

Dt

DOCUMENTO DE TRABAJO

# Eficiencia energética en Uruguay: Identificación de oportunidades

Estado de la eficiencia energética en Uruguay: identificación de oportunidades

Editor: CAF

Mayo 2016

Dt

DOCUMENTO DE TRABAJO

---

Este documento fue elaborado por la Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE).

Hamilton Moss, Vicepresidente de Energía

Mauricio Garrón, Director, Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE)

Juan Ríos, Ejecutivo Principal (DAEE)

Amanda Quintero, Ejecutiva (DAEE)

Laura Bulbena, Oficial (DAEE)

Cristopher De Luca, Pasante (DAEE)

Autor: CREARA Energy Experts

Jose Ignacio Briano

María Jesús Báez

Rocío Moya Morales

El autor agradece a Amanda Quintero, Juan José Ríos y Mauricio Garrón por los comentarios, sugerencia y apoyo para el desarrollo de este documento.

---

Las ideas y planteamientos contenidos en el documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen la posición oficial de CAF.

© 2016. Corporación Andina de Fomento. Todos los derechos reservados.

## Tabla de contenido

Introducción	4
Capítulo 1: Identificación de los programas y acciones existentes	5
1.1 Análisis de políticas de eficiencia energética	5
1.2 Información General de Uruguay	6
1.1.1 Medidas y programas	7
Capítulo 2: Metodología de selección de las medidas más atractivas	11
2.1 Lista larga	11
2.2 Lista corta	16
2.3 Medidas a analizar	17
Capítulo 3. Selección de medidas de EE	19
3.1 Introducción	19
3.2 Aplicación del filtro 1: Sector/ subsector prioritario	19
3.3 Aplicación del filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector	23
Capítulo 4: Cuantificación del impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones	25
4.1 Metodología de cuantificación de impactos económicos, energéticos y ambientales	25
4.2 Análisis de las medidas	32
1.1.1.1 Medida 1: Implantación de la norma ISO: 50001	32
1.1.1.2 Medida 2: Bomba de calor Comercial	35
1.1.1.3 Medida 3: Aislamiento de tuberías	37
Capítulo 5: Factibilidad teórica de las medidas priorizadas	39
5.1 Barreras a la implementación de las medidas de EE en Uruguay	40
Capítulo 6. Conclusiones	41

## Introducción

En los últimos tiempos el uso eficiente y racional de la energía ha pasado a ser un elemento importante dentro de la planificación energética de los países, así como de los diversos sectores y tipos de usuarios que tienen la energía como insumo dentro de su proceso productivo y por ende en su producto final. La adopción de esquemas de uso eficiente y racional de la energía dentro de la composición de las matrices energéticas permite aumentar los niveles de competitividad, minimizar el consumo de energía, crear nuevas fuentes y nichos de actuación industrial y comercial y reducir la huella de carbono de los países.

Esta mayor eficiencia en el uso de la energía dentro de los diversos sectores e industrias de la economía permite un mejor acceso a los mercados nacionales e internacionales por el aumento intrínseco que su adopción implica en términos de competitividad. Aunque la globalización de las economías haya obligado, en un primer término a las industrias electro intensivas, a la adopción obligatoria de la eficiencia energética (EE) como elemento de supervivencia, todavía queda potencial de mercado donde proyectos bajo esta filosofía de EE representan una ventaja importante desde los puntos de vista de competitividad y conservación del medio ambiente.

Desde otro ángulo, los países deben desarrollar acciones enfocadas a aplicar medidas de EE que pudieran enmarcarse dentro de políticas y programas oficiales. Estas políticas y programas tenderían a la renovación tecnológica y a la facilitación de auditorías energéticas que redundarían en un fortalecimiento de estas industrias y sectores específicos, todo esto enlazado con objetivos sociales (empleo, desarrollo local, etc.).

América Latina ha comenzado lentamente la integración de políticas asociadas con el uso eficiente de la energía y la integración de los programas de EE desde el lado de la demanda (residencial, comercial, industrial y oficial). Estas políticas no han producido resultados significativos y los costos y beneficios asociados con los sectores industrial y eléctrico no han sido internalizados.

Esto principalmente porque los beneficios no son claros, especialmente en mercados donde la demanda mantiene esencialmente un rol pasivo y donde no existe un marco regulatorio adecuado. Actualmente, existen atractivos esquemas de incentivos, especialmente en industrias electro-intensivas, que pudiesen eliminar las barreras potenciales a los programas de EE aplicables.

En ese sentido, se realizó un estudio para describir el estado de desarrollo de la EE en América Latina y dar un balance del diagnóstico actual. Asimismo se identificaron los sectores objetivos desde el punto de vista de la EE con mayor potencial de desarrollo que sirva de consulta para futuras evaluaciones técnicas y elaboración de proyectos de desarrollo local y regional. A continuación se presentan los resultados para la República de Uruguay.

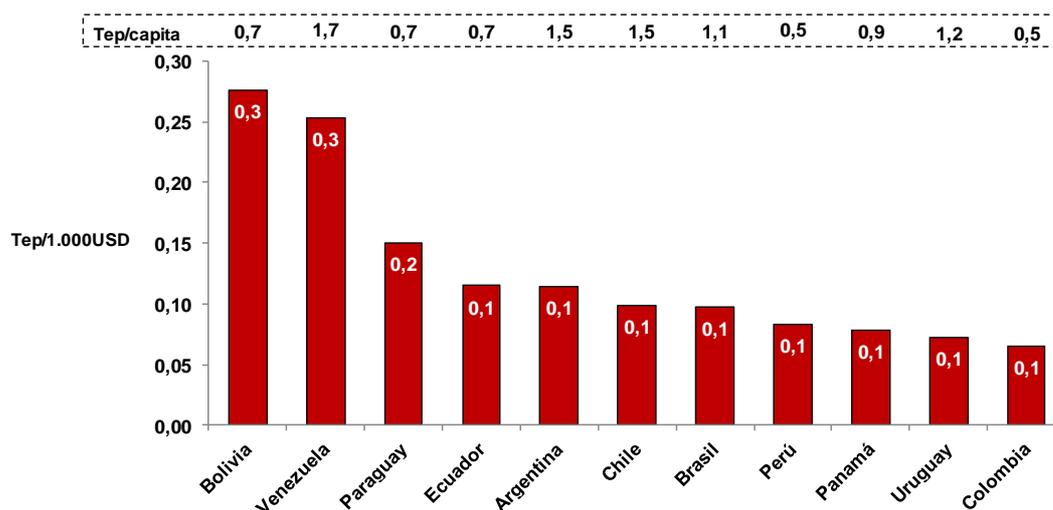
## Capítulo 1: Identificación de los programas y acciones existentes

### 1.1 Análisis de políticas de eficiencia energética

La situación del sector de la eficiencia energética en los países analizados varía significativamente, tanto a nivel del impulso y permanencia de políticas públicas como a nivel del potencial del sector.

A continuación se ilustra el consumo final de energía por unidad de PIB (intensidad energética) y, en el cuadro superior, el consumo final de energía per cápita, en los distintos países:

**ILUSTRACIÓN 1 - INTENSIDAD ENERGÉTICA Y CONSUMO PER CÁPITA POR PAÍS (ESTIMACIÓN PARA 2015)**



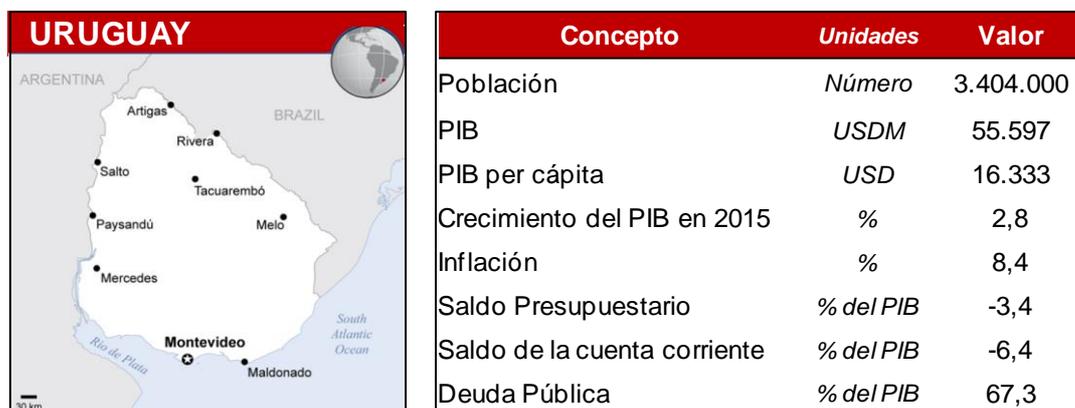
Se observa que en la región existen oportunidades claras para el desarrollo de medidas de eficiencia energética del lado de la demanda. Sin embargo, el desarrollo de la eficiencia energética requiere de un soporte de instrumentos que incentiven la ejecución de proyectos y que se sostengan en el tiempo.

El sector comercial e industrial corresponden, en promedio, alrededor de un 30% del consumo final en la región y, en muchos casos, es un impulsor clave del crecimiento económico.

Por su relevancia, a continuación se detalla la situación de Uruguay respecto a programas y medidas que fomenten la eficiencia energética, particularmente en los sectores comercial e industrial.

## 1.2 Información General de Uruguay

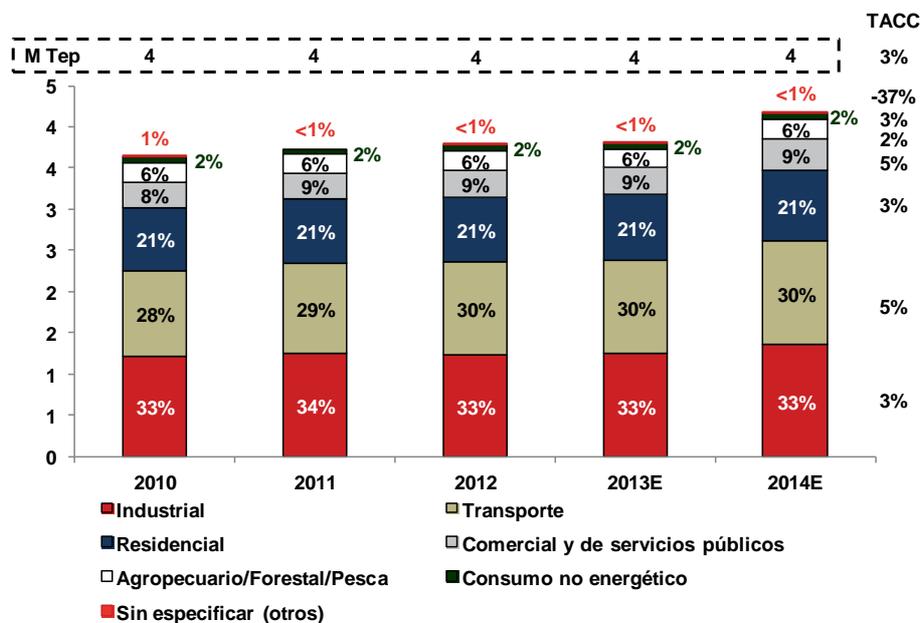
ILUSTRACIÓN 2: DATOS ECONÓMICOS DE URUGUAY (ESTIMACIÓN PARA EL AÑO 2015)



