo Efectividad de la Eficiencia Energética (CEE): este indicador compara dos artefactos del mismo tipo con eficiencias diferentes. Para este tipo de indicador, es importante tener una estimación de cuanto varía el precio de inversión del artefacto en relación a la eficiencia. Sin embargo, debido a la escasa información de eficiencia encontrada en los catálogos de producto se ajustó a una metodología específica:

1. Análisis de mercados de cada artefacto. Generación de base de datos de productos ofertados en el mercado.
2. Búsqueda de correlaciones positivas entre las cualidades del artefacto y el precio de mercado.
3. Generación de indicador de eficiencia que considere potencia, eficiencia y unidad de desempeño de trabajo (distancias, superficies, volumen, etc.) según sea el artefacto.
4. Ajuste lineal de relación entre el indicador de eficiencia y precio de venta.
5. Comparación ciclos costo-eficiencia de vida para artefacto promedio y alternativa eficiente disponible en el mercado.

$$FEPME_i = f(UD_i, Potencia_i, Eficiencia_i) \quad (13)$$

$$PS_i = g(\mu_{FEPME_i}) \quad (14)$$

$$PE_i = g\left(\mu_{FEPME_i} + \frac{\sigma_{FEPME_i}}{2}\right) \quad (15)$$

$$VPS_i = VP(PS_i, ES_i) \quad (16)$$

$$VPE_i = VP(PE_i, EE_i) \quad (17)$$

$$CEE_i = \frac{VPE_i - VPS_i}{EE_i - ES_i} \quad (18)$$

Donde,

VPS_i	:	Valor del ciclo de vida del artefacto estándar "i" descontado al presente. Este incluye costos de inversión y de uso durante 10 años.
VPE_i	:	Valor del ciclo de vida del artefacto eficiente "i" descontado al presente. Este incluye costos de inversión y de uso durante 10 años.
EE_i	:	Energía consumida por el artefacto eficiente "i" durante 10 años de uso.
ES_i	:	Energía consumida por el artefacto estándar "i" durante 10 años de uso.
UD_i	:	Unidad de desempeño de trabajo del artefacto "i".
μ_{UD_i}	:	Valor esperado de UD_i de trabajo para tipo de artefacto
$FEPME_i$:	Factor que relaciona eficiencia o potencia del artefacto "i" con la unidad de desempeño de trabajo del artefacto "i".
μ_{FEPME_i}	:	Valor esperado de $FEPME_i$ según análisis estadístico.
σ_{FEPME_i}	:	Desviación estándar de $FEPME_i$ según análisis estadístico.
PS_i	:	Precio de mercado del artefacto estándar.
PE_i	:	Precio de mercado del artefacto eficiente.

- c. Costo de Implementación de Laboratorio (CIL): Este parámetro, realiza la priorización respecto a la minimización de costos en la implementación.

$$CIL = 100 * \frac{\min(CostoIHC)}{CostoIHCi} \quad (19)$$

Donde,

CostoIHC : Costo de Implementación, habilitación y capacitación en Laboratorio para producto *i*

- d. Costo Social (CS): Este parámetro considera la reducción de emisiones de CO2 vinculadas al aumento de la eficiencia energética en $\frac{\sigma_{FEPME_i}}{2}$ (calculado en indicador anterior).

$$CS_i = (ES_i - EE_i) * FE_i * CostoSociaCO2 \quad (20)$$

Donde,

FE_i : Factor de emisión del artefacto "i"
CS_i : Valor del ciclo de vida del artefacto eficiente descontado al presente. Este incluye costos de inversión y de uso durante 10 años.
EE_i : Energía consumida por el artefacto eficiente "a" durante 10 años de uso.
ES_i : Energía consumida por el artefacto estándar "a" durante 10 años de uso.
CostoSociaCO2 : Precio social del Carbono, de acuerdo al reporte "Precios Sociales Vigentes 2016" del Ministerio de Desarrollo Social⁸⁵

- e. Opinión Técnica del equipo Consultor (OTC): Este parámetro considera la opinión técnica del equipo consultor respecto a cuáles equipos priorizar para su ingreso en el programa de etiquetado de eficiencia energética de acuerdo a la información recopilada durante el desarrollo del estudio.

Para el cálculo de este parámetro se generó una matriz de priorización. El equipo consultor generó una priorización entre los artefactos seleccionados en la sección anterior, asignando un 1 si el artefacto de la primera fila se considera más relevante que el artefacto de la columna 1. Si ambos se consideran de igual prioridad, se asigna un 0,5 a cada uno. La tabla siguiente presenta la comparación desarrollada en el marco de este indicador.

