

# Tema 4

El Nivel Interno



# Apartado 1

Representación de la BD en el nivel interno

# Contenidos

- Introducción
- Método de Acceso a la BD almacenada
- La BD en el nivel interno

# Contenidos

- Introducción
- Método de Acceso a la BD almacenada
- Representación de la BD en el nivel interno

# Introducción

## Importancia de la organización de los datos

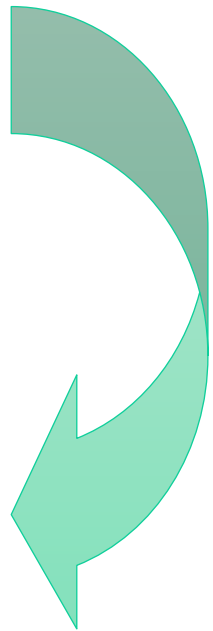
**Una BD sirve para ...**

almacenar de forma permanente grandes cantidades de datos.

**Con el propósito principal de ...**

gestionar de forma eficiente los datos y su almacenamiento para poderlos recuperar/consultar cuando sea necesario.

Esto tiene sus consecuencias tanto en la organización lógica de los datos, como en su organización física.



# Introducción

## Nivel Interno

### Nivel Interno

- Expresa en última instancia, las operaciones sobre los datos (creación, alteración y recuperación) en términos de actuación sobre unidades mínimas de almacenamiento denominadas páginas o bloques de base de datos.
- Provee al administrador de mecanismos para optimizar el almacenamiento y el acceso a los datos.
- Se encuentra implementado en el SGBD.

