

Instrucciones para la especificación de la densidad de potencia de los centros de datos

White Paper 120

Revisión 1

Por Neil Rasmussen

> Resumen Ejecutivo

Los métodos convencionales con los que se especifica la densidad de los centros de datos son ambiguos y pueden resultar engañosos. No basta con describir la densidad del centro de datos en vatios/ft² o en vatios/m² para determinar la compatibilidad de alimentación o refrigeración con las cargas informáticas de alta densidad, como los servidores Blade. No existe ningún método estándar claro que permita especificar un comportamiento predecible de los centros de datos con cargas de alta densidad. Una especificación adecuada de la densidad de un centro de datos debería garantizar la compatibilidad con cargas anticipadas de alta densidad, ofrecer instrucciones inequívocas para el diseño y la instalación de los equipos de alimentación y refrigeración, evitar el sobredimensionamiento y maximizar la eficacia eléctrica. En este documento se describe la técnica y la aplicación práctica de un método perfeccionado para la especificación de las infraestructuras de alimentación y refrigeración de los centros de datos.

Contenido

haga clic en una sección para saltar a ella

Introducción	2
Métodos de especificación de densidad	2
Estrategias de implementación	8
Modelo	13
Conclusión	20
Recursos	21
Apéndice	22

Introducción

La especificación de la densidad de potencia operativa de los centros de datos y las salas de servidores supone un desafío cada vez mayor para los profesionales de TI. Si se continúan especificando densidades tradicionales de entre 430 - 861 vatios/m² (40 - 80 vatios/ft²) para los centros de datos, la implementación fiable de TI de última generación se antoja completamente imposible. Si los centros de datos se especifican según la densidad operativa de 6548 - 10 764 vatios/m² (600 - 1000 vatios/ft²) de los equipos de TI de alta densidad de última generación, se obtendrían centros de datos que llevarían al límite la tecnología de los sistemas de alimentación y refrigeración, lo que redundaría en costes de inversión adicionales y en una baja eficacia operativa eléctrica.

El problema de la planificación de la densidad se intensifica aún más por la necesidad de diseñar centros de datos capaces de admitir una serie de ciclos de actualización de equipos de TI en los que se desconoce la naturaleza de los equipos que se instalarán en el futuro.

El método tradicional para la especificación de la densidad de los centros de datos en vatios/m² es de muy poca utilidad a la hora de dar respuesta a las cuestiones críticas a las que se enfrentan los operadores de centros de datos hoy en día. En particular, la especificación tradicional de la densidad de potencia no ofrece respuesta para una pregunta clave: “¿Qué ocurre si se implementa un rack que excede la especificación de densidad?” Esta es una cuestión que está a la orden del día, ya que los centros de datos actuales suelen tener una densidad nominal de 2 – 3kW por rack, mientras que el equipamiento de TI típico tiene una densidad de potencia mayor, de entre 6 y 20kWpor rack.

Es evidente que se requiere un método nuevo y más completo para especificar la densidad de potencia de los centros de datos. Este método debería permitir abordar las siguientes necesidades:

- Garantizar la compatibilidad con equipos de TI de alta densidad
- Evitar el derroche de electricidad, espacio o inversión de capital
- Ofrecer una solución para validar los planes de implementación de TI con la capacidad de diseño de alimentación y refrigeración

 Enlace al
White Paper 46
*Estrategias de refrigeración
para servidores Blade y en
racks de alta densidad*

Este documento se centra en un método perfeccionado para la especificación de la densidad de potencia. La construcción de centros de datos que admitan la implementación de sistemas de alimentación, refrigeración, racks y gestión para aplicaciones de alta densidad se trata en otros documentos técnicos de Schneider Electric como, por ejemplo, el Documento técnico 46 *Estrategias de refrigeración para servidores Blade y en racks de alta densidad*.

Métodos de especificación de densidad

La definición de densidad de potencia en la documentación especializada existente no es coherente, lo que ha generado una considerable confusión entre los usuarios. Para comprender mejor estas definiciones, imaginemos el centro de datos hipotético de 500 kW que se muestra en la **tabla 1**:

Tabla 1

Centro de datos hipotético de 500 kW

Parámetros del centro de datos de 500 kW	Sistema imperial		Sistema métrico	
	Potencia total consumida por los equipos de TI	500 000 vatios		
Espacio total ocupado por los equipos de TI	2800 ft ²		260 m ²	
Zona anexa dedicada a planta de refrigeración, conmutador, etc.	1400 ft ²		130 m ²	
Superficie total del centro de datos	4200 ft ²		390 m ²	
Espacio físico ocupado por cada armario de racks de TI	6,7 ft ²		0,622 m ²	
Cantidad de armarios de racks	100			

Tabla 2

Definiciones de densidad de potencia de un centro de datos que muestran diferentes valores cuando se aplican al mismo centro de datos

Definición de densidad	Cálculo	Densidad	Explicación
Consumo de potencia de los equipos de TI dividido entre la superficie ocupada por todos los armarios de racks de TI	$\frac{500\,000 \text{ vatios}}{(6,7 \text{ ft}^2 \times 100 \text{ racks})}$ $\frac{500\,000 \text{ vatios}}{(0,622 \text{ m}^2 \times 100 \text{ racks})}$	746 W/ft ² 8039 W/m ²	Este método solo incluye la superficie ocupada por los racks, pero no tiene en cuenta la superficie de acceso que rodea a los racks ni el espacio ocupado por otras infraestructuras físicas de centros de datos. Este método genera valores de densidad mucho más elevados que los demás métodos. Habitualmente, los fabricantes de equipos utilizan este método.
Consumo de potencia de los equipos de TI dividido entre la superficie ocupada por todos los armarios de racks de TI y sus espacios libres	$\frac{500\,000 \text{ vatios}}{2800 \text{ ft}^2}$ $\frac{500\,000 \text{ vatios}}{260 \text{ m}^2}$	179 W/ft ² 1923 W/m ²	Esta es la definición más utilizada en la bibliografía. Normalmente se emplea un valor de superficie de 28 ft ² (2,6 m ²) por rack. Es un método eficaz para determinar los requisitos de distribución de alimentación y refrigeración. Habitualmente, el personal de TI utiliza este método.
Consumo de potencia de los equipos de TI dividido entre la superficie total del centro de datos	$\frac{500\,000 \text{ vatios}}{4200 \text{ ft}^2}$ $\frac{500\,000 \text{ vatios}}{390 \text{ m}^2}$	119 W/ft ² 1282 W/m ²	La superficie total del centro de datos incluye el espacio ocupado por los equipos de TI y la superficie de la sala de alimentación y refrigeración. Este método es muy útil para la planificación de la superficie en planta porque incluye el espacio de las salas anexas, que pueden consumir una cantidad considerable de espacio en las instalaciones de alta densidad. Habitualmente, los arquitectos utilizan este método.
Consumo total de potencia de los equipos de TI y los equipos de alimentación y refrigeración dividido entre la superficie total del centro de datos	$\frac{(500\,000 + 295\,000 \text{ vatios})}{4200 \text{ ft}^2}$ $\frac{(500\,000 + 295\,000 \text{ vatios})}{390 \text{ m}^2}$	189 W/ft ² 2038 W/m ²	Esta definición se utiliza normalmente para la planificación de las instalaciones y el suministro eléctrico porque contempla la superficie en planta total del centro de datos y el consumo de potencia total de la red eléctrica. Se supone que los equipos de refrigeración consumen 265 kW incluyendo la ineficiencia, además de 30 kW de ineficiencia del sistema de alimentación.
Consumo de potencia del rack	$\frac{500\,000 \text{ vatios}}{100 \text{ racks}}$	5 kW por rack	Esta definición se calcula de acuerdo con el número de racks, con lo que se elimina la mayor parte de la variación al definir la densidad de potencia.