⁸⁵ Publicado en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/evaluacion-iniciativas-de-inversion/evaluacion-ex-ante/metodologias-precios-sociales/>

Tabla 67: Matriz de priorización Indicador OTC

OTC	Computador de escritorio	Monitores	Laptop / Notebook	Calefactor eléctrico	Estufa gas/parafina	Calentador de agua eléctrico	Calentador de agua a gas	Encimera eléctrica	Hervidores de agua	Horno eléctrico	suma + 0,5	Ponderador
Computador de escritorio		0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	2	0,036
Monitor	0,5		0,5	0	0	0	0	0	0	0	2	0,036
Laptop / Notebook	0,5	0,5		0	0	0	0	0	0	0	2	0,036
Calefactor eléctrico	1	1	1		0,5	1	1	1	1	1	9,5	0,173
Estufa gas/parafina	1	1	1	0,5		1	1	1	1	1	9,5	0,173
Calentador de agua eléctrico	1	1	1	0	0		0,5	0,5	1	1	7	0,127
Calentador de agua a gas	1	1	1	0	0	0,5		1	1	1	7,5	0,136
Encimera eléctrica	1	1	1	0	0	0,5	0		1	1	6,5	0,118
Hervidor de agua	1	1	1	0	0	0	0	0		0	4	0,073
Horno eléctrico	1	1	1	0	0	0	0	0	1		5	0,091
										Suma	55	1

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE ARTEFACTOS PARA PROCESO DE ETIQUETADO

Los resultados priorizados y ponderados de los indicadores de etiquetado para cada uno de los artefactos evaluados, se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 68: Selección de Artefactos – lista de 5 equipos

Ranking	#	Aparato	EI	PE	MI	CEE	CIL	CS	OTC	Total
1	1	Calefactor eléctrico	0,0071	0,0357	0,0107	0,0250	0,0091	0,0097	0,0339	0,1313
2	3	Calentador de agua eléctrico	0,0321	0,0179	0,0107	0,0179	0,0043	0,0039	0,0250	0,1118
3	2	Calentador de agua a gas	0,0357	0,0250	0,0107	0,0036	0,0011	0,0068	0,0268	0,1097
4	10	Estufa gas/parafina	0,0107	0,0286	0,0029	0,0143	0,0027	0,0088	0,0339	0,1019
5	8	Computador de escritorio	0,0161	0,0107	0,0185	0,0357	0,0070	0,0058	0,0071	0,1010
6	6	Laptop / Notebook	0,0161	0,0214	0,0185	0,0286	0,0070	0,0010	0,0071	0,0997
7	5	Hervidor de agua	0,0036	0,0321	0,0107	0,0214	0,0102	0,0029	0,0143	0,0952
8	4	Horno eléctrico	0,0286	0,0143	0,0107	0,0107	0,0043	0,0049	0,0179	0,0913
9	9	Monitores	0,0214	0,0071	0,0029	0,0321	0,0070	0,0019	0,0071	0,0797
10	7	Encimera eléctrica	0,0250	0,0036	0,0107	0,0071	0,0011	0,0078	0,0232	0,0785

Fuente: Elaboración propia

Respecto al listado anterior, el listado **preliminar** de 5 artefactos a incorporar en el programa de etiquetado de eficiencia energética sería el siguiente:

1. Calefactor eléctrico
2. Calentador de agua eléctrico
3. Calentador de agua a gas
4. Estufa gas/parafina
5. Computador de escritorio

EXCEPCIONES Y CONSIDERACIONES PARA LA DEFINICIÓN DE LISTADO FINAL

Considerando la información generada por el equipo consultor, en conjunto con la contraparte, se realizó una segunda evaluación del listado antes presentado, con tal de asegurar su ajuste con el cumplimiento de objetivos del Ministerio de Energía y con tal que no existiera redundancia de estudios e instrumentos a generar.

Estudios en evaluación y en curso

De acuerdo a lo comunicado por la contraparte, el Ministerio de Energía, en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente se encuentran en definición de un estudio que genere un etiquetado integrador para estufas y calefactores eléctricos, que cumplan de alguna forma la característica de "portátil". Este nuevo etiquetado, buscaría la integración de variables de eficiencia energética con variables medioambientales y salud.

Equipos computacionales

Dada su corta vida útil, en la actualidad, un sistema de etiquetado difícilmente podría reflejar el dinamismo a nivel de eficiencia, productos y servicios que entregan estos equipos electrónicos. A nivel internacional, en algunos casos estos equipos cuentan con requerimientos mínimos de desempeño sin un requerimiento específico de etiquetado, y se emplean barreras de entrada al mercado enfocadas al consumo "en modo de espera" o, como se conoce en inglés, "stand by". Por recomendación de CLASP, este tipo de equipos no debiesen ser considerados para un programa de etiquetados.

Equipos sin alternativa de recambio tecnológico

En la actualidad, un programa de etiquetado comparativo busca resaltar los beneficios que presentan una tecnología o alternativa tecnológica para que un producto entregue un servicio determinado. Un caso particular, como el de los monitores de computación, utilizaría una normativa de etiquetado similar a la utilizada por los televisores hoy en día, pero dada que el mercado sólo ofrece monitores con generación de luz en base a LED, no existen alternativas reales y el consumo energético se encuentra sólo asociado a las dimensiones y horas de uso del equipo. Estos casos han sido rechazados o identificados durante el estudio como baja o nula prioridad.

