

Tema 1

Introducción a la Infraestructura Informática

Servicios de Tecnologías de la Información en una Organización (Ejemplos en la Universidad de Oviedo)

- Conectividad de los puesto de trabajo

Configuración TCP/IP (estática o dinámica), DNS

- Gestión de los puestos de trabajo

- Portal de gestión de incidencias
- Sistema de gestión remota de incidencias
- Servicios de instalación de software

- Conectividad de dispositivos móviles

Wifi Uniovi

- Comunicación institucional

Portal corporativo, boletines informativos electrónicos (DUO)

- Comunicación interpersonal

Correo electrónico

- Seguridad

Servicio de identidad corporativa

- Trabajo colaborativo

Herramientas ofimáticas de Office 365

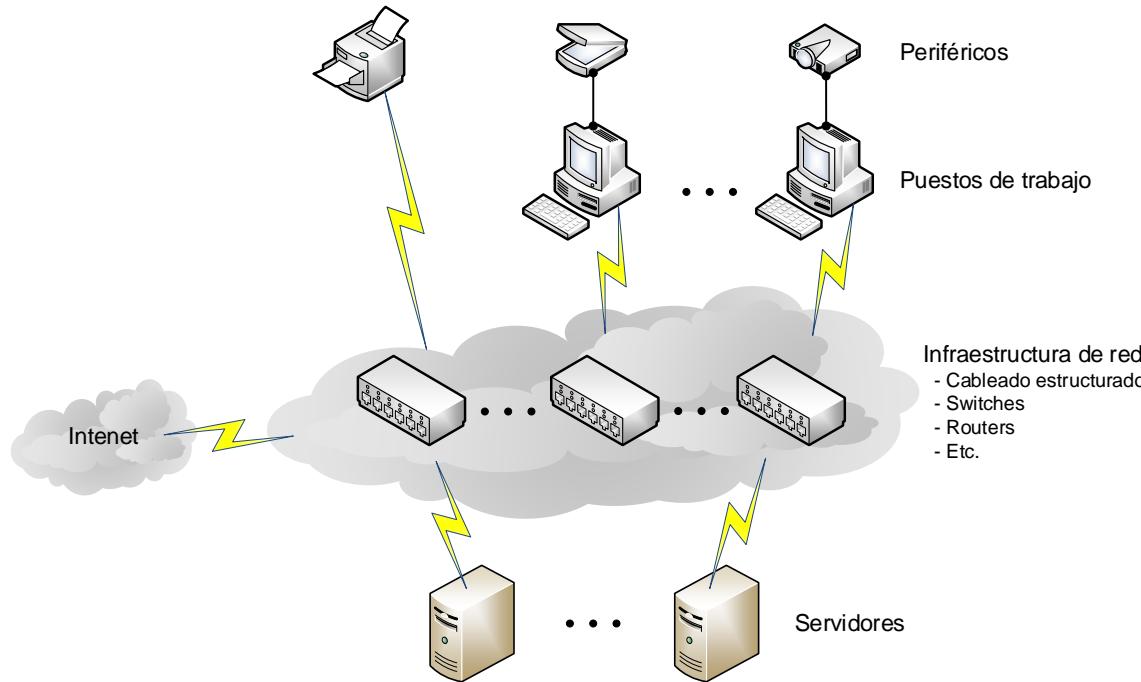
- Almacenamiento

OneDrive

- Aplicaciones corporativas

Campus virtual, Gestión académica (SIES)

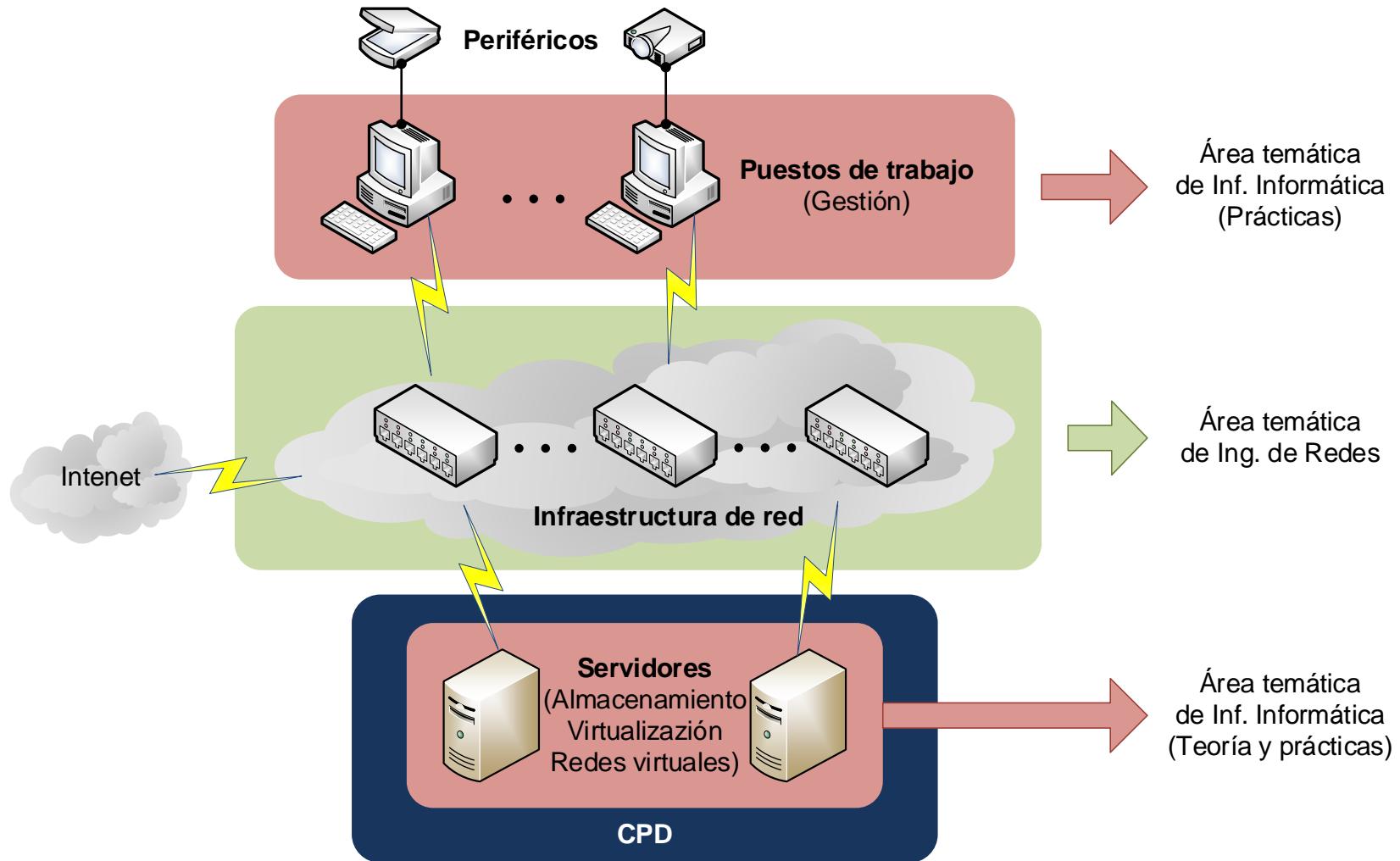
Infraestructura de tecnologías de la información de una organización



La infraestructura de tecnologías de la información de una organización está formada por las siguientes categorías de elementos:

- **Infraestructura de red.** Interconecta todos los sistemas informáticos de la organización y les proporciona conexión a Internet.
- **Puestos de trabajo.** Equipos informáticos utilizados por los trabajadores para llevar a cabo sus tareas.
- **Periféricos.** Son de múltiples tipos, como por ejemplo, sistemas multimedia, reprográficos, etc.
- **Servidores.** Proporcionan capacidad de procesamiento y almacenamiento para dar soporte a los servicios TI de la organización.

Planteamiento de la asignatura



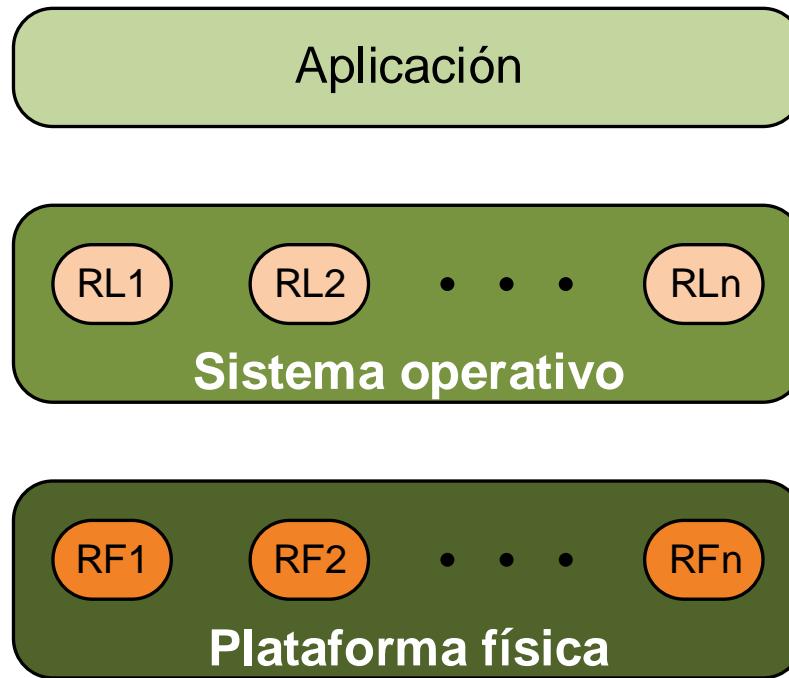
Tema 2

Tecnologías de virtualización

Índice

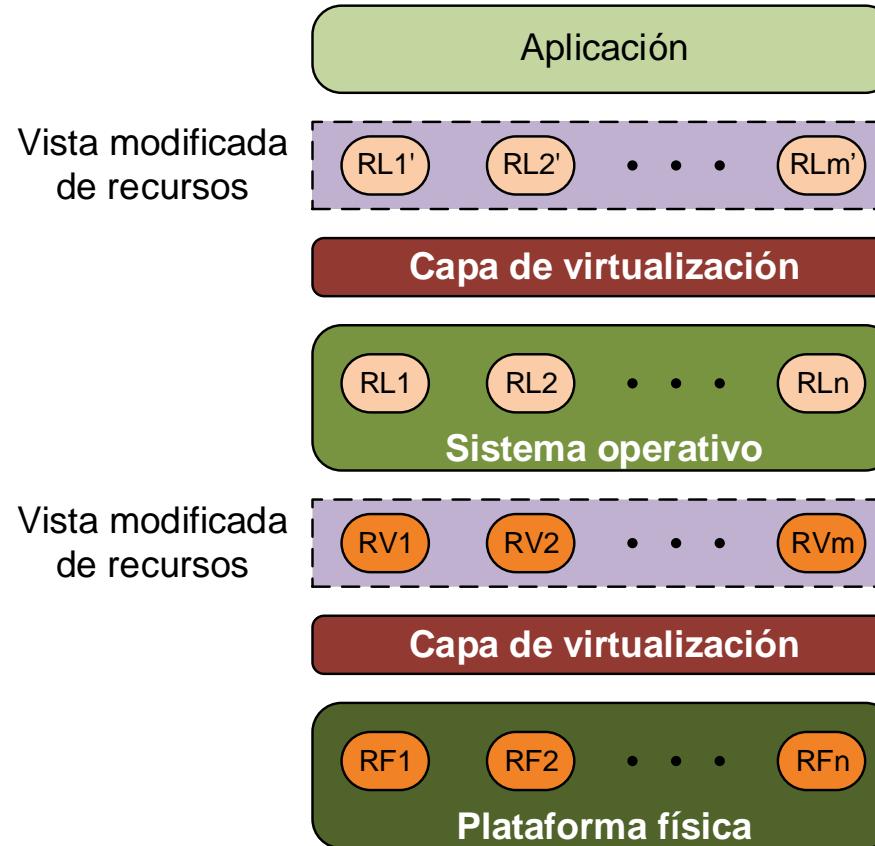
- **Concepto de virtualización**
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Estructura en capas de un sistema informático



- De forma general puede considerarse que un sistema informático se encuentra organizado en tres capas: la plataforma física, el sistema operativo y las aplicaciones.
- Cada capa proporciona recursos a su capa superior. La plataforma hardware, recursos físicos, y el sistema operativo, recursos lógicos.

¿Qué es virtualizar?



Modificar la lista de recursos que una capa de un sistema informático proporciona a su capa superior, mediante el uso de una capa adicional de software conocida como capa de virtualización.

Índice

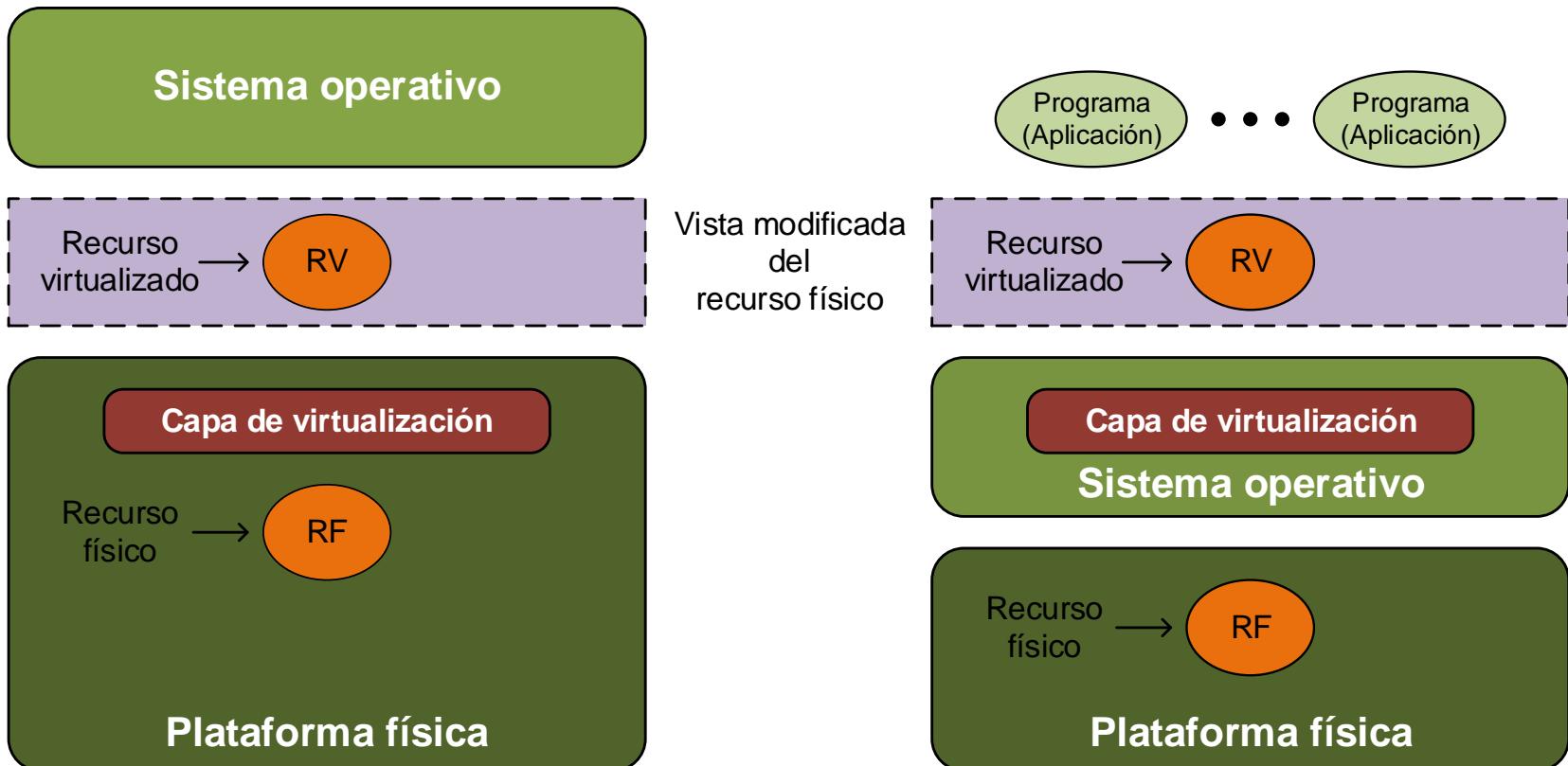
- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - **Virtualización de recursos**
 - Virtualización de plataforma
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Objetivo y esquema operativo

- Objetivo

Proporcionar al sistema operativo o a las aplicaciones que se ejecutan sobre el mismo una lista modificada de un recurso o de una agrupación de los mismos.

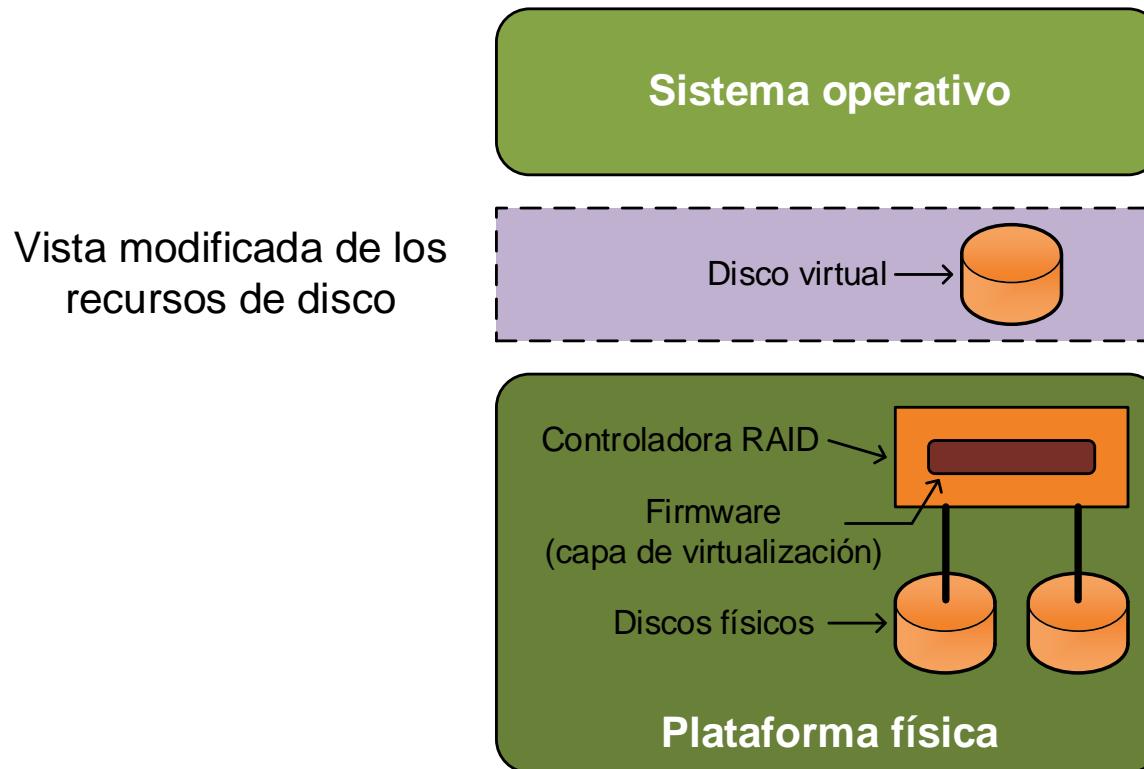
- Esquema operativo



Ejemplo en el ámbito del almacenamiento

- Virtualización de discos mediante RAID

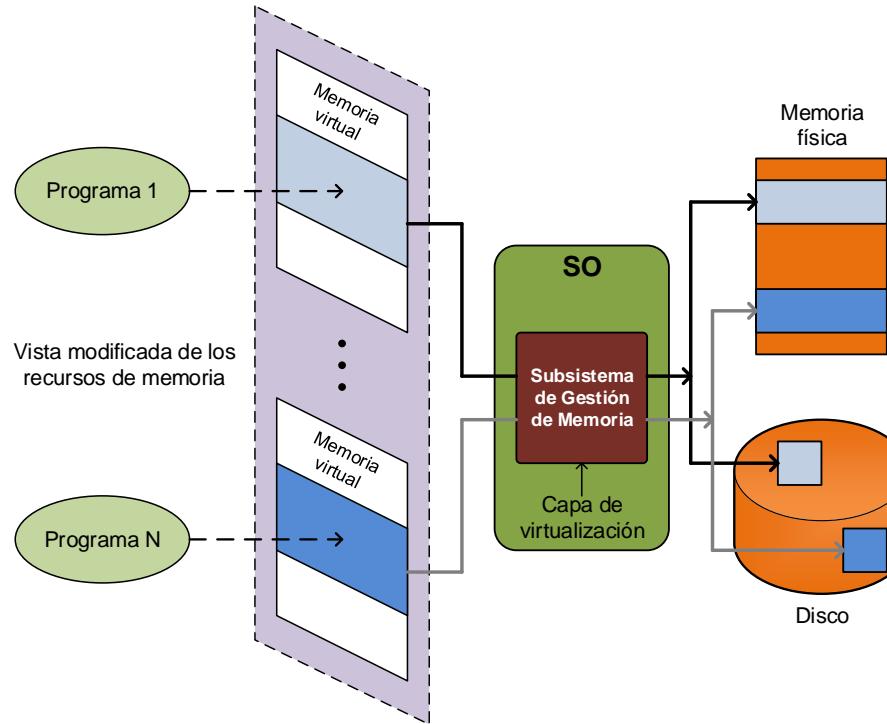
- Objetivo de la virtualización de discos: **gestionar discos físicos en agrupaciones, que son presentadas al sistema operativo como discos virtuales, con propiedades mejoradas respecto a los discos físicos.**
- Ubicación de la capa de virtualización: en la tarjeta de la controladora RAID (el firmware).



Ejemplo en el ámbito de la memoria

- Memoria virtual

- Objetivo de la virtualización de memoria: En un sistema multitarea, permite presentar a cada programa en el sistema una memoria privada para el mismo, y con un tamaño modificado respecto a la memoria física del sistema, habitualmente muy superior al de la memoria física.
- Ubicación de la capa de virtualización: en el subsistema de gestión de memoria del sistema operativo.



Índice

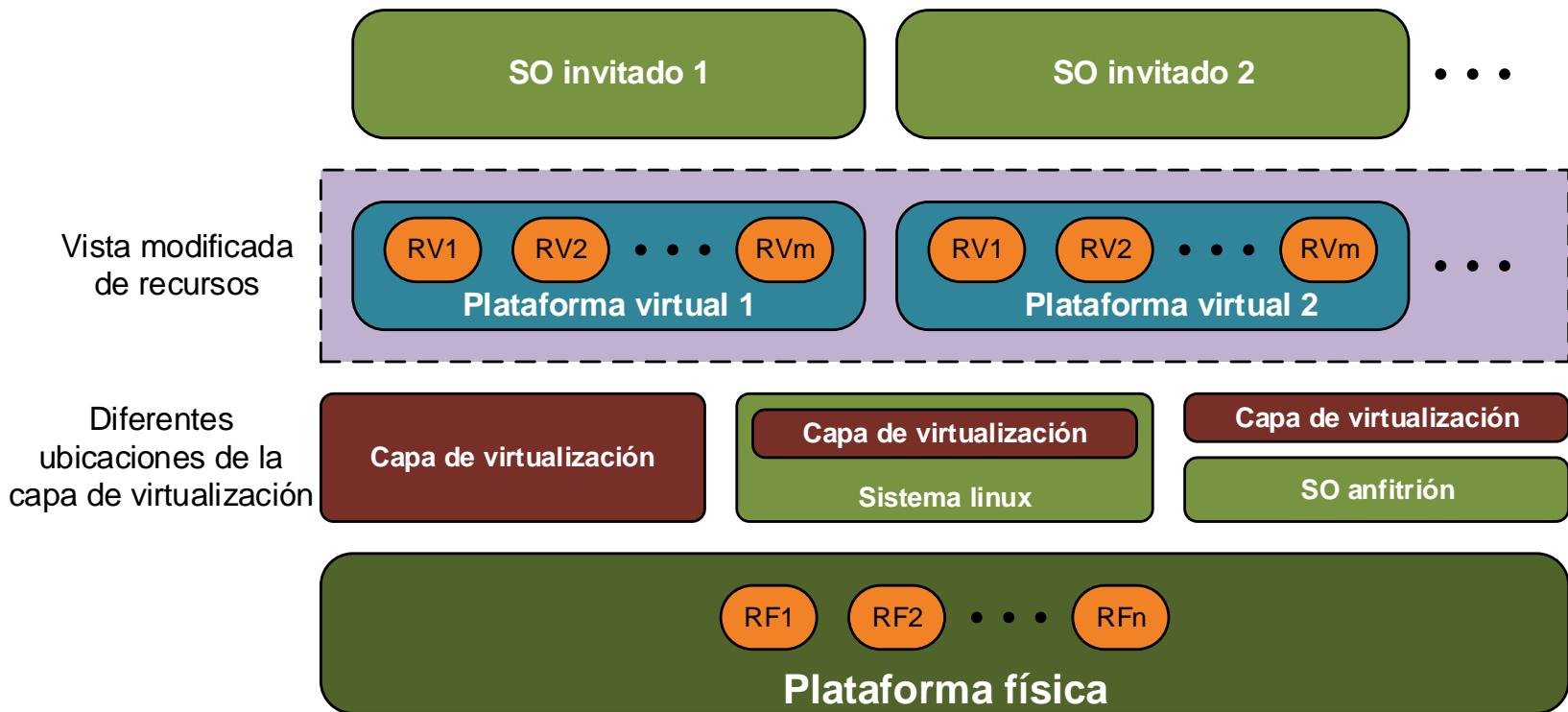
- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - **Virtualización de plataforma**
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Objetivo y esquema operativo

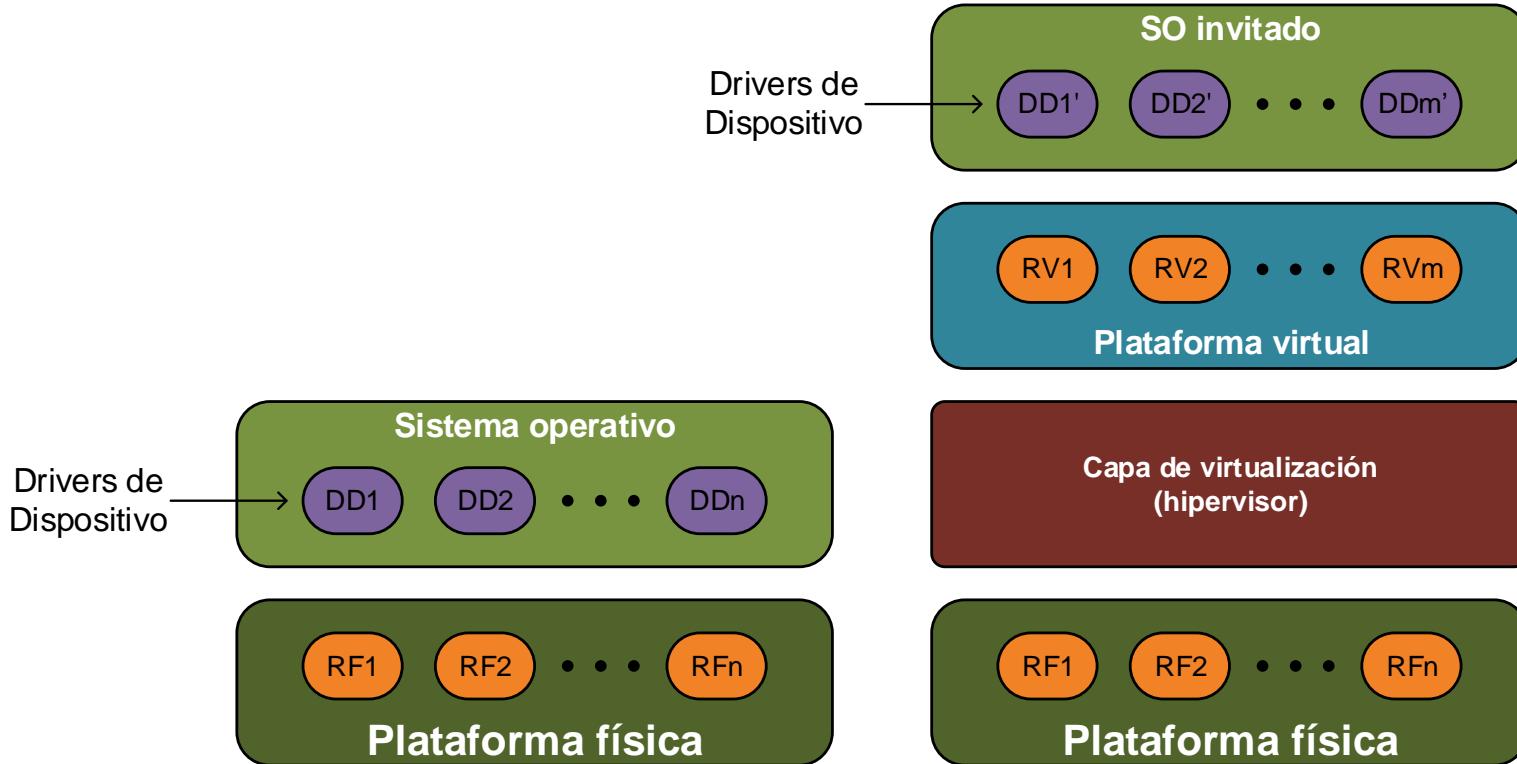
- Objetivo

Proporcionar un mecanismo para generar plataformas virtuales de ejecución a partir de una plataforma hardware. Las plataformas virtuales reciben una visión totalmente modificada de los recursos físicos de la plataforma hardware y múltiples plataformas virtuales pueden compartir una misma plataforma hardware.

- Esquema operativo



Drivers de dispositivo en plataforma física y en plataforma virtual

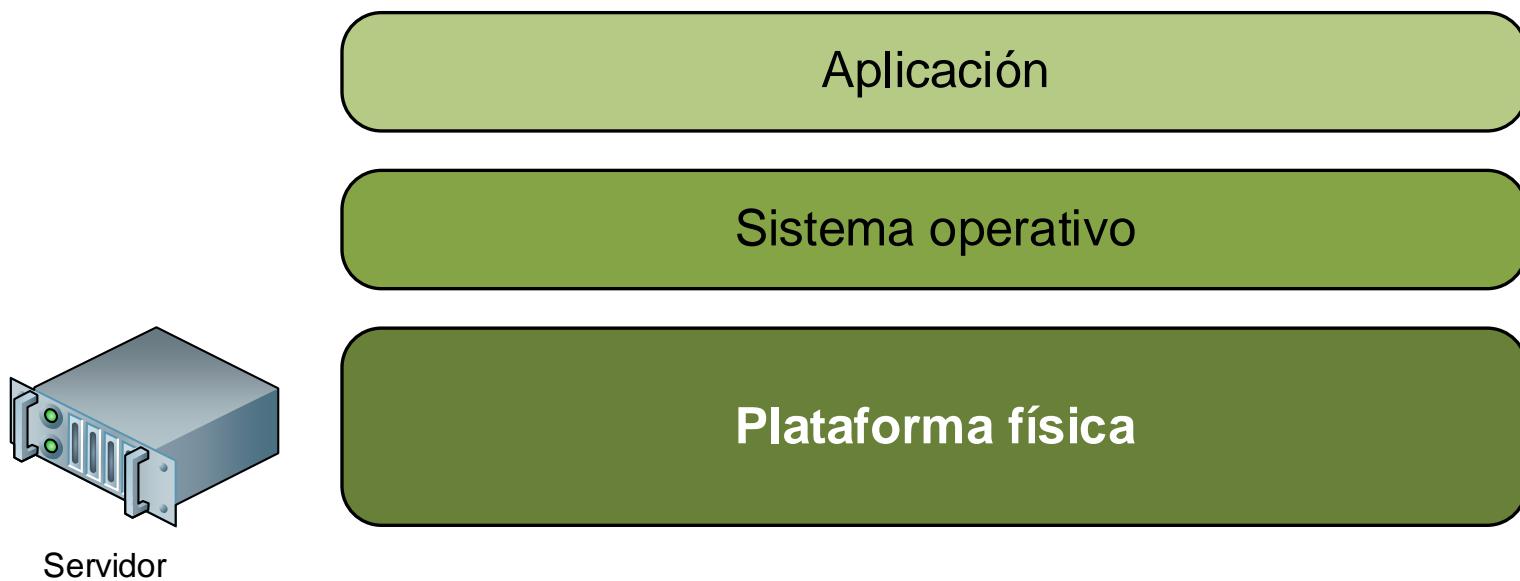


En el proceso de instalación del SO, los drivers de dispositivo se eligen de la forma apropiada para que se adegúen a los dispositivos de la plataforma de computación, ya sea ésta física o virtual. De esta forma, mediante la selección de los drivers adecuados, un sistema operativo puede adaptarse fácilmente a una plataforma virtual, sin necesidad de modificar el código principal del sistema.