Fuente: OCHA/ReliefWeb, COFACE, análisis de CREARA

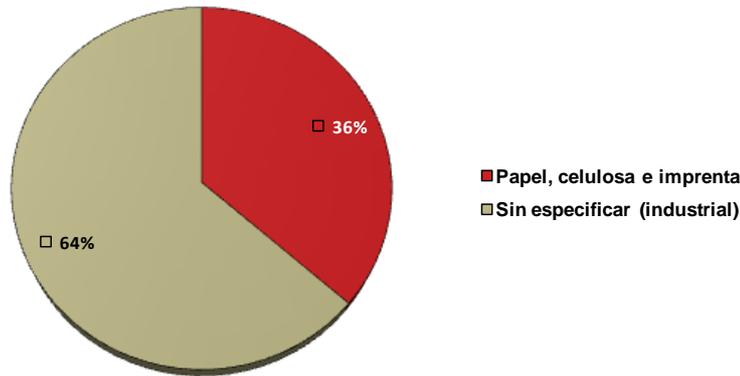
Respecto al consumo final, Uruguay presenta un crecimiento del 3% anual entre 2010 y 2014. Los sectores consumidores de energía con mayor crecimiento fueron los sectores comercial y de servicios públicos y el de transportes, ambos con una tasa de crecimiento anual compuesto del 5%.

ILUSTRACIÓN 3: CONSUMO FINAL POR SECTORES DE 2010 A 2014<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Fuente: Elaboración propia. La estimación de los años 2013 y 2014 se ha realizado con base en datos históricos y crecimientos medios esperados. TACC se refiere a Tasa Anual de Crecimiento Compuesto.

ILUSTRACIÓN 4: CONSUMO FINAL POR SUBSECTORES INDUSTRIALES EN 2014<sup>2</sup>



### 1.1.1 Medidas y programas

A continuación se resumen las características más importantes respecto a políticas de apoyo, que están actualmente en vigor, a proyectos de EE en Uruguay.

ILUSTRACIÓN 5: ESTADO GENERAL DE EE EN URUGUAY

<b>Órgano impulsor</b>		✓	• Dirección de Energía, dentro del Ministerio de Industria, Energía y Minería
<b>Principales Programas/medidas</b>	<b>Alcance total</b>	✓	• Existe 1 programa de eficiencia energética en vigor • Hay 15 medidas específicas para los sectores comercial e industrial
	<b>Sistemas de gestión de energía</b>	✓	• Existen 4 medidas que fomentan la implementación de sistemas de gestión, monitoreo y diagnóstico
	<b>Campañas de formación</b>	✓	• Programas de capacitación específicos para cada sector de aplicación

En el año 2007 se desarrollaron una serie de Normas Técnicas Nacionales que establecen y definen los criterios de Eficiencia Energética de distintos productos e instalaciones. Posteriormente en 2008 se publicaron dos decretos que fueron de gran importancia para el mercado de EE.

- Decreto 527/008: Obligaba a todas las dependencias del Poder Ejecutivo a desarrollar e implementar planes internos de EE y se fijaban metas mínimas de ahorro de energía eléctrica para el período 2009 - 2013 (al menos 5% del consumo eléctrico del 2007)

<sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia.

- Decreto 408/008: Incluía un esquema de subsidios a través del Fondo de Desarrollo del Interior (FDI) con el objetivo de reacondicionar los sistemas de alumbrado público y promover la medición de la energía utilizada

Estas leyes fueron reemplazadas por la Ley de Eficiencia Energética de 2009. Una de las principales características de esta ley fue la obligación de comercializar equipos con una etiqueta de EE.

En 2015 se instauró el primer programa de EE en Uruguay, el Programa Nacional de EE 2015 - 2024 que pretende ahorrar 1.690 kTep en dicho periodo. Entre las medidas de carácter general de este programa se destacan las siguientes:

- Adecuación del marco institucional a la EE
- Promoción del cambio en la cultura del consumo
- Promoción de sistemas de etiquetado en función de la EE de los equipos
- Mejoras en la medición del consumo para su optimización
- Apoyo a laboratorios de EE (I+D)
- Puesta en marcha de instrumentos económicos y financieros para promover la EE:
  - Creación de un Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética para garantizar proyectos de inversión, promover la EE, la investigación en EE y actuar como fondo de aval en casos de crisis del sector. Este Fideicomiso ha permitido por ejemplo sustituir el alumbrado público en un grupo de departamentos
  - Subvención del 50% del precio los equipos solares térmicos
  - Fiscalización de los sistemas de etiquetado de EE
  - Formación de profesionales para la medición y verificación de los resultados de las medidas de EE
  - Introducción de líneas de asistencia técnica
  - Programas de financiación especial para PYMEs

Si realizamos una segmentación sectorial de las medidas/ programas, en el sector residencial se incluyen las siguientes:

- Promoción de la gestión de la demanda
- Promoción de auditorías y medidas de ahorro energético en viviendas de bajos recursos
- Campañas de educación y concienciación

- Análisis de las acciones a implementar para reducir las barreras a la incorporación de calentadores de agua solares

En el sector industrial:

- Legalización de la exigencia por parte del gobierno de estudios de viabilidad de instalaciones solares térmicas en todas las nuevas instalaciones
- Mejora de la información en la industria
- Difusión de herramientas disponibles para implementar acciones de EE
- Evaluar las causas de la baja adhesión del sector industrial al marco de la EE

En el sector transportes:

- Mejorar el conocimiento sobre el consumo en el sector
- Analizar los programas informáticos existentes sobre gestión de flotas
- Promoción de un programa de etiquetado según la EE
- Promoción de cursos de técnicas de conducción eficiente
- Inspección de vehículos pesados con el fin de aumentar su EE

En el sector comercial y servicios:

- Promoción de la energía solar térmica para el calentamiento de agua siguiendo una ley similar a la industrial
- Impulso para hacer del logo de EE un reconocimiento de calidad

En el sector público:

- Plan de capacitación y sensibilización para los funcionarios por parte del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)
- Elaboración de un plan de EE de las instituciones públicas por parte del MIEM
- Realización de diagnósticos y auditorías energéticas
- Compra de equipos y artefactos eficientes
- Incorporación de equipos de bajo consumo en la iluminación pública

En el sector primario (agricultura, pesca y minería):

- Mejora de la calidad de la información que se dispone para poder promocionar la EE en este sector

- Generar contactos para obtener información sobre maquinaria agroindustrial para impulsar sinergias en las políticas a impulsar

En la siguiente tabla se pueden encontrar listadas las medidas de eficiencia energética más relevantes para el sector comercial e industrial.

**TABLA 1: MEDIDAS DE EE EN URUGUAY**

Sector	Medida	Comienzo	Tecnología objetivo	Uso
General	Lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares	2007	Fluorescentes	Iluminación
General	Lámparas incandescentes de uso doméstico y similar	2007	Incandescentes	Iluminación
General	Balastos. Métodos de medida de la potencia total de entrada de los circuitos balastos - lámparas	2007	Balastos	Iluminación
General	Balastos electrónicos y electromagnéticos para lámparas de descarga fluorescentes de baja presión	2007	Balastos	Iluminación
General	Capacitación	2008	Varios	Formación
General	Calentadores de agua por acumulación a gas	2008	Calentadores	HVAC
General	Motores eléctricos de inducción trifásicos	2010	Motores eléctricos	Varios
General	Calderas murales a gas para calefacción y generación de agua caliente sanitaria	2010	Calderas	HVAC
Comercial	Recomendaciones generales de EE en oficinas	2009	Varios	Varios
Industria	Gestión de la Energía	2010/2015	Gestión energética	Gestión energética
Industria	Diagnóstico y Monitoreo	2010/2015	Varios	Gestión energética
Industria	Estudios, criterios y procedimientos para selección de tecnologías o medidas de infraestructura	2010/2015	Equipos y procesos	Gestión energética
Industria/comercial	ISO 50001	2010	ISO	Gestión energética

Sector	Medida	Comienzo	Tecnología objetivo	Uso
Transporte	Programa de etiquetado de vehículos según su EE para información y concienciación	2015	Etiquetado	Transporte
Transporte	Cursos de técnicas de conducción eficiente y evaluación de sus resultados	2015	Transporte	Formación

## Capítulo 2: Metodología de selección de las medidas más atractivas

### 2.1 Lista larga

Para la realización del estudio se ha partido de una base de datos (herramienta de benchmarking) desarrollada por Creara. Dicha "lista larga" cuenta con datos de 420 programas y medidas de EE existentes en regiones de referencia internacional en EE: Australia (Estado de Victoria), Dinamarca, EE.UU (California y Massachusetts), Francia, Italia y Reino Unido.

De forma no detallada se evaluaron todas las medidas en la lista larga<sup>3</sup> para identificar las medidas más relevantes en los sectores industrial y comercial y de servicios de los países objeto de estudio.

Finalmente, se priorizaron por su relevancia (en función del sector objetivo, principalmente) 79 medidas que conforman la base inicial de medidas para el estudio. La siguiente tabla muestra la lista larga de medidas utilizadas como base en todos los países bajo estudio.

**TABLA 2 - LISTA LARGA DE MEDIDAS EVALUADAS**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
1	Instalación de válvula de pulverización del pre-enjuague de agua eficiente	Comercial	Grifo (restaurantes/hoteles)	Hostelería
2	Sustitución de cabina de refrigeración por otra unidad de alta eficiencia	Comercial	Cabina refrigeración	Refrigeración
3	Instalación de boquilla de disparo de bajo flujo eficiente	Comercial	Manguera	Regadío

<sup>3</sup> Dicha base de datos era exhaustiva: incluía todas las medidas mencionadas en entrevistas a expertos del sector en los países de estudio.

