

# Promoviendo el acondicionamiento de aire sostenible en la República Dominicana

**Estudio de factibilidad técnica y financiera del establecimiento de un laboratorio de ensayos de eficiencia energética y gases refrigerantes para aires acondicionados en República Dominicana**

**Marzo 2024**

Por

**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA - UNEP)  
Unidos por la Eficiencia – United for Efficiency (U4E)  
Con apoyo financiero – Climate and Clean Air Coalition  
“The Dominican Republic – Promoting Sustainable Cooling.”**

## Contenido

Contenido .....	2
Lista de Tablas.....	3
Lista de Figuras.....	3
1 Introducción.....	4
2 Marco Normativo y actores principales .....	6
2.1 Actores principales.....	6
2.2 Reglamentos de MEPS y etiquetas en la República Dominicana .....	8
2.3 Requisitos compras públicas sostenibles.....	9
2.4 Posible demanda de ensayos debido a las políticas de eficiencia energética .....	10
2.5 Otros laboratorios en la región.....	11
2.6 Control de gases refrigerantes y demanda de ensayos .....	12
2.7 Perspectiva de la industria con respecto a la demanda de ensayos .....	13
3 Análisis de mercado de los aires acondicionados comercializados en República Dominicana .....	15
4 Laboratorios para eficiencia energética.....	17
4.1 Tipos de laboratorio .....	17
4.1.1 Laboratorio tipo calorímetro con sala calibrada .....	17
4.1.2 Laboratorio tipo calorímetro con sala balanceada .....	18
4.1.3 Laboratorio por el método de entalpía.....	19
4.1.4 Elección del tipo de laboratorio .....	20
4.2 Descripción y equipos de los laboratorios de eficiencia energética .....	21
4.2.1 Salas del laboratorio.....	21
4.2.2 Control de las condiciones de ensayo .....	22
4.2.3 Sistemas de medición y monitoreo.....	22
4.3 Equipos para analizar refrigerantes .....	23
4.4 Costo de los laboratorios.....	24
4.5 Costo de los ensayos .....	25
5 Ubicación del laboratorio.....	26
5.1 Valor añadido.....	27
5.2 Infraestructura y espacio físico.....	27
5.3 Acreditaciones y calibración .....	29
5.4 Personal técnico capacitado.....	30
5.5 Relaciones con organismos reguladores y clientes .....	30
6 Conclusiones.....	31

## Lista de Tablas

TABLA 1 ACTORES PRINCIPALES Y SU RELACIÓN CON EL LABORATORIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA AIRES ACONDICIONADOS .....	6
TABLA 2 CLASES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA AIRES ACONDICIONADOS EN LA ETIQUETA DE LA NORMA NORDOM 834.....	9
TABLA 3 DEMANDA DE ENSAYOS ESPERADA DEPENDIENDO DEL TIPO DE POLÍTICA Y LA APLICACIÓN DE LAS MISMA.....	10
TABLA 4 NÚMERO DE MODELOS A LA VENTA EN LÍNEA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA POR MARCA Y RANGO DE CAPACIDADES PARA LAS TIENDAS SELECCIONADAS (AGOSTO DE 2023) .....	15
TABLA 5 COSTOS APROXIMADOS PARA LOS DOS TIPOS DE LABORATORIO CALORIMÉTRICO, EL TIPO CALIBRADO Y EL TIPO BALANCEADO, ASÍ COMO OTROS COSTOS RELACIONADOS CON LAS ACREDITACIONES NECESARIAS Y LOS COSTOS DE OPERACIÓN .....	24

## Lista de Figuras

FIGURA 1 ESQUEMA DE UN LABORATORIO TIPO CALORÍMETRO CON SALA CALIBRADA (FUENTE: MODIFICADO DE <a href="https://www.coowor.com/">HTTPS://WWW.COOWOR.COM/</a> ) .....	18
FIGURA 2 ESQUEMA DE UN LABORATORIO TIPO CALORÍMETRO CON SALA BALANCEADA (FUENTE: <a href="https://www.coowor.com/">HTTPS://WWW.COOWOR.COM/</a> ) .....	19
FIGURA 3 ESQUEMA DE UN LABORATORIO POR EL MÉTODO DE ENTALPIA (FUENTE: <a href="https://www.sinuotek.com/">HTTPS://WWW.SINUOTEK.COM/</a> ) .....	20
FIGURA 4 BANCOS DE PRUEBA PARA CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN ENFOCADOS EN LA EDUCACIÓN EN LA UASD (FUENTE: FOTO REALIZADA DURANTE LA VISITA TÉCNICA).....	26
FIGURA 5 SALA Y PASILLO DEL EDIFICIO PARA LABORATORIOS DE LA UASD (FUENTE: FOTOS REALIZADAS DURANTE LA VISITA TÉCNICA) .....	29

# 1 Introducción

Este informe hace parte de los entregables del proyecto “*The Dominican Republic - Promoting Sustainable Cooling*” financiado por la *Climate and Clean Air Coalition (CCAC)* en la República Dominicana. En concreto, está relacionado con la actividad “Estudio de factibilidad técnica y financiera del establecimiento de un laboratorio de ensayos de eficiencia energética y gases refrigerantes para aires acondicionados en República Dominicana”.

En la coyuntura actual, la eficiencia energética y el uso adecuado de los gases refrigerantes se han convertido en aspectos fundamentales para promover un desarrollo sostenible y reducir el impacto ambiental. Los aires acondicionados, presentes en una amplia gama de sectores, representan una porción significativa del consumo energético total y la emisión de gases de efecto invernadero. Además, se prevé que este impacto aumente de forma significativa a medida que los equipos de aire acondicionado se vuelvan más asequibles y sean adquiridos por un mayor porcentaje de la población. Según la Encuesta<sup>1</sup> Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples de la República Dominicana del año 2021, el aire acondicionado estaba presente en el 18,8% de los hogares dominicanos.

Además, el aumento de aires acondicionados representa otros desafíos, como cubrir la creciente demanda de energía eléctrica. En este sentido, la eficiencia energética (EE) es una alternativa de bajo costo para atender las necesidades energéticas del país cuando se compara con el costo económico de instalar nuevas plantas de producción de energía [1]. Además, el consumidor ahorra en la factura de energía eléctrica y se reducen las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, proporcionando beneficios económicos y ambientes por el uso eficiente de la energía.

Conscientes de esta realidad, muchos países han implementado políticas para garantizar que los equipos de aire acondicionado sean eficientes desde el punto de vista energético y respetuosos con el medio ambiente. Algunas de las herramientas más útiles para aumentar el nivel de eficiencia energética de los productos en el mercado son los estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS, por sus siglas en inglés) y las etiquetas de eficiencia energética. Por un lado, los MEPS establecen el nivel mínimo de eficiencia que los productos deben cumplir para poder ser introducidos en el mercado, eliminando los aparatos de aire acondicionado más ineficientes, es decir aquellos que tienen un alto impacto en el consumo de energía del país y en las facturas de electricidad de los consumidores. Por otro lado, las etiquetas de eficiencia energética proporcionan información clara sobre el rendimiento energético de los productos a los consumidores. De esta forma, los consumidores pueden comparar diferentes modelos de aire acondicionado y tomar decisiones de compra más conscientes, favoreciendo la elección de los productos más eficientes. Además, otras políticas, como los requisitos mínimos para compras públicas sostenibles, también ayudan a la transformación hacia un mercado más eficiente.

---

<sup>1</sup> Enhogar 2021: <https://www.one.gob.do/media/tdvpnk5j/informe-general-enhogar-2021.pdf>

La República Dominicana ha avanzado en la implementación de políticas para promover compras públicas sostenibles. Por ejemplo, el Decreto 158-23 establece medidas específicas de ahorro y eficiencia energética en todos los órganos de la Administración pública que están bajo la dependencia del Poder Ejecutivo, abarcando la administración pública central.

El país ha manifestado su interés en adoptar reglamentos técnicos relacionados con los MEPS y etiquetado de eficiencia energética. Este compromiso se refleja en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) actualizada en 2020, donde se destacan los compromisos nacionales de sustituir equipos para acondicionamiento de aire y refrigeración doméstica en los sectores de consumo y servicios. Se pretende introducir MEPS y etiquetado para estos equipos, así como implementar mejores prácticas para el control, monitoreo y recolección de datos en el mercado, con el fin de evitar la entrada en el mercado de productos de baja eficiencia. Además, en 2021, con el apoyo técnico del equipo Unidos por la Eficiencia (U4E) del PNUMA, la República Dominicana elaboró el borrador de la Estrategia Nacional de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire. Esta estrategia propone medidas similares a las NDC para transformar el mercado de refrigeradores y aires acondicionados, con el objetivo de reducir tanto el consumo energético como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas.

Sin embargo, para que la aplicación de políticas de eficiencia energética sea eficaz, los diferentes actores dentro del programa deben de cumplir con sus obligaciones, siendo uno de ellos la declaración de las características energéticas de los equipos basadas en las normas de ensayo estipuladas por el país. Además de los ensayos realizados para la evaluación de la conformidad con los requisitos establecidos por el país, los cuales se realizan antes de que el equipo entre en el mercado, los órganos fiscalizadores pueden ensayar equipos que ya se encuentran en el mercado para comprobar que los valores declarados por el fabricante o importador son verdaderos. Los ensayos de vigilancia de mercado deben ser realizados en laboratorios independientes (tercera parte).

Es aquí donde se plantea la necesidad de establecer un laboratorio de ensayos de tercera parte especializado en eficiencia energética y gases refrigerantes para aires acondicionados en la República Dominicana. Este laboratorio estaría dedicado principalmente a llevar a cabo ensayos para la evaluación de la conformidad y vigilancia de mercado, así como participar de revisiones de documentación técnica para la vigilancia de mercado. Además, el laboratorio podría ofrecer servicios de ensayos a países vecinos que carezcan de un laboratorio especializado en aires acondicionados.

