

## Estimado lector:

En esta edición abordaremos una de las líneas de desarrollo del IRC, que es la utilización de las energías renovables en la refrigeración y la climatización.

Este año ha estado lleno de retos para todos. El IRC se ha visto en la necesidad de paralizar su sistema de capacitación y hoy trabaja en la preparación de cursos online, apoyados en la plataforma educativa digital del Centro de Gestión Empresarial, Superación Técnica y Administrativa (GESTA) creando una alianza estratégica entre nuestras entidades, ambas pertenecientes al Ministerio de Industrias. El primer curso que se prepara, lleva por nombre “**Curso de mantenimiento preventivo para sistemas de climatización centralizados**”, esta información la pondremos a su consideración en próximas ediciones, previendo su comienzo para el venidero mes de noviembre. Tan pronto la situación epidemiológica de la capital lo permita, se restablecerán el resto de las ofertas formativas que imparte el IRC.

Quedamos atentos a sus consideraciones y sugerencias sobre el contenido de esta publicación, la cual esperamos sirva como fuente de intercambio con nuestro público lector.

**Instituto de Refrigeración y  
Climatización  
Publicación digital  
NOTIFRÍO  
Consejo Editorial:**

**Presidente:**

**Ing. José R. Rojo Rodríguez**

**Vicepresidente:**

**Ing. Jesús Argudín Quintana**

**Miembros:**

**Ing. Oscar Hernández Pérez**

**Ing. Guillermo Cartaya Alemañá**

**MSc. Milagros Guzmán Giannotti**

**Editado por:**

**Director de publicación:**

**Ing. Alexander Maura Echenique**

**Resp. de edición:**

**Esp. Dannerys Pedraza Leiva**

**Resp. de publicación:**

**Tec. Iraida Rodríguez Comes**

## *Lo que usted puede encontrar*

### En esta edición...

#### ARTÍCULOS TÉCNICOS

- ✚ *Factibilidad del uso de sistemas fotovoltaicos para suministro de energía eléctrica en instalaciones de refrigeración y climatización. /2*
- ✚ *Avances tecnológicos y perspectiva de la energía eólica. Retos para Cuba. /4*

#### CURIOSIDADES

- ✚ *Purificación de aire por oxidación fotocatalítica. /9*
- ✚ *Cuestiones técnicas sobre refrigeración: La válvula de expansión termostática. /10*
- ✚ *Aspectos y características técnicas que debes conocer al utilizar un aire acondicionado. /13*

# **FACTIBILIDAD DEL USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN**

Ing. Servando Gómez Blanes\*

\*Dirección de Aplicaciones Ingenieras, Instituto de Refrigeración y Climatización

## **INTRODUCCIÓN**

Las fuentes renovables de energía han sido utilizadas de forma creciente (especialmente la eólica y fotovoltaica), para mitigar el impacto del uso de los combustibles fósiles, fuentes que además de no renovables contaminan el medio ambiente en los procesos de producción de energía eléctrica y térmica.

La obtención de la energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos es posible desde hace muchos años, pero inicialmente la producción de las celdas fotovoltaicas resultaba extremadamente costosa y las instalaciones fotovoltaicas exigían presupuestos de inversión muy elevados y se restringía su empleo a muy contados proyectos sobre todo en la industria Aeroespacial.

Solo en los últimos años con los avances tecnológicos y la productividad y eficiencia alcanzada en la fabricación de las celdas, paneles y demás equipamiento ha hecho posible la disminución de los precios significativamente y con ello la factibilidad económica de las inversiones para construir este tipo de instalaciones, la que cada año crece a un ritmo muy elevado (en cantidad y potencia instalada) en casi todos los países del mundo.

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN**

Las tecnologías que se utilicen para producir frío, (ya sea para refrigeración como para climatización) son grandes consumidoras de energía. Este consumo es proporcional a la cantidad de frío demandado por la instalación, de tal forma que para satisfacer la demanda los equipos eléctricos principales tales como compresores de las unidades condensadores y los evaporadores deben trabajar en un régimen determinado por la carga térmica a vencer en cada momento para garantizar la temperatura requerida por la instalación que se trate. Adicionalmente, la carga térmica de cualquier instalación será mayor en la medida que la temperatura ambiente donde se encuentre emplazada sea mayor.

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. Dado que, en nuestro país, la temperatura ambiente durante el día es bastante más elevada que en el horario nocturno (muchas veces con una diferencia de 8°C o más) y existe una gran demanda de climatización en centros comerciales, edificios de oficina y servicios, hoteles, hospitales y otros centros e instalaciones en ese horario, es posible utilizar la energía solar fotovoltaica para producir electricidad de origen renovable mediante sistemas fotovoltaicos.

## **ESTADO ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE LOS SFV**

El precio de los Paneles Fotovoltaicos (FV), se ha reducido a más de 10 veces en los últimos 35 años. La producción de celdas de silicio cristalino para paneles fotovoltaicos ha aumentado significativamente y se ha alcanzado mayor eficiencia de las mismas. Los demás componentes utilizados en los SFV tales como los inversores, estructuras y soportes de paneles y demás accesorios también han tenido una importante disminución de sus costos.

Los costos actuales de operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos de generación de electricidad son bajos (alrededor de un 0,5% a un 1,5% anual de los costos de inversión inicial). También es significativo el aumento en la comercialización de sistemas de refrigeración y climatización domésticos que incorporan tecnologías eficientes como *inverter* y paneles fotovoltaicos.

Todo lo anterior ha hecho posible que la generación fotovoltaica haya tenido un crecimiento importante y sostenido (a un ritmo superior al 35 % anual), haciendo que la misma ocupe un espacio cada vez más importante en la matriz energética mundial.