Tendencia Internacional

A nivel internacional, los programas de etiquetado comienzan a presentar una tendencia que enfoca el etiquetado al "servicio" provisto por el equipo. De esta forma, diferentes equipos, con diferente tecnología y energización, podrían ser etiquetados bajo un mismo y único protocolo con tal que el consumidor pueda comparar directamente el desempeño. De seguir esta tendencia, los equipos como Horno Eléctrico y Encimera Eléctrica debiesen ser considerados e incluidos en el programa de etiquetado de cocinas,

hornos y encimeras actual, situación que podría lograrse durante la próxima actualización de protocolos SEC⁸⁶.

De acuerdo a los cuatro puntos descritos anteriormente, el listado final de equipos a proponer para el programa de etiquetado se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 69: Listado final de equipos propuestos para Programa de Etiquetado

Prioridad	Artefacto	Observaciones
1	Calentador de agua <ul style="list-style-type: none"> • Eléctrico • Gas • Bomba de calor • Solar térmico 	Equipo de gran interés dado la tendencia en aumento de ventas y potencial de EE. La "electrificación" del sector residencial ha impulsado su venta. La normativa europea reúne estas cuatro categorías.
2	Hervidor de agua	Equipo de baja vida útil y alto volumen de ventas. Presente tanto en sector residencial como en sector comercial y servicios. No presenta muchos antecedentes a nivel internacional, pero su masividad representa un caso de interés.
3	Ventilador	Equipo que durante la temporada estival sus ventas e importaciones aumentan significativamente y, también dada su corta vida útil, al igual que el caso anterior, presenta un caso de interés para el programa de etiquetado. Su incorporación al listado final fue aprobada por la contraparte en virtud de los equipos "rechazados" o "desplazados" de acuerdo a los detalles presentados anteriormente en esta sección.

Fuente: Elaboración propia

⁸⁶ Los reglamentos delegados UE 65/2014 y UE 66/2014, de la Unión Europea, ya presentan etiquetados energéticos con una base de comparación unificada para hornos domésticos y campanas extractoras. Estos reglamentos además incluyen MEPS para encimeras eléctricas que se ejecutan entre los años 2015 y 2020.

ETIQUETADOS PROPUESTOS Y RECOMENDACIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS ETIQUETADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el presente estudio se han seleccionado finalmente tres familias de productos a etiquetar: calentadores de agua, hervidores y ventiladores. En el Anexo 6 se presentan las fichas desarrolladas con las especificaciones técnicas y alcances que debiese tener cada programa de etiqueta ⁸⁷, incluyendo análisis específicos de mercado, normativas existentes, costos asociados, entre otros.

La selección de los dos primeros equipos (calentadores de agua y hervidores) se realizó directamente a través del proceso de priorización explicado anteriormente en esta sección, mientras que el caso de los ventiladores fueron incorporados previa aprobación de la contraparte, pues ya se contaba con antecedentes previos que validaban en parte su incorporación al programa de etiquetado (SEC 2012)⁸⁸.

CALENTADORES DE AGUA

A pesar de no ser los artefactos de mayor potencial de EE en el mercado, estos equipos presentan un potencial de ahorro de gran interés dado su nivel de importaciones, variabilidad tecnológica y la forma en que estos artefactos se están integrando y reformando los sistemas de generación de agua caliente domiciliar. El etiquetado propuesto en el presente estudio hace referencia a la normativa europea actual, que incluye diferentes tecnologías en el etiquetado y que, bajo este concepto, facilita la comparación al consumidor.

Las importaciones para el año 2015 alcanzaron 161.265 unidades para calentadores eléctricos, 120.136 calentadores a gas y 5.833 para el caso de los equipos solares. China lidera ampliamente como origen de las importaciones, aunque el mercado de equipos solares presenta una interesante participación de países como Grecia y Alemania, mientras que en el caso de los equipos a gas, Portugal se ha consolidado como un actor importante representando el 43% de las importaciones.