El propósito fundamental de este informe es analizar la viabilidad técnica y financiera de establecer dicho laboratorio en la República Dominicana. Se examinarán diversos aspectos, como el marco normativo actual, la posible demanda de ensayos para el laboratorio, los requisitos técnicos necesarios, los costos asociados a la implementación del laboratorio, y posibles ubicaciones para el laboratorio. El objetivo final es proporcionar una evaluación completa que permita tomar una decisión informada sobre la viabilidad y el potencial éxito de esta iniciativa. Cabe destacar que, para recopilar información y llevar a cabo otras actividades relacionadas con el proyecto, se realizó una visita técnica a la República Dominicana en mayo de 2023. Durante esta visita, se realizaron entrevistas con los actores clave que podrían estar involucrados en el laboratorio de aires acondicionados.

## 2 Marco Normativo y actores principales

La demanda de ensayos en un laboratorio de tercera parte para evaluar la eficiencia energética de productos depende en gran medida del marco normativo del país. Esta sección tiene como objetivo analizar las políticas de eficiencia energética en la República Dominicana y su impacto potencial en la demanda de ensayos en un laboratorio de tercera parte de eficiencia energética para aires acondicionados, así como identificar los actores principales que podrían estar relacionados con el laboratorio de aires acondicionados.

### 2.1 Actores principales

Durante el mes de mayo de 2023 se realizó una visita técnica a la República Dominicana para identificar y realizar entrevistas con los actores clave que podrían estar relacionados con el laboratorio de aires acondicionados. La Tabla 1 muestra los actores principales y su relación con el laboratorio de eficiencia energética. Las instituciones visitadas durante la visita técnica fueron: MEM, INDOCAL, UASD, INTEC, CNCCMDL, PRONAOZ y el MARN.

Tabla 1 Actores principales y su relación con el laboratorio de eficiencia energética para aires acondicionados

Actor	Rol principal con respecto al laboratorio de aires acondicionados
<b>Ministerio de Energía y Minas (MEM)</b>	El MEM desempeña un papel fundamental en relación con el laboratorio de aires acondicionados, ya que es responsable de regular los equipos consumidores de energía. En este sentido, le corresponde al MEM implementar los reglamentos de MEPS y las etiquetas de eficiencia energética para los aires acondicionados, así como establecer los requisitos para verificar la conformidad, como, por ejemplo, la normativa de ensayos a utilizar. Además, el MEM ha emitido el Decreto 158-23, del 13 de abril de 2023, que establece requisitos mínimos para la adquisición de aires acondicionados por parte de las instituciones públicas.
<b>Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)</b>	INDOCAL es el organismo nacional de normalización, metrología y evaluación de la conformidad. En este contexto, el MEM depende en gran medida de INDOCAL para implementar los reglamentos de eficiencia energética, tanto antes de su entrada en vigor, a través de estudios de factibilidad y la elaboración de normas (Ej. NORDOM), como después, mediante la metrología y la evaluación de la conformidad.
<b>Comisión Nacional de Energía (CNE)</b>	La CNE está adscrita al MEM y tiene la competencia de supervisar el cumplimiento de los reglamentos técnicos relativos a los aires acondicionados.
<b>Organismo Dominicano de Acreditación (ODAC)</b>	ODAC sería el organismo encargado de certificar el laboratorio de aires acondicionados y, en caso de que se requieran Organismos Evaluadores de la Conformidad (OECs) para la evaluación de la conformidad (aún no existen reglamentos de eficiencia para aires acondicionados), también certificaría a estos OECs.

Actor	Rol principal con respecto al laboratorio de aires acondicionados
<b>Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (PROCONSUMIDOR)</b>	<p>PROCONSUMIDOR tiene como objetivo fortalecer la vigilancia del mercado para garantizar que los consumidores y usuarios reciban productos y servicios de calidad. En este sentido, PROCONSUMIDOR podría llevar a cabo campañas de vigilancia de mercado en las que los modelos de aire acondicionado se enviarían al laboratorio nacional para verificar su cumplimiento con las normativas.</p> <p>Además, PROCONSUMIDOR es el órgano sancionador en caso de encontrar un producto que no cumple con los reglamentos técnicos asociados.</p>
<b>Asociación de Importadores de Refrigeradores y Aires Acondicionados de la República Dominicana (AIRA)</b>	<p>Actualmente no existen fabricantes de aires acondicionados en la República Dominicana, por lo que los importadores, de conjunto con las agencias gubernamentales de fiscalización, representan los principales clientes de un laboratorio de tercera parte. La demanda dependerá del tipo de política implementada. En la República Dominicana existe la Asociación de Importadores de Refrigeradores y Aires Acondicionados (AIRA), los cuales también suelen participar de forma activa en los procesos regulatorios del país.</p>
<b>Institución que albergaría el laboratorio de aires acondicionados</b>	<p>Varias instituciones podrían ser candidatas para albergar el laboratorio de aires acondicionados. Durante la visita técnica, se realizaron entrevistas con la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) y el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). El Capítulo 5 proporciona detalles más exhaustivos sobre las conclusiones de la visita.</p>
<b>Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL)</b>	<p>Este organismo es responsable de coordinar las políticas y acciones del gobierno dominicano para la mitigación y adaptación al cambio climático. Su Plan Nacional para la Gestión de los Gases Fluorados de Efecto Invernadero (HFC y PFC) incluye medidas de promoción de la eficiencia energética y el uso de refrigerantes alternativos en aires acondicionados.</p>
<b>Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMAyRN)</b>	<p>Los esfuerzos del MMAyRN están enfocados a promover la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, por lo que pueden llevar a cabo acciones tanto en el campo de la eficiencia energética como el uso de refrigerantes para aires acondicionados.</p>
<b>Programa Nacional de Ozono (PRONAOZ)</b>	<p>El PRONAOZ, coordinado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), se dedica a la protección de la capa de ozono. En el contexto de los aires acondicionados, PRONAOZ promueve el uso de refrigerantes alternativos que no afecten la capa de ozono y muestra interés en equipos capaces de detectar el tipo de refrigerante utilizado en los aires acondicionados.</p>

## 2.2 Reglamentos de MEPS y etiquetas en la República Dominicana

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) y la Comisión Nacional de Energía (CNE) junto con el Instituto Dominicano de la Calidad (INDOCAL) han establecido comités técnicos dedicados a la eficiencia energética de equipo. INDOCAL ha publicado dos normas de eficiencia energética en iluminación (en las cuales participó sólo CNE debido a que fueron antes de la creación del MEM), así como normas para refrigeradores domésticos y aire acondicionado. Sin embargo, es importante resaltar que las normas emitidas por INDOCAL son de carácter voluntario y solo se convierten en obligatorio cuando el MEM las convierte en Reglamentos Técnicos. No obstante, estas normas elaboradas por el comité técnico de Eficiencia Energética sirven como base para la implementación de la estrategia y la actualización o creación de los reglamentos necesarios.

En el caso de los aires acondicionados, la norma de eficiencia energética es la NORDOM 834 "Acondicionadores de aire. Especificaciones y etiquetado". Esta norma establece la metodología para calcular la clase de eficiencia energética, los procedimientos de prueba y las especificaciones de la etiqueta correspondiente. Su alcance incluye acondicionadores de aire sin conductos, ya sean compactos (tipo ventana) o divididos (Split con una sola unidad interior), alimentados por la red eléctrica, y con una capacidad de refrigeración de hasta 18 kW (aproximadamente 61.416 BTU/h).

Los cálculos de eficiencia energética se basan en el Índice de Eficiencia Energética (IEE), que se obtiene a partir de pruebas realizadas a una única condición ambiental de 35°C (24°C de bulbo húmedo). La norma de ensayo de referencia es la ISO 5151 "*Non-ducted air conditioners and heat pumps – testing and rating for performance*".

La Tabla 2 presenta los niveles de eficiencia correspondientes a las diferentes clases de etiquetas según la Norma NORDOM 834. Estos niveles son aplicables a todos los aires acondicionados que se encuentran dentro del alcance de la norma. Aunque la Norma no establece niveles mínimos de eficiencia MEPS, la clase de menor eficiencia, etiquetada como "E", tiene un límite inferior de IEE = 10. Es relevante mencionar que IEE y COP<sub>r</sub> son términos equivalentes expresados en unidades diferentes, pero representan la misma información.

Otro aspecto crucial para estimar la demanda de ensayos se refiere a los requisitos para la evaluación de la conformidad. La Norma NORDOM 834 no especifica cuántas unidades deben someterse a ensayos ni quién está autorizado para llevar a cabo dichas pruebas, ya que esto puede ser indicado una vez se establezca el reglamento técnico obligatorio. Durante la visita técnica, INDOCAL indicó que en caso de que la norma se convierta en un Reglamento, se permitirán los ensayos en laboratorios acreditados según la norma ISO 17025, tanto de primera como de tercera parte.



Tabla 2 Clases de eficiencia energética para aires acondicionados en la etiqueta de la norma NORDOM 834

Clases de Eficiencia de la Etiqueta	Condición COPr [Wt/We]	Condición IEE [BTU/Wh]
<b>A (más eficiente)</b>	COPr > 4,10	IEE > 14,00
<b>B</b>	4,09 > COPr > 3,81	13,99 > IEE > 13,00
<b>C</b>	3,80 > COPr > 3,51	12,99 > IEE > 12,00
<b>D</b>	3,50 > COPr > 3,22	11,99 > IEE > 11,00
<b>E (menos eficiente)</b>	3,21 > COPr > 2,89	10,99 > IEE > 10,00

### 2.3 Requisitos compras públicas sostenibles

El Decreto 158-23 del 13 de abril de 2023 introduce políticas de ahorro y eficiencia energética en todos los órganos de la Administración Pública que se encuentran bajo la dependencia del Poder Ejecutivo. El documento parte del principio fundamental de que los órganos de la Administración deben adoptar medidas que sirvan como modelo a seguir por parte de la ciudadanía y las empresas privadas, fomentando una cultura de responsabilidad ambiental y energética en todo el país.