Todas las definiciones de densidad incluidas en la **tabla 2** se utilizan en los manuales y especificaciones publicados. Las cuatro definiciones que utilizan la fórmula de W/ft^2 o W/m^2 son ambiguas a menos que vayan acompañadas por una explicación inequívoca de lo que se incluye en el espacio físico y lo que se incluye en la potencia. Sin embargo, los valores publicados para la densidad no suelen contemplar esta información. Esto ha generado gran confusión en el sector y numerosos malentendidos entre el personal de TI y los diseñadores y planificadores de instalaciones. Los datos de la **tabla 2** demuestran claramente que las **especificaciones de densidad para una misma instalación pueden variar en hasta 8 veces en función de la definición utilizada para la densidad.**

La descripción más clara de la densidad es la del consumo de potencia por rack. Esta fórmula ofrece datos inequívocos sobre los requisitos de alimentación y refrigeración de un rack (para los equipos de TI, el consumo de potencia del rack en vatios equivale a los requisitos de refrigeración en vatios). En este documento se demuestra que el consumo de potencia por rack presenta otra ventaja fundamental en la especificación de la densidad de los centros de datos (ya que es el modo más eficaz de especificar las variaciones de densidad dentro de un mismo centro de datos).

Los centros de datos reales no tienen una densidad de potencia uniforme. Algunos racks consumen más energía eléctrica y, por tanto, generan más calor que otros. Es posible que los racks de parcheo no consuman nada de potencia. En cambio, los racks de los servidores Blade pueden llegar a consumir 20 kW o más. Este problema se agrava por el hecho de que los equipos de TI están en constante actualización, lo que significa que el consumo de potencia de cada rack en particular puede cambiar con el paso del tiempo. Las especificaciones de densidad convencionales no tienen completamente en cuenta estas variaciones de potencia y a largo plazo son cada vez menos eficientes.

Limitaciones de los métodos convencionales de especificación de densidad

Los dos ejemplos siguientes ilustran las profundas limitaciones de la especificación convencional de la densidad.

En el primer ejemplo se examina el caso de un centro de datos con una especificación de $538 W/m^2$ ($50 W/ft^2$). Si se utiliza la definición de densidad de carga total de TI dividida entre la superficie ocupada por los racks de TI y sus espacios libres, se obtienen 1400 vatios por rack ($50 W/ft^2 \times 28 ft^2/rack$). Un centro de datos construido con la capacidad suficiente para suministrar un máximo de 1400 W de potencia y un máximo de 1400 W de refrigeración a cada rack cumple este requisito. Sin embargo, hay muchos tipos de equipos de TI, como los servidores Blade, que sobrepasan los 1400 W por chasis. **Ninguno** de estos tipos de equipos se podría implementar en un centro de datos que tenga un límite estricto de 1400 W por rack. En consecuencia, dicho centro de datos sería incompatible con muchos tipos de equipos de TI. Además, cuando hay una carga de potencia baja en un rack (como ocurre en el caso de los armarios de parcheo), la potencia no utilizada no se puede poner a disposición de los demás racks, puesto que todos los racks tienen un límite de alimentación y refrigeración de 1400 W. El resultado general es un centro de datos ineficiente, incompatible con muchos tipos de equipos de TI e incapaz de aprovechar el espacio disponible en cada rack, la capacidad de alimentación o la capacidad de refrigeración.

En el segundo ejemplo se examina el caso de un centro de datos con una especificación de densidad rack por rack. Se especifica la alimentación y la refrigeración de forma precisa para cada rack. Puede implementarse un diseño que cumpla esta especificación, y el centro de datos está completamente caracterizado de antemano. Sería la situación ideal; lamentablemente, en casi ningún centro de datos real se puede anticipar una especificación de potencia exacta por racks. En los centros de datos reales no es posible predecir las

cargas por rack a lo largo de toda la vida útil de la instalación. Si la densidad de implementación de TI real no es coherente con la especificación original por rack, se producen consecuencias negativas. Por ejemplo, si se implementa una carga de TI inferior a la especificación de potencia del rack, la potencia no utilizada no se puede poner a disposición de los demás racks, puesto que cada rack tiene asignado un límite de alimentación y refrigeración. El resultado final es un centro de datos ineficiente que requiere información sobre futuras implementaciones de TI; una información que normalmente no se puede anticipar.

Estos dos ejemplos representan métodos de uso extendido para la especificación de la densidad en el centros de datos. Tanto la especificación total de la sala como la especificación exacta rack por rack presentan serias limitaciones prácticas que dan como resultado implementaciones que no están a la altura de las expectativas del cliente. Un enfoque mejor orientado tendría en cuenta la flexibilidad y la compatibilidad en relación con las cargas de TI, pero al mismo tiempo aumentaría al máximo la eficiencia eléctrica y la utilización de alimentación, refrigeración y espacio.

Requisitos de especificación de densidad

La explicación anterior sugiere una serie de requisitos para un método perfeccionado de especificación de densidad. Estos requisitos son:

- **Capacidad de predicción:** La especificación de densidad debe permitir la posibilidad de determinar la capacidad de alimentación y refrigeración en cualquier rack para cualquier equipo de TI instalado en esos momentos o previsto de cara al futuro.
- **Tolerancia a una especificación parcial de los requisitos futuros:** La especificación de densidad no debe requerir que se conozca de antemano la potencia exacta de cada rack. De hecho, los equipos de TI solo subsisten durante una fracción de la vida útil del centro de datos, y la dotación de los racks se actualiza de forma rutinaria con equipos nuevos y distintos.
- **Compatibilidad con el “préstamo” de alimentación y refrigeración:** La alimentación y refrigeración disponibles que no se utilicen en un rack concreto deben poder ponerse a disposición de otros racks.
- **Minimización del consumo innecesario:** La ineficiencia eléctrica debe reducirse al mínimo. Es necesario aprovechar al máximo la alimentación, la refrigeración y el espacio disponibles, así como minimizar los costes de inversión y de explotación.
- **Compatibilidad con la implementación por etapas:** La especificación de densidad debe admitir una implementación por etapas, incluidos los casos con distintas etapas a distintas densidades y los casos en los que no se conocen datos concretos de las futuras etapas de implementación desde el principio.

Aunque algunos de los requisitos anteriores están en conflicto, pueden servir como base para establecer un método más acertado para la especificación de la densidad de potencia de los centros de datos.

Limitaciones prácticas y opciones

Cualquier método práctico para especificar la densidad de potencia debe contemplar las limitaciones prácticas reales y las opciones implicadas en el diseño del centro de datos. A continuación se describen algunas de estas limitaciones y opciones, y se explica su influencia sobre la especificación de densidad.

Incrementos en la distribución de alimentación: El coste y la complejidad de la distribución de alimentación no es una función lineal. Por ejemplo, una alimentación trifásica de 18 kW no cuesta tres veces más que una alimentación monofásica de 6 kW.



Enlace al
[White Paper 29](#)

*Opciones de potencia de
racks para sistemas de alta
densidad*

Hay una serie de capacidades eléctricas óptimas para la distribución de alimentación AC debidas a la coincidencia de cortacircuitos y tomas, y a los fallos de coordinación de los cortacircuitos. Estas cuestiones y los circuitos óptimos de distribución de alimentación se describen en el Documento técnico 29 *Opciones de potencia de racks para sistemas de alta densidad*. Habría que desarrollar las especificaciones relativas a la distribución de alimentación para estos tamaños óptimos de circuitos, que varían en función de la ubicación geográfica.

