

**Carcasa de
aluminio**

Platos

Características de un Disco Duro

Tecnología de almacenamiento fundamental en los sistemas informáticos modernos

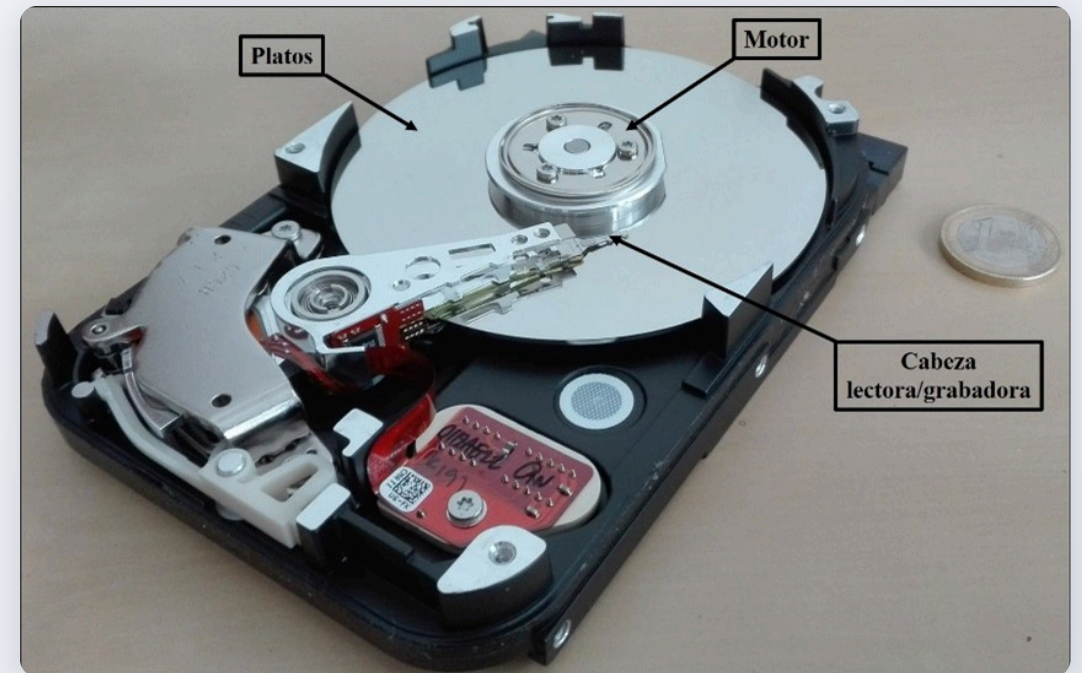
Cabezales



Introducción

¿Qué es un Disco Duro?

- Dispositivo de almacenamiento **fundamental** en sistemas informáticos
- Combina tecnología **mecánica y electrónica**
- Almacenamiento **persistente** de gran capacidad
- Residencia habitual del **sistema operativo**
- Almacenamiento **no volátil** (a diferencia de la RAM)
- Información en **platos metálicos** dentro de una carcasa
- Acceso **aleatorio** a la información



Características Fundamentales

🔒 Almacenamiento No Volátil

- ✓ Datos **permanecen** sin alimentación
- ✓ Mayor **durabilidad** a largo plazo
- ✓ No sufre **efecto de carga flotante** como los SSD

