

# La tecnología verde de los aires acondicionados

Por: Adolfo Córdoba, Asesor, GIZ

Revisión por: Philipp Denzinger, Asesor, GIZ



Foto: GIZ Proklima, Gianni Franco.

La Agencia Alemana de Cooperación para el Desarrollo GIZ colabora con el MINAE desde hace algunos años para disminuir la huella ambiental de los equipos de aire acondicionado y reducir su contribución al Cambio Climático en Costa Rica. El Proyecto “*Green Cooling*”, que ha sido propuesto al Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund -<https://www.greenclimate.fund/>) para financiamiento, contribuirá decididamente en este esfuerzo.

Muchos no asociamos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, si lo hacemos, muy probablemente pensamos en las emisiones indirectas causadas por el consumo eléctrico de estos equipos. No obstante, la contribución de este sector (aires acondicionados, *chillers*, refrigeración residencial, comercial e industrial, y refrigeración en vehículos) va más allá y es significativa. El Inventario de GEI de Refrigeración y Aire Acondicionado para Costa Rica (2012-2016) señala que en el año 2015 el sector RAA emitió 1.47 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq.<sup>1</sup>, lo cual representó aproximadamente 13.5% de todas las

---

<sup>1</sup> MINAE (2019): *Inventario de GEI de Refrigeración y Aire Acondicionado para Costa Rica (2012-2016)*.

emisiones del país<sup>2</sup>. Más aún, advierte el informe que las emisiones del sector de refrigeración y aire acondicionado (RAA) crecerán fuertemente en las próximas dos décadas, hasta estabilizarse en 3.3 Mt CO<sub>2</sub>eq. en el año 2035<sup>3</sup>.

En el año 2015, los sistemas de aire acondicionado unitario tenían una participación relativamente pequeña en el sector RAA, pues sólo contribuyeron al 6.9% de estas emisiones, aunque mostraban una fuerte tendencia de crecimiento. Sin embargo, la atención diferenciada dada a estos equipos radica en la mayor posibilidad de incidir en la mitigación de sus emisiones, en comparación con otros sistemas.

Curiosamente, la mayor oportunidad de mitigación del impacto ambiental de estos equipos no se relaciona al consumo energético. Esto se debe principalmente al hecho de que la red eléctrica del país es bastante limpia<sup>4</sup>, pero también a la creciente eficiencia energética de los equipos con tecnología tradicional, que les permite alcanzar niveles de eficiencia similares a los de equipos de tecnología verde.

El impacto ambiental más significativo de los aires acondicionados se relaciona con el tipo de refrigerante que utilizan. Según se informa en el Inventario de GEI de RAA, los equipos con presencia en el país utilizan comúnmente refrigerantes R-22<sup>5</sup>, R-410A y R-407C, los últimos dos de tipo HFC (hidrofluorocarbonos). El potencial de calentamiento global (PCG) de estos refrigerantes es bastante alto: 1,760; 1,923; y, 1,774 kg de CO<sub>2</sub> por kg de refrigerante. Por consiguiente, las pequeñas fugas durante los años de uso y la frecuente liberación de estas sustancias al final de la vida útil de los equipos representan, en forma consolidada, miles de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas al ambiente año a año a nivel nacional. Con base en los datos del inventario se estimó que en el año 2019 se liberaron 190,090 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. relacionadas a aires acondicionados en Costa Rica. Para ese momento, las emisiones de estos equipos ya representaban 9.5% de las emisiones totales del sector RAA.

En alineamiento a la Enmienda de Kigali (2016) al Protocolo de Montreal, ratificada en el año 2018 por Costa Rica<sup>6</sup>, el país se comprometió a congelar el consumo de sustancias HFC a partir del 2024 y a reducir progresivamente su consumo a partir del año 2029 y hasta el año 2044, cuando se espera un consumo máximo del 20% de la línea base, determinada por el consumo en el período 2020-2022. Las sustancias HFC R-410A y R-407C están sujetas al cronograma de reducción de consumo establecido por esta Enmienda.

---

<sup>2</sup> Estimación realizada con base en datos del informe “Costa Rica 2019: 2do. Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. Primera Edición.

<sup>3</sup> MINAE (2019): *Inventario de GEI de Refrigeración y Aire Acondicionado para Costa Rica (2012-2016)*, pág. 20.

<sup>4</sup> En 2019, el país generó 99.15% de su energía eléctrica de redes renovables. ICE (2020): *SEN 2019, Generación y demanda, Informe anual 2019*.