Índice

- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
- ✓ Motivación
 - ✓ Tipos
 - ✓ Tecnologías de implementación
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Plataforma de computación tradicional



Problemática de las plataformas de computación tradicionales

- Tendencia a la proliferación de servidores

Para evitar interferencias entre aplicaciones, se tiende a instalar una aplicación por servidor, lo que lleva a un rápido incremento del número de servidores instalados.

- Consecuencias de la proliferación de servidores

- Escasa utilización de los recursos hardware

La CPU y la memoria de los servidores suele estar infrautilizada.

- Incremento de costes

- ✓ De adquisición

Más servidores -> Más dinero en la compra

- ✓ De administración y mantenimiento

Más servidores -> Más personal de administración y mantenimiento

- ✓ De consumo energético

Más servidores -> Mayor consumo

Motivación, ventajas y beneficios de la virtualización de plataforma

- Motivación

Superar los problemas planteados por las plataformas de computación tradicionales.

- Ventaja esencial

Un sólo servidor físico puede soportar múltiples servidores virtuales.

- Beneficio esencial

Reducción del número de servidores necesarios para soportar los servicios TI de las organizaciones.

- Concepto de consolidación de servidores

Proyectos acometidos en el ámbito de la industria TI para trasformar servidores físicos en virtuales, reduciendo drásticamente el número de servidores físicos requeridos para dar soporte a los servicios de TI de empresas y organizaciones.

Índice

- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - ✓ Motivación
 - ✓ **Tipos**
 - ✓ Tecnologías de implementación
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Hipervisor tipo 1 (*native or bare metal hypervisor*)

- Concepto

Es un núcleo de sistema operativo muy ligero, cuyo objetivo es crear un entorno de ejecución para las MV, así como proporcionar a las mismas acceso coordinado a los recursos hardware de la plataforma física.

- Requisitos de software

Ninguno, se ejecuta directamente sobre la plataforma hardware (bare metal).

- Modelos

- Con arquitectura de micronúcleo

- ✓ Ejemplos

Xen e Hyper-V

- ✓ Diseño

El núcleo es de tamaño mínimo (1 MB en caso de Xen) y gestiona el procesador, la memoria y las interrupciones. La gestión de la IO se delega en una MV privilegiada.

- ✓ Administración de las MV

Se realiza mediante una herramienta administrativa instalada en la MV privilegiada.

- Con arquitectura de núcleo monolítico...

Hipervisor tipo 1 ... continuación

- ...Con arquitectura de núcleo monolítico

- ✓ Ejemplo

VMWare ESXi

- ✓ Diseño

El núcleo es pequeño (32 MB en caso de ESXi), pero muy superior en tamaño al de los hipervisores micronúcleo. El núcleo gestiona el procesador, la memoria, las interrupciones y la IO.

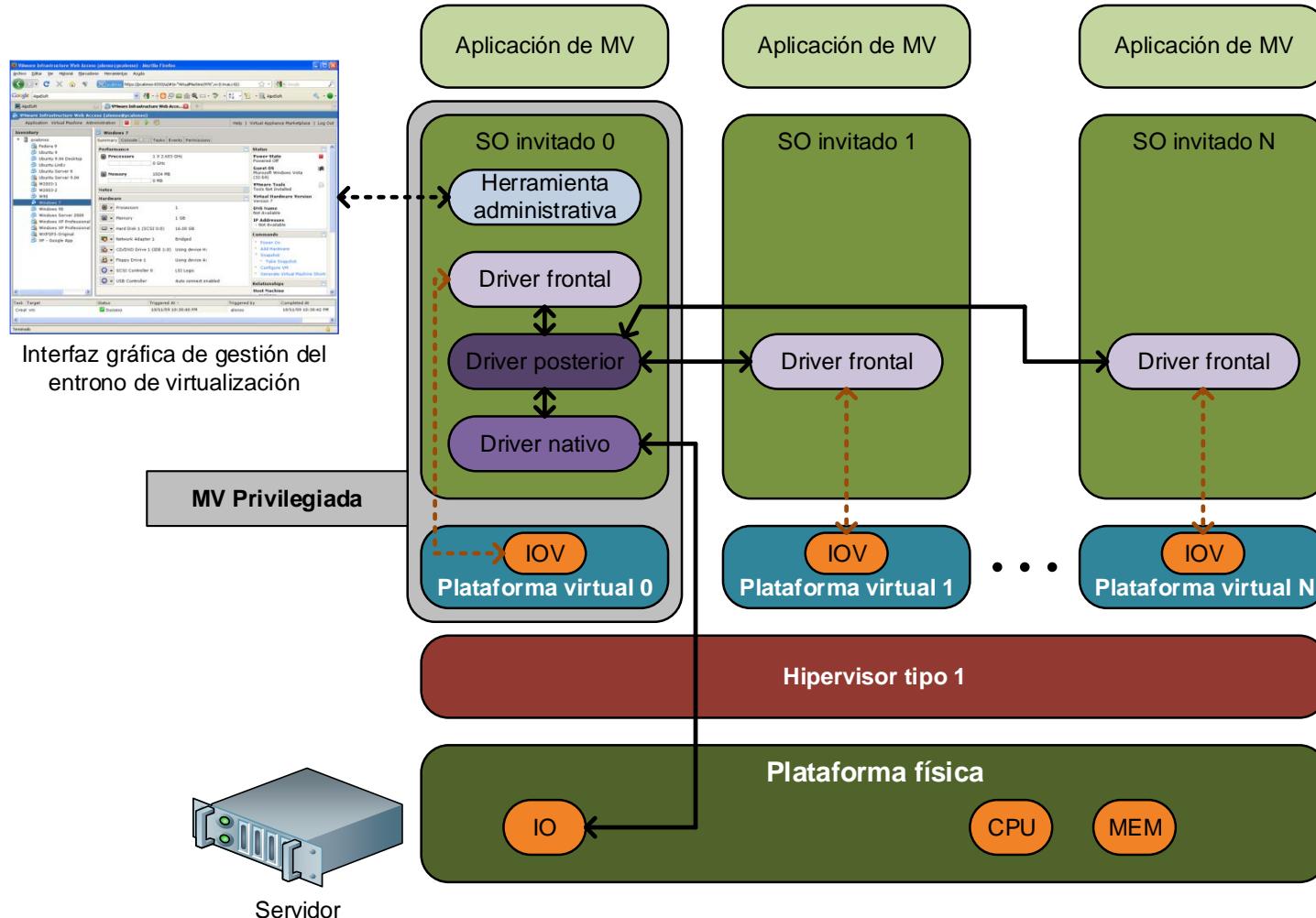
- ✓ Administración de las máquinas virtuales

Se realiza mediante una herramienta administrativa instalada en un ordenador externo que se conecta vía red a la plataforma física que da soporte al hipervisor. Un proceso que corre sobre el hipervisor gestiona la conexión.

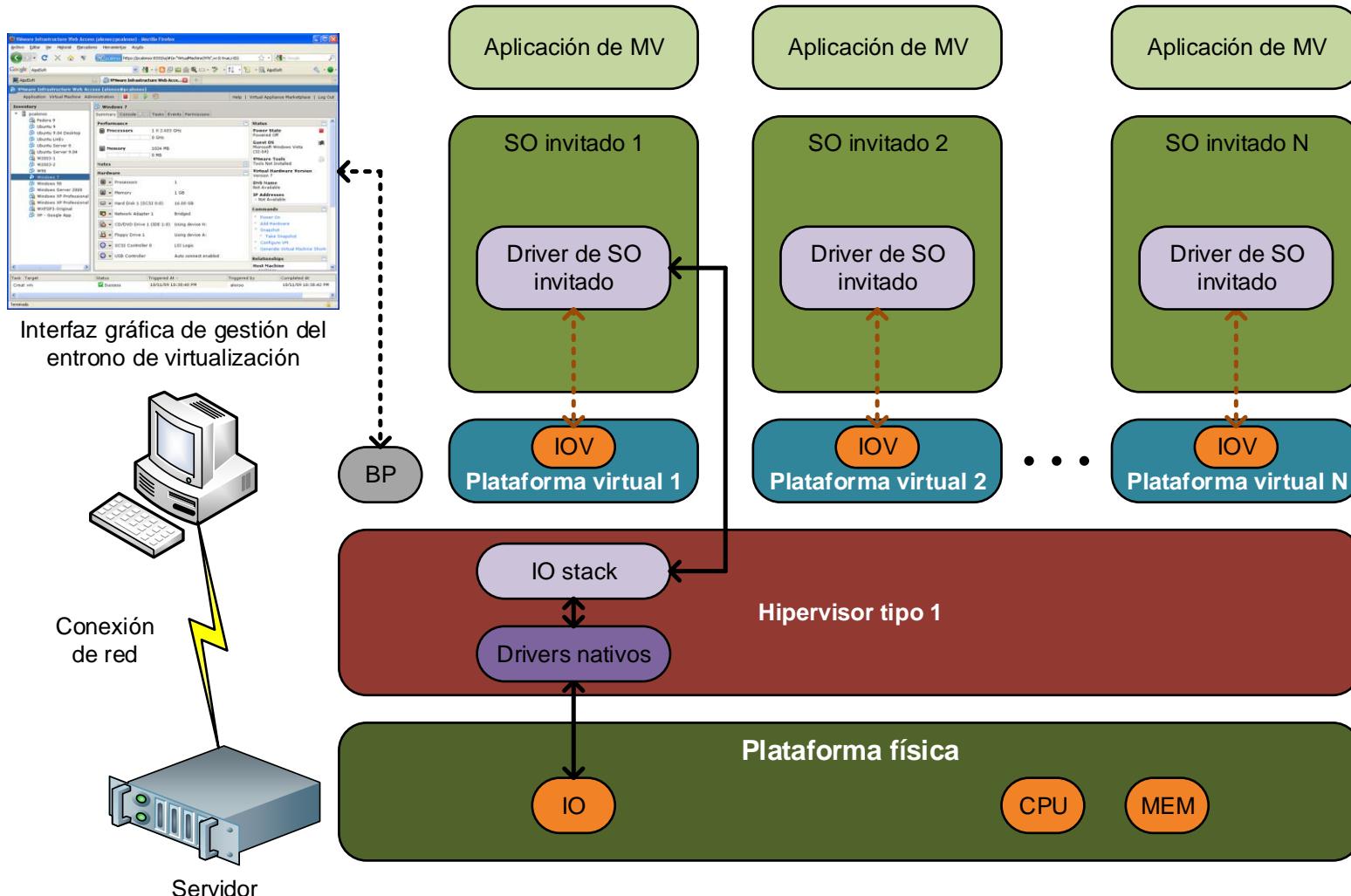
- Ámbito de uso más relevante

La virtualización de servidores, como Xen y ESXi.

Hipervisor tipo 1 micronúcleo



Hipervisor tipo 1 núcleo monolítico



Hipervisor tipo 2 (*hosted hypervisor*)

- Concepto

Es una aplicación de virtualización que se instala sobre un sistema operativo de propósito general y cuyo objetivo es crear un entorno de ejecución para las MV, así como proporcionar a las mismas acceso coordinado a los recursos hardware de la plataforma física.

- Requisitos de software

El sistema operativo que de soporte, que recibe el nombre de anfitrión (host).

- Gestión de la IO

El sistema operativo anfitrión proporciona el soporte necesario para la gestión de la IO.

- Administración de las máquinas virtuales

La aplicación de virtualización lleva integrada una herramienta administrativa para la gestión de las MV.

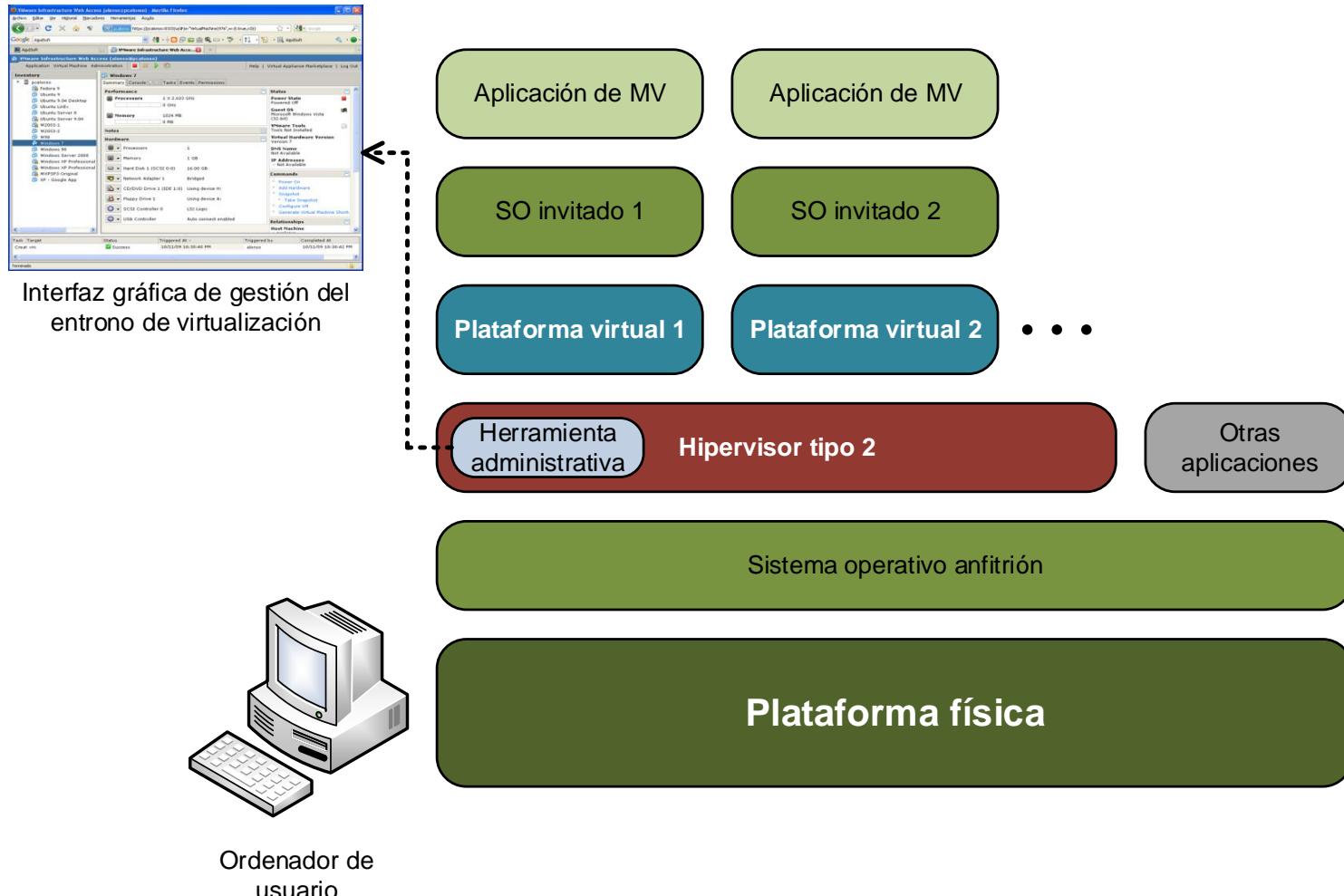
- Ejemplos

Virtual Box, VMWare Workstation, VMWare Player.

- Ámbito de uso más relevante

La virtualización en el ordenador (entorno) del usuario.

Hipervisor tipo 2 (*hosted hypervisor*)



Virtualización a nivel de kernel

- Concepto

Se trata de integrar en el núcleo del sistema operativo Linux un módulo de virtualización cuyo objetivo es crear un entorno de ejecución para las MV, así como proporcionar a las mismas acceso coordinado a los recursos hardware de la plataforma física.

- Requisitos de software

El sistema Linux en el que se integra.

- Gestión de la IO

El sistema Linux proporciona el soporte necesario para la gestión de la IO.

- Administración de las máquinas virtuales

Utiliza una aplicación que se ejecuta sobre el sistema operativo Linux anfitrión.

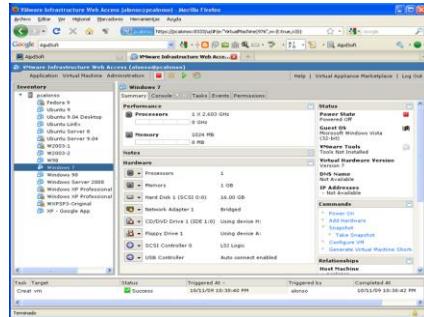
- Ejemplos

KVM (Kernel-based Virtual Machine)

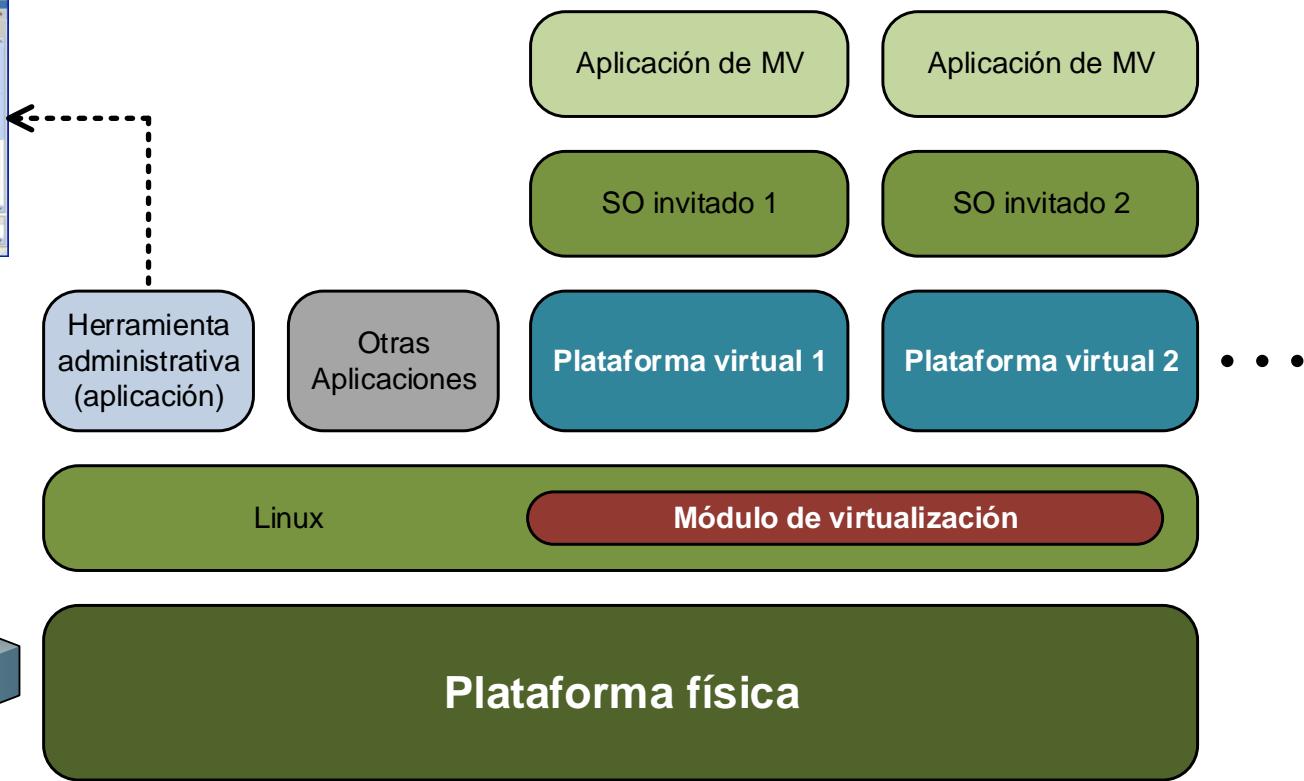
- Ámbito de uso más relevante

Virtualización de servidores.

Virtualización a nivel de kernel



Interfaz gráfica de gestión del entorno de virtualización



Índice

- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - ✓ Motivación
 - ✓ Tipos
 - ✓ Tecnologías de implementación**
- Infraestructura virtual

Virtualización completa

- Concepto

Los sistemas operativos invitados se ejecutan en las MV sin modificación alguna (salvo en los drivers) respecto a los sistemas operativos que se ejecutan en plataformas físicas.

- Tipos, atendiendo al mecanismos de ejecución del código de modo supervisor

- Traslación binaria

El código de modo supervisor del sistema operativo es transformado por un traductor justo antes de su ejecución, de modo que se puedan tratar de forma apropiada las instrucciones privilegiadas y las de IO.

- Asistida por hardware

La CPU posee un modo especial para la ejecución del hipervisor. Las instrucciones privilegiadas y de IO ejecutadas por un sistema operativo invitado generan excepciones que provocan transferencias de control al hipervisor, el cual las trata de la forma apropiada.

- ✓ Extensiones hardware que dan soporte a la virtualización asistida por hardware

Intel VT-x y AMD-V

Paravirtualización

- Concepto

Se trata de modificar los sistemas operativos invitados de modo que cooperen con el hipervisor para su correcta ejecución en las MV.

- Mecanismo de ejecución del código de modo supervisor

Las secciones de código del sistema operativo invitado que requieren ejecutar instrucciones privilegiadas o realizar operaciones de IO son sustituidas por llamadas al hipervisor, que las trata de la forma apropiada.

- ¿Qué ventajas ofrece la paravirtualización en relación con la virtualización asistida por hardware?

La paravirtualización ofrece unas prestaciones significativamente superiores en el manejo de los dispositivos de IO. Por tanto, es la tecnología adecuada para la implementación de drivers de dispositivo.

- Alcance del uso de la paravirtualización

La paravirtualización es ampliamente utilizada en la implementación de drivers de dispositivo. Tanto Windows como Linux proporcionan versiones paravirtualizadas de los drivers de dispositivo para su ejecución en los hipervisores más comunes.

- Uso combinado de la virtualización asistida por hardware y de la paravirtualización

Lo más común es que se usen ambas tecnologías combinadamente. La virtualización asistida por hardware para la gestión de memoria y para manejar las instrucciones privilegiadas, y la paravirtualización en la implementación de los drivers de dispositivo.

Índice

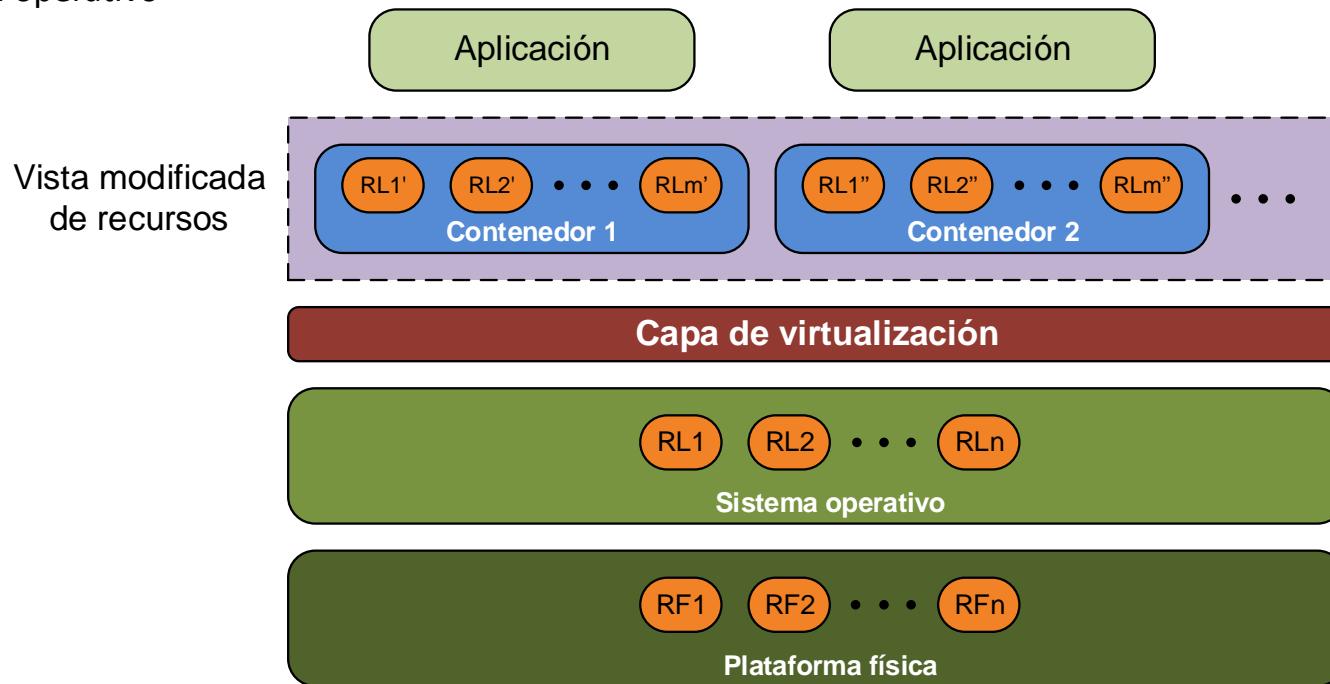
- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - **Virtualización del sistema operativo**
 - Virtualización de aplicaciones
- Infraestructura virtual

Objetivo y esquema operativo

- Objetivo

Proporcionar un mecanismo para generar entornos de aislamiento de ejecución de las aplicaciones sobre un sistema operativo base. Cada entorno de aislamiento, que se conoce habitualmente como contenedor, proporciona a las aplicaciones que se ejecutan en él una vista modificada de los recursos lógicos del sistema operativo subyacente. Así gestiona su propio sistema de ficheros y maneja entornos privados de gestión de procesos y de red.

- Esquema operativo



Docker: conceptos básicos

- ¿Qué es Docker?

Es una tecnología estandarizada para la creación y gestión de imágenes de contenedores.

- Imagen Docker

Paquete de software configurado para que pueda ser ejecutado como un contenedor en un anfitrión Docker (Docker host).

- Docker Engine

Entorno de ejecución (runtime environment) de contenedores Docker.

(NOTA: un equipo equipado con Docker Engine se convierte en un Docker host.)

- Contenedor Docker

Imagen Docker puesta en ejecución sobre Docker Engine.

- Registro Docker

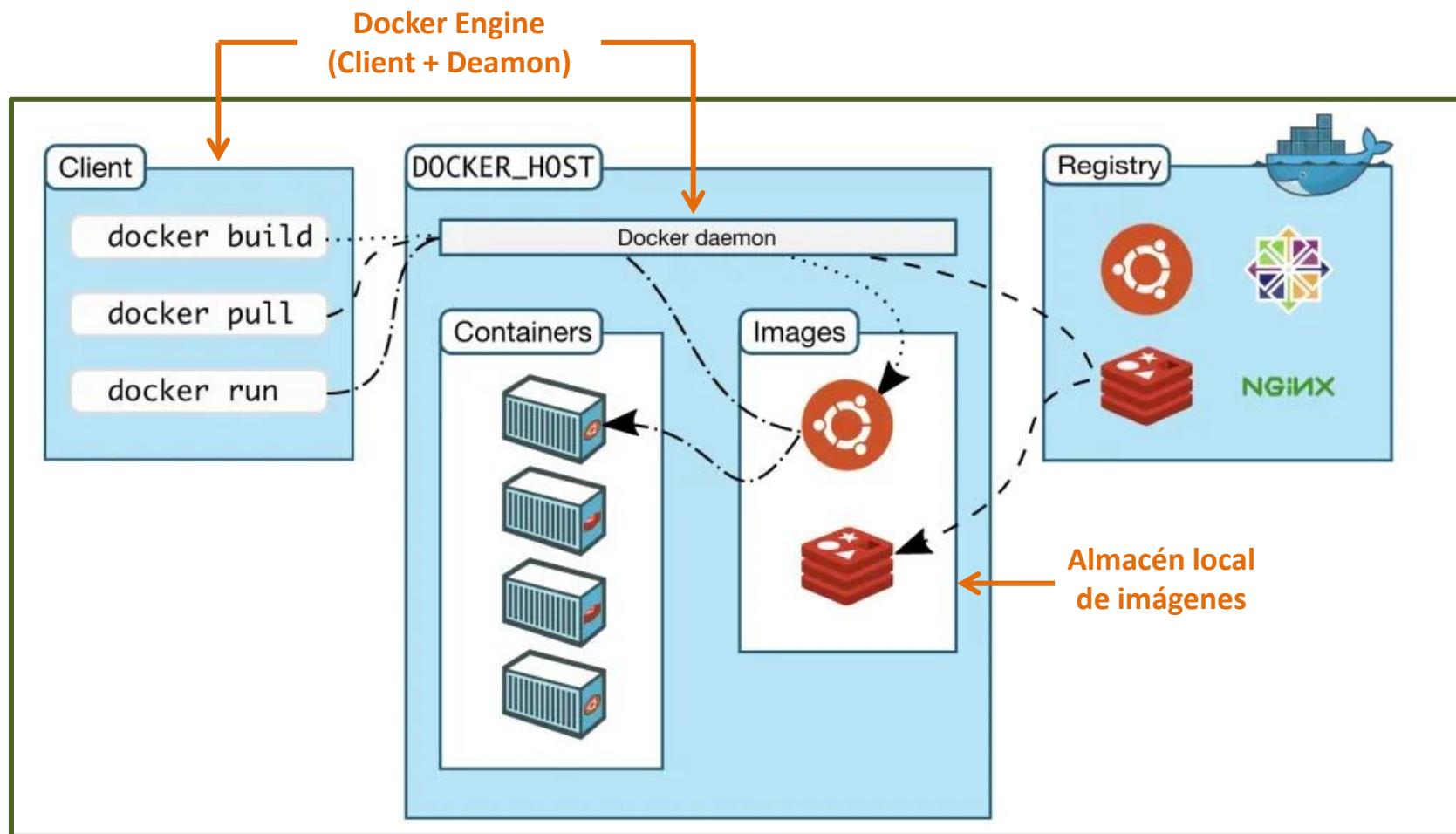
Repositorio centralizado para el almacenamiento y distribución de imágenes Docker.

- Beneficios de Docker

- 1) Mecanismo ligero de gran eficiencia para la ejecución de múltiples cargas de trabajo aisladas en un mismo sistema.
- 2) Mecanismo estandarizado para la distribución de aplicaciones que elimina las dependencias entre las aplicaciones y las plataformas en las que se ejecutan.

<https://www.docker.com/resources/what-container/>

Docker: arquitectura



Comparativa entre la virtualización de plataforma y la virtualización del sistema operativo

- Ventajas de la virtualización de plataforma

- Máxima flexibilidad en la selección de los sistemas operativos a ejecutar

Permite la ejecución simultánea de máquinas virtuales que contengan cualquier tipo de sistema operativo, osea diferentes sistemas operativos pueden ejecutarse simultáneamente en la misma máquina física.

- Máxima flexibilidad en la configuración de las máquinas virtuales

La capacidad de las plataformas de virtualización de emular hardware virtual proporciona una flexibilidad total a la hora de elegir la configuración de cada máquina virtual a ejecutar.

- Ventajas de la virtualización del sistema operativo

- Menor consumo de recursos (disco y memoria)

Los contenedores no necesitan mantener una imagen propia del sistema operativo, todos ellos comparten una imagen única del sistema operativo que es la que se mantiene en el disco y en memoria. Sin embargo, cada máquina virtual requiere su propio sistema operativo, lo que consume el espacio correspondiente tanto en disco como en memoria.

- Mejores prestaciones

Los contenedores no requieren gestionar un SO completo, ya que todos ellos comparten una imagen del SO común. Esto simplifica la gestión de las estructuras hardware para el manejo del SO, consiguiéndose así una gestión mas eficiente de la plataforma hardware.

