

CDA. Infraestructura de los centros de datos

Requisitos de diseño y normativas
Elementos y organización física de los centros de datos
Elementos y dispositivos de red

Centros de datos
3º Grado en Ingeniería Informática
ESEI

Septiembre-2018

- 1 **Introducción**
- 2 **Requisitos de diseño y normativas**
 - Estructuración en zonas en TIA-942
 - Niveles de redundancia (Tiers) en TIA-942
- 3 **Elementos y organización física de los CD**
 - Infraestructura complementaria
 - Infraestructura de procesamiento
 - Infraestructura de almacenamiento
 - Seguridad física en CD
- 4 **Elementos y dispositivos de red**
 - Organización lógica
 - Protocolos
 - Cableado
 - Etiquetado

¿Qué es un Centro de Datos?

Según la norma TIA-942 (Estándar de Infraestructura en Telecomunicaciones para Centros de Datos)

data center: *a building or portion of a building whose primary function is to house a computer room and its support areas*

Los Centros de Datos pueden clasificarse como

- Centros de Datos empresariales (privados, *single-tenant*)
 - de propiedad privada (operados por entidades corporativas, institucionales o gubernamentales de carácter privado)
 - dan soporte a transacciones y procesamientos de datos internos
 - soporte y administración por parte de equipos de personal interno
- Centros de Datos de ubicación/alojamiento compartido (*multi-tenant*)
 - son propiedad y están bajo la administración de compañías de telecomunicaciones o de proveedores de servicios
 - ofrecen servicios de tecnología de la información a terceros

Objetivos generales

- facilidad de administración
- flexibilidad y escalabilidad
- eficiencia de red

¿Qué hay en un Centro de Datos? ... depende

Elementos fundamentales

- infraestructura de red/comunicaciones (routers, switches, cableado, ...)
- infraestructura de procesamiento/computación (servidores)
- infraestructura de almacenamiento (SAN, arrays de discos, cintas de back-up,...)

Nota: actualmente tendencia hacia la **virtualización** de estos 3 elementos

Elementos complementarios

- suministro eléctrico (cableado de potencia, SAIs, estabilizadores de tensión, grupos electrógenos, líneas de alimentación externas,...)
- climatización (aire acondicionado, conducciones de aire, ...)
- seguridad física (control de acceso, detección/extinción fuegos, separación en zonas, videovigilancia,...)
- elementos arquitectónicos (suelo técnico, racks, ...)
- monitorización (de red, de recursos computacionales, de seguridad/accesos,)
- ...

1 Introducción

2 Requisitos de diseño y normativas

- Estructuración en zonas en TIA-942
- Niveles de redundancia (Tiers) en TIA-942

3 Elementos y organización física de los CD

- Infraestructura complementaria
- Infraestructura de procesamiento
- Infraestructura de almacenamiento
- Seguridad física en CD

4 Elementos y dispositivos de red

- Organización lógica
- Protocolos
- Cableado
- Etiquetado

Normativas y estándares

Distintos tipos de Centros de Datos poseen características, restricciones y necesidades comunes

Normas/estándares { proporcionan guías y buenas prácticas
imponen restricciones de rendimiento, seguridad, etc
facilitan diseño uniforme y comparable

- ANSI/TIA-942 *"Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers"* (original de 2005, con ampliaciones en 2008, 2010 y revisión en 2012)

Estándar para infraestructuras de telecomunicaciones en un centro de datos: requisitos de espacio, cableado, etc.

- CENELEC EN 50173-5 *"Information Technology - Generic Cabling Systems - Part 5: Data Centers"* (2007)
- ISO/IEC 24764 *"Information Technology - Generic Cabling Systems for Data Centers"* (2010)
- ANSI/BICSI-002 *"Data Center Design and Implementation Best Practices"* (2011)

Guía de buenas prácticas en el diseño e implementación de Centros de Datos: planificación de espacios, elección de emplazamiento, planificación de instalaciones, etc.

Adicionalmente:

normativas y reglamentos locales { código técnico de edificación
normativas de instalaciones eléctricas
protección contra incendios
normas medioambientales (consumo eléctrico)

Estándar TIA-942

- Estándar ANSI (*American National Standard*) que especifica los requisitos mínimos para las infraestructuras de telecomunicaciones de Centros de Datos tanto de uso privado/exclusivo (*single tenant*) como de uso público/compartido (*multi-tenant*).
- Divide la la infraestructura requerida para el diseño de un Centro de Datos en 4 subsistemas:
 - telecomunicaciones
 - requisitos arquitectónicos/estructurales
 - sistema eléctrico
 - sistema mecánico

Estructura del cableado de CDs según TIA-942

- Separación de las acometidas de los proveedores de acceso a WAN (redes externas) de los elementos del Centro de Datos
- **Cableado en "doble estrella"** (\approx copo de nieve)
 - simplificable a estrella simple en CDs "sencillos"
- Zonas "físicas" en TIA-942
 - **ER** cuarto/sala de entrada (*Entrance Room*)
 - **MDA** área de distribución principal (*Main Distribution Area*)
 - **HDA** área de distribución horizontal (*Horizontal Distribution Area*)
 - **ZDA** área de distribución por zona (*Zone Distribution Area*) [opcional]
 - **EDA** área de distribución de equipos (*Equipment Distribution Area*)
 - **TR** cuarto/sala de telecomunicaciones (*Telecommunications Room*)

En la actualización de 2010 se incluye un MDA de segundo nivel para el caso de grandes CDs: **IDA** área de distribución intermedia (*Intermediate Distribution Area*)

- Infraestructura de cableado en TIA-942
 - Cableado de *backbone* (cableado principal) [típicamente fibra óptica]
 - Cableado horizontal [par trenzado Cat6 o fibra óptica]

- Hasta la ampliación de 2010 la máxima distancia permitida para el cableado horizontal era de 90 m. (actualmente flexibilizado, depende de cada infraestructura/instalación)

- Distancia máxima para el cableado de backbone dependiente de la aplicación y de los medios