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
4	Reemplazo de ventilador en cabinas de refrigeración (p.ej. en supermercados)	Comercial	Ventilador	Refrigeración
5	Instalación de horno de vapor eléctrico	Comercial	Horno	Electrodomésticos
6	Instalación de freidoras comerciales	Comercial	Freidoras	Electrodomésticos
7	Instalación de hornos eléctricos	Comercial	Hornos	Electrodomésticos
8	Instalación de lavavajillas de baja temperatura	Comercial	Lavavajillas	Electrodomésticos
9	Instalación de máquinas de hielo eficientes	Comercial	Maq. de hielo	Electrodomésticos
10	Instalación de parrillas eléctricas eficientes	Comercial	Parrilla	Electrodomésticos
11	Calentador de agua de almacenamiento	Comercial	Calentador	HVAC
12	Calentador de agua sin tanque	Comercial	Calentador	HVAC
13	Cambio a luminarias CFL	Comercial	CFL interior	Iluminación
14	Instalación de condensador de refrigeración más eficiente	Comercial	Condensador	Refrigeración
15	Instalación de mecanismos de control del ventilador en climatización	Comercial	Control	HVAC
16	Instalación de controles en los procesos de refrigeración	Comercial	Control	Refrigeración
17	Instalación de economizador en climatización	Comercial	Economizador	HVAC
18	Formación en EE en colegios	Comercial	Formación	Formación
19	Instalador de enfriador eficiente de climatización	Comercial	Refrigerador	HVAC
20	Instalación de enfriador de agua eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
21	Instalación de enfriador de vapor de aire eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
22	Instalación de enfriador con evaporador para climatización eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
23	Aislamiento de edificios	Comercial	Revestimiento	Aislamiento
24	Aislamiento de tejado	Comercial	Revestimiento	Aislamiento
25	Aislamiento de tanques de aplicaciones de calor	Comercial	Tanque	Aislamiento
26	Aislamiento de tanques de	Comercial	Tanque	Aislamiento

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
	aplicaciones de frío			
27	Instalación de torre de refrigeración para climatización	Comercial	Torre de refrigeración	HVAC
28	Aislamiento térmico en edificios	Comercial	Aislamiento	Aislamiento
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC
30	Caldera de baja temperatura	Comercial	Caldera	HVAC
31	Calderas de condensación	Comercial	Caldera	HVAC
32	Compra masiva de vehículos eléctricos por empresas y la administración pública hasta 2015	Comercial	VE	Transporte
33	Conexión de un edificio terciario a la red de calefacción alimentado por RES	Comercial	RES	HVAC
34	Instalación de sistema de calefacción alimentado de biomasa forestal en el ámbito de los cultivos de invernadero	Comercial	Biomasa agricultura	HVAC
35	Instalación de mecanismos de control de iluminación	Comercial/ Industrial	Control	Iluminación
36	Instalación de controles de la puerta de refrigeración para evitar calentamiento	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración
37	Instalación de cierre en cabinas de refrigeración	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración
38	Instalación de cubiertas de cabinas refrigeradas para por la noche	Comercial/ Industrial	Cubierta de cabinas	Refrigeración
39	Instalación de economizadores de entalpía dual	Comercial/ Industrial	Economizador	HVAC
40	Sistemas de gestión energética	Comercial/ Industrial	Gestión energética	Gestión energética
41	Instalación de máquinas expendedoras eficientes	Comercial/ Industrial	Maq. expendedoras	Hostelería
42	Instalación de iluminación LED en refrigeradores/ congeladores	Comercial/ Industrial	Refrigerador	Iluminación
43	Instalación de sensores de ocupación hotelera	Comercial/ Industrial	Sensor de ocupación	Hostelería
44	Instalación de sistemas de aire acondicionado centrales de alta eficiencia	Comercial/ Industrial	Aire acond.	HVAC
45	Instalación de bomba de proceso eficiente	Comercial/ Industrial	Bomba	HVAC
46	Cambio a luminarias LED	Comercial/ Industrial	LED	Iluminación

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
47	Instalación de VdF en motores eléctricos	Comercial/ Industrial	Motores eléctricos	Varios
48	Distribución de coches alimentados a gas natural para el transporte de pasajeros	Comercial/ Industrial	Gas natural	Transporte
49	Distribución de coches de GLP para el transporte de pasajeros.	Comercial/ Industrial	GLP	Transporte
50	Difusión de coches con tracción híbrida termo-eléctrica para el transporte privado de pasajeros	Comercial/ Industrial	Híbridos	Transporte
51	Difusión de los coches de propulsión eléctrica para el transporte privado	Comercial/ Industrial	VE	Transporte
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética
53	Instalación de compresores de aire eficientes	Industrial	Compresor de aire	Varios
54	Instalación de filtros de caída de presión	Industrial	Control	Varios
55	Instalación de drenadores de aire de pérdida cero	Industrial	Drenador de aire	Varios
56	Instalación de secadores de aire comprimido	Industrial	Secador aire comprimido	Varios
57	Instalación de termostatos programables	Industrial	Termostatos program.	HVAC
58	Instalación de bombas de proceso en pozos de petróleo	Industrial	Bomba	HVAC
59	Instalación de calderas de proceso eficientes	Industrial	Caldera	HVAC
60	Instalación de compresores de refrigeración más eficientes	Industrial	Compresor de refrigeración	Refrigeración
61	Gestión del flujo de aire en procesos de computing de base de datos	Industrial	Computing	Aguas residuales
62	Instalación de controles en las calderas de proceso	Industrial	Control	HVAC
63	Cambio a luminarias LED de interior	Industrial	LED	Iluminación
64	Instalación de purgadores de vapor de alta presión	Industrial	Purgador de vapor	Varios
65	Reemplazo del quemador de las calderas de proceso	Industrial	Caldera	HVAC
66	Instalación de refrigerador de proceso	Industrial	Refrigerador	Aguas residuales
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
68	Aislamiento de tuberías de aplicaciones de calor	Industrial	Tuberías	Aislamiento
69	Tanque de almacenamiento de agua caliente tipo "Open Buffer"	Industrial	Tanque	HVAC
70	Instalación de enfriadores de aire y agua para aplicaciones industriales	Industrial	Enfriadores	Refrigeración
71	Recuperación o generación de calor para enfriamiento, secamiento, cocción, fusión, etc.	Industrial	Hornos	Varios
72	Operaciones para optimizar la EE de los procesos de producción y distribución de la planta	Industrial	Procesos térmicos industriales	Varios
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Industrial	UPS	Equipos ofimáticos
74	Termodinámica de reurbanización de vapor de agua a través de la descompresión mecánica en la concentración de soluciones	Industrial	Varios	Varios
75	Instalación de motores eléctricos con una mayor eficiencia	Industrial	Motores eléctricos	Varios
76	Fondo para autobuses "verdes"	Transporte	Autobús	Transporte
77	Instalación de puntos de recarga para VE	Transporte	Cargador	Transporte
78	Instalación de puntos de recarga para camionetas	Transporte	Furgoneta	Transporte
79	Programa de contratación de vehículos de bajo carbono	Transporte	VE	Transporte

## 2.2 Lista corta

Para identificar las medidas más relevantes para cada país y poder proceder a analizar su potencial impacto económico y energético en el siguiente informe, se empleó una metodología basada en criterios de valoración.

Inicialmente, se identificaron las 79 medidas previamente mencionadas que suponen el punto de partida del análisis. Posteriormente, se aplicaron una serie de filtros para identificar las medidas más relevantes para Uruguay, y así conformar una lista corta de medidas priorizadas según su relevancia.

Las medidas se han priorizado de acuerdo a los siguientes filtros:

### ILUSTRACIÓN 6 - CRITERIOS PARA PRIORIZAR LAS MEDIDAS

	Criterios	Consideraciones
<b>FILTRO 1: Sector/ subsector prioritario</b>	<b>A</b> Consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo energético medio del sector/ subsector en el país                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Nº de empresas/ industrias y contribución al PIB</li> <li>Consumo unitario actual (kWh)</li> <li>Evolución esperada del consumo</li> </ul> </li> </ul>
	<b>B</b> Potencial de ahorro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro potencial de energía en dicho subsector                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Políticas de EE implementadas</li> <li>Inversiones realizadas</li> <li>Nivel de optimización presente</li> <li>Precio energético</li> </ul> </li> </ul>
<b>FILTRO 2: Medidas más atractivas</b>	<b>C</b> Ahorro potencial unitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro anual que se conseguiría por empresa/ industria al instalar la solución en el país (estimado)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo unitario previo destinado al uso objetivo de la medida específica</li> <li>Consumo unitario posterior destinado al uso objetivo de la medida específica</li> </ul> </li> </ul>
	<b>D</b> Alcance y escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nº de empresas potenciales de implementar la medida                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Barreras actuales (p.ej. desinformación de empresas potenciales, aversión al riesgo, precio energético y falta de financiación)</li> <li>Alcance actual y a futuro de la medida</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

Como se puede observar en la Ilustración 8, se han seguido dos filtros de priorización con sus correspondientes criterios relevantes.

#### **Filtro 1: Sector/ subsector prioritario**

Inicialmente se lleva a cabo una caracterización del consumo y la EE por sector en el país, para así poder evaluar sobre qué sectores/ subsectores es más urgente implantar medidas de EE.

Posteriormente, partiendo de dichos datos, se priorizan los sectores/ subsectores más relevantes estableciendo prioridades según los siguientes criterios:

- **Alto consumo:** hace referencia al consumo energético medio del sector/ subsector. Ilustra de forma genérica el posible alcance que presenta el sector/ subsector en el país de estudio. Para ello se tienen en cuenta los siguientes factores:
  - Número de empresas/ industrias que pertenecen al sector/ subsector

- Contribución al PIB de la actividad económica
- Consumo unitario de las empresas
- Evolución esperada del consumo a lo largo del tiempo
- **Alto potencial de ahorro:** hace referencia al ahorro potencial de energía en el sector/ subsector. En este caso los factores a tener en cuenta son:
  - Las políticas de EE previamente implementadas en el país de estudio
  - Las inversiones realizadas en el sector/ subsector objetivo
  - El nivel de optimización presente en el sector/ subsector
  - El precio energético (a menor precio, menor atractivo económico)

### ***Filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector***

El segundo filtro tiene por objetivo identificar las medidas más atractivas (por su ahorro y alcance potencial) en los sectores prioritarios del país, siguiendo los siguientes criterios.

- **Ahorro potencial unitario:** hace referencia al ahorro que se obtendría por empresa/ industria, al implementar la medida de EE en el país. Para ello se tienen en cuenta los siguientes factores:
  - Consumo unitario destinado al uso específico que cubre la medida (previo a la implementación de la medida)
  - Consumo respecto al consumo unitario una vez implementada la medida (estimación)
- **Alcance:** hace referencia a la penetración que representa la implementación de la medida, no sólo en el momento actual sino con el paso del tiempo. En este caso los factores que se valoran son los siguientes:
  - Número de empresas/ industrias potenciales de implementar la medida
  - Barreras actuales. Ej. desinformación de las empresas/ industrias, aversión al riesgo, precio energético y falta de financiación
  - Penetración actual y futura de la medida en función de la evolución de las necesidades

### **2.3 Medidas a analizar**

El resultado de la aplicación de los distintos criterios es un listado de potenciales medidas de EE para el país.

Para la selección de las medidas potenciales se lleva a cabo una valoración según los criterios anteriores. Así, se elabora un ranking de hasta 15 medidas por país, que conforma la lista corta

de medidas a analizar en cada país; sólo se incluyen en dicha lista corta las medidas más relevantes (i.e. con una valoración alta: de 3 puntos).