### FACTIBILIDAD ECONÓMICA E IMPACTO DE LOS SFV

Para analizar la factibilidad económica y el impacto del uso de los SFV, se ha tomado como ejemplo, una aplicación escalable de 1 kWp de potencia fotovoltaica basándose en las siguientes consideraciones y datos obtenidos de varias fuentes:

- Un litro de diésel pesa 0.832 kg – 1 ton de diésel son 1201.92 litros (**Sistema de conversión de unidades**).
- 1kWh de electricidad generado por procesos térmicos emite a la atmósfera 707 gramos de CO<sub>2</sub> (**Agencia de protección ambiental de Estados Unidos**).
- El país gasta el equivalente a 0.26 CUC por cada kWh que genera en todas sus plantas térmicas (**Oficina Nacional para el control del Uso Racional de Energía, periódico Girón de Matanzas del 26 de mayo del 2020**).
- La UNE compra por el precio de 0.06 CUC, cada kWh fotovoltaico inyectado a la red por las entidades estatales (**Resolución No. 435, Ministerio de Energía y Minas del 29 de junio del 2017**).

### RESULTADOS

Potencia fotovoltaica instalada (kWp)	1
Costo de la inversión estimada en Cuba (1300 usd/kWp) (USD)	1300
HSP promedio diario anual	5,4
Energía inyectada diaria (kWh)	5,4
Energía inyectada mensual (kWh)	162
Energía inyectada anual (kWh)	1944
Valor de la energía inyectada (\$ 0.06/kWh ) diaria (USD)	0,324
Valor de la energía inyectada (\$ 0.06/kWh) mensual (USD)	9,72
Valor de la energía inyectada (\$ 0.06/kWh) anual (USD)	116,64
Recuperación de la inversión por kWh vendidos a la UNE (años)	11,15
Recuperación de la inversión por combustible evitado de comprar por el País (años)	2,57
Valor del combustible dejado de consumir en 12 meses.(USD)	505,44
Cantidad de combustible diésel dejado de consumir (236 g/kWh) en un año (Toneladas)	0,46
Cantidad de CO <sub>2</sub> dejados de emitir a la atmosfera en un año (Toneladas)	1,37

### CONCLUSIONES

1. La aplicación de los SFV de inyección a red en instalaciones de refrigeración y climatización resulta de significativo impacto debido a que estos procesos tienen su pico de consumo de energía eléctrica coincidiendo con las horas solares pico (HSP) y por tanto en el horario de máximo rendimiento de los SFV.
2. El tiempo de recuperación de la inversión obtenido en el ejemplo utilizado, está en un rango internacionalmente aceptable (8 – 12 años).
3. La aplicación de los SFV conjuntamente con tecnologías de acumulación de energía en las instalaciones de refrigeración y climatización potencian los impactos económicos y ambientales debido al óptimo aprovechamiento de la energía acumulada durante en horario diurno al posibilitar su suministro en horarios sin presencia de radiación solar.
4. Deberán implementarse acciones de capacitación del capital humano y la vigilancia tecnológica que permitan el conocimiento, asimilación, investigación y aplicación de las tecnologías de los sistemas fotovoltaicos en los equipos y sistemas de refrigeración y climatización y las tendencias mundiales que puedan ser de aplicación o interés en nuestro país.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- La energía FV: oportunidad y necesidad para Cuba. Lic. Daniel Stolik Novygrad Facultad de Física. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Materiales (IMRE), Universidad de La Habana, Cuba. 2014
- Evolución de Costos ERNC, Mercados Eléctricos - IEE3372, junio 2012
- Energía Solar Fotovoltaica. Temas seleccionados, Ing. Antonio Sarmiento Sera. 2013

# AVANCES TECNOLÓGICOS Y PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA EÓLICA. RETOS PARA CUBA

Prof. Dr Conrado Moreno Figueredo\*

\* Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables, CETER, Universidad Tecnológica de La Habana José A. Echeverría

## Situación mundial y de Cuba

Es ineludiblemente necesario reducir el consumo de combustibles fósiles tanto en todo el mundo como en Cuba, con el fin de:

- Reducir las emisiones de gases efecto invernadero y frenar el cambio climático.
- Reducir los riesgos de la garantía de suministro.
- Reducir la dependencia energética desde el exterior.
- Reducir el costo de la energía generada.

## Desarrollo de la energía eólica en el mundo

El crecimiento exponencial del desarrollo de la energía eólica en el mundo, particularmente en los últimos años, ha llevado a esta fuente a ocupar un lugar prominente en el sector energético. El desarrollo tecnológico y la innovación en el diseño y la fabricación en las turbinas eólicas han traído como resultado el despliegue de parques eólicos de gran escala en la tierra (parques eólicos terrestres) y un acelerado desarrollo de los parques eólicos fuera de costa o marítimos. Hoy, de acuerdo con la Asociación Mundial de Energía Eólica y otras fuentes como el reporte anual REN212017, esta energía contribuye con 4 % en la generación de electricidad mundial, y se explota en más de cien países. Las modernas turbinas eólicas han hecho posible la transición de una tecnología sin alto valor a una opción de forma de generación de electricidad de las más apreciadas. Los elementos que más han influido a este mejoramiento de la tecnología, la innovación y el despliegue mundial de esta fuente de energía lo han sido la seguridad energética, el cambio climático y el acceso energético, a la vez que el desarrollo de nuevos empleos y los aspectos económicos han añadido beneficios. En la Figura 1 se puede apreciar el desarrollo de la energía eólica en cuanto a capacidad acumulada hasta 2015, de acuerdo con el Reporte Global Annual Renewables 2017 de REN21.