Figura 15: Participación Mercado 2015

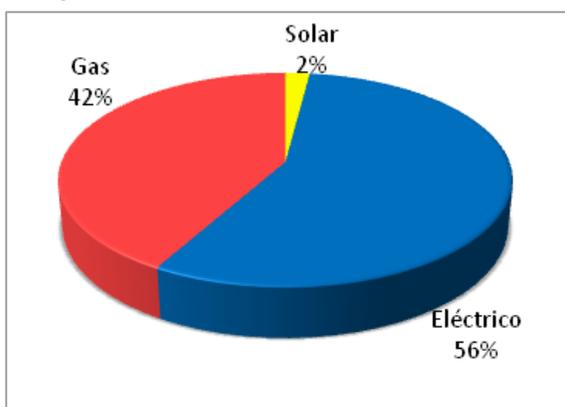
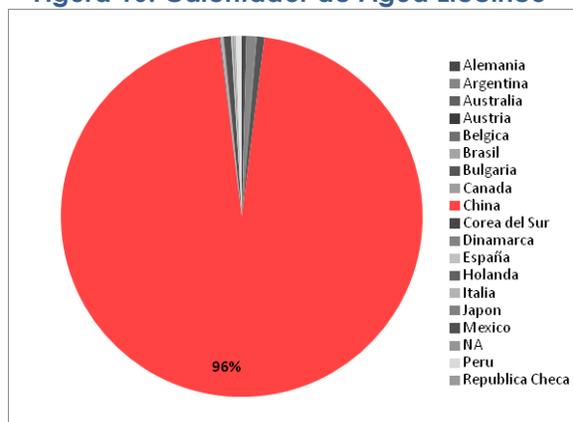


Figura 16: Calentador de Agua Eléctrico



⁸⁷ El anexo 8 (sólo digital), contiene los archivos fuente para las etiquetas presentadas en este capítulo.

⁸⁸ "Definición de etiquetas para los próximos productos a incorporar al programa nacional de etiquetado – Etapa 2", desarrollado por AETS Energía y la Sociedad de Desarrollo Tecnológico USACH el año 2012 para la Subsecretaría de Electricidad y Combustibles

Figura 17: Calentador de Agua a Gas

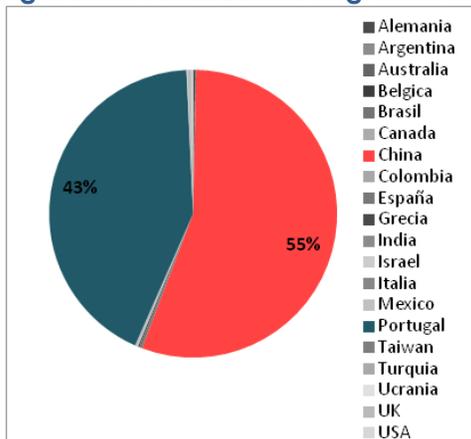
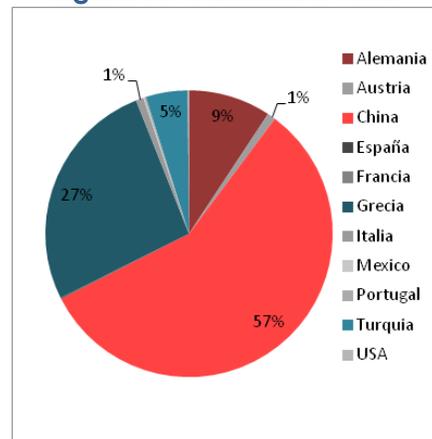


Figura 18: Calentador Solar



Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas

INDICADOR PROPUESTO

El etiquetado propuesto, utiliza la normativa europea N° 812/2013 como referencia, la cual establece los requisitos aplicables al etiquetado energético y al suministro de información complementaria sobre los calentadores de agua con una potencia calorífica nominal menor o igual a 70 kW, depósitos de agua caliente con capacidad menor o igual a 500 litros y equipos combinados de calentador de agua de la misma potencia anterior con dispositivo solar.

Se plantea la utilización de un etiquetado único con información directa del tipo de energético utilizado y tipo de eficiencia, además de incorporar variables de importancia como el nivel de ruido.

Este etiquetado considera el cálculo de la eficiencia para distintos equipos:

- Eléctrico
- Gas
- Bomba de Calor
- Solar

Para mayor detalle sobre esta propuesta y definición del indicador, dirigirse a la sección 1 del Anexo 6.