<sup>5</sup> El R-22, clorodifluorometano, es un gas hidroclorofluorocarbono (HCFC), regulado mediante Ley N° 7223 “Protocolo de Montreal, relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono” (1991). Mediante esta ley y en alineamiento con el Protocolo de Montreal, el país ha venido reduciendo progresivamente el consumo de HCFC, a partir del 2013 y hasta el 2030, cuando se espera lograr un consumo máximo de 2.5% de la línea base (2009-2010). Además, a partir del año 2020 se prohíbe la importación de equipos de refrigeración o aire acondicionado que contengan HCFC. Por consiguiente, el consumo de esta sustancia estaría experimentando una reducción significativa, aún sin acciones adicionales realizadas.

<sup>6</sup> Decreto Ejecutivo N° 41064 del 5 de abril del 2018.

Aún a pesar de que el proceso de reducción de uso y consumo de estas sustancias está pronto a iniciar, el período de reducción es extenso y con una relativamente tenue curva de reducción (con disminuciones de 10% en el año 2029, 20% en el año 2034 y en el año 2039, y 30% en el año 2044). Por consiguiente, un proceso de reemplazo anticipado de estos refrigerantes permitiría prevenir cuantiosas emisiones de GEI adicionales a las que lograría la implementación de la Enmienda de Kigali por sí sola. Además, permitiría al país su preparación para la entrada en vigor de este compromiso.

Una nueva generación de refrigerantes naturales de bajo PCG ya existe y su uso permitiría disminuir el impacto de estos equipos al ambiente. Por ejemplo, el refrigerante R-290 tiene únicamente un PCG de 3 kg CO<sub>2</sub>/kg refrigerante. Según estimaciones realizadas, y dadas las características de uso de estos equipos en Costa Rica, el reemplazo de un único equipo de aire acondicionado que utiliza R-410A por uno que utilice R-290 permitiría, a lo largo de la vida útil del equipo (10 años), una reducción de emisiones directas e indirectas de aproximadamente 3.7 toneladas de CO<sub>2</sub> eq.<sup>7</sup> (ver Tabla 1 a continuación). ¡Este gran volumen de emisiones, de solamente una unidad, equivale a las emisiones vinculadas al uso promedio de nuestro vehículo por un año y medio (19.000 km)!

Tabla 1: Comparación de eficiencia energéticamente y emisiones de GEI de AA

Item	Unidad	AA tradicional	AA verde	Dif.
<b>Sistema – refrigerante</b>		<b>R-410A</b>	<b>R-290</b>	
Potencial de calentamiento global	kgCO <sub>2</sub> /kg	1,923	3	1920
Refrigerante – carga inicial	kg	0.85	0.34	0.51
<b>Consumo energético</b>				
<b>SEER</b>	<b>Wt/We</b>	<b>6.02</b>	<b>6.75</b>	<b>-0.73</b>
<b>Consumo anual de energía</b>	<b>kWh</b>	<b>1,424</b>	<b>1,270</b>	<b>154</b>
<b>Impacto al medio ambiente - Gases Efecto Invernadero GEI (10 años)</b>				
<b>Emisiones totales de GEI</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>eq.</b>	<b>5,531</b>	<b>1,844</b>	<b>3,687</b>
Emisiones directas GEI (refrigerante)	kg CO <sub>2</sub> eq.	3,466	2	3,464
Emisiones indirectas GEI (energía)	kg CO <sub>2</sub> eq.	2,065	1,842	223

Fuente: MINAE-GIZ (2020): Funding Proposal, Proyecto “Green Cooling (Enfriamiento Verde): Acelerando la transformación al aire acondicionado ecológico y eficiente energéticamente en Costa Rica”.

Para reducir las emisiones de GEI provenientes de aires acondicionados en el país, será necesario introducir nueva tecnología verde, de alta eficiencia energética y uso de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global. Esta tecnología aún no está disponible en el mercado local, pero el proyecto “Green Cooling”, que iniciaría a principios del 2022, cuya propuesta fue presentada ante el Fondo Verde del Clima (FVC), y liderado por la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA), la Dirección de Cambio Climático (DCC) y la Dirección de Energía (DE) del MINAE, junto

<sup>7</sup> Basado en el promedio del nivel de eficiencia energética para AA con R-410A que se venden en Costa Rica (SEER de 20,5 BTU/Wh) y un AA verde (SEER de 23 BTU/Wh).

con la Secretaría de Planificación de Subsector Energía (SEPSE), con el apoyo técnico de GIZ, espera poder capitalizar esta importante oportunidad.