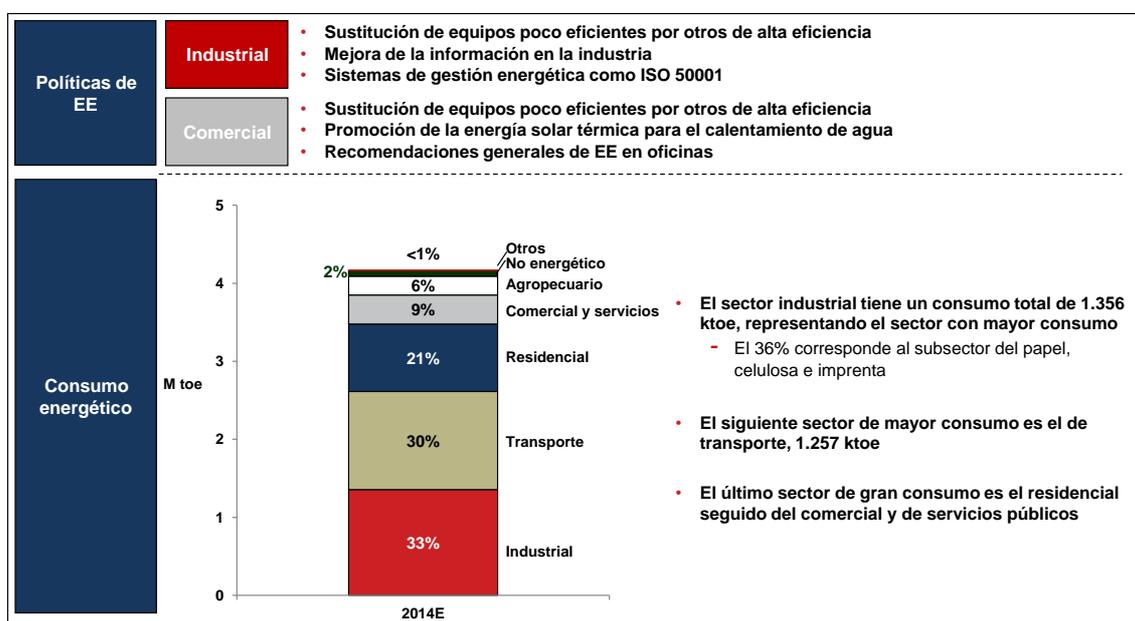
## Capítulo 3. Selección de medidas de EE

La siguiente sección detalla la aplicación de los filtros descritos en la metodología de selección de medidas anterior.

### 3.1 Introducción

A continuación se muestra un resumen del estado de la EE y el consumo energético de Uruguay.

#### ILUSTRACIÓN 7 - RESUMEN DEL CONSUMO Y LA EE EN URUGUAY



Fuente: Análisis de CREARA con datos de fuentes primarias y secundarias

### 3.2 Aplicación del filtro 1: Sector/ subsector prioritario

Como se puede observar en la Ilustración 7, los sectores de mayor consumo en Uruguay son el industrial y el de transporte. Sin embargo, el sector consumidor de energía con mayor crecimiento esperado es el comercial y de servicios públicos.

Uruguay es uno de los países latinoamericanos más avanzados en materia de EE (junto con Chile), por lo que presenta un potencial de implementación de medidas bastante reducido en comparación con el resto de países.

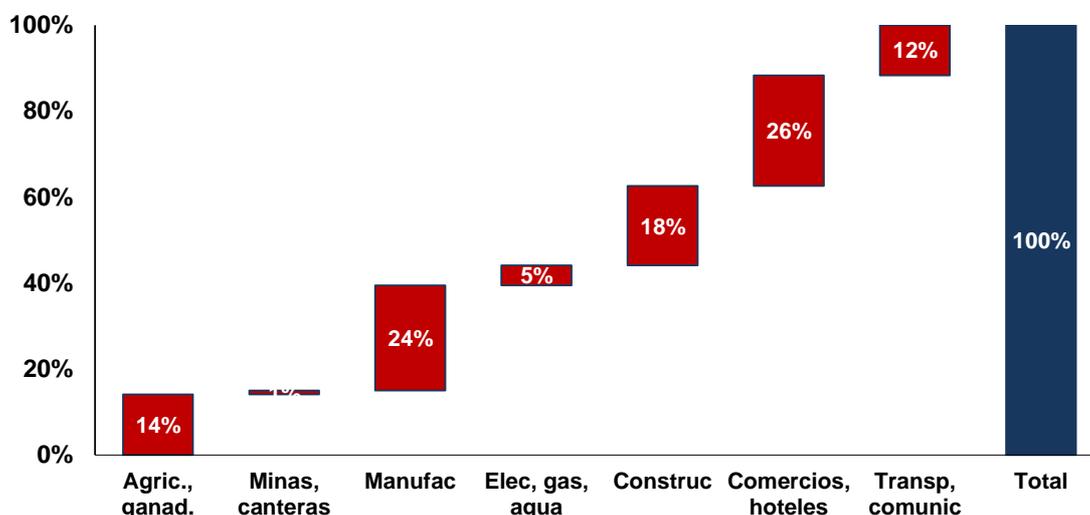
De forma general se puede concluir que los sectores prioritarios en Uruguay tienen las siguientes características:

- Sector industrial:
  - Alto consumo energético
  - Nivel de optimización alto (alto nivel de inversiones realizadas)

- Sector comercial:
  - Aumento en el consumo energético
  - Nivel de optimización alto (alto nivel de inversiones realizadas)

Para poder identificar los subsectores más relevantes, no sólo se toma en cuenta el consumo energético sino también el peso de cada rubro en el PIB. A continuación se muestra la contribución porcentual al PIB de las distintas actividades económicas relevantes para el estudio en el año 2014 en el país.

**ILUSTRACIÓN 8: CONTRIBUCIÓN AL PIB DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS<sup>4</sup> EN URUGUAY (2014)**



Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL

Respecto a los subsectores prioritarios, se concluye que existe potencial de ahorro y escalabilidad (alcance) de la aplicación de medidas de EE especialmente en los siguientes:

- Industria manufacturera, principalmente alimentaria y de papel, celulosa e imprenta
- Industria agropecuaria
- Hostelería
- Salud y servicios comunitarios

La priorización resultante en función de los sectores/ subsectores de importancia en el país, se muestra en la siguiente tabla.

<sup>4</sup> Por orden de aparición en el gráfico: Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; Explotación de minas y canteras; Industrias manufactureras; Suministro de electricidad, gas y agua; Construcción; Comercio al por mayor y al por menor, reparación de bienes, y hoteles y restaurantes; Transporte, almacenamiento y comunicaciones

**TABLA 3: MEDIDAS RESULTANTES DE APLICACIÓN DEL FILTRO 1 EN URUGUAY**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
1	Instalación de válvula de pulverización del pre-enjuague de agua eficiente	Comercial	Grifo (restaurantes/ hoteles)	Hostelería	✓
2	Sustitución de cabina de refrigeración por otra unidad de alta eficiencia	Comercial	Cabina refrigeración	Refrigeración	✓
5	Instalación de horno de vapor eléctrico	Comercial	Horno	Electrodomésticos	✓
6	Instalación de freidoras comerciales	Comercial	Freidoras	Electrodomésticos	✓
7	Instalación de hornos eléctricos	Comercial	Hornos	Electrodomésticos	✓
8	Instalación de lavavajillas de baja temperatura	Comercial	Lavavajillas	Electrodomésticos	✓
9	Instalación de máquinas de hielo eficientes	Comercial	Maq. de hielo	Electrodomésticos	✓
10	Instalación de parrillas eléctricas eficientes	Comercial	Parrilla	Electrodomésticos	✓
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC	✓
37	Instalación de cierre en cabinas de refrigeración	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración	✓
38	Instalación de cubiertas de cabinas refrigeradas para por la noche	Comercial/ Industrial	Cubierta de cabinas	Refrigeración	✓
40	Sistemas de gestión energética	Comercial/ Industrial	Gestión energética	Gestión energética	✓
42	Instalación de iluminación LED en refrigeradores/ congeladores	Comercial/ Industrial	Refrigerador	Iluminación	✓
44	Instalación de sistemas de aire acondicionado centrales de alta eficiencia	Comercial/ Industrial	Aire acond.	HVAC	✓
45	Instalación de bomba de proceso eficiente	Comercial/ Industrial	Bomba	HVAC	✓
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética	✓

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
53	Instalación de compresores de aire eficientes	Industrial	Compresor de aire	Varios	✓
54	Instalación de filtros de caída de presión	Industrial	Control	Varios	✓
55	Instalación de drenadores de aire de pérdida cero	Industrial	Drenador de aire	Varios	✓
56	Instalación de secadores de aire comprimido	Industrial	Secador aire comprimido	Varios	✓
57	Instalación de termostatos programables	Industrial	Termostatos program.	HVAC	✓
58	Instalación de bombas de proceso en pozos de petróleo	Industrial	Bomba	HVAC	✓
59	Instalación de calderas de proceso eficientes	Industrial	Caldera	HVAC	✓
60	Instalación de compresores de refrigeración más eficientes	Industrial	Compresor de refrigeración	Refrigeración	✓
61	Gestión del flujo de aire en procesos de computing de base de datos	Industrial	Computing	Aguas residuales	✓
62	Instalación de controles en las calderas de proceso	Industrial	Control	HVAC	✓
63	Cambio a luminarias LED de exterior	Industrial	LED	Iluminación	✓
64	Instalación de purgadores de vapor de alta presión	Industrial	Purgador de vapor	Varios	✓
65	Reemplazo del quemador de las calderas de proceso	Industrial	Caldera	HVAC	✓
66	Instalación de refrigerador de proceso	Industrial	Refrigerador	Aguas residuales	✓
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓
68	Aislamiento de tuberías de aplicaciones de calor	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓
69	Tanque de almacenamiento de agua caliente tipo "Open Buffer"	Industrial	Tanque	HVAC	✓
70	Instalación de enfriadores de aire y agua para aplicaciones industriales	Industrial	Enfriadores	Refrigeración	✓
71	Recuperación o generación de calor para enfriamiento, secamiento, cocción, fusión, etc.	Industrial	Hornos	Varios	✓

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
72	Operaciones para optimizar la EE de los procesos de producción y distribución de la planta	Industrial	Procesos térmicos industriales	Varios	✓
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Industrial	UPS	Equipos ofimáticos	✓
74	Termodinámica de reurbanización de vapor de agua a través de la descompresión mecánica en la concentración de soluciones	Industrial	Varios	Varios	✓
75	Instalación de motores eléctricos con una mayor eficiencia	Industrial	Motores eléctricos	Varios	✓

### 3.3 Aplicación del filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector

Una vez identificadas las medidas de EE que se pueden implementar en los sectores prioritarios, se lleva a cabo la valoración de las medidas más atractivas para cada sector. Para ello, se ha valorado (y comparado) el atractivo relativo de cada medida. En el caso de Uruguay, son relevantes los siguientes criterios:

- Como se ha mencionado anteriormente Uruguay es un país relativamente desarrollado en materia de EE por lo que el número de medidas potenciales es reducido en comparación con otros países (p.ej. el cambio de luminarias fue realizado en mayor medida en Uruguay que en otros países de la zona)
- La existencia de un tejido industrial y empresarial amplio, en comparación con otros países de Latinoamérica, permitirá que se desarrollen medidas que requieran inversiones altas en el sector industrial que no hayan sido implementadas aún (p.ej. medidas como el aislamiento en tuberías para la industria presentan un alto potencial de ahorro)

La priorización resultante de las medidas más atractivas dentro de los sectores/ subsectores de importancia en el país, se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 4: MEDIDAS RESULTANTES DE APLICACIÓN DEL FILTRO 2 EN URUGUAY**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Ahorro	Alc.	Σ
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC	✓✓	✓	3
44	Instalación de sistemas de aire acondicionado centrales de alta eficiencia	Comercial/ Industrial	Aire acond.	HVAC	✓	✓	2
45	Instalación de bomba de proceso eficiente	Comercial/ Industrial	Bomba	HVAC	✓	✓	2
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética	✓✓	✓	3
58	Instalación de bombas de proceso en pozos de petróleo	Industrial	Bomba	HVAC	✓	✓	2
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓✓	✓	3
68	Aislamiento de tuberías de aplicaciones de calor	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓	✓	2

**Lista corta de medidas a analizar**

Finalmente, se lleva a cabo una valoración de las medidas más atractivas en función de la puntuación obtenida por su potencial de ahorro y alcance. A continuación se muestra la lista corta de medidas para este país después de realizar el ranking pertinente.