Esquema general de zonas en TIA-942

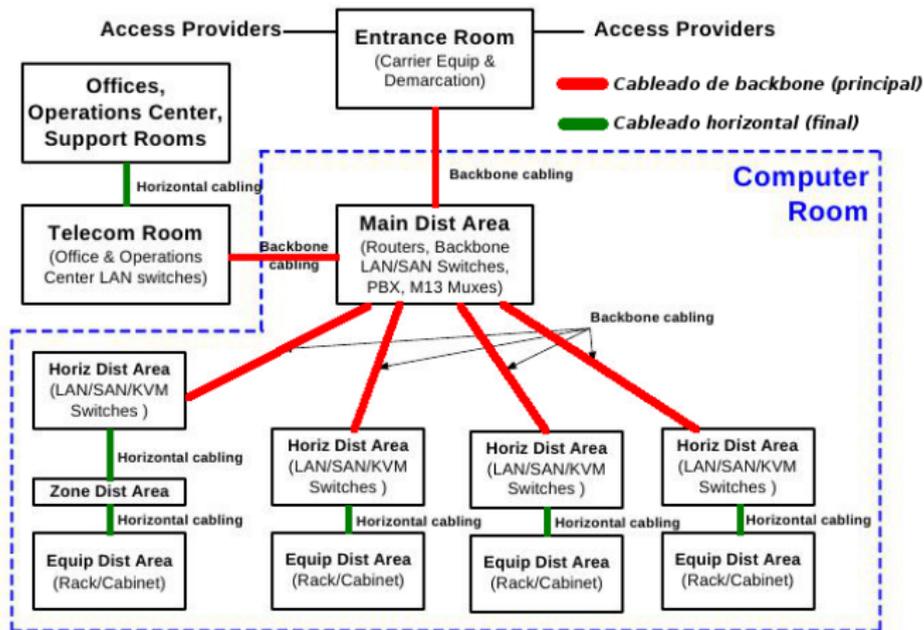


Figure 3: Example of a basic data center topology

Fuente: Norma ANSI/TIA-942(2005) <http://www.tiaonline.org/>

ER: *Entrance Room*

- Zona donde se ubica el interfaz con la red externa (puede contener equipamiento propiedad del proveedor de redes)
- Punto de conexión entre el cableado interno del Centro de Datos y el cableado externo del proveedor/es de conexión WAN (cuarto de acometida)
- Idealmente externo al Centro de Datos (puede integrarse con MDA)

MDA: *Main Distribution Area*

- Zona donde se ubica el espacio central de **distribución del cableado de *backbone*** del CD
- Normalmente se ubican switches, routers y demás dispositivos de **comunicación de alta capacidad** que dan soporte a las líneas de conexión principales (*backbone*) del CD.
 - actualmente cableado y switches Ethernet 10Gb, 40Gb ó 100Gbb
- Da soporte a la conectividad de los HDA (centro de distribución de tráfico global)
- Todos los CDs incluyen al menos una MDA
- Idealmente ubicada en la zona central del CD (por limitaciones en longitud de cableado) en un espacio propio (idealmente aislado)

HDA: *Horizontal Distribution Area*

- Ubicación que soporta la **distribución del cableado horizontal** hasta los EDA y la comunicación con el MDA central
- Centro de distribución de tráfico hacia los equipos finales (servidores, almacenamiento, etc)
- Ubicación de los paneles de parcheo (*patches*) de distribución de cableado horizontal
- Switches LAN (actualmente Ethernet 1Gb, incluso 10Gb) y switches SAN
- Al menos un HDA por planta (en CDs con varias plantas)

ZDA: *Zone Distribution Area*

- Componente opcional (en ocasiones simplifica organización del cableado)
- Distribución de tráfico horizontal, complementa al HDA
- Útil como punto de acceso a equipos no "enrackables" (servidores "stand alone", mainframes, ...)
- Por ejemplo: ubicación con switches locales comunes a grupos de racks de una fila

EDA: *Equipment Distribution Area*

- Distribución de tráfico horizontal de **acceso a los equipos finales** (servidores, almacenamiento) [normalmente de un mismo rack]
- Terminación de los paneles de parchero hacia equipos finales
- Permite cableado directo (sin pasar por *patches*) entre equipos del mismo EDA
- Ejemplo típico: switch local para dar servicio a un rack

TR: *Telecommunications Room*

- Sala de operaciones del CD
- Punto de salida hacia el cableado horizontal hacia la red local de la organización (en CDs privados)

Esquema simplificado

Combina funcionalidades de MDA y HDA en un único MDA

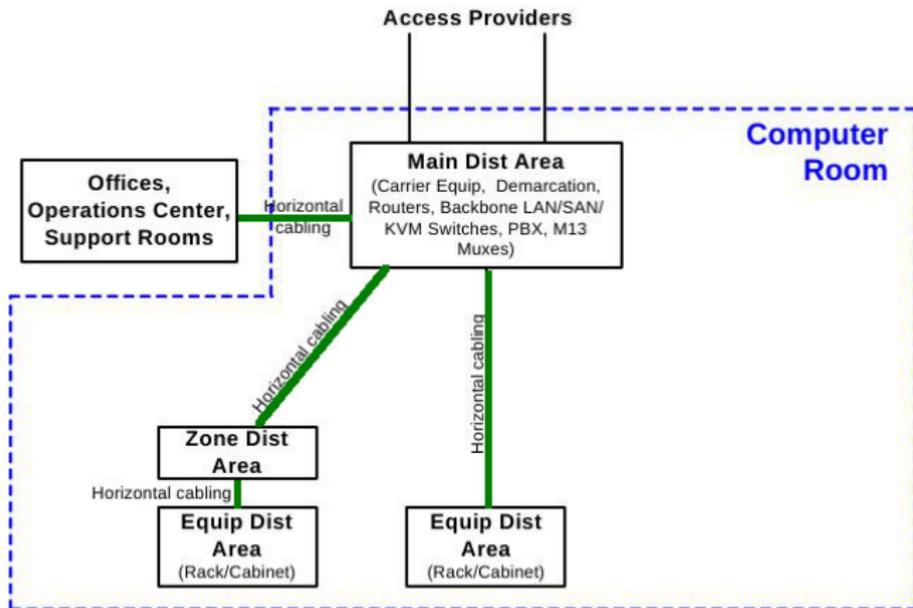
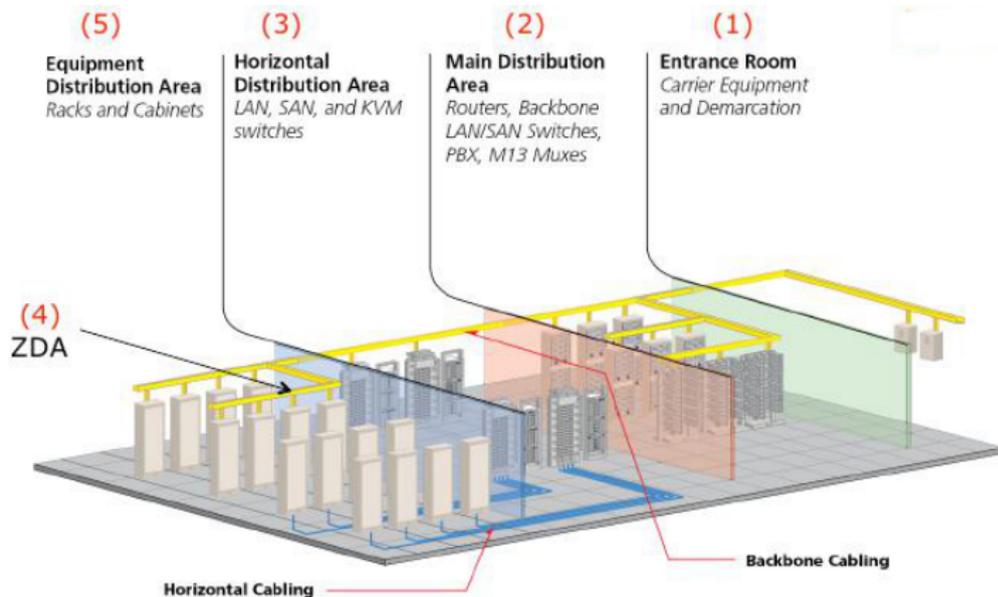