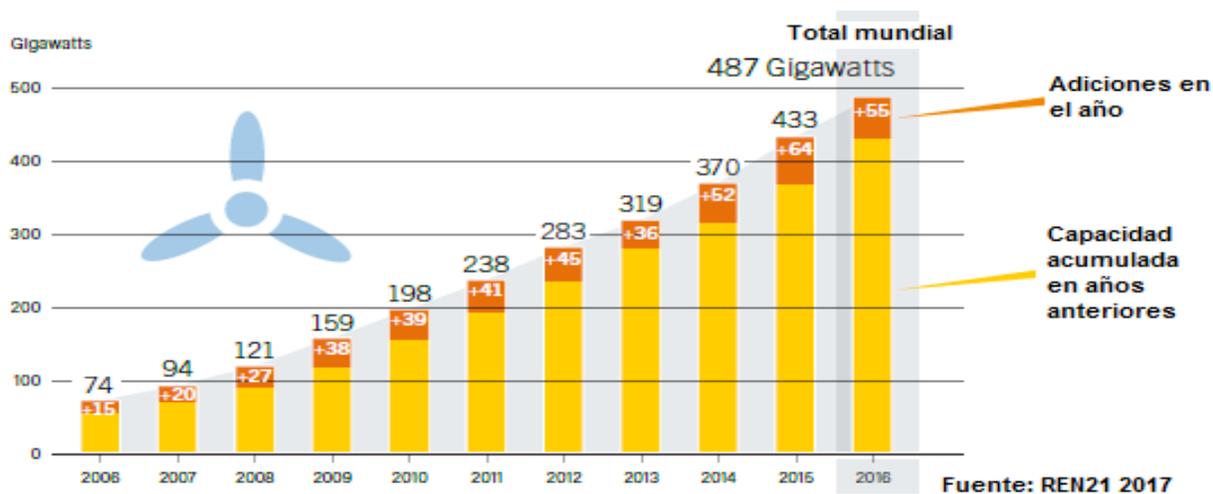


Fig. 1. Capacidad instalada en parques eólicos (2005-2016), en GW. (Fuente: REN21).

Ya en 2017 la capacidad total instalada alcanzó los 530 MegaWatt (MW), de acuerdo con la estadística preliminar de la Asociación Mundial de Energía Eólica de este año. En el 2017 fueron añadidos 52,5 MW (algo similar al pasado año 2016). Todas las turbinas instaladas hasta finales del año 2017, cubren más del 5% de la demanda mundial de electricidad. Para muchos países la energía eólica se ha convertido en un pilar de sus estrategias de eliminar los combustibles fósiles y la energía nuclear. Dinamarca implantó un nuevo récord con un 43% de su energía proveniente de la energía del viento. Un creciente número de países han alcanzado la participación de dos dígitos con energía eólica donde se incluyen Alemania, Irlanda, Portugal, España, Suecia y Uruguay.

China, que es el mayor mercado eólico, instaló una capacidad adicional de 10 Gigawatt (GW), algo menor que en 2016 aunque continúa en la posición de líder sin discusión en el marco eólico mundial. Junto a la eólica desarrolla también la energía solar con gran intensidad haciendo así de las renovables su principal fuente de energía en el futuro.

Los principales mercados en el 2017, además de China fueron:

USA	6,8GW/90GW (añadió 6,8 GW y acumula 90 GW)
Alemania	6,1GW/56GW
India	4,6GW/32,9GW
Reino Unido	3,3GW/17,9GW
Brasil	2GW/12,8GW
Francia	1,7GW/13,8GW

Basado en el actual desarrollo, la WWEA ha revisado sus pronósticos para el futuro crecimiento global de la capacidad eólica. Para finales de 2020, por lo menos 700 000 MW se esperan a nivel mundial. Para el 2030, una capacidad global de 2 000 000 MW es posible (Figura 2).

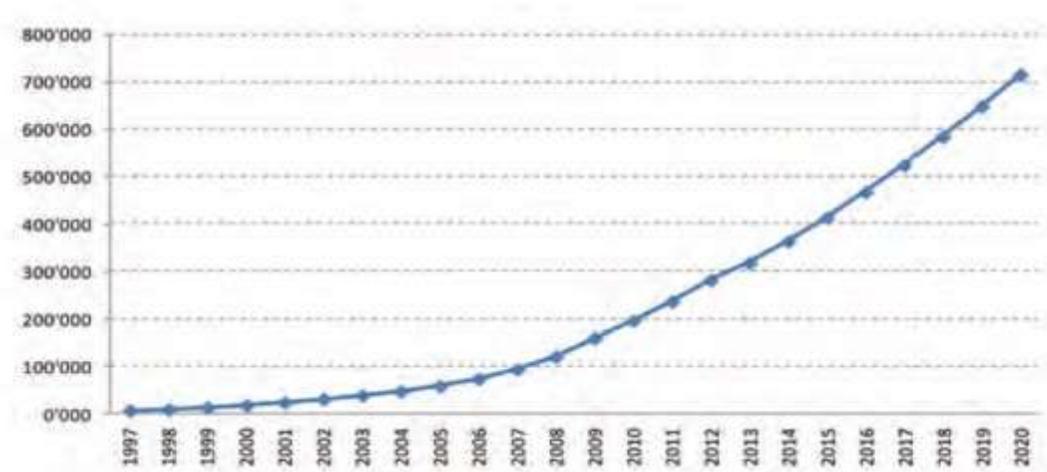


Fig. 2. Capacidad total instalada 1997-2020 (MW). Desarrollo actual y pronóstico (Fuente: WWEA).