**TABLA 5: MEDIDAS POTENCIALES EN URUGUAY**

	Nombre de la medida	Descripción
29	Bomba de calor comercial	Reemplazo de una caldera de gasoil en un edificio del sector terciario por una BC aire/ agua eficiente
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Obtención de la certificación ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias
67	Aislamiento de tuberías	Aislamiento térmico que mejore la eficiencia energética de las tuberías, reduciendo las pérdidas de calor y las emisiones de CO <sub>2</sub>

## Capítulo 4: Cuantificación del impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones

Luego de analizar la situación de la Eficiencia Energética (EE) e identificar las medidas potenciales más atractivas en Uruguay, el presente capítulo cuantifica el impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones propuestas.

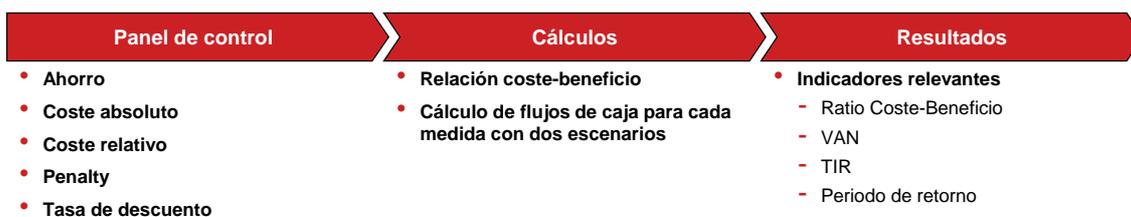
Para evaluar casos concretos, se requiere un análisis en detalle de la situación particular, la cual puede variar respecto a la aquí presentada. Asimismo, es relevante realizar un seguimiento de variables tales como el precio de la energía, ya que se espera varíe a futuro. Este análisis es conservador y asume que, en términos reales, el precio de la energía se mantendrá constante (es decir, sólo crecerá con la inflación).

### 4.1 Metodología de cuantificación de impactos económicos, energéticos y ambientales

La metodología principal del análisis económico estima los ahorros y los costes de la implementación de las medidas analizadas en cada uno de los países con base en los resultados de los proyectos realizados en España y en otros países, datos que fueron adaptados y extrapolados a la realidad de los países latinoamericanos.

Para cada una de las medidas de los países considerados, se propone un análisis económico que incluye análisis coste-beneficio, de rentabilidad y liquidez, siguiendo los pasos mostrados en la siguiente imagen.

#### ILUSTRACIÓN 9 - ESTRUCTURA DEL PROCESO DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS



Asimismo, se indicará la potencialidad total estimada de inversiones financiables, así como los ahorros medioambientales que se pueden conseguir. Con el fin de llevar a cabo el estudio de cada medida hay que tener en cuenta que los ahorros y costes aplicables al análisis dependen del tipo de decisión de cada medida. Dichos tipos de decisión se resumen a continuación:

- **Decisión de ahorro no forzado:** dentro de este grupo se han incluido las decisiones de inversión que, en caso de no efectuarse, no requieren que se invierta en una medida alternativa. Ejemplos de tales decisiones son: implementación de ISO 50001 e instalación de sensores de ocupación hotelera.
- **Nueva instalación o reemplazo forzado:** en este tipo de decisión se incluyen las medidas en las que el usuario debe cambiar obligatoriamente un equipo de consumo.

Sus alternativas son un equipo eficiente y otro con menor calificación energética. Los costes asociados a la inversión corresponderán a la diferencia entre los costes de ambos equipos. Asimismo, los ahorros obtenidos también serán diferenciales.

- **Actualización de equipos:** dentro de esta decisión se han incluido todas aquellas medidas que conllevan la actualización de un equipo menos eficiente que sigue funcionando por otro más eficiente. Los costes derivados de esta medida conllevan el coste total del equipo nuevo más la instalación, mientras que los costes operativos se calcularán mediante la diferencia entre el coste operativo del equipo eficiente menos el coste del equipo antiguo. Los ahorros obtenidos equivalen a la diferencia entre el consumo antiguo y el consumo con el equipo eficiente.

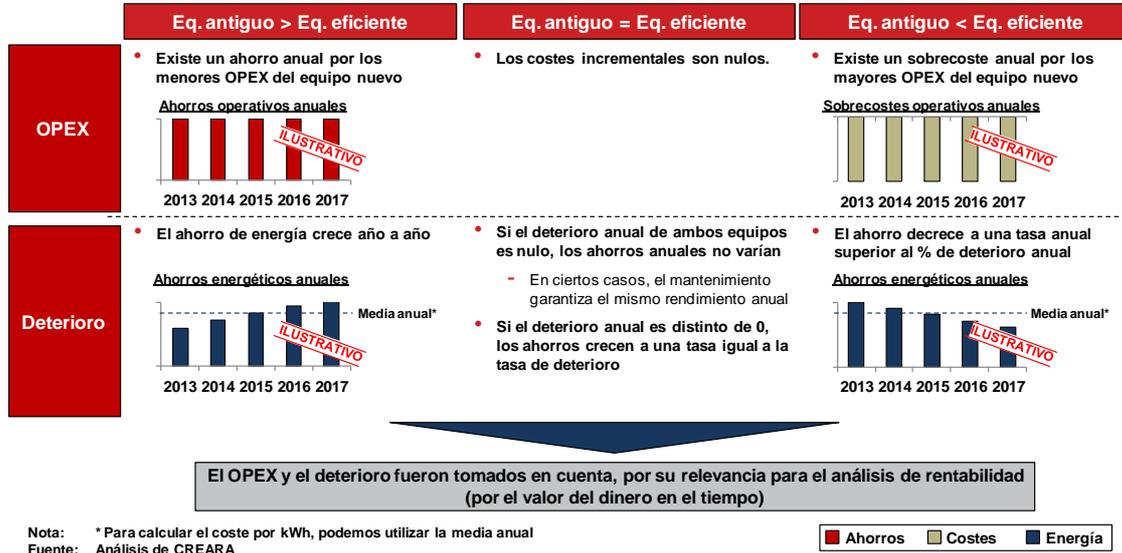
#### ILUSTRACIÓN 10 - DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE DECISIONES

	Costes de inversión	Costes operativos	Ahorros aplicables	Medidas analizadas
<b>Decisión de ahorro no forzado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes totales del programa o medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes totales del programa o medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro energético resultante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo: ISO 50001</li> </ul> <p>2 3 9</p>
<b>EQUIPOS: Nueva instalación o reemplazo "forzado"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste equipo eficiente - coste equipo alternativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste operativo equipo eficiente - coste equipo alternativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo con equipo alternativo - consumo eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo: Instalación de motor de ventilador de refrigeración</li> </ul> <p>1 5 7 14</p>
<b>EQUIPOS: Actualización de equipos*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste total del equipo eficiente + costes de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste operativo equipo eficiente - coste equipo antiguo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo con equipo antiguo - consumo eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplos: Actualización de equipos: bomba de calor...</li> </ul> <p>4 6 8 10 11 12 13</p>

Nota: \* De uno menos eficiente que sigue funcionando a otro más eficiente  
Fuente: Análisis de CREARA

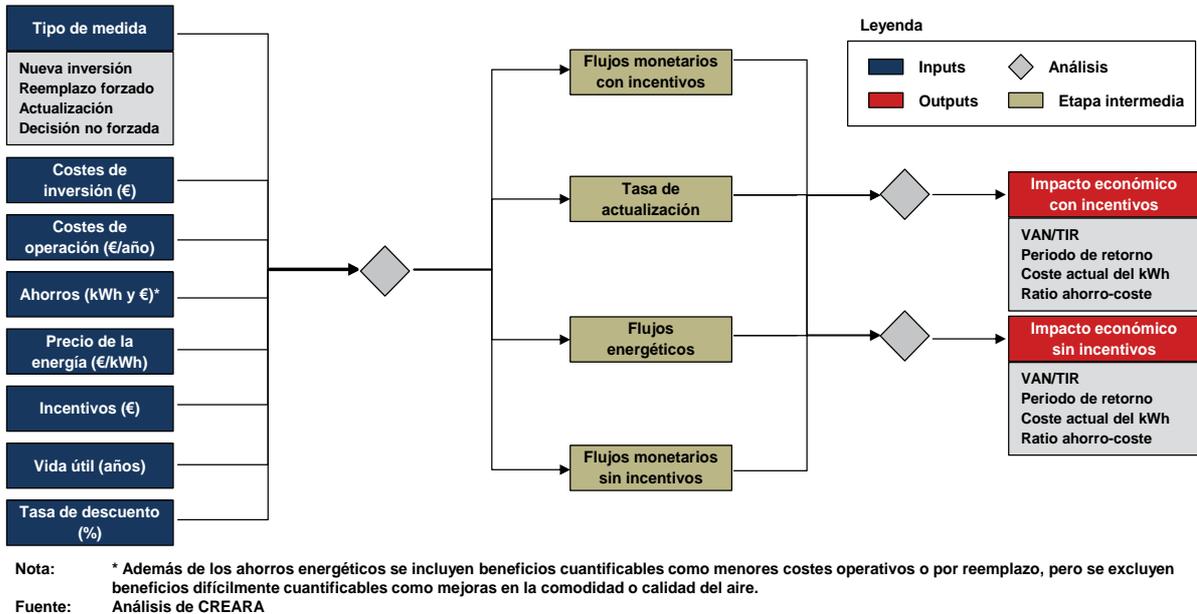
Para analizar la rentabilidad de un reemplazo de equipos se han comparado los costes operativos (OPEX) y el deterioro de los equipos considerados.