La tabla siguiente, presenta la definición del indicador y la forma de cálculo

Tabla 70: Resumen de etiquetado propuesto

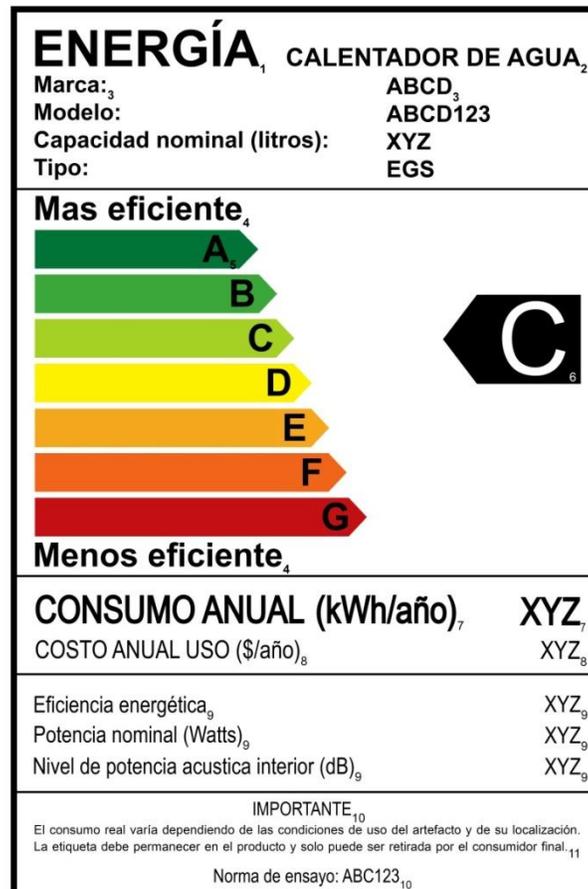
Indicador	Eficiencia Energética del Caldeo de agua
Forma de Cálculo	<p>Eficiencia para equipos convencionales y bombas de calor</p> $\eta_{wh} = \frac{Q_{ref}}{(Q_{fuel} + CC \cdot Q_{elec})(1 - SCF \cdot smart) + Q_{cor}}$

	Eficiencia para equipos solares $\eta_{wh} = \frac{0,6 \cdot 366 \cdot Q_{ref}}{Q_{tota}}$
--	---

Fuente: Elaboración propia

El etiquetado definido para los equipos Calentadores de Agua de Acumulación, se presenta a continuación en la figura siguiente.

Figura 19: Formato de etiqueta para Calentadores de Agua



Fuente: Elaboración propia

Durante las últimas iteraciones, el etiquetado europeo considera la incorporación de información asociada a “ecodesign”. De la misma forma, el etiquetado propuesto incorpora información respecto al nivel de ruido generado por los equipos al interior de los hogares.

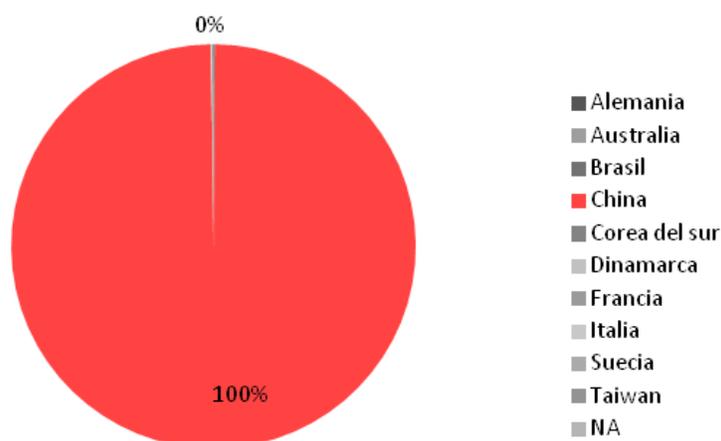
Cabe destacar que este etiquetado también considera la incorporación de información para el consumo anual de combustible y sus costos respecto a valores estándares planteados por la autoridad.

HERVIDORES ELÉCTRICOS

Es de importancia destacar que si bien estos equipos presentan un funcionamiento sencillo, su masividad y altas ventas los presentan como elementos de importancia no sólo en el sector residencial, sino que también destacan por su uso en el sector servicios y comercial, principalmente en oficinas.

Para el caso de los hervidores, se importaron 2.201.144 equipos durante el año 2015, de los cuales el 99,97% provino desde China.

Figura 20: Procedencia de Importaciones – Año 2015



Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas

INDICADOR PROPUESTO

El indicador propuesto para los hervidores de agua utiliza una metodología basada en la experiencia China y su norma GB/T22089 – 2008. La estimación de la eficiencia de los hervidores es consistente con los ensayos realizados en el marco del protocolo nacional de seguridad y la norma IEC60530.

Para mayor detalle sobre esta propuesta y definición del indicador, dirigirse a la sección 2 del Anexo 6.

La tabla siguiente, presenta la definición del indicador y la forma de cálculo

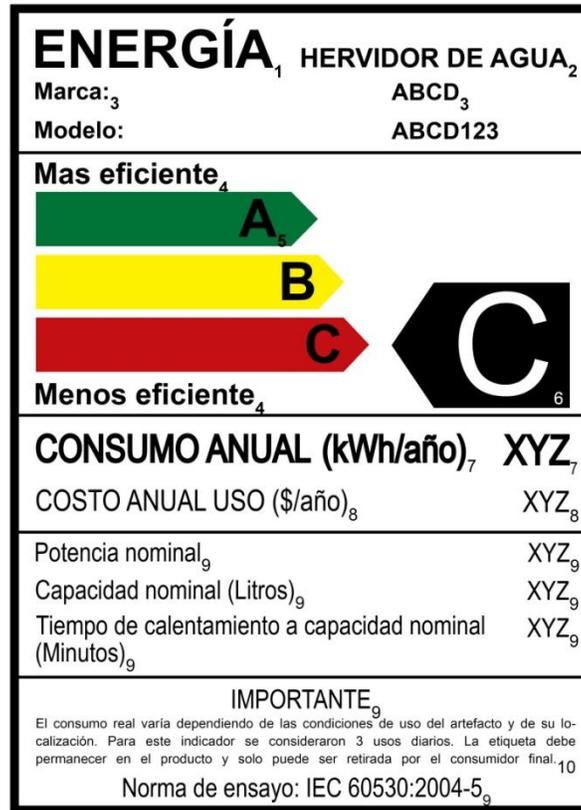
Tabla 71: Resumen de etiquetado propuesto