En Cuba, la capacidad instalada en parques eólicos conectados a la red era a fines del 2017 de 11,7 MW. Cuatro parques eólicos se encuentran en operación en el país: Turiguanó (0,45 MW), Los Canarreos (1,65 MW), Gibara I (5,1 MW) y Gibara II (4,5 MW). El último de ellos (Gibara II) se instaló a finales del 2010 y está compuesto por seis turbinas eólicas Goldwind de 750 kW cada una. Esta nueva capacidad instalada

representó un crecimiento de 61,5 % en el 2010 con respecto al año anterior, por lo que Cuba ocupó en el 2010 el lugar 58 en el ranking mundial de la Asociación Mundial de Energía Eólica; hoy ocupa el lugar 81 (Figura 3).



Fig. 3. Parques eólicos del Programa de Desarrollo Eólico Cubano aprobado en 2014. (Fuente: 1er Fórum de Energía e Infraestructura, La Habana, septiembre 2016)

El programa contempla la puesta en marcha de 14 parques eólicos en 2030 con una potencia total instalada de 656 MW. Se estima que la generación de electricidad alcanzará 1968 GWh/año, lo que representará el 6% de la demanda eléctrica de ese año. Esta generación evitará el consumo de 540 millones de toneladas de combustible y evitará 1,67 MMton CO<sub>2</sub> por año.

### Potencia y diámetro del rotor actual de los aerogeneradores

En Europa están en el mercado aerogeneradores de (2 a 6) MW con rotores de (80 a 140) metros de diámetro. A nivel de prototipo se ubican autogenerados de (6 a 10) MW con diámetros de (140 a 180) metros. En los Estados Unidos se comercializan aerogeneradores de (2 a 3) MW de (80 a 100) metros de diámetro de rotor y prototipos de (2 a 5) MW. En Asia, a nivel comercial hay aerogeneradores de (2 a 3) MW con (80 a 100) metros de diámetro y prototipos de (5 a 6) MW.

### Soluciones para seguir aumentando la capacidad instalada de energía eólica

Los puntos claves son precisamente los puntos débiles que limitan el desarrollo de la energía eólica. Estos son fundamentalmente el costo de la energía producida por esta fuente, la garantía del suministro de la energía generada, la reciclabilidad, el impacto visual, la percepción social y la logística.

La reducción del costo de generación viene aparejada con el aumento del tamaño de las máquinas y su altura. La garantía del suministro de la energía se relaciona con la necesidad de herramientas de predicción más precisas y las soluciones de almacenamiento de energía de gran escala. La reciclabilidad se deriva de la obtención de nuevos materiales que permitan que al final de su vida útil, no generen elementos contaminantes. La reducción del impacto requiere que en el paisaje no se instalen gran cantidad de aerogeneradores por lo que el desarrollo de máquinas de mayor potencia es un aspecto a continuar desarrollando además de evitar la instalación de estas en zonas de alto valor paisajístico. La reducción de los problemas logísticos viene unida a la necesidad de la solución de infraestructuras de transportación (carreteras, equipos de transporte e izaje, etc.) además de máquinas de menor peso y tamaño específico.

En la reducción de los costos de generación también debe trabajarse en la reducción del costo específico de los aerogeneradores, la reducción de los costos de instalación, los costos de operación y mantenimiento, mejoras en el rendimiento de la transformación y una mejora de la disponibilidad.

Debe trabajarse en la búsqueda de nuevos materiales:

- Para las palas como fibra reforzada y materiales básicos tipo sándwich con vistas a mejorar las propiedades mecánicas, reducir el peso específico, reducir los tiempos de fabricación y los costos de producción.
- Desarrollo de nuevos revestimientos con mayor resistencia a la erosión, mejores características de auto limpiado y protección contra los rayos ultravioletas.
- Desarrollo de nuevos aceros con mejores propiedades para la torre y estructuras de soporte y técnicas relacionadas con la soldadura.
- Desarrollo de nuevos tipos de hormigón con mejores características para fabricar cimentaciones monopilares, de gravedad para aplicaciones marinas profundas.
- Mejora de técnicas de fundición: hierro dúctil libre de escoria y estructuras ligeras de material compuesto para sustituir los componentes de hierro fundido.

El incremento de la eficiencia de la transformación de la energía del viento en energía mecánica o eléctrica lleva aparejado la obtención de nuevos perfiles aerodinámicos, nuevos diseños de palas con nuevos materiales y reducción del ruido, velocidad variable más eficiente con nuevos generadores y convertidores.

Deben mejorarse las tecnologías mecánicas con:

- Trenes de potencia con varias salidas para reparto de par en varios generadores.
- Cajas con engranajes helicoidales de evolvente ovoide para distribución de cargas.
- Sistemas Windrive de convertidor hidrodinámico de par para regulación de velocidad variable hasta 10 MW.
- Sistemas GyroTorque limitador de fluctuaciones del par motor y permite la regulación de la velocidad variable.
- Reducción de las etapas de multiplicación.

Las nuevas tecnologías deben ir dirigidas a reducir el peso, el costo de la inversión, de operación y mantenimiento. De igual manera, debe simplificarse con la integración del tren de potencia, diseños sin caja multiplicadora, generadores de imanes permanentes, estrategias de regulación pasiva, orientación libre a sotavento y diseños de fácil montaje y desmontaje.

También deben moverse las innovaciones a la reducción del impacto ambiental con:

- Diseños reciclables a través del empleo de nuevos materiales.
- La reducción del ruido acústico con la introducción de nuevos perfiles aerodinámicos, con nuevos diseños de punta de pala y velocidad variable.
- La reducción del impacto visual aumentando la potencia de los aerogeneradores y diseños estéticos e integrados al paisaje.

Debe proyectarse el desarrollo de aerogeneradores para nuevos mercados dirigidos a:

- Altos y bajos vientos.
- Sitios con orografía compleja.
- Aplicaciones marinas offshore.
- Aerogeneradores de pequeña potencia.
- Aplicaciones aisladas de la red como sistemas eólico-diésel, desalación de agua de mar, producción de hidrogeno, entre otras.
- Integración a edificios.