En lo que respecta a los aires acondicionados, el decreto establece que todas las instituciones de pequeño consumo<sup>2</sup> deben realizar una evaluación y diseño de reemplazo de sus sistemas de refrigeración y contemplarlos en su presupuesto, siempre y cuando el sistema de refrigeración existente utilice el refrigerante R22 o tenga una eficiencia por debajo de 12 SEER. Además, estas instituciones, cuando adquieran sistemas de aire acondicionado, ya sea para reemplazo o unidades nuevas, deben exigir que tengan una eficiencia superior a los 16 SEER.

Es relevante mencionar que, a diferencia de las normativas de etiquetado de INDOCAL que se basan en la eficiencia a una única temperatura ambiente (Índice de Eficiencia Energética, IEE), el Decreto 158-23 utiliza el Índice de Eficiencia Energética Estacional (SEER, por sus siglas en inglés), que considera el rendimiento en diversas condiciones ambientales de acuerdo al clima del país donde se implementa. Dado que el cálculo del SEER depende de las condiciones especificadas en los reglamentos de cada país, los valores de SEER declarados por diferentes naciones no suelen ser comparables, a menos que utilicen las mismas condiciones de ensayo y métodos de cálculo.

Según las fichas<sup>3</sup> técnicas de compras verdes, el SEER que se debe utilizar para comparar las diferentes ofertas es el SEER establecido por el departamento de energía de Estados Unidos. Cabe destacar, que el SEER de referencia podría cambiar una vez que se implementen reglamentos técnicos de eficiencia energética nacionales.

<sup>2</sup> Los pequeños consumidores son aquellos cuya sumatoria de todos sus suministros de energía interconectados a la Red Eléctrica no superan los 225 KVA (kilovatio amperes) de potencia instalada.

<sup>3</sup> [anexo-politica-de-compras-verdes-2.pdf \(comprasverdes.gob.do\)](https://comprasverdes.gob.do/anexo-politica-de-compras-verdes-2.pdf)

## 2.4 Posible demanda de ensayos debido a las políticas de eficiencia energética

La Tabla 3 ofrece una perspectiva de la demanda esperada de ensayos en un laboratorio de tercera parte, en función del tipo de políticas y su implementación en cada país de manera general. Es importante señalar que la República Dominicana podría experimentar una demanda mayor o menor en función de sus políticas específicas actuales o futuras.

Como se mencionó en la Sección 2.2, los MEPS y etiquetas todavía no son de implementación obligatoria, por lo que se estima que la demanda de ensayos por parte de fabricantes e importadores no sería significativa hasta que estos reglamentos técnicos obligatorios no entrasen en vigor, aunque mayores demandas de ensayos se podrían dar para demostrar conformidad con otras políticas ya en vigor, como es el caso de las compras verdes.

En caso de que se implementen reglamentos de eficiencia energética obligatorios, se espera que se acepten los ensayos realizados en laboratorios acreditados, ya sean de primera o tercera parte.<sup>4</sup> Aunque con esta modalidad de evaluación de la conformidad no se espera que todos los modelos que entren en el mercado sean ensayados en el laboratorio nacional, se espera que la demanda de ensayos en un escenario con reglamentos obligatorios sea mayor que en un escenario sin reglamento. Esta demanda provendría de fabricantes e importadores que no tengan acceso a un laboratorio acreditado o que prefieran usar el laboratorio nacional. Además, los importadores de aires acondicionados de la República Dominicana han manifestado el interés en la implementación de un laboratorio nacional de tercera parte para medir la eficiencia energética de los aires acondicionados.

Tabla 3 Demanda de ensayos esperada dependiendo del tipo de política y la aplicación de las misma

Política	Variante de aplicación	Demanda de ensayos
MEPS y etiquetas de eficiencia energética (obligatorio)	Se admiten resultados de laboratorios de primera parte	Baja
	Solo se admiten resultados de laboratorios de tercera parte	Media
	Solo se admiten resultados en laboratorios de tercera parte nacionales	Alta
Compras públicas sostenibles	Se admiten los resultados declarados durante la evaluación de la conformidad de MEPS y etiquetas	Baja
	Solo se admiten resultados de laboratorios de tercera parte	Media
Vigilancia de mercado	La demanda depende de la actividad de los organismos de fiscalización	Baja-Media

<sup>4</sup> [Para más información sobre las modalidades de conformidad y ensayos puede consultar el capítulo 2: Conformidad del reporte de U4E “Asegurando del cumplimiento de MEPS y etiquetas”.](#)

En lo que respecta a los ensayos relacionados con las políticas de compras públicas, en un escenario en el que las políticas de MEPS y etiquetas sean obligatorias, y donde se acepten las declaraciones realizadas durante la evaluación de la conformidad para este tipo de políticas, se espera una demanda específica de ensayos relativamente baja para las compras públicas. Sin embargo, esta demanda relacionada con las compras públicas podría aumentar en situaciones en las que existan requisitos adicionales (o exclusivos) para este fin, como la obtención de ecoetiquetas, que pueden requerir que los ensayos se realicen en laboratorios de tercera parte acreditados, entre otras medidas.

Por último, en lo que respecta a la demanda de ensayos de verificación para las campañas de vigilancia de mercado, esta demanda varía según el país, pero de manera general, debido a los costos asociados, los ensayos de verificación suelen ser limitados. En su lugar, se da prioridad a la revisión de la documentación técnica, reservando los ensayos de verificación para los modelos con un mayor riesgo de incumplimiento o que tengan un impacto significativo en los consumidores en caso de incumplimiento. Para un país del tamaño de la República Dominicana, se podría esperar alrededor de unos 5 ensayos de verificación por año para las actividades de vigilancia de mercado, aunque este número podría variar cada año en función de un análisis de riesgo específico y de los fondos disponibles para este tipo de vigilancia de mercado.

Cabe destacar que, además de los ensayos relacionados con las políticas de eficiencia energética, el laboratorio podría ser utilizado para fines de investigación y desarrollo, así como para la formación de profesionales e investigadores de las universidades dominicanas en el sector de refrigeración.

## 2.5 Otros laboratorios en la región

Otro aspecto relevante a considerar es la disponibilidad de laboratorios dedicados a la eficiencia energética en la región. Hasta la fecha, se han identificado laboratorios de tercera parte acreditados de terceros países que podrían ser utilizados para llevar a cabo actividades de vigilancia de mercado en la región. En particular, los laboratorios identificados más cercanos a la República Dominicana están en Cuba y Jamaica.

En el caso de Cuba, es relevante mencionar que este laboratorio acreditado desempeña un papel fundamental en la evaluación de modelos de equipos de aire acondicionado comercializados en el país. Además de su función en la evaluación de la conformidad y la vigilancia de mercado, el laboratorio cubano también se utiliza para actividades de investigación y desarrollo, lo que puede resultar en una alta demanda de ensayos. Esta situación podría afectar la disponibilidad y el tiempo de respuesta para realizar ensayos en este laboratorio.

Por otro lado, en Jamaica, el laboratorio de eficiencia energética para aires acondicionados fue construido en 2018 por el proyecto del Banco Mundial "Mejora de la Seguridad y Eficiencia Energética de Jamaica". El objetivo era respaldar las políticas de eficiencia energética del país, y servir como referente en CARICOM, la región del Caribe. Cabe destacar que, aunque la

República Dominicana no miembro de la organización CARICOM, sí que lo es de la CARIMET, organización técnica que tiene como objetivo promover la confianza en la evaluación de la conformidad en la región. Por lo que en principio se podrían crear vínculos institucionales para utilizar el laboratorio con la finalidad de vigilancia de mercado. Sin embargo, es importante señalar que se desconoce la demanda actual del laboratorio y su disponibilidad para llevar a cabo ensayos solicitados por terceros países.

Estos laboratorios pueden representar opciones valiosas para realizar ensayos de eficiencia energética en la región. No obstante, es fundamental establecer comunicación directa con los laboratorios correspondientes para comprender sus capacidades, tiempos de respuesta y requisitos específicos.

## 2.6 Control de gases refrigerantes y demanda de ensayos

Además de los aspectos relacionados con la eficiencia energética, la República Dominicana ha establecido regulaciones para supervisar y regular el uso adecuado de los gases refrigerantes en los aires acondicionados con el objetivo de limitar los efectos negativos de los gases de efecto invernadero y los refrigerantes que agotan la capa de ozono. Algunas de estas políticas son:

- Ley 64-00 sobre Protección de la Atmósfera y Prevención de la Contaminación del Aire: Esta ley prohíbe la producción, importación, exportación, venta y uso de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, que regula los gases que agotan la capa de ozono.
- Reglamento para la Regulación y Control de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal: Este reglamento establece los procedimientos para la gestión de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, incluyendo la importación, exportación, venta y uso.
- Reglamento Resolución 017/2014: Este reglamento tiene como objetivo establecer el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SNIGEI) y el Departamento de Monitoreo y Verificación de Gases de Efecto Invernadero (DMVIGEI).
- INDOCAL, a petición del Ministerio de Medio Ambiente, está trabajando en el desarrollo de una norma con los requisitos para un esquema de certificación de personas que será utilizado para que los instaladores de aires acondicionados comprueban sus competencias en el sector.

Durante las entrevistas llevadas a cabo durante la visita técnica con el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) y el Programa Nacional de Ozono (PRONAOZ), se expresó interés en que el laboratorio de eficiencia energética cuente con equipos de detección de gases refrigerantes. Esto permitiría llevar a cabo un control más efectivo sobre los gases que ingresan al país a través de los aires acondicionados.

