

## 4. Almacenamiento y memoria secundaria

### A. Sistemas de almacenamiento magnético

Los sistemas de almacenamiento magnético son aquellos en los que se utilizan las propiedades magnéticas de los materiales para almacenar información.

Típicamente, han existido dos medios para el almacenamiento magnético: los **discos duros** (también denominados **HDD** —del inglés *Hard Drive Disk*—) y los ya obsoletos **discos flexibles o disquetes**. En ambos casos se magnetiza una pequeña capa del material que forma este medio para incluir en el mismo los datos que se quiere almacenar.

#### DISQUETE

Es un tipo de almacenamiento que quedó obsoleto hace ya bastantes años. Constaba en un disco flexible insertado dentro de una carcasa plástica. Su capacidad oscilaba entre 360 KB y 2,88 MB, y los disquetes más habituales hasta su desaparición fueron los de 3½ pulgadas.

#### DISCO DURO

Las partes más importantes de un disco duro son:

- **Plato.** Es el propio disco metálico donde se escriben y leen los datos en formato digital, es decir, los ceros y unos. Puede contener información en ambas caras.
- **Cabezal.** Consta de un electroimán encargado de escribir o leer los datos en la superficie magnetizable del disco.
- **Motores.** Existen dos motores: uno que mueve el brazo donde se sitúan los cabezales y otro que hace girar el disco a una velocidad entre 3200 y 15 000 rpm.

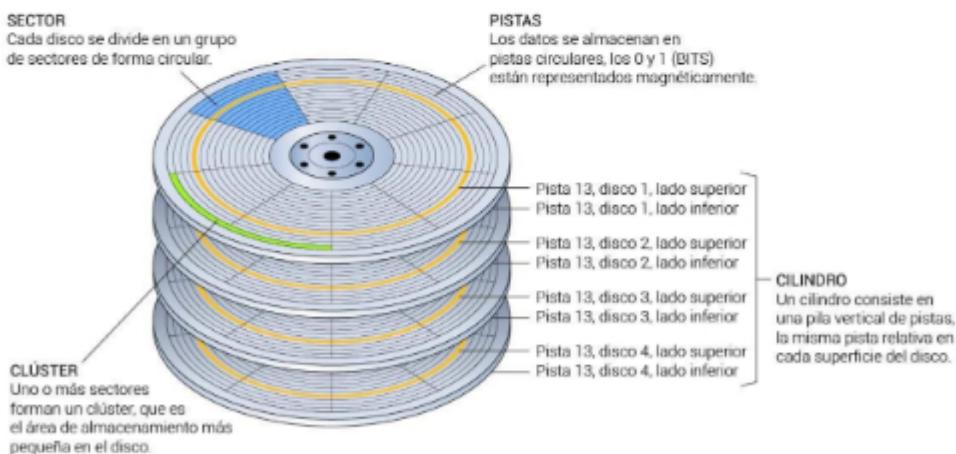


Fig. 2.6. Partes de un disco duro.

A nivel lógico, un disco consta de las siguientes partes:

- **Pista.** Es la zona a la que accede el cabezal de manera fija y donde el disco sigue girando. Las pistas más cercanas al centro del disco tienen menor tamaño, ya que la circunferencia escrita es menor que las de la parte externa.
- **Sector.** Es una división de la pista donde se almacena una cantidad fija de datos.
- **Cilindro.** Es el conjunto de pistas que se pueden leer y escribir desde la misma posición del cabezal en todas las caras de cada plato.
- **Clúster.** Es el conjunto de sectores contiguos definidos por los sistemas operativos como la unidad mínima de almacenamiento.

## B. Sistemas de almacenamiento óptico

En la década del 1980 asistimos a una revolución en los sistemas de almacenamiento con la aparición de los discos ópticos: por primera vez, estos permitían almacenar mucha información por un bajo coste. Su funcionamiento se basa en la escritura y lectura mediante un rayo **láser** de distintas longitudes de onda, el cual va «marcando» el medio y escribe o lee en este de manera binaria.



### IMPORTANTE

Dependiendo del material del soporte, de la longitud de onda y de la resolución del rayo láser, nos encontramos con los distintos soportes existentes: CD, DVD o Blu-ray. La longitud de onda empleada es una magnitud física inversamente proporcional a la frecuencia.

En la siguiente tabla podemos ver una comparativa entre los sistemas de almacenamiento óptico más utilizados.

	CD	DVD	Blu-ray
Capacidad (mín.-máx.)	600 - 700 MB	4,7 GB – 17 GB	25 GB – 128 GB
Capas	1	1-2	1-4
Longitud onda láser	820 nm	650 nm	450 nm

Tabla 2.3. Comparativa entre los principales sistemas de almacenamiento óptico.

Para la grabación óptica, básicamente existen dos modos: la grabación reversible y la grabación irreversible.

En el método de grabación **irreversible**, los cambios producidos por láser en la superficie del soporte óptico son definitivas, lo que da lugar a los discos de solo lectura.

En el caso de la grabación **reversible**, se emplean como soporte materiales que cambian de una estructura amorfa a una cristalina y viceversa. De esta manera, mediante diferentes procedimientos, podemos modificar la información almacenada en el disco.