# Introducción

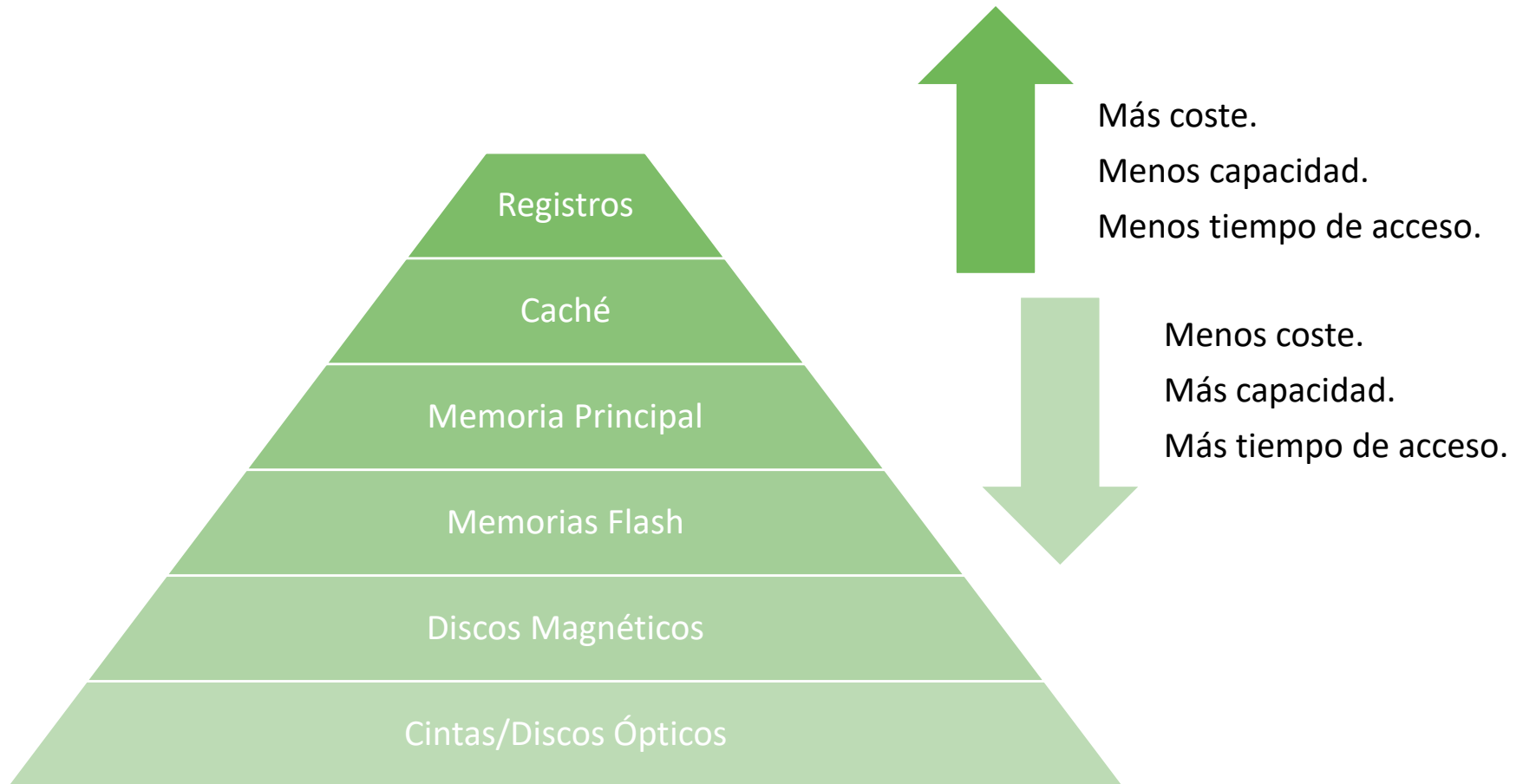
## Nivel Físico

### Nivel Físico

- Se encuentra implementado en el Sistema Operativo.
- Proporciona al SGBD una capa de abstracción sobre el hardware.
- Realiza el acceso a los medios de almacenamiento mediante llamadas a los servicios del sistema de archivos proporcionado por el SO.