🔌 Tecnología de Almacenamiento Magnético

HAMR

Calentamiento con láser durante escritura

MAMR

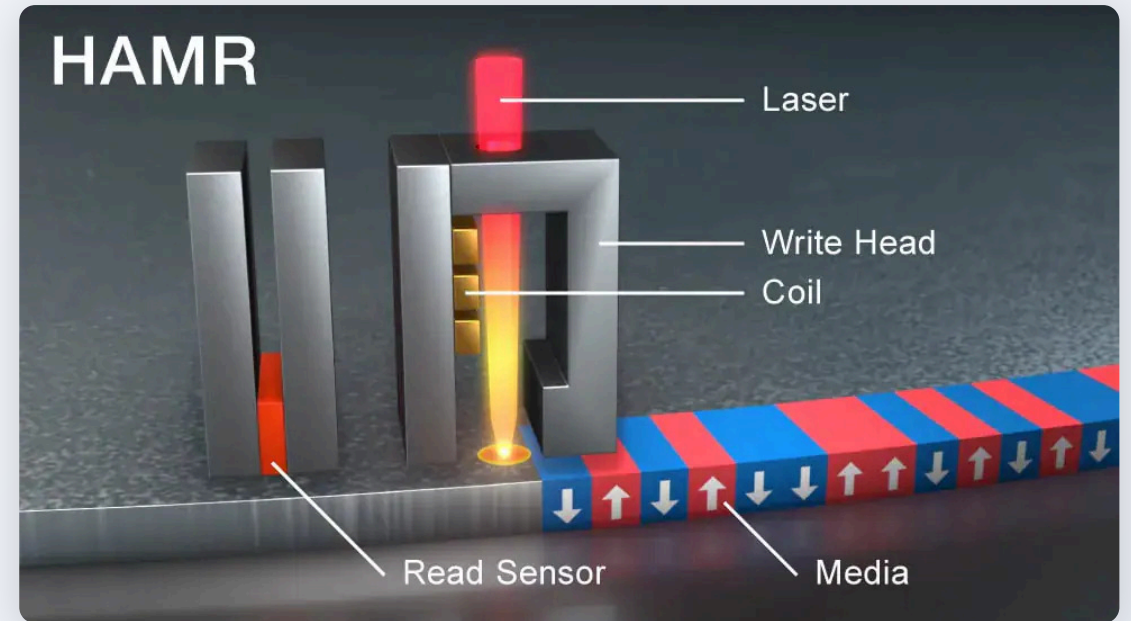
Ondas electromagnéticas para magnetización

SMR

Pistas superpuestas como tejas

CMR

Pistas separadas sin superposición






Tecnología HAMR (Heat-Assisted Magnetic Recording) - Calentamiento localizado para mayor densidad

🔄 Densidad de Almacenamiento (2024)

- ▶ Estándar: **1-2 Tb por plato**
- ▶ HAMR/MAMR: **2.5-4 Tb por plato**
- ▶ Capacidad máxima: **22 TB (3.5")**

Características Técnicas Clave

Capacidad de Almacenamiento

-  Sobremesa: **1-22 TB** (3.5")
-  Portátiles: **500 GB-5 TB** (2.5")
-  Tendencia: HDD de **20-22 TB** dominan mercado

Velocidad de Rotación (RPM)

5,400 RPM

Portátiles económicos
Menor consumo

7,200 RPM

Estándar sobremesa
Equilibrio rendimiento

10,000 RPM

Alta gama
Mayor rendimiento

Innovaciones

Control variable
Mejor gestión térmica




Buffer/Caché

- ▶ Económicos: **32-128 MB**
- ▶ Estándar: **256 MB**
- ▶ Empresariales: **512 MB - 1 GB**



Comparación de diferentes tamaños de discos duros: 5.25", 3.5", 2.5", 1.8" y 1.0"

Tamaño Físico

-  **3.5"**: Estándar sobremesa, hasta 22 TB
-  **2.5"**: Estándar portátiles, hasta 5 TB
-  **M.2**: Formato para unidades híbridas

Interfaz de Conexión

SATA III

Estándar dominante
6 Gbps

SAS

Entornos empresariales
12-24 Gbps

USB 3.2/4

Para externos
Hasta 40 Gbps

Innovaciones

Zoned Storage
Integración NVMe

Rendimiento del Disco Duro

⌚ Tiempo de Acceso

Tiempo de Acceso = Latencia Media + Tiempo Medio de Búsqueda

🔄 Latencia Media

- 5,400 RPM: **5.56 ms**
- 7,200 RPM: **4.17 ms**
- 10,000 RPM: **3.00 ms**

🔍 Tiempo Búsqueda

- Estándar: **8-12 ms**
- Alta gama: **4-8 ms**

📌 Tiempo Total HDD **8-15 ms**

⚡ Tiempo Total SSD **0.08-0.1 ms**

Los SSD son aproximadamente 100x más rápidos

⬆️ Velocidad de Transferencia

⚙️ Factores que Afectan

- Posición en el disco
- Tecnología de grabación (CMR vs SMR)
- Número de platos
- Tamaño del buffer
- Interfaz de conexión