En este contexto, a diferencia de las cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, es poco común que los importadores y fabricantes de aires acondicionados envíen muestras de refrigerante al laboratorio de tercera parte. En su lugar, los equipos de identificación de

refrigerantes se utilizarían principalmente para fines de vigilancia de mercado. Estos equipos suelen estar diseñados para detectar y verificar ciertos tipos de sustancias específicas. Por lo tanto, además de supervisar los aires acondicionados, también se podría utilizar esta tecnología para controlar otros equipos o sustancias a granel que caigan dentro del rango de funcionamiento del identificador de refrigerantes.

## 2.7 Perspectiva de la industria con respecto a la demanda de ensayos

Además de las reuniones presenciales llevadas a cabo durante la visita técnica, se realizó una reunión en línea con el director ejecutivo de la Asociación de Importadores de Refrigeradores y Aires Acondicionados de la República Dominicana (AIRA). Esta reunión tuvo como objetivo recabar la perspectiva del AIRA sobre la implementación del laboratorio acreditado de tercera en el país para evaluar la eficiencia energética de los aires acondicionados. El AIRA representa más del 90% de los importadores de aires acondicionados en el país.

En dicha reunión, el AIRA expresó su apoyo a la creación de un laboratorio acreditado de tercera parte de eficiencia energética en la República Dominicana. Además, informaron que previamente habían establecido comunicación con las instituciones públicas para resaltar la necesidad de contar con un laboratorio de estas características en el país.

La principal preocupación del AIRA radica en un grupo minoritario de importadores, que en su mayoría no forman parte del AIRA, y que no actúan con transparencia en lo que respecta a los valores declarados de eficiencia energética. Esta falta de transparencia conduce a una competencia desleal y socava la credibilidad de los consumidores en el sector de aires acondicionados, afectando negativamente a toda la industria. Esta preocupación se acentúa por no existir procedimientos de evaluación de la conformidad o vigilancia de mercado para comprobar que la eficiencia energética declarado está conforme a las normas establecidas.

Cuando se les preguntó si los importadores utilizarían el laboratorio nacional para ensayar sus equipos con el fin de demostrar la conformidad en caso de un posible reglamento de eficiencia energética de aires acondicionados, respondieron que, aunque algunos modelos se someterían a ensayos en laboratorios extranjeros acreditados, seguiría existiendo una demanda constante de pruebas en el laboratorio nacional. Esto se debe, en gran medida, a que se anticipa que el costo de las pruebas en el laboratorio nacional será más económico que en laboratorios extranjeros acreditados, además de ofrecer una mayor confiabilidad en la declaración de los resultados al ser ensayados en el laboratorio nacional.

En lo que respecta a la ubicación del laboratorio, se destacó que las tres instituciones visitadas por el equipo del proyecto (INDOCAL, UASD e INTEC) tienen sus ventajas y desventajas. Además, se sugirió que la Dirección General de Aduanas podría ser considerada como una opción viable para la ubicación del laboratorio, dado su estatus como institución estratégica, además de tener poca susceptibilidad a las fluctuaciones políticas del país, y de contar con infraestructura adecuada para albergar diferentes tipos de laboratorios.

Finalmente, se indicó que la mayoría de los integrantes del AIRA utilizan las normas estadounidenses AHRI como referencia para ensayar sus equipos. Estas normas suelen ser

aceptadas, o sirven como referencia para sus normas nacionales en varios países de América del Norte, como Estados Unidos, Canadá, México, y la mayoría de los países centroamericanos.

### 3 Análisis de mercado de los aires acondicionados comercializados en República Dominicana

A pesar de que este proyecto no incluye un análisis de mercado detallado, se llevaron a cabo investigaciones preliminares para entender en que rango de capacidades se encuentra la mayor parte de los aires acondicionados disponibles en la República Dominicana y la diversidad de marcas ofertadas.

La Tabla 4 presenta el número de modelos a la venta en línea en la República Dominicana (agosto de 2023), clasificados por marca y capacidad de enfriamiento encontrados en los sitios web de 7 tiendas con venta de aires acondicionados en línea. Los modelos repetidos en más de una tienda solo se han contabilizado una vez. De los 120 modelos distintos identificados en estas tiendas en línea, solo 9 superan la capacidad de enfriamiento de 42.000 BTU/h (aproximadamente 12,3 kW).

Tabla 4 Número de modelos a la venta en línea en la República Dominicana por marca y rango de capacidades para las tiendas seleccionadas (agosto de 2023)

Marca	Capacidad en BTU/hr (kW)			Total
	Hasta 42.000 BTU/h (12,3 kW)	Entre 42.001 – 60.000 BTU/h (12,3 – 17,6 kW)	Más de 60.001 BTU/h (17,6 kW)	
Marca 1	20	4	0	24
Marca 2	15	2	0	17
Marca 3	9	2	0	11
Marca 4	9	1	0	10
Marca 5	9	0	0	9
Marca 6	6	0	0	6
Marca 7	6	0	0	6
Marca 8	6	0	0	6
Marca 9	6	0	0	6
Marca 10	5	0	0	5
Marca 11	4	0	0	4
Marca 12	4	0	0	4
Marca 13	4	0	0	4
Marca 14	3	0	0	3
Marca 15	1	0	0	1
Marca 16	1	0	0	1
Marca 17	1	0	0	1
Marca 18	1	0	0	1
Marca 19	1	0	0	1
Total	111	9	0	120

La mayoría de estos aires acondicionados son de tipo Split, y las capacidades más comunes son de 12.000 y 18.000 BTU/h. Estas unidades son las más populares y se utilizan comúnmente en el sector residencial y en pequeños negocios. Los aires acondicionados con capacidades superiores a 42.000 BTU/h generalmente se emplean en aplicaciones comerciales y suelen ser del tipo multi-split o sistemas centralizados con conductos de aire. A menudo, estos equipos de mayor capacidad se ofrecen a través de tiendas especializadas.

Según las entrevistas realizadas durante la visita técnica a la República Dominicana, se informó que prácticamente todos los aires acondicionados que se venden en el país son importados, muchos de ellos provenientes de países como México, China, o India. Puede haber algunas excepciones, como equipos de mayor capacidad que se ensamblan localmente a partir de componentes importados o unidades que se ensamblan utilizando partes de equipos antiguos reciclados. Existe importación de equipos usados a través de lo que comúnmente se llama "Mudanceras".

Es importante destacar que este ejercicio no constituye un análisis de mercado exhaustivo y es probable que haya más de 75 modelos de aires acondicionados disponibles en el país. Sin embargo, es relevante considerar que muchos de estos modelos permanecen en el mercado durante más de un año, y los importadores solo necesitan verificar el cumplimiento de las regulaciones la primera vez que introducen un modelo nuevo en el país. Por lo tanto, suponiendo que cada año se introduzcan alrededor de 40 modelos nuevos de aire acondicionado en el mercado dominicano y que se realicen pruebas de verificación por parte de los organismos de vigilancia del mercado del país en cuatro de ellos (4 ensayos al año), se estaría verificando el 10% de todos los modelos disponibles en la República Dominicana.

Los laboratorios pueden realizar ensayos hasta una capacidad determinada según sus especificaciones técnicas. Esto es un aspecto clave a considerar, ya que laboratorios con una capacidad mayor conllevan costos iniciales y operativos más elevados, además de requerir un espacio más amplio. Por lo tanto, aunque la normativa dominicana para aires acondicionados abarca capacidades de hasta 18 kW (aproximadamente 61,416 BTU/h), dado que la mayoría de los modelos en el mercado tienen capacidades por debajo de 42,000 BTU/h, esta podría considerarse como una capacidad máxima razonable para el laboratorio de tercera parte. Esto permitiría supervisar la mayoría de los productos disponibles en el mercado, mientras que los aires acondicionados con capacidades superiores a 42,000 BTU/h no podrían ser evaluados en dicho laboratorio.



## 4 Laboratorios para eficiencia energética

Dado que el laboratorio se utilizará principalmente para la vigilancia del mercado, debe estar acreditado conforme a la norma ISO 17025, que garantiza la competencia técnica y la calidad de los resultados de las pruebas. Además, se deben considerar las certificaciones específicas relacionadas con la eficiencia energética de los aires acondicionados, como la ISO 5151, que se utiliza como referencia en la Norma NORDOM 834, y cualquier otra norma de referencia, como la ISO 16358-1 o la AHRI 210/240-2017 para el cálculo de la eficiencia energética estacional. La elección de las normas de ensayo bajo las que debe acreditarse el laboratorio dependerá de las normas de referencia que se incluyan en el reglamento de eficiencia energética de la República Dominicana.

En este sentido, la norma ISO 5151 hace referencia a los tipos de laboratorios que se pueden utilizar para evaluar la eficiencia energética de los aires acondicionados. Este capítulo presenta los diferentes tipos de laboratorio, para luego analizar desde el punto de vista técnico y económico los laboratorios recomendados.

### 4.1 Tipos de laboratorio

La norma ISO 5151 hace referencia a tres tipos de laboratorios que se describen a continuación, cada uno con sus propias características distintivas, ventajas y desafíos.

#### 4.1.1 Laboratorio tipo calorímetro con sala calibrada

El calorímetro con sala calibrada es uno de los métodos más comunes para evaluar la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado. Como se muestra en la Figura 1, consta de dos salas de ambiente controlado (temperatura y humedad), una para la unidad exterior (izquierda) y otra para la unidad interior (derecha). El aire acondicionado a ser ensayado se coloca dentro de estas salas, el cual está representado en color naranja en la Figura 1.

En cada una de las salas, se encuentra una unidad de tratamiento del aire para contrarrestar el efecto del aire acondicionado y mantener las salas a una temperatura y humedad constantes mediante enfriadores, calentadores, humidificadores y deshumidificadores. Los sensores de temperatura y humedad se ubican a la entrada de aire de la unidad externa y a la salida del aire de la unidad interna.