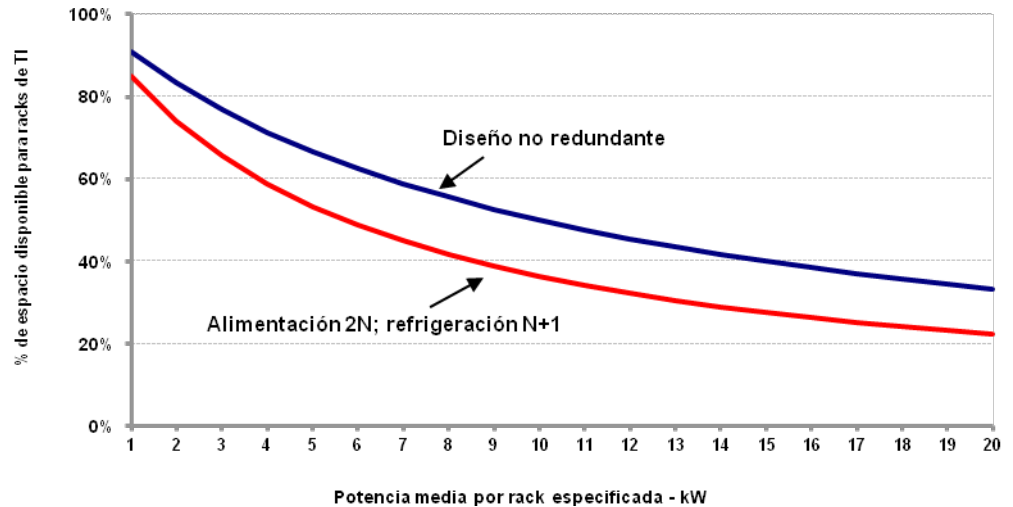
- **Limitaciones de la distribución de aire:** La distribución de aire dentro del centro de datos es un factor esencial que limita la densidad de potencia por rack. Los equipos de TI requieren entre 100 y 160 cfm (47,2 - 75,5 L/s) de aire por cada kW. Muchos centros de datos disponen de falso suelo existente o límites de altura del techo que restringen la altura del falso suelo. En los casos en los que el falso suelo forma parte del sistema de distribución de aire, existen límites en el volumen de aire que se puede mover de forma previsible por debajo del suelo, lo que a su vez limita el valor pico y el valor promedio de densidad de potencia alcanzable en el rack. En numerosas instalaciones existentes, esto limita la densidad media práctica de potencia a unos 5 kW por rack. Para sobrepasar esta densidad, es necesario instalar equipos adicionales de aire acondicionado o de ventilación. Como resultado, los costes pueden dispararse rápidamente una vez superada una densidad de potencia crítica. Una especificación de densidad adecuada identificaría y resolvería esta particularidad antes de que se convirtiese en un problema.
- **Peso:** Algunas instalaciones tienen límites en cuanto a la carga del suelo, en especial, las instalaciones con falso suelo. Normalmente, los equipos de TI que alcanzan una densidad de potencia muy alta también generan un peso de rack muy elevado. En algunos casos, esta es una limitación para la implementación de una alta densidad. Por lo tanto, la especificación de densidad no debe especificar trivialmente densidades de potencia que excedan el límite de carga del suelo de la instalación.
- **Superficie en planta reservada:** En numerosos centros de datos se reserva cierta superficie en planta para funciones que no tienen especificación de densidad. Entre estas funciones se encuentran el almacenamiento en cinta, el espacio de trabajo de los operarios o las áreas de acceso especial. En consecuencia, un modelo de especificación de densidad debe contemplar estas zonas y no depender de ellas para proporcionar ninguna función relacionada con la implementación de alimentación o refrigeración de alta densidad.
- **Posibilidad de distribuir las cargas:** La posibilidad de distribuir los equipos de TI físicamente en el centro de datos es una opción práctica para la mayoría de los equipos de TI de hoy en día debido al uso extendido de los cables de fibra óptica. En la mayoría de los casos, no es necesario ni deseable implementar los equipos a la densidad máxima posible. Los servidores Blade y los servidores de 1 U son ejemplos de equipos de TI de alta densidad que se pueden distribuir fácilmente entre varios racks para reducir la densidad. Aunque pueda parecer que ocupando al máximo los racks con servidores Blade o servidores de 1 U se optimiza el uso del espacio, en muchos casos, esta ventaja es ficticia, y los costes asociados a alcanzar una alimentación y refrigeración de alta densidad en un rack normalmente sobrepasan con creces los costes del uso de racks adicionales. Por lo tanto, el modelo de densidad no debe especificar a ciegas los valores de densidad basándose en la capacidad de los equipos, sino que debe tener en cuenta la posibilidad de distribuir las cargas para optimizar los costes y la disponibilidad de todo el sistema.
- **Limitaciones reales de espacio de un emplazamiento en particular:** Las limitaciones reales de espacio físico de un emplazamiento en particular afectan considerablemente a la propuesta de valor global de alta densidad. En muchas instalaciones existentes diseñadas para una baja densidad, la implementación de una alta densidad alivia la presión espacial; sin embargo, las ventajas de compactar el espacio de TI no son muchas. Por otro lado, hay instalaciones limitadas por el espacio físico en las que la superficie en planta resulta extremadamente costosa o imposible de adquirir. Por lo tanto, la metodología de especificación de densidad debe tener en cuenta el valor del espacio físico y todos los límites físicos de espacio.

Pérdida de espacio para la infraestructura de alimentación y refrigeración

La infraestructura de alimentación y refrigeración ocupa un espacio que se podría utilizar para los equipos de TI. A veces, los equipos de alimentación y refrigeración se instalan fuera del espacio ocupado por los equipos de TI, en alguna sala cercana. Sin embargo, el espacio ocupado sigue siendo real y se debe tener en cuenta como una pérdida efectiva en la densidad alcanzable. El espacio ocupado por la infraestructura de alimentación y refrigeración se puede expresar en los racks equivalentes y su aumento es directamente proporcional al aumento de la capacidad de alimentación y refrigeración. Este efecto se muestra en la **Imagen 1**.

Imagen 1

Efecto de la especificación de densidad media en rack sobre la fracción de espacio disponible para racks de TI



Nota: las curvas de esta tabla se derivan de las fórmulas que se describen en el apéndice.

Esto demuestra claramente que el espacio que se puede utilizar para los equipos de TI disminuye a medida que aumenta la alimentación media especificada por rack de los equipos de TI (densidad de potencia). El eje horizontal es la potencia media especificada por rack en la sala. El eje vertical es la fracción del espacio de la sala disponible para racks que se pierde debido al espacio ocupado por la infraestructura de alimentación y refrigeración, incluido el SAI, las unidades de distribución de alimentación y los equipos de aire acondicionado de la sala de ordenadores. La curva inferior de la **Imagen 1** representa un sistema con dos ramas de alimentación (2N) y equipos de aire acondicionado redundantes (N+1) para la sala de ordenadores. Este es un diseño típico para aplicaciones de alta densidad. Tenga en cuenta que, en los centros de datos típicos que funcionan hoy en día y que consumen 1,5 kW por rack, se pierde aproximadamente el 15 % de la superficie en planta. Sin embargo, a medida que aumenta la especificación de densidad se produce una pérdida de espacio considerable. Cuando la alimentación media por rack especificada excede los 7 kW, más del 50 % del espacio está ocupado por equipos de alimentación y refrigeración y, por tanto, no está disponible para los racks de TI. No importa si la densidad real es mucho menor que la densidad especificada: el espacio sigue estando ocupado por los equipos de alimentación y refrigeración. Esto conduce a un principio clave para el diseño de alta densidad: **especificar un centro de datos con una densidad mayor que la que en realidad es necesaria reduce inútilmente el espacio disponible para los equipos de TI**. Esta es una desventaja muy grave que hay que sumar al inconveniente del aumento de los costes y los gastos de explotación. Por este motivo es esencial que la densidad se planifique con eficiencia y, siempre que sea posible, que solo se implementen los sistemas de alimentación y refrigeración de alta densidad que realmente sean necesarios.

Subdivisión del espacio en zonas de densidad

De los requisitos mencionados anteriormente se desprende claramente que es necesario poder especificar densidades de potencia distintas en zonas diferentes del centro de datos. Esto es imprescindible para facilitar una implementación por etapas en la que las sucesivas etapas tengan distinta densidad. La alternativa (especificar todo el centro de datos según la carga máxima prevista para el futuro) no resulta nada práctica, ya que aumentará de forma innecesaria los costes de inversión y los gastos de explotación de tres a ocho veces y reducirá drásticamente la eficiencia eléctrica.

