

EFICIENCIA DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN EN DATA CENTERS

Ing. Jhony Roque

UNIDAD SISTEMAS DE MISIÓN CRÍTICA

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética en el sector de data center se ha convertido en un objetivo consigna, no solo adoptar buenas prácticas sino conseguir la eficiencia máxima en operación. Eficiencia entendida tanto desde el punto de vista de minimización de consumos energéticos, como del tratamiento eficaz y uniforme del espacio tratado térmicamente.

En el presente artículo repasaremos las medidas o métricas más habituales del sector para definir la eficiencia de forma objetiva, incluyendo algunas de reciente implantación, muy vinculadas al momento climático global en el que vivimos.

Además, se abordarán otros temas relevantes para la maximización de esas métricas como son los cambios actuales en las condiciones de servicio a mantener y los sistemas freecooling que se están observando en el diseño de centros de datos.

1. MÉTRICAS PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE LOS CENTROS DE DATOS

Las primeras métricas que nos vienen a la cabeza en el sector son el PUE y el DCiE. ¿Qué indican y que origen tienen?

El PUE es el acrónimo de Power Usage Effectiveness, es el valor que resulta de dividir el consumo de energía empleada por todas las instalaciones del centro de datos entre la energía que se suministra al equipamiento IT de este.

$$\text{PUE} = \frac{\text{Energía total de las instalaciones}}{\text{Energía del equipamiento IT}}$$

El DCiE es el acrónimo de Datacenter Infrastructure Efficiency, es el inverso del anterior, es decir el consumo total de energía requerida por el equipamiento IT dividido por el consumo total del centro.



La energía total consumida por la instalación incluye toda la energía del equipo de IT agregando el uso de energía de los componentes de suministro de energía, (sistemas UPS, interruptores, generadores, distribución de energía, baterías y pérdidas de distribución externas al equipo de IT), componentes del sistema de climatización (grupos de frío, torres de enfriamiento, condensadores, sistemas de bombeo, tratamiento de aire de la sala de computadoras, unidades de aire acondicionado para salas de cómputo) y otras cargas de componentes diversos, como la iluminación del centro de datos.

Según lo descrito anteriormente, este indicador de eficiencia fue generada por "The Green Grid", que es una organización IT sin fines de lucro (en el año 2007) siendo el

método más extendido para la medición de consumos y eficiencia en centros de datos. Se publicó como estándar bajo la ISO/IEC 30134-2:2016 y en la actualidad en Europa bajo la EN 50600-4-2:2019.

2. EL VALOR DEL PUE

La propia normativa y documentación comentada establece como medir estableciendo hasta cuatro categorías de PUE según los niveles de precisión o calidad buscada en la medida.

La mayor diferencia de estas categorías se basa en:

- La forma de definir en el intervalo de medida de la energía, pudiendo a ser, en el caso más estricto 15 minutos o menos, y en el menos estricto hasta periodos mensuales.
- El punto de medida de la energía, pudiendo ser desde las acometidas energéticas de la infraestructura hasta el punto de conexión de los sistemas IT.

Por tanto, el PUE es una medida orientativa que nos permite conocer la eficiencia energética del centro de datos, desde un punto de vista estrictamente energético. Por otro lado, como sabemos medir y establecer pautas de control energético es la primera actividad del proceso de mejora de la actividad.

El rango en el que se mueve el PUE está entre 1 y el infinito. El valor de 1 indicaría que tenemos una eficiencia del 100%, caso ideal y teórico. La mayoría de los estudios sectoriales relativos a centros de datos hablan de valores PUE por debajo de 2.0 para considerarlo de eficiencia media, pudiendo llegar a 1,2 en el caso de infraestructuras extremadamente eficientes.



3. OTRAS MÉTRICAS A TENER EN CUENTA

Aunque las métricas energéticas anteriores son las predominantes en el sector, dada la situación medioambiental mundial, se empiezan a proponer por distintos sectores y empresas otro tipo de métricas complementarias que tengan en cuenta los recursos empleados en la climatización y gestión del centro de datos en su vertiente ambiental. Hay que tener en cuenta que aproximadamente el 1% de la energía mundial ya se emplea en centros de datos y que se han ampliado las técnicas y recursos empleados en su explotación.

Entre estas métricas que se irán implantando secuencialmente en el sector cabe destacar las siguientes:

- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)**, que establece, en sus distintos alcances, las emisiones de gases a la atmósfera vinculadas a la explotación del centro de datos. En su "Alcance 1" se tienen en cuenta las emisiones directas que se producen a partir de fuentes controladas o propiedad de la organización del centro de datos. En su "Alcance 2" las emisiones basadas en la ubicación, indicando aquellas asociadas a las redes en la ubicación del centro de datos, dentro de un área geográfica definida y un período de tiempo definido. Y en su "Alcance 3" otras emisiones indirectas, por ejemplo, de la cadena de valor, viajes de negocios y gestión de residuos vinculadas al centro de datos. Dentro de la responsabilidad social corporativa de muchas empresas y de los planes de descarbonización asociados son ya puntos relevantes de reflexión y actuación.
- **Eficacia del Uso del Carbono (CUE)**, que mide las emisiones de carbono del centro de datos. Relaciona los datos y las emisiones anuales de CO₂ y la demanda de energía de los equipos IT. Es similar a la intensidad de carbono de alcance 1 y 2 expuestas en el apartado anterior, pero se comparándola de forma relativa con la carga de IT del centro de datos.
- **Eficacia en el Uso del Agua (WUE)**, que relaciona el consumo de agua del centro de datos con la suma de la energía consumida por los equipos de IT.