# Introducción

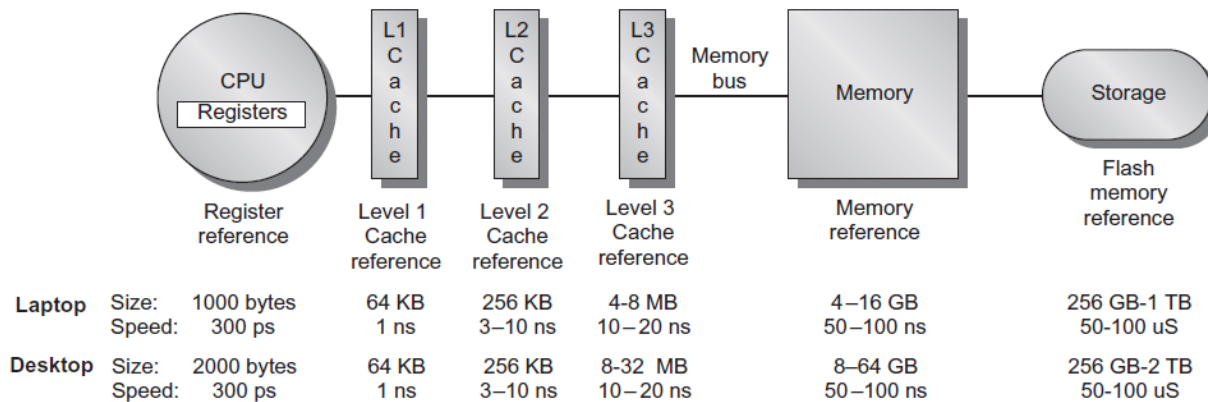
## Jerarquía de memoria



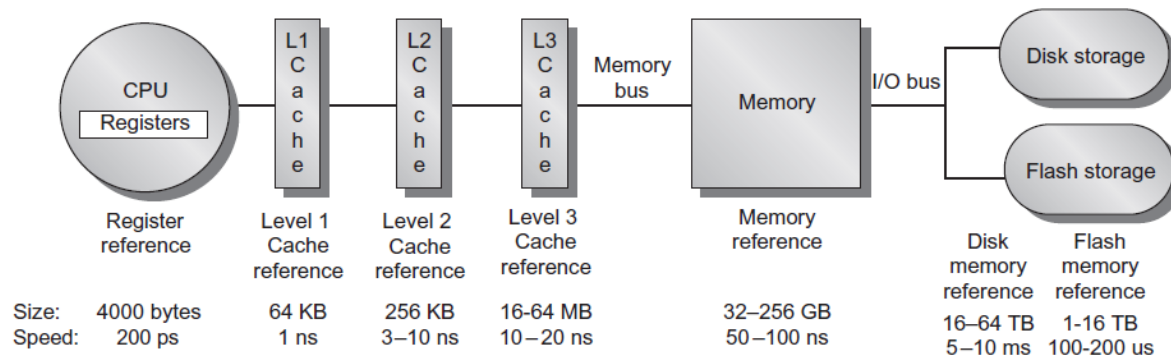


# Introducción

## Jerarquía de memoria



(B) Memory hierarchy for a laptop or a desktop



(C) Memory hierarchy for server

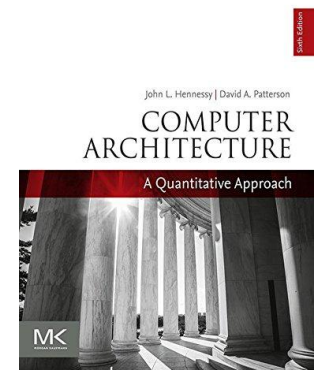


Figura tomada de John. L. Hennessy, David A. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach, 6th Edition, Morgan Kaufmann, 2017.

# Introducción

## Memoria principal

- Es el dispositivo de almacenamiento primario de los ordenadores.
  - Hace trabajos de caché de la porción de la BD de uso más reciente.
  - Elemento de almacenamiento intermedio que ubica de forma temporal los datos afectados por las operaciones.
- El nivel interno debe optimizar su uso:
  - Es rápida: acelera el procesamiento
  - Es cara: hay que optimizar su uso
- Es volátil, su información se pierde cuando se apaga el sistema o se cae. El nivel interno debe garantizar que la información contenida tenga un respaldo en almacenamiento secundario para que no se pierda.
- Se utilizan distintos niveles de caché para acelerar el acceso a los datos.

# Introducción

## Discos duros



- Dispositivo de almacenamiento más usado en BD.
  - Conjunto de discos magnéticos con dos caras.
  - Cada cara tiene un conjunto de pistas concéntricas (cilindro: la misma pista de todas las caras).
  - Cada pista se divide en sectores con la misma capacidad de almacenamiento (bloque).
- Localización de un bloque:
  - cilindro
  - superficie de disco
  - sector
- Parámetros:
  - Capacidad
  - Tiempo medio de acceso
  - RPM
  - Velocidad sostenida de lectura/escritura.

Imágenes tomadas de <https://pixabay.com/>

# Introducción

- Medidas de rendimiento:
  - Tiempo medio de acceso ( $t_a$ ): tiempo medio transcurrido entre una instrucción y la obtención de la información.
  - Tiempo medio de búsqueda ( $t_b$ ): tiempo medio de posicionamiento en pista.
  - Tiempo de latencia rotacional ( $t_l$ ): tiempo medio de posicionamiento en sector.