Índice

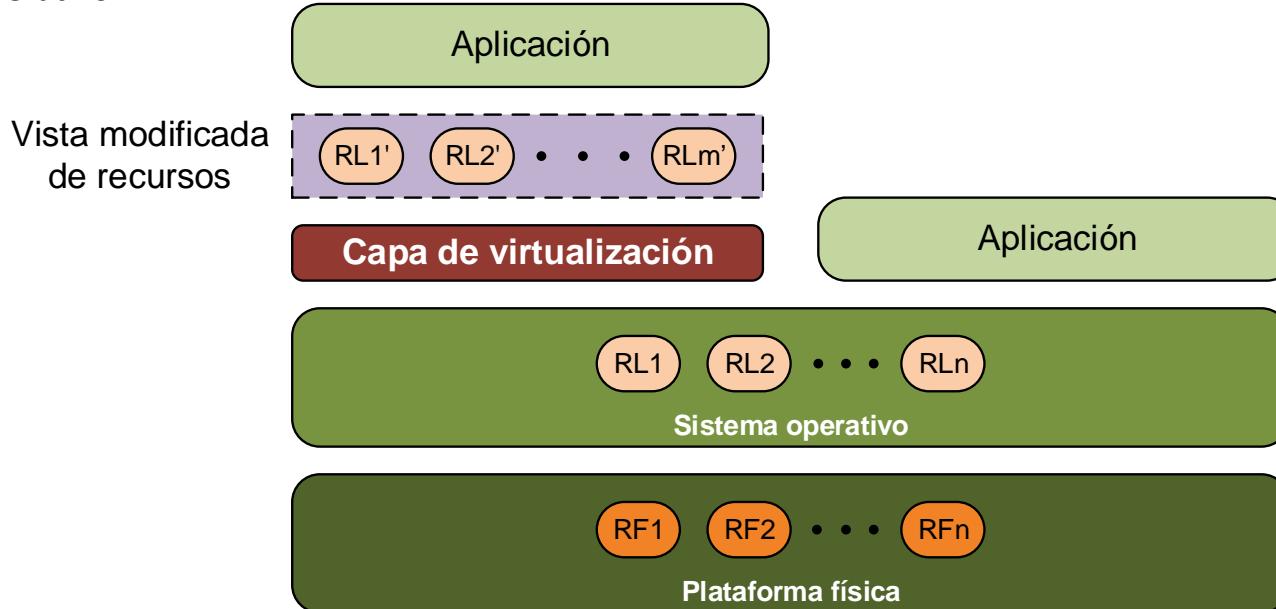
- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - Virtualización del sistema operativo
 - **Virtualización de aplicaciones**
- Infraestructura virtual

Objetivo y esquema operativo

- Objetivo

Proporcionar un mecanismo para generar entornos aislados de configuración y almacenamiento para las aplicaciones en los que se almacenan de forma conjunta todos los componentes necesarios para que una aplicación se pueda ejecutar (entornos de runtime, librerías, etc) y que minimizan las modificaciones en la configuración y en el sistema de ficheros del sistema operativo subyacente.

- Esquema operativo



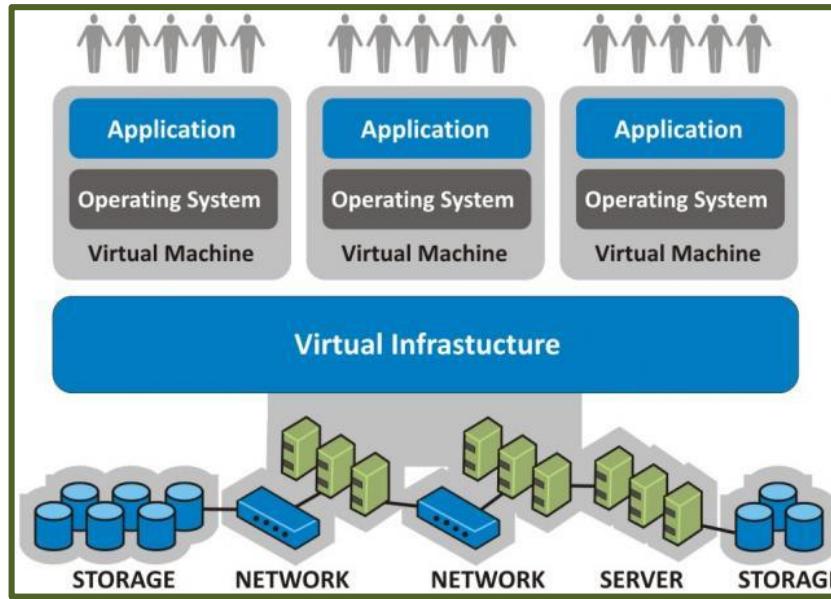
- Ejemplos

[Microsoft App-V en entorno Windows, y Snap en entorno Linux.](#)

Índice

- Concepto de virtualización
- Tipos de virtualización
 - Virtualización de recursos
 - Virtualización de plataforma
 - Virtualización del sistema operativo
 - Virtualización de aplicaciones
- **Infraestructura virtual**

Infraestructura virtual



- Concepto

Se trata de extender el concepto de virtualización más allá de la máquina física, aplicándose a un conjunto o banco de recursos interconectados, en el que se integra almacenamiento, servidores y redes. Estos recursos trabajan colaborativamente, proporcionando a las MV una vista unificada de los recursos hardware subyacentes, que se conoce habitualmente como infraestructura virtual.

- Uso

Los CPD modernos, tal y como los gestionados por los grandes proveedores de cloud computing, se gestionan siguiendo el paradigma de la infraestructura virtual.

Tema 3

Tecnologías de almacenamiento

Índice

- **Introducción**

- Organización del almacenamiento en el computador
- Discos duros y dispositivos SSD
- RAID

Almacenamiento permanente

- Concepto

Se trata de la capacidad de los sistemas informáticos de almacenar información durante un tiempo indefinido, independientemente de que dichos sistemas se encuentren o no conectados a su fuente de alimentación habitual.

- Dispositivos y tecnologías de almacenamiento permanente

Disco duro



Tecnología de almacenamiento

Magnética

CD/DVD



Tecnología de almacenamiento

Óptica

Unidad de estado sólido



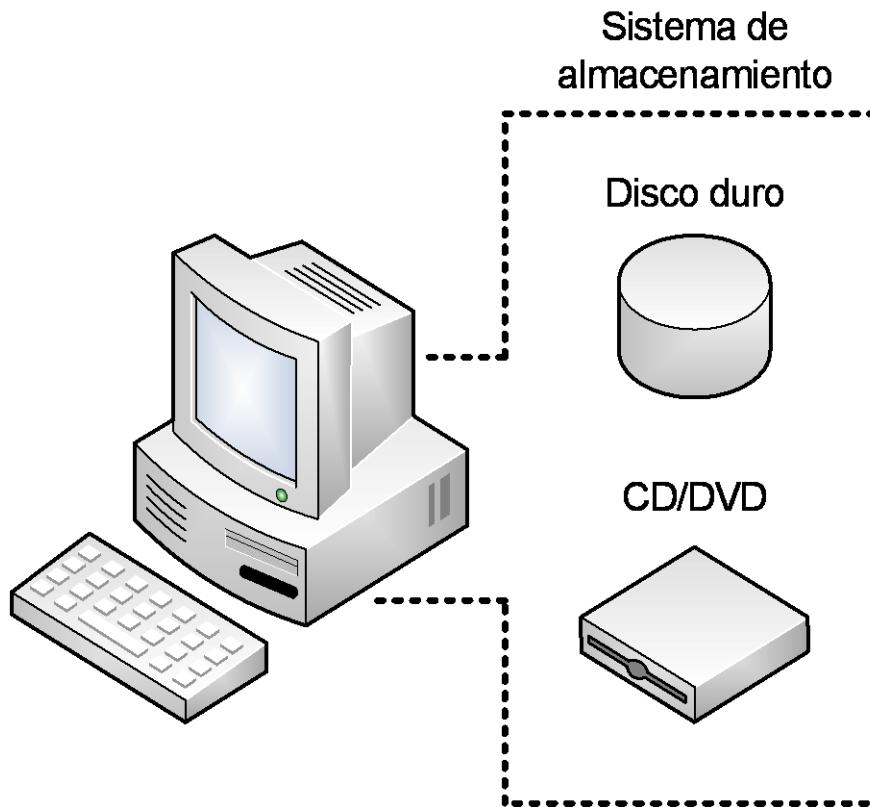
Tecnología de almacenamiento

Memoria flash

Almacenamiento en el ordenador de escritorio

- Característica básica

Simplicidad: el sistema de almacenamiento está habitualmente formado por un disco duro y una unidad óptica.



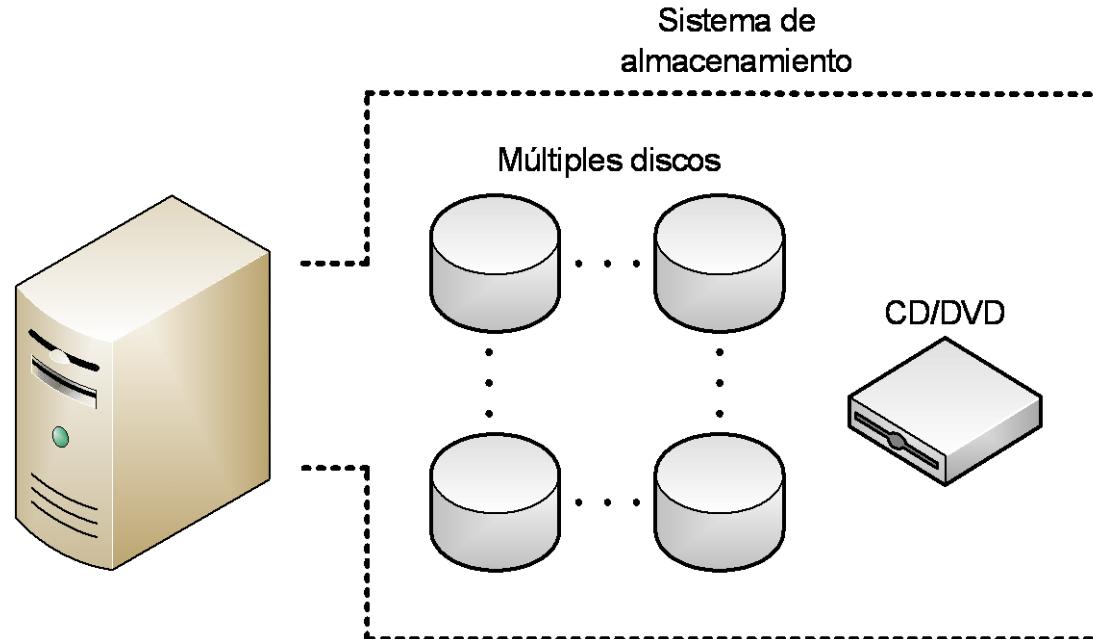
Almacenamiento en el servidor

- Requisitos habituales

- Elevada capacidad de almacenamiento.
- Altas prestaciones: bajo tiempo de acceso (si le pido un dato responde rápido) y elevada tasa de transferencia.
- Tolerancia a fallos y elevada disponibilidad.

- Diseño para el cumplimiento de los requisitos

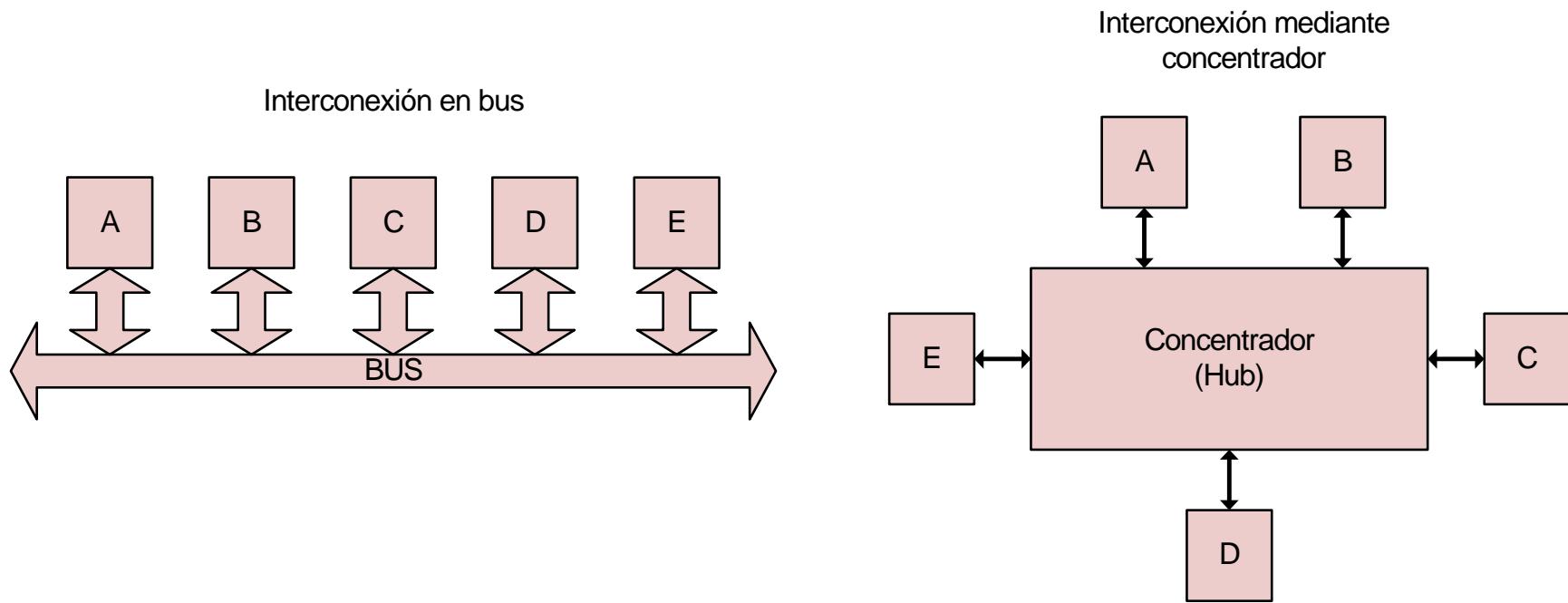
Basado en múltiples discos, habitualmente gestionados mediante controladoras RAID.



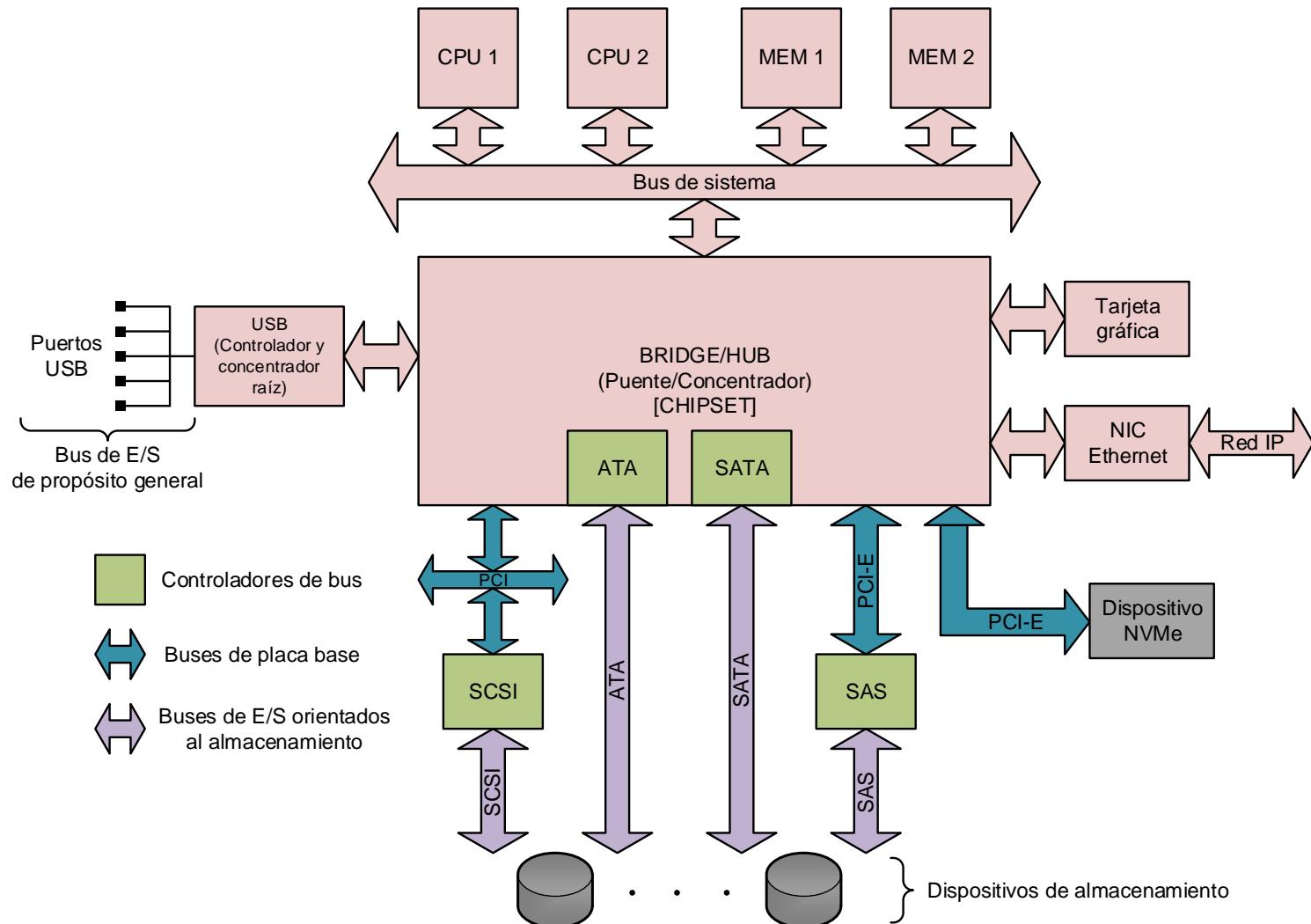
Índice

- Introducción
- **Organización del almacenamiento en el computador**
- Discos duros y dispositivos SSD
- RAID

Repaso: Interconexión de dispositivos en el ordenador



Jerarquía de conexiones de un ordenador moderno



Elementos de la jerarquía de conexiones de un ordenador moderno

- Bus de sistema

Su objetivo es conectar las CPU y la memoria RAM del ordenador. Se trata de un bus especialmente optimizado para proporcionar un elevado ancho de banda de comunicación entre estos dispositivos.

- Subsistema de concentradores (chipset)

Su objetivo es establecer una vía de comunicación entre los dispositivos conectados al bus de sistema (CPU y memoria) y el resto de dispositivos del computador.

- Bus de placa base

Su objetivo es proporcionar un mecanismo de integración de interfaces en el computador mediante el mecanismo de las ranuras de expansión. Los controladores de buses de E/S pueden conectarse a este bus.

- Controladores de bus

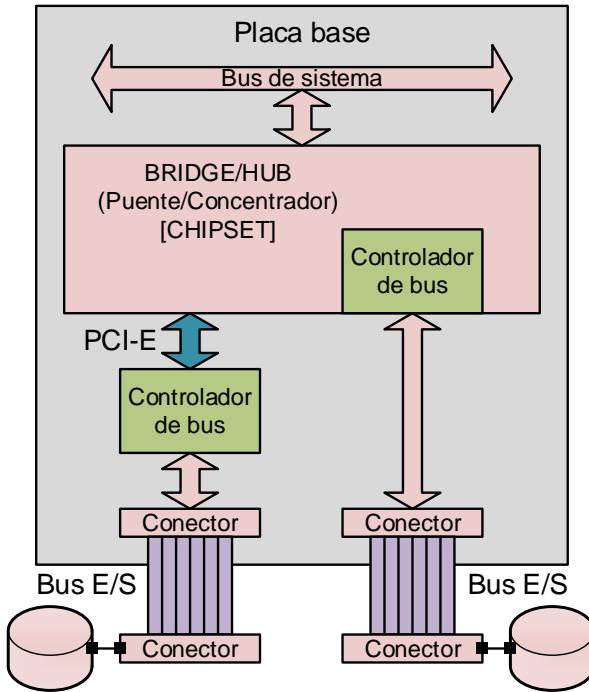
El objetivo de estos dispositivos es controlar buses de E/S. Para ello, gestionan el direccionamiento de los dispositivos en el bus y proporcionan un puente de comunicación entre el bus y otros dispositivos del sistema de interconexiones del computador.

- Buses de E/S

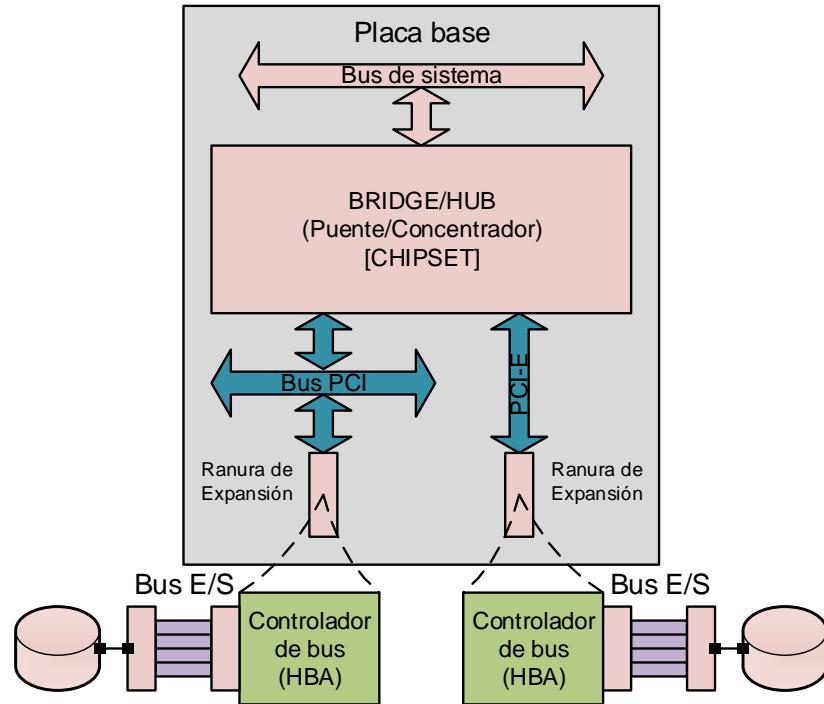
El objetivo de estos buses es proporcionar un mecanismo de conexión de periféricos al computador.

Alternativas de implementación de los controladores de bus

Controlador de bus en placa base



Controlador de bus en HBA



La electrónica de la controladora está integrada en la placa base. Esta debe proporcionar un conector para conectar el cable que actuará como bus de E/S.

La electrónica del controlador se implementa mediante un HBA (Host Bus Adapter), que se integra en la placa base mediante una ranura de expansión perteneciente a un bus de placa base. El HBA proporciona un conector para conectar el cable que actuará como bus de E/S.

Buses de E/S

- El beneficio de la estandarización

Posibilitar la integración entre periféricos y ordenadores de múltiples fabricantes.

- Definición y mantenimiento de los estándares

Los estándares son gestionados o bien por consorcios de fabricantes del sector, o bien por comités pertenecientes a institutos de estandarización como el INCITS (International Committee for Information Technology Standards).

USB -> Gestiónado por el consorcio "USB Implementers Forum".

SAS -> Gestiónado por el grupo de trabajo t10 del INCITS.

- Aspectos definidos por un estándar de bus

- Características físicas

Define aspectos tales como: formato de cables y conectores, especificaciones eléctricas, frecuencia de trabajo, etc

- Arquitectura lógica

Define fundamentalmente las líneas que forman el bus, así como su funcionalidad.

- Interfaz de programación

Define el conjunto de comandos (principalmente leer y escribir) disponibles para el manejo del bus.

Buses de E/S estándares

- Buses de E/S de propósito general

- USB (Universal Serial Bus)

- ✓ Objetivo

- Proporcionar un mecanismo simple para la conexión de periféricos externos a un ordenador.

- ✓ Características más destacadas

- Plug & Play.
 - Capacidad de alimentar a los dispositivos conectados.

- Buses de E/S orientados al almacenamiento

- ATA (Advanced Technology Attachment)
 - SCSI (Small Computer System Interface)
 - SATA (Serial ATA)
 - SAS (Serial Attached SCSI)

ATA: Aspectos generales

- Arquitectura

- Bus paralelo de ancho 16 (en cada ciclo de bus envío un dato de 16 bits)
 - Capacidad de direccionamiento: 2 dispositivos de almacenamiento, necesito una línea -> $2^x=2$ dispositivos -> $x=1$

- Ámbito de uso

- Ordenadores personales.

- Evoluciones del estándar

- 7 evoluciones, desde la ATA-1 a la ATA-7.

- Prestaciones

- El bus ATA ha llegado a 133,33 MB/seg en la ATA-7.

SCSI: Aspectos generales

- Arquitectura
 - Bus paralelo con dos tipos de ancho: 8 y 16
 - Capacidad de direccionamiento: 8 dispositivos en el de ancho 8 (3 líneas de dirección), y 16 dispositivos en el de ancho 16 (4 líneas de dirección).
- Ámbito de uso
 - En servidores y sistemas de almacenamiento externos (como por ejemplo, las unidades de cinta).
- Evoluciones del estándar
 - 9 evoluciones, desde SCSI-1 hasta la Ultra-320 SCSI.
- Prestaciones
 - El bus SCSI ha llegado a 320 MB/seg en la Ultra-320 SCSI.

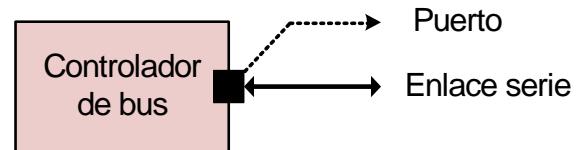
El cambio hacia el bus serie

- Prestaciones (ancho de banda)
 - Factores determinantes en las prestaciones de un bus
 - ✓ Acho (tamaño de los datos trasmítidos)
 - ✓ Frecuencia de trabajo
 - Comparativa en prestaciones bus paralelo / bus serie respecto a ancho y frecuencia
 - ✓ Ancho: Bus paralelo ventajoso
 - ✓ Frecuencia: Bus paralelo desventajoso
 - Existen un conjunto de problemas de diseño electrónico en los buses paralelos que limitan su frecuencia de trabajo, agravándose dicha limitación en la medida que aumenta la longitud del bus.
 - La longitud requerida para un bus de E/S es significativa.
 - ✓ Resultado combinado (Acho + frecuencia): Bus serie ventajoso
- Espacio ocupado (*footprint*) por los elementos del bus
 - Los cables serie son más estrechos, ocupando menos espacio. Así mismo, debido a que tienen muchos menos conductores, sus conectores tendrán muchos menos pines resultando más pequeños.
 - Espacio ocupado: Bus serie ventajoso

Interconexión de dispositivos mediante bus serie

- Concepto de puerto

Punto de conexión proporcionado por un controlador de bus para conectar un enlace serie.



- Modelos de conexión

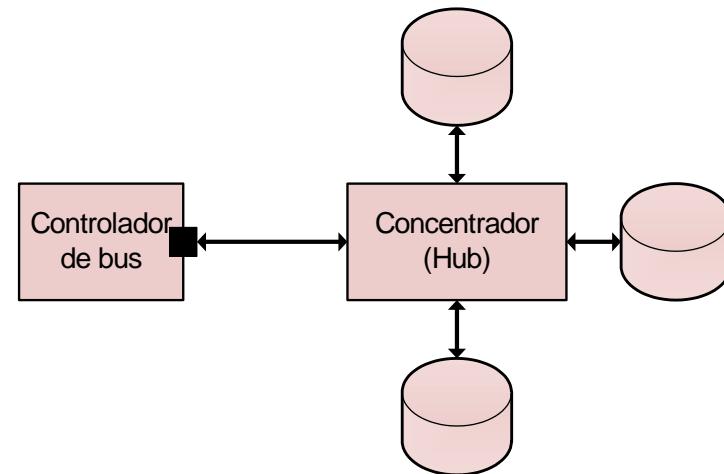
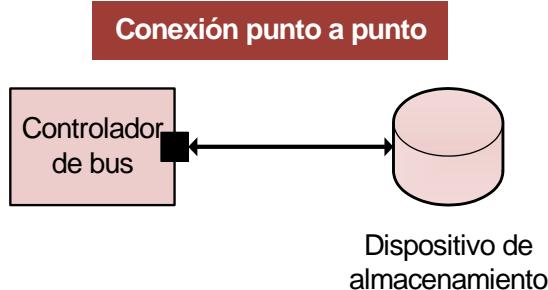
- Punto a punto (más común)

Un puerto, un dispositivo

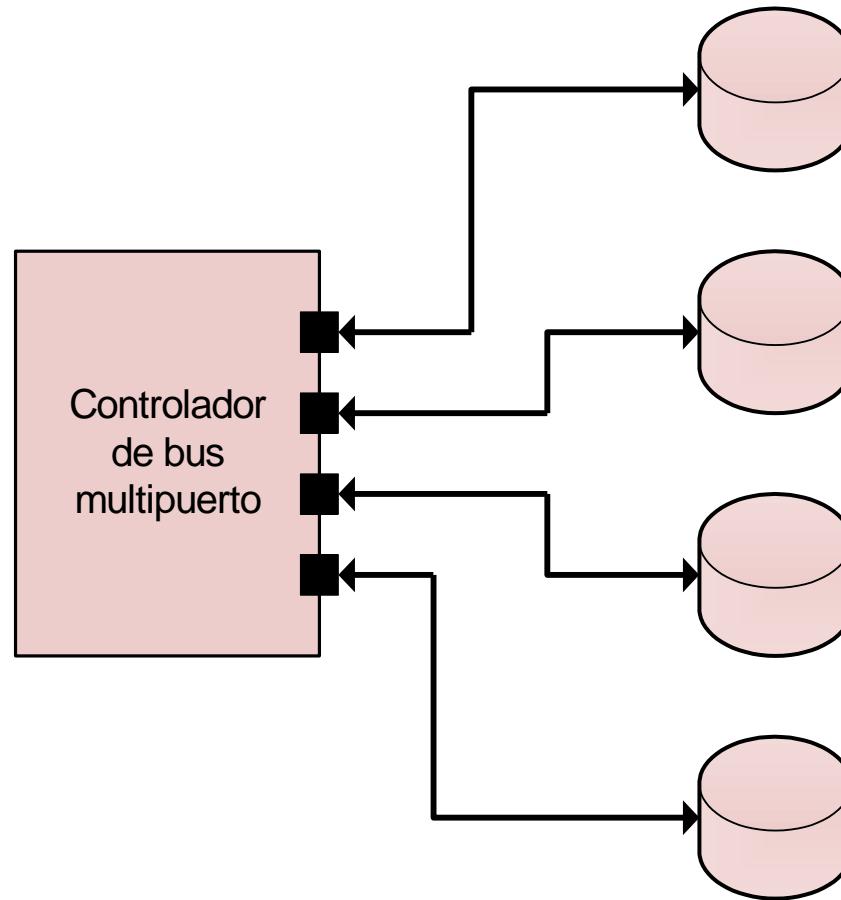
- Mediante concentrador

Múltiples dispositivos se conectan a un puerto mediante un concentrador

Conexión mediante concentrador



Controladores multipuerto



Su cometido es proporcionar un mecanismo de conexión al computador para múltiples dispositivos de almacenamiento utilizando conexiones punto a punto.

SATA: Aspectos generales

- Nomenclatura

SATA significa Serial ATA (es ATA transmitiendo en serie).

- Compatibilidad con el estándar ATA

- 100 % compatible en la interfaz de programación.
- No compatibles a nivel físico (cables y conectores).

- Arquitectura

- Canal de comunicación

Serie bidireccional (dos canales de transmisión, pero solo uno lleva información útil, el otro es para sincronizar).

- Controlador de bus

Es habitualmente multipuerto.

- Capacidad de direccionamiento

- Cada puerto puede direccionar hasta 15 dispositivos, utilizando un concentrador (prácticamente no se usa).
 - Habitualmente un puerto se conectará a un único dispositivo mediante una conexión punto a punto.

- Ámbito de uso

- Ordenadores personales.
 - Servidores de gama baja.
 - Conexión de dispositivos ópticos en todo tipo de equipos.