Figure 4: Example of a reduced data center topology

Fuente: Norma ANSI/TIA-942(2005) <http://www.tiaonline.org/>

Suele ser el esquema más habitual en CDs de tamaño pequeño/medio.



Source: ADC's Data Center Optical Distribution Frame: The Data Center's Main Cross-Connect

Redundancia en TIA-942

- **N**: se cuenta con el n° de elementos (unidades/módulos/rutas) necesarios para la funcionalidad esperada de la infraestructura/servicio
 - sin redundancia (no soporta fallos/paradas)
- **N+1**: se cuenta con una unidad más de las necesarias (*Need plus One*)
 - soporta el fallo/parada/mantenimiento de un elemento sin afectar a la operación del CD
- **2N**: se cuenta con un duplicado para cada uno de los elementos (unidades/módulos/rutas) necesarios
 - soporta el fallo/parada/mantenimiento de la totalidad de elementos necesarios sin afectar a la operación del CD (aún estaría disponible una réplica de cada elemento)
 - modos activo/pasivo vs. activo/activo
- **2(N+1)**: se cuenta además con replicación de la unidad extra
 - ante el fallo completo del sistema aún quedaría operativo un sistema con redundancia N+1.
 - soportaría el fallo/parada/mantenimiento de un elemento aún después del fallo/parada/mantenimiento de la totalidad de elementos necesarios

Tiers en TIA-942

TIA-942 define requisitos para 4 niveles de disponibilidad en función de la redundancia (junto con otros requisitos: ubicación, proveedores de servicios, ...)

- Definidas originalmente por el *Uptime Institute* (<http://uptimeinstitute.com/>)
- Cada organización adaptará su CD al nivel adecuado en función de sus necesidades de disponibilidad
- **nivel 1 (Tier I)** (CD básico)
disponibilidad de **99.671 %**
máximo de 1729,22 minutos (28,9 horas) de *downtime* por año
- **nivel 2 (Tier II)** (CD con componentes redundantes)
disponibilidad de **99.741 %**
máximo de 1361,30 minutos (22,7 horas) de *downtime* por año
- **nivel 3 (Tier III)** (CD concurrentemente mantenible)
disponibilidad de **99.982 %**
máximo de 90,61 minutos (1,58 horas) de *downtime* por año
- **nivel 4 (Tier IV)** (CD tolerante a fallos)
disponibilidad de **99.995 %**
máximo de 26.28 minutos (0,44 horas) de *downtime* por año

Tiers en TIA-942

Tier I (CD básico)

disp. 99.671 %

- **Sin redundancia** (o con redundancia mínima) [**redundancia N**]
- Susceptible de interrupciones planificadas y no planificadas
 - errores, fallos o tareas de mantenimiento ocasionan la parada del Centro de Datos (*downtime*)
- Debe contar con líneas de alimentación y refrigeración, pero no necesariamente con suelo técnico, SAIs o grupo electrógeno.
 - de tener SAI o grupo electrógeno serán unidades simples (sin redundancia)
- **Requisitos de comunicaciones**
 - Cuenta con un único enlace con el proveedor de comunicaciones (enlace WAN único)
 - Una única línea de cableado *backbone* en el CD
- Se exige al menos una parada completa anual para reparaciones y mantenimiento preventivo

- Núm. líneas eléctricas: 1

- Puntos únicos de fallo: múltiples

Tiers en TIA-942

Tier II (CD con redundancia)

disp. 99.741 %

- Cuenta con **ciertos componentes redundantes [redundancia N+1 "parcial"]**
- Menos susceptible a paradas
- Cuenta con suelo técnico, SAI y grupo electrógeno
- Cuenta con **una única línea de alimentación** y refrigeración (**redundancia N** en alimentación)
 - las SAI o grupos electrógenos sí tienen redundancia N+1
- Mantenimiento de las líneas de alimentación y otros componentes básicos no redundantes provocan la parada del Centro de Datos
- **Requisitos de comunicaciones** añade a los del Tier I:
 - Cuenta con múltiples enlaces con el proveedor de comunicaciones (enlaces WAN múltiples) [pueden compartir ER (*entrance room*)]
 - Fuentes de alimentación redundantes en routers, switches y demás dispos. de comunicación
 - Conexión redundante ente HDA y MDA (no exige líneas separadas, pueden compartir fibras/cable)