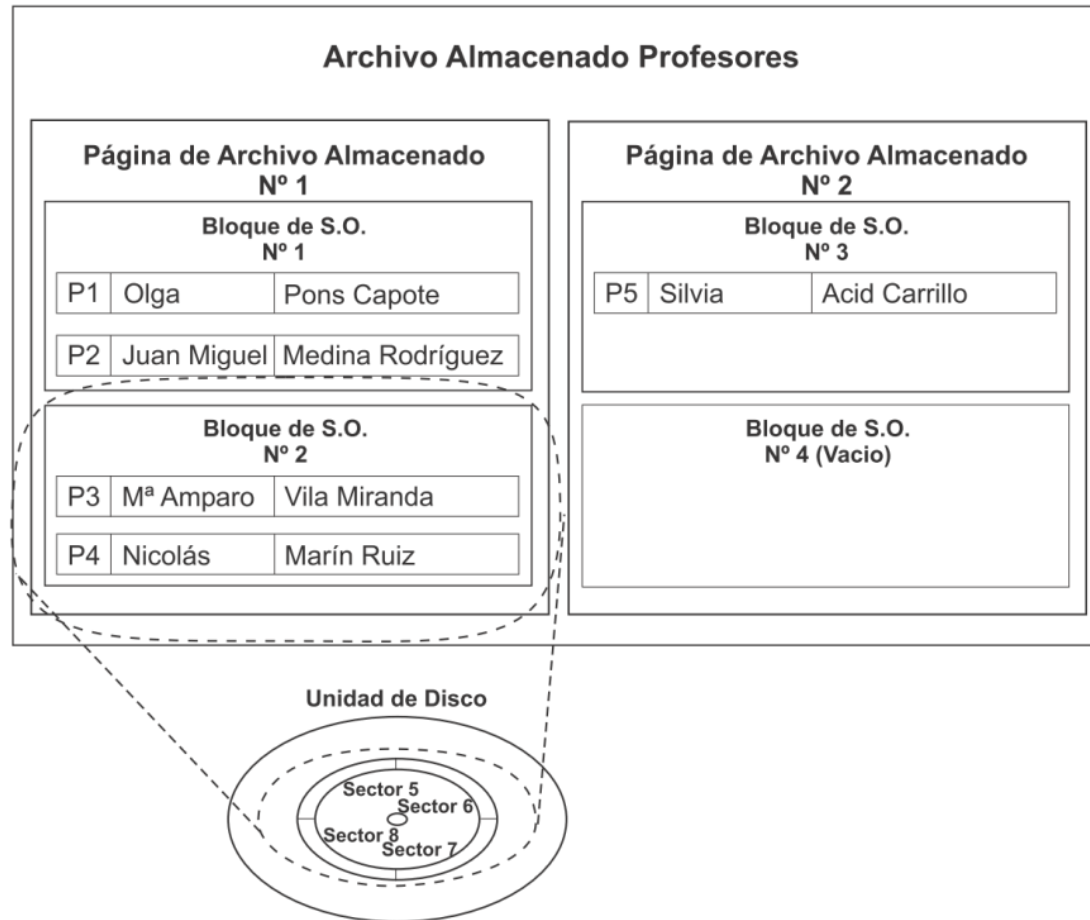
$$t_a = t_b + t_l$$

- Tiempo medio entre fallos (MTBF)

# Contenidos

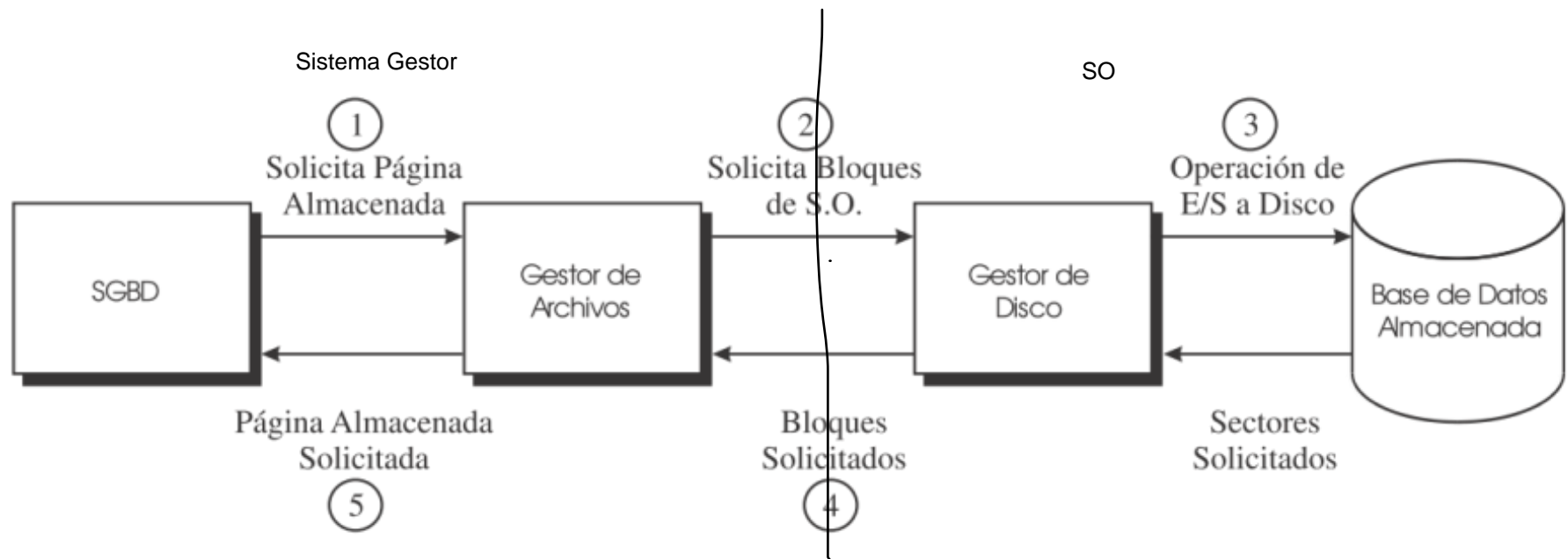
- Introducción
- Método de Acceso a la BD almacenada
- Representación de la BD en el nivel interno