Aunque las paredes que rodean el compartimento interior están selladas para evitar la fuga de humedad hacia los espacios de aire circundantes, todavía hay una transferencia de calor sensible a través de las paredes hacia el aire circundante. Por lo tanto, la cantidad de energía que se elimina de la sala interior por la unidad de prueba se determina midiendo la cantidad de energía agregada por el calentador y el humidificador ubicados en la unidad de tratamiento de aire, y restando el calor sensible perdido a través de las paredes. Para poder determinar con precisión la capacidad de la unidad de prueba, la sala de ensayo debe ser calibrada para conocer cuánta energía térmica se pierde entre el interior de las salas de ensayo y el ambiente

en función de la diferencia de temperatura a través de las paredes. De ahí que este tipo de laboratorio se llame calorímetro con sala calibrada.

Este tipo de laboratorio ofrece un equilibrio entre precisión de las medidas y costo de laboratorio. Es un laboratorio más sencillo y económico que el calorímetro con sala balanceada, pero ofrece una mayor precisión que el laboratorio por el método de entalpía, los cuales se presentan a continuación.

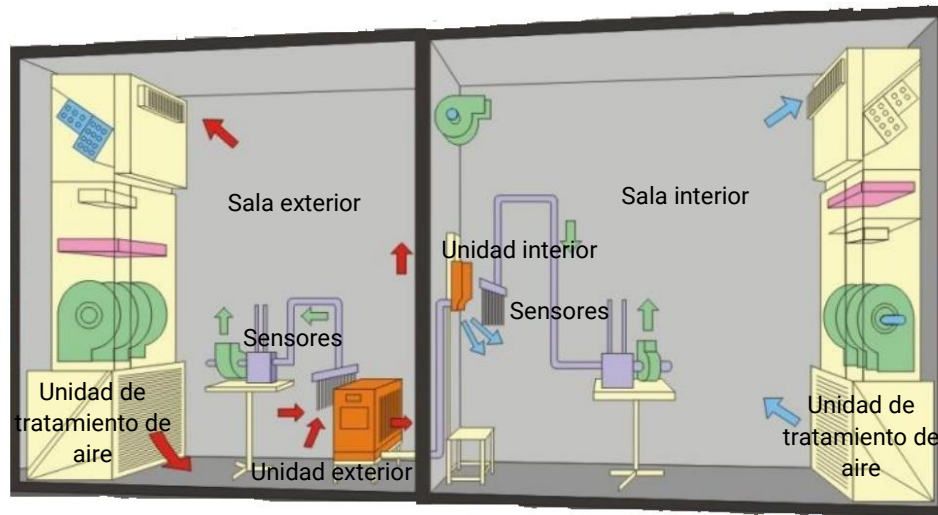


Figura 1 Esquema de un laboratorio tipo calorímetro con sala calibrada (fuente: modificado de <https://www.coowor.com/>)

#### 4.1.2 Laboratorio tipo calorímetro con sala balanceada

El principio de medición del laboratorio tipo calorímetro con sala balanceada es similar al del calorímetro con sala calibrada, pero en este caso existe una cámara de ambiente controlado alrededor de las salas de ensayo, una para la sala interior y otra para la sala exterior. Esto se puede ver en la Figura 2, donde además de las unidades de tratamiento de aire dentro de las salas de ensayo, cada cámara de ambiente controlado también cuenta con su propia unidad de tratamiento de aire. El objetivo es mantener las cámaras que envuelven las salas de ensayo y las propias salas de ensayo en las mismas condiciones de temperatura (salas balanceadas), lo que evita las transferencias de calor de las salas de ensayo hacia el exterior y elimina la necesidad de calibrar la transferencia de calor entre las salas y el ambiente, lo que permite mediciones más precisas que en el caso de la sala calibrada.

Este tipo de laboratorio es más preciso, pero también más costoso y requiere de un espacio mayor para instalar las cámaras que rodean las salas de ensayo con sus unidades de tratamiento de aire.

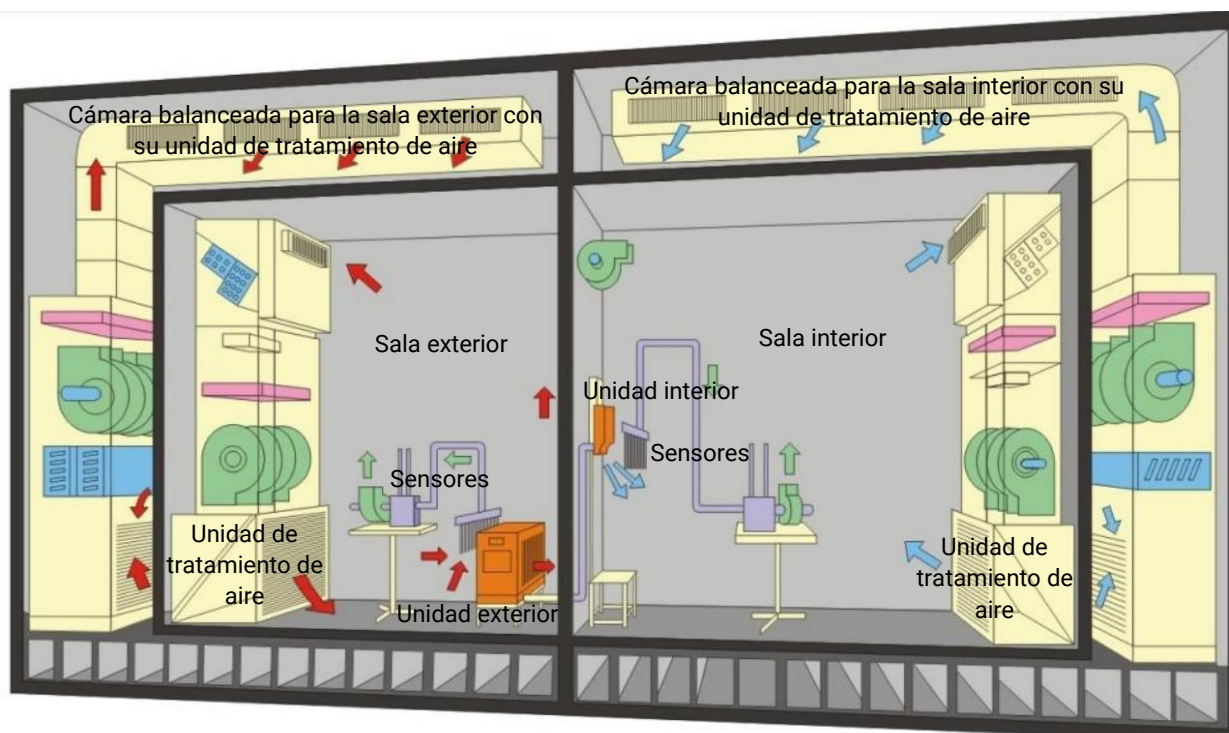


Figura 2 Esquema de un laboratorio tipo calorímetro con sala balanceada (fuente: <https://www.coowor.com/>)

#### 4.1.3 Laboratorio por el método de entalpía

Este enfoque se basa en la medición de la entalpía a la entrada y salida de la unidad interior para medir la capacidad de enfriamiento directamente en los cambios producidos por el equipo de aire acondicionado. La Figura 3 muestra un esquema de un laboratorio de este tipo. Al igual que en los casos anteriores, se necesita una sala interior y una sala exterior de ambiente controlado. Sin embargo, dado que la capacidad se mide directamente en los cambios de entalpía provocados por la unidad interior, no es necesario calibrar o “balancear” las salas de ensayo. Además, para evitar que el aire que pasa a través de la unidad interna se mezcle con el aire de la sala durante la medición, el equipo de medición consta de un túnel de aire que se conecta a la salida de aire de la unidad interna (evaporador del aire acondicionado). El mismo método puede utilizarse para medir la capacidad de la unidad externa si es necesario.

Este tipo de laboratorio es más económico y versátil que los de tipo calorimétrico, ya que puede ensayar aires acondicionados con sistemas de conductos centralizados y sin conductos (ventana y Split) en condiciones estables y dinámicas, mientras que los de tipo calorimétrico son más adecuados para los ensayos de aires acondicionados sin conductos en condiciones estables.

Sin embargo, la principal desventaja de este tipo de laboratorio es que ofrece una menor precisión de medida que los de tipo calorimétrico. Además, el error de medida puede aumentar si no se toman las precauciones necesarias para evitar interferencias entre la entrada y salida de aire de la unidad interior debido a la disposición del equipo de medición.

En este sentido, aunque este tipo de laboratorio todavía es permitido en muchos países, la normativa de ensayos de la Unión Europea especifica que no se puede utilizar para aires acondicionados con una capacidad de enfriamiento de menos de 12 kW, permitiendo realizar los ensayos solo en los laboratorios de tipo calorimétrico para este rango de capacidades. Además, desde hace algunos años, el Departamento de Energía de los Estados Unidos también comenzó a restringir este tipo de laboratorio en algunos casos específicos.

