



- *Juan Carlos Pichel*
 - Enxeñería de Computadores
 - Grao en Enxeñería Informática

Tema 2. Centros de Procesamiento de Datos (CPDs)

Centros de procesamiento de datos (CPDs)

- Es una **infraestructura centralizada de computación**. En ella se mantienen en funcionamiento un elevado número de:
 - Servidores
 - Dispositivos de almacenamiento
 - Redes de interconexión
 - Sistemas de suministro eléctrico y climatización
- Los CPDs albergan distintas aplicaciones:
 - Servidores web
 - Servidores de Cloud Computing
 - Clústers de CPUs para supercomputación
 - Servidores de Bases de Datos
 - Aplicaciones de bancos
 - Comercio electrónico
 - ...

Ventajas de implementar un CPD

- Ahorro de espacio físico implementando alta densidad de computación
- Administración centralizada
- Evita duplicación innecesaria de componentes y servicios
- Permite un mayor aprovechamiento de los componentes
- Además se pueden implementar **estrategias y servicios avanzados:**
 - Agregar la potencia de cálculo y/o almacenamiento para aumentar las prestaciones
 - Dar servicio ininterrumpido gracias a la implementación de redundancia

Requisitos de un CPD

- Albergar de forma segura servidores, almacenamiento y equipo de red
- Proporcionar conectividad por red 24x7
- Proporcionar potencia eléctrica a todo el equipo
- Proporcionar un ambiente con temperatura y humedad controladas



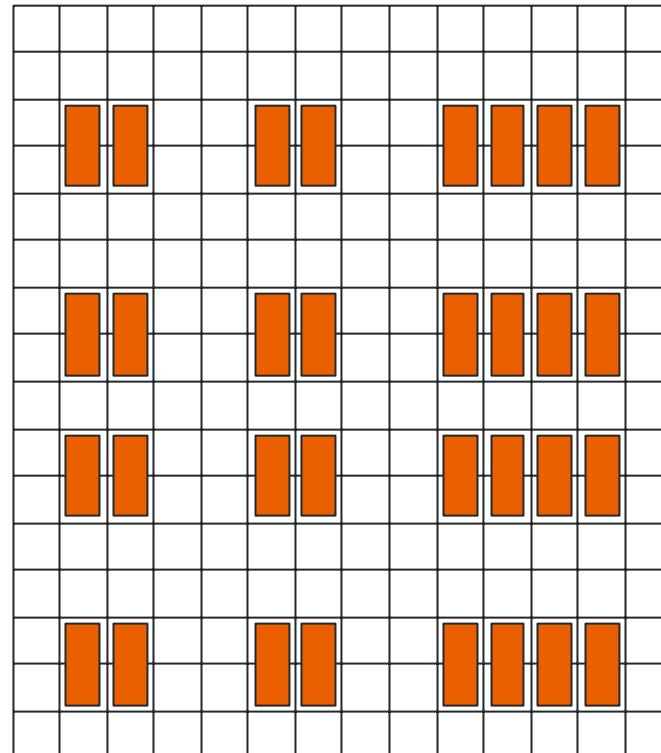
Diseño de un CPD

- CPD de tamaño medio o grande:
 - Infraestructura compleja y cara en su puesta en marcha y en el mantenimiento
- El diseño ha de ser simple, ampliable, modular y flexible
- Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Espacio físico
 - Potencia eléctrica
 - Climatización
 - Infraestructura de red
 - Gestión
 - Seguridad
 - Otros

Espacio físico en un CPD

Espacio = servidores + almacenamiento + equipos de red + HVAC
+ pasillos

Los pasillos, rampas, etc... ocupan casi la mitad del espacio



Suelo elevado

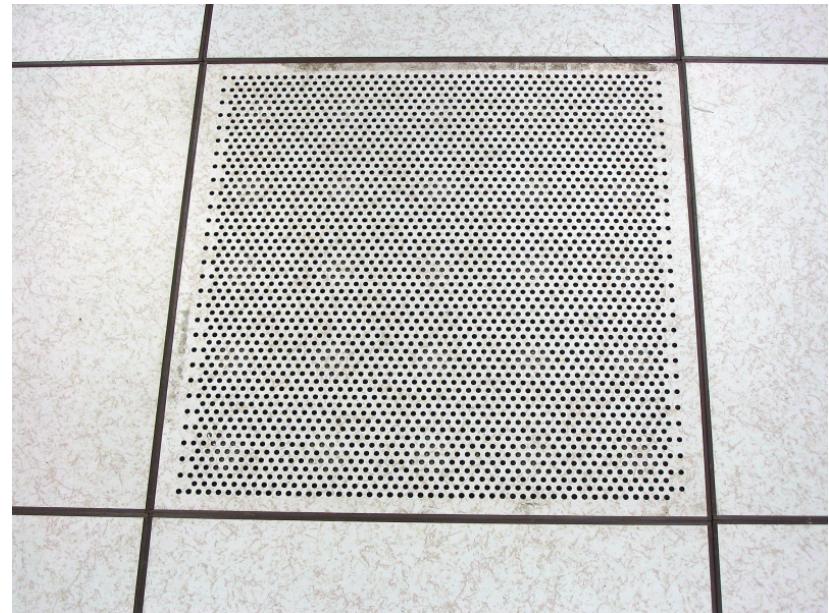
- No todos lo usan
- Levanta unos 60 cm del suelo
 - Restan espacio en vertical
 - Es necesario poner rampas
- Permite pasar:
 - Cables
 - Aire frio
- Debe soportar el peso de los equipos
- Baldosas de aluminio hasta 700 kg



Suelo elevado

El suelo elevado no debe dejar escapar el aire frío

- Salvo por las baldosas perforadas para tal fin



Suelo elevado - Cableado

Los cables pasan al subsuelo por aberturas sin fugas

Puede haber cientos o miles de cables. Se deben utilizar:

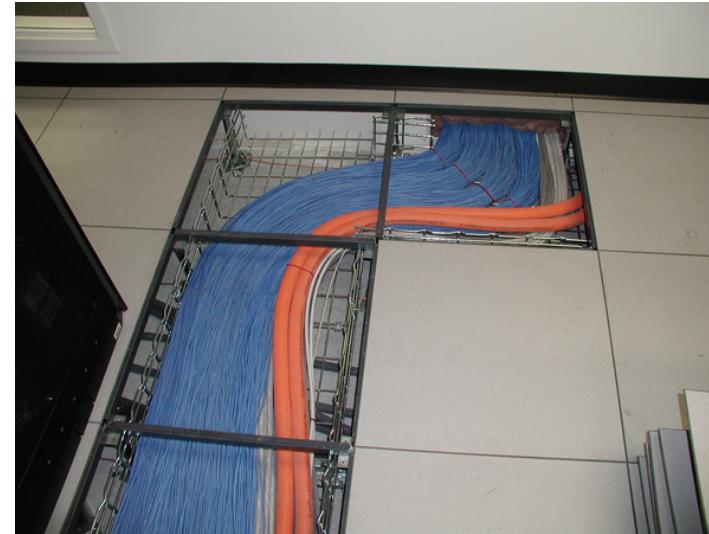
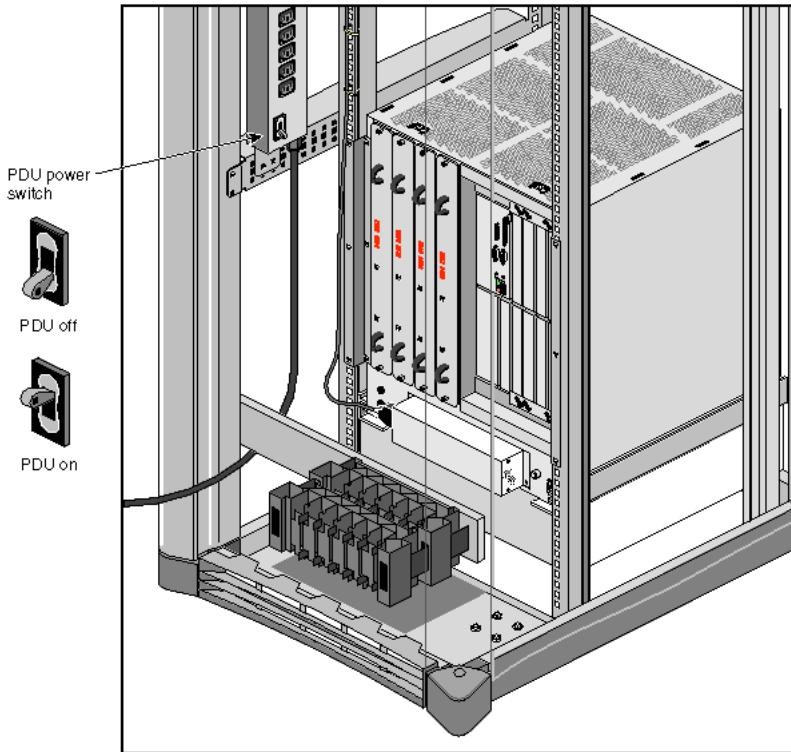
- Códigos de colores
- Etiquetas
- Bridas
- Cestas



Suelo elevado – Cajas de distribución

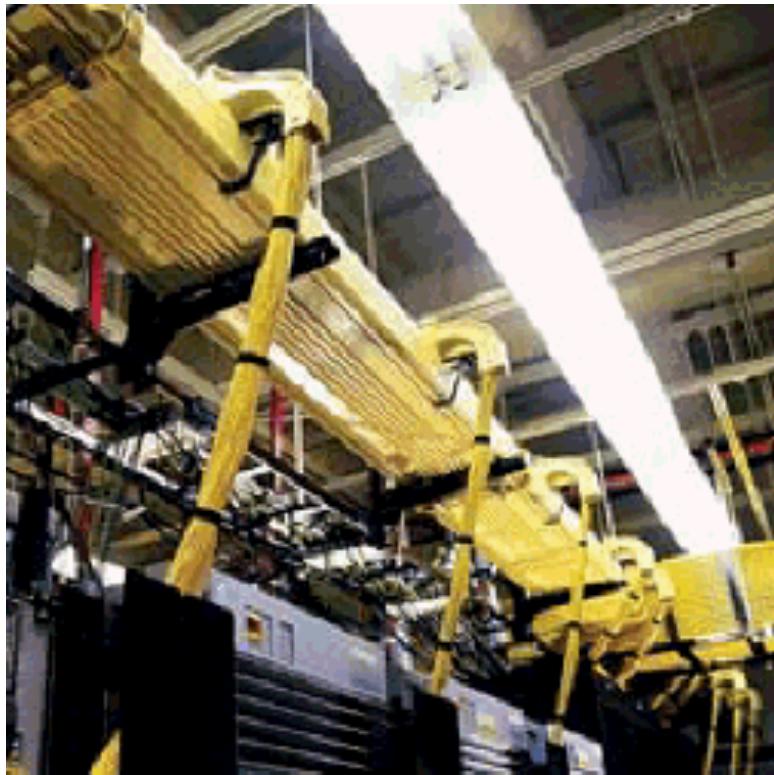
Cajas de distribución en los racks

Fácil acceso a las cajas de distribución, cestas, etc



Sin suelo elevado

En CPDs sin suelo elevado, se pueden utilizar guías y bandejas suspendidas del techo para pasar los cables.



Potencia eléctrica

- Sistema eléctrico de un CPD:
 - Proveer de suficiente potencia al CPD
 - Ser redundante
 - Cumplir las normativas de seguridad
- Debe **proveer más de lo que realmente se va a consumir**, calculado como la suma de:
 - Equipamiento informático
 - Sistema de HVAC (70% del anterior)
 - Iluminación, sistemas de control y extinción, etc
- Los cables debe soportar toda la potencia, aunque los limitadores debería saltar a un 90% del total.

Cifras de consumo típicas

- Laboratorio ó CPD pequeño: 1 a 12 KW
- CPD de tamaño medio: 12 a 200 KW
- Gran CPD: 200 a 10,000 KW
- Súper CPD: más de 10 MW



Central As Pontes: 1.400 MW



Encoro Santa Uxía (Ézaro): 10 MW

Cifras de consumo típicas

- El coste de sustituir el cableado es enorme.
- Se deben instalar cables de alta calidad desde el primer momento que sean capaces de soportar el amperaje que pueda ser necesario en un futuro próximo.
- Los cortes de corriente son un problema:
 - Tener más de un proveedor
 - Pactar indemnizaciones
- Se debe tener siempre un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) potente y un generador

SAI

- Los SAI deben ser capaces de dar potencia durante la transición hasta que entre en funcionamiento un generador (de 15 seg. a 1 minuto).
- Potente, debe proveer electricidad:
 - Para absolutamente todos los elementos
 - Hasta un 50% más para el momento de arrancar
- Sería deseable:
 - Que fuese redundante
 - Que elimine totalmente las deficiencias en la corriente (picos de corriente, *brown-out*)
- Las baterías son caras y necesitan mantenimiento



Generadores

- Motores diésel o turbinas de gas
- Son **caros** (un corte de corriente anual de 20 minutos no justifica el gasto)
- Gestionar el suministro de combustible
- Consideraciones medioambientales



Fases de corriente

Al CPD llegará corriente trifásica

- La requerirán los equipos de gran consumo
- Para los restantes se convierte a una sola fase

Hay que implementar una instalación con cables, limitadores, distribuidores y tomas de corriente para 1 y 3 fases.