## C. Sistemas de almacenamiento en estado sólido

Los sistemas de almacenamiento de estado sólido, denominados SSD –del inglés Solid State Drive–, son un tipo de dispositivos que utilizan una memoria no volátil, como la memoria *flash*, para almacenar datos, en lugar de los platos o discos magnéticos vistos anteriormente.

Los discos SSD no sufren los problemas típicos de los HDD. En concreto, son menos sensibles a los golpes y tienen una velocidad de acceso y de funcionamiento mucho mayor, al no disponer de la parte mecánica de aquellos. El principal inconveniente es su reducido tiempo de vida útil, ya que tienen un número limitado de ciclos de escritura que oscila entre los 10 000 y los 100 000 ciclos, dependiendo de la tecnología y del fabricante de la memoria. No obstante, el número de ciclos, si bien es un dato que debe tenerse en cuenta, no nos ofrece la posibilidad de calcular realmente la vida útil de un disco SSD, porque para ello es necesario considerar otro parámetro: el TBW o Terabytes Written (Terabytes escritos).

Existen dos tipos de SSD: los basados en una memoria volátil (más parecidos a la memoria RAM) y los basados en memorias *flash*, que son los más utilizados en los sistemas actuales.

El principio de funcionamiento se basa en el almacenamiento de carga eléctrica en un transistor especial. Según la carga almacenada podemos codificar el número de bits a representar. De esta forma tenemos en el mercado los SLC (Single-Level Cell), que utilizan un bit por cada celda (0, 1); los MLC (Multi-Level Cell), que utilizan dos bits (00, 01, 10 y 11); y los TLC (Triple-Level Cell) y QLC (Quadruple-Level Cell), que utilizan 3 y 4 bits, respectivamente. Cuantos más bits se utilicen, más capacidad tendrá nuestro SSD con las mismas celdas, aunque a la larga tendremos más problemas para identificar los bits.

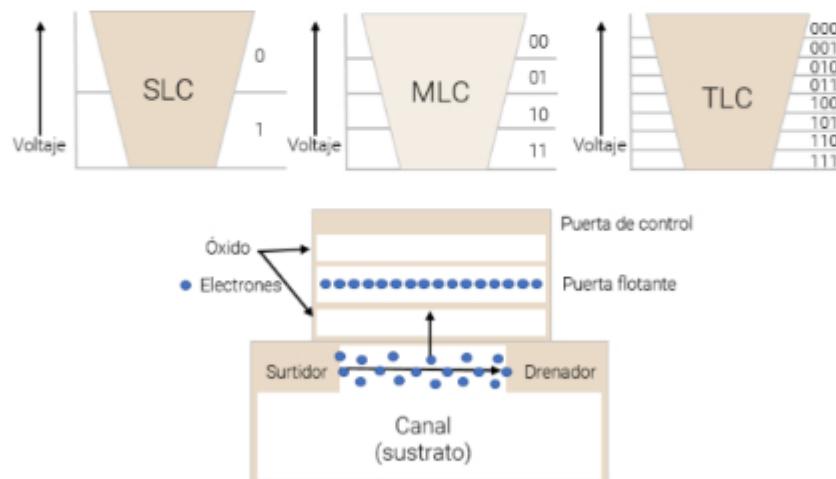


Fig. 2.7. Funcionamiento y codificación SSD.

La mayor parte de las unidades SSD se instalan bajo conectores SATA 3 o M.2 que engloban buses SATA o PCI Express. Existe un protocolo llamado NVMe –Non-Volatile Memory Express– o memoria

exprés no volátil. Bajo este nombre se engloban una serie de unidades SSD ultrarrápidas que funcionan con el bus PCI Express.

#### D. Sistemas de almacenamiento en red

Los sistemas de almacenamiento en red se encontrarían en la parte más baja de la jerarquía de memoria. Dentro de estos sistemas, hallamos múltiples tecnologías que consisten en ampliar el almacenamiento y en dotar de persistencia a nuestros datos de forma deslocalizada. Por ejemplo, a nivel de usuario, el almacenamiento en la nube consistiría en una deslocalización de nuestra información en los servidores remotos que nos proporcionan empresas tecnológicas a través de servicios como Google Drive, One Drive de Microsoft, Dropbox o iCloud de Apple.

Los sistemas más utilizados son los siguientes:

- **DAS, Direct-Attached Storage.** Es el tipo de conexión habitual. En él, se conecta el dispositivo de almacenamiento directamente al sistema informático.
- **NAS, Network Attached Storage.** Básicamente, consiste en disponer de una serie de elementos de almacenamiento junto con su propio sistema de ficheros conectados mediante una red a nuestro equipo o servidor. Desde este equipo, se observa que el almacenamiento está fuera de nuestro sistema y que existe una conexión de red que lo conecta. Es un sistema muy utilizado en pequeñas empresas para guardar las copias de seguridad.
- **SAN, Storage Area Network.** Es una red de discos interconectados y que se conectan, además, al equipo o servidor a través de una red de alta velocidad (*fiber channel* o similar). En este caso se trabaja con este almacenamiento a nivel de bloque, por lo que el sistema de ficheros lo maneja el propio sistema operativo del equipo. Se emplea principalmente en máquinas virtualizadas en la nube.
- **Nube o cloud.** En este caso la información se encuentra en servidores remotos no accesibles desde la red local, por lo que la conexión se realiza mediante Internet. Los tres grandes proveedores de almacenamiento en la nube son: Google Cloud, AWS de Amazon y Azure de Microsoft.