- Núm. líneas eléctricas: 1

- Puntos únicos de fallo: múltiples

Tiers en TIA-942

Tier III (concurrentemente mantenible)

disp. 99.982 %

- **Múltiples líneas de alimentación** y refrigeración [**redundancia N+1** en alimentación y SAIs]
 - sólo se exige que una de ellas esté activa
- Permite que las operaciones del CD continúen mientras se ejecuta **mantenimiento planificado**
 - se entiende por mantenimiento planificado: reparación, reemplazo, eliminación o adición de componentes, pruebas del sistema, etc
- Actividades no planificadas (errores y fallos imprevistos) pueden eventualmente provocar la parada del CD
- **Requisitos de comunicaciones** añade a los del Tier II:
 - Se exige contar con al menos **dos proveedores de comunicaciones distintos** ⇒ se debe disponer de 2 ER (*entrance room*) [ER secundario]
 - Líneas de **cableado backbone** del CD **redundantes** (rutas de cableado separadas)
 - Routers, switches y demás dispos. de comunicación redundantes

- Núm. líneas eléctricas: 1 activa + 1 pasiva

- Puntos únicos de fallo: algunos

Nota: es habitual diseñar los CD Tier III con la previsión de futuras migraciones a Tier IV en caso de que la actividad de la organización lo requiera (y justifique el coste de la actualización)

Tiers en TIA-942

Tier IV (tolerante a fallos)

disp. 99.995 %

- **Múltiples líneas de alimentación** (idealmente de distintos proveedores) y refrigeración **activas** simultáneamente.
- Todos los dispositivos tienen entradas de alimentación duplicadas
- Capacidad para soportar al menos un fallo o incidente no planificado (en el "*peor escenario previsto*") sin causar impacto en la operación del CD (las paradas planificadas siguen sin perturbar la operación del CD [Tier III])
 - El "*peor escenario previsto*" suele requerir **redundancia 2N o 2(N+1)**
 - Como mínimo es así [redund. 2N ó 2(N+1)] en SAIs y grupos electrógenos
- **Requisitos de comunicaciones** añade a los del Tier III:
 - Cableado *backbone* del CD redundante y canalizado
 - MDA secundaria (opcional, aunque recomendada) con su propias líneas de cableado *backbone* a cada ER (*entrance room*) y a las HDA
 - Cableado horizontal redundante opcional

- Núm. líneas eléctricas: 2 activas (simultáneas)

- Puntos únicos de fallo: sólo catástrofe o fallo humano

Nota: se contempla que por normativas eléctricas y/o antincendios que pueden requerirse paradas de emergencia (*Emergency Power Off (EPO)*) anuales (simulacros, comprobaciones de alarmas de incendio, ...)

Tiers en TIA-942

Adicionalmente TIA-942 define otro tipo de requisitos específicos para cada *Tier*

ubicación y arquitectura del CD

proximidad a zonas inundables, zonas sísmicas, autopistas, aeropuertos, tipos de paredes, resistencia a incendios, alturas, resistencia del suelo técnico elevado, anchos de puertas/ventanas, accesos, zonas de carga/descarga, salas adicionales (centros de control, almacén), vigilancia por circuito cerrado, almacenamiento de combustible para grupos electrógenos, etc

alimentación eléctrica

requisitos de SAIs, autonomía y tiempos de arranque de grupos electrógenos, iluminación del CD, protección ante sobretensiones, puesta a tierra, cableado de potencia, protección ante electricidad estática,

especificación mecánica de los elementos del CD

temperatura y humedad recomendada, ventilación y aire acondicionado, tuberías, protección antincendios (detección y extinción), etc

1 Introducción

2 Requisitos de diseño y normativas

- Estructuración en zonas en TIA-942
- Niveles de redundancia (Tiers) en TIA-942

3 Elementos y organización física de los CD

- Infraestructura complementaria
- Infraestructura de procesamiento
- Infraestructura de almacenamiento
- Seguridad física en CD

4 Elementos y dispositivos de red

- Organización lógica
- Protocolos
- Cableado
- Etiquetado

Organización física

Racks (tb. bastidores, cabinas, armarios)

- Estructuras estandarizadas para el alojamiento de equipamiento informático (*rack servers*), de comunicación (switch, router, paneles de conexión, cableado [racks de cableado]), alimentación eléctrica (SAIs, PDUs), etc
- Permiten alojar grandes cantidades de elementos de forma compacta y ordenada
- Anchura típica de los módulos **19" (482.6 mm)** [anchura total externa 60cm, 80cm, ...]
- Altura de los racks y de los módulos que se integran en ellos medida en **unidad rack (1U)** (1.75 ", 44.45 mm))
También módulos *half-rack* con anchura de 281.3 mm (2 en cada hueco 1U)
- Profundidad variable [habitualmente a partir de 60cm]
- Montaje y fijación de módulos sencilla
- Puertas con rejilla para ventilación, etiquetado de espacios 1U, soportes para cables, regletas de alimentación (normalmente redundantes)etc

Organización física

Suelos técnicos elevados

- Losetas estándar 60x60cm
- Usos
 - Canalización de cableado (datos y/o potencia) según restricciones
 - Circulación del aire acondicionado (salida de aire frío mediante losetas con rejilla)

Conducciones de cable

- Separación por tipos (cableado de datos, cableado de potencia) según normas para evitar interferencias
 - también separación por tecnología de comunicación: par trenzado, fibra óptica
 - uso de *bandejas de cableado*
- Líneas elevadas ancladas al techo
- Líneas bajo suelo técnico

Climatización

Elementos necesarios para asegurar las condiciones ambientales (temperatura, humedad, filtrado de partículas en suspensión) fijados por el nivel *Tier* y los requisitos específicos del equipamiento del Centro de Datos

- Aspecto crítico en el rendimiento del CD y en aspectos de eficiencia energética
- Pueden ser exclusivos del CD (dedicados) o del edificio que lo alberga (compartidos)
- Combinados con la propia estructura del CD (suelos elevados, rejillas de ventilación, disposición de racks [*cold aisle/hot aisle*]) y/o su ubicación (proximidad a fuentes de agua, etc)
- Elementos:
 - HVAC *Heating, ventilation, and air conditioning*: Sistema de control ambiental en su conjunto: control de temperatura, humedad, flujo y caudal de aire, partículas en suspensión
 - CRAC *Computer Room Air Conditioners*: Dispositivos de aire acondicionado instalados en las salas del CD
 - en ocasiones con misma estructura y dimensiones que los racks