Es necesario planificar las tomas y cables con vista al futuro



1 fase



3 fases

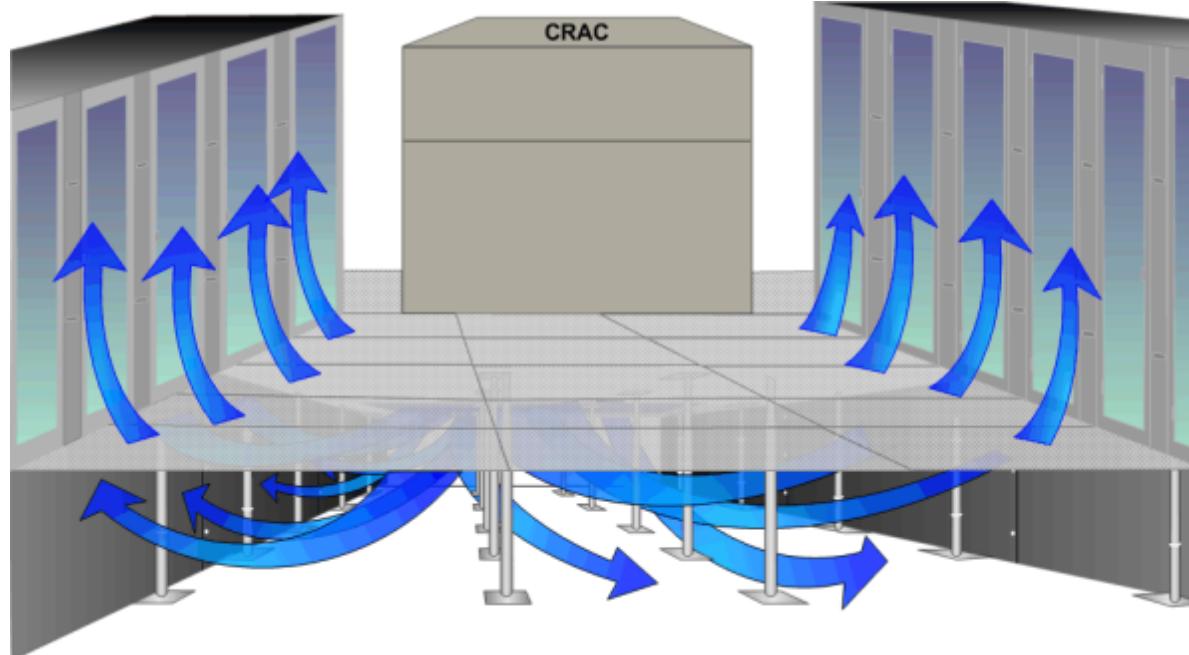
Electricidad estática

- Evitar materiales que generen carga electrostática
- Utilizar esterillas anti-estáticas en todos los accesos
- Baldosas con toma de tierra
- Los trabajadores deben descargarse antes de tocar los equipos



HVAC – Heating, Ventilation & Air Conditioning

- Mantener la temperatura entre 21 y 23 grados (10 - 32)
- Mantener la humedad entre 45% y 50% (25% - 75%)
- La fiabilidad se reduce un 50% por cada aumento de 10 grados sobre los 21 grados



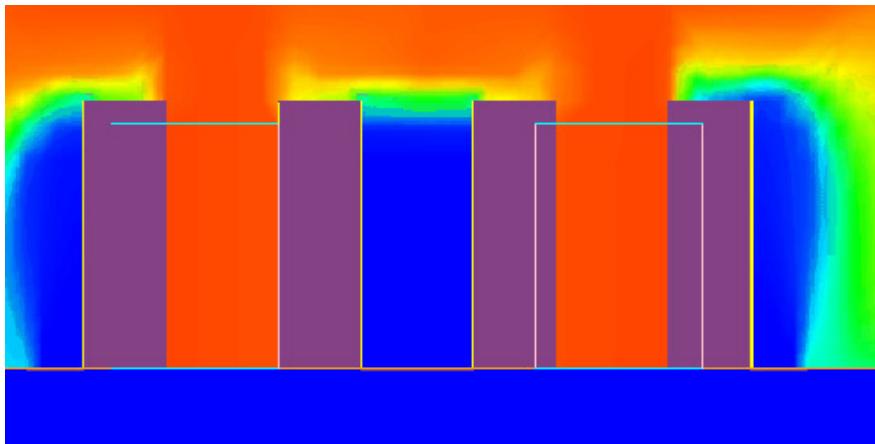
HVAC

- Instalaciones caras
- *British Thermal Units* (BTUs) por hora
 - Potentes y redundantes
 - 1 W equivale a 3.41214 BTU/h, mientras que 1 BTU = 1055 Julios
- El exceso de humedad corroe los equipos
- El aire seco aumenta la electricidad estática

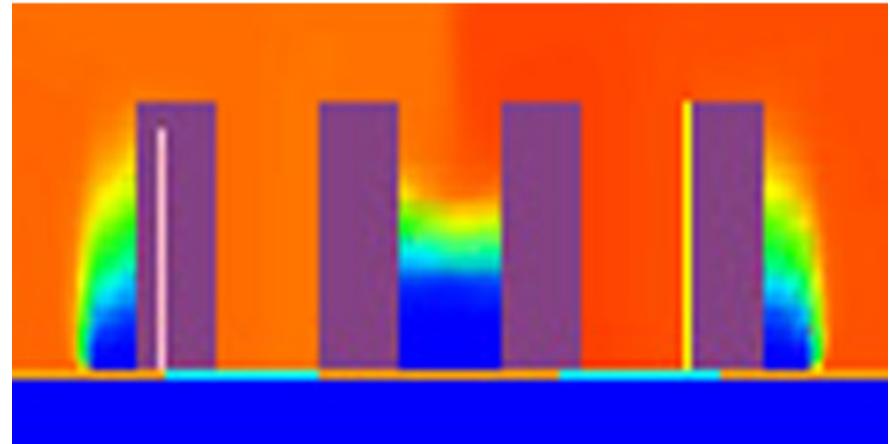


HVAC

- Los racks reciben aire frío por delante
- Expulsan aire caliente por detrás
- Si el aire surge de abajo los servidores en la parte superior recibirán aire parcialmente caliente



Disipando 3 KW por rack



Disipando 10 KW por rack

Necesidades crecientes del HVAC

- Los equipos informáticos generan muchísimo calor
- Los Blades concentran la producción de calor
- En climas cálidos y/o húmedos aumenta la carga del HVAC
- Cambios en el CPD implican cambios en el HVAC
- En un CPD todo el aire se debe renovar cada minuto
 - En comparación, en una oficina es suficiente con renovar cada media hora
- La humedad causa problemas de corrosión
- El aire seco causa problemas con la electricidad estática
- Puede haber imprevistos que debe asumir el HVAC
 - Puertas abiertas
 - Parte del suelo levantado por mantenimiento
 - Partes del HVAC puede fallar momentáneamente

Eficiencia energética en HVAC

- El HVAC puede consumir entre un 40% y un 60% de la electricidad del CPD
- Los HVAC pueden utilizar agua para refrigerar el aire y, en climas secos, también se añade humedad al aire antes de injectarlo en el CPD.
- Muchos grandes CPD modernos se construyen en regiones frías o con acceso a grandes cantidades de agua corriente con el fin de reducir los costes de refrigeración:
 - Project Natick – Microsoft ([Video](#))
- Los sistemas de aire seco funcionan deshumidificando el aire entrante y son, por ello, adecuados para climas húmedos. El sistema utiliza agentes químicos y es bastante complejo. Tiene la ventaja de limpiar el aire de contaminantes y bacterias al mismo tiempo que lo seca.