Incluso si la implementación es de una sola etapa, pueden obtenerse ventajas significativas de la segmentación de un centro de datos por zonas de densidad. Por ejemplo, la diferencia de densidad existente entre los servidores Blade y los dispositivos de almacenamiento es considerable y para un centro de datos en el que los servidores y los dispositivos de almacenamiento están separados puede resultar muy ventajoso diseñar zonas distintas con especificaciones de densidad diferentes, incluso si no se modifica la carga de alimentación total del centro de datos. Si los racks de almacenamiento y de servidores se van a ubicar de forma aleatoria y desconocida de antemano, los sistemas de **distribución** de alimentación y refrigeración se deben dimensionar de tal manera que ofrezcan la densidad máxima en cualquier ubicación. Sin embargo, si se define anticipadamente una zona de baja densidad para sistemas de almacenamiento, se puede reducir la capacidad de los sistemas de distribución de alimentación y refrigeración de dicha zona. De este modo se reducen los costes de inversión y de explotación y se aumenta la eficiencia eléctrica.

En un centro de datos se pueden definir zonas de densidad por plantas dividiendo los racks en zonas distintas. Sin embargo, **sugerimos como práctica óptima que las divisiones no sean arbitrarias**, sino que las zonas siempre se delimiten por filas, donde cada fila es un grupo de racks de cualquier tamaño colocados unos detrás de otros. La elección de las filas como unidad preferente para definir las zonas de densidad se debe a que:

- Muchas arquitecturas de distribución de alimentación de racks se basan en filas.
- Muchas arquitecturas de distribución de refrigeración de racks se basan en filas.

Esto quiere decir que la fila será el nivel preferente y más rentable sobre el que definir los requisitos de densidad, así como el incremento de implementación. Por este motivo, el resto de este documento se centra en la fila como el nivel sobre el que definir las variaciones de densidad para las distintas zonas.

Estrategia de implementación

Los requisitos de especificación de densidad deben tener en cuenta las cargas de TI que varían con el paso del tiempo, así como las implementaciones por etapas. Hay que realizar algunas suposiciones por lo que respecta al hecho de si la infraestructura de alimentación y refrigeración cambiará con el paso del tiempo y el modo en que se producirá dicho cambio.

No es razonable suponer que los equipos de distribución de alimentación y aire existentes cambiarán en respuesta a las cargas de TI cambiantes. Los cambios en estos sistemas, como circuitos eléctricos activos o conductos de agua, pueden requerir o implicar el riesgo de tiempos de inactividad en grupos de racks o incluso en todo el centro de datos. Está demostrado que el error humano es la principal causa de los tiempos de inactividad en los centros de datos y que los cambios realizados en los equipos operativos son uno de los factores principales que contribuyen a los tiempos de inactividad. **Por este motivo, los equipos de distribución de alimentación y refrigeración instalados en una fila o una zona no se deben modificar ni reconfigurar durante la vida útil de dicha fila o zona.**

La implementación práctica de esta recomendación es una estrategia de implementación que se puede resumir del siguiente modo:

- Distribuya las filas de racks o armarios en la superficie en planta utilizando la anchura de pasillos convencional.
- Determine la especificación de densidad de diseño para una fila y después construya una fila completa de acuerdo con esa especificación de densidad.
- Si se van a implementar equipos que se encuentran dentro de los parámetros de la especificación de diseño de una fila existente y con espacios libres, los equipos se pueden implementar en dicha fila.
- Si se van a implementar equipos con una densidad considerablemente distinta a la de la fila con espacios libres, **no modifique los sistemas de alimentación o refrigeración para poder implementar los equipos en esa fila**; es mejor que construya una fila nueva diseñada de acuerdo con los requisitos de alta densidad de los equipos.
- Con el paso del tiempo, las filas que alberguen pocos equipos se deben desmontar completamente y reconstruir con una especificación de densidad diferente que se adapte mejor a las necesidades existentes.

Esta estrategia es muy recomendable, ya que reduce al mínimo la posibilidad de errores humanos relacionados con las labores de modificación en las filas operativas del centro de datos. Esta estrategia práctica y eficaz impone una limitación al modelo de especificación de densidad porque el sistema de distribución de alimentación y refrigeración de una fila no se modifican después de la instalación.

Tenga en cuenta que en el mercado existen algunos productos de distribución de alimentación y refrigeración que permiten la reconfiguración de la arquitectura de alimentación y refrigeración sin implicar el riesgo de tiempos de inactividad. Por ejemplo, el sistema InfraStruXure permite:

- Cambiar el suministro eléctrico de salida del SAI agregando módulos intercambiables en caliente
- Cambiar el tipo y la capacidad de las tomas de un rack a través de unidades PDU intercambiables en caliente
- Aumentar la capacidad de circulación del aire de refrigeración de un rack a través de dispositivos de montaje en rack

Este tipo de equipos permite cierta flexibilidad adicional después de la instalación y es particularmente útil en instalaciones pequeñas en las que la implementación por etapas no resulta viable.

Densidad pico y promedio dentro de una fila o zona

Si las cargas de todos los racks tuviesen exactamente la misma potencia, se simplificaría la especificación de densidad; sin embargo, la exposición anterior sugiere que este es un objetivo poco práctico y que tiene poco que ver con las instalaciones del mundo real. De hecho, cabe esperar que la densidad de los distintos racks oscile entre cero (paneles de parcheo) y 30 kW (servidores Blade de alta densidad). Esta variación ejerce una tremenda influencia sobre la eficiencia de la especificación de densidad.

Dentro de una fila o zona de racks determinada en la que la potencia por rack varía, la potencia de rack promedio será inferior a la potencia de rack pico. Por lo tanto, la importante relación entre potencia de rack pico y promedio **real** dentro de una fila será siempre mayor o igual que 1. Resulta instructivo considerar una serie de métodos alternativos para especificar la densidad de potencia para un diseño de fila compuesto por un grupo conocido de racks con distinto consumo de potencia por rack.

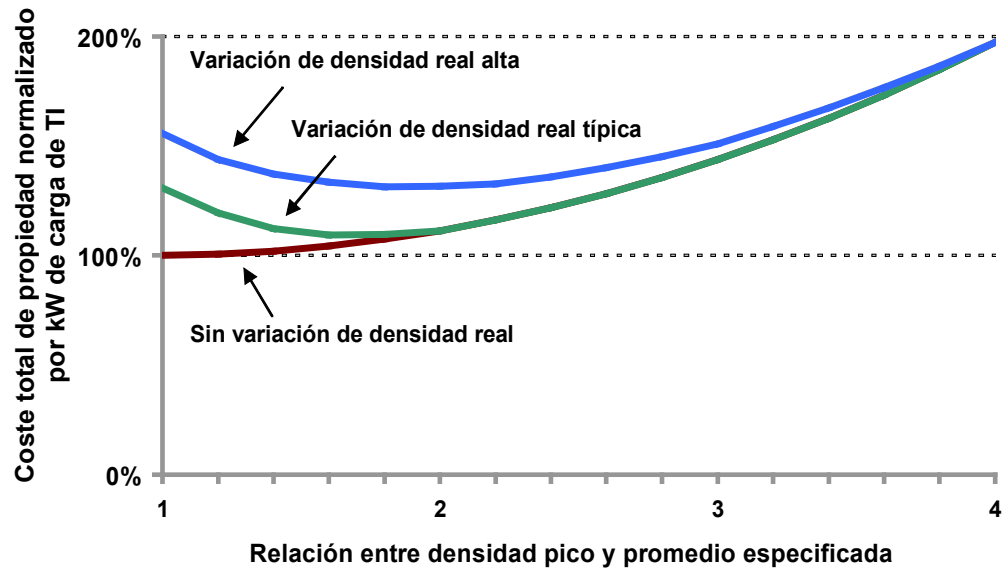
Configuración de todos los racks de la fila a la densidad de potencia pico. Este enfoque consiste en especificar para todos los racks de la fila una densidad de alimentación y refrigeración capaz de soportar la máxima potencia pico de rack anticipada. En este caso, la capacidad total de refrigeración y alimentación se debe dimensionar suponiendo que todos los racks van a consumir la potencia máxima. Este método produce irremediablemente un sobredimensionamiento considerable de la capacidad de alimentación y refrigeración, lo que supone un aumento en los costes de inversión y de explotación, así como una escasa eficiencia eléctrica. Estas desventajas serían insignificantes si la relación entre el consumo de potencia pico y promedio por rack fuese igual a 1, pero tendrían graves consecuencias si la relación entre el consumo de potencia pico y promedio por rack dentro de la fila fuese de 1,5 o superior. Además, si se especifica la densidad de acuerdo con la potencia pico posible se invalida la posibilidad de distribuir las cargas que consumen la máxima potencia pico, lo que habría podido reducir la relación entre potencia pico y promedio por rack. En general, especificar una densidad de fila global de acuerdo con la máxima potencia pico posible por rack es desaconsejable a menos que la relación entre potencia pico y promedio por rack sea igual a 1, lo que es muy poco frecuente en las instalaciones habituales.