Configuración de racks [cold aisle/hot aisle] alternados

cold aisle (pasillo frío): partes frontales de los racks enfrentadas

- sistema de climatización impulsa **aire frío** por las rejillas del suelo técnico

hot aisle (pasillo caliente): partes traseras de los racks enfrentadas (salidas de ventilación)

- el **aire caliente** se eleva (menor densidad y empuje del aire frío de la climatización)

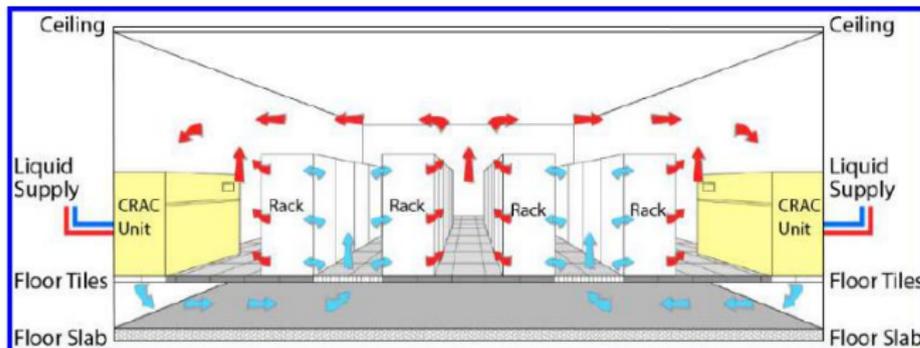


Figure 4.6: Datacenter raised floor with hot-cold aisle setup (image courtesy of DLB Associates [45]).

Fuente: The DataCenter as a Computer. An Introduction to to the the Design of Warehouse-Scale Machines, 2nd Edition
Luiz André Barroso, Jimmy Clidaras, Urs Hölzle

Alimentación eléctrica

Elementos necesarios para asegurar suministro eléctrico sin paradas conforme a las especificaciones y niveles de redundancia del nivel *Tier* del Centro de Datos.

- Típicamente, se contará con una o varias conexiones de media/baja tensión a la red suministrador/es.
- Aspecto clave (junto con la climatización) en la eficiencia energética de los CDs (*Power usage effectiveness (PUE)*)

Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

- UPS (*Uninterrupted Power System*)
- Incluye baterías que abastecen de energía por tiempo limitado a los equipos conectados al SAI
- Suelen realizar funciones complementarias: estabilizado de tensión (filtrado de picos y caídas de tensión), protección/atenuación de interferencias electromagnéticas,
- Suelen incluir funciones de monitorización y alerta, control remoto, ...

Alimentación eléctrica

Grupos electrógenos

- Generadores alimentados por combustibles fósiles (gasóleo)
- Sumistran energía eléctrica ante interrupciones de la red (apagones, catástrofes, ...)
- Limitados por la disponibilidad de combustible (necesidad de depósitos de almacenamiento) y requisitos de mantenimiento y revisión
- Suelen ubicarse en el exterior del CD (evita interferencias, ruidos, humos, riesgo de incendio, ...)

Otros

- PDU (*Power Distribution Unit*)
 - Elementos de distribución del cableado de alimentación a los dispositivos finales ("regletas mejoradas")
 - Suelen poder integrarse en los racks (*enrackables*) como un módulo más
 - Suelen contar con puertos de conexión para monitorización (estado, consumo de energía, control remoto)
- Cableado de potencia, cuadros electricos, canalizaciones, regletas, etc

Eficiencia energética (PUE)

PUE: Power usage effectiveness

Medida de la eficiencia energética de los centros de datos

$$PUE = \frac{\text{energía total consumida}}{\text{energía consumida por equipamiento TI}}$$

- Valor ideal: 1.0 (100 % del consumo dedicado a TI)
- Valores típicos: 2.0-2.5 (\approx 50 % del consumo dedicado a TI)
- Centros de datos eficientes
PUE < 1.5

Consumo total del CD

- Alimentación eléctrica
líneas, SAls, generadores, transformadores, ...
- Climatización
aire acondicionado, ventilación, calefacción, ...
- Seguridad
control de accesos, videovigilancia, ...
- Otros
equipos antincendios, iluminación, ...

Consumo TI

- Equipos de cómputo (servidores)
- Dispositivos de almacenamiento
- Equipos de comunicaciones

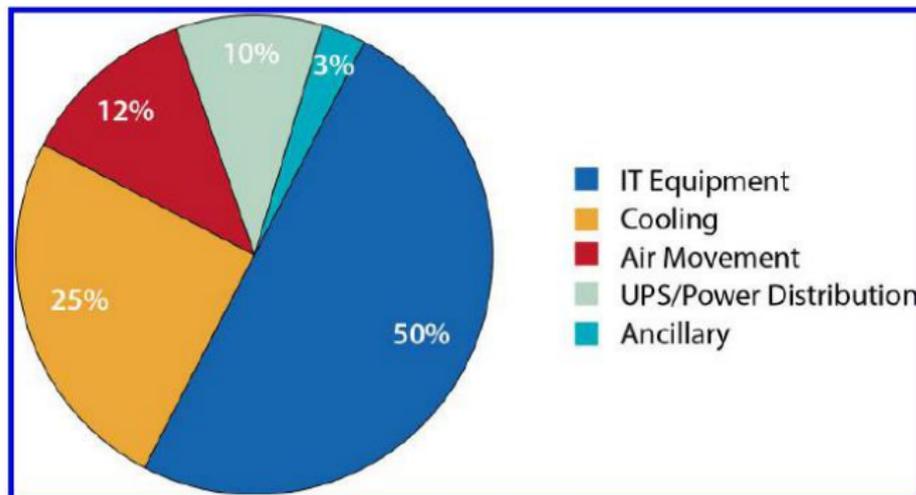


Figure 5.2: Power losses in a traditional (legacy) data center.