Eficiencia energética en HVAC

Las dos magnitudes más extendidas para medir la eficiencia energética del CPD son las siguientes:

- Power Usage Effectiveness (PUE). Fue creado por los miembros de la asociación *Green Grid*. Consiste en dividir la potencia total suministrada al CPD entre la potencia que consume el equipamiento IT. La máxima eficiencia es 1.
- Data Center Infrastructure Efficiency (DCIE) es el recíproco del PUE y se expresa como un porcentaje, que mejora a medida que se acerca al 100%.
- Asociada a la eficiencia energética está la **huella de carbono**: cantidad de gases de efecto invernadero generada por el CPD
- El uso de CPDs supone un consumo del **1% de la energía** a nivel mundial y las TIC suponen ya el **2% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero** a la atmósfera

Circulación del aire en el CPD

Flujo habitual:

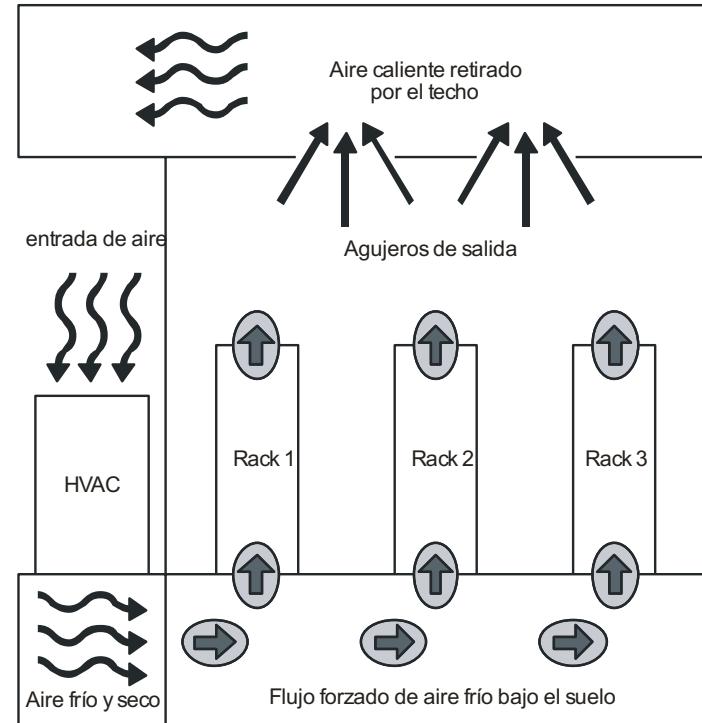
- Introducir aire frío por el subsuelo
- Sacar el aire caliente por el techo
- Circulación natural del aire caliente

En ausencia de suelo elevado:

- Introducir aire frío también desde el techo
- Se mezclan los flujos de aire
- Es **menos eficiente**

Colocación de los racks en el CPD:

- Guiada por las necesidades de ventilación
- Cada rack necesita una cierta “área” de aire frío
- Si ese espacio es ocupado por otro equipo entonces no logrará mantener la temperatura adecuada



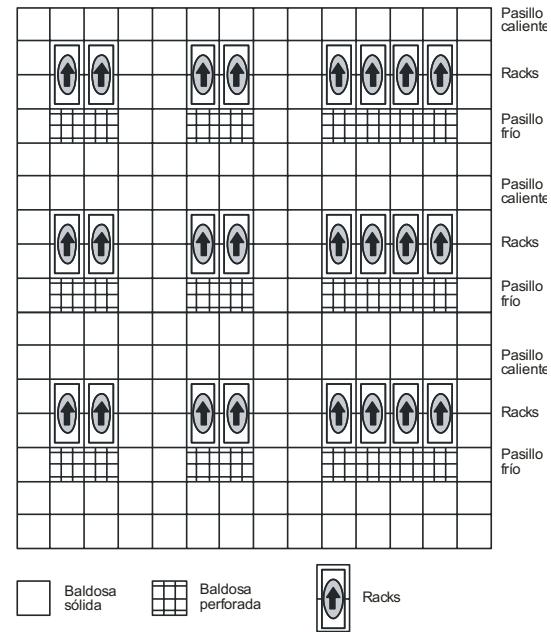
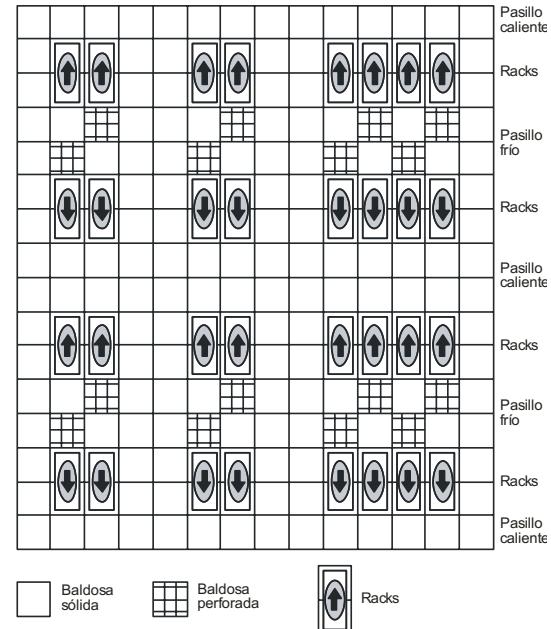
Estrategias de enfriamiento de racks

Enfriar de abajo hacia arriba

- Es la más eficiente
- Malo para los servidores en lo alto del rack
 - Dotarlos de mejores ventiladores
- Sin suelo elevado sucede lo contrario

2 estrategias en la colocación:

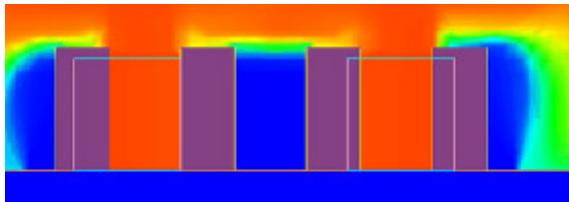
- Pasillos fríos y calientes separados
- Pasillos fríos y calientes mezclados



