

CICLO HIGROSCÓPICO: AHORRO EN AGUA DE REFRIGERACIÓN EN CENTRALES ENERGÉTICAS.

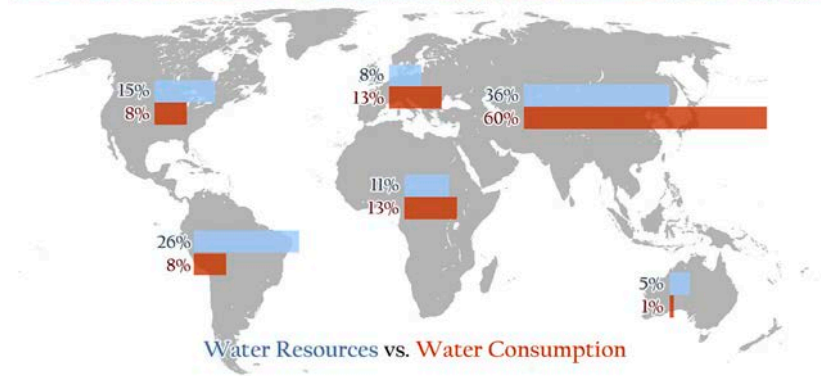
De acuerdo a cálculos de prestigiosos economistas, el consumo de agua industrial se doblará en el 2050 y en países de rápida industrialización, como China, se multiplicará por cinco, y en consecuencia su precio. Por ello los esfuerzos por optimizar y reducir el consumo de agua en instalaciones energéticas es de máxima importancia de cara a la sociedad, al medio ambiente y a la propia rentabilidad de un proyecto de este tipo.

Los **ciclos Rankine** o de vapor se encuentran intrínsecamente ligados a nuestro recurso vital por excelencia, el agua. Dicho recurso está distribuido desigualmente por las distintas zonas del planeta, y su gestión y obtención puede resultar muy costosa dependiendo del punto geográfico donde se encuentre. Además el crecimiento exponencial de la población mundial (casi 8.000 millones de

personas en 2020) va ligado a un consumo de agua dulce que empeorará la calidad de los recursos acuíferos existentes debido a la contaminación y las necesidades creadas por la dinámica expansión industrial y agrícola. Tal como ha concluido Naciones Unidas, **“hacer frente a la escasez de agua es uno de los mayores retos del siglo XXI”**.

Los ciclos Rankine

Los ciclos Rankine son grandes consumidores de agua, utilizada como reposición del propio ciclo, para limpiezas y para el sistema de refrigeración, siendo este último consumo el mayor de los tres y en el cual se centra el presente artículo. Dicho consumo depende del tipo de tecnología utilizada, el sistema de refrigeración



seleccionado, las condiciones climáticas y meteorológicas alrededor de la planta y del rendimiento del ciclo.

Una de las principales optimizaciones energéticas del ciclo Rankine para aumentar su rendimiento es reducir la

temperatura del foco frío. Para ello es necesario disponer de un sistema de refrigeración adecuado que permita condensar el vapor de salida de turbina al nivel térmico más bajo posible.

Actualmente se utilizan **tres sistemas de refrigeración, por captación directa (o circuito abierto), por circuito semiabierto (torres de refrigeración) y por aerocondensadores.**

La **refrigeración por circuito abierto** es la técnica más barata de las tres, aunque dadas sus grandes necesidades de agua e impacto medioambiental es la menos utilizada de ellas.

La **refrigeración por circuito semiabierto** mediante torres de refrigeración es la tecnología más utilizada para evacuar el calor de condensación en un ciclo Rankine. Dentro de sus ventajas se encuentran el reducido espacio necesario por kilovatio disipado y las



bajas temperaturas conseguidas, sobre todo en los meses cálidos, frente a otras tecnologías, permitiendo trabajar con muy bajas presiones en el condensador. Requieren un consumo de agua muy significativo y necesitan controlar sus vertidos, pues una cantidad de

agua se evapora y otra se evacua para evitar la concentración de sales. Además necesitan una adecuada gestión y tratamiento del agua de aporte a torre (limpieza, desinfección y almacenamiento), las operaciones de limpieza son tediosas y están sujetas a una estricta reglamentación sanitaria en muchos países. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, aproximadamente el 45% del agua retirada en Europa es utilizada para la refrigeración de centrales termoeléctricas.

La tercera tecnología de refrigeración, con **aerocondensadores**, se empezó a implementar en aquellas zonas donde la disponibilidad, accesibilidad o coste del agua incidían negativamente a la rentabilidad de la central energética. Las principales desventajas son la disminución de rendimiento eléctrico de la instalación, y el aumento en el precio de inversión de la planta.