Indicador	Eficiencia de la transferencia de energía
Forma de Cálculo	<p>Energía consumida y calor entregado al agua al hervir la capacidad total del hervidor.</p> $\eta = \frac{Q}{E}$ <p>Q: Calor entregado al agua E: Considerando el tiempo (t) empleado por el artefacto en llegar al punto de ebullición y la potencia nominal del mismo (P)</p>

Fuente: Elaboración propia

El etiquetado definido para los equipos Hervidor, se presenta a continuación en la figura siguiente.

Figura 21: Formato de etiqueta para Hervidor



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del consumo anual considera 3 usos diarios a capacidad nominal del hervidor.

INDICADOR ADICIONAL PROPUESTO

Dado que el indicador utilizado por la normativa China y la norma IEC60530 no considera las parte constructiva de la jarra del hervidor, el equipo consultor ha desarrollado una metodología que incorpora estas mejoras tecnológicas en la construcción del hervidor y que, directamente, podría disminuir los reencendidos de estos equipos al mantener por mayor tiempo la temperatura del agua en su interior.

La metodología utiliza de base los ensayos de la norma IEC 60530 y genera un ensayo adicional, bajo las mismas condiciones propuestas por el estándar, donde se registran tiempo y temperaturas en el proceso de calentamiento y enfriamiento por un tiempo determinado (propuesto: 30 minutos).

Para mayor detalle sobre esta propuesta y definición del indicador, dirigirse a la sección 2.4 del Anexo 6.

La tabla siguiente, presenta la definición del indicador y la forma de cálculo

Tabla 72: Resumen de etiquetado adicional propuesto

Indicador	Eficiencia del proceso de calentamiento y enfriamiento
Forma de Cálculo	<p>Energía consumida y calor entregado al agua al hervir la capacidad total del hervidor y energía perdida durante el proceso de enfriamiento a temperatura según normativa.</p> $\eta = \frac{E_{ingresada} - E_{perdida}}{E_{ingresada}} = 1 - \frac{E_{perdida}}{E_{ingresada}}$ <p>E_{ingresada}: Energía entregada al agua en forma de energía eléctrica. E_{perdida}: Energía perdida en forma de enfriamiento en el proceso térmico.</p>

Fuente: Elaboración propia

El etiquetado adicional definido para los Hervidores, se presenta a continuación en la figura siguiente.

Figura 22: Formato de etiqueta según propuesta adicional para Hervidores



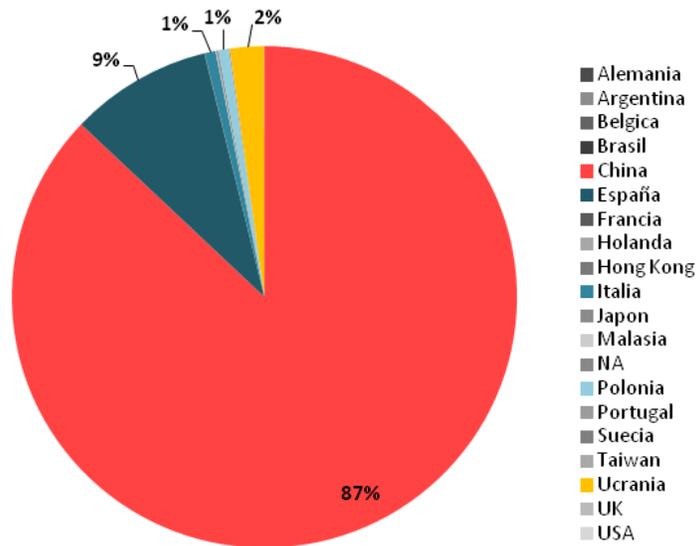
Fuente: Elaboración propia

VENTILADORES

Estos equipos presentan una curva de ventas muy similar al de los calefactores eléctricos, pues poseen una alta venta estacional (primavera y verano). De acuerdo a reportes generados anteriormente para la SEC y su forma de comercialización, estos presentan un potencial de interés a abordar en forma de etiquetado.

En el caso de los ventiladores, de 1.117.096 equipos importados durante 2015, las importaciones estuvieron ampliamente lideradas por China (87%), y en una menor cantidad, Alemania (9%).