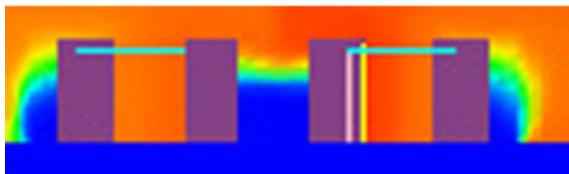
Buenas prácticas con el HVAC

- Separar pasillos fríos y calientes
- Nivel adecuado de perforación de las baldosas
- Equipos que generan más calor -> partes bajas de los racks
- Equipos que generan menos calor -> parte alta
- Los racks más calientes en el centro de la fila
- Dirigir el flujo de aire hacia arriba
- Completar el sistema con ventiladores si es necesario
- Mantener los cables perfectamente ordenados
- **Llenar espacios vacíos** en los racks con **dummies**
- No poner todos los equipos problemáticos juntos

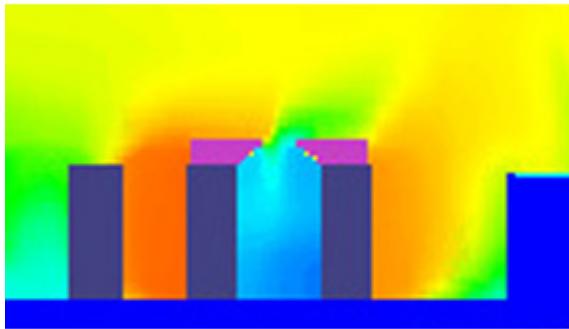
Distribución de la temperatura



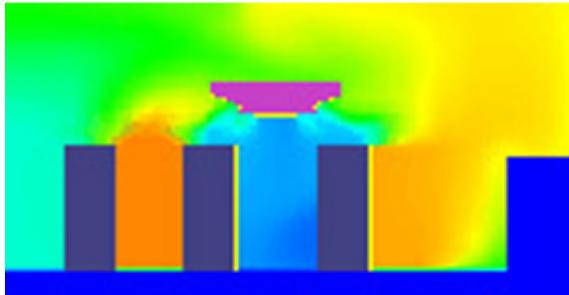
3 KW por rack



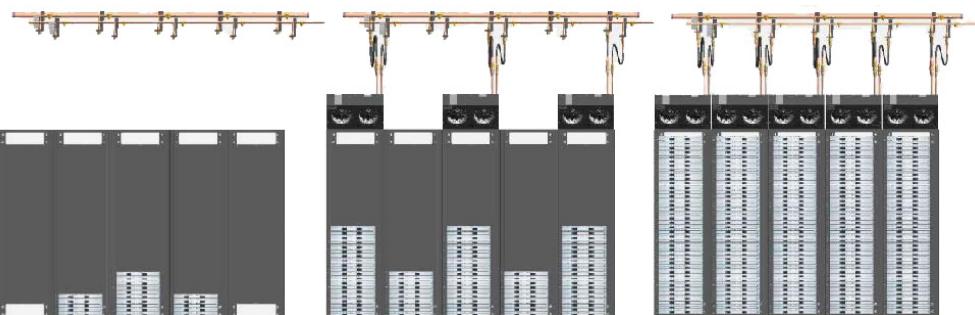
10 KW por rack



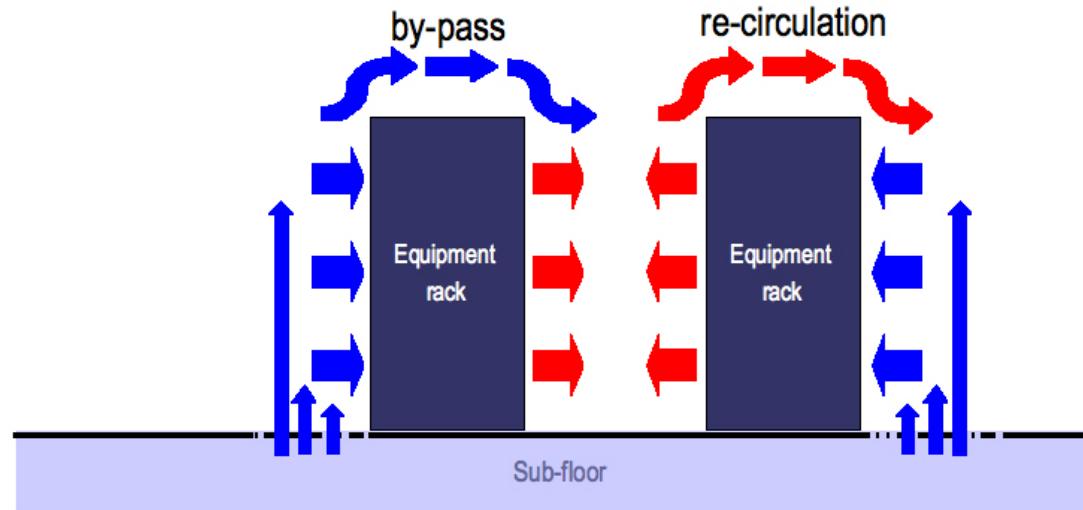
Aire acondicionado
adicional sobre el rack



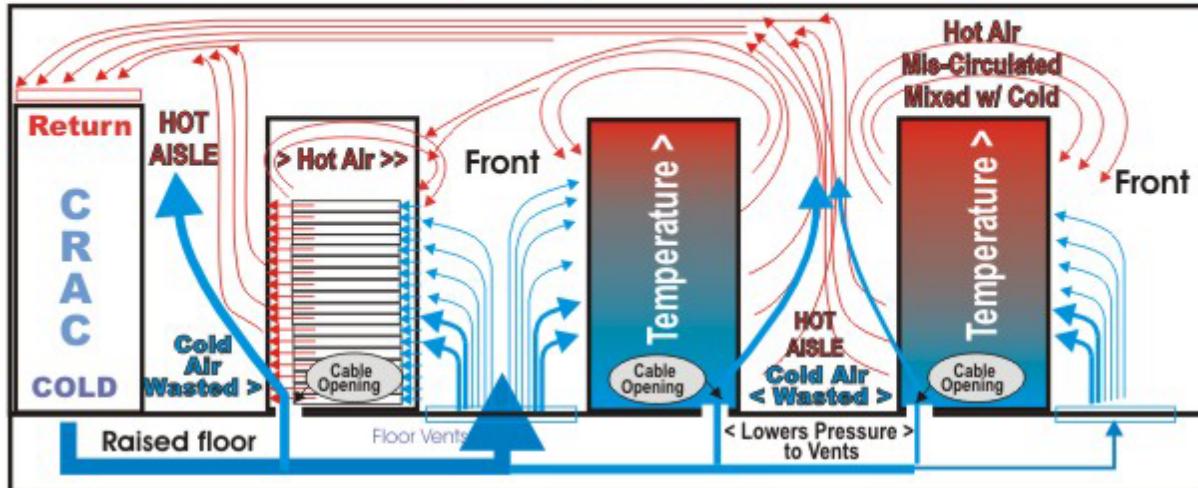
Aire acondicionado
adicional desde el techo