Configuración de todos los racks de la fila a la densidad de potencia media. Este enfoque consiste en especificar una densidad de potencia media para todos los racks. Al igual que el enfoque anterior, este método simple tampoco es satisfactorio, pero por distintos motivos. Si se aplica este método, habrá que retirar todos los equipos del rack cuyas cargas sobrepasen la densidad media hasta que la densidad del rack sea igual o inferior a la media. Además, este método presenta otra limitación: todos los racks cuya densidad real se encuentre por debajo de la densidad de diseño especificada contribuyen al desaprovechamiento de la capacidad total de alimentación y refrigeración, ya que los excedentes de un rack no se pueden utilizar para aumentar la capacidad de los demás. Esto se debe a que la fila está diseñada simplemente para alimentar y refrigerar cada rack hasta los valores medios. Imagine el siguiente caso: un operario de TI desea implementar un chasis Blade de 4 kW en una fila diseñada con una densidad de 2 kW por rack. Podría argumentarse que es viable reconducir un cable de potencia de 2 kW desde un rack con excedentes (si existe) hasta el chasis Blade. Sin embargo, refrigerar esta carga de 4 kW no es tarea fácil, ya que el sistema de refrigeración no está diseñado para refrigerar racks de más de 2 kW. Además, ahora existe un rack inutilizable porque otro rack consume su potencia.

Si comparamos las alternativas anteriores con los requisitos, comprenderemos que un elemento clave para una especificación de densidad eficaz es que **la relación entre la potencia pico y promedio de los racks de una fila debe estar especificada y ser mayor que 1**. La elección de la relación adecuada entre la potencia pico y promedio del rack depende de la variación prevista entre los racks reales. Esta relación se muestra en la **Imagen 2** tomando como ejemplo un diseño de centro de datos con las limitaciones y suposiciones típicas.

Imagen 2

Efecto de la relación entre el valor pico y el valor promedio de la especificación de densidad de rack sobre el coste total de propiedad de alimentación y refrigeración para distintos grados de variación de densidad real entre racks



En la **Imagen 2** se muestra cómo afecta la relación entre el valor pico y el valor promedio de la especificación de densidad de rack al coste total de propiedad normalizado¹ de la infraestructura de alimentación y refrigeración por cada kW de equipos de TI instalados para tres casos distintos de variación de potencia de rack real. Los datos señalan que si todos los racks consumen la misma potencia, el coste total de propiedad se optimiza (es el más bajo) cuando la relación entre densidad pico y promedio por rack es igual a 1. Este efecto se debe a que especificar una capacidad adicional de densidad de potencia pico aumenta los costes de distribución de alimentación y refrigeración pero no añade ningún valor cuando todos los racks consumen la misma potencia. Sin embargo, cuando la variación de potencia entre los racks reales instalados aumenta, surge un inconveniente considerable cuando no aumenta la relación entre el valor pico y el valor promedio de la especificación. Esto se debe al inevitable desaprovechamiento de la capacidad de alimentación y refrigeración, así como a la necesidad de aumentar la superficie en planta para una carga de TI dada. En consecuencia, una relación entre densidad pico y promedio por rack mayor que 1 optimiza el coste total de propiedad en las instalaciones del mundo real.

Esto nos lleva a otro elemento clave de una especificación eficiente de la densidad del centro de datos: **la relación entre densidad de potencia pico y promedio por rack dentro de una fila debe de ser aproximadamente 2 para diseños típicos, y si la variación de densidad por rack real entre el valor pico y el valor promedio que se espera dentro de una fila es mayor que 2, entonces se recomienda distribuir las cargas de TI de mayor densidad entre varios racks para limitar la relación entre el valor pico y el valor promedio o reasignar las cargas que sobrepasen los límites a otras filas.**

¹ El coste total de propiedad incluye la inversión de capital de los equipos de alimentación y refrigeración, los costes de mantenimiento durante sus 10 años de vida útil, los costes de electricidad y el coste de espacio. Oscila entre 50 000 y 90 000 dólares por rack en función del diseño y la utilización fraccional. Tenga en cuenta que el coste del sistema SA1 y del sistema de refrigeración no se ve afectado por la relación entre el valor pico y promedio (las variaciones del TCO se deben a los costes de los sistemas de distribución de alimentación y refrigeración).

Especificaciones de densidad basadas en reglas

Una vez especificadas las densidades de potencia pico y promedio por rack para una fila o zona, es posible realizar un diseño para implementar dicha especificación de forma predecible. Si la potencia pico es similar al valor promedio, la implementación resulta sencilla. Sin embargo, si la relación entre la potencia pico y la potencia promedio es de 1,5 o más, aumentan los desafíos y los costes de implementación del diseño. El problema de garantizar que todos los racks funcionen con la potencia pico siempre que no se exceda la potencia promedio puede convertirse en una limitación seria en las instalaciones con sistemas de suministro de aire por falso suelo. Las densidades de potencia pico y promedio globales alcanzables se pueden incrementar si la especificación de densidad permite una implementación de densidad basada en reglas.

Para comprender el problema que resuelven las especificaciones basadas en reglas, imagine que hay que instalar una fila en un sistema de refrigeración de falso suelo ya existente con la relación recomendada entre densidad de potencia pico y promedio por rack de 2. Desde el punto de vista del sistema de alimentación, cada rack debe recibir distribución de alimentación a la densidad pico por rack, pero a través de una PDU o un SAI cuyo valor nominal sea la densidad promedio por rack multiplicada por el número de racks de TI. Esto es fácil de implementar. Sin embargo, desde el punto de vista de la refrigeración, no todos los racks tienen un sistema de distribución de aire bien definido con un valor nominal del doble de la densidad media por rack. Los racks que operen a una densidad superior a la media deben tomar prestada la capacidad no utilizada de los racks vecinos que operen a una densidad inferior a la media. En el caso del falso suelo, que tiene una capacidad de ventilación limitada, esto significa que separar los racks de alta densidad entre sí dentro de la fila reduce significativamente la sobrecarga local en el sistema de distribución de refrigeración. Si una especificación permite la posibilidad de establecer reglas para la ubicación de los racks de alta densidad dentro de la fila, la densidad puede alcanzar valores pico y promedio más altos dentro de las limitaciones del sistema.