Figura 23: Procedencia de importaciones – Año 2015



Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas

INDICADOR PROPUESTO

El indicador propuesto utiliza una metodología basada en la experiencia Coreana (KS C9301). El objetivo del indicador busca reflejar el flujo de aire respecto al mínimo consumo de energía y es consistente con IEC 60335-2-80:1997.

Para mayor detalle sobre esta propuesta y definición del indicador, dirigirse a la sección 3 del Anexo 6.

La tabla siguiente, presenta la definición del indicador y la forma de cálculo

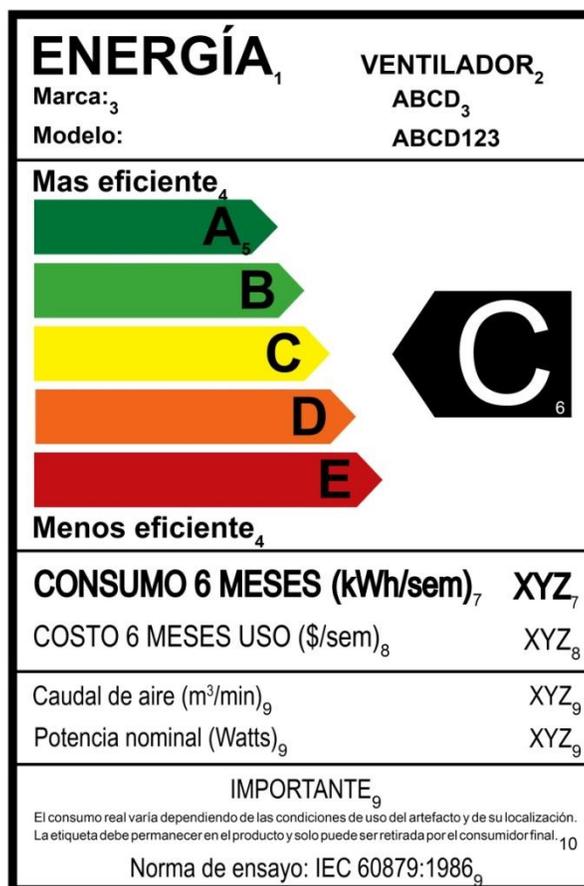
Tabla 73: Resumen de etiquetado propuesto

Indicador	Índice de Eficiencia Energética
Forma de Cálculo	$R = \frac{TEPS}{\eta}$ <p>TEPS: Función de normalización de potencia respecto al diámetro de las aspas η: Eficiencia del flujo de aire</p>

Fuente: Elaboración propia

El etiquetado adicional definido para los Hervidores, se presenta a continuación en la figura siguiente.

Figura 24: Formato de etiqueta para Ventiladores



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del consumo anual considera 6 horas de uso diario por 6 meses para los ventiladores.

DE LOS ETIQUETADOS NO DESARROLLADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO

Cabe destacar que en la selección de artefactos a etiquetar ha sido relevante la opinión de las entidades relacionadas al proyecto, entre las que cuentan, además del Ministerio de Energía (contraparte), CLASP y LBNL.

Los artefactos tecnológicos de consumo masivo, como lo son los teléfonos celulares, computadores y laptops/notebooks (entre otros), además de presentar alto número de ventas, también muestran una rápida evolución tecnológica y reducida vida útil (menor a cuatro años), lo que genera dificultades al intentar implementar un etiquetado comparativo en el mediano/largo plazo. A nivel internacional, es difícil encontrar experiencias que generen una clasificación de clases de eficiencia energética a través de un sistema de etiquetado para estos equipos, pues, para estos casos, lo que se ha buscado principalmente es asegurar rendimientos de eficiencia mínimos (requerimiento de consumo máximo permitido en modo espera o stand by, MEPS o programa Top Runner en Japón), o la implementación de sellos que identifican aquellos equipos, que voluntariamente, cumplen ciertas condiciones estándar de eficiencia en el mercado (ejemplos de HEPS⁸⁹, o casos locales como el programa Energy Star en EE.UU. o Ecodesign en la Unión Europea).

De acuerdo a los conceptos antes descritos y a la recomendación explícita de CLASP, es que el equipo consultor ha considerado no desarrollar un programa de etiquetado energético asociado a computadores y laptops/notebooks, aunque se sugiere el establecimiento de MEPS o establecer un requerimiento mínimo de desempeño a los productos importados (Energy Star, Ecodesign o equivalente), con tal de limitar el ingreso de equipos ineficientes al mercado.

Para el caso particular de los calefactores y estufas, como todo equipo cuyo destino sea la calefacción de espacios en base a equipos portátiles y/o transportables, el estudio ha considerado la generación de un análisis de mercado, el cual puede ser revisado en su totalidad en el Anexo 7. De acuerdo a conversaciones con la contraparte, a la fecha de publicación de este reporte el Ministerio de Energía, en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente, se encuentran en el proceso de desarrollo de una normativa conjunta de etiquetado.