Más sobre el flujo del aire

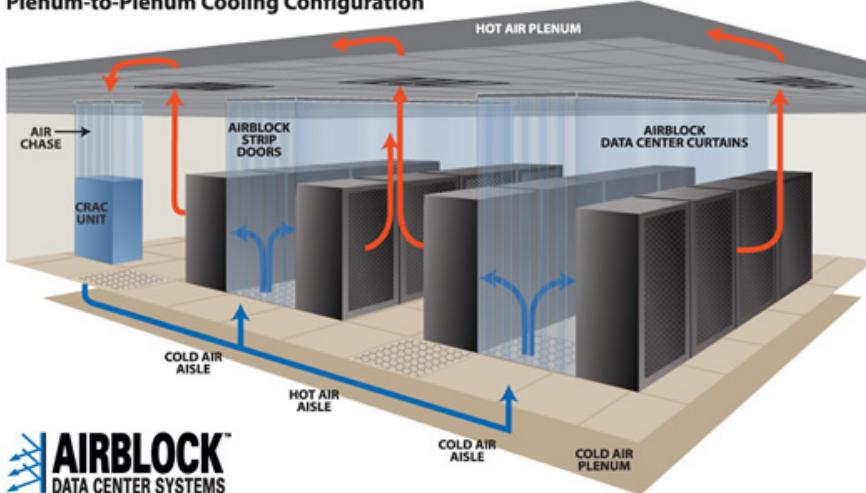


Raised Floor Airflow Extraneous Floor Openings Impact Cooling Efficiency

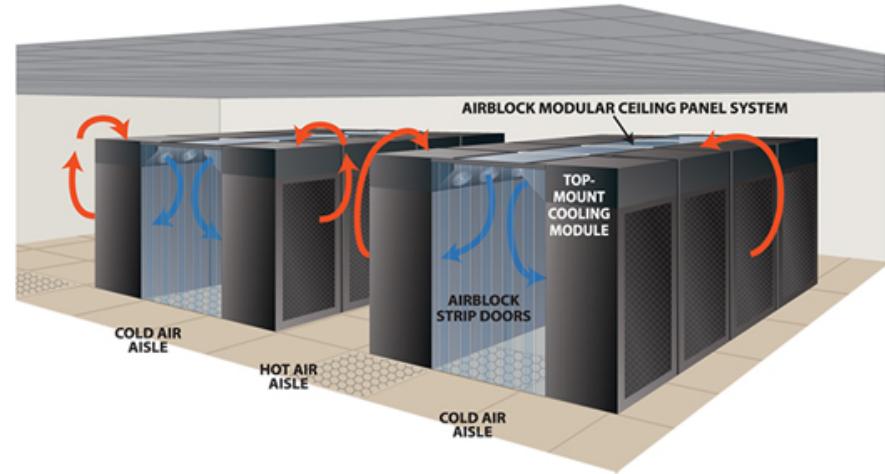


Más sobre el flujo del aire

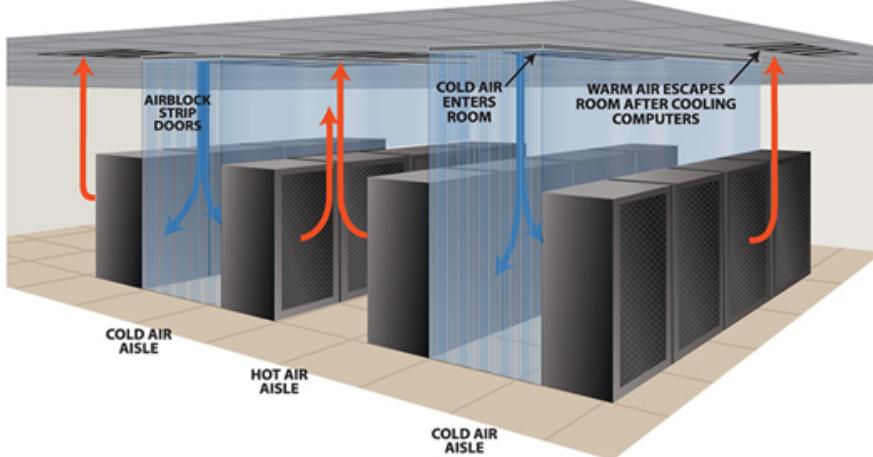
Plenum-to-Plenum Cooling Configuration



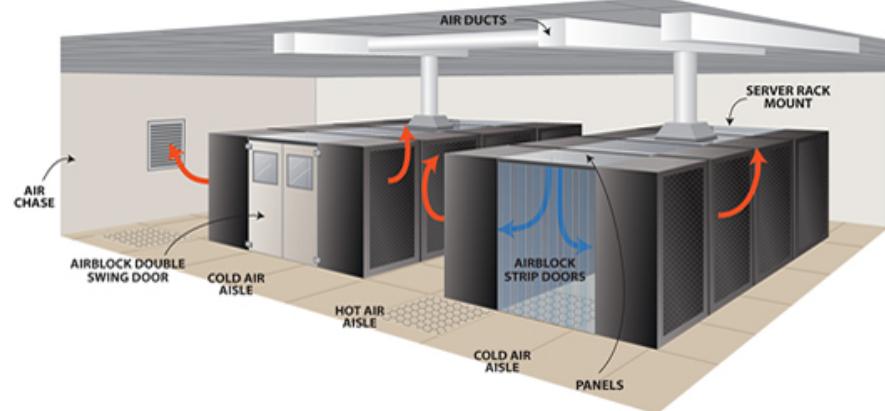
Top-Mount Cooling Configuration



T-Bar Ceiling Supply Return System



Deck-to-Deck Ducted Air Configuration



Más sobre HVAC

Si el aire no es efectivo: utilizar agua o refrigerante

- Coste añadido y riesgo de fugas

No todos los equipos generan mucho calor

- Separar estos últimos en una zona de alta densidad
Refrigerar con un HVAC potente
- Utilizar HVAC normal para los restantes

La conversión AC-DC genera calor

- Sacar los conversores fuera del CPD y alimentar directamente con DC
- No es todavía una opción muy popular

Desafiar las especificaciones de los fabricantes

- Lo están haciendo Google y Microsoft entre otros
 - Riesgo de anular la garantía
- Dejar subir la temperatura hasta los 30 grados
- Dejar subir la humedad ambiente
- Se consigue ahorrar mucha energía en el HVAC