**ILUSTRACIÓN 11 - SITUACIONES POSIBLES AL DETERMINAR COSTES OPERATIVOS Y AHORRO ENERGÉTICO**



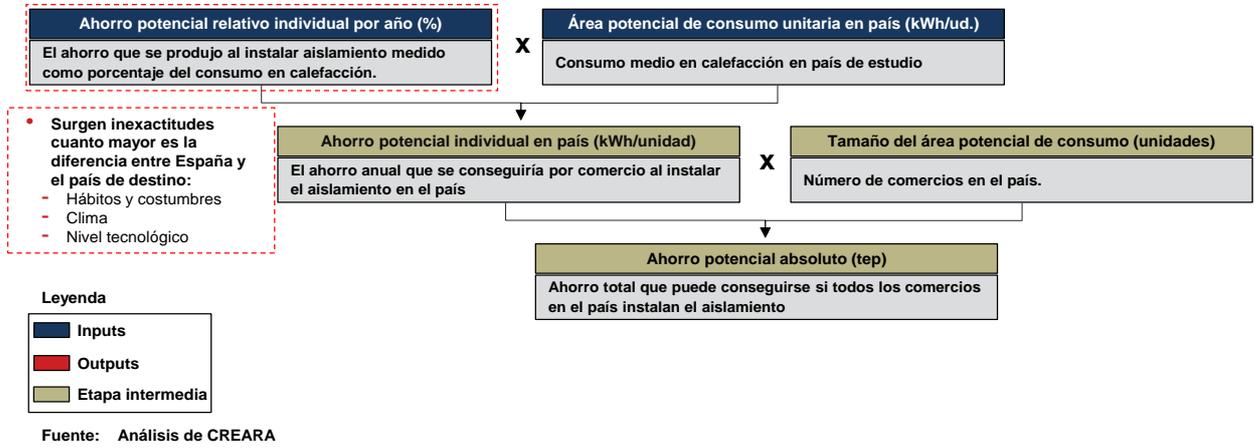
La siguiente imagen es un diagrama mediante el cual se puede apreciar la estructura del modelo que cuantifica el impacto económico de cada una de las medidas desde el punto de vista del consumidor.

**ILUSTRACIÓN 12 - DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO ECONÓMICO**



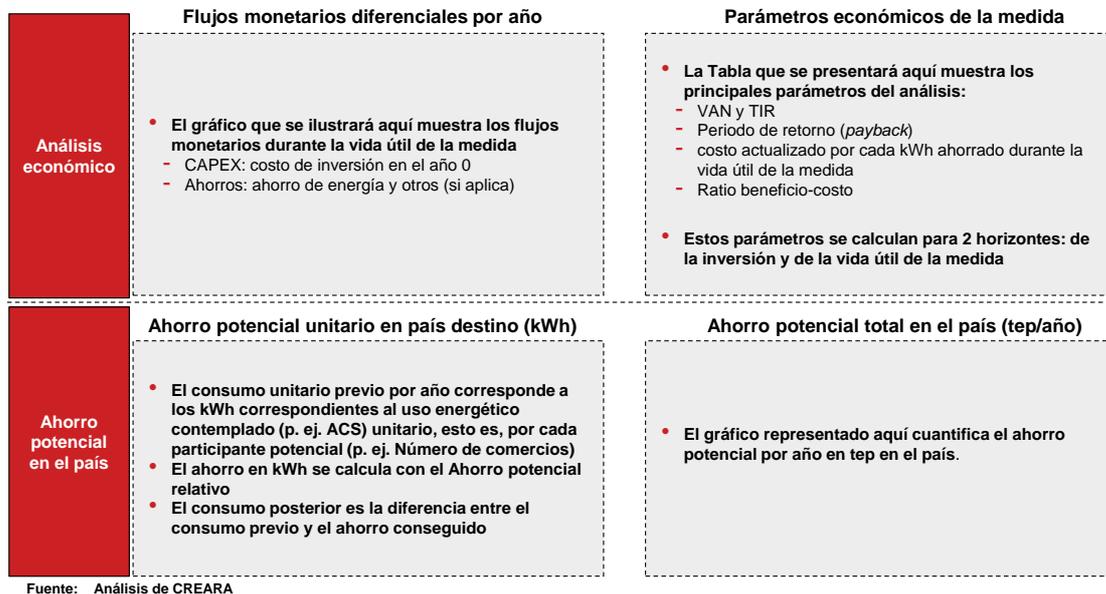
Con base en el potencial relativo de ahorro de cada medida se estimará el ahorro potencial absoluto de energía en los países de estudio de la siguiente forma (ejemplo para la medida de "aislamiento térmico en comercios").

**ILUSTRACIÓN 13 - REPRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS SEGUIDO PARA ESTIMAR EL POTENCIAL DE AHORRO DE UNA MEDIDA**



La representación de los resultados del análisis se realiza conforme a la estructura que se detalla a continuación:

**ILUSTRACIÓN 14 - EJEMPLO PARA ENTENDER LA REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS**



**Ajuste del ahorro**

Una vez seleccionadas las medidas para el país (ver Capítulo 3), se considera necesario realizar un ajuste del ahorro potencial (obtenido de situaciones reales en España) para reflejar la realidad en los países analizados. Así, se consideran los diversos criterios que definen el ahorro potencial de cada medida en los países latinoamericanos. Por ello, y con el fin de que la transposición sea lo más rigurosa posible, se ha realizado un ajuste del ahorro en el país de origen en función de tres criterios:

- Hábitos y costumbres de consumo.
- Clima.
- Nivel tecnológico en materia de EE.

Para cada una de las medidas, cada uno de estos criterios llevará asociado un peso específico que afectará al ajuste del ahorro, de manera que, por ejemplo, en una medida relacionada con la formación, a la cultura y disciplina, al ser prácticamente el único de los cuatro aspectos susceptible de modificar el ahorro, le corresponderá un peso específico del 100%.

Para poder cuantificar y comparar cada uno de estos criterios en España frente a los países latinoamericanos, se ha seleccionado una variable representativa de cada uno de ellos, que se describe a continuación:

#### ***Hábitos y costumbres de consumo***

En este punto se considerará como variable comparativa el consumo energético por habitante/año de cada país, así como la educación (concientización) y el precio eléctrico (a mayor precio, mayor incentivo de ahorrar).

#### ***Clima***

Para la comparación de dicho criterio se ha utilizado la media de temperaturas anuales de cada uno de los países de origen. En este sentido, la media de temperaturas de Uruguay es muy similar a la española.

#### ***Nivel tecnológico en materia de EE***

En este caso se ha comparado el porcentaje del PIB destinado a Innovación y Desarrollo, para determinar el nivel tecnológico en materia de EE de cada uno de los países. En este sentido los países que más invierten en I+D son Uruguay, Brasil, Chile y Argentina. Asimismo, se ha tomado en cuenta el avance en materia de EE en cada país (esto fue analizado en el Capítulo I).

En la tabla 6 se muestra la comparativa de cada uno de los criterios en los países de origen frente a España:

**TABLA 6: COMPARATIVA DE CRITERIOS EN ESPAÑA FRENTE LOS PAÍSES DE ESTUDIO**

	ESPAÑA		
	Hábitos y costumbres	Clima	Nivel tecnológico
Argentina	✗	=	✗
Bolivia	✗✗	✓	✗✗
Brasil	✗	✓✓	=
Chile	=	✗	✗
Colombia	✗	✓✓	✗✗
Ecuador	✗	✓	✗
Panamá	✗	✓✓	✗✗
Paraguay	✗	✓✓	✗✗
Perú	✗	=	✗✗
Uruguay	=	=	=
Venezuela	✗✗	✓✓	✗✗

Valoración de los criterios: ✗✗ Muy Bajo ✗ Bajo = Medio ✓ Alto ✓✓ Muy alto

Como puede observarse, el país más similar a España en cuanto a desarrollo tecnológico, climatología, hábitos y costumbres es Uruguay. Por ello, y teniendo en cuenta que en todos los casos las tecnologías empleadas en España son las mismas que las analizadas en los países destino, se puede concluir que los ahorros experimentados serán similares, en término medio, en Uruguay y en España. Sin embargo, en el resto de los países habrá que determinar si estos criterios afectan o no al ahorro y en el caso de que se sea más de un criterio el que le influya, determinar cuál es el peso de cada uno. A continuación se muestra un ejemplo explicativo, del cálculo del ajuste del ahorro:

**TABLA 7: EJEMPLO DEL CÁLCULO DEL AJUSTE DEL AHORRO**

		Relevancia parcial	Situación en España	Situación en país destino	Ajuste parcial del ahorro
Sociales	1 Hábitos de uso	25%	✓✓	✓✓	=
Geográfico	3 Clima	50%	✗✗	✓✓	✓✓
Tecnología	4 Avance tecnológico	25%	✓	✗	✗
<b>Ajuste final del ahorro</b>					✓

Valoración de los criterios: ✗✗ Muy Bajo ✗ Bajo = Medio ✓ Alto ✓✓ Muy alto

Fuente: Análisis de CREARA

El ajuste final del ahorro mostrado en la Tabla 7, se corresponde con un factor de corrección que se aplicará al ahorro del país de origen según la Tablas 8. Como ejemplo, si la valoración de estos tres criterios supone un ajuste final de ahorro de **“positivo”** sobre el ahorro obtenido en origen, se aplicará un factor de corrección del 110% al ahorro obtenido en España para ajustar dicha valoración al país de estudio.

**TABLA 8: FACTOR DE CORRECCIÓN DEL AHORRO.**

Grado de diferencia	Factor de corrección
Elevado Positivo (✓✓)	120%
Positivo (✓)	110%
Similar (=)	100%
Negativo (✗)	90%
Elevado Negativo (✗✗)	80%

## 4.2 Análisis de las medidas

### Datos de entrada

A continuación se detallan los datos de entrada del análisis de cada una de las medidas, teniendo en cuenta la situación de Uruguay.

TABLA 9 - MATRIZ RESUMEN DE LOS DATOS CONSIDERADOS POR MEDIDA EN URUGUAY

		1	2	3
		ISO 50001	Bomba de calor	Aislamiento tuberías
Período de análisis	Año de inversión	2015	2015	2015
	Años de vida útil	15	20	15
	Años de vida útil técnica	15	20	20
Costos	CAPEX Consumidor energía (USD/ud)	10.642	24.240	89.865
	costos operativos (OPEX) año 0 (USD/ud)	2.365	0	0
Ahorros	Beneficio en el año 0 (USD/ud.año)	9.330	216	226
	Beneficio en el año 0 (kWh/año)	96.061	2.321	31.821
	Ahorro potencial relativo de la medida	10%	60%	4%
Otros	Tasa de descuento real	5%	7%	5%
	Tasa de penetración anual	100%	100%	100%

Fuente: Análisis de CREARA

### Resultados de las medidas

A continuación, se presentará el análisis de cada una de ellas.