SATA: Estándar

- Evolución del estándar y sus prestaciones

Revisión	Nombre comercial	Frecuencia (GHz)	Ancho de banda (MB/s)
1.0	SATA 1.5 Gbit/s	1,5	150
2.0	SATA 3 Gbit/s	3	300
3.0	SATA 6 Gbit/s	6	600

- Cálculo del ancho de banda (SATA 1.5 Gbit/s)

$$AB(1.0) = 1,5 \cdot 10^9 \text{ ciclos/seg} * 1 \text{ bit/ciclo} * 1 \text{ byte}/10 \text{ bits} = 150 \cdot 10^6 \text{ Bytes/seg} = 150 \text{ MB/seg}$$

Nota: Los bytes se codifican con 10 bits con objeto de incluir información de sincronización

- Comparación de prestaciones ATA/SATA
 - ATA-7: 133 MB/s
 - SATA 6 Gbit/s: 600 MB/s

SATA: Implementación física

- Controlador

Se implementan de forma estándar en placa base, formando parte del chipset.

- Enlace serie

Se implementa mediante un cable de 7 conductores: 4 para los dos canales de trasmisión + 3 masas

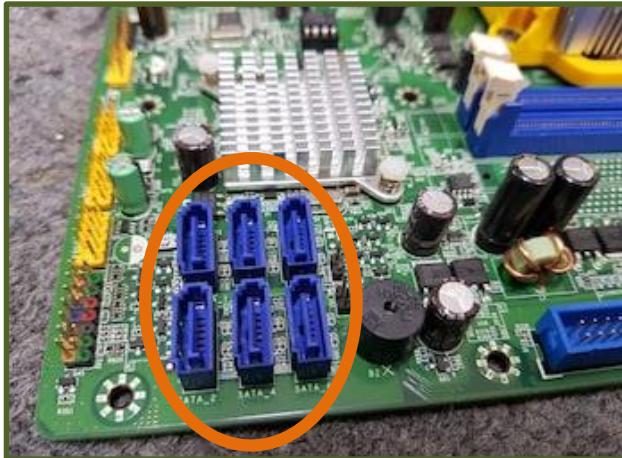
- Cable SATA



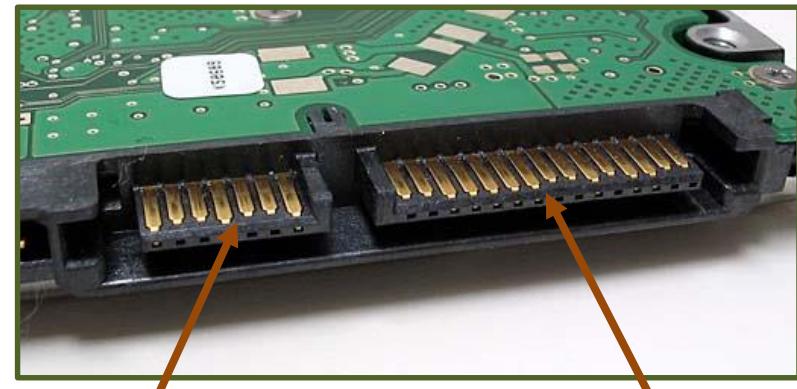
El cable SATA ocupa mucho menos espacio que el cable ATA

- Conectores

Conectores en la placa base



Conectores en el disco



Conejito de datos

Conejito de alimentación

SAS: Aspectos generales

- SAS significa Serial Attached SCSI
- Compatibilidad con el estándar SCSI
 - 100% en la interfaz de programación
 - No compatible a nivel físico (cables y conectores)
- Ámbito de uso
 - Servidores gama media y alta.
 - Cabinas de almacenamiento.

SAS: Arquitectura (I)

- Canal de comunicación

Serie bidireccional, idéntico al canal SATA.

- Concepto ampliado de puerto

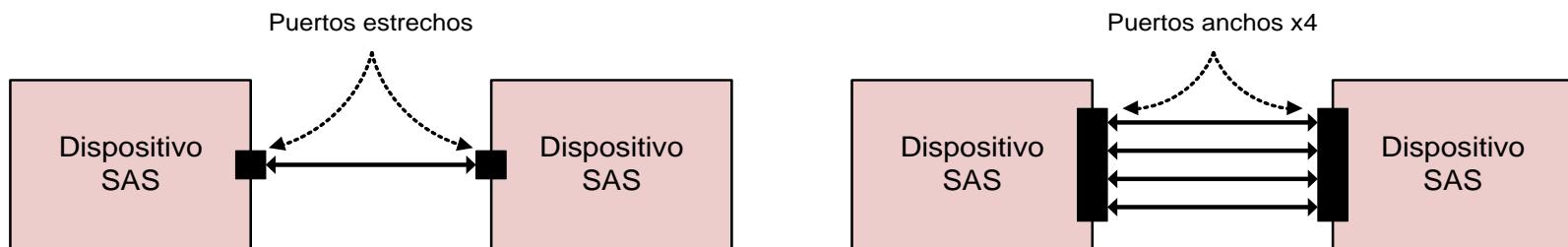
En SAS los canales serie pueden trabajar en solitario o en agregación. Un puerto es un punto de conexión para un canal o para una agregación de canales.

- Puerto estrecho (*narrow port*)

Incluye un solo canal.

- Puerto ancho (*wide port*)

Incluye 2, 4 a 8 canales.



- Interconexión de dispositivos SAS

- Punto a punto

- A través de concentradores

- Los concentradores SAS se denominan “expanders”

- Se pueden interconectar hasta dos niveles de “expanders”

SAS: Arquitectura (II)

- Direccionamiento de dispositivos

- Dominio SAS

- Conjunto de dispositivos gestionados por un puerto, o bien directamente o mediante concentradores.

- Roles de dispositivo en un dominio

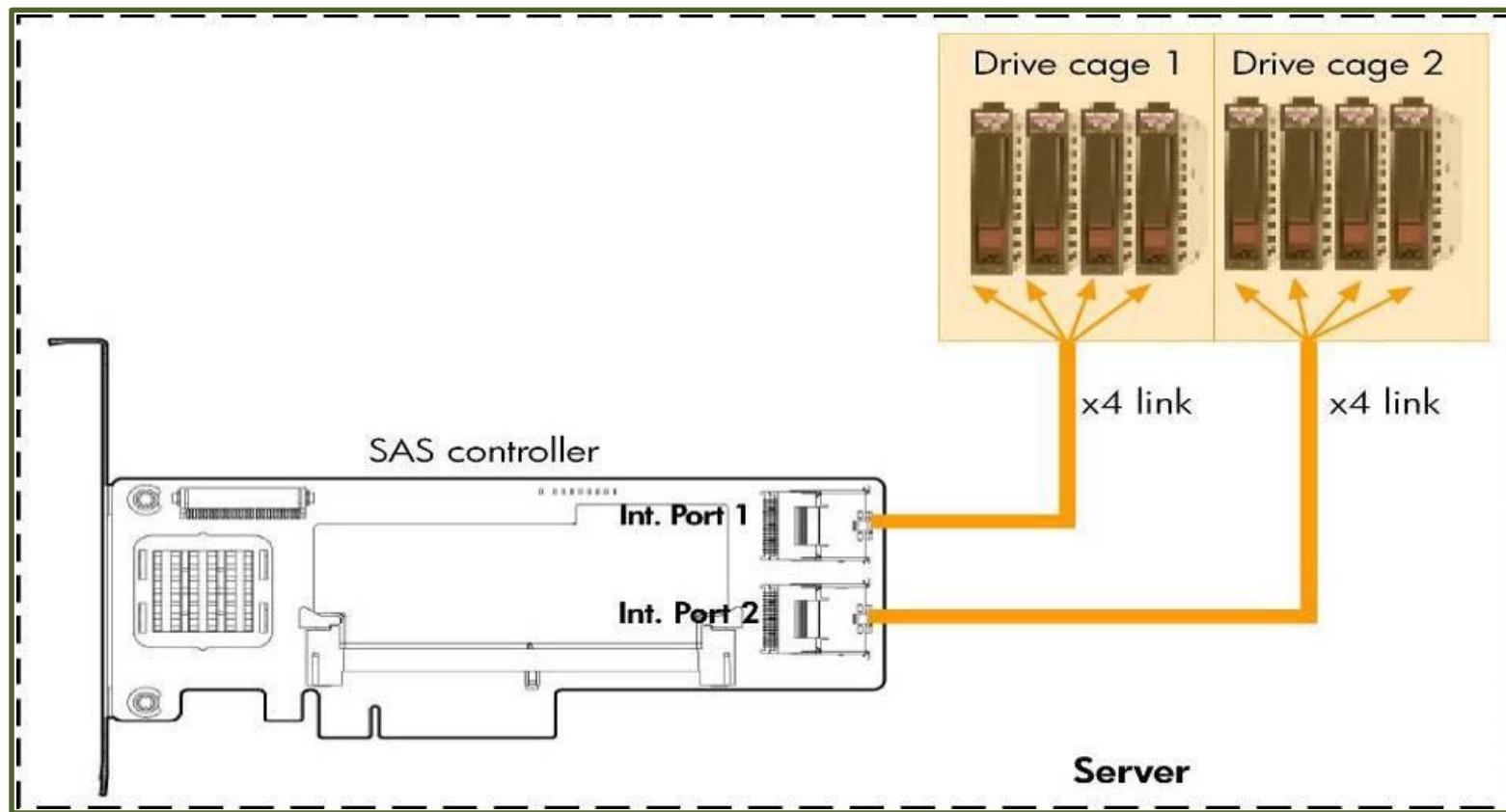
- ✓ *Initiator* (habitualmente, el puerto de un controlador)
 - ✓ *Target* (habitualmente, un dispositivo de almacenamiento)

- Capacidad de direccionamiento

- Hasta 8 dispositivos sin el uso de concentradores (puerto x8).
 - Hasta 128 dispositivos en un único concentrador.
 - Hasta 128x128 dispositivos utilizando dos niveles de concentradores.

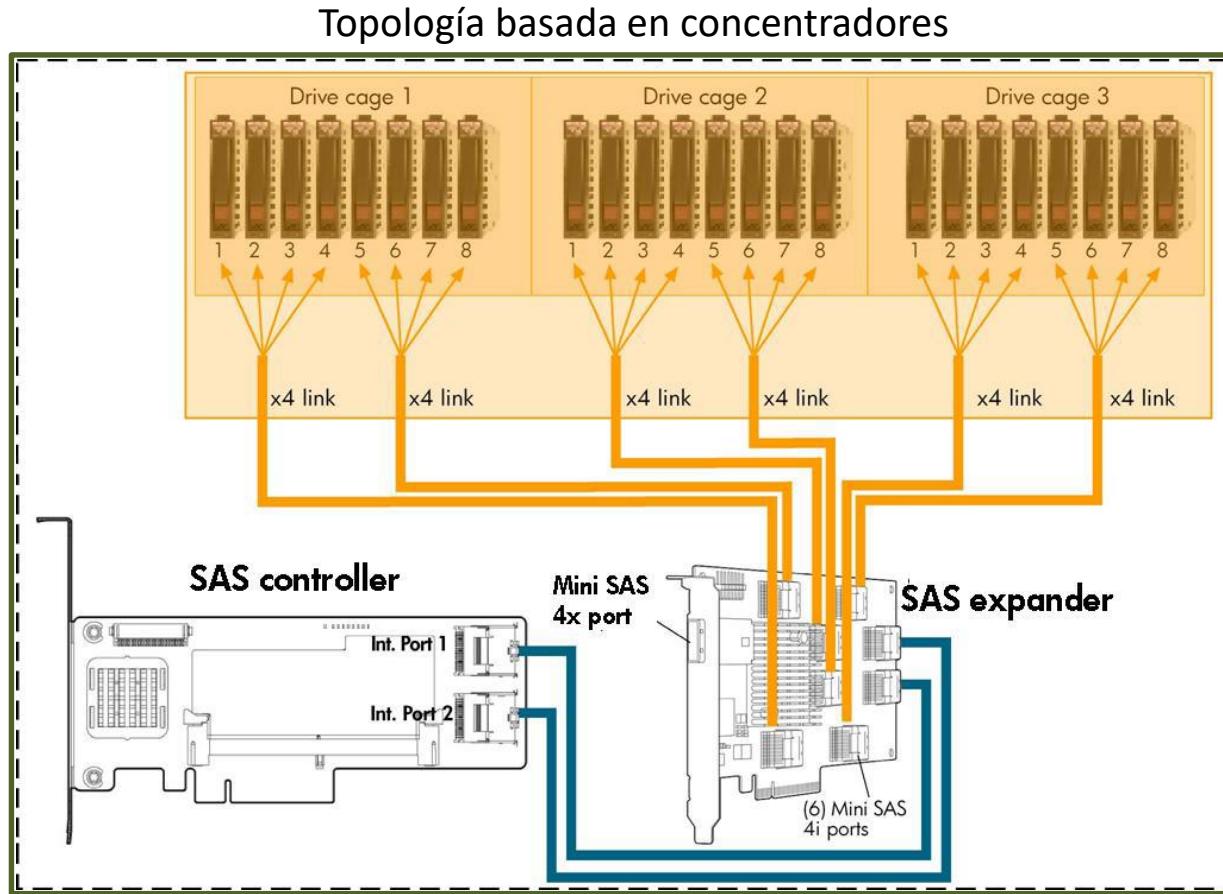
SAS: Ejemplo de topología de interconexión (I)

Topología basada en conexiones punto a punto



- Topología SAS típica para la organización del almacenamiento interno de un servidor
- Dos dominios SAS con 5 dispositivos cada uno (1 initiator y 4 targets).

SAS: Ejemplo de topología de interconexión (II)



- Topología SAS para la organización del almacenamiento interno de un servidor de alta capacidad
- Dos dominios SAS con 13 dispositivos cada uno (1 initiator y 12 targets).

SAS: Estándar

- Evolución del estándar y sus prestaciones

Versión	Frecuencia (GHz)	Ancho de banda (MB/s)
SAS-1	3	300
SAS-2	6	600
SAS-3	12	1.200

- Cálculo del ancho de banda (SAS-2)

$$AB (\text{SAS-2}) = 6 * 10^9 \text{ ciclos/seg} * 1 \text{ bit/ciclo} * 1 \text{ Byte}/10 \text{ bits} = 600 * 10^6 \text{ Bytes/seg} = 600 \text{ MB/seg}$$

Nota: como en el caso de SATA, en SAS los bytes se codifican con 10 bits.

- Ancho de banda de un puerto SAS-3 x4

$$4 * 1200 = 4800 \text{ MB/seg}$$

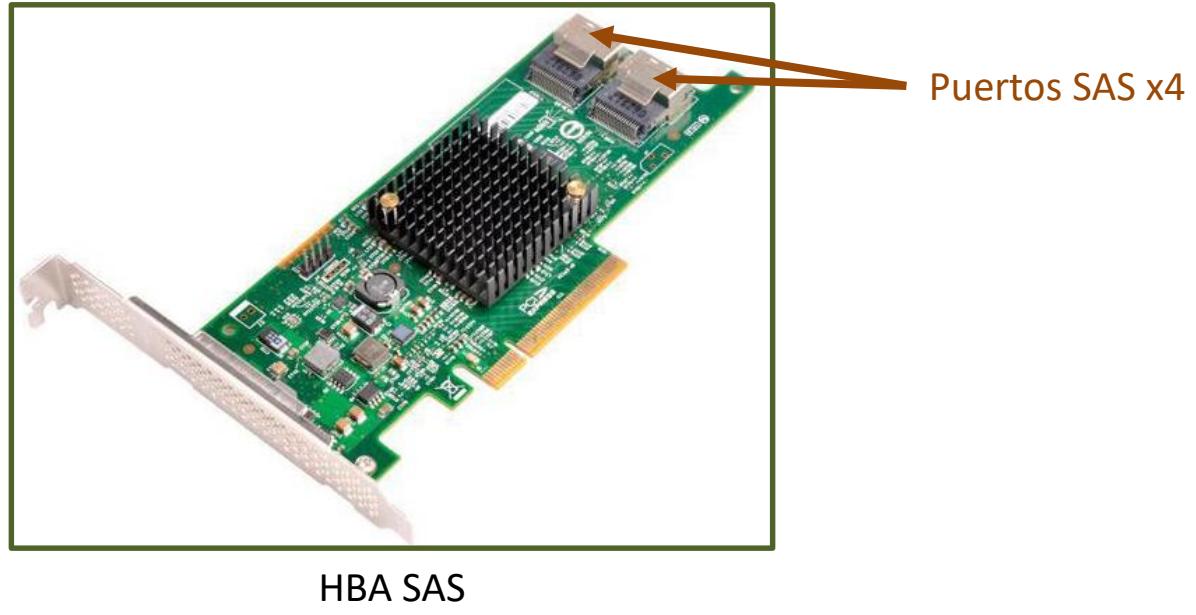
- Comparación de prestaciones SCSI/SAS

- Ultra-320 SCSI: 320 MB/s
- SAS-3: 1200 MB/s

SAS: Implementación física (I)

- Controlador

Se implementa tanto en placa base como mediante HBA



- Enlace serie

- Se implementa mediante un cable de 7 conductores: 4 para los dos canales de transmisión + 3 masas
- La implementación del enlace SAS es idéntica a la del enlace SATA

SAS: Implementación física (II)

- SAS Backplane

- Concepto

Es una placa de circuito impreso que proporciona un conjunto de conectores SAS.

- Objetivo

Proporcionar una estructura de interconexión para dispositivos de almacenamiento con capacidad de conexión en caliente.

- Uso

En la inmensa mayoría de los servidores de gama media y alta los dispositivos de almacenamiento SAS se conectan mediante un SAS Backplane.

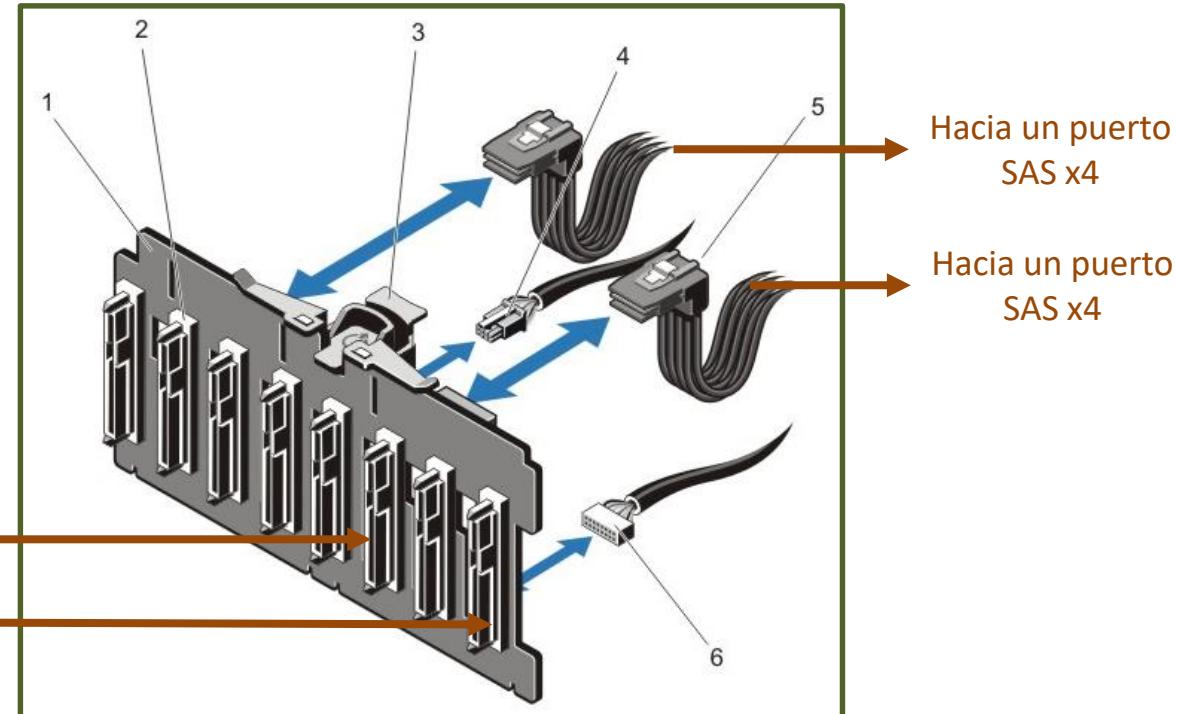
2) Conector SAS para disco

4) Cable de alimentación

5) Cable SAS

Disco SAS

Disco SAS



Hacia un puerto
SAS x4

Hacia un puerto
SAS x4

SAS: Tecnología de discos con doble puerto

- Concepto

Se trata de discos que tienen dos puertos SAS de conexión.

- Objetivos

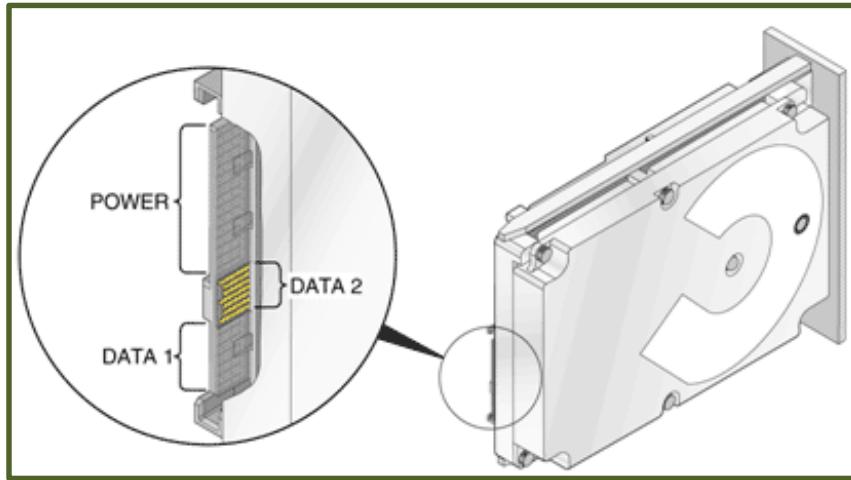
- Permitir la implementación de topologías de conexión de discos con bus redundante

Aplicable tanto a dispositivos HDD como SSD.

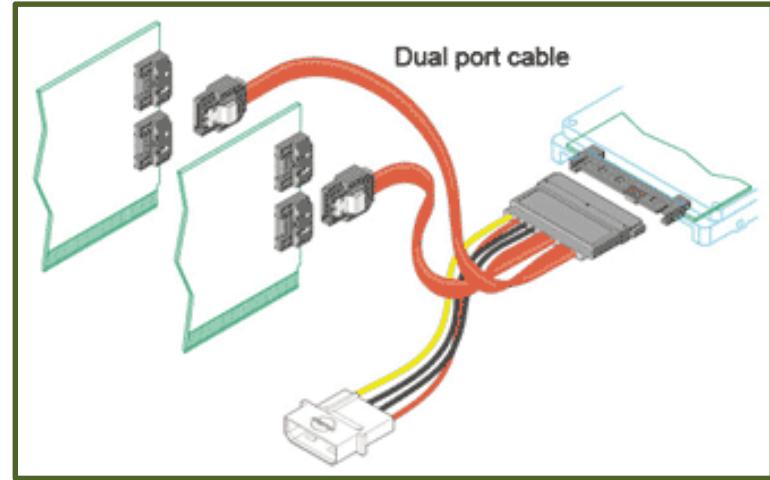
- Duplicar la tasa de trasferencia de datos entre el controlador y el disco

Aplicable sólo a dispositivos SSD.

Detalle del conector de un disco con doble puerto



Conexión de disco con doble puerto a una topología con bus SAS redundante



SAS: Compatibilidad con SATA

- El bus SAS admite dispositivos SATA

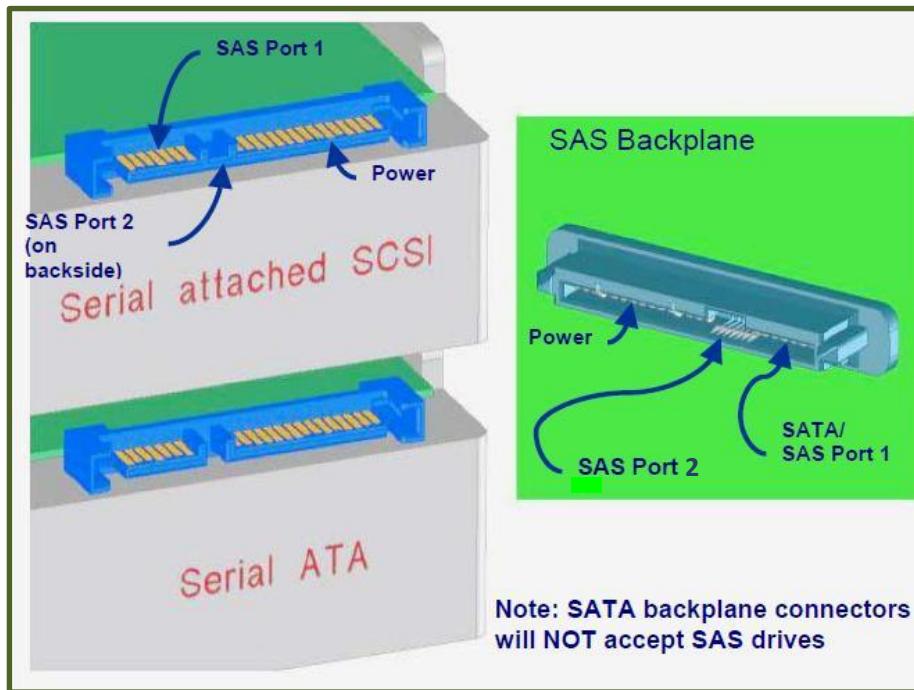
- Implicaciones relativas al controlador

Los controladores SAS implementan el protocolo SATA además del SAS.

- Implicaciones relativas a los conectores

Los conectores SAS deben ser compatibles con dispositivos SATA.

Comparación conectores SAS/SATA



NVMe: Aspectos generales

- NVMe significa Non-Volatile Memory Express
- Concepto

Es una especificación de interfaz de dispositivo lógico para el acceso a dispositivos de memoria no volátil a través del bus PCIe.

- Productos de la implementación del estándar NVMe

Drivers de dispositivo.

- Rediseño del modelo de driver desde cero

- Objetivo

Explotar al máximo las características de los dispositivos de memoria no volátil.

- ¿Qué hace posible el rediseño desde cero?

Que se diseñan sólo para dispositivos de memoria no volátil liberándose de la gestión de discos HDD.

- Sistemas operativos con soporte nativo para NVMe

Todos los Windows modernos (10 y las versiones de servidor desde 2012 R2) y todas las distribuciones Linux con la versión del kernel 3.3 o superior.

- Diferencia esencial de NVMe respecto a SAS y SATA

SAS y SATA especifican buses físicos (basados en enlaces serie), además de una interfaz de dispositivo lógico. Por el contrario, NVMe solo especifica una interfaz de dispositivo lógico, ya que el bus físico utilizado por los dispositivos basados en esta especificación es el PCIe.

- Ámbito de uso

Todo tipo de sistemas, incluyendo ordenadores de escritorio, estaciones de trabajo, portátiles y servidores.

Mejoras de NVMe frente a SAS y SATA

- Manejo de múltiples colas de comandos de E/S de mayor profundidad
 - Colas de comandos en SATA
Una, de profundidad 32.
 - Colas de comandos en SAS
Una, de profundidad 256.
 - Colas de comandos en NVMe
Hasta 64 K, de profundidad 64 K.
 - Beneficio
Posibilitar el paralelismo en el acceso al dispositivo de almacenamiento.
- Racionalización y simplificación del código de E/S (usa menos de la mitad de instrucciones)
 - Beneficio
Reduce el tiempo de ejecución de las rutinas de acceso a los dispositivos en el SO, disminuyendo la latencia de las operaciones y aumentando la productividad de las mismas.

Factores de forma de dispositivos NVMe y formatos de conexión al bus PCIe

NOTA sobre PCIe: Las interfaces PCIe gestionan enlaces serie (*lanes*). El número de enlaces en una interfaz puede ser x1, x2, x4, x8, x16 y x32

- 1) Tarjeta de expansión PCIe estándar. Puede ser x4 o x8.
- 2) Tarjeta M.2. Puede ser x2 o x4.
- 3) Dispositivo de 2,5" SFF. Es x4.

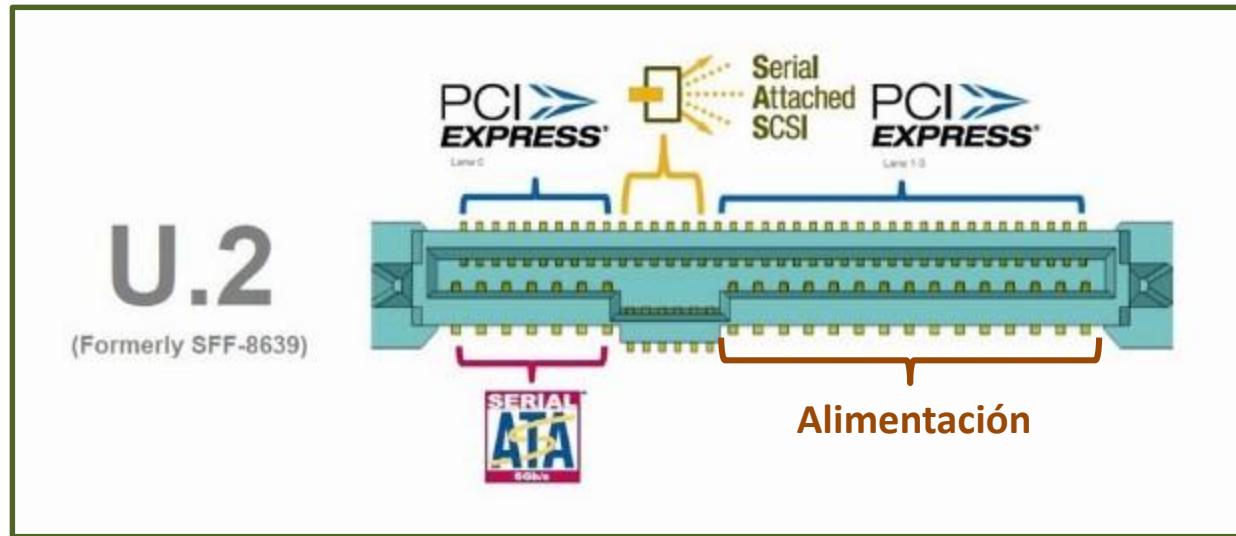
Anchos de banda PCIe 3.0

x1	984.6 MB/s
x2	1.97 GB/s
x4	3.94 GB/s
x8	7.88 GB/s



Conecotor U.2 para backplane

- Diseñado para la conexión en caliente de dispositivos NVMe
- Conexión PCIe x4
- Compatible con dispositivos SAS y SATA



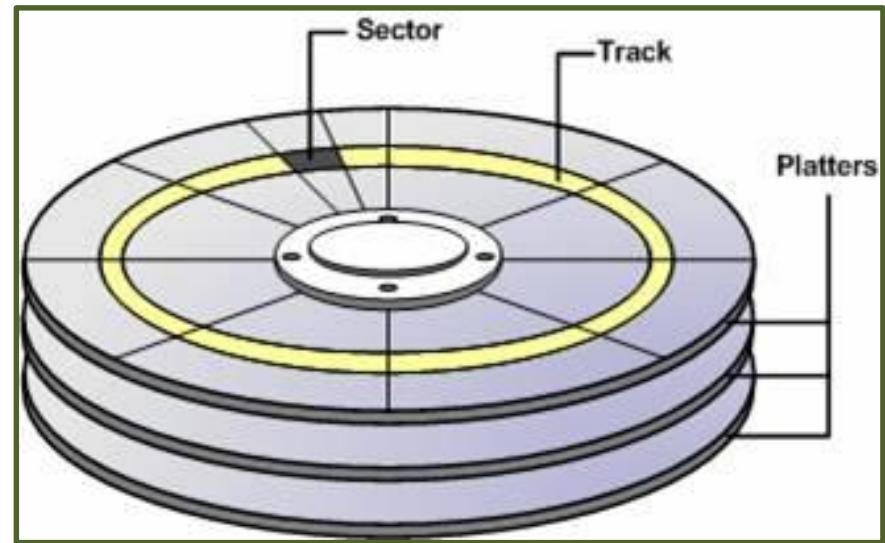
Índice

- Introducción
- Organización del almacenamiento en el computador
- **Discos duros y dispositivos SSD**
- RAID

Estructura de un disco duro (HDD)



Organización de la información
en un disco duro



En un disco duro la información se organiza en superficies, pistas y sectores.