Este nuevo reglamento busca, a nivel general:

1. Unificar los criterios de comparación respecto al desempeño energético para artefactos cuyo fin es la calefacción de espacios, sin importar el energético que utilicen
2. Inclusión de criterios que afecten al medio ambiente y salud de las personas, entre lo que se cuentan las emisiones intradomiciliaria y ruido (cuando así lo requiera).
3. Permitir una lectura fácil por parte del comprador, de todas las variables de interés.

En el Anexo 7 se han desarrollado estudios de mercado para los siguientes productos, de interés, para ser considerados en un programa de Etiquetado comparativo o MEPS.

⁸⁹ High Energy Performance Standard – Estándar de Alto Desempeño Energético. Generalmente este tipo de estándares hacen referencia a un reconocimiento por parte de la autoridad al producto o marca el que se presenta en forma de etiquetado distintivo.

Tabla 74: Artefactos en observación para próximos programas de etiquetado y MEPS

Artefacto	Observaciones
Estufas y calefactores <ul style="list-style-type: none"> • Todos los energéticos 	Definidas en algunos casos como “portable space heaters”. En principio, calefactores eléctricos, estufas a gas licuado y parafina (kerosene) utilizadas para la calefacción de espacios y portátiles, aunque pueden o no presentar ruedas. Estos equipos presentan un alto número de ventas durante la temporada de invierno en todo tipo de tiendas. El consumidor es quien selecciona y utiliza estos equipos sin requerir conocimientos técnicos. Códigos arancelarios a considerar (no excluyentes): 8516.2100 - 8516.2900 - 7321.8110 - 7321.8120 - 7321.8200 - 7321.8900
Secadores de pelo	Equipo de uso cotidiano y de uso medio. Con dos alternativas tecnológicas (calentamiento de espiral metálico y placas de cerámica), podría ser de interés para el sector residencial y para el área del comercio que los utiliza de forma intensiva (peluquerías). Códigos arancelarios a considerar (no excluyentes): 8516.3100
Routers Modems Switch	Equipos tecnológicos con alto volumen de ventas. Al menos los routers y switch son reconocidos dentro de las 250 importaciones más importantes en el año 2015. No existen etiquetados comparativos, pero existen iniciativas de Japón (Top Runner), EEUU (Energy Star), y Europa (Ecodesign) asociadas a estándares mínimos de desempeño (MEPS) y/o reconocimiento de alto estándar de eficiencia energética (HEPS). Códigos arancelarios a considerar (no excluyentes): 8517.6210 - 8517.6220

Fuente: Elaboración propia

RECOMENDACIONES FINALES

Los sistemas de etiquetados comparativos representan una oportunidad única para entregar información útil y para educar al usuario en temas que no son siempre sencillos de comprender, como es la eficiencia energética. Para ello, se considera importante que éstos sean actualizados de acuerdo a períodos de tiempo determinados, con tal de incorporar nuevas tecnologías o ampliar la información de utilidad a entregar en cada etiqueta, la que puede no estar asociada únicamente con el tema energético, sino que con medioambiente, salud y confort.

Además de la implementación de los etiquetados propuestos (Calentadores de Agua, Hervidores y Ventiladores), el presente estudio considera de importancia recomendar las siguientes acciones futuras:

- Revisión y actualización (de ser necesaria) de protocolos de etiquetado existentes. El incluir períodos de revisión definidos permitiría identificar opciones tecnológicas, la actualización de los estándares internacionales de referencia o mejoras que permitan que el programa de etiquetado se mantenga vigente y comprensible por el público objetivo.
- Verificación del cumplimiento de la utilización y publicación de información de etiquetado en plataformas de venta (incluyendo plataformas en línea).
- Agrupación de equipos por familia o tipo, con tal de permitir al usuario la comparación directa entre equipos que cumplen la misma función y/o unidad de desempeño. Si bien el Ministerio ya se encuentra analizando la unificación de etiquetado de estufas y calefactores, otra normativa que podría ser homogeneizada, por ejemplo, es la que se encuentra asociada a cocinas, encimeras y hornos a gas, con tal que incluya las cocinas encimeras y hornos eléctricos⁹⁰.
- Utilización e implementación de MEPS aun cuando no exista o se haya definido protocolo de etiquetado. Existen equipos en el mercado para los cuales es más idóneo establecer metas de rendimiento o desempeño energético mínimo para limitar el ingreso de equipos ineficientes al mercado. A continuación se presentan algunas razones para sustentar este punto:
 - No existencia de alternativas tecnológicas (en la actualidad)
 - Estado de madurez técnica
 - Rápida evolución tecnológica

⁹⁰ Hornos y campanas de cocina ya fueron “agrupadas” en la norma europea. Referirse a reglamentos delegados UE 65/2014 y UE 66/2014