Fuente: The DataCenter as a Computer. An Introduction to the the Design of Warehouse-Scale Machines, 2nd Edition
Luiz André Barroso, Jimmy Clidaras, Urs Hölzle

<http://www.morganclaypool.com/doi/abs/10.2200/S00516ED2V01Y201306CAC024>

Elementos de procesamiento/computo

Gran parte de los Centros de Datos está ocupado por la infraestructura de cómputo encargada de procesar los datos manejados por la organización

- Se materializa en una colección de servidores interconectados entre sí, con la infraestructura de almacenamiento y con el exterior

Normalmente servidores organizados en clusters

- clusters de **balanceo de carga**
- clusters de **alta disponibilidad** (redundancia, tolerancia a fallos), balanceo de carga)
- clusters de **alto rendimiento** (procesamiento distribuido)

Tendencia actual hacia la **virtualización** de la capacidad de cómputo

- consolidación de servicios agrupándolos en menor n^o de máquinas físicas (ahorro energético, simplificación de administración)
- mayor nivel de abstracción (*cloud computing*)

Elementos de procesamiento/computo

Alternativas

- Servidores independientes (*stand alone*)
 - Equipos "completos" e independiente que no necesitan otra infraestructura
 - Típico en servidores para pequeñas organizaciones
 - También en *mainframes*, p. ej. Serie Z de IBM
 - Mayor ocupación de espacio, eventualmente menor aprovechamiento de alimentación y/o ventilación
- Servidores en Rack
 - Equipos "enrackables" montados en módulos 1U, 2U, 3U, 4U, ...
 - Menores requisitos de espacio y facilidad de integración en un CD basado en racks
 - Opción más habitual en CD de tamaño medio/grande

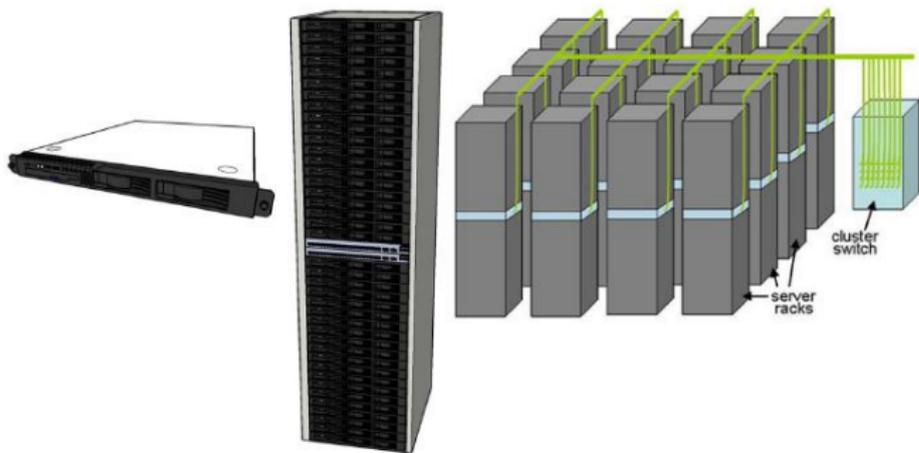


FIGURE 1.1: Typical elements in warehouse-scale systems: 1U server (left), 7' rack with Ethernet switch (middle), and diagram of a small cluster with a cluster-level Ethernet switch/router (right).

Fuente: The DataCenter as a Computer. An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines, 2nd Edition
Luiz André Barroso, Jimmy Clidaras, Urs Hölzle

<http://www.morganclaypool.com/doi/abs/10.2200/S00516ED2V01Y201306CAC024>

Elementos de procesamiento/computo

Alternativas

- Servidores Blade
 - Equipo simplificado montado en una "tarjeta" (incluye microprocesador, memoria y buses)
 - Se montan en un chasis (4U, 8U, ...) que integra el resto de elementos
 - ventilador y fuente alimentación replicadas
 - switch y puertos de redes
 - controladoras de almacenamiento (discos locales o SAN)
 - chasis para hasta 8 o 16 blades
 - Permite mayor densidad de capacidad de cómputo con menores costes (de adquisición y de **consumo energético**)
 - Menos propensos a fallos (hardware simple)
 - Posibilidad de cambio "en caliente"
 - Habitual en clusters de alto rendimiento (supercomputación)



1-RU Blade Servers

- 42 server per-rack
- LAN 84 per-rack
- SAN: 84 per cabinet



7U Blade each
having 14 Servers

Blade Servers cluster

- 84 server per-rack
- LAN 168 per-rack
- SAN: 168 per cabinet

Fuente: BICSI (<https://www.bicsi.org/>)

Almacenamiento

Los elementos para dar soporte al almacenamiento conforman el otro gran bloque de componentes de los CDs

De modo general se identifican dos grandes alternativas

Redes de almacenamiento (SAN)

- SAN (*Storage Area Network*)
- Red dedicada al almacenamiento común a los nodos de procesamiento
 - red dedicada (iSCSA, FibreChannel, AoE [ATA over Ethernet], FCoE [FibreChanel over Ethernet])
 - elementos de comunicación (cableado, conmutadores, ...)
 - dispositivos de almacenamiento (discos)
- Otros esquemas de almacenamiento centralizado: NAS (*network attached storage*)

Almacenamiento

Sistemas de archivos distribuidos

- Los nodos de procesamiento (servidores) tienen sus propios dispositivos de almacenamiento
- Se cuenta con un sistema de fichero distribuido que los unifica (normalmente introduciendo redundancia y *rack-awareness*)
 - OCFS2 (*Oracle Cluster File System*), GFS/GFS2 (*Global File System*), DRBD (*Distributed Replicated Block Device*)
 - GFS (*Google File System*), HDFS (*Hadoop Distributed File System*)

Seguridad Física. ISO 27001/27002

Objetivo de la Seguridad Física

Asegurar a nivel físico un grado adecuado de $\left\{ \begin{array}{l} \text{confidencialidad} \\ \text{integridad} \\ \text{disponibilidad} \end{array} \right\}$ para los equipos y datos que alberga el CD.

Norma ISO 27002: Catálogo de controles de seguridad a implantar en un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información.

Área de Seguridad física y del entorno

Objetivo 9.1 Áreas seguras

Prevenir el acceso no autorizado, los daños y las interferencias a los recursos e información de la organización.