➡️ HDD 7,200 RPM (2024)

➡️ Pistas Externas	200-250 MB/s
Pistas Internas	80-120 MB/s
📊 Promedio	150-180 MB/s

📁 Tasa Interna vs Externa

- **Interna:** Velocidad desde superficie del plato
- **Externa:** Velocidad a través de interfaz (SATA, SAS)
- La tasa interna es el cuello de botella
- SATA III (6 Gbps) es suficiente para la mayoría de HDD

Comparación con Otras Tecnologías



Comparación visual entre HDD y SSD: velocidad, consumo, ruido y resistencia

HDD vs SSD

Característica	HDD	SSD
Velocidad lectura/escritura	150-250 MB/s	3,500-7,000 MB/s
Tiempo de acceso	8-15 ms	0.08-0.1 ms
Resistencia a golpes	Baja	Alta
Consumo energético	5-10W	2-5W
Ruido	Sí (mecánico)	No
Costo por GB	0.02-0.03 €/GB	0.07-0.10 €/GB
Capacidad máxima (2024)	22 TB	8 TB
Vida útil (escritura)	Ilimitada	Limitada por ciclos

HDD vs SSHD

Característica	HDD	SSHD
Capacidad	Mayor	Ligeramente menor
Rendimiento	Menor	Mejor en operaciones frecuentes
Precio	Más económico	Más caro
Complejidad	Menor	Mayor (gestión inteligente)
Uso típico	Almacenamiento masivo	Sistema operativo + aplicaciones

Tendencias y Futuro de los Discos Duros



HAMR

- Heat-Assisted Magnetic Recording
- Láser calienta puntos específicos durante escritura
- Seagate: planes para **50 TB en 2026**
- Mayor densidad de grabación

⚠ **Retos: Complejidad técnica y coste elevado**



MAMR

- Microwave-Assisted Magnetic Recording
- Ondas electromagnéticas facilitan magnetización
- Western Digital: enfoque más escalable
- Menor complejidad que HAMR

↗ **Mayor adopción esperada a corto plazo**



HDD de Helio

- Menor fricción y turbulencia
- Hasta **9 platos** (vs 7-8 en aire)
- Consumo energético **20-30% menor**
- Menor generación de calor

🏢 **Dominante en HDD empresariales de alta capacidad**



Zoned Storage

- Estándar para **organizar discos SMR**
- Integración con sistemas de archivos modernos
- Soporte nativo en sistemas operativos
- Optimiza rendimiento en escrituras para SMR

📁 **Mejora gestión de escrituras en discos de alta densidad**

Consideraciones Ambientales

⚠ Impacto Ambiental



Metales Pesados

Cobalto, Platino, Tierras Raras

- 🗑 Menos del **20%** de HDD se reciclan adecuadamente
- ⚠ Riesgo de liberación de metales pesados en vertederos
- 📱 Productos halógenos y plomo son **altamente contaminantes**



Proceso de reciclaje de discos duros con certificación ecológica

🌱 Iniciativas de Sostenibilidad



Programas de Reciclaje

WD, Seagate y otros fabricantes ofrecen programas de 回收



Reutilización

HDD usados para almacenamiento secundario o NAS



Diseño para Reciclaje

Nuevos enfoques para facilitar desmontaje y 回收



Desmontaje profesional de discos duros para su correcto reciclaje

Conclusión

Puntos Clave

- ✓ Almacenamiento **no volátil** con tecnología magnética
- ✓ Capacidad máxima actual: **22 TB** (3.5")
- ✓ Velocidad de transferencia: **150-250 MB/s**
- ✓ Tiempo de acceso: **8-15 ms** (100x más lento que SSD)
- ✓ Ventaja principal: **coste por GB** muy inferior

Futuro del Almacenamiento



Coexistencia con
SSD



Tecnologías
HAMR/MAMR



HDD de Helio

Evolución y Relevancia



Evolución de los dispositivos de almacenamiento desde 1950 hasta la actualidad

- ▶ De **MB a TB** en pocas décadas
- ▶ Especialización en **almacenamiento masivo**
- ▶ Complementan en lugar de competir con SSD