En algunas ocasiones, debido a la escasez de agua en la zona, se utilizan dos sistemas de refrigeración de los vistos anteriormente, denominados **sistemas**

híbridos, donde parte del enfriamiento se hace mediante torres de refrigeración, y otra parte mediante aerocondensadores.

Ciclo Higroscópico

En el esfuerzo por encontrar una tecnología que permita solucionar las desventajas anteriores, un grupo de ingenieros liderados por **Francisco Javier Rubio Serrano**, director de ingeniería de la división de energía de IMASA, INGENIERÍA y PROYECTOS, S.A, ha desarrollado una solución práctica, económica y eficiente, denominada **Ciclo Higroscópico**. Dicho ciclo termodinámico es una innovación del ciclo Rankine donde la mayoría de los equipos son exactamente los mismos. El Ciclo Higroscópico trabaja con **agua y con compuestos higroscópicos**, los cuales además de tratar el agua de alimentación del ciclo, permiten condensar el vapor de salida de turbina de una manera eficiente y económica. En base a la concentración de compuestos higroscópicos elegida, la temperatura de condensación del vapor de salida de la turbina será superior a los actuales ciclos Rankine para la misma presión

de condensación, pudiendo trabajar con tecnologías de refrigeración secas en vez de húmedas sin necesidad de disminuir el rendimiento eléctrico de la planta, ni aumentar los costes de inversión.

El Ciclo Higroscópico sustituye el condensador de superficie o aeroncondensador por un absorbedor de vapor, en el cual se ponen en contacto el vapor de salida de turbina con la corriente de compuestos higroscópicos. El calor de condensación puede ser liberado en una torre de refrigeración, en un intercambiador en circuito abierto o en un **aerorefrigerante**, siendo este último equipo una de las principales innovaciones de la tecnología.

Ventajas

La primera ventaja es un **aumento de la potencia eléctrica en torno a un 1% (incrementos del rendimiento eléctrico neto del 0,25 al 1%)**, debido a la optimización de la temperatura de condensación y a una recuperación térmica y química en la purga de caldera, la cual se utiliza en el absorbedor de vapor por ser la que contiene la disolución higroscópica. Es importante resaltar que

los autoconsumos del Ciclo Higroscópico son similares a un ciclo de Rankine tradicional o incluso menores.

La segunda ventaja, y más importante, es que permite trabajar con aerorefrigerantes los cuales garantizan un **ahorro en el consumo de agua de refrigeración del 100%** al año. Además se consigue reducir en torno al **50% del agua demi** de aporte al ciclo, así como los aditivos químicos.

La tercera ventaja de dicha tecnología es la **disminución estimada del 25% en los costes de operación y mantenimiento**. La mayoría de los ciclos Rankine utilizan refrigeración húmeda mediante torres de refrigeración y condensadores de superficie. Las limpiezas, cambio de rellenos de torre, gestión de la planta de tratamiento de agua de refrigeración, aditivación química a torres, gestión de purga de torres y otras operaciones, se eliminan implementando la tecnología Ciclo Higroscópico. Los absorbedores de vapor y los aerorefrigerantes son equipos característicos de la mencionada tecnología, los cuales tienen un mantenimiento mínimo. Por último, la cuarta ventaja, es **la reducción**

en torno a un 5% de los costes de inversión, dados los equipos involucrados en el Ciclo Higroscópico respecto a un ciclo de Rankine tradicional. En conclusión, el Ciclo Higroscópico es una evolución del ciclo de Rankine que reduce los costes de producción y disminuye el impacto ambiental. Esta tecnología ayuda a alcanzar los retos establecidos en 2015 en la Conferencia sobre el Clima de París (COP21).

Aplicaciones

Esta tecnología, propiedad de IMASA, INGENIERÍA y PROYECTOS, S.A, se puede aplicar comercialmente a cualquier planta que utilice un ciclo Rankine o de vapor para producción de energía (centrales termoeléctricas, plantas de biomasa, plantas termosolares, ciclos combinados, centrales nucleares, cogeneraciones, etc...),

tanto a plantas nuevas como existentes, y es compatible con cualquiera de las mejoras introducidas en el ciclo Rankine durante estos últimos años. Una innovación que beneficia a nuestro “oro azul”, un recurso natural indispensable para el desarrollo y supervivencia de la especie humana, y al que se le sacará hasta la última gota de rendimiento.

IMASA, INGENIERÍA y PROYECTOS, S.A, inauguró hace unos meses la primera planta demostración que utiliza esta tecnología, la cual se encuentra ubicada en Gijón (Asturias-España). Los resultados hasta el momento, mejores de los esperados, confirman los principios físicos y químicos del Ciclo Higroscópico, así como todas las ventajas señaladas, permitiendo garantizar la implantación de dicha tecnología a cualquier planta nueva o existente que utilice un ciclo Rankine o de vapor para cualquier potencia eléctrica.