Características de un disco duro

- Capacidad

- Concepto

El número de bytes almacenados por el disco.

- Expresión

- Mediante múltiplos del byte: GB o TB.
 - 1GB = 10^9 bytes y 1TB = 10^{12} bytes.

- Consumo

Número de vatios consumidos durante su funcionamiento.

- Factor de forma

- Concepto

Hace referencia al tamaño del disco.

- Tipos

✓ LFF (Large Form Factor): 3,5"

✓ SFF (Small Form Factor): 2,5"

- Comparación LFF/SFF

Menor footprint	Mayor capacidad	Menor consumo
SFF	LFF	SFF

Características de un disco duro

- Velocidad de rotación

[Valores habituales:](#) 5400, 7200, 10000 y 15000.

- Cache

Memoria que almacena los sectores más frecuentemente accedidos con objeto de incrementar las prestaciones.
Rango de tamaño: 16 MB y 264 MB.

- Interfaz

SATA o SAS.

- Número de puertos de datos

[Modelos SATA:](#) 1

[Modelos SAS:](#) 2

- Fiabilidad

- Forma de expresión habitual: AFR (Annualized Failure Rate)

Indica la probabilidad de fallo durante un año ininterrumpido de funcionamiento.

- Valores típicos del AFR en discos de clase empresarial

Alrededor del 0,5%.

Características de un disco duro / prestaciones

- Aspectos de las prestaciones
 - Aspecto 1: Velocidad de posicionamiento de las cabezas

Se expresa mediante el tiempo medio de acceso

El tiempo medio utilizado por las cabezas para posicionarse en el sector requerido por una operación de lectura o escritura.

Componentes del tiempo medio de acceso

- ✓ Tiempo de búsqueda medio (*average seek time*)

Tiempo medio que tardan las cabezas en moverse desde una pista a otra aleatoriamente elegida.

- ✓ Latencia (*latency*)

tiempo medio requerido para acceder a un sector, una vez que la cabeza se ha posicionado en la pista que contiene dicho sector. Depende de la velocidad de rotación del disco y la densidad con la que se graba la info.

- Aspecto 2: Velocidad de transferencia cabeza/disco

Se expresa como la velocidad de trasferencia sostenida (*sustained transfer rate*)

Número de bytes por unidad de tiempo que pueden ser movidos entre el disco y la interfaz que lo controla. Valores máximos actuales: alrededor de 250 MB/seg

Patrones de acceso a disco y su relación con las prestaciones

- Acceso aleatorio
 - Concepto

Acceso a grupos de datos de pequeño tamaño y dispersos
 - Ejemplo de escenario de acceso aleatorio

Bases de datos relacionales.
 - Factor determinante en la velocidad del acceso aleatorio

El tiempo medio de acceso.
 - Concepto de IOPS

Número de operaciones de E/S por segundo. Es la inversa del tiempo medio de acceso. 
- Acceso secuencial
 - Concepto

Acceso a bloques de datos de gran tamaño ubicados en el disco de forma contigua
 - Ejemplo de escenario de acceso secuencial

Streaming de vídeo.
 - Factor determinante en la velocidad de acceso secuencial

La velocidad de transferencia sostenida.

Ejemplos de discos gama empresarial

Seagate

 NO ENTRA

Gama Exos orientada a prestaciones		Gama Exos orientada a capacidad	
Interfaz	SAS a 12 Gb/s	Interfaz	SAS a 12 Gb/s SATA 6 Gb/s
Factor de forma	SFF	Factor de forma	LFF
Capacidades (GB)	300 - 2400	Capacidades (TB)	1 - 14
Cache (MB)	256	Cache (MB)	256
r.p.m.	10.000, 15.000	r.p.m.	7.200
Velocidad de trasferencia sostenida máxima (MB/s)	315	Velocidad de trasferencia sostenida máxima (MB/s)	261
IOP	-	IOP	-
AFR	0,44%	AFR	0,35%

Dispositivos SSD

- SSD significa *Solid State Drive*
- Concepto

Es un dispositivo de almacenamiento permanente basado en memoria flash, y que se conecta al sistema de conexiones del computador mediante una interfaz SATA, SAS o PCIe.

Ejemplo de dispositivo SSD con Interfaz SATA



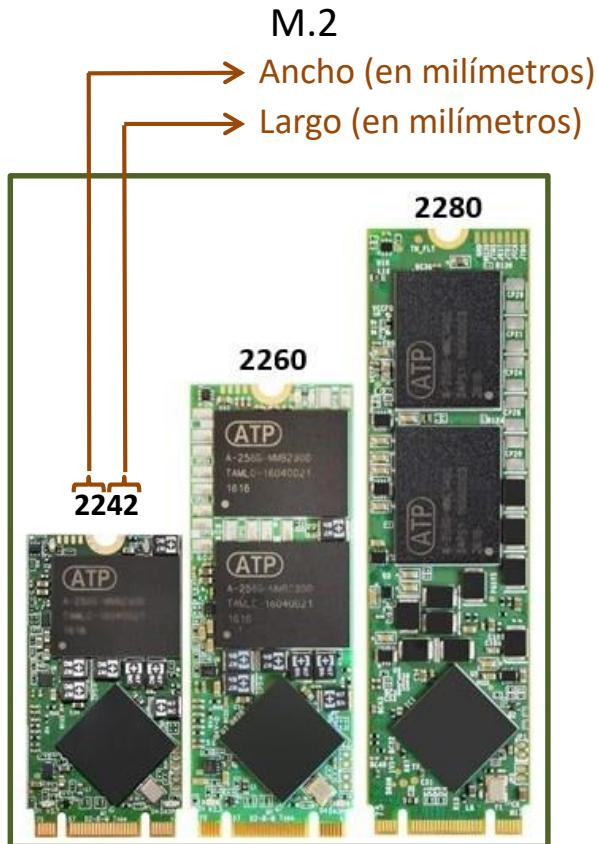
Factores de forma de dispositivos SSD y sus interfaces de conexión

- 2,5" SFF
 - Interfaces de conexión
 - ✓ SATA
 - ✓ SAS
 - ✓ PCIe x4 (mediante conector U.2)
- M.2
 - Interfaces de conexión
 - ✓ SATA
 - ✓ PCIe x2 o x4
- Tarjeta de expansión PCIe estándar
 - Interfaces de conexión
 - ✓ PCIe x4 o x8

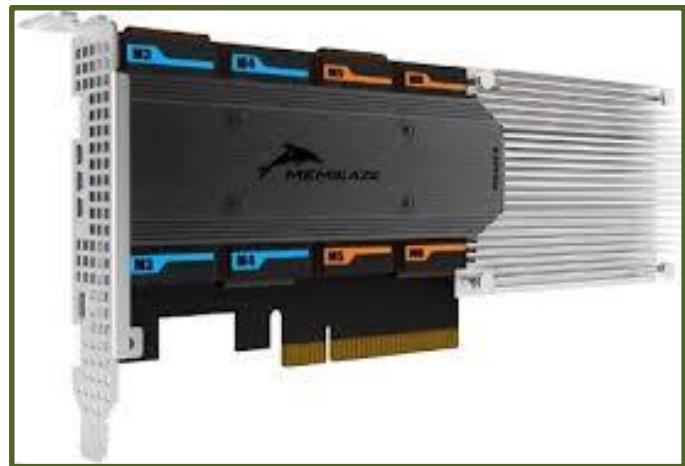
Factores de forma de dispositivos SSD



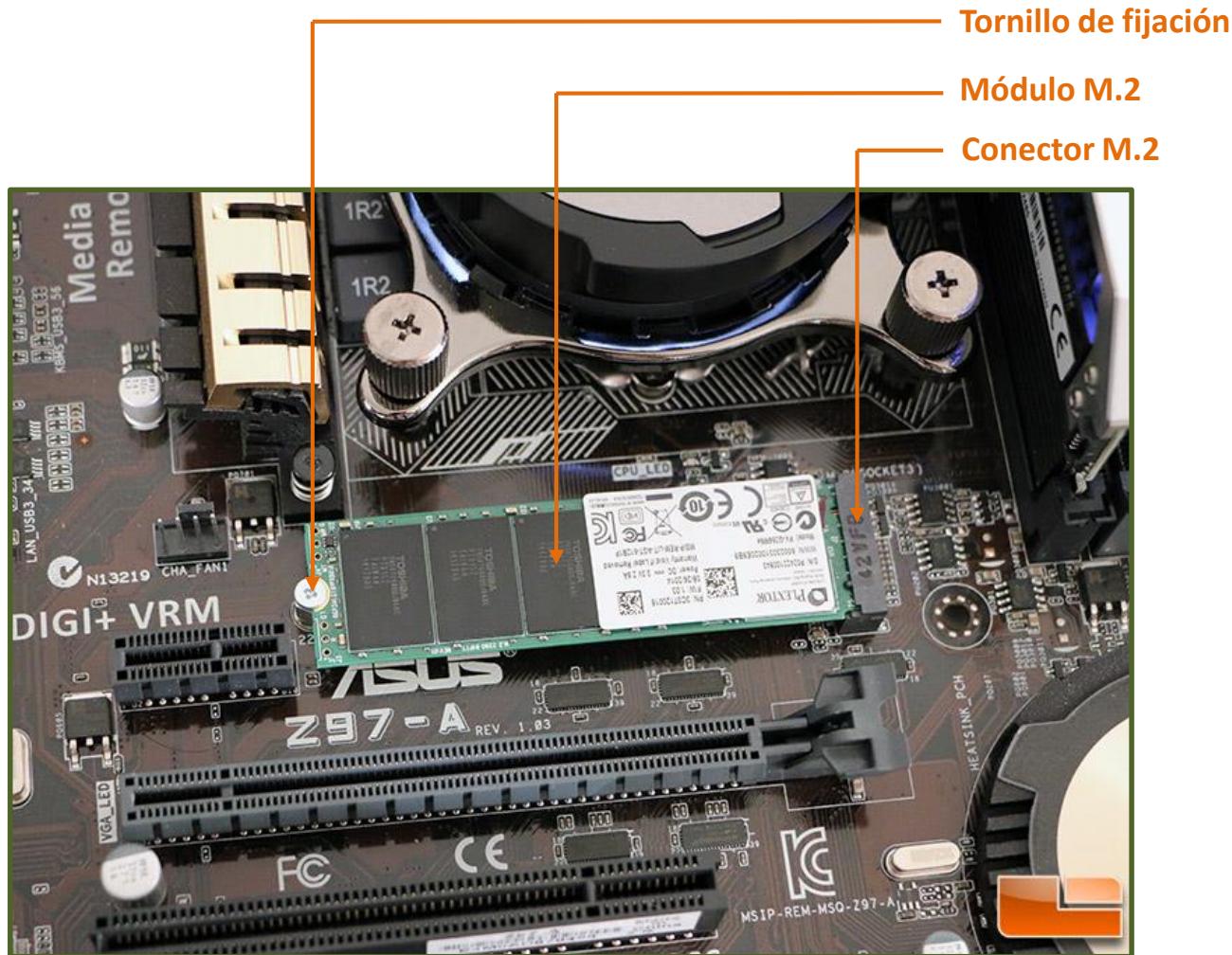
2,5" SFF



Tarjeta de expansión PCIe



Instalación de un dispositivo M.2



Dispositivos SSD de gama empresarial (Seagate)

 NO ENTRA

Gama Nytro	SAS a 12 Gb/s	SATA a 6 Gb/s
Factor de forma	SFF	SFF
Capacidades	15 TB – 400 GB	3,8 TB – 240 GB
Lectura secuencial sostenida (MB/seg) (1 puerto)	Hasta 1.100	Hasta 564
Lectura secuencial sostenida (MB/seg) (2 puertos)	Hasta 2.100	-
Escritura secuencial sostenida (MB/seg) (1 puerto)	Hasta 970	Hasta 536
Escritura secuencial sostenida (MB/seg) (2 puertos)	Hasta 1.400	-
Lectura aleatoria (IOPS) sostenida (1 puerto)	Hasta 200.000	Hasta 94.000
Lectura aleatoria (IOPS) sostenida (2 puertos)	Hasta 240.000	-
Escritura aleatoria (IOPS) sostenida (1 puerto)	Hasta 80.000	Hasta 61.000
Escritura aleatoria (IOPS) sostenida (2 puertos)	Hasta 80.000	-
AFR	0,35 %	0,5 %

Comparativa SSD / HDD

Característica	Comparativa
Capacidad máxima	Similares
Prestaciones acceso aleatorio	SSD muy superior (varios órdenes de magnitud)
Prestaciones acceso secuencial	SSD superior
Fiabilidad	Similares
Coste / GB	SSD más caro (x4, aproximadamente)

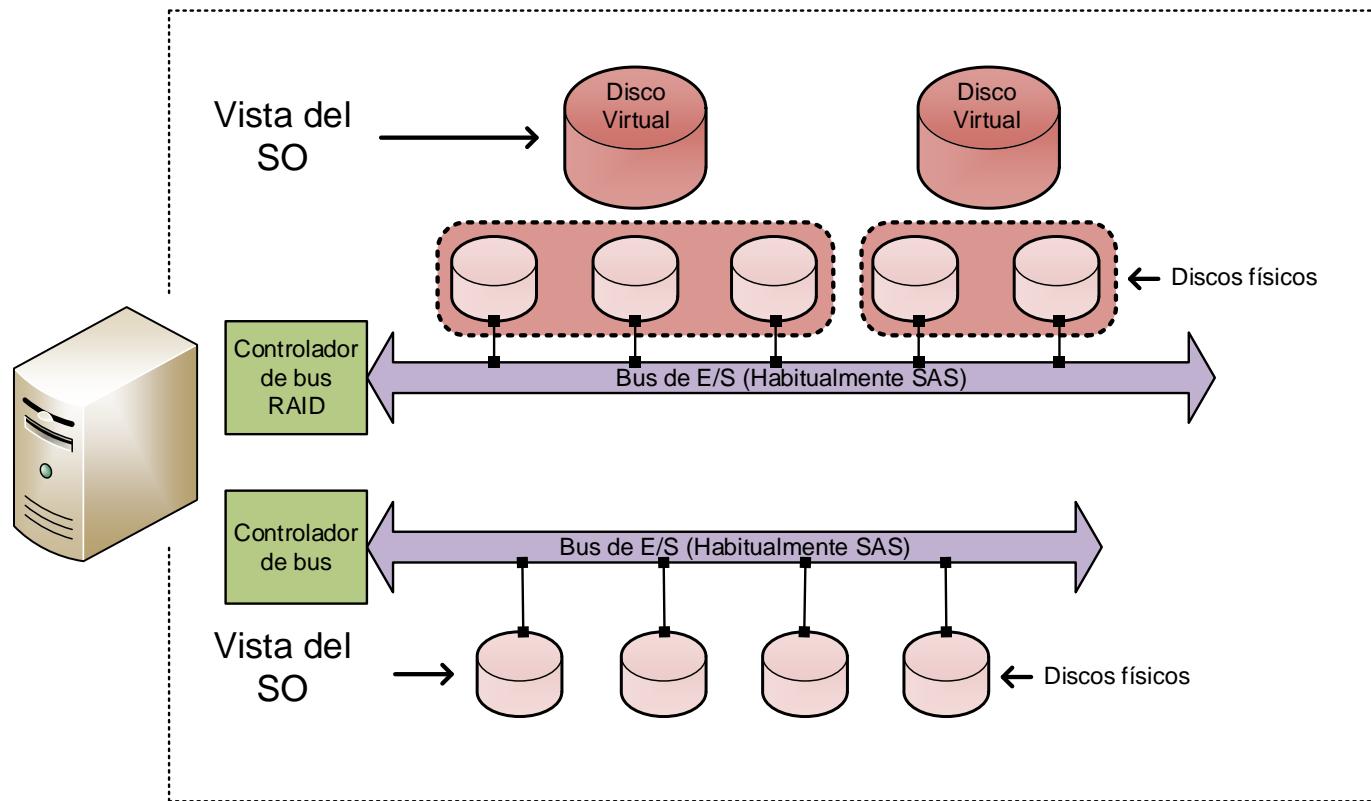
Índice

- Introducción
- Organización del almacenamiento en el computador
- Discos duros y dispositivos SSD
- **RAID**

Concepto

- RAID significa Redundant Array of Independent Disks
- Concepto

Se trata de una capacidad añadida de algunos controladores de bus que permite gestionar los discos en agrupaciones que los hace funcionar en colaboración, de modo que son presentados al SO como si fueran un disco único al que se hace referencia, habitualmente, como disco virtual.



Aspectos generales

- Objetivos

- Incremento de prestaciones

Se consigue mediante fragmentación de datos (*data striping*). Los datos se fragmentan entre múltiples unidades físicas, habilitándose de esta forma el paralelismo en el acceso a la información, lo que incrementa las prestaciones.

- Tolerancia a fallos

Se consigue mediante redundancia en el almacenamiento de la información. La información se reduplica entre los diversos discos del RAID, de forma que el sistema pueda continuar funcionando aunque se produzca el fallo de alguno de los discos físicos del RAID.

- Niveles RAID

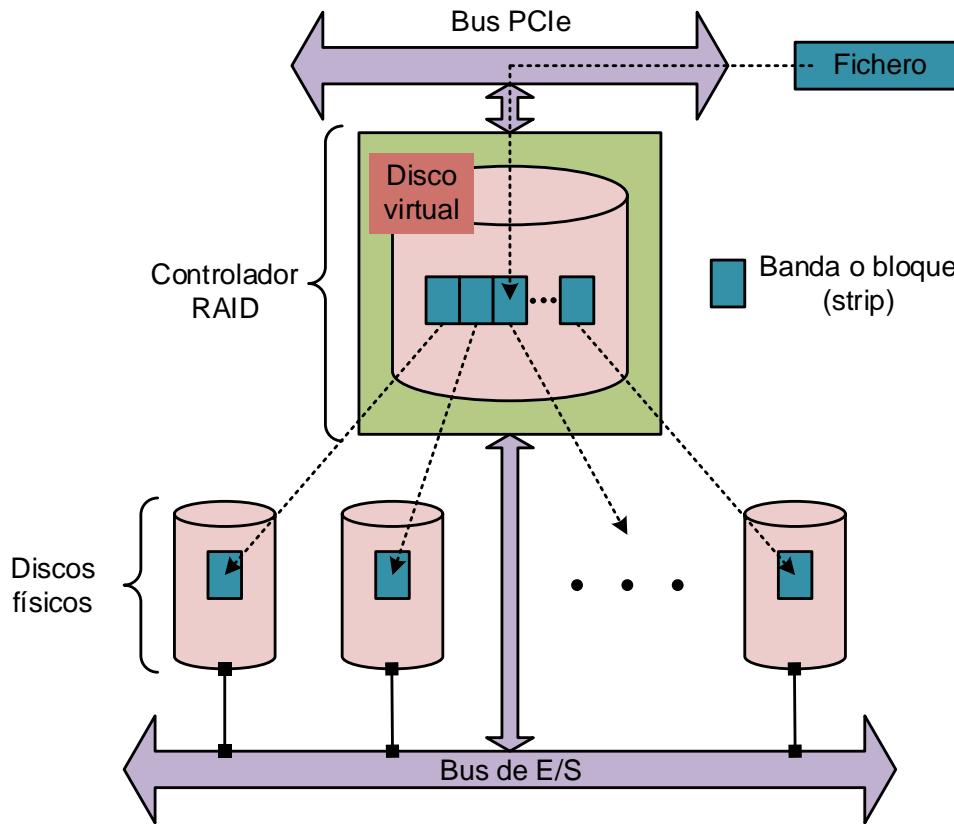
- Concepto

Representa las diferentes formas de distribuir la información entre los discos del RAID.

- Niveles RAID más comunes

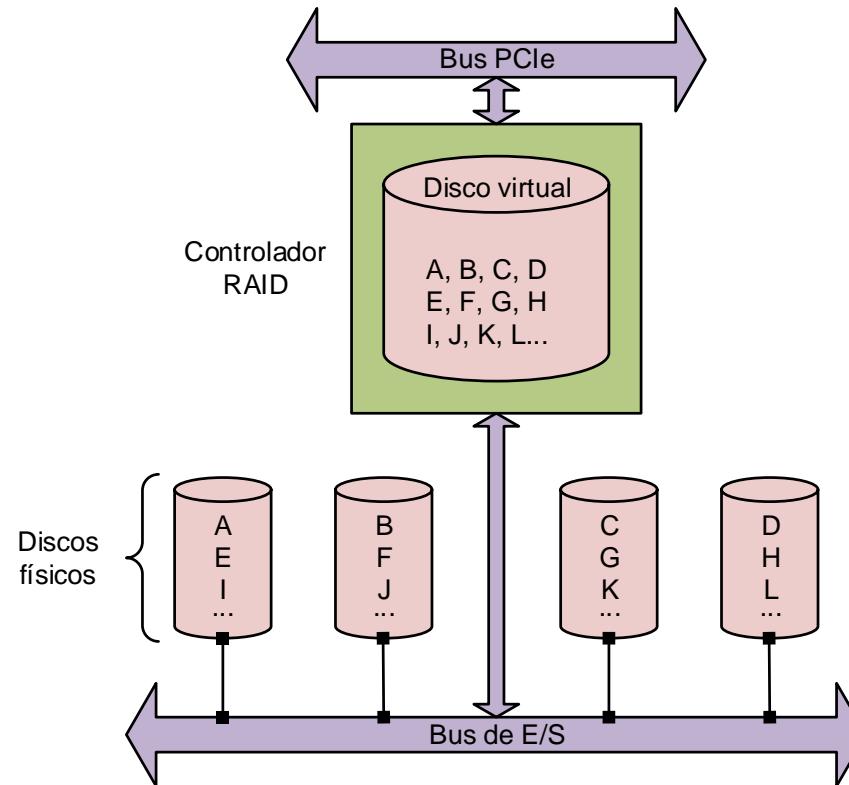
0, 1, 10, 5 y 6.

Concepto de banda o bloque (*strip*)



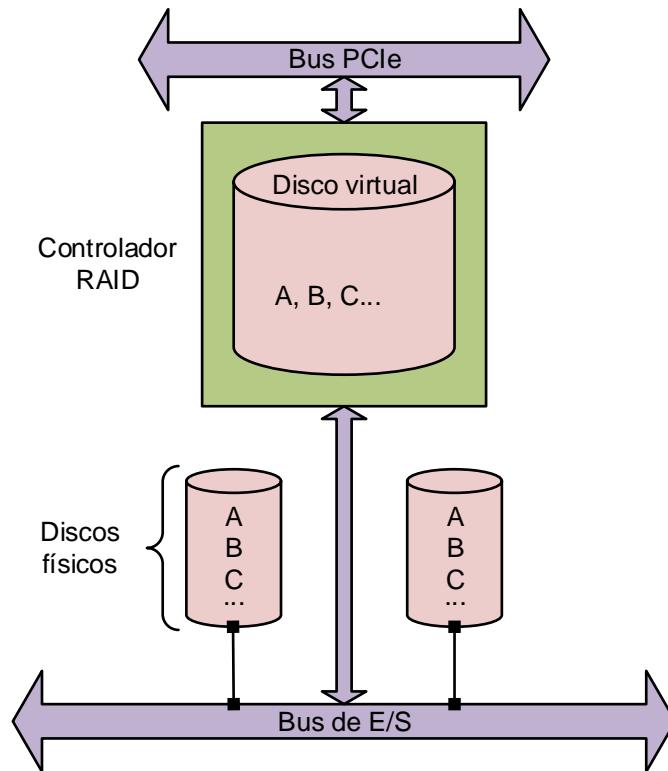
- Definición: Es la unidad de fragmentación de la información a escribir en el RAID.
- Tamaño: Mínimo alrededor de 2KB, máximo alrededor de 2MB, y típico alrededor de 64KB.
- Aplicación: La fragmentación se aplica a nivel de fichero.

RAID 0: Fragmentación (*striping*)



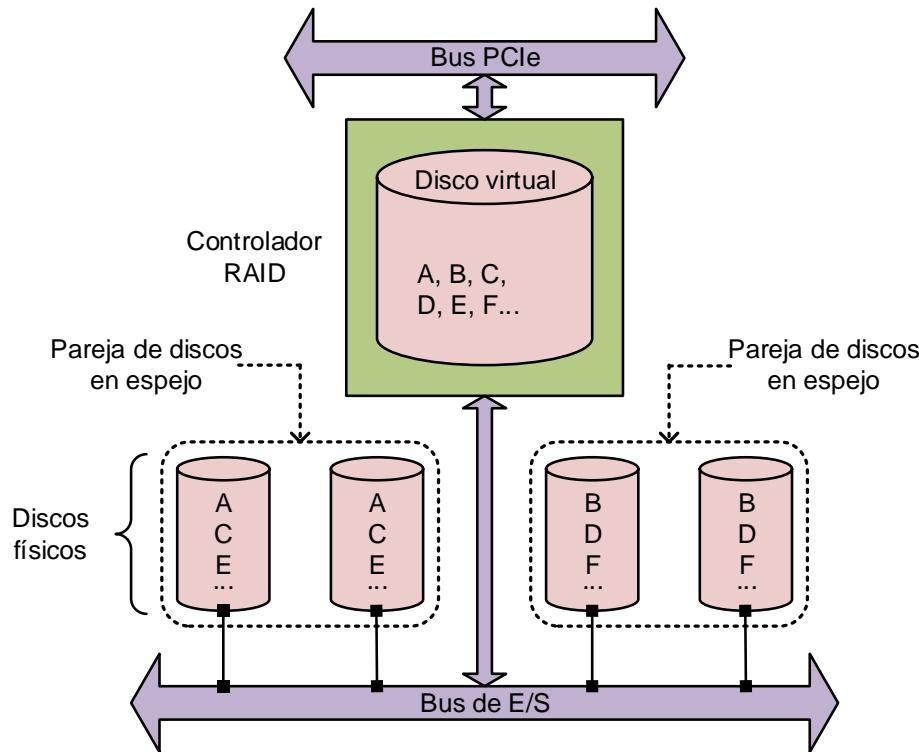
- Funcionamiento: Los bloques a escribir se almacenan en los discos siguiendo una distribución secuencial
- Redundancia: No
- Prestaciones en operaciones de lectura: $N \times P$ (Siendo N el número de discos y P las prestaciones de un disco)
- Prestaciones en operaciones de escritura: $N \times P$

RAID 1: Espejo (*mirroring*)



- Funcionamiento: Los bloques a escribir se copian en todos los discos del RAID. Este tipo de RAID se configura con dos discos.
- Redundancia: Sí
- Eficiencia en el almacenamiento: 1/2
- Prestaciones en operaciones de lectura: $2*P$
- Prestaciones en operaciones de escritura: P

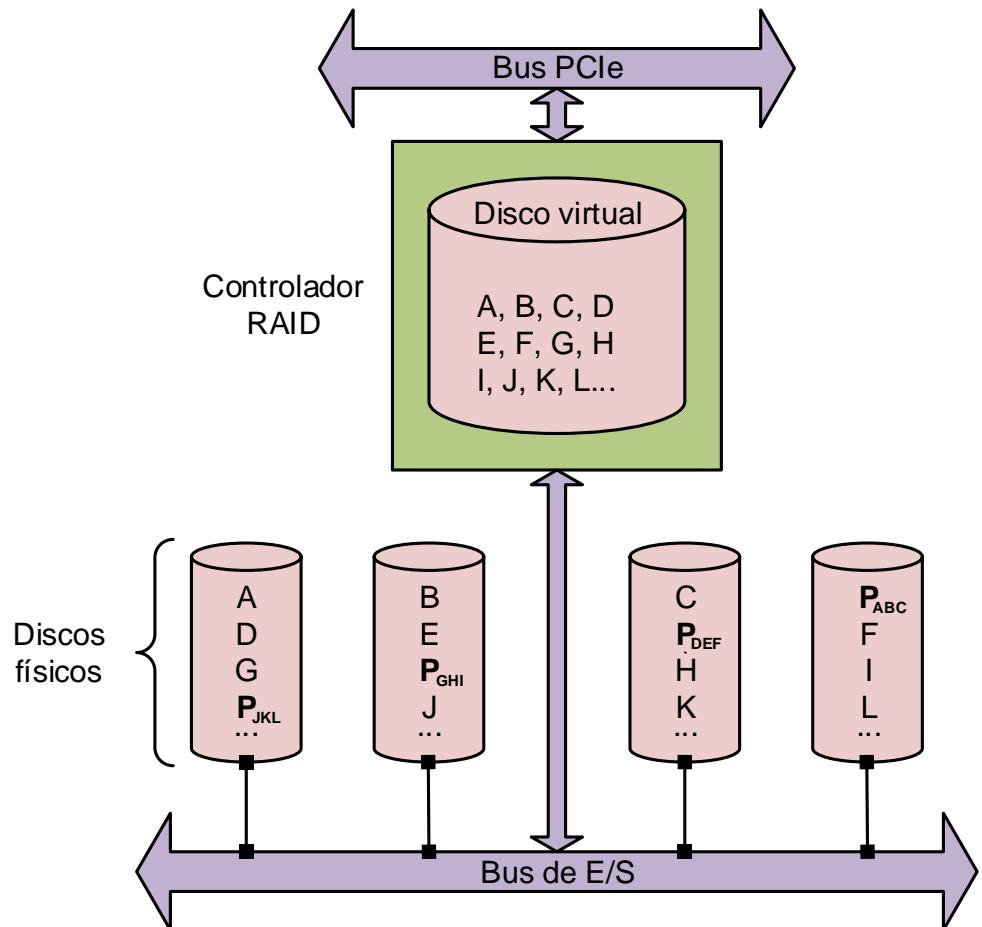
RAID 10: Espejo (*mirroring*)



- Funcionamiento: Los discos se organizan en parejas que funcionan en espejo. Los bloques se almacenan en las parejas de discos siguiendo una distribución secuencial.
- Redundancia: Sí
- Eficiencia en el almacenamiento: 1/2
- Prestaciones en operaciones de lectura: N*P
- Prestaciones en operaciones de escritura: (N/2)*P

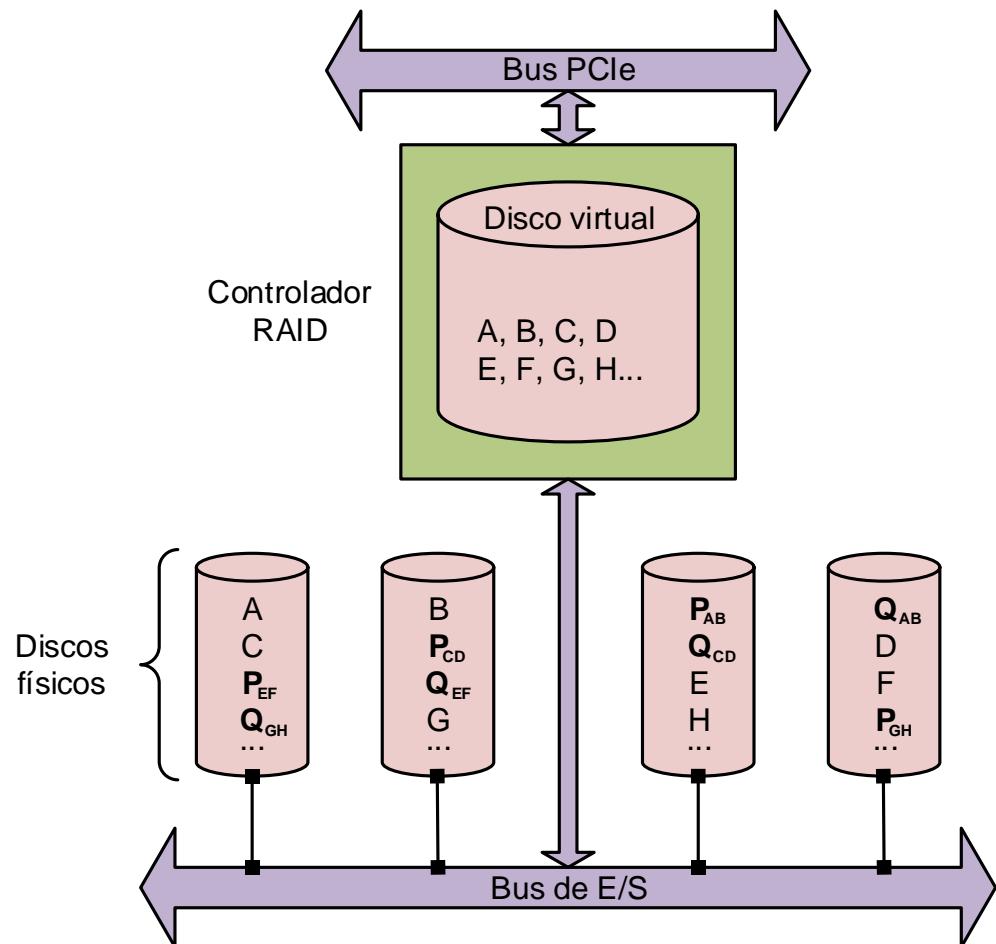
RAID 5: Paridad (*parity*)

- Funcionamiento: Dado un RAID de N discos, para cada $(N-1)$ bloques de datos a escribir se genera un bloque de paridad.
- El bloque de paridad se calcula realizando la operación XOR sobre los bloques de datos correspondientes.
- Los bloques de datos se distribuyen en los discos de manera secuencial.
- Los bloques de paridad se intercalan entre los bloques de datos, de manera que queden uniformemente distribuidos entre todos los discos.
- Ante la pérdida de cualquier bloque de datos (debido al fallo de un disco), la información de dicho bloque puede calcularse a partir de los bloques de datos restantes del grupo, junto con el bloque de paridad.
- Redundancia: Sí
- Eficiencia en el almacenamiento: $\frac{(N-1)}{N}$
- Prestaciones en op. de lectura: $(N-1)*P$
- Prestaciones en op. de escritura: $((N-1)*P)/2$ 



RAID 6: Paridad doble (*parity*)

- Funcionamiento: Dado un RAID de N discos, para cada $(N-2)$ bloques de datos a escribir se generan dos bloques de paridad.
- Los bloques de paridad se calculan realizando la operación XOR sobre los bloques de datos correspondientes.
- Los bloques de datos se distribuyen en los discos de manera secuencial.
- Los bloques de paridad se intercalan entre los bloques de datos, de manera que queden uniformemente distribuidos entre todos los discos.
- El RAID es tolerante al fallo de dos discos.
- Redundancia: Sí
- Eficiencia en el almacenamiento: $(N-2)/N$
- Prestaciones en op. de lectura: $(N-2)*P$
- Prestaciones en op. de escritura: $((N-2)*P)/2$



Cache de escritura

- ¿Qué algoritmo de escritura se utiliza?