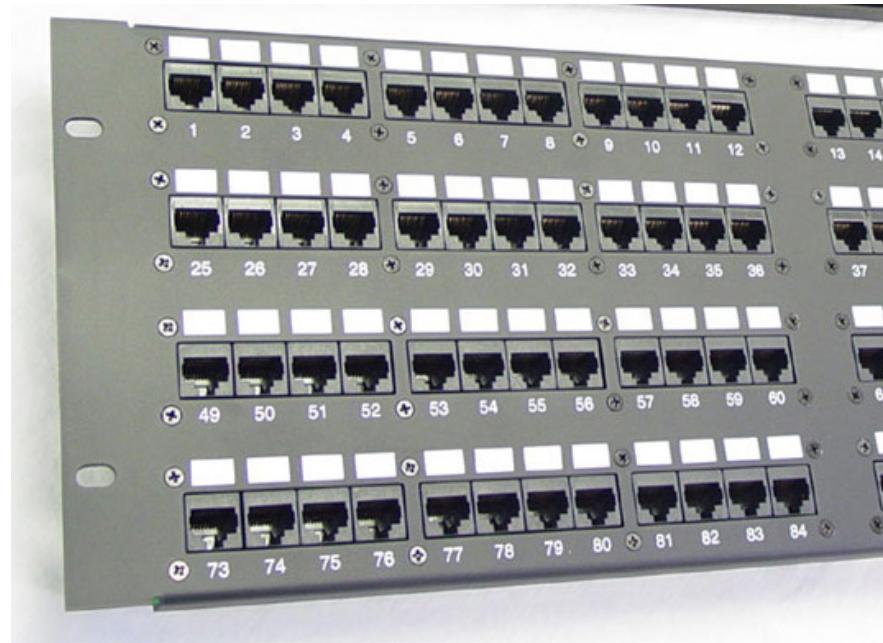
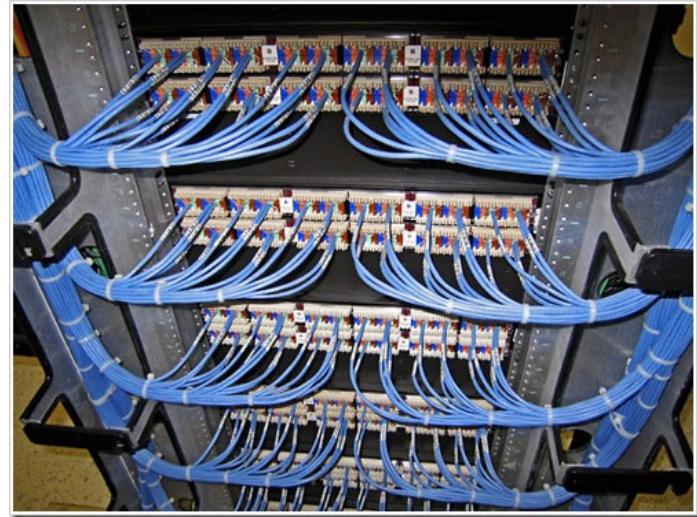
Infraestructura de red en un CPD

- **Infraestructura muy compleja:**
 - Existen varias redes: LAN, de almacenamiento, de administración, ...
 - Es deseable que sean redundantes
- **Ejemplo sencillo:**
 - 50 servidores
 - Conectado cada uno a 2 dispositivos de almacenamiento
 - Con cables redundantes suponen $50 \times 2 \times 2 = 400$ cables.
 - Cada dispositivo está también conectado a la red de administración
 - 100 cables más
 - Servidores conectados a la rede de administración
 - 50 cables
 - Conexión redundante de los servidores a la red de datos
 - 100 cables
 - En total **450 cables para 50 servidores**
 - Los de almacenamiento pueden ser de fibra óptica.

Patch Panels

El sistema de cableado ha de ser modular

- En sistemas sencillos se llevan directamente los cables al switch
- Cuando se complica se usa un **Patch Panel**
 - [Video 1](#)
 - [Video 2](#)
 - [Video 2](#) (cablear RJ45)



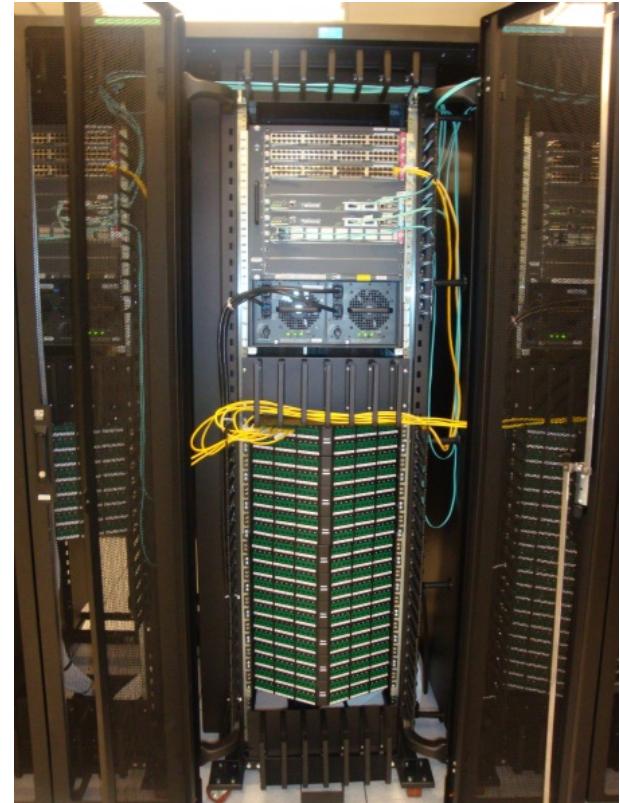
Puntos de distribución

Punto de distribución (POD)

- Rack que contiene:
 - Switches
 - Patch Panels
 - Network Terminal Servers
- Los POD permiten agrupar los equipos y los cables necesarios para dar servicio a un grupo de racks de forma cómoda

Ejemplo sencillo:

- CPD con 1000 racks
 - Dividido en 50 grupos de 20 racks
 - Cada grupo tiene un POD
- Si se añade un rack o un servidor nuevo, sólo hace falta llevar el cable hasta su POD