Por ejemplo, una regla sencilla sería que un rack solo puede sobrepasar la potencia media en la cantidad en la que el consumo medio de los racks contiguos se encuentra por debajo de la media. Se pueden utilizar reglas más sofisticadas para maximizar la densidad de potencia predecible que se puede alcanzar en una instalación dada, y estas reglas se pueden implementar en el sistema de gestión de alimentación y refrigeración.²

Especificación de opciones de densidad para un futuro crecimiento

Muchos centros de datos no se construyen por completo de una sola vez, sino que evolucionan y crecen con el paso del tiempo. En estos casos, no siempre es deseable o práctico especificar de antemano la densidad para las filas o zonas aún no planificadas. Cualquier método práctico para la especificación de la densidad de un centro de datos debe contemplar futuros requisitos para los que sea difícil predecir la densidad y preservar las opciones de densidad futuras en la medida de lo posible. Lo ideal sería posponer al máximo los gastos y compromisos relativos a la implementación de la infraestructura de alimentación y refrigeración. Además, la posterior expansión del centro de datos no compromete la disponibilidad de los equipos de TI que ya están en funcionamiento.

Una solución de uso generalizado es configurar de antemano la infraestructura de alimentación y refrigeración para que admita una densidad de potencia predefinida. Esta solución tiene la ventaja de que la instalación previa de estos equipos garantiza que, durante futuras implementaciones de TI, no habrá que realizar actualizaciones significativas en el

² La implementación de reglas de densidad de refrigeración dentro de un sistema de gestión está sujeta a patentes en trámite de Schneider Electric.

suministro eléctrico en el centro de datos activo. Sin embargo, este enfoque implica muchos inconvenientes considerables, por ejemplo:

- Si la densidad de TI futura excede la densidad de la infraestructura de alimentación y refrigeración, no se podrá realizar una implementación eficiente.
- Si la densidad de TI futura es inferior a la densidad de la infraestructura de alimentación y refrigeración, se habrá malgastado una cuantiosa inversión en infraestructura.
- Si la instalación nunca se amplía o si es obligatorio realizar la ampliación en otra ubicación debido a normativas o a cuestiones empresariales, se habrá malgastado una cuantiosa inversión en infraestructura.
- Si la carga del centro de datos a corto plazo es mucho más baja que la especificación de la infraestructura de alimentación y refrigeración, se reducirá notablemente la eficiencia eléctrica y se producirán costes eléctricos copiosos e innecesarios.
- La instalación anticipada de una infraestructura de alimentación y refrigeración que se encuentra por encima de las necesidades actuales supone costes innecesarios de adquisición y mantenimiento de equipos.

Un modelo eficaz de especificación de densidad evitaría estos inconvenientes admitiendo un enfoque de diseño e implementación de componentes modulares y escalables para la infraestructura de alimentación y refrigeración. Dicha arquitectura estaría basada en la instalación previa de entradas de alimentación principales de la red eléctrica, como entradas de alimentación y refrigeración en el nivel de filas o zonas, en combinación con la instalación aplazada de componentes costosos de la infraestructura de alimentación y refrigeración, como sistemas SAI, unidades PDU, racks, sistemas de distribución de alimentación para filas, aparatos de aire acondicionado y equipos de distribución de aire. La especificación de la densidad admisible dentro de una zona o fila sería una decisión que se postergaría hasta el momento de la implementación, y la infraestructura de alimentación y refrigeración se implementaría en una fila de acuerdo con un esquema basado en filas. El sistema InfraStruXure de Schneider Electric es un ejemplo práctico de esta arquitectura.

Esto nos lleva a otro elemento clave del método propuesto para la especificación de densidad: **las filas o zonas de un centro de datos que se vayan a implementar en el futuro deben planificarse de acuerdo con el valor de densidad máximo posible, y se deben instalar de antemano los conductos y el cableado de alimentación básicos que den soporte a esta densidad; sin embargo, la adquisición de los equipos de alimentación y refrigeración en sí se debe aplazar hasta que estén definidos el plan y la densidad de implementación.** De este modo, los factores de coste primarios de la infraestructura de alimentación y refrigeración se ajustan a la aplicación real, y la implementación se realiza en el momento y en el lugar necesarios. Por lo tanto, se reducen de forma considerable los costes de inversión y de explotación y se obtiene un centro de datos con mucha más eficiencia eléctrica.

Modelo

Ahora podemos trazar un modelo para la especificación de la densidad de potencia que cumpla los requisitos mencionados anteriormente y contemple las diversas limitaciones y restricciones prácticas.

El modelo incluye los siguientes elementos clave:

- El diseño físico del centro de datos se basa en filas de racks o armarios.
- Se utilizan los datos de la **tabla 3** para cada fila.

Tabla 3

Datos necesarios en el nivel de filas

Datos	Unidades	Descripción	Aplicación principal
Número de emplazamientos de racks	#	Número de emplazamientos de racks por fila. Incluye todos los emplazamientos. Algunos estarán ocupados en última instancia por el equipamiento de refrigeración y alimentación, en función de la arquitectura.	Determinar los requisitos totales de alimentación y refrigeración para la fila.
Promedio de rack por fila	kW/rack	Promedio de densidad de potencia por rack de los racks de TI de una fila determinada. Debe especificarse para cada fila de la sala.	Determinar los requisitos de alimentación y distribución de aire en masa de la fila.
Pico de rack por fila	kW/rack	Pico de densidad de potencia de cada rack de la fila especificada. Debe especificarse para cada fila de la sala.	Determinar el diseño del sistema de distribución de refrigeración y alimentación de rack.

- Para la implementación futura de filas, es necesario especificar unos valores de promedio y pico de potencia lo más realistas posibles y tener en cuenta que dichos valores solo pueden verse reducidos antes de la implementación por una leve penalización derivada del sobredimensionamiento de la alimentación básica y del sistema de conductos.
- A la luz de la información anterior, es posible realizar los cálculos de los datos que se detallan en la **tabla 4**

Tabla 4

Datos de densidad calculados

Datos	Unidades	Descripción	Aplicación principal
Racks de TI totales disponibles	#	Número de racks de TI disponibles en el diseño, cantidad neta de emplazamientos de racks asignados a la infraestructura de refrigeración o alimentación.	Determinar el espacio total de rack de TI de potencia disponible para la planificación.
Requisitos de potencia de TI iniciales	kW	Carga de TI inicial total, sin incluir las futuras implementaciones, que los sistemas de alimentación y refrigeración deberán soportar.	Determinar la inversión necesaria y la envergadura de la infraestructura de alimentación y refrigeración inmediata.
Requisitos de potencia de TI finales	kW	Carga de TI final en el peor de los supuestos que los sistemas de alimentación y refrigeración deberán soportar.	Determinar el dimensionamiento de la infraestructura básica, incluidos los conmutadores de alimentación, el cableado y los conductos de refrigeración.
Densidad de potencia máxima	kW/rack	Densidad de potencia máxima posible en una fila.	Establecer la arquitectura de distribución de la refrigeración.
Promedio de densidad de potencia del centro de datos	kW/rack	Resumen de densidad del centro de datos	Facilitar al conversión a otras métricas comunes como, por ejemplo, los W/ft ² o los W/m ² . Esta conversión queda sujeta a la selección de definición de la tabla 2 .

La mayor complicación que plantea la definición de la densidad con este método es la determinación de los emplazamientos de racks necesarios para la infraestructura de alimentación y refrigeración y que, por tanto, quedan inutilizados de cara al equipamiento de TI. Un valor de 1 emplazamiento de rack destinado a infraestructura de alimentación y refrigeración por cada 15 kW de carga de TI parece ser una proporción razonable de cara a la estimación de la densidad. Esta pauta se basa en el promedio de requisitos de alimentación y refrigeración, incluido el espacio libre, de instalaciones de centros de datos 1N y 2N existentes. El valor exacto dependerá de la arquitectura de alimentación y refrigeración seleccionada, de las limitaciones de la sala y de las recomendaciones del proveedor del sistema. Por ejemplo, en el caso de sistemas de centros de datos InfraStruXure, Schneider Electric ofrece herramientas de diseño asistido por ordenador capaces de realizar este cálculo en cada diseño de sala.