4. SISTEMAS DE TRATAMIENTO, OPERACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

En base a todo lo anterior está claro que el sector está evolucionando en la doble vía de optimizar consumos y

cubrir las necesidades energéticas de la forma medioambientalmente más coherente. Entre estas estrategias cabe destacar las siguientes tendencias en las que estamos involucrados:

Sistemas Freecooling

La operación de los centros de datos es más eficiente si optimizamos los sistemas de enfriamiento. En este sentido lo más adecuado es el empleo de enfriamiento gratuito o freecooling consistente en utilizar las bajas temperaturas exteriores para enfriar las instalaciones. Su adopción se está incrementando debido a sus beneficios en la eficiencia energética y costes de explotación. No es casualidad que las últimas publicaciones sectoriales especializadas incidan en su relevancia y den pautas para su selección y cálculo. Entre las tecnologías descritas y recomendadas, según la tipología del centro de datos a refrigerar tenemos las siguientes posibilidades:

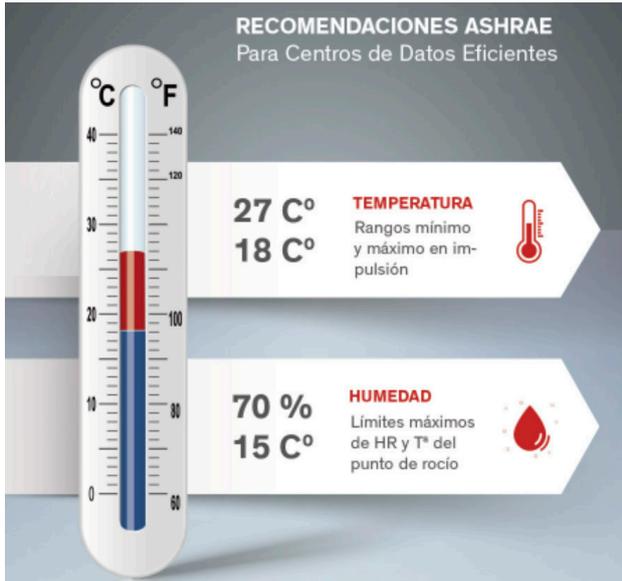
- Freecooling con expansión directa
- Freecooling con batería dual de expansión directa y agua enfriada
- Freecooling con bombeo directo de refrigerante en expansión directa
- Enfriamiento evaporativo indirecto
- Enfriamiento evaporativo directo
- Freecooling mediante enfriamiento adiabático con el aire acondicionado de la sala

No existe una manera unívoca de seleccionar el freecooling adecuado para un centro de datos específico. Hay muchos factores como la ubicación geográfica, requerimientos del usuario, tipología de edificio o costes de operación esperados, que pueden condicionar la selección y cálculo.



Gestión de la temperatura

Otras de las medidas relevantes, siempre que la operación del centro de datos lo permita es la gestión de la temperatura interior. Teniendo en cuenta que la mayoría de los fabricantes de electrónica fijan límites superiores no por encima de 30-35 °C para que entren en estrés térmico, hay cierta capacidad de permitir su variabilidad y lograr una uniformidad adecuada en su explotación. Hay que tener en cuenta varios puntos:



La guía de diseño de ASHRAE (ASHRAE's Technical Committee 9.9 (TC 9.9) Mission Critical Facilities, Technology Spaces, and Electronic Equipment) está adaptando, y ampliando el margen de explotación de los centros de datos atendiendo a su criticidad y tipología. En esa línea operar en rangos de los 18 a 27°C en impulsión y con límites muy amplios de humedad del 20-70%.

Monitorización. Cada vez es más común aumentar los puntos de monitoreo de la zona tratada para establecer puntos calientes y sus problemas asociados. ASHRAE marca unas pautas claras de ubicación y tipología de sondas para el correcto desempeño energético de la instalación.

Tecnologías más habituales como la contención del aire frío y caliente (implementación de barreras físicas para lograr flujos direccionales de aire preferentes y más eficiente) pueden complementarse con tratamientos locales beneficiosos para el centro de datos.

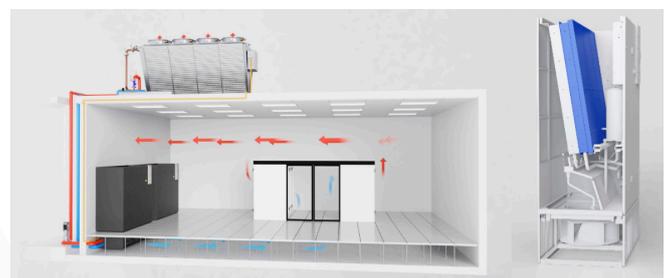
Ejemplo de ahorro eficiente

Tomamos como ejemplo un sistema de doble batería que posee un sistema de expansión directa condensado en agua, con un sistema de enfriamiento de agua a la temperatura exterior, también llamado freecooling indirecto

dinámico, en este caso la eficiencia se denotara mas con temperaturas predominantes por debajo de los 18°C.