Write-back

- ¿Cómo funciona?

Todas las escrituras se hacen en caché. Los datos se mueven a los discos en el momento más conveniente de modo que se maximicen las prestaciones globales del sistema de almacenamiento.

- ¿Qué ocurre si se interrumpe la energía en el servidor?

La cache está alimentada por un sistema de condensadores durante el tiempo necesario para volcar su contenido a una memoria flash. Cuando el sistema vuelve a arrancar tras recuperarse la energía, el contenido de la flash se vuelca a los discos.

- Denominación de la tecnología utilizada

[Flash-backed write cache \(FBWC\)](#)

Conveniencia de la cache en función del tipo de dispositivos del RAID

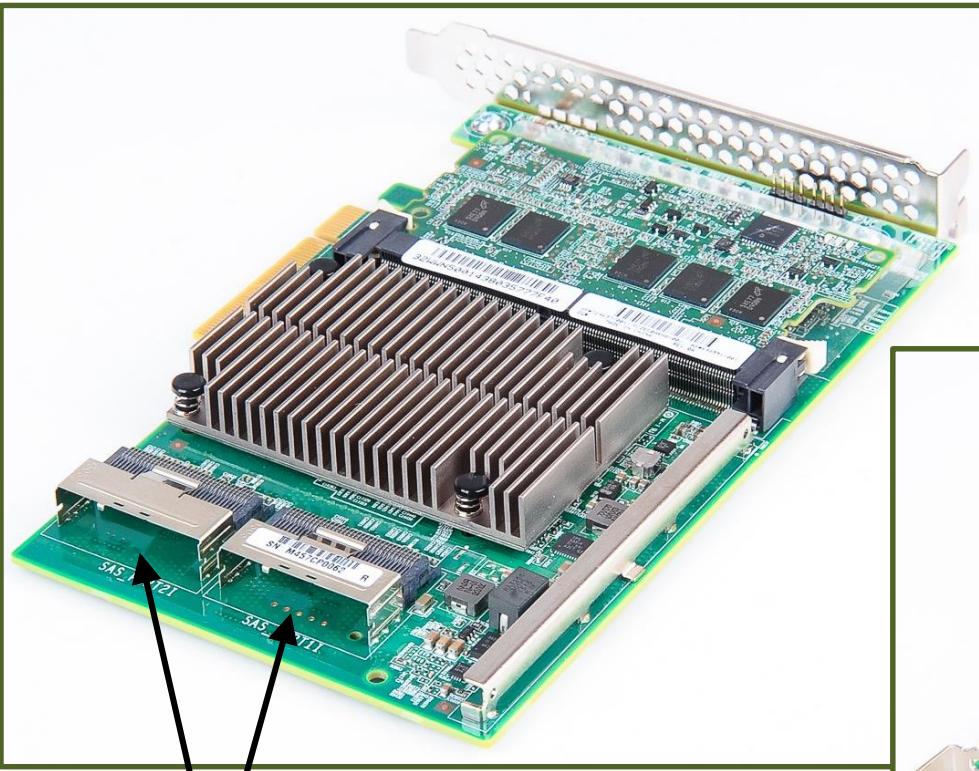
- RAID de dispositivos HDD

La cache es esencial para obtener unas prestaciones razonables, especialmente si el porcentaje de escrituras en la carga de trabajo es significativo.

- RAID de dispositivos SSD

La cache no es necesaria

Ejemplo de controladora RAID de clase empresarial HPE Smart Array P830



Puertos SAS x8

FBWC

Condensador



HPE Smart Array P830

 NO ENTRA

Propiedades esenciales	
Interfaz de placa base	PCIe
Interfaz de disco	SAS 12 Gb/s
Puertos físicos	2 x 8
Niveles de RAID soportados	0, 1, 10, 5, 50, 6, 60, 10 ADM
Cache	4 GB

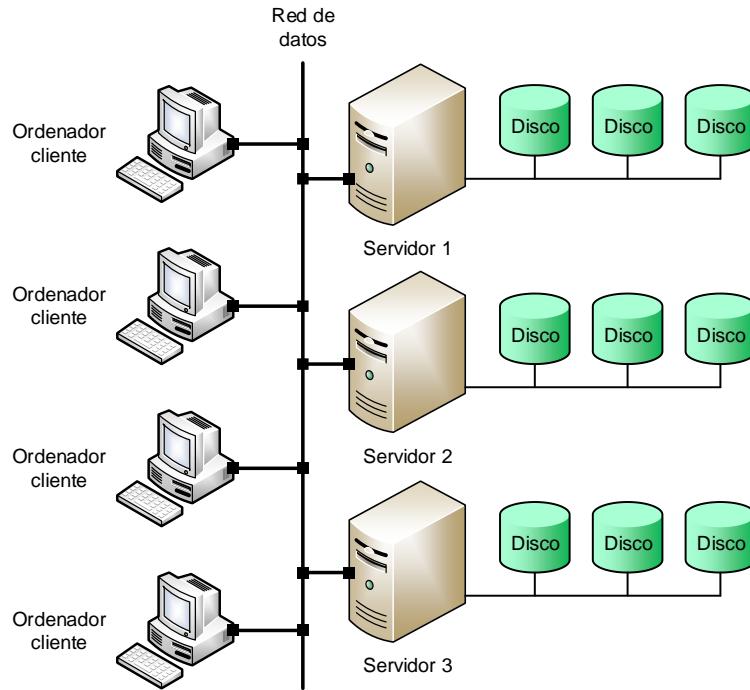
Tema 4

Sistemas y redes de almacenamiento

Índice

- **Introducción: tipos de arquitectura de TI**
- Sistemas de almacenamiento
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Arquitectura de TI centrada en los servidores



Aspectos esenciales de la arquitectura de TI centrada en los servidores

- 1) El servidor es el elemento estructural de esta arquitectura de TI.
- 2) Los dispositivos de almacenamiento son locales a los servidores y, por tanto, son solo accesibles a través del servidor al que se conectan.
- 3) En este esquema de arquitectura de TI, los dispositivos de almacenamiento se conectan a los servidores a través de un bus SATA, SAS y PCIe.

Problemática de la arquitectura de TI centrada en los servidores

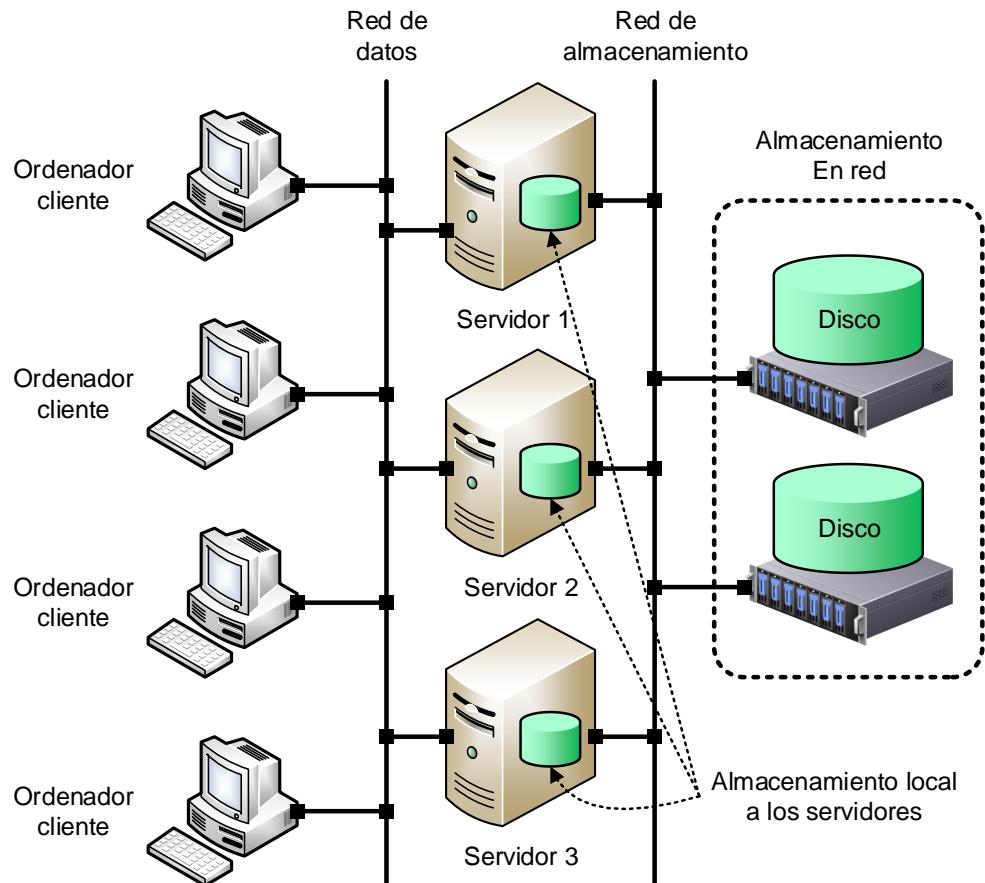
- Mal aprovechamiento del almacenamiento disponible

El almacenamiento libre en un servidor no puede asignarse a otro servidor.

- Dificultad en la asignación de nuevo almacenamiento a un servidor

Requiere llevar a cabo la adquisición e instalación de un nuevo dispositivo, y la instalación puede conllevar una parada prolongada del servidor.

Arquitectura de TI centrada en el almacenamiento



- Aspectos esenciales de la arquitectura de TI centrada en el almacenamiento
 - Disponibilidad de almacenamiento en red independiente de los servidores
(si bien los servidores pueden conservar sus dispositivos de almacenamiento locales)
 - Uso de redes de almacenamiento para conectar los servidores a los dispositivos de almacenamiento en red
 - El almacenamiento en red se convierte en el centro de los servicios de TI de la organización.
(Los servidores se utilizan como meras entidades de procesamiento de información)

Ventajas de la arquitectura de TI centrada en el almacenamiento

- Total aprovechamiento del almacenamiento disponible
- Total flexibilidad en la asignación de almacenamiento a los servidores

En el contexto de las cargas de trabajo virtualizadas

- Desacoplamiento entre el almacenamiento de las MV y los servidores en los que éstas se ejecutan

Ventaja: una MV almacenada en la infraestructura de almacenamiento en red puede ejecutarse, según convenga, en cualquier servidor que tenga acceso a dicha infraestructura de almacenamiento. Esta flexibilidad simplifica drásticamente la gestión de la infraestructura de TI.

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
 - **Cabinas de almacenamiento (disk storage systems)**
 - Bandejas de discos (disk shelves)
 - Pilas de sistemas (system stacks)
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Introducción

- Concepto

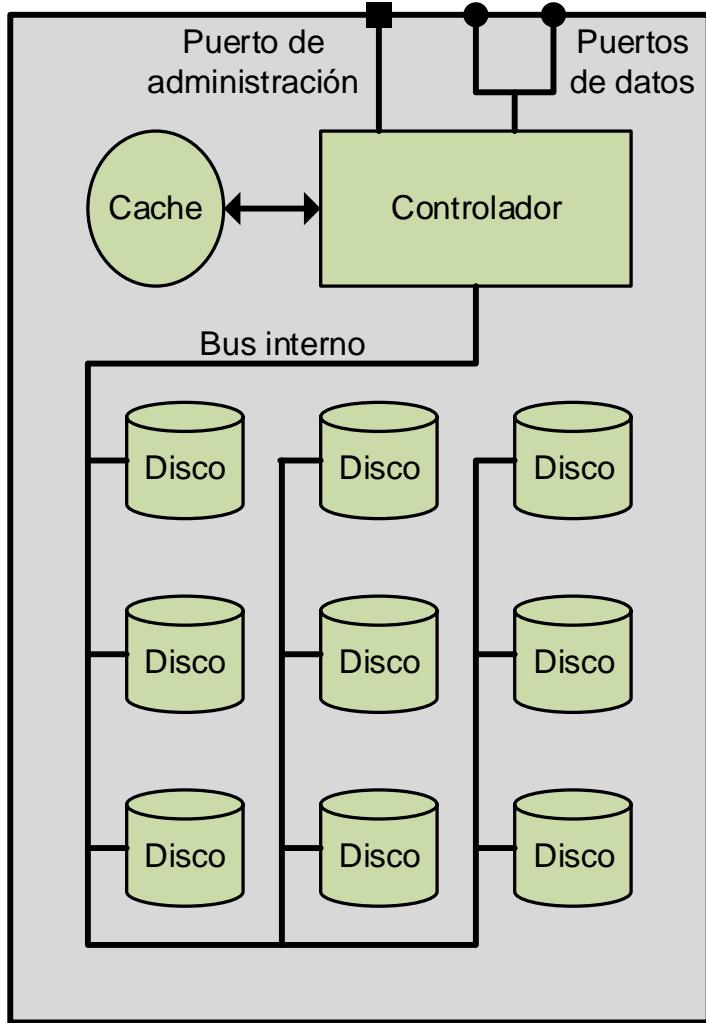
Una cabina de almacenamiento (Disk Storage System) es un equipo informático diseñado para contener discos duros y dispositivos SSD, proporcionando mecanismos de gestión para los mismos, así como puertos de comunicación para acceder al espacio de almacenamiento que genera.

- Ejemplo



Sistema básico NetApp
(entry level)

Arquitectura de una cabina de almacenamiento básica



- Controlador

Se trata del dispositivo que gestiona los discos físicos, proporcionando funcionalidad RAID. El controlador genera discos virtuales (volúmenes) a partir de los físicos y los presenta a través de los puertos del sistema.

- Cache

Se trata de una memoria de almacenamiento intermedio, utilizada para acelerar las operaciones de escritura y lectura, realizadas sobre los discos.

- Bus interno

Sistema de conexión entre el controlador y los discos físicos. En los sistemas actuales este bus se implementa siguiendo el estándar SAS.

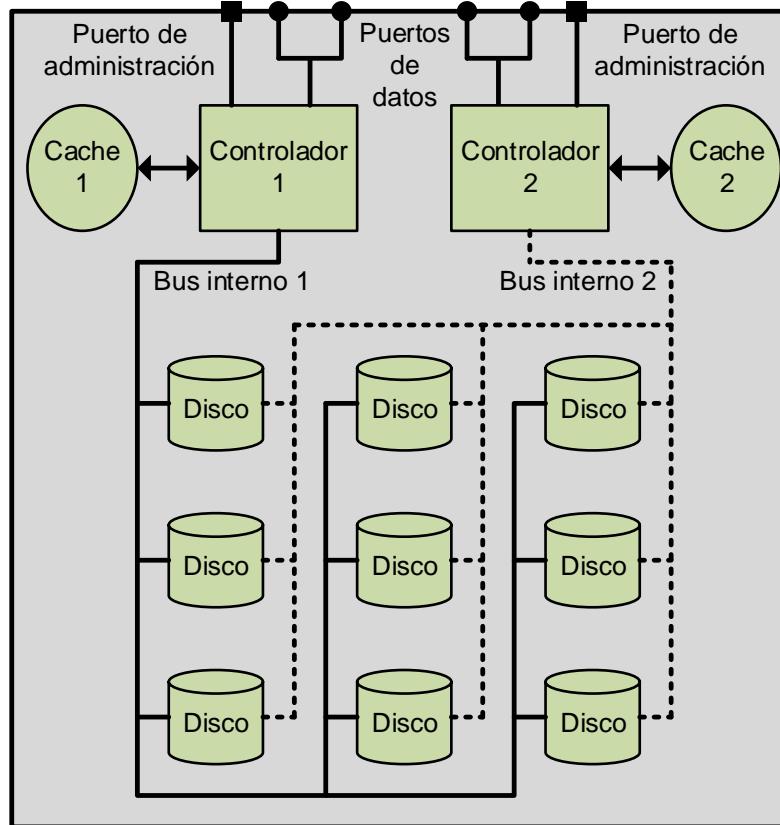
- Puertos de datos

Son los elementos de conexión de la cabina de almacenamiento a la red de almacenamiento. Habitualmente serán Ethernet, FibreChannel o SAS.

- Puerto de administración

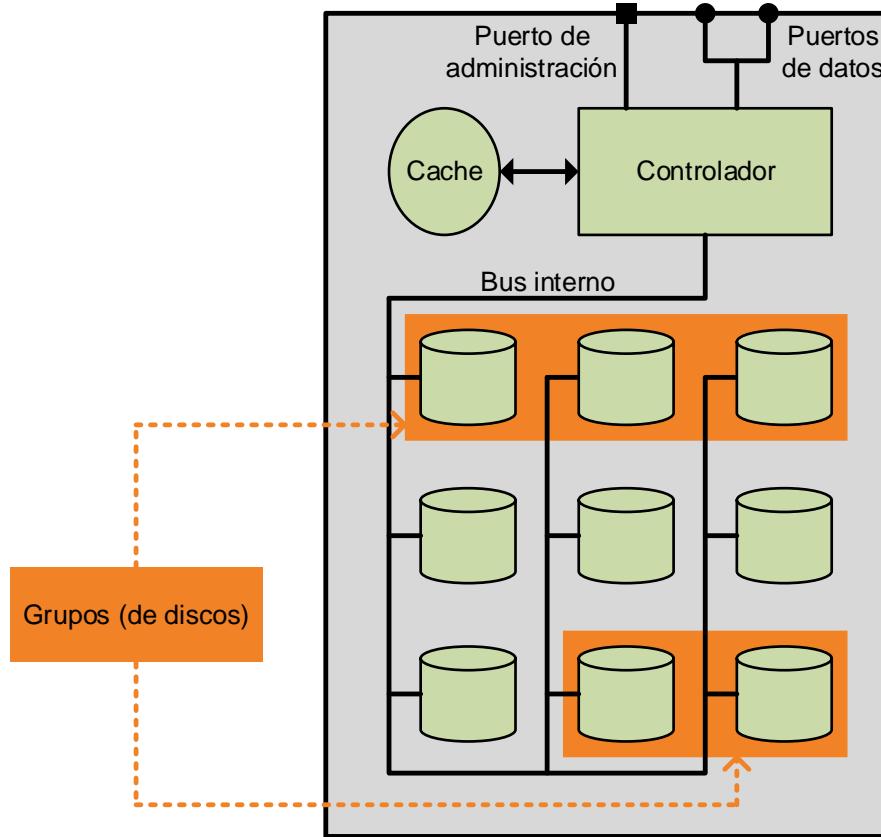
Elemento de conexión del sistema de almacenamiento a una consola de administración. Es de tipo Ethernet.

Arquitectura de una cabina de almacenamiento tolerante a fallos



- 1) Todos los elementos esenciales (controlador, cache y bus interno) se encuentran redundados.
- 2) Las fuentes de alimentación (no mostradas en la figura) se encuentran redundadas.
- 3) Esta arquitectura requiere discos con doble puerto, por lo que deben ser de tipo SAS.

Configuración: Grupos (de discos)

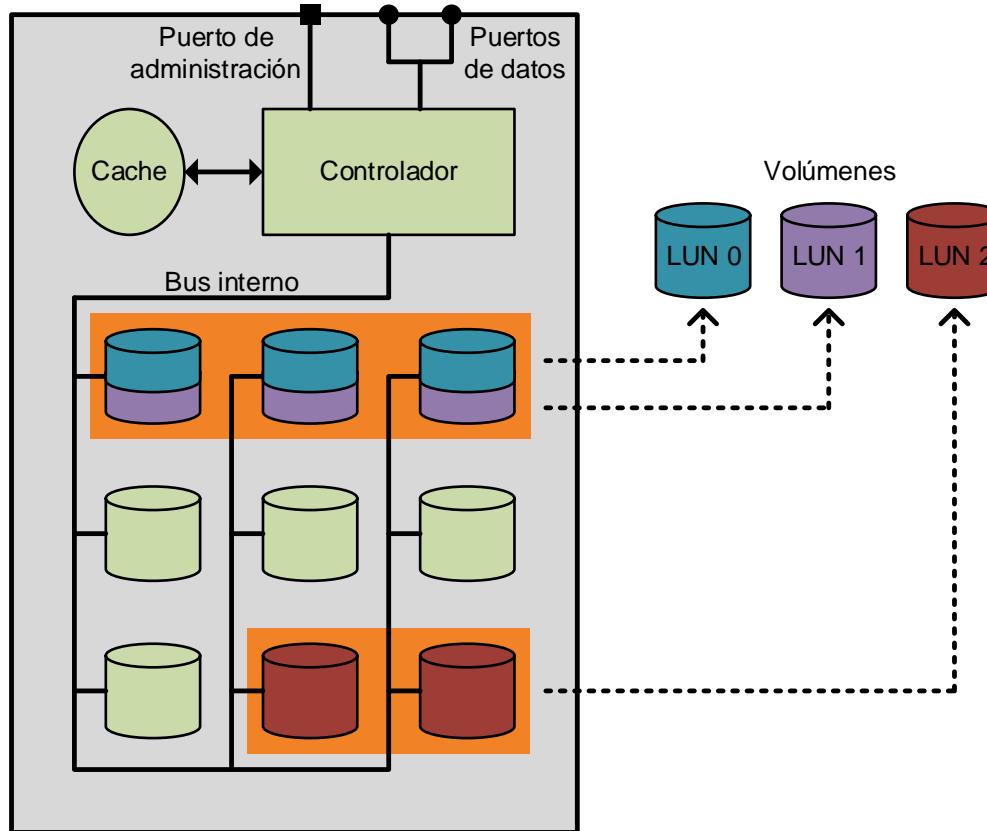


Definición: **Conjunto de discos que funciona colaborativamente de forma solidaria**

Configuración: Mediante un nivel de RAID (habitualmente 0,1,10,5 o 6).

Requisitos de los discos: Deben ser del mismo tipo (HDD o SSD), y es recomendable que sean del mismo tamaño.

Configuración: Volúmenes

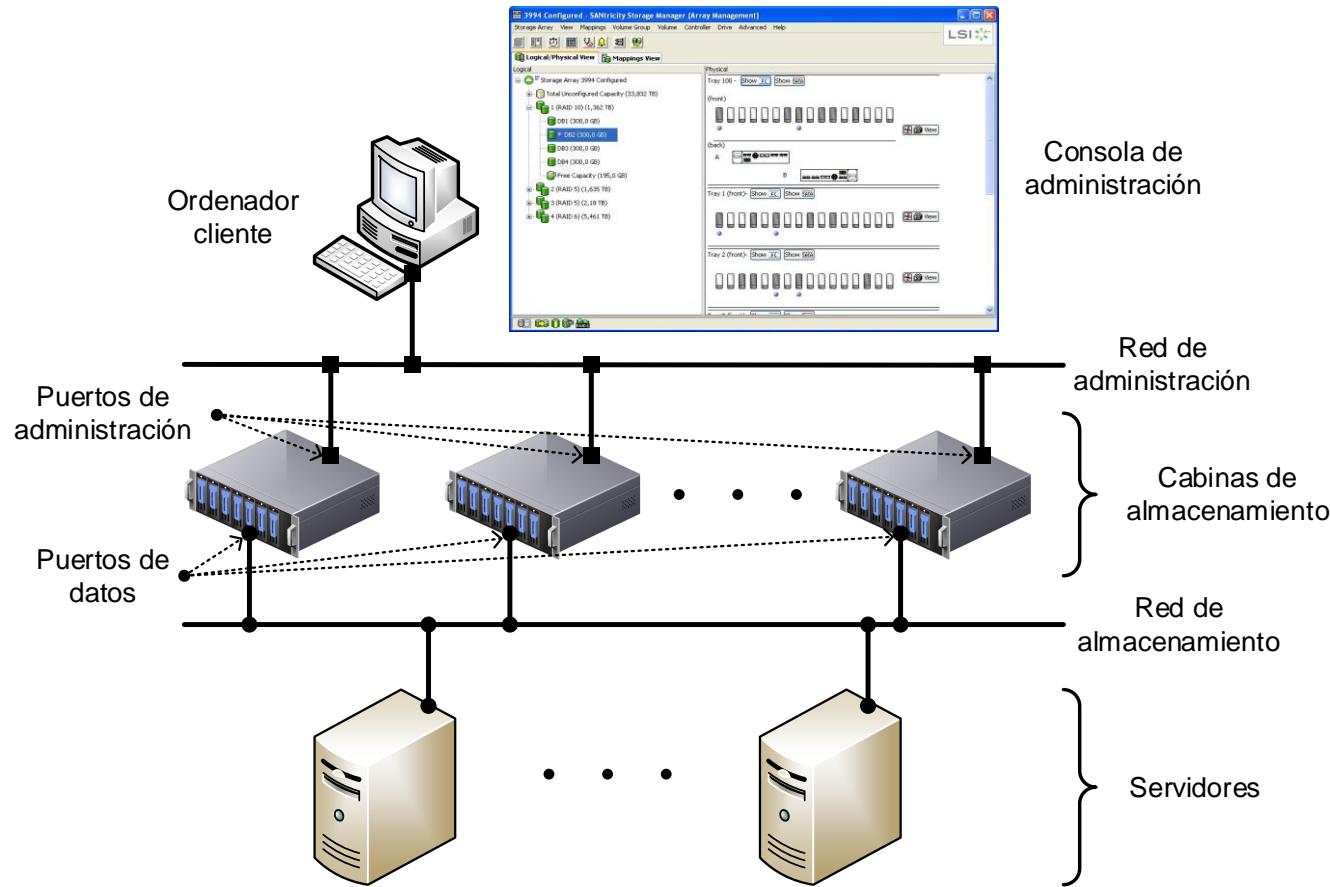


Definición: [Entidad lógica de almacenamiento exportada a la SAN por el sistema de almacenamiento](#)

Implementación: Mediante una partición geométricamente idéntica en todos los discos de un grupo.

Direccionamiento: Mediante una LUN (Logical Unit Number), que es un número entero.

Configuración: Consola de administración



Concepto: Aplicación gráfica que se ejecuta en un ordenador cliente y que permite administrar un número cualquiera de cabinas de almacenamiento

Mecanismo de conexión “consola -> cabinas de almacenamiento”: Red de administración.

Protocolo usado por la red de administración: Habitualmente HTTP o HTTPS.

Configuración: Imagen de ejemplo de consola de administración

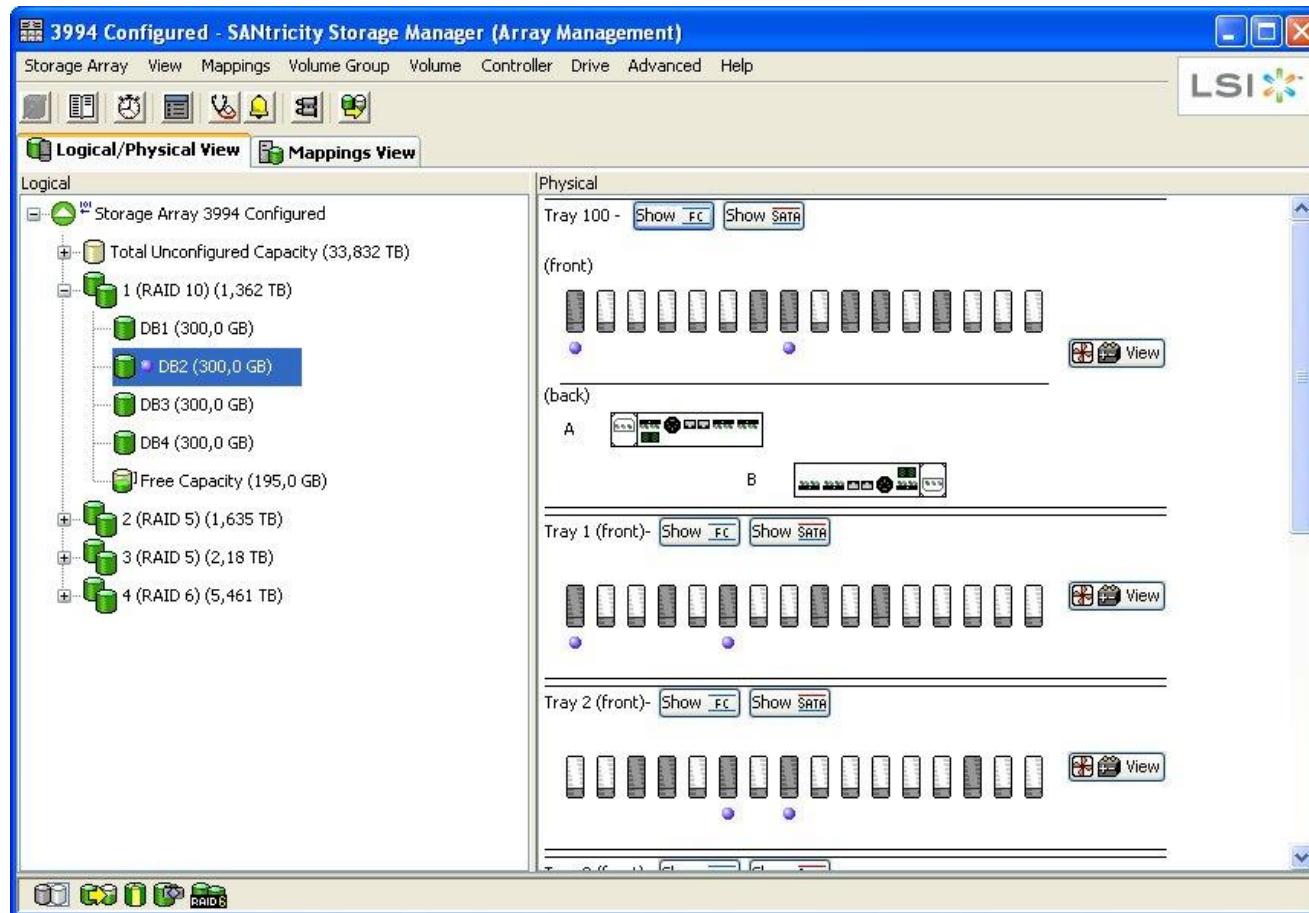


Imagen de ejemplo de la consola de administración SANtricity Storage Manager, utilizada por NetAPP para la configuración de un parte de su catálogo de cabinas de almacenamiento.