Directrices prácticas de uso

El uso del modelo descrito de especificación de la densidad no garantiza un óptimo diseño de la sala. Las elecciones del usuario en cuanto a diseño de la sala, selección de la sala, así como las estimaciones del usuario en lo que a requisitos de densidad se refiere, pueden afectar al éxito de una instalación. Sin embargo, el uso del modelo ofrece muchas de las ventajas clave, entre las que se incluyen las siguientes:

- Ofrece una descripción más exacta y completa de la densidad del centro de datos que cualquiera de los otros métodos de especificación comunes.
- Los centros de datos creados según las especificaciones tienen un rendimiento más predecible.
- El modelo es lo suficientemente específico como para permitir estimar los costes, incluidos los de inversión y explotación, lo que acelera el ciclo de diseño y permite el análisis de escenarios alternativos.
- Admite sistemas de implementaciones de centros de datos ampliables y modulares, lo que redundará en una importante reducción del coste total de propiedad y mejora la eficiencia eléctrica.

A continuación se describen algunas aplicaciones prácticas del método de especificación de densidad descrito:

- Comparación del coste total de propiedad asociado a emplazamientos de salas o sitios de centros de datos alternativos.
- Estimación de los costes asociados a la densidad cada vez mayor de los centros de datos existentes o futuros.
- Especificación que establece las expectativas de densidad de forma clara y comprensible, lo que facilita a los usuarios de TI, operadores de centros de datos y proveedores de sistemas de centros de datos la tarea de establecer las mismas expectativas.

La implementación de este método de especificación de densidad en herramientas de diseño de centros de datos asistido por ordenador puede facilitar y automatizar el proceso de diseño y especificación.

Ejemplo de especificación de un centro de datos

A continuación se ofrece un ejemplo que muestra cómo puede usarse el modelo para la especificación de un centro de datos real. En este caso, se muestra el caso de una sala que se utilizará para un proyecto de consolidación de servidores. Todos los sistemas de refrigeración, distribución de alimentación y SAI deben estar situados en la sala y no existen

en la actualidad. Debido a la altura de la sala, no es posible ni factible la opción del falso suelo. Es necesario implementar una mezcla de equipamiento de red que incluye, servidores blade, servidores montados en rack, sistemas de almacenamiento y equipos de red. Los servidores blade deben situarse juntos. El requisito actual estima una ocupación de solo la mitad de la superficie de la sala. El resto de la superficie deberá reservarse para una densidad de implementación un 20 % mayor que la actual, con capacidad para al menos 3 racks de futuros servidores blade con un consumo de potencia estimado de 25 kW por rack. Los requisitos de disponibilidad establecen la necesidad de utilizar sistemas de alimentación y refrigeración no redundantes.

En la **Imagen 3** se muestra un esquema de la sala, junto con una proposición de diseño de rack que contempla un total de 41 emplazamientos de racks en la sala. Se implementarán las filas 1, 2 y 3 de manera inminente, mientras que las filas 4, 5, 6 y 7 se implementarán más adelante. La revisión de la implementación planificada contempla la utilización de equipamiento de alimentación similar en las filas para reducir la relación entre el valor pico y promedio de las filas y sitúa los servidores blade juntos en la fila 2. En la **tabla 5** se especifican las filas 1, 2 y 3.

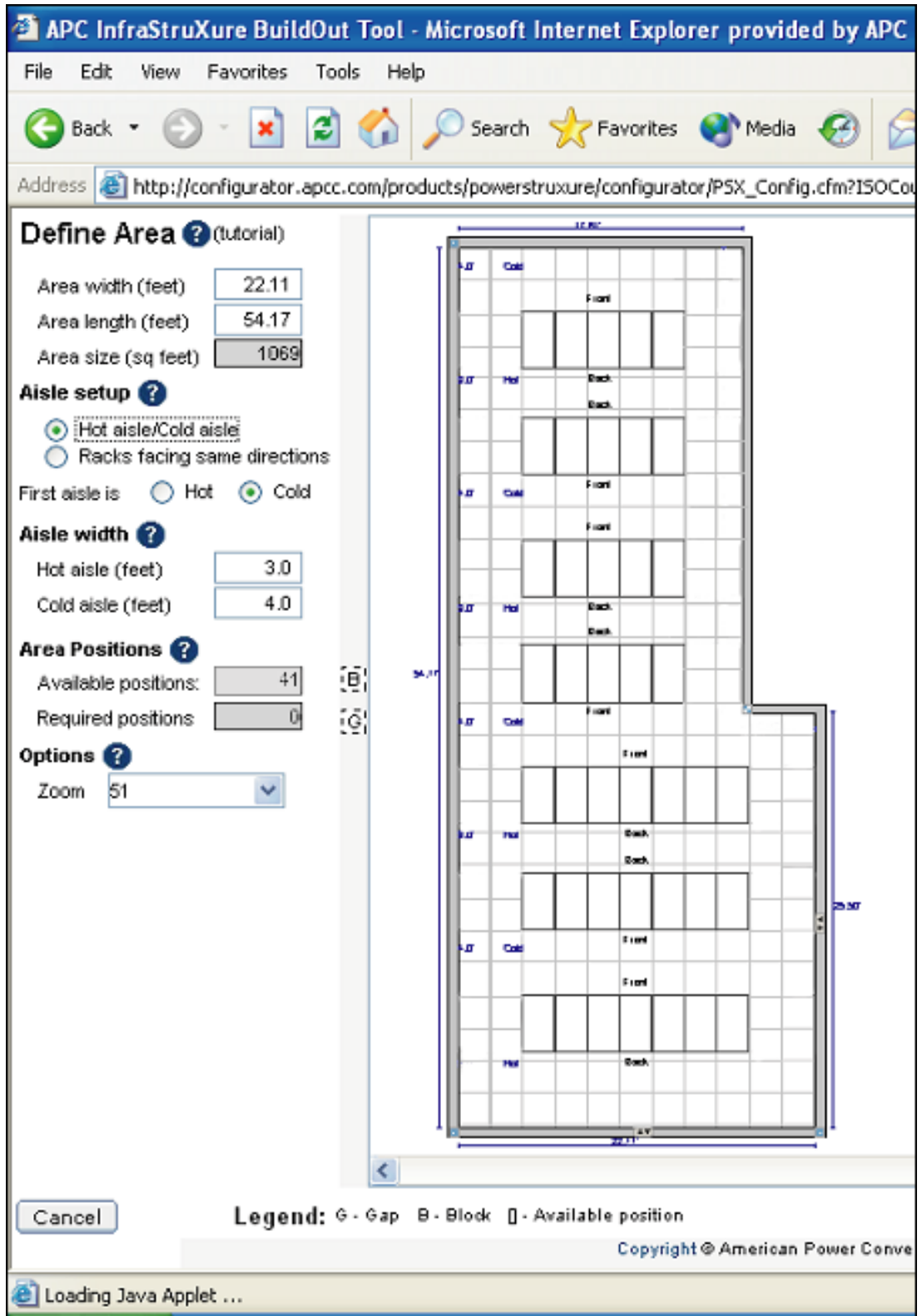


Imagen 3

Distribución en planta del centro de datos con la distribución propuesta de racks (imagen tomada de la herramienta InfraStruXure Build-Out Tool)

Tabla 5

Datos de densidad de fila para el centro de datos propuesto

Datos	Unidades	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4	Fila 5	Fila 6	Fila 7	General
Número de emplazamientos de racks	#	7	7	7	5	5	5	5	41
Promedio de rack por fila	kW/rack	2	5	3	4	4	4	4	3.7
Pico de rack por fila	kW/rack	4	15	6	15	15	15	15	15

A partir de esta información, es posible calcular la densidad media de la primera implementación en $(2 \cdot 7 + 5 \cdot 7 + 3 \cdot 7) / 21 = 3,3$ kW por rack. Si las filas adicionales tienen una densidad planificada un 20 % mayor (sin especificar los detalles de las filas), el promedio de densidad del centro de datos general será igual a $(2 \cdot 7 + 5 \cdot 7 + 3 \cdot 7 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 5) / 41 = 3,7$ kW por rack. El hecho de establecer las filas futuras con un valor de pico de densidad de 15 kW aporta una importante flexibilidad de cara a futuros cambios de diseño en dichas filas. La **tabla 5** muestra estas especificaciones futuras para las filas 4, 5, 6 y 7. La única consecuencia de establecer un valor de pico elevado para las filas futuras es que el dimensionamiento de los suministros de alimentación y refrigeración debe ser conservador.