# Método de acceso a la BD



# Método de acceso a la BD

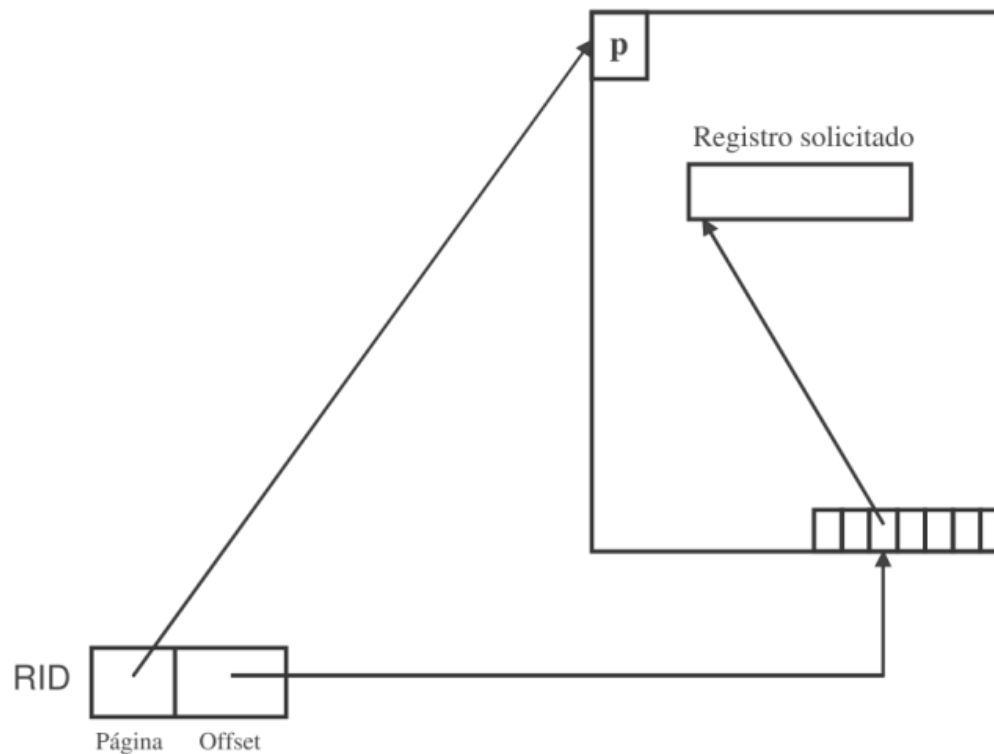
**¿Cómo se transforma un registro almacenado en una representación física en el almacenamiento secundario?**





# Método de acceso a la BD

- Para que el gestor de almacenamiento pueda localizar un registro almacenado, se utiliza el RID (Record Identifier):





# Método de acceso a la BD

- Cada registro almacenado:
  - Cabecera: Número y tipo de columnas que lo integran.
  - Datos: Contenido de las columnas.
- Las páginas o bloques de la BD deben tener un tamaño múltiplo de los bloques del sistema operativo (mínima unidad de E/S).
- Para recuperar un registro almacenado hay que determinar la página de BD que lo contiene y entonces recuperar los bloques de disco que la integran.
- Hay que organizar la estructura de almacenamiento y los métodos de acceso, de forma que se optimice la interacción con los dispositivos de almacenamiento secundario.
- **Deben minimizarse las operaciones de E/S al almacenamiento secundario.**

# Método de acceso a la BD

- El Gestor de Disco del SO

- Normalmente el SGBD interactúa con la BD almacenada en el sistema de almacenamiento secundario a través del gestor de disco del SO.
- El gestor de disco organiza los datos en archivos (conjuntos de bloques) de SO.
- Una BD puede utilizar uno o varios de estos archivos para almacenar su contenido.
- También se encarga de gestionar el espacio libre en el disco.

