

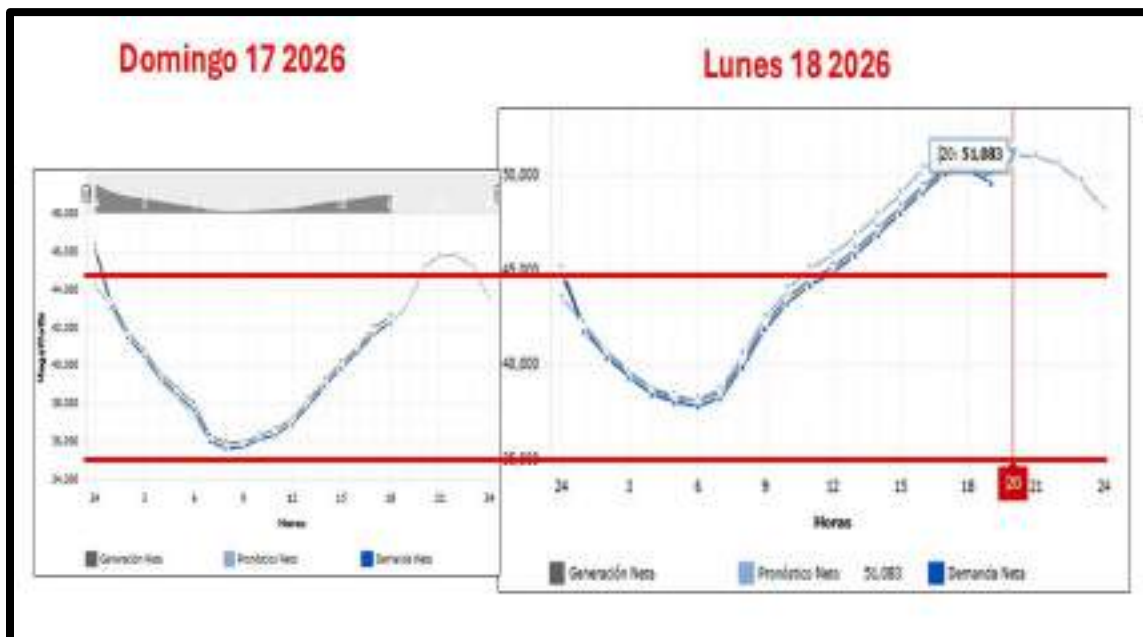
## LA CITA

**Si no fuera por el ahorro energético que, silenciosamente, se ha incorporado a nuestra economía gracias a todos esos electrodomésticos, aparatos electrónicos y edificios con certificación Energy Star, necesitaríamos un aumento del 50 % en la generación de electricidad tanto a partir de carbón como de energía solar para compensarlo.**

**Ben Evans, U.S. Green Building Council.**

## NUMERALIA

**Curvas de demanda del Sistema Eléctrico Nacional (Domingo 17 y lunes 18 de mayo de 2026)**



## **LA INDUSTRIA DEL FRÍO, LOS REFRIGERANTES, LA CAPA DE OZONO Y EL CALENTAMIENTO CLIMÁTICO GLOBAL** (Segunda de 3 partes).

*Por Odón de Buen R.*

El ozono es una forma alotrópica (una de distintas formas en que puede presentarse un mismo elemento químico) del oxígeno, en este caso compuesto por tres átomos de oxígeno (O<sub>3</sub>). Es un gas altamente reactivo que se forma en la atmósfera en la parte más alta (estratósfera) y la más baja, cerca del suelo.

En la estratósfera, entre 15 y 40 km de altitud, donde la radiación ultravioleta rompe moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>) y los átomos libres se recombinan formando ozono, constituye la llamada capa de ozono, que absorbe entre 97 % y 99 % de la radiación ultravioleta de alta energía, esencial para la vida en la Tierra.

Cerca del suelo se forma por reacciones fotoquímicas entre contaminantes (NO<sub>x</sub>, Compuestos Orgánicos Volátiles) y la luz solar, y es un contaminante que irrita vías respiratorias y afecta vegetación.

Por su altísima reactividad, el ozono es sensible y se descompone por la presencia y contacto con compuestos como el cloro, que llega a la estratósfera lentamente y permanece allí por décadas.

Desde mediados de los años 1930 y por cerca de 50 años, en los que la industria del frío creció aceleradamente y llegó más allá de industrias de nicho a oficinas y hogares, los clorofluorocarbonos (CFCs) dominaron y determinaron el mercado de los refrigerantes al considerarse “perfectos” para uso masivo —ni tóxicos, ni inflamables y químicamente estables. Su larga vida y su lenta migración a la estratósfera, sin embargo, terminaron produciendo el llamado agujero de ozono, llevando a su prohibición en 1997 en el Protocolo de Montreal.