#### 1.1.1.1 Medida 1: Implantación de la norma ISO: 50001

TABLA 10: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 1

2 Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtención de la certificación ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias adheridas al esquema de acuerdos voluntarios de reducción de consumos eléctricos en la industria relacionados con procesos industriales intensivos energéticamente y con la calefacción de naves y edificios</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Decisión nueva no forzada</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 años</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos industriales energéticos</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inicial</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento y formación</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la competitividad de las empresas certificadas</li> <li>No válido para pequeñas empresas</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Obtención de la certificación ISO 50001, que son sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias adheridas al esquema de acuerdos voluntarios de reducción de consumos eléctricos en la industria relacionados con procesos industriales intensivos energéticamente y con la calefacción de naves y edificios. Las empresas adheridas al acuerdo voluntario consiguen un descuento en el impuesto de CO<sub>2</sub> existente. La implementación de la ISO 50001 en industrias permite la mejora sistemática de la gestión energética de la organización, consiguiendo una reducción del consumo. Asimismo, un ahorro energético conlleva la disminución de los costes de operación y de las emisiones de GEI asociadas a las fuentes energéticas. Es por ello que cualquier inversión en esta línea tiene un retorno económico inmediato.

**Público Objetivo.** Todas las industrias y/ o PYMEs son potenciales clientes para implementar la ISO 50001.

**Equipo.**

	<b>Uruguay</b>
<b>Coste (USD)</b>	10.642

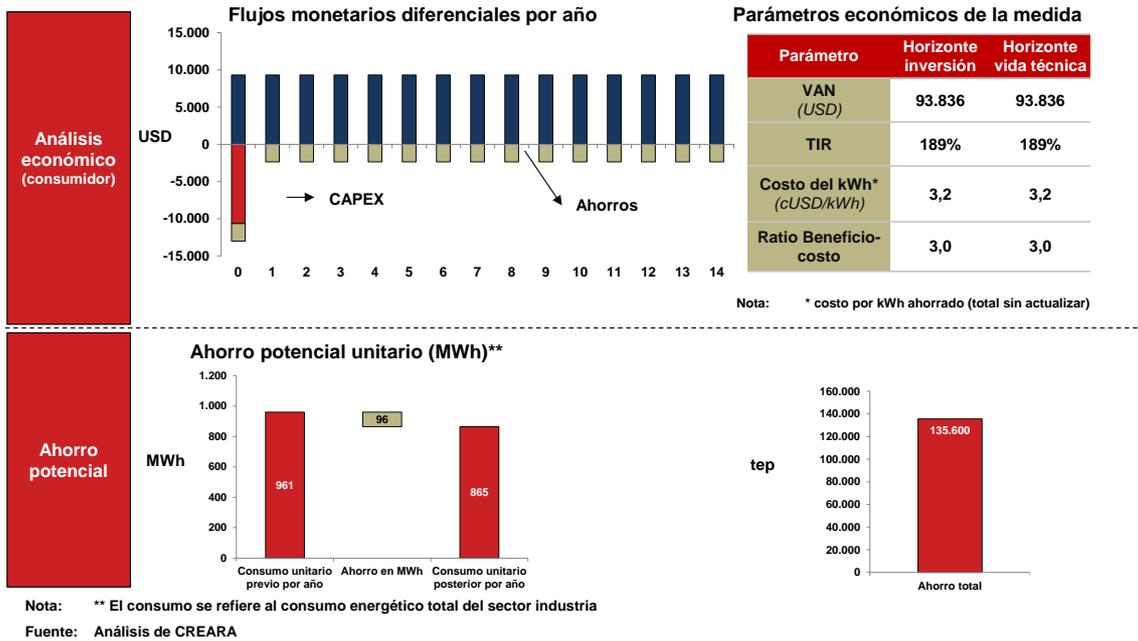
**CAPEX.** El precio es el coste del certificado.

**OPEX.** El coste de operación es de aproximadamente 1.774 USD al año más otros 1.774 USD de la certificación cada 3 años (considerando una vida útil de 15 años).

**Deterioro.** El certificado hay que renovarlo cada 3 años.

**Ahorro.** La implementación de este certificado certifica un ahorro de entre un 2-10% sobre el consumo energético anterior.

**Periodo de Retorno Simple.** La implementación de esta medida conlleva un PRS de 1 año.



### ILUSTRACIÓN 15: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 1 EN URUGUAY

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida, esto es el potencial total financiable por la CAF en el país:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^5 = \text{Inversión total}$$

$$10.642 \text{ USD} \times 16.417 = 174.707.678 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>6</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$1.577.028.000 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 788.514.000 \text{ kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>5</sup> Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería y Estimación CREA

<sup>6</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

### 1.1.1.2 Medida 2: Bomba de calor Comercial

TABLA 11: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 2

8 Bomba de calor comercial	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reemplazo de una caldera de gasoil en un edificio del sector terciario por una BC aire/ agua eficiente</li> <li>Bomba de calor Daikin Altherma Flex de 33,6 kW</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de equipos</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 años</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bombas de calor</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terciario</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madura</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptabilidad</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesita menos fluido refrigerante</li> <li>Mayor ruido</li> </ul>

Nota: La bomba de calor consume electricidad y reemplaza a la caldera de gasoil, el cual consume gasoil.  
Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Instalación de una bomba de calor de aire/agua para un edificio del sector terciario para cubrir las necesidades de climatización.

**Público Objetivo.** Comercios con altos consumos en calefacción.

**Equipo.**

	Uruguay
Potencia (kW)	40
COP	4
Coste (USD)	24.240

**CAPEX.** Para una bomba de 40kW típica del comercio el precio es de 24.240 USD.

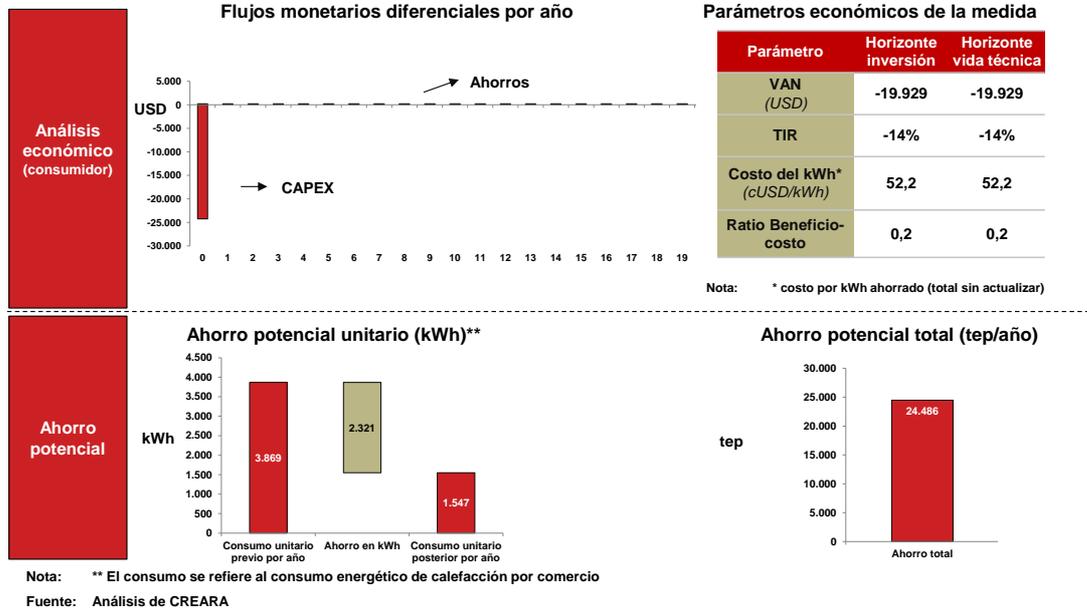
**OPEX.** El mantenimiento de uno y otro equipo son bastante diferentes, sin embargo el coste de mantenimiento anual es sorprendentemente el mismo. El mantenimiento de una bomba de calor consiste en el mantenimiento (limpieza, reparación...) de dispositivos importantes como el compresor y el condensador, sustitución de líquido refrigerante y revisión del circuito eléctrico.

**Deterioro.** Con un buen mantenimiento no hay deterioro.

**Ahorro.** La bomba de calor es un dispositivo que capta la energía del ambiente (por lo que no necesita temperaturas altas para funcionar). Se considera fuente renovable y produce un ahorro en el consumo con respecto a una caldera de gasoil del 60%.

**Periodo de Retorno Simple.** En esta medida, el PRS asciende hasta los 42 años.

**ILUSTRACIÓN 16: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 2 EN URUGUAY**



A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida, esto es el potencial total financiable por la CAF en el país:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo} = \text{Inversión total}$$

$$24.240 \text{ USD} \times 122.683 = 2.973.814.901 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$284.772.180 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 142.386.090 \text{ kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

### 1.1.1.3 Medida 3: Aislamiento de tuberías

Dt

DOCUMENTO DE TRABAJO

**TABLA 12: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 3**

13 Aislamiento de tuberías	
<b>Acción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento térmico que mejore la eficiencia energética de las tuberías, reduciendo las pérdidas de calor y las emisiones de CO2</li> </ul>
<b>Tipo de decisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización</li> </ul>
<b>Vida útil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 años</li> </ul>
<b>Tecnología objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías</li> </ul>
<b>Sector objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> </ul>
<b>Madurez del mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madura</li> </ul>
<b>Barreras que ataca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptabilidad</li> </ul>
<b>Ventajas/Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medida muy extendida en países USDopeos</li> <li>Inversión elevada</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Consiste en aislar térmicamente tuberías industriales con material aislante: lana de roca.

**Público Objetivo.** Industrias con alto consumo térmico.

**Equipo.**

	Uruguay
<b>Material</b>	Lana de roca
<b>Espesor</b>	200 mm
<b>Longitud tubería</b>	500 m
<b>Diámetro tubería</b>	6"
<b>Coste (USD)</b>	89.865

**CAPEX.** Coste de aislar térmicamente una tubería de 50 m de longitud con lana de roca. Incluye el material y la mano de obra.