# Método de acceso a la BD

- Funciones elementales del gestor de disco del SO:
  - Crear un nuevo archivo de sistema operativo.
  - Eliminar un archivo de sistema operativo existente.
  - Añadir un bloque nuevo al conjunto de bloques c.
  - Eliminar el bloque b del conjunto de bloques c.
  - Devolver el bloque b del conjunto de bloques c.
  - Reemplazar el bloque b dentro del conjunto de bloques c.

# Método de acceso a la BD

- El Gestor de Archivos del SGBD
  - Componente del SGBD que se encarga de:
    - Hacer la transformación entre:
      - Campos, registros y archivos almacenados
      - y
      - bloques y conjuntos de bloques (que pueda entender el gestor de disco).
    - Organizar los datos de manera que se minimice el tiempo de recuperación:
      - Minimizar las E/S a disco.

# Método de acceso a la BD

- Funciones básicas del gestor de archivos del SGBD:
  - Crear un nuevo archivo almacenado.
    - Asociar al archivo un conjunto de páginas o bloques de la BD.
  - Eliminar un archivo almacenado.
  - Recuperar el registro almacenado r del archivo almacenado a.
    - Normalmente, el SGBD proporciona el RID.
    - Sólo hay que obtener en memoria la página que contiene el registro para extraerlo.
  - Añadir un nuevo registro almacenado al archivo almacenado a. Hay que localizar la página de BD más apropiada de las pertenecientes al archivo almacenado.
    - Si no se pudiera, se solicita una nueva página.
    - Se devuelve al SGBD el RID nuevo.

# Método de acceso a la BD

- Funciones básicas (continuación):
  - Eliminar el registro  $r$  del archivo almacenado  $a$ .
    - Hay que recuperar la página de BD que contiene dicho registro y marcar el espacio ocupado por el registro en dicha página como disponible.
  - Actualizar el registro  $r$  en el archivo almacenado  $a$ .
    - Recupera la página de la BD que contiene el registro que se desea actualizar.
    - Trata de sustituir la información. Si no puede, se intenta ubicar en otra página.

# Contenidos

- Introducción
- Método de Acceso a la BD almacenada
- Representación de la BD en el nivel interno

# La BD en el nivel interno

- La BD se representa de diferentes formas en los diferentes niveles de la arquitectura del SGBD.
  - Su representación en el nivel interno no tiene por qué coincidir con su representación en el nivel conceptual.
  - Cada conjunto de registros del mismo tipo no tiene por qué ser un fichero.
- El nivel interno debe traducir las estructuras del nivel conceptual a otras estructuras intermedias más cercanas al almacenamiento real de los datos (nivel físico).



# La BD en el nivel interno

## Agrupamiento

La BD en el nivel interno

*Conjunto de páginas en las que se van ubicando los registros.*

### Agrupamiento Intra-Archivo

*Ubicar en una página registros del mismo tipo.*

*Es el más frecuente.*

### Agrupamiento Inter-Archivo

*Ubicar en una página registros de distinto tipo.*

*Ha de existir relación (por ejemplo entidades fuerte-débil)*

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

- Tenemos tres archivos almacenados:  
Asignaturas, Profesores e Imparte. Con una secuencia de páginas asociada a cada archivo.
- En cada página se almacena un solo registro.
- La página 0 es el directorio de archivos almacenados.
- También tenemos el conjunto de páginas libres.

0	X	1	2	2	3	3	4	4	5	5	X
		<b>A<sub>1</sub></b>		<b>A<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>3</sub></b>		<b>A<sub>4</sub></b>		<b>A<sub>5</sub></b>	
6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	X
	<b>P<sub>1</sub></b>		<b>P<sub>2</sub></b>		<b>P<sub>3</sub></b>		<b>P<sub>4</sub></b>		<b>P<sub>5</sub></b>		<b>P<sub>6</sub></b>
12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	X
	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>
18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	X
	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>		<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>
24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	X

# La BD en el nivel interno

## Índice en la página 0

0		X										
<table><tr><th>Conjunto</th><th>Dirección a Primera Pág</th></tr><tr><td>Pág. Libres</td><td>24</td></tr><tr><td>Asignaturas</td><td>1</td></tr><tr><td>Profesores</td><td>6</td></tr><tr><td>Imparte</td><td>12</td></tr></table>			Conjunto	Dirección a Primera Pág	Pág. Libres	24	Asignaturas	1	Profesores	6	Imparte	12
Conjunto	Dirección a Primera Pág											
Pág. Libres	24											
Asignaturas	1											
Profesores	6											
Imparte	12											

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

Se inserta una nueva asignatura con código **A6**.