En la ciudad de La Paz donde podremos encontrar temperaturas predominantes por debajo de los 18 a lo largo de un año. Ponemos a estudio una carga térmica de 100kW y la comparación de 2 sistemas.

- SISTEMA 1: Climatización convencional de expansión directa
- SISTEMA 2: Climatización de doble batería freecooling indirecto



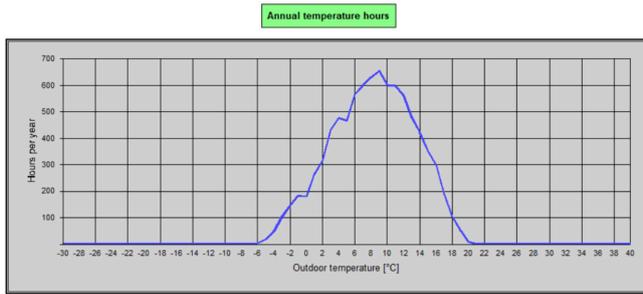
SISTEMA DE FREECOOLING INDIRECTO (doble batería)

Para este ejemplo sometemos a estos dos sistemas a comparación considerando un sistema 2+1:

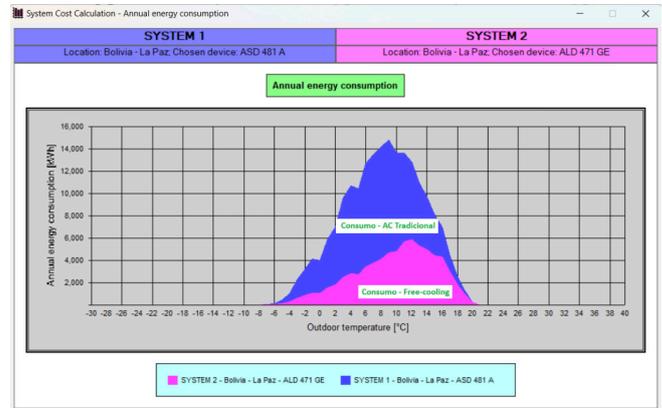
Layout		Frequency	
Project:	Eficiencia LP BOL	50 Hz 60 Hz	
Editor:	J.R. Stulz		
	SYSTEM 1	SYSTEM 2	
Thermal load:	100	100 kW	
Max. outdoor temperature:	28	36 °C	
Cooling system:	CyberAir A	CyberAir GE (Low Noise)	
Chosen device:	ASD 481 A	ALD 471 GE	
Standby capacity:	2+1	2+1	
Return air temperature:	33	33 °C	
Return air humidity:	30	30 %	
Supply air humidity range (min/max):			
Humidification:			
Temp. medium in (CW):			
Temp. medium out (CW):			
Perc. glycol (G, GE, CW):		30 (-16.1°C) %	
MixBox:			
	Select optimal device	Select optimal device	
Number of devices:	1x(2+1)	1x(2+1)	
NET cooling capacity:	105	105 kW	
Starttemp. FC / EFC / MIX Mode:	-31 -31 -31	11 15 30 °C	
Supply air temperature:	17	18 °C	
Drycooler/Chill./Condens.:	KSV057A31p	GFH 100.2C/5-S(D)-G	
Number:	3	1	
Pump:		TPE 50-360/2	
Req. pump head press./Vol. flow:		22.3 m / 30.9 m³/h	
Pipe system pressure drop:		50.0 kPa	
Costs pipe system:	0	0 EUR	

Con ambos sistemas se logra cubrir la carga térmica, ingresando en el rango mínimo de temperatura permitida según la ASHRAE.

La ciudad de La Paz según sus características geográficas y de clima es una ciudad potencialmente óptima para la implementación de estos sistemas de alta eficiencia, ya que podemos ver en la grafica como predominan las temperaturas bajas en el año.



Y si comparamos finalmente la gráfica energética de consumo de ambos sistemas podremos evidenciar la diferencia real y la comparativa de magnitudes entre ambas energías utilizadas para un mismo propósito.



5. CONCLUSIÓN

Sin duda, la planificación de un PUE (Power Usage Effectiveness) eficiente es crucial en la operación de un centro de datos, especialmente en la actual transición ecológica. Los equipos con tecnología Freecooling, independientemente de su factibilidad, están revolucionando la eficiencia energética en los sistemas de climatización. Al reducir o incluso eliminar el consumo de los componentes más demandantes, estos sistemas ofrecen un máximo rendimiento en términos de ahorro energético. La planificación adecuada de estos sistemas se traduce en una significativa reducción del coste de operación de un centro de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Eficiencia en centros de datos – Stulz.com
- State of the Art Energy Efficient Data Centre Air Conditioning - Benjamin Petschke
- System Cost Calculator 5.1 – Copyright Stulz GmbH 2024