Según la **Imagen 1**, la primera estimación del espacio consumido por el equipo de refrigeración y de alimentación será del 30 % con un promedio de densidad de rack de 3,7 kW, lo que equivale a 13 racks (30 % x 41 racks). A partir de este dato, es posible estimar que el número final de racks de TI disponibles, en función de la especificación de densidad, será del 70 % o de 28 racks. Por lo tanto, la especificación de densidad de nuestro proyecto de consolidación de servidores constará de los valores de la **tabla 5** junto con los valores calculados de la **tabla 6**.

Tabla 6

Cálculo de datos de la sala para el centro de datos propuesto

Datos	Valor	Unidades	
Racks de TI totales disponibles	28	#	Parte del espacio del centro de datos se destina al equipamiento de alimentación y refrigeración.
Requisitos de potencia de TI iniciales	47	kW	La instalación inicial del equipo de alimentación y refrigeración debe admitir cargas de TI de al menos 47 kW. En virtud de los datos de la Imagen 1 , según la densidad de la fila 1, 2 y 3, el número de espacios de racks de TI disponibles es de 6, 4 y 5 respectivamente (6 x 2 kW/rack + 4 x 5 kW/rack + 5 x 3 kW/rack = 47 kW)
Requisitos de potencia de TI finales	104	kW	La capacidad restante del equipo de alimentación y refrigeración se reserva hasta que se determine el número de filas restantes; sin embargo, la infraestructura principal clave, que incluye los conmutadores, el cableado y los conductos de refrigeración, debe dimensionarse para soportar una carga de TI final de 104kW (28 racks de TI x 3,7 kW/rack = 104 kW)
Densidad de potencia máxima	15	kW/rack	La refrigeración con una densidad tan elevada restringe el abanico de opciones disponibles e incrementa los costes. Antes de comprometer el diseño con esta densidad, deben ampliarse estos valores de pico de carga.
Promedio de densidad de potencia del centro de datos	3.7	kW/rack	La especificación de este centro de datos establece una densidad que supera el doble de la densidad del centro de datos existente. En la actualidad, menos del 2 % de los centros de datos es capaz de lograr esta densidad.

El diseño debe crearse desde este punto de partida. El siguiente paso sería establecer los emplazamientos reales del equipo de alimentación y refrigeración en función de la naturaleza del equipo y del diseño del sistema. Este proceso se basa en complejos modelos matemáticos del equipamiento específico junto con reglas de optimización y preferencias del cliente. Este proceso es único para cada proveedor de equipos de alimentación y refrigeración y no se abordará en el presente documento técnico. Lo ideal sería que el diseño solo contemplase el equipamiento de alimentación y refrigeración necesario para la implementación inicial, aunque sin dejar de anticipar y facilitar la instalación del equipamiento de alimentación y refrigeración necesario para satisfacer las necesidades de futuros planes de desarrollo. Una buena práctica puede ser por ejemplo, la preinstalación, durante la primera etapa de implementación, del cableado de alimentación y los conductos de refrigeración principales necesarios para futuros racks. Es necesario tener en cuenta que pese a que se hayan especificado los valores de pico y promedio de densidad de rack, dichas cifras pueden variar antes de la implementación posterior siempre que la energía total del área no supere el valor planificado.

Conclusión

Los métodos convencionales con los que se describe la densidad de los centros de datos son incompletos, ambiguos y están obsoletos. Dichos métodos no permiten realizar planificaciones que sirvan para garantizar el rendimiento de alimentación y refrigeración del centro de datos ante la elevada densidad de potencia que caracteriza a las últimas generaciones de equipos de TI.

Este documento destaca los requisitos que deben tenerse en cuenta para la especificación de la densidad y muestra un nuevo método de especificación de la densidad. Dicho método, proporciona unas directrices que establecen requisitos que deben tener en cuenta el personal de TI y los diseñadores de instalaciones. Asimismo, facilita la creación de centros de datos predecibles, rentables y eficientes desde el punto de vista energético.

Acerca del autor

Neil Rasmussen es Vicepresidente sénior de innovación de Schneider Electric. Es responsable de establecer la dirección tecnológica del mayor presupuesto mundial de I+D dedicado a las infraestructuras de alimentación, refrigeración y racks para redes críticas.

Neil tiene 19 patentes relacionadas con la infraestructura de refrigeración y el suministro eléctrico a centros de datos de alta eficiencia y densidad, y ha publicado más de 50 documentos técnicos relacionados con los sistemas de alimentación y refrigeración, muchos de ellos publicados en más de 10 idiomas, los más recientes con un enfoque en la mejora de la eficiencia energética. Es un conferenciante reconocido internacionalmente en el tema de centros de datos de alta eficiencia. Neil trabaja actualmente para desarrollar la ciencia de soluciones escalables para la infraestructura de los centros de datos de alta eficiencia y alta densidad y es el principal diseñador del sistema InfraStruXure de APC.

Antes de fundar APC en 1981, Neil recibió del MIT tanto su licenciatura como su máster en ingeniería eléctrica, donde realizó su tesis sobre el análisis de un suministro eléctrico de 200 Mw a un reactor de fusión Tokamak. Desde 1979 hasta 1981 trabajó en los MIT Lincoln Laboratories en sistemas de almacenamiento por volante de inercia y sistemas solares de alimentación eléctrica.



Recursos

Presione en el icono para dirigirse al recurso



Estrategias de refrigeración para servidores Blade y en racks de alta densidad

White Paper 46



Opciones de potencia de racks para sistemas de alta densidad

White Paper 29



Examinar todos los documentos técnicos

whitepapers.apc.com



Examinar todas las herramientas TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contacte con nosotros.

Si tiene algún comentario o sugerencia sobre el contenido de este White paper:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Si es cliente y tiene dudas específicas sobre su proyecto de centro de datos:

Póngase en contacto con su representante de **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm

Apéndice

Determinación de la fracción neta de espacio de rack del centro de datos asignada al equipamiento de alimentación y refrigeración

El gráfico de la **Imagen 1** se obtiene al establecer un equilibrio entre la potencia de carga y la capacidad del equipamiento de alimentación/refrigeración, donde

PI = Potencia del equipo de TI

PN = Capacidad del equipamiento de alimentación y refrigeración

DI = Densidad del equipo de TI, en kW/emplazamiento de rack

DN = Densidad del equipamiento de alimentación/refrigeración, en kW/emplazamiento de rack

RN = N.º de emplazamientos de rack utilizados por el equipamiento de alimentación y refrigeración

RI = N.º de emplazamientos de rack utilizados por el equipo de TI

RT = N.º de emplazamientos totales del área

$$P_N = P_I$$

$$R_N D_N = R_I D_I$$

$$R_N = \frac{R_I D_I}{D_N}$$

Sin embargo, $R_N = R_T - R_I$

Por lo tanto, $R_T - R_I = \frac{R_I D_I}{D_N}$ $R_T = R_I \left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)$

$$\frac{R_I}{R_T} = \frac{1}{\left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)}$$

Con esta fórmula final se obtiene la función que se muestra en la **Imagen 1**. Los valores de DN dependen de las características del equipamiento de alimentación y refrigeración utilizado, además de la configuración de redundancia.