Puntos de control:

- Perímetro físico de seguridad.
- Controles de entrada física.
- Asegurando oficinas, cuartos y herramientas.
- Protección contra amenazas externas y ambientales.
- Trabajo en áreas seguras.
- Acceso público y áreas de carga y descarga.

Área de Seguridad física y del entorno

Objetivo 9.2 Seguridad en los equipos

Prevenir la pérdida, daño, robo ó compromiso de los activos y la interrupción de las actividades de la organización.

Puntos de control:

- **Protección y emplazamiento de los equipos.**
- Utilidades de soporte.
- **Seguridad en el cableado.**
- **Mantenimiento de equipos.**
- Seguridad de los equipos fuera de la organización.
- Eliminación ó reutilización segura de los equipos.
- Eliminación de la propiedad.

Consideraciones generales sobre Seg. Física (1)

Control de accesos: contar con mecanismos de control de acceso a las dependencias del CD y seguimiento y auditoría.

- Configuración típica en 3 áreas en función de su criticidad
 - uso de elementos separadores ("jaulas") entre zonas
 - ubicadas de menor a mayor proximidad a los accesos al CD
- **Zonas frías:** alberga elementos de acceso restringido a los que se precisa acceso frecuente (switches, router, paneles de cableado)
- **Zonas templadas:** elementos con frecuencia de acceso intermedia (racks y servidores)
- **Zonas calientes:** elementos especialmente sensibles de acceso más restringido (racks, servidores, dispos. almacenamiento)
- Todas las zonas cuentan con mecanismos de bloqueo (separadores, puertas, cerraduras), de control de acceso (tarjetas magnéticas/chip, biometría,...) y de monitorización y seguimiento (registros y logs de entradas/salidas)
- Opcionalmente: videovigilancia y detectores de presencia, segregación del personal por niveles de acceso,...

Consideraciones generales sobre Seg. Física (2)

Introducción

Normativas

Zonas TIA-942

Tiers TIA-942

Elementos

Infraestructura
ComplementariaInfraestructura
ProcesamientoInfraestructura
Almacenamiento**Seguridad**

Dispos. de red

Org. lógica

Protocolos

Cableado

Etiquetado

Protección ante desastres (incendio, inundaciones, subidas de tensión, actos vandálicos, ...)

- Seguimiento de normativas y estándares de diseño (TIA-942)
- Mecanismos de prevención/detección (armarios/puertas ignífugas, detectores de humo,...)
- Mecanismos de extinción automática, evacuación, formación del personal, ...
- Existencia de copias de seguridad y políticas de copia de seguridad y replicación y recuperación de datos (*on-site* y *off-site*)

1 Introducción

2 Requisitos de diseño y normativas

- Estructuración en zonas en TIA-942
- Niveles de redundancia (Tiers) en TIA-942

3 Elementos y organización física de los CD

- Infraestructura complementaria
- Infraestructura de procesamiento
- Infraestructura de almacenamiento
- Seguridad física en CD

4 Elementos y dispositivos de red

- Organización lógica
- Protocolos
- Cableado
- Etiquetado

Organización lógica

TIA-942 define organización "física" en zonas para el cableado del CD

Habitualmente: arquitectura lógica con una jerarquía de **3 niveles** para organizar dispositivos de red

- **Capa de acceso:** switches que dan acceso a los equipos finales para conformar los segmentos LAN (edge switches)
- **Capa de distribución:** router y switches que interconectan segmentos de la capa de acceso (distribution switches)
 - servicios/funcionalidades adicionales comunes a diversos elementos del CD
 - ejemplos: firewalls, acceso VPNs, detectores de intrusiones, balanceo de carga, cache, etc
- **Capa de núcleo:** switches y routers de alta velocidad/capacidad dando soporte a conectividad de capa de distribución y acceso a WAN
 - **punto clave:** rendimiento y disponibilidad

Nota: La infraestructura de red empleada en el almacenamiento (SAN, NAS) se puede considerar una capa adicional (**capa de almacenamiento**) con características equivalentes a la capa de acceso

Correspondencia con zonas TIA-942

- núcleo → MDA
- acceso → ZDA + EDA
- distribución → MDA + HDAs
- almacenamiento → ZDA + EDA

Protocolos

Protocolos LAN (redes locales)

- Fundamentalmente Ethernet [IEE 802.3] (tanto en horizontal como en backbone)
- Ethernet 1Gb, 10Gb, 40 Gb, 100 Gb
- En clusters de alto rendimiento (*HPC: high performance computing*) → uso de redes InfiniBand [baja latencia + gran ancho de banda]
 - en HPC se tiende a convergencia hacia Ethernet

Protocolos SAN (redes de almacenamiento)

- Conexión entre HBA (controladores de disco en servidores) y dispositivos de la SAN
- FibreChannel [canal de fibra] (1 Gb, 2 Gb, 4 Gb, 8 Gb, 10 Gb, 16 Gb) sobre fibra óptica
- Baja latencia, alto rendimiento, confiable (garantiza entrega)
- Convergencia con tecnologías LAN → FCoE (*Fibre Channel on Ethernet*)
- iSCSI (Internet SCSI) → permite el uso del protocolo SCSI sobre redes TCP/IP

Tipos de cableado

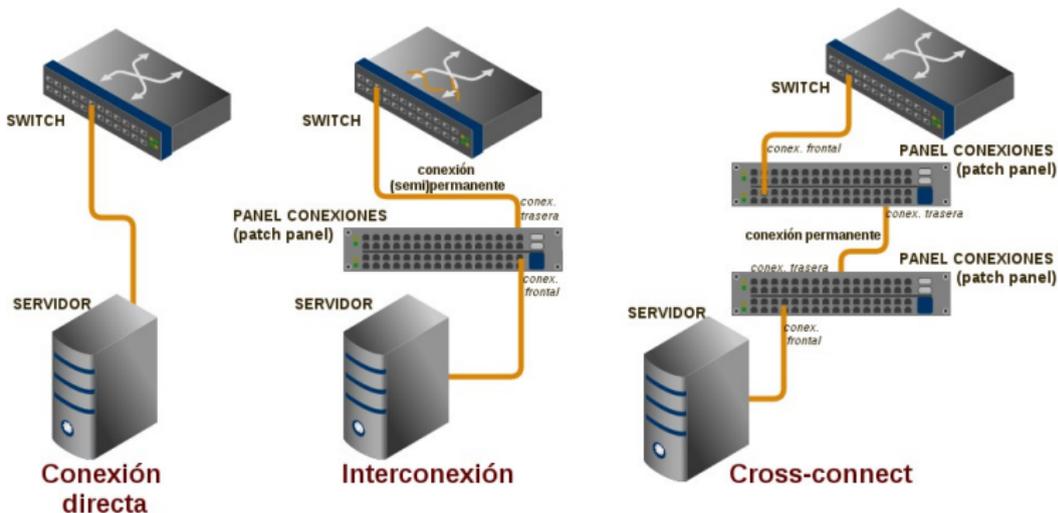
Medios reconocidos para cableado backbone