Uso de las cabinas de almacenamiento: Preguntas básicas

- ¿Qué entidades son exportadas por las cabinas de almacenamiento a la red de almacenamiento?

Volúmenes.

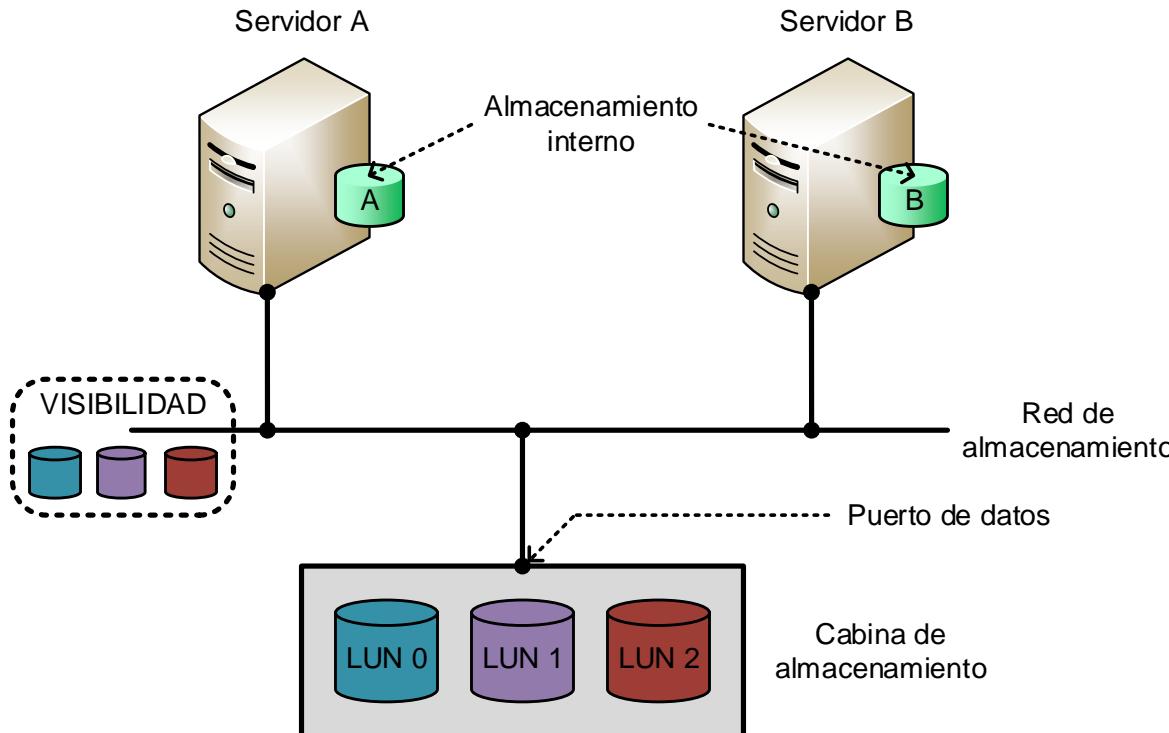
- ¿Quién utiliza las entidades exportadas por las cabinas a la red de almacenamiento?

Los servidores.

Uso de las cabinas de almacenamiento: Visibilidad de volúmenes

- Concepto

En principio, todos los volúmenes configurados en una cabina de almacenamiento, conectada a una red de almacenamiento, son visibles (accesibles) a todos los servidores conectados a la misma red.



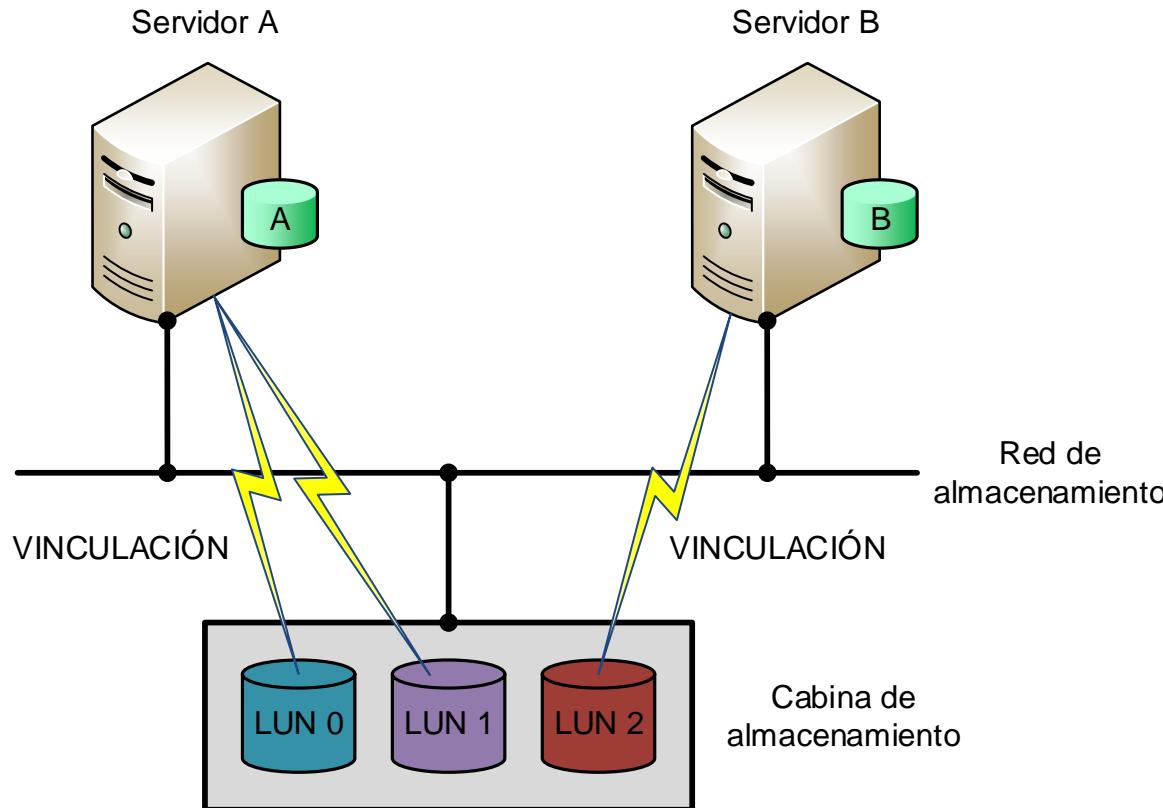
- ¿Cómo es “visto” por un servidor un volumen exportado por una cabina de almacenamiento?

Como si fuera un disco interno del propio servidor.

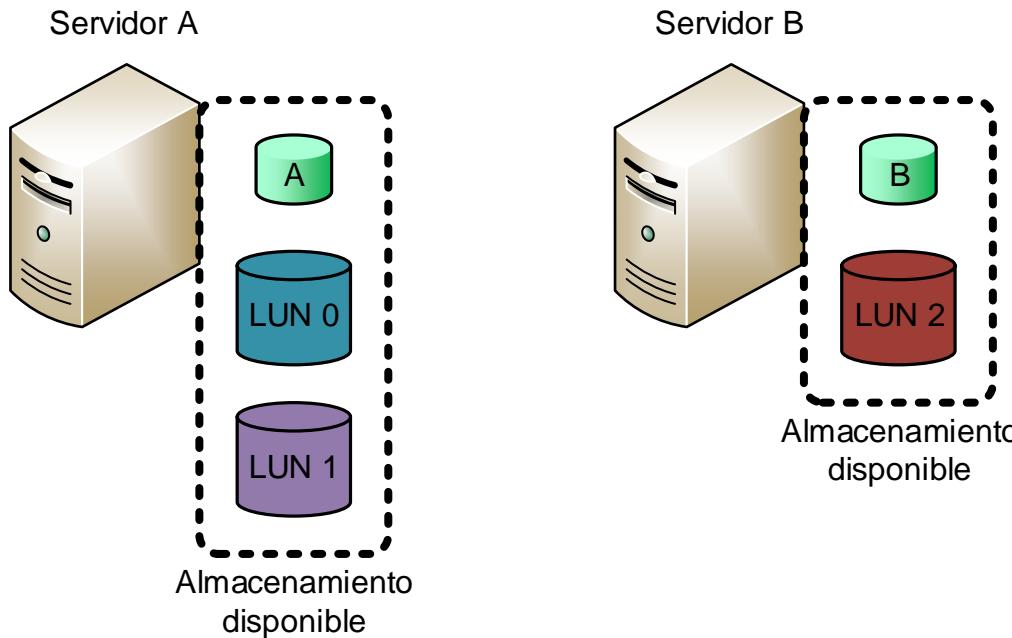
Uso de las cabinas almacenamiento: Vinculación de volúmenes

- Concepto

La vinculación de un volumen es el proceso de registro del mismo por parte del sistema operativo de un servidor. Una vez registrado, el volumen se comporta como un disco interno del propio servidor.



Uso de las cabinas de almacenamiento: Resultado de la vinculación de volúmenes



Funcionalidades habituales de las cabinas de almacenamiento

- Instantáneas (*snapshots*)

Se trata de la capacidad de realizar copias de solo lectura de los volúmenes. Se realizan de forma instantánea, independientemente del tamaño del disco de origen. Inicialmente no se copia ningún bloque de datos en la instantánea. Éstos solo se copian cuando resultan modificados en el volumen original.

- Copias completas (*full copies*)

Se trata de crear un réplica completa de un volumen en otro. Estas copias son de lectura y escritura.

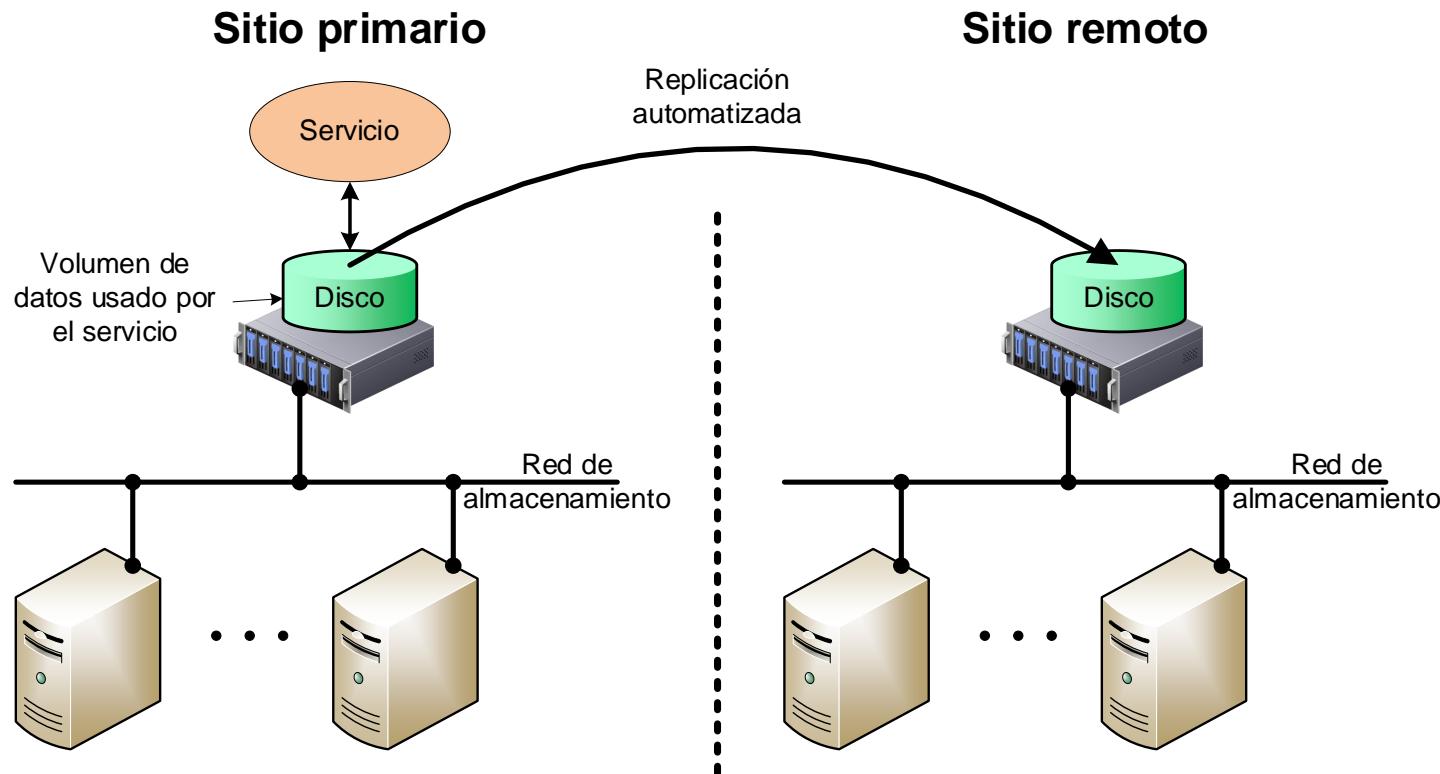
- Enmascaramiento de LUN (*LUN masking*)

Se trata de la capacidad de establecer los volúmenes (identificados con sus correspondientes LUN) que serán visibles a cada servidor conectado a la red. Esto facilita las tareas de configuración de los servidores y evita errores innecesarios.

- Replicación remota (*remote mirroring*)

Se trata de la capacidad de mantener permanentemente replicados uno o varios volúmenes de una cabina de almacenamiento en otra cabina remota. La replicación entre cada volumen origen y remoto es coordinada automáticamente por las cabinas de almacenamiento.

Replicación remota



- Objetivo de la replicación remota

Replicar los datos generados en un volumen por uno o varios servicios ubicados en un sitio primario, en otro volumen ubicado en un sitio remoto, de modo que si se produce una contingencia en el sitio primario, los servicios puedan ponerse en marcha y continuar operativos en el sitio remoto, gracias a los datos replicados, hasta que la contingencia en el sitio primario se solucione.

Ejemplos de cabinas de almacenamiento Serie-E (2800) de NetApp

E2812



E2824



E2860



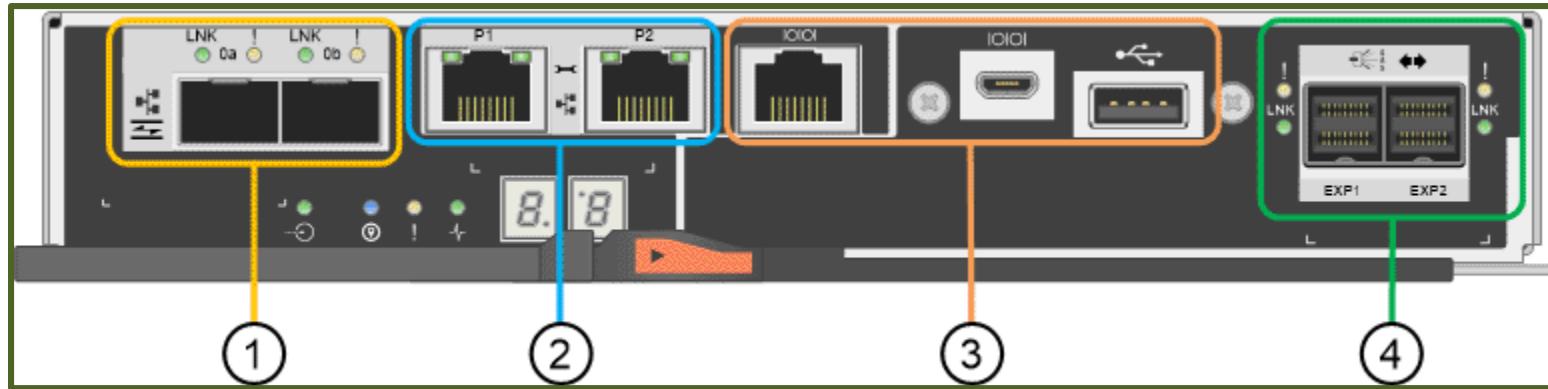
E2812/E2824: Redundancia



Fuentes de alimentación
(redundantes)

Controladores (redundantes)

E2800: Controlador y Conectividad



Puertos de conexión

- 1) Puertos de datos (dos): FC (Fibre Channel) 16Gb/seg o Ethernet 10Gb/seg (ópticos)
- 2) Puertos de administración (dos): Ethernet 1Gb/seg (Rj45)
- 3) Puertos de diagnóstico y soporte técnico (tres): Serie Rj45, micro-usb y usb
- 4) Puertos de expansión (dos): Mini-SAS 4x 12Gb/seg

Serie-E (2800) de NetApp: Capacidades de almacenamiento

 NO ENTRA

	E2812 12 Discos / 2U	E2824 24 Discos / 2U	E2860 60 Discos / 4U
SSD	800 GB	800 GB / 1,6 TB / 3,8 TB 7,6 TB / 15,3 TB	800 GB / 1,6 TB / 3,8 TB 7,6 TB / 15,3 TB
HDD altas prestaciones	—	1,2 TB / 1,8 TB 10K - SFF	1,2 TB / 1,8 TB 10K - SFF
HDD alta capacidad	4 TB / 8 TB / 12 TB 7,2K - LFF	—	4 TB / 8 TB / 12 TB 7,2K - LFF
Capacidad máxima Con HDD	144 TB (Usando discos de 12 TB)	43,2 TB (Usando discos de 1,8 TB)	720 TB (Usando discos de 10 TB)

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
 - Cabinas de almacenamiento (disk storage systems)
 - **Bandejas de discos (disk shelves)**
 - Pilas de sistemas (system stacks)
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Introducción

- Concepto

Es un contenedor de discos gestionado por uno o dos expansores SAS.

- Tipos

- Básico

Un único expensor.

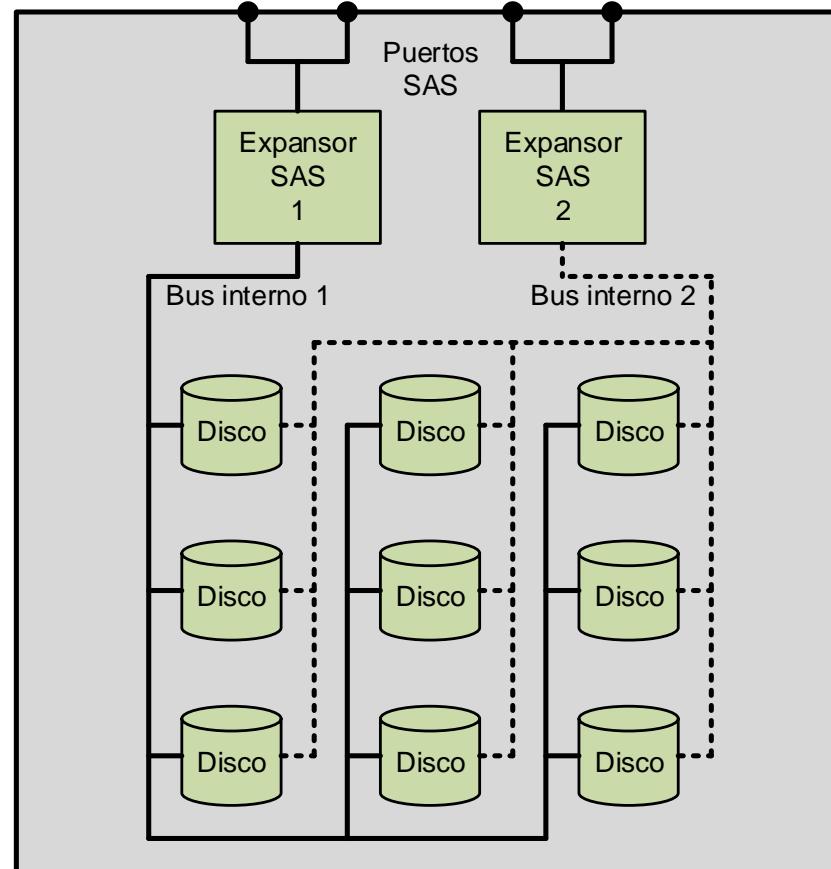
- Tolerante a fallos

Dos expansores y el resto de sus componentes (fuentes de alimentación, buses, etc.) redundado.

- Objetivo

Proporcionar un sistema de expansión para las cabinas de almacenamiento (sistemas con controlador), de modo que se pueda incrementar muy significativamente el número de discos gestionados por un controlador.

Arquitectura de una bandeja de discos tolerante a fallos



Diferencias “cabina de almacenamiento / bandeja de discos”

	Cabina de almacenamiento	Bandeja de discos
Controlador	SÍ	NO
Puertos de conexión a SAN (FC, Ethernet 10G)	SÍ	NO
Puertos de administración Soporte a consola de administración	SÍ	NO

Conclusión sobre las diferencias

Una bandeja de discos no puede operar en solitario, funciona siempre de forma subordinada a una cabina con controlador.

Ejemplos de bandejas de discos

Bandejas para la Serie-E (2800) de NetApp

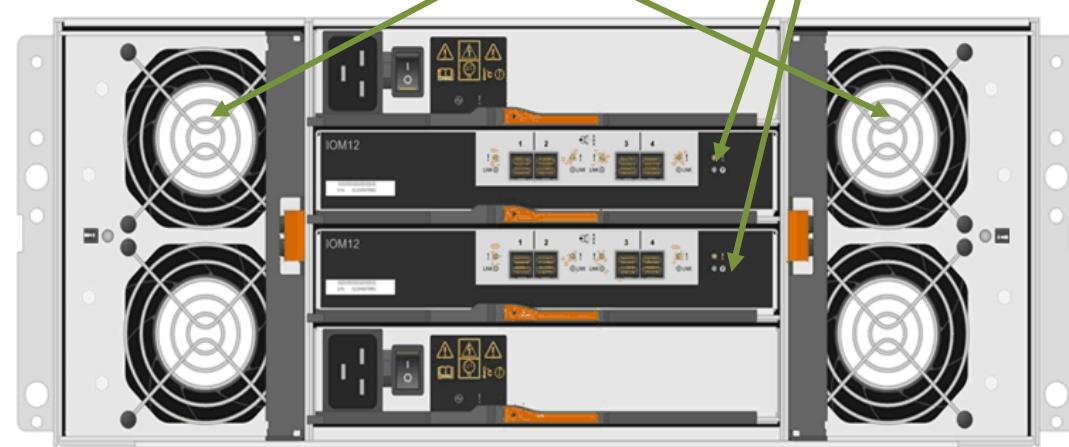
 NO ENTRA

	DE212C	DE224C	DE460C
Factor de forma	2U	2U	4U
Nº de discos	12	24	60
Factor de forma discos	LFF	SFF	SFF o LFF
Capacidad máxima (con HDD)	144 TB (usando discos de 12 TB)	43,2 TB (usando discos de 1,8 TB)	600 TB (usando discos de 12 TB)
Módulos de E/S	IOM12	IOM12	IOM12

Bandeja DE460C



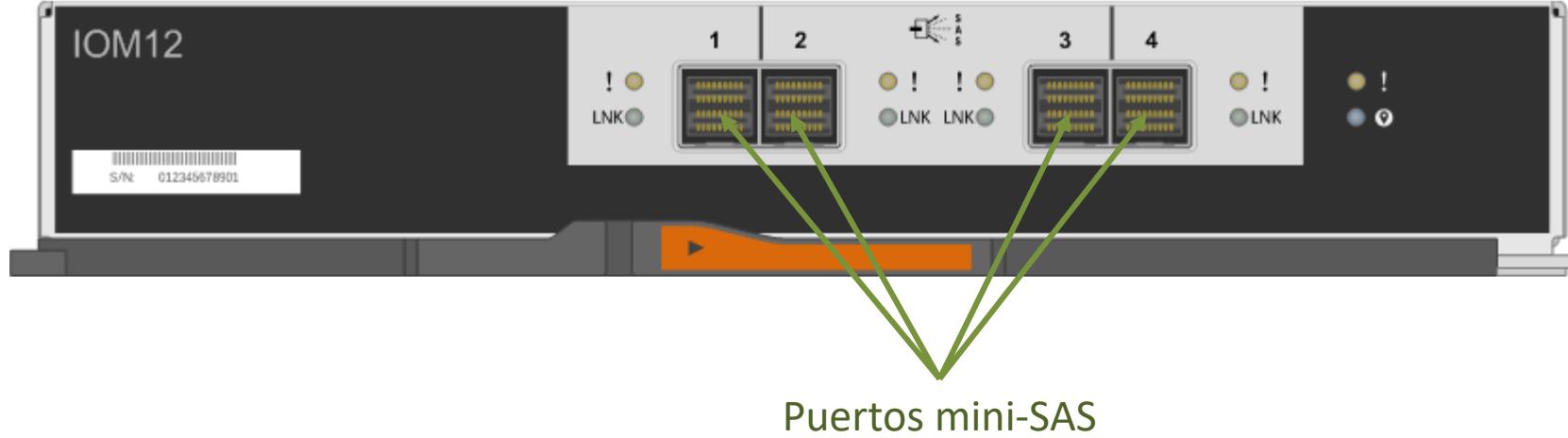
Vista posterior →



Fuentes de alimentación
(redundantes)

Módulos de E/S IOM12
(redundantes)

Módulo de E/S IOM12



Características del puerto mini-SAS

Ancho: x4 (4 canales)

Estándar: SAS-3, 12Gb/seg

Ancho de banda de un canal: 1200 MB/seg

Ancho de banda total: $4 \times 1200 = 4800$ MB/seg

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
 - Cabinas de almacenamiento (disk storage systems)
 - Bandejas de discos (disk shelves)
 - **Pilas de sistemas (system stacks)**
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Introducción

- Concepto

Es un sistema formado por un controlador y una o más bandejas de discos interconectados mediante un bus SAS simple o múltiple.

- Objetivo

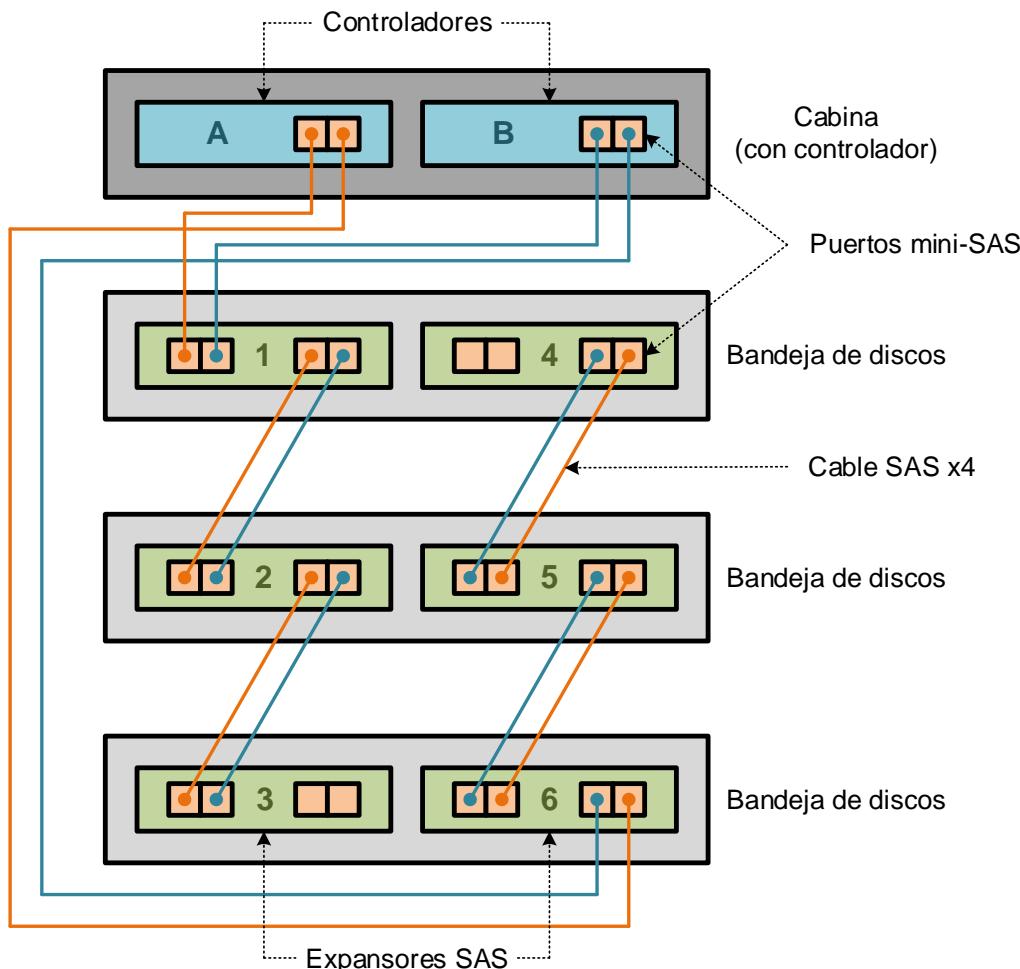
Implementar infraestructuras de almacenamiento escalables en capacidad permitiendo alcanzar capacidades de almacenamiento extraordinariamente elevadas.

Serie-E (2800) de NetApp: Capacidades de apilamiento

 NO ENTRA

Cabinas de almacenamiento (con controlador)	E2812 12 discos / 2U	E2824 24 discos / 2U	E2860 60 discos / 4U
Bandeja de discos	DE212C 12 discos / 2U	DE224C 24 discos / 2U	DE460C 60 discos / 4U
Nº máximo de bandejas	3	3	2
Nº máximo de dispositivos (HDD/SDD)	48/48	96/96	180/120

Ejemplo de cableado de una pila de sistemas (configuración multipath)



Rutas por controlador: 2

Implementación de las rutas:

Los expansores se organizan en dos grupos, grupo de la izquierda (1, 2 y 3) y grupo de la derecha (4, 5 y 6). Cada ruta se implementa a partir de un puerto de un controlador y utilizando los expansores de un grupo, que se conectan en cascada.

Agregación de Ancho de banda:

Sí, las dos rutas gestionan tráfico simultáneamente.

Tolerancia a fallos:

Sí, aunque una de las rutas se rompa, el controlador puede continuar las comunicaciones por la otra ruta.

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
 - **Fiber Channel**
 - iSCSI
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Introducción

- Visión general

Se trata de una tecnología de comunicación de red tipo serie y bidireccional, y que utiliza como medio físico de transmisión canal de fibra óptica.

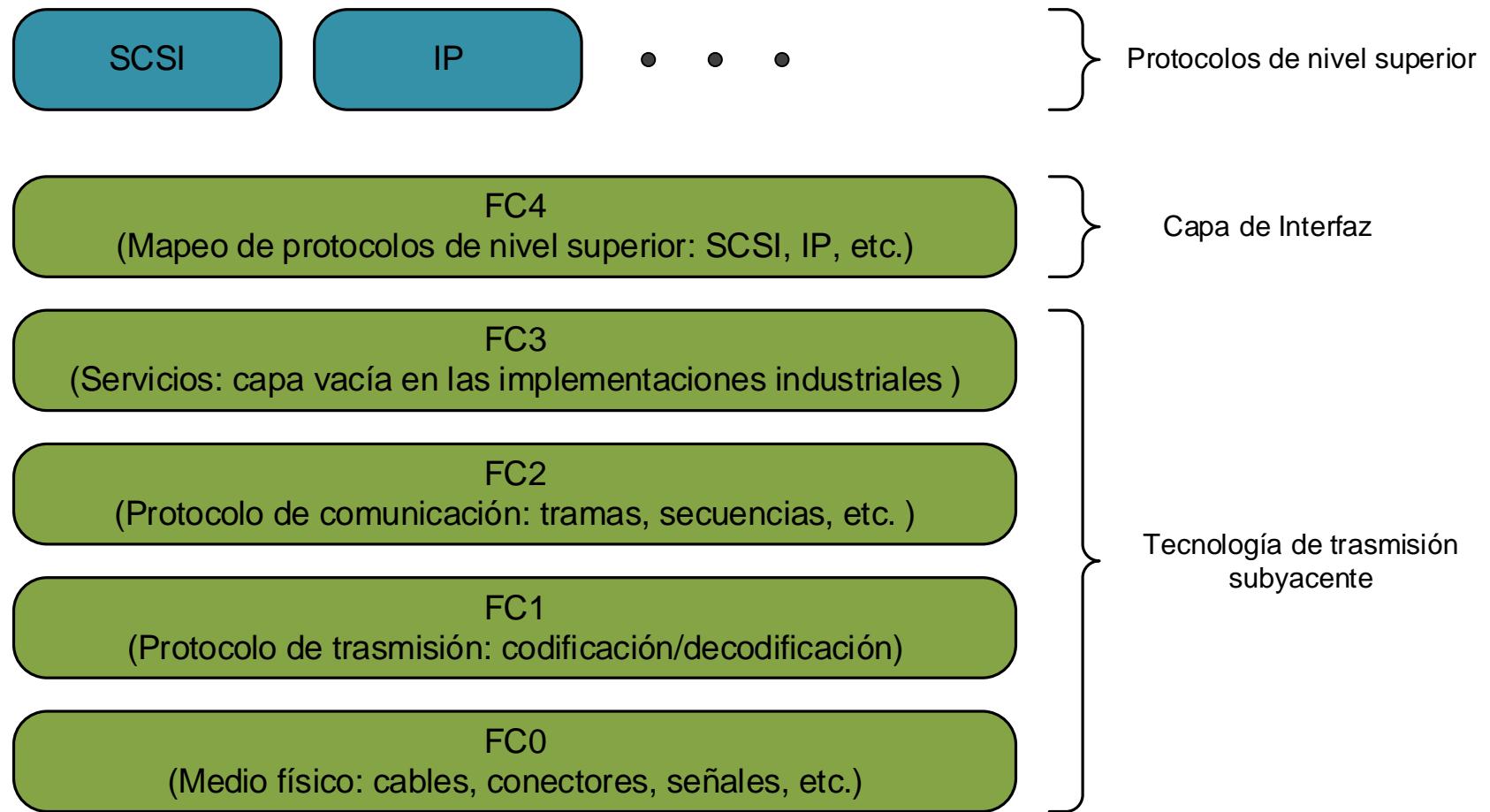
- Ámbito de utilización

Redes de almacenamiento.