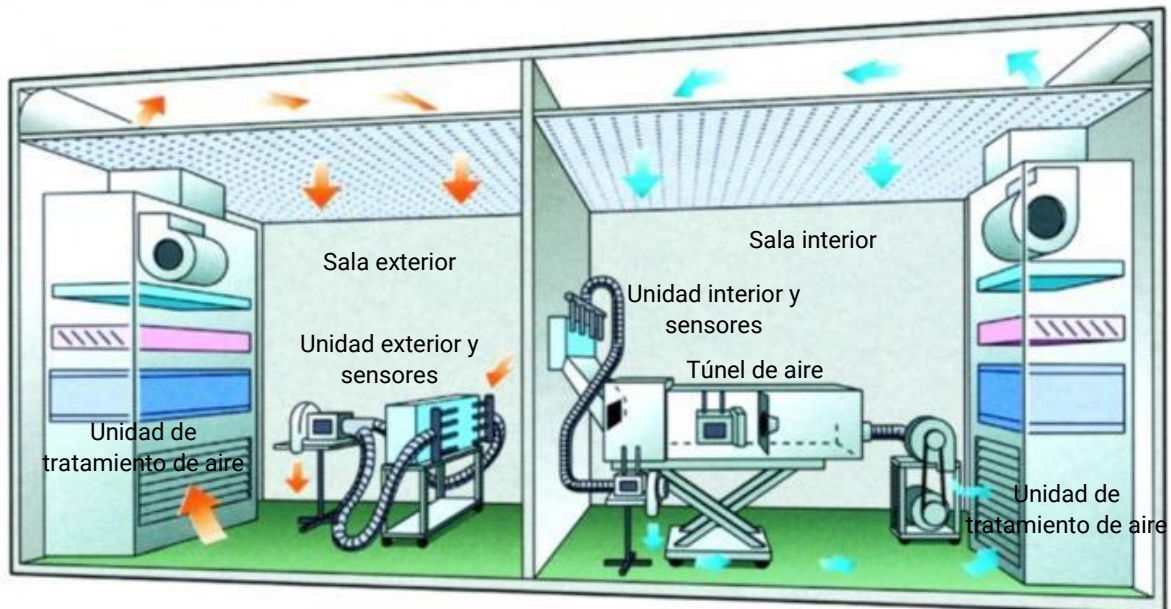


Figura 3 Esquema de un laboratorio por el método de entalpía (fuente: <https://www.sinuotek.com/>)

#### 4.1.4 Elección del tipo de laboratorio

En principio, cualquiera de los tres tipos de laboratorio presentados puede proporcionar resultados válidos y relativamente confiables para evaluar la eficiencia energética de los aires acondicionados, y podría ser utilizado siempre y cuando cumpla con los requisitos de la ISO 5151 o cualquier otra norma que se utilice en el reglamento de eficiencia energética. Sin embargo, dado que el laboratorio se utilizará principalmente para la vigilancia del mercado, se recomienda preferentemente uno de los tipos de calorímetro. Esta preferencia se basa principalmente en la mayor precisión de este tipo de laboratorios en comparación con los de tipo entalpía.

Cabe destacar que el tipo y capacidad de los aires acondicionados a ser ensayados en el laboratorio también es un parámetro que considerar durante la selección del tipo de laboratorio. En este sentido, como se mostró anteriormente, el aire acondicionado más comercializado en la República Dominicana es el tipo Split (dividido) con capacidades de menos 42.000 BTU/h, siendo los más comunes los de 9.000, 12.000 y 18.000 BTU/h. En este sentido, el laboratorio de tipo calorimétrico proporciona resultados confiables para los aires acondicionados de tipo Split y ventana. Además, la mayoría de los suministradores de laboratorios ofrecen capacidades de entre 36.000 y 42.000 BTU/h, lo que cubriría una gran parte de los modelos aires acondicionados comercializados en República Dominicana. Es

posible la construcción de laboratorios calorimétricos de mayor tamaño, pero esto impacta en el costo del laboratorio, y en la precisión para medir los aires acondicionados de menor capacidad.

## 4.2 Descripción y equipos de los laboratorios de eficiencia energética

Como se mencionó anteriormente, se recomienda un laboratorio de tipo calibrado para la vigilancia del mercado y la evaluación de la conformidad de un futuro reglamento de eficiencia energética en la República Dominicana. En este sentido, sin pretender hacer una lista exhaustiva de los equipos de un laboratorio de estas características, este capítulo presenta una descripción de los equipos principales y las características necesarias para un laboratorio de eficiencia energética para aires acondicionados basado en la sala calorimétrica, especialmente en lo que respecta a las salas de ensayo, el control de las mismas y los aparatos de medición de los parámetros principales.

### 4.2.1 Salas del laboratorio

Independientemente de las condiciones externas, las paredes de los compartimentos (salas) donde se instalarán las unidades internas y externas del aire acondicionado deben estar hechas de un material aislante que permita controlar la temperatura y la humedad dentro de las salas según la precisión y tolerancias indicadas en las normas de ensayo. Para este propósito, suelen utilizarse paneles de poliuretano con placas de acero en sus extremos, que suelen estar revestidos con PVC.

Es importante que las salas de ensayo sean lo suficientemente grande como para no obstruir el flujo de aire que entra o sale del equipo que se está ensayando. Además, debe haber suficiente espacio frente al equipo para permitir que el aire fluya libremente sin obstáculos. La norma ISO 5151 especifica algunos requisitos sobre las dimensiones dependiendo del tipo de aire acondicionado que se va a medir y sugiere un tamaño interno en función de la capacidad del equipo.

Por ejemplo, para ensayos de equipos con una capacidad de enfriamiento de hasta 12 kW (unos 42.000 BTU/h), la norma sugiere un tamaño interno de 3,0 metros de ancho, 3,7 metros de largo y 2,4 metros de alto para cada una de las salas (sala interna y externa). Considerando paneles de 200 milímetros de espesor, el volumen ocupado por las salas de ensayo de un laboratorio para capacidades de hasta 12 kW sería aproximadamente de 3,4 metros de ancho, por 8,2 metros de largo, y 3,2 metros de alto. Es relevante mencionar que el calorímetro de tipo balanceado también cuenta con una cámara de control de aire que rodea las salas de ensayo, por lo que el espacio necesario para montarlo es mayor. En este caso, las paredes de las salas de control también deben ser aislantes, ya que se debe controlar la temperatura de manera que coincida con la temperatura de la sala de ensayo. Se estima que las dimensiones exteriores de un laboratorio de tipo calorimétrico balanceado para aires acondicionados con capacidades de hasta 12 kW serían aproximadamente de 6,0 metros de ancho, 11,8 metros de largo y 5,2 metros de alto. Hay que tener en cuenta que el espacio necesario para montar



el laboratorio puede ser mayor al de las dimensiones externas del laboratorio para facilitar el montaje.

Las salas de ensayo y los compartimentos de aire de los calorímetros de tipo balanceado deben contar con puertas aislantes de un tamaño adecuado para introducir los equipos de manera práctica.

#### 4.2.2 Control de las condiciones de ensayo

Las **unidades de tratamiento del aire** son esenciales para mantener la temperatura y humedad de las salas de ensayo en las condiciones deseadas (una unidad para cada sala de ensayo). La sala interior contiene equipos de acondicionamiento (un calentador y un humidificador) para agregar suficiente energía térmica y equilibrar el calor sensible y latente que es eliminado por el aire acondicionado bajo ensayo. La sala también cuenta con un ventilador para circular el aire por todo el compartimento y dispositivos de mezcla para asegurar que el aire acondicionado reciba un flujo de aire bien mezclado. De manera similar, la sala exterior contiene un enfriador y un deshumidificador para eliminar el calor sensible y latente añadido por el aire acondicionado bajo ensayo. Como en la sala interior, hay un ventilador y mezcladores para circular el aire por todo el compartimento, que es uniforme en temperatura y humedad.

El diseño y selección de las unidades de tratamiento de aire deben considerar el tipo de laboratorio, las condiciones ambientales externas y el rango de capacidades de aires acondicionados a medir. Además, es relevante mencionar que los laboratorios calorimétricos de tipo balanceado, además de las unidades de tratamiento de aire dentro de las salas de ensayo, deben incluir otras dos unidades de tratamiento de aire para las cámaras de control de aire que rodean las salas de ensayo.

Es relevante mencionar que los enfriadores de las unidades de tratamiento de aire están conectados a sistemas de refrigeración que deben tener su condensador (o torre de enfriamiento) en el exterior para disipar el calor al ambiente.

Además, se instala un dispositivo de equilibrio de presión en la pared entre la sala interior y la sala exterior para aliviar cualquier diferencia de presión entre las salas. El flujo de aire que atraviesa el dispositivo de equilibrio de presión debe medirse para determinar la cantidad de pérdida de calor y humedad entre los compartimentos.

#### 4.2.3 Sistemas de medición y monitoreo

El sistema de medición y monitoreo está compuesto por sensores y equipos de adquisición de datos. Estas mediciones no se utilizan únicamente para obtener datos del equipo bajo medición, sino que también se utilizan para monitorear y controlar las diferentes variables del laboratorio. Estos son algunos de los equipos más importantes para un laboratorio de eficiencia energética del tipo calibración:

- Sensores de temperatura: Se utilizan resistencias de platino PT100 para los puntos donde se necesita una mayor precisión, mientras que se utilizan termopares de Tipo T en otros puntos.
- Dispositivo de Muestreo de Aire: Este dispositivo se coloca a una cierta distancia de las salidas de aire del aire acondicionado para medir las condiciones de temperatura y humedad relativa.
- Transductor de Presión: Los sensores de presión pueden utilizarse con varios objetivos, por ejemplo, para medir la presión en el sistema de refrigeración del aire acondicionado.
- Medidor de Flujo: Este equipo mide el flujo de agua que pasa por las unidades de tratamiento de aire. Esta medición se utiliza para el cálculo del balance térmico y la capacidad del aire acondicionado.
- Medidor de consumo eléctrico: Este equipo es esencial para la medición del consumo de energía del aire acondicionado.
- Caja Psicrométrica: Este es un componente utilizado para medir y analizar las propiedades del aire, en particular la temperatura y la humedad.
- Calibrador de agua para humidificadores y agua de condensación: Este equipo se utiliza para controlar de manera precisa la humedad del aire y contabilizar la contribución de la capacidad de enfriamiento latente en el evaporador del aire acondicionado (contribución de deshumidificación por condensación de agua).

Muchos de estos sensores están conectados al sistema de registro de datos del laboratorio, desde donde se monitorean todas las variables y se utilizan para los cálculos de eficiencia energética del aire acondicionado.