### **Retos de la tecnología eólica en Cuba**

El reto más importante para el desarrollo de la energía eólica en Cuba es el relacionado con el financiamiento, por ello es sumamente importante tener en cuenta los costos reales actuales y su evolución en el tiempo, con

vistas a definir una estrategia, paulatina y sostenida, de poder ir aumentando las instalaciones y aplicaciones eólicas en la magnitud mayor posible. A este problema se le agregan los siguientes retos:

- Desarrollo de redes eléctricas para evacuación de la energía en zonas previstas.
- Elaboración de planes de mantenimiento eficientes.
- Elaboración y desarrollo de planes capacitación de operadores y operarios de mantenimiento.
- Realización de estudios científicamente fundamentados sobre los impactos sobre la flora y la fauna.
- Implementación de programas de investigación sobre las condiciones Ingeniero-Geológicas e Hidrogeológicas de las regiones de emplazamiento de parques eólicos.
- Elaboración de pronósticos específicos para las zonas de los parques eólicos, relacionados con los vientos extremos de huracanes, tormentas locales y tornados, por ser los mayores riesgos para aerogeneradores y parques eólicos.
- Investigación sobre posibles inundaciones costeras por marejadas de tormentas causadas por huracanes y otros eventos estacionales que provoquen penetraciones del mar en algunas zonas de interés.
- Implementación del diseño de protecciones con alta seguridad contra rayos al diseñar las protecciones de los aerogeneradores.
- Estudio de conjunto con el Instituto de Planificación Física (IPF) sobre los futuros parques eólicos para su ubicación en sitios alejadas de zonas de interés para el turismo internacional, evitando interferencias visuales o ruidos que afecten al atractivo paisajístico u otros.
- Desarrollo de infraestructuras portuarias, carreteras y vías férreas, redes eléctricas, de telecomunicaciones y suministro de agua.
- Es imprescindible armonizar el crecimiento eólico propuesto para cada plazo con la evolución pronosticada de las demandas eléctricas, las capacidades de generación y de transferencia de las redes del Sistema Energético Nacional (SEN).
- Desarrollo de infraestructuras de telecomunicaciones, ya que las zonas de emplazamiento de parques eólicos presentan problemas en este aspecto, en algunas son débiles y en otras no existen.
- Elaboración de planes que aseguren la disponibilidad de medios de transportación e izaje de aerogeneradores, puesto que no se poseen medios para manipular segura y eficientemente los componentes de grandes aerogeneradores.
- Desarrollo de capacidades constructivas para evitar retrasos y otras insuficiencias en la preparación técnica de las obras por limitaciones de este tipo.
- Desarrollo de la energía eólica para la generación distribuida.
- Desarrollo de sistemas de almacenamiento de la energía: bombeo hidráulico, aire comprimido, baterías, hidrógeno.

## **Conclusiones generales**

- La tecnología es madura, pero se mantiene un dinámico y continuo desarrollo.
- Es necesario perfeccionar los mecanismos de operación y mantenimiento a largo plazo.
- No existen los suficientes centros de ensayo de aerogeneradores especializados en determinados sectores.
- No se conoce exactamente el límite de potencia que pueden alcanzar los aerogeneradores.
- No se conoce la máxima potencia que puede penetrar en la red.
- Es necesario profundizar en las nuevas aplicaciones que ya se presentan y que se aproximan en el futuro.
- Es necesario que las empresas se introduzcan más en los temas de investigación pues no hay desarrollo sin investigación.

# PURIFICACIÓN DE AIRE POR OXIDACIÓN FOTOCATALÍTICA

Ing. Alexander Maura Echenique\*

\*Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica. Instituto de Refrigeración y Climatización



## ¿Qué es la fotocatalisis?

Los **Procesos de oxidación avanzada (POAs)** se basan en procesos físico-químicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes. Debido a su alta reactividad pueden oxidar sustratos químicos, lo que permite su aplicación en procesos de descontaminación y purificación.

Uno de los POAs más aceptados es la fotocatalisis, la cual consiste en la oxidación de un compuesto mediante radicales hidroxilos (OH<sup>•</sup>), generados a partir de un catalizador semiconductor, que es activado por radiación ultravioleta.

## ¿Cómo se realiza el proceso fotocatalítico?

Un proceso fotocatalítico sucede cuando la superficie de un semiconductor es irradiada con la energía suficiente para generar un par electrón-hueco. Cuando los contaminantes orgánicos presentes en el aire se adsorben en la superficie del semiconductor, allí donde se forme un hueco (h<sup>+</sup>) podrá tener lugar la oxidación del contaminante, mientras que donde lleguen los electrones podrá tener lugar un proceso de reducción.

Para que esta reacción ocurra, se necesitan los siguientes componentes: un compuesto a degradar (los contaminantes), un compuesto oxidante (como es el oxígeno contenido en el aire), un medio donde se produzca la reacción (en este caso, el propio aire), un fotocatalizador (el dióxido de titanio es el sólido semiconductor más utilizado) y una fuente de luz ultravioleta (radiación solar o lámparas UV).

## Función germicida de la fotocatalisis

La tecnología fotocatalítica se presenta como una de las soluciones para resolver los problemas de contaminación de virus y microorganismos en interiores. Por lo general, se piensa que los virus son los más sensibles a la fotocatalisis, seguidos de las bacterias y los hongos. Las esporas bacterianas y fungicidas (debido a la complejidad de sus paredes celulares) son mucho más resistentes y necesitan de tratamientos más prolongados para su inactivación.

Actualmente, esta tecnología es utilizada con diferentes fines en un amplio grupo de sectores:

- Sector de la alimentación: Para la eliminación de moho y bacterias.