- Par trenzado 100 ohmios: Categorías 5e, 6 y 6A (6A recomendada [admite Ethernet 10GB])
- Fibra óptica multimodo: OM3 y OM4 (OM4 recomendada)
- Fibra óptica monomodo

Medios reconocidos para cableado horizontal (LAN, SAN, conex. de control, video/teclado/ratón, voz, ...)

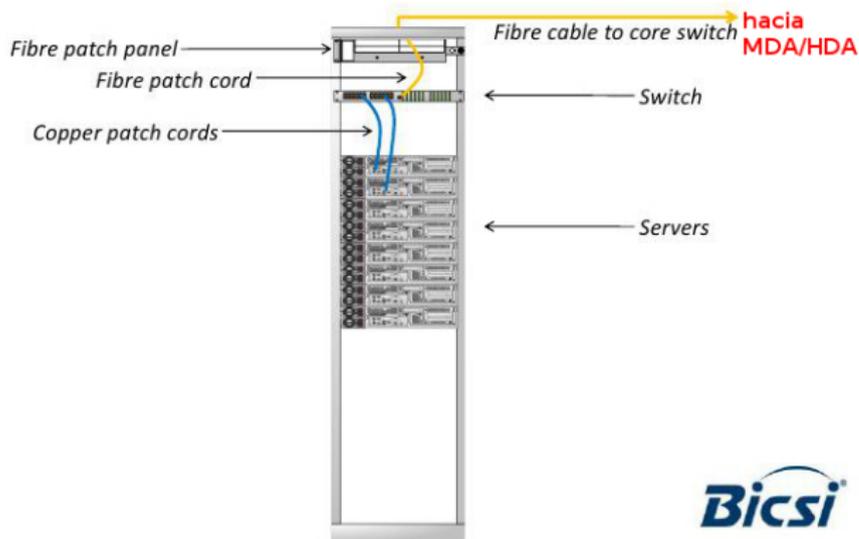
- Par trenzado 100 ohmios: Categorías 5e, 6 y 6A (6A recomendada)
- Fibra óptica multimodo: OM3 y OM4 (OM4 recomendada)
- Fibra óptica monomodo

Organización de las conexiones



- Conexión directa: { menor flexibilidad
en TIA-942 sólo está permitida en
conexiones dentro del mismo rack
- Cross-connect: { mayor flexibilidad
conexiones permanentes aunque no sean usadas

Top-of-rack (tb. in-rack)



Fuente: BICSI (<https://www.bicsi.org/>)

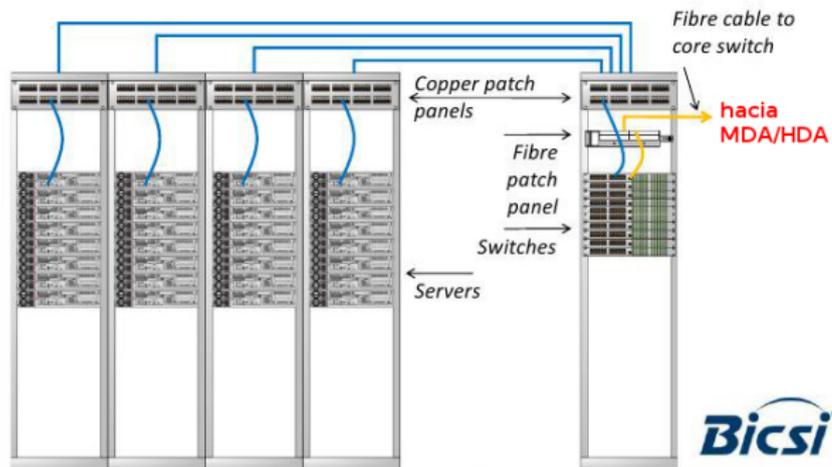
Menor coste de cableado (menos complejidad, casi todo concentrado en el propio rack)

Líneas de cobre cortas \Rightarrow $\left\{ \begin{array}{l} \text{cumple requisitos distancia} \\ \text{menor consumo y atenuación} \end{array} \right.$

Modularidad y facilidad de crecimiento (añadir más racks)

Necesita mayor n^o de switches \Rightarrow dificulta gestión, actualizaciones, etc

End-of-row (tb. in-row)



Fuente: BICSI (<https://www.bicsi.org/>)

- Menor nº de switches → reduce coste de dispositivos
- Complica la gestión del cableado
- Menor tolerancia a fallos en switches

Etiquetado

El anexo B de la norma TIA-942 impone/especifica el etiquetado de todos los elementos del Centro de Datos (racks, unidades dentro de racks, paneles de conexión, cableado [en ambos extremos], switches y routers, ...)

- Usa el esquema del estándar ANSI/TIA-606-A
- Racks etiquetados en base a las "coordenadas" de la/s loseta/s del suelo elevado que ocupa (fila [2 dígitos] + columna [2 letras])
- Paneles de conexión (*patch panels*): etiqueta del rack al que pertenecen + etiqueta de su "posición" (altura) dentro del rack [1/2 letras]
 - Cada puerto del panel de conexión identificado por 2 ó 3 caracteres (añadidos a la etiqueta del panel)
 - La conexión vinculada a cada puerto del panel de conexión se etiqueta con los identificadores completos del puerto de origen y del puerto destino
- En cada extremo de un cable (tanto cables frontales de los paneles de conexión como en los traseros) se incluyen los identificadores completos de ambos extremos (con el extremo más cercano en primera posición)