### 4.3 Equipos para analizar refrigerantes

En el contexto de la vigilancia de mercado, el objetivo principal es verificar que el refrigerante pre-cargado en los aires acondicionados que se comercializan en la República Dominicana coincida con el refrigerante declarado en la información del producto. Para lograr esto, se utiliza un analizador de gases refrigerantes, una herramienta independiente y portátil que se puede emplear tanto en un entorno de laboratorio como en las aduanas para examinar una parte de los aires acondicionados que ingresan al país. Además de su aplicación en la supervisión de aires acondicionados, esta tecnología también puede utilizarse para controlar otros equipos o sustancias a granel que se encuentren dentro del rango de detección del analizador de refrigerantes.

Los parámetros típicos que un analizador de refrigerantes puede medir incluyen:

- Tipo de refrigerante
- Pureza del refrigerante
- Concentración de aire
- Contenido de humedad
- Concentración de aceite

Es fundamental que el analizador de refrigerantes sea capaz de identificar los tipos de refrigerantes comúnmente utilizados en los aires acondicionados, que son: R22, R410A, R32 y R290.

#### 4.4 Costo de los laboratorios

La Tabla 5 muestra los costos aproximados<sup>5</sup> para los dos tipos de laboratorio, el calorimétrico de tipo calibrado y el tipo balanceado, así como otros costos relacionados con las acreditaciones necesarias y los costos de operación.

Los costos del laboratorio se basan en un laboratorio con capacidad para ensayar aires acondicionados de tipo Split y ventana de hasta 42,000 BTU/h de capacidad de enfriamiento. Estos costos son aproximados y podrían variar dependiendo del momento de adquisición del laboratorio y del proveedor. Es importante destacar que el costo de los laboratorios incluye las salas de ensayo, los equipos, el software, la instalación y la puesta a punto, incluyendo los ensayos de una muestra maestra para comprobar la precisión de la instalación, pero no considera los siguientes costos asociados:

- Flete marítimo y seguro
- Tarifa de despacho de aduana
- Recargo de importación
- Tarifa de descarga, almacenamiento, entrega y seguro de la mercancía

Además, tampoco se incluyen los gastos de preparación y alquiler (si fuese necesario) del espacio donde se instalará el laboratorio.

*Tabla 5 Costos aproximados para los dos tipos de laboratorio calorimétrico, el tipo calibrado y el tipo balanceado, así como otros costos relacionados con las acreditaciones necesarias y los costos de operación*

Tipo de costos (aproximados)	Tipo Calorimétrico Calibrado [USD]	Tipo Calorimétrico Balanceado [USD]
<b>Costo del laboratorio: equipos y salas de ensayo</b>	380.000	467.000
Costo de acreditación para ISO 17025 con el alcance adecuado	5.000	
Analizador de gases refrigerantes	5.000	
Costo de ensayos inter-laboratorio para mostrar competencia	5.000	
Mantenimiento de la acreditación y capacitaciones del personal (costo anual)	2.000	
Calibración de equipos y mantenimiento (costo anual)	10.000	
Sueldo para empleados (costo anual)	Se estima que se necesitarían unos dos técnicos para llevar el laboratorio	
Alquiler del espacio necesario para montar el laboratorio	Dependerá del lugar donde será montado y el tipo de laboratorio	

<sup>5</sup> Los costos están basados en el presupuesto realizado para un proyecto similar.



En referencia a los costos para la acreditación y los costos anuales de operación, como la calibración y el mantenimiento de los equipos, están basados en el informe de SEAD<sup>6</sup> del año 2019, titulado " Global Appliance Testing Costs Catalogue", con el fin de proporcionar una referencia de costos para los gobiernos que deseen implementar laboratorios para sus programas de eficiencia energética.

#### 4.5 Costo de los ensayos

Además de evaluar la demanda de ensayos, es esencial determinar la capacidad mensual de ensayos que el laboratorio puede llevar a cabo y evaluar los posibles beneficios que esto podría generar.

En términos generales, el proceso de montaje y ensayo de un aire acondicionado en un laboratorio de tipo calorimétrico suele tomar alrededor de 3 días para un técnico experimentado. Un día para realizar el montaje, y otros dos días para realizar los ensayos necesarios para el cálculo de la eficiencia energética estacional con la ISO 16358-1 (entre dos y tres ensayos dependiendo del tipo de aire acondicionado y las preferencias del cliente). En el caso de la eficiencia en una sola condición, por ejemplo, para el cálculo del IEE indicado en la actual norma dominicana, el ensayo puede reducirse a dos días, uno para el montaje y otro para el ensayo en la condición indicada. Por lo tanto, considerando un plazo de unos 3 días para cada aire acondicionado (incluyendo instalación y ensayos) y un promedio de 20 días laborables al mes, se estima que se podrían ensayar entre 5 y 6 aires acondicionados al mes para el cálculo de la eficiencia energética estacional.

En cuanto a los costos de los ensayos, según el informe "Global Appliance Testing Costs Catalogue" de SEAD, los precios de los ensayos de eficiencia energética en un laboratorio acreditado en la región de Latinoamérica oscilan entre 450 y 3,360 USD, dependiendo del tamaño del equipo, su complejidad y la ubicación donde se realice el ensayo.

.

---

<sup>6</sup> Super-efficient Equipment and Appliance Deployment

## 5 Ubicación del laboratorio

Aunque INDOCAL se ocupa de la evaluación de la conformidad, y el laboratorio podría ser comandado por ellos, durante la visita técnica informaron que no existe ningún requisito legal para que el laboratorio sea instalado bajo su supervisión, ya que los aires acondicionados no se consideran equipos de metrología legal. Por lo tanto, el laboratorio podría ser instalado en otras instituciones con la capacidad técnica y organizativa suficiente para comandar el laboratorio, ya sea esta pública, pública descentralizada, o privada. En este contexto, además de INDOCAL, se mencionaron dos de las universidades más destacadas de la República Dominicana, UASD e INTEC, como posibles ubicaciones para el laboratorio.

- **INDOCAL:** El instituto dominicano para la calidad es el organismo nacional de normalización, metrología y evaluación de la conformidad. Ya tienen experiencia en ensayos relacionados con la evaluación de la conformidad y vigilancia de mercado de productos, especialmente con aquellos que están dentro de sus competencias por ley, como son los equipos relacionados con metrología legal, industrial y científica.
- **Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD):** Es una Universidad Pública que cuenta con diferentes laboratorios enfocados en la educación e investigación (Figura 4). Cuenta con carreras de grado donde se estudian sistemas de refrigeración. También cuentan con programas de postgrado como maestrías y doctorados.
- **Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC):** Es una Universidad Privada que cuenta con diferentes laboratorios enfocados en la educación e investigación, también cuenta con un laboratorio acreditado con la ISO 17025 para mecánica de metales deformables. Cuenta con carreras de grado donde se estudian sistemas de refrigeración. También cuentan con programas de postgrado como maestrías y doctorados.

En cualquier caso, se deben realizar las gestiones y acuerdos necesarios para que independientemente de donde se instale el laboratorio, este debe satisfacer las necesidades del país en cuanto a la implementación de reglamentos y decretos de eficiencia energética.



Figura 4 Bancos de prueba para circuitos de refrigeración enfocados en la educación en la UASD (fuente: foto realizada durante la visita técnica)

Durante la visita técnica, PRONAOZ indico una cuarta posibilidad, el Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA), una institución técnica de estudios superiores enfocada en formar profesionales en el sector de la tecnología. Sin embargo, finalmente no se pudo organizar la visita por incompatibilidad de agenda. Además, durante una reunión online posterior a la visita técnica realizada con la AIRA, se propuso a la Dirección General de Aduanas como un posible candidato a albergar el laboratorio.

A continuación, se presentan algunos factores fundamentales a la hora de seleccionar la ubicación para proporcionar servicios de alta calidad en evaluación de la conformidad y vigilancia de mercado de los reglamentos de eficiencia energética para aires acondicionados, así como para otros usos secundarios.

## 5.1 Valor añadido

Además de ofrecer servicios de ensayo para evaluar la conformidad, supervisar el mercado y atender las demandas de fabricantes e importadores con respecto a futuros reglamentos técnicos de eficiencia energética para aires acondicionados, existe la posibilidad de que el laboratorio brinde servicios de investigación y desarrollo dirigidos al sector de aires acondicionados. En este sentido, los fabricantes de aires acondicionados podrían establecer colaboraciones con el laboratorio para el desarrollo de nuevos modelos y tecnologías. También, en el caso de estudiantes de postgrado, podrían llevar a cabo investigaciones utilizando la infraestructura del laboratorio.

En este sentido, las universidades son candidatos ideales para este tipo de proyectos, ya que cuentan con los conocimientos y el interés necesarios para emprender investigaciones en este ámbito, pudiendo sacarles un mayor provecho a los laboratorios en términos de valor agregado en la investigación. Sin embargo, es relevante mencionar que, dado que no existen fabricantes de aires acondicionados en el país, resulta complicado cuantificar la demanda de este tipo de proyectos. La confianza de los fabricantes internacionales en la institución que alberga el laboratorio será un factor determinante.

Hay que destacar que, desde el punto de vista académico, este tipo de laboratorios son mejor aprovechados por alumnos de postgrado con fines de investigación, ya que, aunque también pueden ser útiles desde el punto de vista didáctico, esta no es su finalidad principal.

## 5.2 Infraestructura y espacio físico

Para que el laboratorio funcione de manera efectiva, se requerirá un espacio adecuado para llevar a cabo ensayos y pruebas de eficiencia energética en el tipo de laboratorio escogido. A continuación, se detallan los distintos espacios necesarios:

- Salas de ensayo: Para un laboratorio de tipo calorimétrico balanceado se requerirá un área de aproximadamente 6,0 x 11,8 metros y una altura de 5,2 metros para capacidades de hasta 12 kW (estas medidas son aproximadas y pueden variar según el constructor del laboratorio). Para un laboratorio calorimétrico calibrado, el espacio

necesario sería menor, alrededor de 3,4 x 8,2 metros, con una altura mínima de 3,2 metros.