- Sector industrial: Para la mejora de los ambientes de trabajo y la reducción de la contaminación de agentes químicos o biológicos.
- Sector hospitalario: Para la reducción de la proliferación de microorganismos.
- Sector residencial: Eliminación de bacterias, alérgenos y olores.

### **Purificación del aire por oxidación fotocatalítica**

La fotocatalisis es utilizada en una amplia gama de Unidades de Tratamiento Oxidativas (UTO), como una tecnología avanzada para la purificación del aire en espacios cerrados (oficinas, restaurantes, locales comerciales, viviendas, etc.). Estos equipos cuentan con un recubrimiento fotocatalítico sensible a la luz UV y compuestos fotoactivables que crean un Proceso de Ionización Avanzada (PIA) para generar oxidantes ionizados muy reactivos, los que purifican el aire de manera eficiente y segura.

El uso de las UTO no es perjudicial para las personas, por lo que no requieren que los espacios en donde se encuentren, estén desocupados mientras se utilizan. Según su diseño y tamaño, pueden ser totalmente portátiles, industriales, encastrables en techos o especialmente diseñados para su instalación en sistemas de climatización.

### **Conclusión**

Los estudios y patentes asociados a la purificación del aire basado en fotocatalisis han ido en aumento en los últimos 10 años, siendo las Unidades de Tratamiento Oxidativas una de las tecnologías fotocatalíticas más viable, segura, eficiente y económica de la actualidad.

### **Referencias**

- OpenAIR, Gama de depuración avanzada del aire con nanotecnología para el mercado profesional y residencial
- Benigno Sánchez, Ana Isabel Cardona, José Peral y Marta I. Litter, Purificación de gases por fotocatalisis heterogénea: Estado del aire
- J.M.Herrmann,, Destrucción de contaminante orgánicos por fotocatalisis heterogénea
- <https://www.acrlatinoamerica.com/201810018399/articulos/aire-acondicionado-y-ventilacion/unidades-de-tratamiento-oxidativa-ii.html>
- <https://blog.caloryfrio.com/la-fotocatalisis-calidad-del-aire-y-salud-contra-el-covid-19/>

## ***CUESTIONES TÉCNICAS SOBRE REFRIGERACIÓN: LA VALVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA***

Colectivo de autores\*

\*Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica, Instituto de Refrigeración y Climatización

Debido a su capacidad para controlar el refrigerante y a su adaptabilidad a las muchas y variadas aplicaciones del ciclo de refrigeración, la válvula de expansión termostática ha jugado un papel importante en el continuo progreso de la industria de refrigeración y aire acondicionado y su tecnología.

Como muchos otros componentes del sistema, el desarrollo de la válvula de expansión termostática ha sido un resultado de la evolución técnica. En los primeros días de la refrigeración mecánica, el control del refrigerante se hacía con una válvula de aguja operada manualmente, la cual se sigue utilizando en la actualidad, sobre todo en sistemas de refrigeración con amoníaco. Mientras que este dispositivo proporcionaba alguna medida de control en aplicaciones donde la carga era constante, no respondía a otras condiciones que afectaban la cantidad de refrigerante que pasa a través de ella, tales como cambios de presión en el líquido causados por variaciones en la presión de descarga del compresor. De conformidad con esto, el

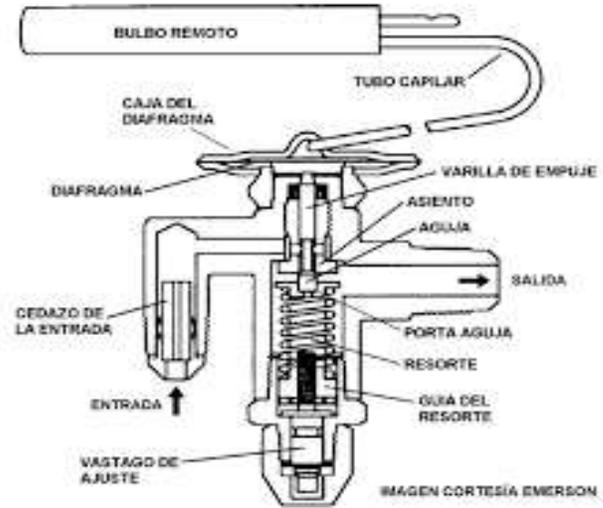
uso de la válvula de expansión manual, requiere supervisión constante donde una carga variable podría producir condiciones de falta de refrigerante en el evaporador o una excesiva alimentación de líquido.

El subsecuente desarrollo de un medio para superar esta dificultad produjo lo que se conoció como la válvula de expansión automática. La descripción más precisa de este dispositivo sería: una válvula de control de la presión constante del evaporador, ya que mantenía una presión constante en la salida, a pesar de los cambios en la presión del líquido a la entrada, la carga u otras condiciones.

La válvula de expansión termostática o válvula de termoexpansión, es un dispositivo de medición diseñado para regular el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, en la misma proporción en que el refrigerante líquido dentro del evaporador se va evaporando. Esto lo logra manteniendo un sobrecalentamiento predeterminado a la salida del evaporador (línea de succión), lo que asegura que todo el refrigerante líquido se evapore dentro del evaporador y que solamente regrese al compresor refrigerante en estado gaseoso.