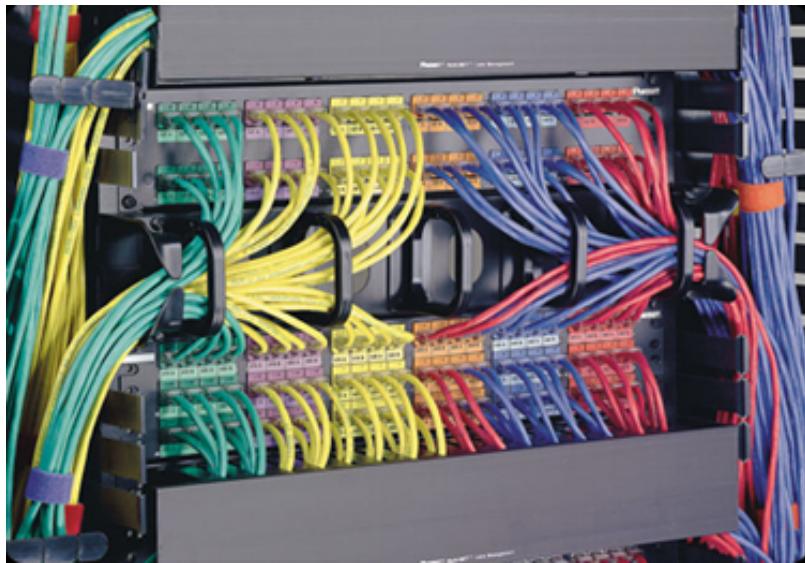
Componentes de un POD

- **Patch Panels**
 - Se deben etiquetar y testar todos los cables
 - Así se identificarán en la habitación de los switches
- **Network Terminal Servers**
 - En cada servidor hay un puerto de consola
 - Puerto serie o conexión por red
 - De él se puede llevar un cable hasta un NTS
 - Tiene tantos sockets como servidores controla
 - Desde el NTS se accede por consola a cualquier servidor
- **Sub-switches de red**
 - Permiten conectar los servidores a ciertas redes
 - Administración, back-up, etc
 - Es cómodo ponerlos en el POD
 - Desde ahí se conectarán a su vez con el switch maestro a través de una conexión de mayor ancho de banda

Consideraciones sobre la red

- Tener más de 1 ISP fiable
- Comprobar la compatibilidad de los equipos
- Implementar redundancia (y hacerlo bien)
 - Ejemplo: 3 conexiones T1 (1.5 mbs) y una T3 (45mbps) no ofrece redundancia porque si falla la T3 se pierde más del 90% de la capacidad
- Considerar el ancho de banda entrante y saliente
 - No vale la pena prever necesidades futuras
 - Los precios bajan continuamente, es más barato ampliar con el tiempo
- Utilizar conexiones baratas siempre que sea posible
 - Cat5 de cobre
 - O Fibra óptica multi-modo
- Para conexiones de WAN, red de almacenamiento y servidores con gran demanda de red es posible utilizar fibra unimodal

Buena gestión del cableado



Buena gestión del cableado

- Etiquetar todos los cables en ambos extremos
 - Elegir un código alfanumérico fácil de manejar.
- Usar códigos de colores en los cables
- Tener ordenados los cables
 - Usar briduras para agrupar cables similares
 - Utilizar bandejas para que no cuelguen
 - Evitar cables demasiado largos de lo que sobran varios cms
 - No retorcer ni curvar excesivamente los cables
- Verificar todos los cables
 - Utilizar herramientas adecuadas para colocar los conectores
 - Verificar todo con un tester
- Proporcionar acceso seguro al NTS
 - Si se accede por red, entonces debe ser una red interna no accesible desde fuera ni desde la DMZ

Fuego

- **No es posible utilizar agua** con seguridad
 - Provoca cortocircuitos en los equipos
 - Puede conducir la electricidad hacia las personas u otros equipos
- Si se usan **aspersores**:
 - No se pueden pasar cables ni otros elementos a menos de medio metro de cada aspersor para no reducir mucho su eficacia
- En **pequeñas instalaciones** se pueden utilizar **extintores**
- En **grandes y medianas instalaciones**:
 - Aspersores con productos químicos sin agua
 - CO₂, reductores de temperatura, desplazadores del oxígeno e inhibidores de fuego
 - Paredes y puertas a prueba de fuego

Extintores

Extintores de CO₂

- No dejan residuos
- Riesgo de choque térmico
- Desplaza el oxígeno



Extintores de polvo

- Efectivos contra el fuego y dificultan que se reactive
- Deja residuos dañinos



Extintores tipo Halotron I y FE-36

- No dejan residuos
- No conducen la electricidad
- No provocan choque térmico
- Son caros

Gestión y monitorización de un CPD

Se realiza a través de la red en el Centro de Operaciones

- Gestión centralizada
- Software que monitoriza:
 - Servidores, almacenamiento, routers, SAIs, HVAC, etc.
- Sólo en instalaciones medianas o grandes



Se suele utilizar SNMP

- Comprueba el funcionamiento de todos los dispositivos que lo soporten
 - Comprobar nivel de ocupación de los discos
 - Modificar parámetros
 - Recibir notificaciones

El software de gestión recopila información

- Ayuda a tomar decisiones de forma pro-activa, en lugar de esperar a que algo falle

In-Band y Out-of-Band

Para monitorizar se requiere una infraestructura de red, y hay 2 opciones:

- Monitorización In-Band.
 - Utiliza la red LAN existente
- Monitorización Out-of-Band.
 - Se utiliza una red de datos diferente

Seguridad física

Importante:

- Puertas cerradas
- Tarjetas de identificación
- Cámaras, etc.
- Sólo algunos empleados deben tener acceso



Es necesario tener en cuenta que hay 2 tipos de CPDs:

■ ***Co-location data center:***

- Los servidores y su gestión corre a cuenta de los clientes

■ ***Managed hosting data center:***

- La gestión es física y lógica y nadie puede entrar salvo los gestores del CPD.

Localización geográfica

No siempre se puede elegir, pero es deseable considerar una serie de factores:

- A salvo de peligros naturales: terremotos, inundaciones, etc.
- A salvo de desastres accidentales:
 - Fuegos forestales y otros
 - Proximidad a un aeropuerto o línea ferroviaria
 - Cercanía a una estación de telecomunicaciones, carretera o área con tráfico pesado que transmita vibraciones
- Evitar zonas contaminadas (industrias, granjas, etc)
 - Puede afectar al sistema de HVAC
- Zonas con disponibilidad de personal técnico cualificado
- Buscar electricidad barata y fácilmente disponible
- Zonas con buenas conexiones a Internet
- Edificio con espacio suficiente
 - Dentro (área y altura)
 - Fuera (aparcamiento)

Limpieza en el CPD.

- Cada 3 ó 6 meses
 - Personal cualificado
 - Usar materiales autorizados:
 - pH neutro
 - disipador de electricidad estática
 - no soltar pelusas
 - nada de metal
 - aspiradoras con toma de tierra
- Limpiando el subsuelo ó el techo,
 - Extremar el cuidado con los cables
 - No levantar varias baldosas a la vez
 - Se modifica el flujo de aire

Otros elementos

- Iluminación
- Zona de carga y descarga
- Ventanas
- Apiladoras
- Cámaras de seguridad
- Lectores de tarjetas
- ...
- Finalmente, es necesario planificar todos los gastos:
 - Infraestructura
 - Funcionamiento
 - Mantenimiento: limpieza y reparaciones

Tendencias en grandes CPDs: Modular Data Center



[Google Container Data Center \(Video\)](#)

[ZTE Container Data Center \(Video\)](#)