- Sala de máquinas: En esta sala se ubicarán los equipos necesarios para el funcionamiento del laboratorio que no se encuentran en la sala de ensayo. Se estima que se requerirá un espacio de aproximadamente 35 m<sup>2</sup>.
- Sala del operario: Esta área albergará al técnico del laboratorio responsable de llevar a cabo las medidas y puede incluir una mesa de oficina con computadora, entre otros elementos. Se estima que un espacio de alrededor de 20 m<sup>2</sup> será suficiente.
- Espacio externo para la torre de enfriamiento: Para disipar el calor necesario y mantener la sala de ensayo en condiciones estables, se suele utilizar una bomba de calor agua-agua conectada a una torre de enfriamiento. Para esa torre de enfriamiento, se requerirá un espacio externo de aproximadamente 16 m<sup>2</sup>.

Además del espacio, es esencial que el lugar donde se instalará el laboratorio cumpla con otros requisitos, como la resistencia del suelo para soportar las cargas de equipos pesados, que pueden requerir transportadoras para su instalación. Se recomienda que el suelo pueda soportar cargas de al menos 1000 kg/m<sup>2</sup>. También se debe garantizar un suministro eléctrico adecuado para los equipos del laboratorio, ya que algunos de ellos pueden necesitar corriente trifásica.

Con respecto a las posibles instituciones para albergar el laboratorio, INDOCAL e INTEC no disponen actualmente del espacio necesario, pero en caso de ir hacia adelante con la implementación del laboratorio se podría buscar una solución. Hay que tener en cuenta que INTEC es una universidad privada, y que antes de aceptar que el laboratorio pueda ser instalado en sus instalaciones, deben analizar el retorno económico y académico comparado con la inversión, ya que, aunque un proyecto de cooperación internacional cubra los costos iniciales del laboratorio, ellos deberían cubrir los costos del espacio, y los costos de operación. En el caso de INDOCAL, al ser una institución pública, los recursos para mantener el laboratorio deberían venir de la asignación del gobierno y de los propios beneficios generados por el laboratorio.

En cuanto a UASD, la universidad dispone de un edificio que fue construido con la capacidad de albergar laboratorios y que aún cuenta con espacio disponible. Las salas tienen dimensiones aproximadas de 13,5 x 10 metros y una altura que supera los 4 metros, sin considerar el falso techo (varias salas vacías), y espacio exterior disponible para la torre de refrigeración. En términos de altura, el laboratorio calorimétrico calibrado podría instalarse sin problemas. Sin embargo, en el caso de optar por un laboratorio calorimétrico balanceado, podrían ser necesarios ajustes, ya sea en el edificio o en el propio laboratorio, como limitar la capacidad de aires acondicionados a menos de 12 kW. El edificio, al estar diseñado para laboratorios, en principio cumple con los requisitos de resistencia del suelo y suministro. La Figura 5 muestra una de las salas y un pasillo de este edificio.



Figura 5 Sala y pasillo del edificio para laboratorios de la UASD (fuente: fotos realizadas durante la visita técnica)

### 5.3 Acreditaciones y calibración

Como se mencionó anteriormente, es fundamental que el laboratorio obtenga la acreditación de acuerdo con la norma ISO 17025, que establece los requisitos generales para demostrar la competencia técnica y garantizar la calidad de los resultados de las pruebas. Además de esta acreditación esencial, se deben considerar las certificaciones específicas relacionadas con la eficiencia energética de los aires acondicionados. Estas certificaciones específicas pueden incluir normas como la ISO 5151, que aborda las pruebas y calificaciones de rendimiento para aires acondicionados sin conductos, así como la ISO 16358-1, que se centra en los métodos de prueba y cálculo de la eficiencia estacional en sistemas de aire acondicionado. Además de las acreditaciones necesarias, se deben establecer programas de calibración regular de los equipos de medición para garantizar la precisión de los resultados.

Es importante destacar que, en el futuro, es posible que se requieran otras normas específicas que estén vinculadas a los reglamentos o decretos relacionados con la eficiencia energética. Por lo tanto, el laboratorio debe mantenerse actualizado y estar preparado para cumplir con cualquier normativa adicional que surja en este campo.

Entre las tres posibles ubicaciones consideradas para el laboratorio, INDOCAL e INTEC destacan por su mayor experiencia en la obtención de acreditaciones de laboratorios. Sin embargo, es relevante mencionar que la UASD también tiene el potencial para obtener las acreditaciones necesarias.

Dado que mantener estas acreditaciones y realizar calibraciones de forma regular implican costos anuales, es crucial establecer acuerdos claros antes de la implementación del laboratorio. Estos acuerdos deben definir las responsabilidades de cada institución involucrada y determinar la fuente de los recursos necesarios para mantener la acreditación y las calibraciones de manera sostenible a lo largo del tiempo.

## 5.4 Personal técnico capacitado

Contar con un equipo de personal técnico capacitado y especializado es esencial para el funcionamiento exitoso del laboratorio. Se estima que se necesitarían dos técnicos para operar el laboratorio. Una vez más, es esencial establecer acuerdos antes de la implementación del laboratorio para definir las responsabilidades de cada institución involucrada y determinar la fuente de los recursos necesarios para mantener a los técnicos de laboratorio y proporcionar los programas de capacitación y actualización para mantenerse al día con los avances tecnológicos y las nuevas regulaciones en el sector.

## 5.5 Relaciones con organismos reguladores y clientes

Establecer relaciones sólidas y confiables con los clientes del laboratorio es un aspecto de suma importancia para fomentar la confianza y la credibilidad con estos actores clave y estimular la demanda de los servicios que el laboratorio ofrecerá. Estos clientes pueden abarcar fabricantes de aires acondicionados, importadores y entidades reguladoras tanto a nivel nacional como internacional entre otros.

Además, es crucial tener en cuenta que el laboratorio realizará transacciones comerciales con sus clientes. Por lo tanto, los acuerdos previos a la implementación del laboratorio deben abordar de manera clara y precisa la gestión de los fondos recaudados por los ensayos. También es importante considerar la posibilidad de establecer condiciones especiales en relación con las tarifas de los ensayos, especialmente cuando se trata de colaboraciones con las autoridades reguladoras nacionales para llevar a cabo ensayos de vigilancia de mercado.



## 6 Conclusiones

República Dominicana ha logrado avances en eficiencia energética, aunque tiene el reto de implementar políticas relacionadas con los Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS) y etiquetado de eficiencia energética que requieran a todos los proveedores de aires acondicionados demostrar la eficiencia energética de sus equipos a través de pruebas que sigan las normas establecidas.

La implementación efectiva de procedimientos de evaluación de la conformidad y vigilancia de mercado jugará un papel fundamental en el cumplimiento de estas políticas y en la promoción de otras medidas de eficiencia energética, como las compras públicas.

Una de las conclusiones clave de este informe es que, para que el laboratorio de eficiencia energética de aires acondicionados sea rentable, es necesario contar con políticas de eficiencia energética que generen una demanda constante. De lo contrario, existe el riesgo de que la inversión no sea rentable. En este sentido, se recomienda que se establezcan políticas como MEPS y etiquetas de eficiencia energética juntamente con la implementación del laboratorio. Estas políticas servirán como base para otras políticas, como las relacionadas con compras públicas. Además, el reglamento de MEPS y etiquetas indicará las normas de ensayo de referencia, las cuales deben de tenerse en cuenta a la hora de definir algunas de las especificaciones del laboratorio, así como los procedimientos de evaluación de la conformidad y la vigilancia de mercado.

Es fundamental subrayar que la implementación de políticas de eficiencia energética no garantiza automáticamente la rentabilidad del laboratorio desde la perspectiva de los clientes privados, como fabricantes e importadores. Estos clientes aún podrían optar por llevar a cabo pruebas en otros laboratorios acreditados, inclusive aquellos de primera parte. No obstante, la Asociación de Importadores de Refrigeradores y Aires Acondicionados (AIRA) ha manifestado su interés en la creación de un laboratorio nacional, señalando su convicción de que existiría una demanda constante de ensayos, especialmente si se implementan políticas de eficiencia energética.

Para fines de evaluación de la conformidad y vigilancia de mercado en una posible futura regulación del sector, se recomienda un laboratorio de tipo calorimétrico para obtener resultados más precisos, ya sea de tipo calibrado o balanceado (el uso de laboratorios por el método de entalpia ha sido prohibido en los reglamentos de eficiencia energética de algunos países para la evaluación de la conformidad). Si bien el tipo balanceado ofrece la mayor precisión, se debe considerar que los costos (\$467,000 USD) y el espacio necesario para su montaje son mayores en comparación con el tipo calibrado (\$380,000 USD).

En lo que respecta a la ubicación, tanto INDOCAL, INTEC como la UASD tienen la capacidad técnica y administrativa necesaria para albergar el laboratorio, siempre y cuando se brinde la capacitación necesaria y se establezcan los acuerdos políticos y administrativos adecuados para asegurar una colaboración efectiva entre las entidades reguladoras y el laboratorio. Sin embargo, es relevante mencionar que, en el momento de la elaboración de este informe, la UASD es la institución que ya cuenta con el espacio necesario para albergar el laboratorio. Además de las instituciones con las que se mantuvieron reuniones durante la visita técnica, la AIRA posteriormente propuso la Dirección General de Aduanas como un candidato viable para albergar el laboratorio.

Por último, es relevante mencionar que, aunque el laboratorio es una parte importante de la vigilancia de mercado y el cumplimiento de las políticas de eficiencia energética, no es un requisito indispensable. Es decir, es posible implementar políticas de eficiencia energética, como MEPS, etiquetas y requisitos de compras públicas, sin necesidad de tener un laboratorio nacional. En estos casos, se recomienda aumentar la revisión de la documentación técnica, incluyendo los informes de laboratorios utilizados por los importadores para demostrar el cumplimiento, y, en caso de desconfianza, enviar muestras de equipos para su ensayo en laboratorios de la región hasta que se cuente con uno propio, como el laboratorio de Jamaica.