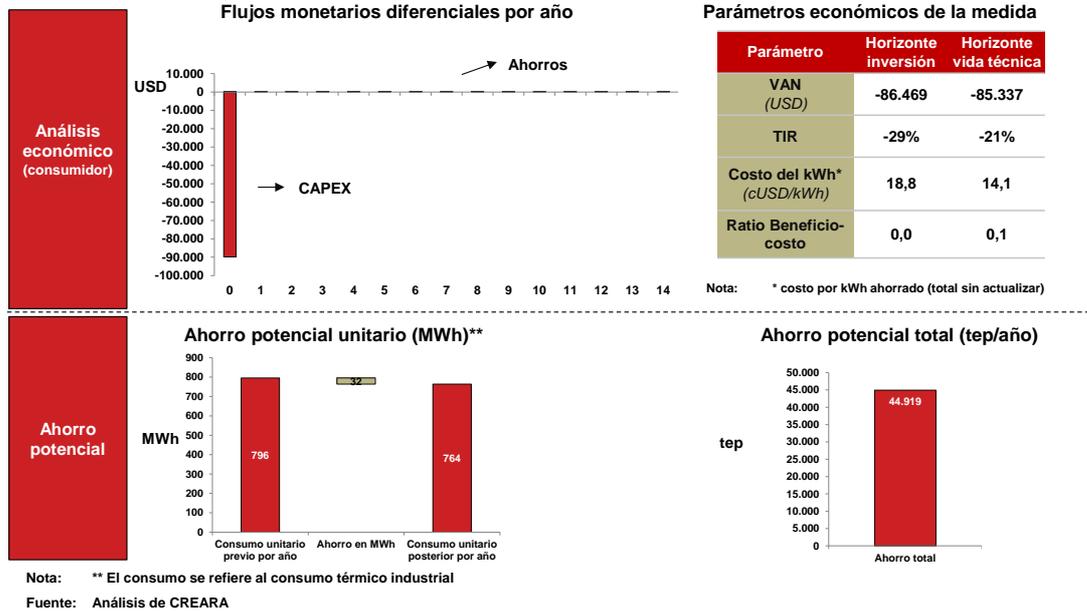
**OPEX.** No es necesario mantenimiento.

**Deterioro.** No hay deterioro.

**Ahorro.** El aislar la tubería con este tipo de aislamiento supone un ahorro de entre un 2% y un 4% sobre el consumo energético.

**Periodo de Retorno Simple.** Esta medida presenta un PRS de 42 años.

**ILUSTRACIÓN 17: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 3 EN URUGUAY**



A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida, esto es el potencial total financiable por la CAF en el país:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo} = \text{Inversión total}$$

$$89.865 \text{ USD} \times 16.417 = 1.475.309.284 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$522.411.015 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 261.205.507 \text{ kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

## Capítulo 5: Factibilidad teórica de las medidas priorizadas

Este capítulo complementa el análisis realizado en los tres capítulos anteriores, para proporcionar una evaluación integral del atractivo y la factibilidad teórica de una serie de medidas de Eficiencia Energética (EE) en Uruguay.

Luego de cuantificar el impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones propuestas de EE, el presente capítulo analiza la factibilidad teórica de cada una de las medidas y resume los capítulos anteriores para poder así proporcionar un contexto a las conclusiones finales.

Para priorizar las medidas en función de su potencial, se han considerado no sólo cuestiones puramente económicas. En este sentido, se han evaluado las barreras de otra naturaleza (legales, sociales, etc.), así como los impulsores de EE en los distintos países.

Los principales criterios que constituyen barreras/ impulsores a la EE así como la valoración cualitativa de su impacto en la región, se resumen en las siguientes tablas:

**TABLA 13: PRINCIPALES BARRERAS A LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EE**

	Barreras	Impacto en el mercado	Impacto en volumen
<b>LEGALES</b>	1 Normativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>El marco regulatorio no es claro en muchos países</li> <li>Trabas a la importación</li> </ul>	✓✓✓
<b>ECONÓMICAS</b>	2 Costo de implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las medidas de EE requieren un coste inicial elevado, poco asumible por algunas empresas</li> </ul>	✓✓✓
	3 Precio de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>El precio de la energía no refleja los verdaderos costes asociados a los costes de la energía</li> <li>El precio energético es reducido en muchos países</li> </ul>	✓✓✓
	4 Rentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas medidas presentan rentabilidades poco atractivas (ver barreras 1, 2 y 3)</li> </ul>	✓✓✓
	5 Falta de incentivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen incentivos claros para implementar proyectos que mejoren el desempeño energético de las empresas</li> </ul>	✓✓
	<b>CONCIENCIACIÓN</b>	6 Falta de formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poca formación en nuevas tecnologías</li> <li>Existe aversión al riesgo</li> </ul>
	7 Acomodación de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe suficiente difusión al público general sobre EE</li> </ul>	✓✓
<b>ESTRUCTURALES</b>	8 Naturaleza de los proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>En términos generales, sólo las empresas con cierto volumen de negocio pueden acceder a proyectos de EE</li> </ul>	✓✓
<b>ORGANIZACIONALES</b>	9 Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectan sobre todo a aquellas medidas que requieren de un recurso constante de capital o de mano de obra</li> </ul>	✓

Fuente: Análisis de CREARA

Valoración relativa del impacto de barreras:

✓ Poco impacto    ✓✓ Impacto    ✓✓✓ Mucho impacto

**TABLA 14: PRINCIPALES IMPULSORES A LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EE**

	Impulsores	Impacto en el mercado	Impacto en volumen
LEGALES	1 Normativa mundial	• A nivel mundial se desarrolla regulación en EE y se detectan buenas prácticas	✓✓
ECONÓMICAS	2 Ahorros energéticos razonables	• Ahorros energéticos, y por lo tanto económicos, razonables en muchos casos	✓✓✓
	3 Precio de la energía	• El encarecimiento del precio de la energía hace que, cada vez más, se apueste por llevar a cabo medidas que permitan la reducción del consumo	✓✓
	4 Prima del uso de ciertas tecnologías limpias	• Se comienza a primar el uso de ciertas tecnologías limpias, como ocurre con el coche eléctrico	✓
	5 Acceso a subvenciones en materia de EE	• La implantación de medidas de eficiencia energética permite en diversos casos el acceso a subvenciones e incentivos en materia de ahorro de energía	✓✓
	ESTRATÉGICOS	6 Liderazgo	• Posición ventajosa frente a competidores, por mejora de la imagen de la empresa, y cobertura en riesgo
7 Negocio		• La EE permite abrir nuevos modelos de negocio	✓✓
CONCIENCIACIÓN	8 Concienciación ambiental	• Creciente concienciación ambiental que influye en un aumento de la implementación de medidas de EE	✓✓
TECNOLÓGICOS	9 Innovación	• Modernización del proceso productivo y de las instalaciones de la organización	✓✓

Fuente: Análisis de CREARA

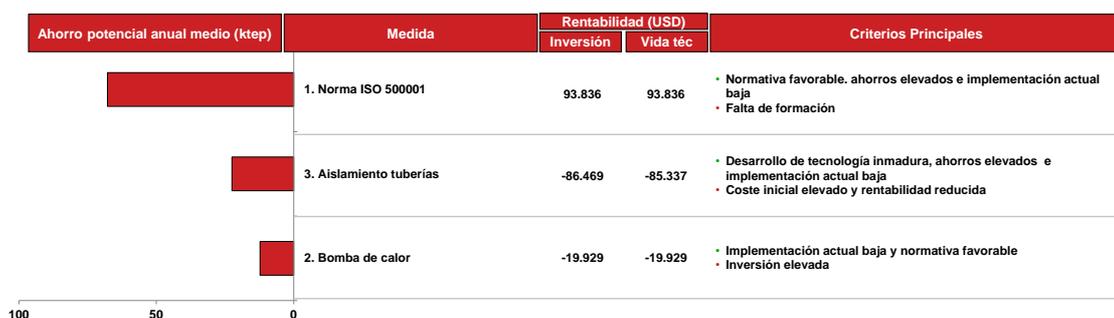
Valoración relativa del impacto de drivers: ✓ Poco impacto ✓✓ Impacto ✓✓✓ Mucho impacto

## 5.1 Barreras a la implementación de las medidas de EE en Uruguay

Las principales barreras e impulsores presentes en Uruguay son los siguientes:

- Existencia de medidas y acciones de EE, es uno de los países más avanzados en esta materia en Latinoamérica.
- Nivel de optimización alto en comparación a otros países.
- Existencia de tejido industrial y empresarial amplio, lo que facilita que las medidas de EE sigan presentando niveles altos de alcance.

La siguiente tabla ordena las medidas potenciales en función de su encaje en el país, priorizando las medidas con menores barreras y, en segundo lugar, con rentabilidades más atractivas. También muestra los principales criterios (ventajas e inconvenientes) de caracterización del encaje.

**ILUSTRACIÓN 18: RANKING DE MEDIDAS SEGÚN ENCAJE EN URUGUAY**


## Capítulo 6. Conclusiones

Los resultados de los casos de referencia muestran que existen rentabilidades variables principalmente en función de la inversión inicial, los ahorros potenciales, el precio de la energía y la rentabilidad requerida. Es por ello que, en la medida en que estas variables cambien en el futuro, asimismo variará el atractivo de las inversiones analizadas. Por ejemplo, resaltamos los siguientes elementos que mejorarían la rentabilidad:

- Financiación con buenas condiciones
- Evolución creciente del precio de la energía
- Rentabilidad requerida menor a la considerada en este análisis
- Casos concretos con mejor situación de partida (mayor consumo previo, peor situación inicial respecto a la EE, etc.)<sup>7</sup>

Deben considerarse para su implementación en Uruguay aquellas medidas más rentables y factibles obtenidas del análisis (Implementación de la norma ISO: 50001, bomba calor comercial, aislamiento de tuberías)

En función del horizonte de las medidas, se proponen actuaciones por parte de inversores (beneficiarios) y Gobiernos o Instituciones Multilaterales:

	<i>Acciones a corto plazo</i>		<i>Acciones a largo plazo</i>	
	Corto plazo	Corto/medio plazo	Medio/largo plazo	Largo plazo
<b>Beneficiario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informarse para invertir</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superar barreras financieras y de información</li> <li>- Solicitar presupuestos</li> <li>- Realizar estimaciones de ahorro</li> <li>- Valorar riesgos</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Realizar seguimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informarse periódicamente de la evolución de variables clave: costo de inversión y precio de la energía</li> <li>- Valorar si es el momento de invertir</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Gobiernos o Instituciones Multilaterales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Apoyar activamente al inversor y fomentar escalabilidad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difundir beneficios de las medidas al público objetivo</li> <li>- Proporcionar financiación atractiva</li> <li>- Analizar barreras existentes y mitigarlas (p. ej. incertidumbre, aversión al riesgo)</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fomentar rentabilidad e impulsar desarrollo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar proyectos piloto (para superar la barrera de la inversión inicial elevada en comparación con los ahorros)</li> <li>- Proporcionar financiación atractiva para mejorar la rentabilidad</li> <li>- Proporcionar incentivos (regulatorios, fiscales, etc.)</li> <li>- Mitigar riesgos percibidos (p. ej. regulatorios y financieros)</li> </ul> </li> </ul>	

Fuente: Análisis de CREARA

Para evaluar casos concretos, se requiere un análisis en detalle de la situación particular, la cual puede variar respecto a la aquí presentada. Asimismo, es relevante realizar un seguimiento de variables tales como el precio de la energía, ya que se espera varíe a futuro. Este análisis es conservador y asume que, en términos reales, el precio de la energía se mantendrá constante (es decir, sólo crecerá con la inflación).

<sup>7</sup> Los casos analizados representan situaciones medias, como referencia.