La cantidad de gas refrigerante que sale del evaporador puede regularse, puesto que la termo válvula responde a:

1. La temperatura del gas que sale del evaporador.
2. La presión del evaporador.



### FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA

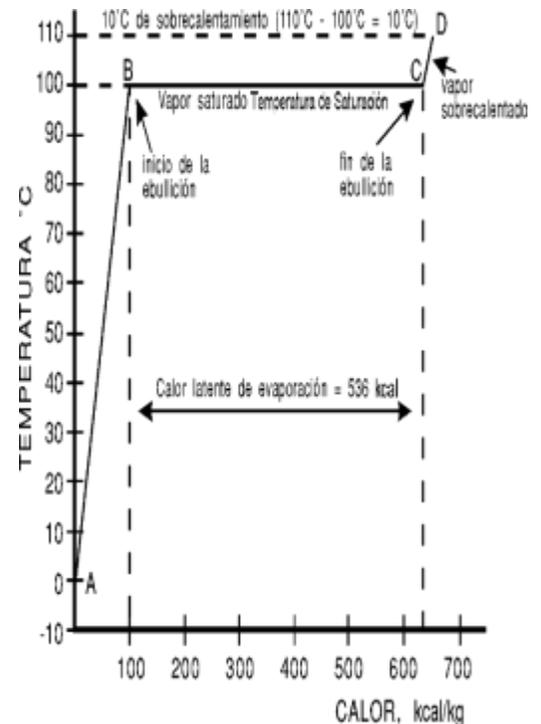
Las principales funciones de una válvula de termo expansión son: reducir la presión y la temperatura del líquido refrigerante, alimentar líquido a baja presión hacia el evaporador según la demanda de la carga y mantener un sobrecalentamiento constante a la salida del evaporador. Debido a que en el nombre dado a este dispositivo se incluye la palabra «termo», se tiene la falsa idea de que se utiliza para controlar directamente la temperatura y muchos técnicos intentan erróneamente controlar la temperatura del refrigerador moviendo el ajuste de la válvula

### RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA Y PRESIÓN

Para entender mejor el funcionamiento de una válvula de termo expansión, es fundamental entender lo que es el sobrecalentamiento, y para entender este último, se deben conocer las relaciones entre la presión y la temperatura para cualquier fluido.

Cuando aplicamos calor a una sustancia y la presión permanece constante, la sustancia sufrirá algunos cambios, tales como variaciones en su temperatura o cambios de estado. En la figura se muestran los cambios que ocurren cuando se le aplica calor a un kilogramo de agua que se encuentra originalmente a 0 °C y a presión atmosférica:

1. La línea A-B representa el calor sensible, necesario para elevar la temperatura del líquido desde 0 °C (punto de congelación), hasta 100°C (punto de ebullición). Se requiere un total de 100 kilocalorías.
2. A partir de este punto ("B"), si se sigue agregando continuamente calor, la temperatura del agua no cambia, permanece en 100°C, lo que cambia es su estado pasando de líquido a vapor. Esta condición



continúa hasta que se evapora la última gota de agua (punto "C"). El vapor producido durante la ebullición tiene la misma temperatura que el líquido y se le conoce como vapor saturado. El calor total requerido para evaporar un kilogramo de agua es de 536 kilocalorías y se conoce como calor latente de evaporación.

3. Si todo el vapor producido por el kilogramo de agua se sigue calentando, se elevará su temperatura arriba de 100°C. Este calor se llama sensible. La temperatura arriba de 100°C es el sobrecalentamiento y también se mide en grados. En el punto "D" de la figura, se muestra claramente que el vapor a 110 °C y presión atmosférica, es vapor que ha sido sobrecalentado 10°C.

### PRINCIPIOS DEL SOBRECALENTAMIENTO

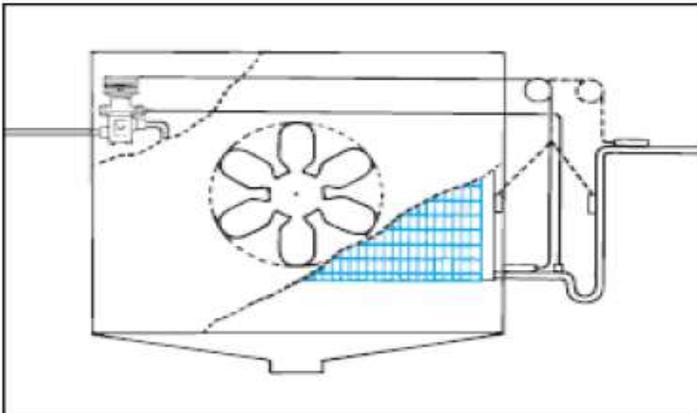
Para cualquier otro fluido diferente al agua, el comportamiento es similar, sólo que los cambios se llevan a cabo en un rango de temperaturas distinto.

En conclusión, el sobrecalentamiento no es solamente una temperatura, es una diferencia de temperaturas. Su valor es igual a los grados de temperatura que el vapor tiene por arriba de la temperatura de saturación. En la práctica real, los refrigerantes no se trabajan a presión atmosférica.

También hay que recordar que las relaciones entre la presión y la temperatura para un líquido son directamente proporcionales, es decir, al aumentar la presión aumenta la temperatura y viceversa. Cuando a un líquido se le reduce su presión, disminuye su punto de ebullición y para evaporarlo se requiere más calor. Por el contrario, cuando se aumenta la presión sobre el líquido, aumenta su temperatura de ebullición. En cada uno de estos puntos, tanto el líquido como el vapor, están en una condición de saturación.