- Soporte

[FCIA: Fibre Channel Industry Association](#)

Modelo de capas

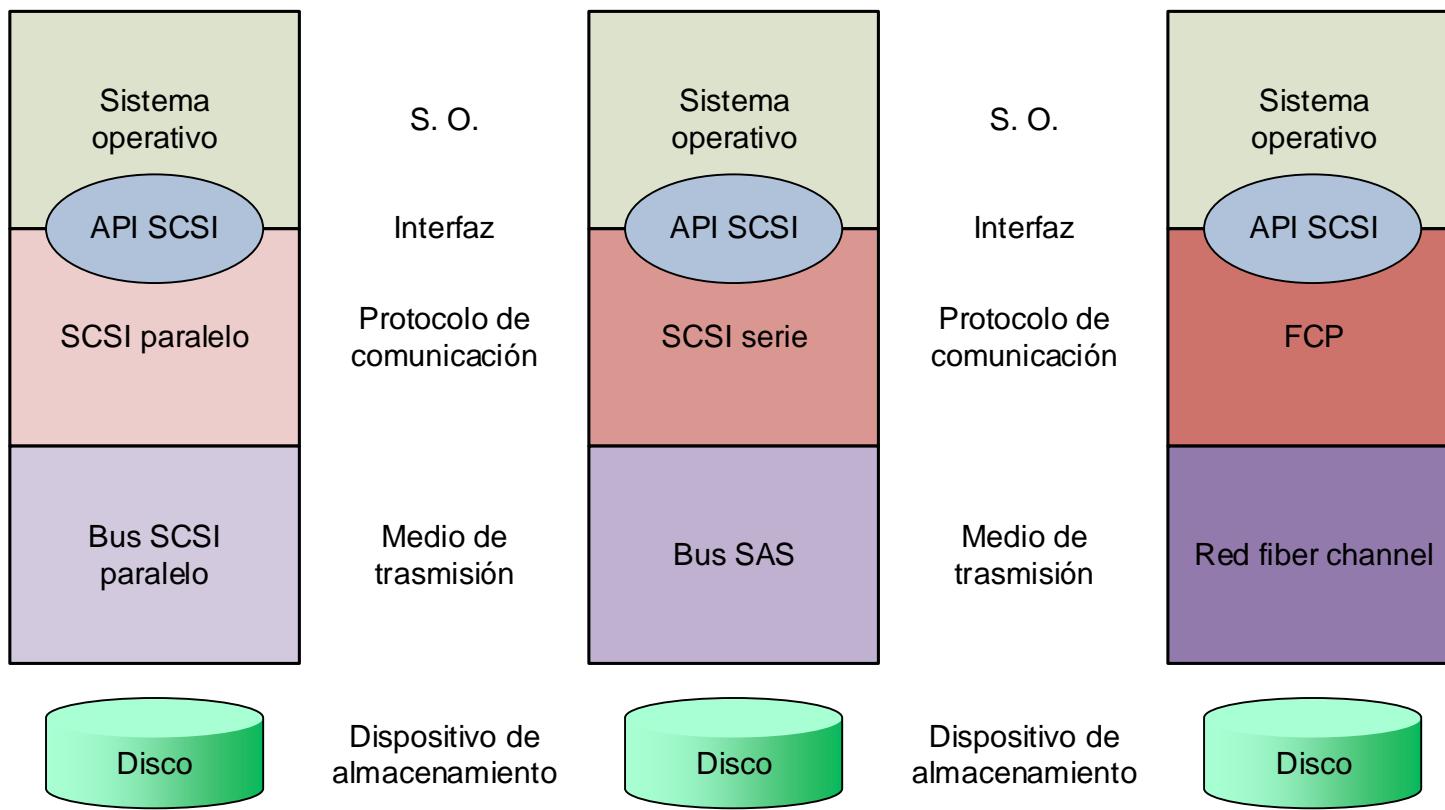


FCP (Fiber Channel Protocol)

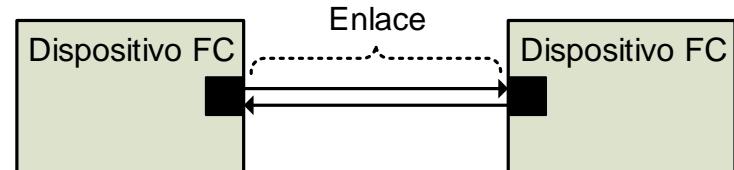
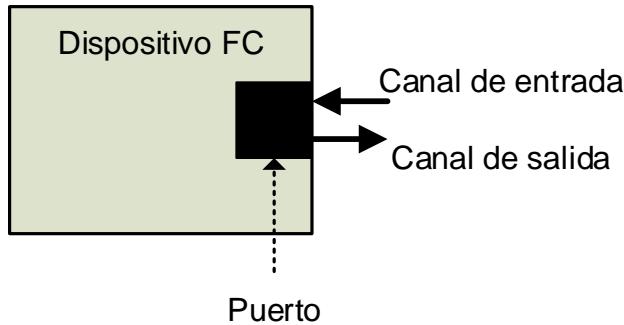
- Definición

Es el protocolo de la capa de interfaz FC4 encargado de mapear el protocolo SCSI sobre la infraestructura de comunicación FC.

- FCP frente a SCSI paralelo y SCSI serie



Puertos y enlaces



- **Puertos**

Son los elementos de conexión de los dispositivos FC. Son siempre bidireccionales, proporcionando un canal de entrada y otro de salida.

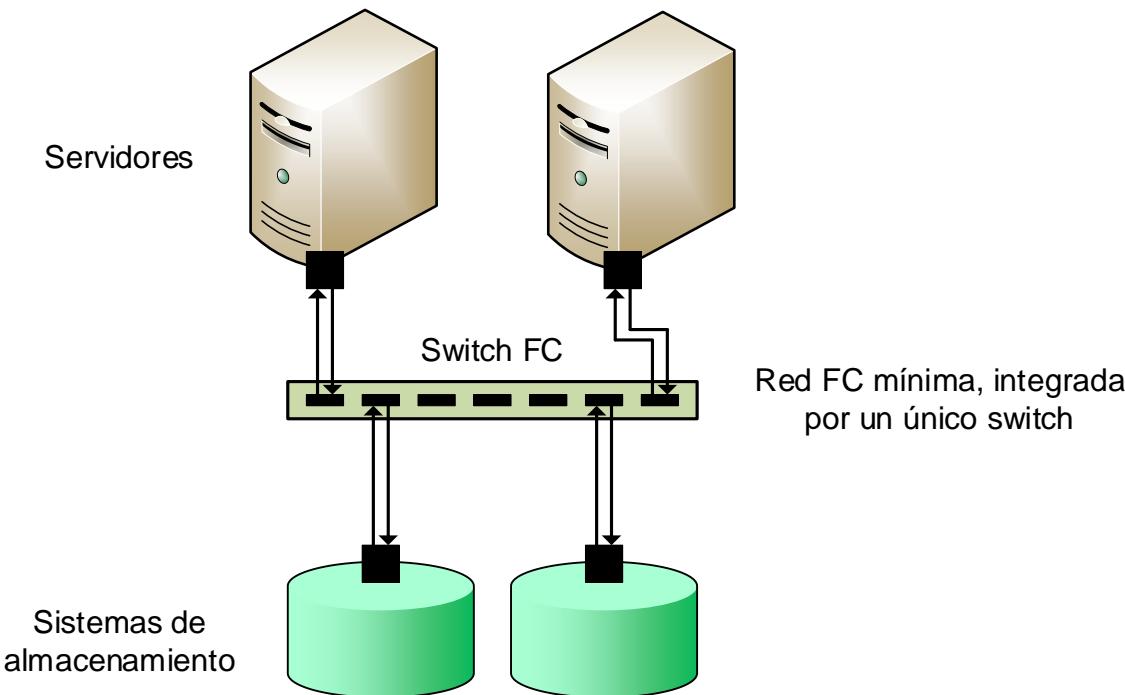
- **Enlaces**

Son conexiones entre dos puertos.

Estructura de una red FC

- Estructura de una red FC

Se basa en la utilización de switches FC para la interconexión de dispositivos FC. Los switches FC pueden interconectarse entre ellos formando topologías de interconexión complejas.



- Concepto de malla Fibre Channel o *Fibre Channel fabric* (en inglés)

Es el conjunto de switches y cables FC que forman una red FC.

Infraestructuras FC: red



Brocade 6510 – 48 puertos



Cable de fibra óptica



Conecotor LC



SFP

- *Switches*

Se utilizan para construir la malla de conexiones FC. Los hay con todo tipo de características y número de puertos.

- Cables y conectores

- Tipo de cable

Fibra óptica

- Modelo de conector habitual

LC

- Transceptores (transceivers)

- Concepto

Es un dispositivo que transforma las señales eléctricas manejadas en los puertos de los switches FC en las señales de luz enviadas a través de los canales de fibra.

- Tipos

SFP: small form-factor pluggable

SFP+: enhanced small form-factor pluggable

Infraestructuras FC: sistemas



- Cabinas de almacenamiento

La figura muestra una cabina con controlador dual y 4 puertos FC por controlador.

Puertos FC



- HBA

Permiten conectar los servidores a los switches FC.
Actualmente, se construyen para el bus PCI-E.

Direccionamiento en redes FC

- Roles de los puertos FC

- Initiator (los que gobiernan)

- ✓ Cometido

- Iniciar el proceso de comunicación con un target y gobernar el proceso de acceso al mismo.

- ✓ Ubicación

- En un HBA de un servidor.

- Target (son gobernados)

- ✓ Cometido

- Atender las solicitudes de acceso del iniciador que corresponda.

- ✓ Ubicación

- En una cabina de almacenamiento. Los puertos de las cabinas funcionan como targets.

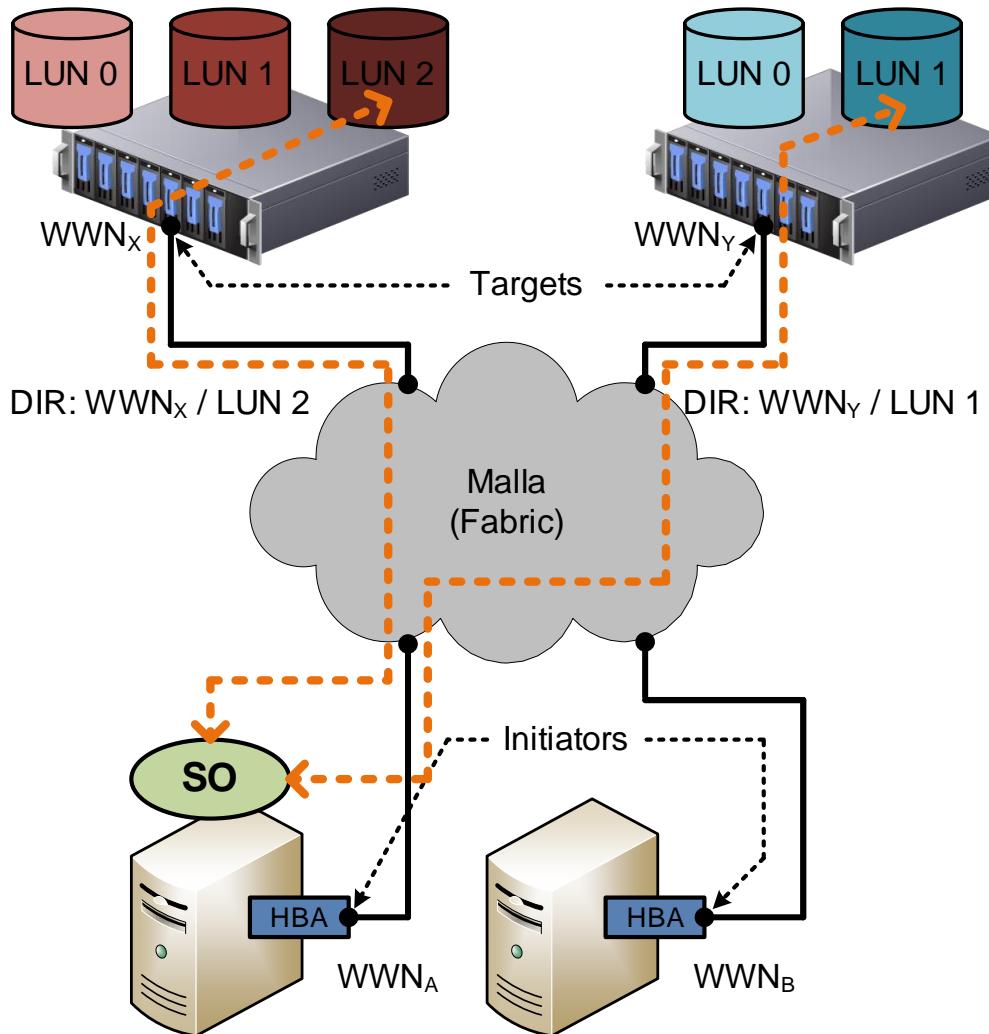
- Identificación de puertos FC

- 1) Se identifican mediante números de 64 bits (por ejemplo, 20-00-00-81-23-45-AC-01)
 - 2) El identificador de cada puerto es único a nivel mundial (como las MAC de las tarjetas Ethernet)
 - 3) Los identificadores únicos a nivel mundial reciben la denominación de WWN (World Wide Name)

- LUN

- Es un identificador numérico utilizado para direccionar cada volúmen dentro de un target.

Direccionamiento en redes FC



- Objetivo

La conexión de los servidores a los volúmenes configurados en los sistemas de almacenamiento.

- Esquema de direccionamiento en dos niveles

Un servidor utiliza una dirección con dos niveles para acceder a un volumen. El primer nivel es el identificador WWN del target del sistema de almacenamiento en el que se ubica el volumen, y el segundo nivel, el identificador LUN del volumen.

Evolución del estándar FC

Nombre del producto	Ancho de banda (MB/s)	Frecuencia de transmisión (Gb/s)	Disponibilidad en el mercado
1GFC	200	1,0625	1997
2GFC	400	2,125	2001
4GFC	800	4,25	2005
8GFC	1600	8,5	2008
16GFC	3200	14,025	2011
32GFC	6400	28,05	2016
64GFC	12800	28,9 PAM4	2020

- Tipos de codificación de la información

- 8/10

- En las evoluciones 1GFC, 2GFC, 4GFC y 8GFC

- 64/66

- En las evoluciones 16GFC y 32GFC

- FEC (Forward Error Correction)

- En la evolución 64GFC

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
- Tecnologías de implementación de redes SAN (Storage Area Networks)
 - Fiber Channel
 - **iSCSI**
- Sistemas NAS (Network Attached Storage)

Introducción

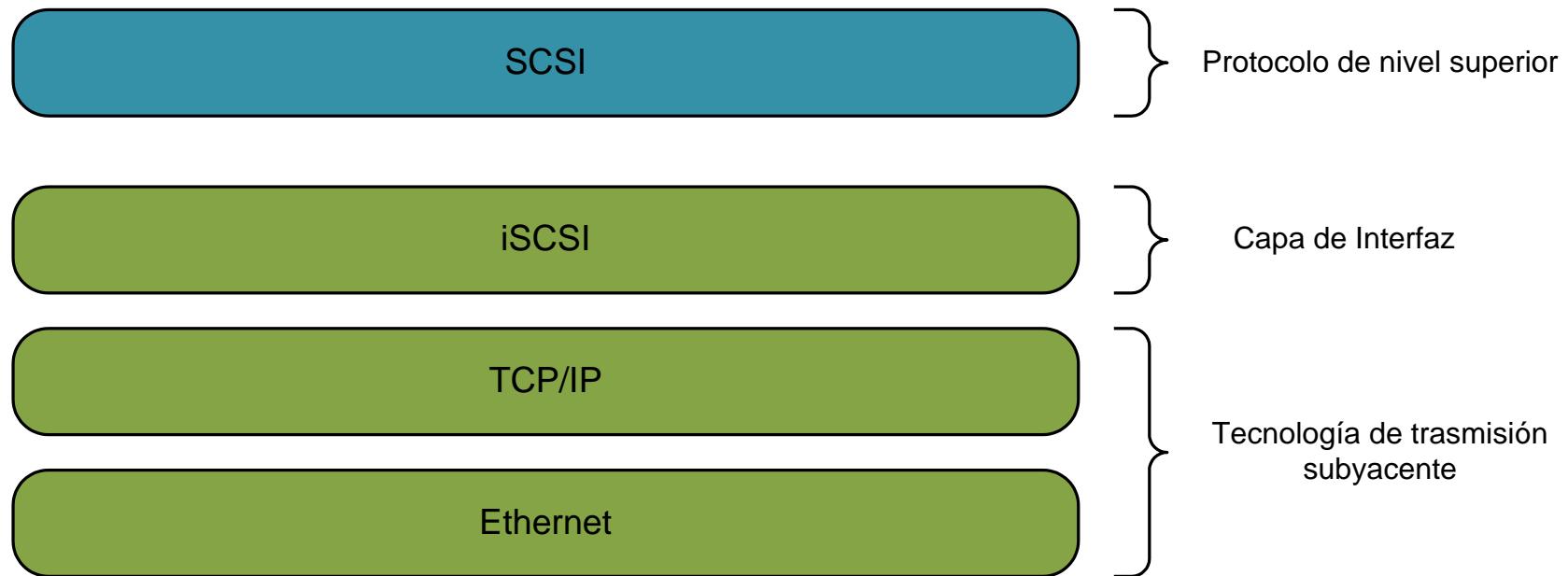
- Visión general

La idea básica de la tecnología iSCSI es la transmisión del protocolo SCSI sobre el protocolo TCP/IP y consecuentemente sobre infraestructura física de red tipo Ethernet.

- Ámbito de utilización

Redes de almacenamiento.

Modelo de capas



Infraestructuras para redes iSCSI

- Infraestructura de red

Cables y switches Ethernet.

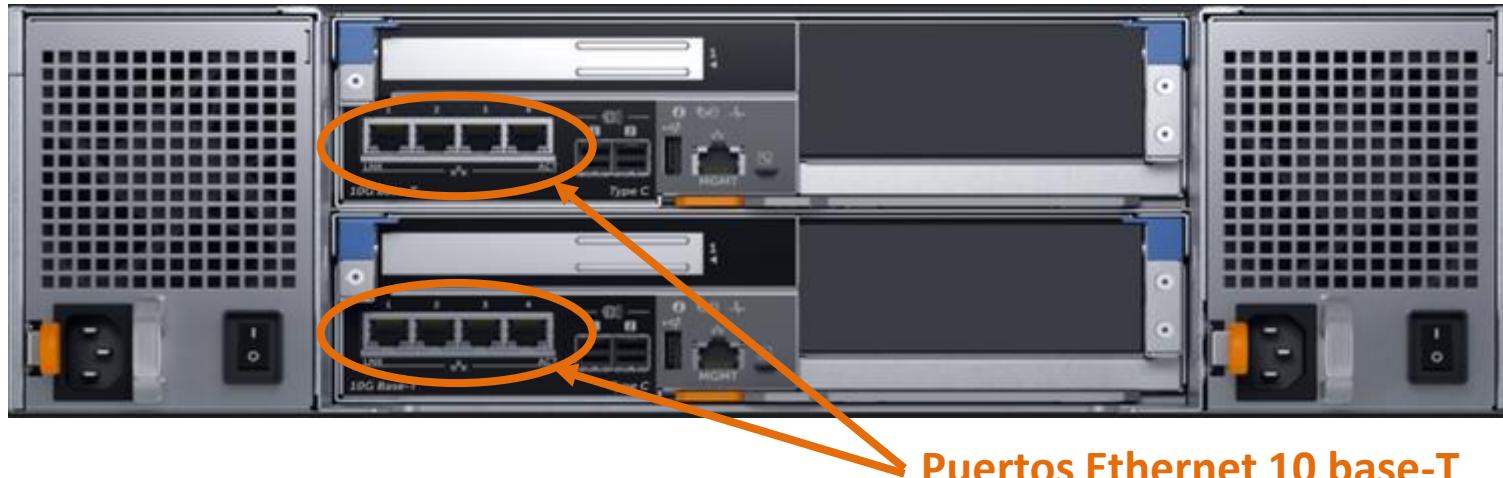
- Sistemas

- Interfaces de red

Para conectar los servidores a la infraestructura de red. De forma estándar, cada servidor proporciona como mínimo dos interfaces de red.

- Cabinas de almacenamiento

La figura muestra una cabina con controlador dual y 4 puertos Ethernet por controlador.



iSCSI frente a FC

- Ventajas de iSCSI
 - Igual tecnología de comunicación que la usada en redes de datos
 - Más personal formado en redes IP
 - Disponibilidad de más herramientas de gestión de red
 - Menor coste
- Desventajas de iSCSI
 - El uso de CPU para la gestión del tráfico es significativamente mayor
 - El protocolo TCP/IP genera una sobrecarga de tráfico significativa
 - La latencia de los *switches* Ethernet es elevada
- Conclusiones
 - Instalaciones crítica o de gran tamaño -> FC
 - Instalaciones pequeñas y medianas -> iSCSI

Índice

- Introducción: tipos de arquitectura de TI
- Sistemas de almacenamiento
- Tecnologías de implementación de Redes SAN (Storage Area Networks)
- **Sistemas NAS (Network Attached Storage)**

Sistemas de ficheros en red

- Concepto

Se trata de que un servidor exporte su sistema de ficheros local a través de una red de datos de modo que dicho sistema de ficheros sea accesible a otros ordenadores clientes conectados a la red.

- Componentes

- Servidor de ficheros de red

Componente software que conecta el sistema de ficheros local de un servidor a la red.

- Cliente de ficheros de red

Componente software que permite a un ordenador cliente conectarse a un sistema de ficheros de red.

- Protocolos

- SMB (Server Message Block)

[Estándar en las plataformas Windows](#)

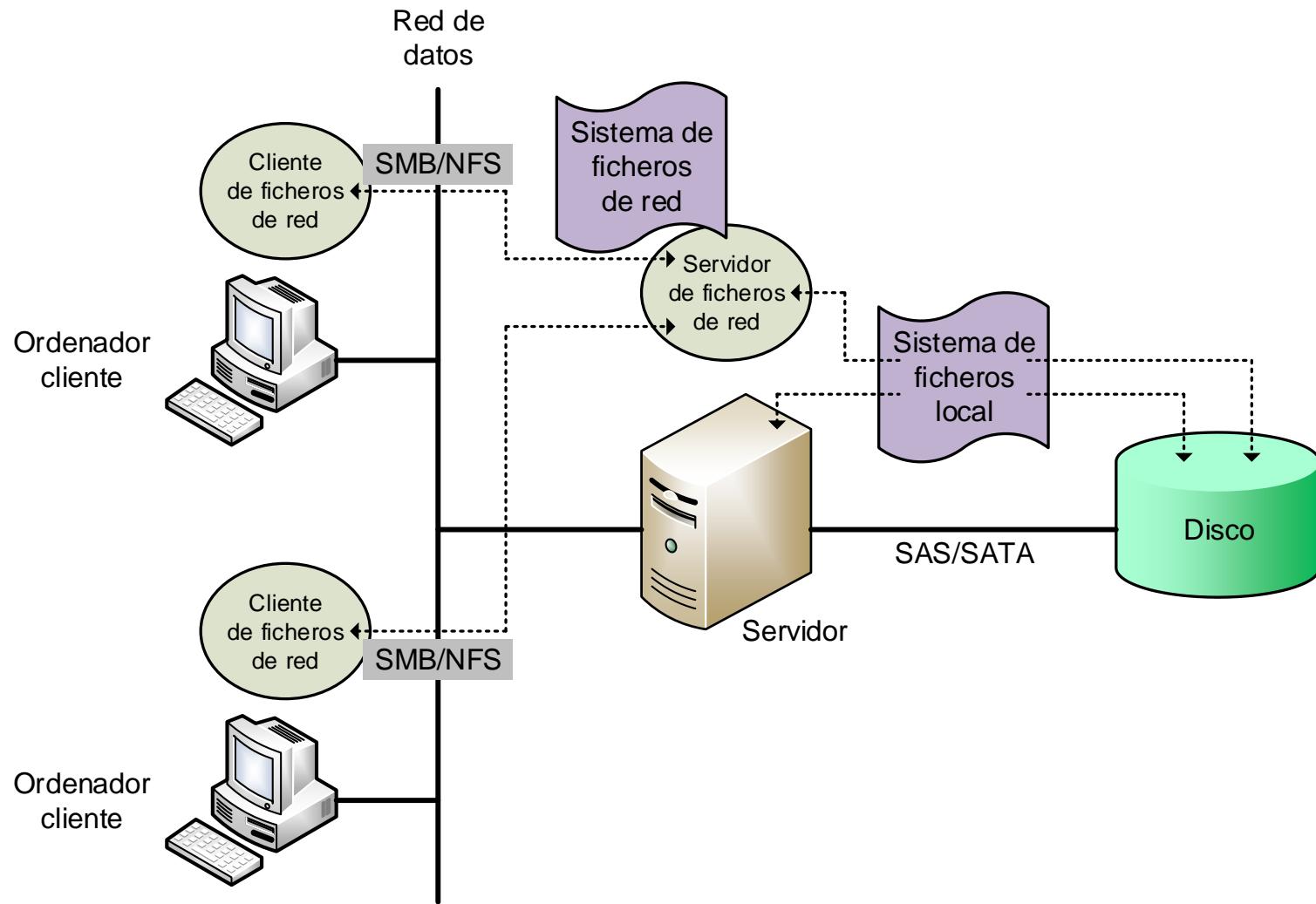
- NFS (Network File System)

[Estándar en las plataformas Unix/Linux](#)

- Servidor de ficheros: concepto

Es un servidor que proporciona la funcionalidad de sistema de ficheros de red.

Sistema de ficheros de red



Sistemas NAS (Network Attached Storage)

- Concepto

Se trata de servidores diseñados y configurados específicamente para proporcionar la funcionalidad de servidor de ficheros.

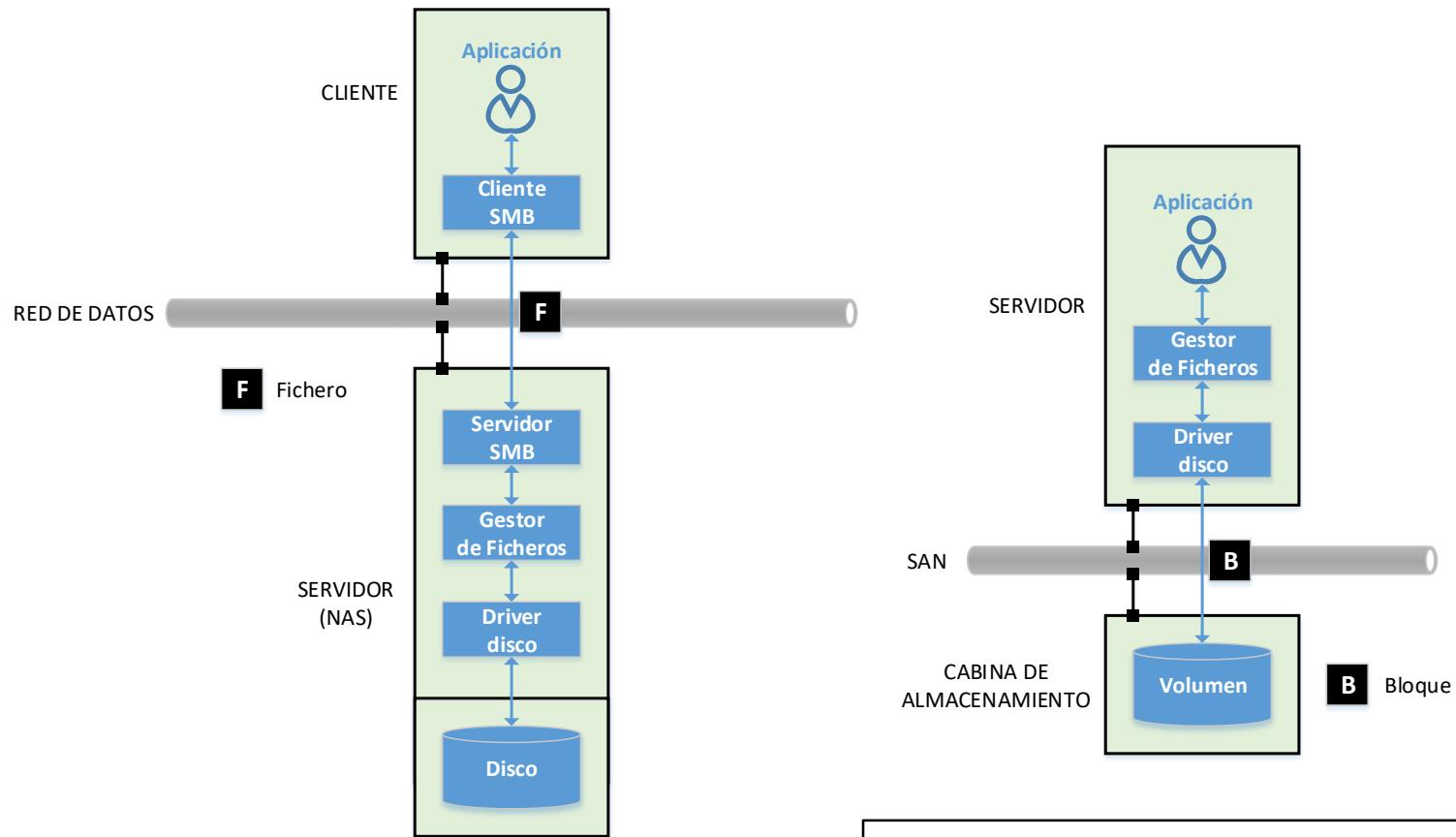
- NAS frente a servidor de propósito general

- Sistema operativo optimizado para servir ficheros
- Totalmente preconfigurado, por tanto, administración y mantenimiento mínimos
- Disponibilidad de sistemas de gran capacidad y prestaciones

- Doble funcionalidad “NAS / Cabina de almacenamiento”

Las cabinas de almacenamiento equipadas con puertos Ethernet, además de proporcionar la funcionalidad de exportar volúmenes a una SAN, pueden también funcionar como dispositivos NAS.

Comparativa Sistema NAS / Cabina de almacenamiento



Elementos de información servidos por un sistema NAS a los equipos clientes: ficheros

Elementos de información servidos por una cabina de almacenamiento a los servidores clientes: bloques de disco de bajo nivel