La respuesta de la industria al Protocolo no fue ni inmediata ni lineal: se buscaron sustitutos temporales que no alterasen radicalmente las cadenas de valor de los propios refrigerantes, se rediseñaron los equipos que los utilizaban, se establecieron nuevas normativas de seguridad y, finalmente, se impulsó un regreso a refrigerantes “naturales”, abandonados un siglo antes.

Un primer paso en esta evolución, como una escala breve, fueron los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC), químicamente muy cerca de los CFC, con la única diferencia de incluir hidrógeno en la molécula, que lo que los hace menos estables

(menos destructivos para la capa de ozono) y suficientemente parecidos para funcionar en los mismos equipos. Al igual que los CFC, los HCFC están ya prohibidos.

El Protocolo de Montreal llevó a la industria química a encontrar sustitutos sin cloro, que llevó a los Hidrofluorocarbonos (HFC). Sin embargo, Los HFC tienen el inconveniente de tener un potencial muy alto como gas de efecto invernadero. Esto implicó un largo proceso de discusiones al interior de los participantes en el Protocolo de Montreal, que no fue establecido para atender el cambio climático.

Tomó dos décadas de negociaciones, resistencia industrial, tensiones Norte-Sur y debates científicos sobre si el Protocolo debía o no expandirse más allá del ozono. La integración solo se logró en 2016, con la Enmienda de Kigali, cuyo principal objetivo es el de reducir más del 80% de la producción y consumo proyectados de HFC en los próximos 30 años y, con esto, evitar hasta 0.4 °C de calentamiento global hacia finales de siglo.

Aquí es que aparecen las Hidrofluoroolefinas (HFO) como alternativa de muy bajo potencial de calentamiento global, que son inflamables, pero que arden con dificultad y requieren condiciones muy específicas para encender.

Finalmente, se ha llegado a refrigerantes naturales, que son sustancias no sintéticas, presentes en ciclos biogeoquímicos naturales, que pueden usarse como refrigerantes debido a sus propiedades termodinámicas, que no dañan la capa de ozono y que pueden ser altamente eficientes. Resaltan, en particular el CO<sub>2</sub>, el amoníaco y los hidrocarburos, cuyos retos mayores son la inflamabilidad (hidrocarburos) o toxicidad (amoníaco).

Esta evolución, empujada por preocupaciones ambientales, ha implicado una fuerte transformación de la industria de la refrigeración en al menos cinco dimensiones: diseño, materiales, seguridad, eficiencia energética y gestión del ciclo de vida.

En el diseño de los equipos, han aparecido, entre otras novedades, nuevos compresores (más herméticos), nuevos intercambiadores de calor (compatibles con presiones más altas) e integración de la electrónica para mejorar el control (entre otras cosas, para evitar fugas para refrigerantes inflamables).

También ha habido cambios en materiales por compatibilidad química, límites de carga para refrigerantes inflamables, ventilación obligatoria en las instalaciones y el no poder cambiar por refrigerantes nuevos en equipos viejos. En general, los equipos

tuvieron que rediseñarse para cumplir normas de seguridad y para minimizar fugas que antes no existían.

Igualmente, se han tenido que integrar prácticas de manejo y disposición de los gases refrigerantes al final de su vida útil, lo que ha hecho obligatorios a equipos de recuperación y reciclaje, la aparición de puertos de servicio para la recuperación de los gases y la certificación de talleres especializados.

Finalmente, ha llevado a una mayor atención a la eficiencia energética, ya sea en los equipos de refrigeración (motores más eficientes, compresores inverter y mejor aislamiento) y en los sistemas que requieren de refrigeración con elementos de reducción de la carga térmica proveniente del exterior (aislamiento térmico y ventanas de baja emisividad).

CONTINUARÁ...

## RECOMENDACIONES en [www.odondebuenr.com.mx](http://www.odondebuenr.com.mx)



El objetivo de la NOM-020-ENER-2011 es limitar la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, racionalizando el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento y mejorando las condiciones de confort térmico al interior de los espacios de la vivienda.

En México, el acondicionamiento térmico de las viviendas repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, siendo mayor su impacto en las zonas Norte y costeras del país, en donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que el de calefacción.

En este sentido, esta Norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, la disminución de la temperatura al interior y con ello el ahorro de energía por la reducción de la capacidad de los equipos de enfriamiento.

[www.odondebuenr.com.mx/biblioteca/construccion-sostenible-ahorro-energia-edificaciones/](http://www.odondebuenr.com.mx/biblioteca/construccion-sostenible-ahorro-energia-edificaciones/)

## LA FOTO



**Condensadores de equipos de AC en Santo Domingo, República Dominicana.**

## RED POR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ya están en el canal en YouTube los cinco primeros cinco conversatorios de la RedEE



[www.youtube.com/@redporlaeficienciaenergetica](http://www.youtube.com/@redporlaeficienciaenergetica)

ca