Antes del COVID-19, se estimaba que en la próxima década el país duplicaría su inventario de aires acondicionados, con fuertes incrementos proporcionales en las emisiones de CO<sub>2</sub> eq<sup>8</sup>. Mediante un sistema de incentivos económicos, este Proyecto buscará introducir equipo con nueva tecnología, de alta eficiencia energética y que utilizan refrigerantes de bajo PCG. La participación de Grupo ICE, Coopelesca R.L., Coopeguanacaste R.L. y el Banco Nacional de Costa Rica serán decisivos para alcanzar esta meta.

Paralelamente, el proyecto proveerá información precisa sobre los equipos y sobre la relevancia del uso de refrigerantes de bajo PCG, y creará conciencia en consumidores, empresas y el público en general sobre este tema. El sector público también será invitado a colaborar en este esfuerzo y, mediante el aprovechamiento de la política de compras públicas sustentables, se espera poder incentivar las compras de aires acondicionados verdes.

Complementariamente, el proyecto apoyará la revisión y actualización de normas y reglamentos técnicos relacionados con la nueva tecnología disponible, dando continuidad a los esfuerzos que DIGECA, DE y SEPSE han venido realizando en los últimos años para mejorar los estándares nacionales en temas de eficiencia energética y desempeño ambiental del sector RAA. Así, entre otras acciones, se espera contribuir a la actualización de las Normas Técnica Nacional INTE 14-1 (sobre mínimos de eficiencia energética -MEPS-) e INTE 14-2 (sobre etiquetado de eficiencia energética); apoyo en el desarrollo de metodologías de inspección, ensayo y verificación en mercados y procesos de seguimiento y control en el mercado de los aires acondicionados; ecoetiquetado para la promoción de equipos de alta eficiencia energética; apoyo a la definición y puesta en marcha del proceso de reducción del consumo de refrigerantes HFC (de alto PCG); y actualización de normas para garantizar requerimientos ambientales, la instalación y el funcionamiento seguros de los equipos que utilizan refrigerantes alternativos de bajo PCG (p.e. Normas Técnicas INTE / ISO 5149 y otros).

Adicionalmente, el proyecto buscará actualizar la capacidad técnica nacional mediante el fortalecimiento y actualización de los procesos de formación técnica. La correcta instalación y mantenimiento de equipos con la nueva tecnología verde, así como la desinstalación de equipos con tecnología tradicional, requerirán técnicos formados adecuadamente en estas tecnologías. Para lograr esto, se trabajará con centros de formación técnica (Instituto Nacional de Aprendizaje, Ministerio de Educación Pública, Fundación Samuel y Cedes Don Bosco) en el fortalecimiento de los programas de capacitación de los técnicos en refrigeración y aire acondicionado, de acuerdo con nuevos perfiles técnicos del sector RAA definidos conjuntamente en el Marco Nacional de Cualificaciones.

Complementariamente, el proyecto intentará mejorar la recuperación y eventual destrucción de refrigerantes con alto PCG, contribuyendo a los procesos ya iniciados por DIGECA, con el apoyo de Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El aporte del proyecto en este esfuerzo se orientará a la preparación de personal técnico para realizar correctamente el retiro, recuperación y transporte de refrigerantes perjudiciales para el ambiente, con el fin de entregarlos para su

---

<sup>8</sup> MINAE (2019): *Inventario de GEI de Refrigeración y Aire Acondicionado para Costa Rica (2012-2016)*.

destrucción. Además, el proyecto pretende contribuir con DIGECA y el Ministerio de Salud en el fortalecimiento del marco regulatorio pertinente.

El proyecto espera lograr un efecto duradero en las preferencias de los consumidores, basado en información y concienciación sobre el impacto ambiental de los aires acondicionados tradicionales versus AA verdes. Por el impacto de esta nueva tecnología en el mercado en reemplazo de AA convencionales, y por las otras medidas expuestas, se espera lograr una mitigación total directa de 134 mil tCO<sub>2</sub> eq. durante la ejecución del proyecto (2022 – 2028) y como resultado directo de éste. Adicionalmente, el proyecto reducirá 51.6 mil tCO<sub>2</sub> eq. durante el período de influencia del proyecto, esto es el periodo de operación de los AA verdes instalados durante el proyecto, y como resultado de este, los cuales tienen una vida útil estimada de 10 años. Es notable que esta gran cantidad de emisiones que se prevendrán sean el resultado del reemplazo de aires acondicionados por unidades verdes, una acción relativamente simple, fácil y económica de reducir emisiones.

MINAE, GIZ y otros actores que han estado contribuyendo con el desarrollo del sector RAA y procurando encontrar y aprovechar estas nuevas oportunidades de mitigación de las emisiones de GEI del país, encontrarán en esta iniciativa nuevos aires. Aires acondicionados verdes.