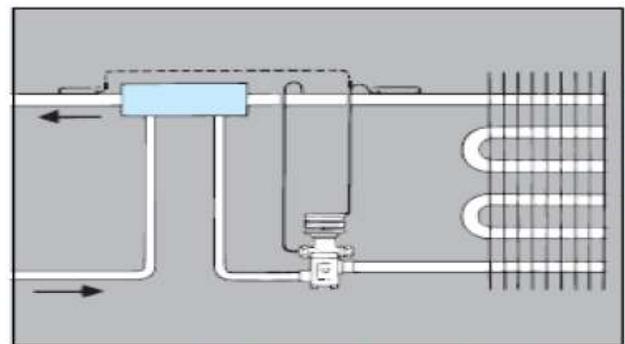
### MONTAJE

La válvula de expansión se monta en la tubería de líquido delante del evaporador y su bulbo se sujeta a la tubería de aspiración lo más cerca posible al evaporador. En caso de que haya igualación de presión externa, la tubería de igualación deberá conectarse a la tubería de aspiración inmediatamente después del bulbo. La mejor posición de montaje del bulbo es en una tubería horizontal, en una posición que corresponde a las agujas del reloj marcando entre la una y las cuatro. La ubicación depende del diámetro exterior de la tubería.



### POSICIÓN DEL BULBO

El bulbo debe instalarse en la parte horizontal de la tubería de aspiración inmediatamente después del evaporador. No deberá instalarse en un colector de aspiración o en una tubería vertical después de una trampa de aceite. Su montaje siempre tiene que efectuarse delante de posibles bolsas de líquido.



# ASPECTOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE DEBES CONOCER AL UTILIZAR UN AIRE ACONDICIONADO

Colectivo de autores\*

\*Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica, Instituto de Refrigeración y Climatización



La buena climatización garantiza un mejor descanso y relajación, en tanto aumenta la productividad y reduce el estrés, convirtiendo a los equipos de aire acondicionado en la solución por excelencia para crear un ambiente de confort en el hogar o el trabajo. Esto ha motivado que cada año sean más las personas que utilizan estos sistemas en su día a día, pero desconocen algunos aspectos y características técnicas de los mismos, los que hoy ponemos a tu disposición.

## ASPECTOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A TENER EN CUENTA

- **Capacidad Nominal**

Es la potencia que demanda un equipo en condiciones de uso normales (generalmente se indica en kW). En los equipos con bomba de calor, aparece este dato diferenciado tanto para la función FRIO como CALOR. En tanto que los equipos que cuentan con sistema *Inverter*, modulan su capacidad adaptándola a las necesidades de cada momento dentro de los límites de potencia (máxima y mínima) del equipo de aire acondicionado.

- **Nivel Sonoro**

Los dos indicadores de nivel sonoro utilizados por la mayoría de los fabricantes son; la **Potencia Sonora** y la **Presión Sonora**. Ambos miden la intensidad del sonido proveniente del equipo. Sin embargo, los datos que usualmente aparecen en los datos técnicos de los equipos es la potencia sonora, porque esta mide el sonido que emite el dispositivo, en tanto que la presión sonora, mide el sonido que llega desde el dispositivo

a cierta distancia, por lo que sus valores varían dependiendo de la distancia desde donde se realice la medición.

- **Caudal del aire**

Es el volumen de aire que un equipo de aire acondicionado es capaz de hacer circular. Aparece en metros cúbicos por hora o litros. Según la velocidad de funcionamiento que se configure, el caudal será mayor o menor.

- **Costos de funcionamiento**

El costo energético asociado al uso de sistemas de climatización, representa uno de los componentes más importante de la factura total de energía en los edificios comerciales y viviendas donde se instalen, por lo que es recomendable, hacer una estimación del consumo eléctrico del equipo y el precio de la electricidad en el lugar donde se utilice.

- **Ubicación de la unidad interior**

Puesto que no todos los espacios tienen las mismas necesidades de climatización, las unidades de aire acondicionado interiores suelen ubicarse en aquellos lugares donde se va a pasar más tiempo, especialmente en habitaciones de uso común como dormitorios y salas. Adicionalmente se debe prever un desagüe para evacuar el agua que genera por la condensación y una toma de corriente eléctrica para su funcionamiento.

- **Ubicación de la unidad exterior**

Al ubicar las unidades exteriores (en el caso de las unidades partidas), es recomendable garantizar una adecuada ventilación a la misma y evitar las zonas donde pueda dar el sol directamente, dado que, aunque estos equipos se diseñan para condiciones atmosféricas extremas, la diferencia de temperatura de estar bajo la luz solar directa o estar en la sombra puede implicar hasta un 20% de exceso de consumo.

- **Distancia entre la unidad interior y la exterior**

A la hora de la instalación de un aire acondicionado, no solo se debe tener en cuenta la ubicación del equipo, sino también la distancia entre el equipo interior y el exterior, puesto que cuanto mayor sea la distancia entre ellos, menor será el rendimiento del sistema.

- **Tamaño de la habitación y capacidad de enfriamiento**

La potencia térmica o capacidad de enfriamiento del equipo de climatización debe estar en consonancia con el tamaño de la estancia. Una estancia muy grande no podrá ser enfriada por un aparato con una capacidad de enfriamiento reducida, mientras que un equipo con mucha capacidad de enfriamiento, estaría desperdiciando potencia en una estancia pequeña, por lo que más importante que el tamaño de la habitación, es saber qué potencia corresponde a dicho tamaño.

## CONCLUSIÓN

Garantizar las necesidades de climatización en el hogar o el trabajo, depende principalmente, de realizar una correcta selección de los equipos de aire acondicionados a ubicar en cada lugar, para lo cual es necesario considerar factores claves como; el tamaño y las características de los locales, la facilidad de instalación, la potencia frigorífica y la factura eléctrica, entre otros. Una elección equivocada puede traer consigo una baja eficiencia en la climatización y costos de operación excesivos.

## REFERENCIAS

- <https://www.elaireacondicionado.com/articulos/7-cosas-que-debes-saber-antes-comprar-aire-acondicionado>
- <https://www.masagas.com/2017/07/18/aspectos-a-tener-en-cuenta-sobre-una-instalacion-de-aire-acondicionado/>
- <https://lowcostclima.es/blog/10-aspectos-cuenta-la-compra-aire-acondicionado/>