- Se localiza la primera página libre (la **24**).
- Se inserta el registro correspondiente.
- Se añade esta página al conjunto de páginas de asignaturas.

0	1	2	3	4	5
	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>5</sub></b>
6	7	8	9	10	11
<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>6</sub></b>
12	13	14	15	16	17
<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>
18	19	20	21	22	23
<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>
24	X	25	26	27	28
<b>A<sub>6</sub></b>					

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

Se borra la asignatura con código **A2**.

- La página que contiene a esta asignatura pasa al conjunto de páginas libres.
- Se reorganiza la lista correspondiente a Asignaturas.

0	1	3	2	25	3	4	5	24
	<b>A<sub>1</sub></b>				<b>A<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>5</sub></b>	
6	7	8	9	10	11	X		
<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>6</sub></b>			
12	13	14	15	16	17			
<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>			
18	19	20	21	22	23	X		
<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>			
24	X	25	26	27	28	29	X	
<b>A<sub>6</sub></b>								

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

- Se introduce un nuevo profesor con código **P7**.
  - Se ubica en la primera página libre disponible (la segunda).
  - Se ajustan las cadenas de punteros.

0	1	3	2	<del>2</del>	3	4	5	24
	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>P7</b>	<b>A<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>5</sub></b>			
6	7	8	9	10	11	<del>X</del>		
<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>6</sub></b>			
12	13	14	15	16	17			
<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>			
18	19	20	21	22	23	<del>X</del>		
<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>			
24	<del>X</del>	25	26	27	28	29	<del>X</del>	
<b>A<sub>6</sub></b>								

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

- Se borra **A4**.
  - Su página pasa al conjunto de páginas libres.
  - Se reorganiza la cadena de punteros de las Asignaturas.

0	1	3	2	X	3	5	4	25	5	24
	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>7</sub></b>		<b>A<sub>3</sub></b>					<b>A<sub>5</sub></b>	
6	7	8	9	10	11	2				
<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>3</sub></b>	<b>P<sub>4</sub></b>	<b>P<sub>5</sub></b>	<b>P<sub>6</sub></b>					
12	13	14	15	16	17					
<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>	<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>					
18	19	20	21	22	23	X				
<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>	<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>					
24	X	25	26	27	28	29	X			
<b>A<sub>6</sub></b>										

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo Punteros para el recorrido secuencial lógico

0	X	1	3	2	X	3	5	4	25	5	24
		<b>A<sub>1</sub></b>		<b>P<sub>7</sub></b>		<b>A<sub>3</sub></b>				<b>A<sub>5</sub></b>	
6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	2
<b>P<sub>1</sub></b>		<b>P<sub>2</sub></b>		<b>P<sub>3</sub></b>		<b>P<sub>4</sub></b>		<b>P<sub>5</sub></b>		<b>P<sub>6</sub></b>	
12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18
<b>A<sub>1</sub>/P<sub>1</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>3</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>4</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>5</sub></b>		<b>A<sub>1</sub>/P<sub>6</sub></b>	
18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	X
<b>A<sub>3</sub>/P<sub>1</sub></b>		<b>A<sub>3</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>3</sub>/P<sub>6</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>2</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>4</sub></b>		<b>A<sub>4</sub>/P<sub>5</sub></b>	
24	X	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30
<b>A<sub>6</sub></b>											



# La BD en el nivel interno

<b>0</b>		<b>X</b>
----------	--	----------

<b>Conjunto</b>	<b>Dirección a Primera Pág</b>
<b>Pág. Libres</b>	<b>4</b>
<b>Asignaturas</b>	<b>1</b>
<b>Profesores</b>	<b>6</b>
<b>Imparte</b>	<b>12</b>

# La BD en el nivel interno

## Factor de bloqueo N

p	Información de cabecera	
	A1 BASES DE DATOS	A2 ALGEBRA
	A3 COMPUTABILIDAD	A4 METODOLOGÍA
	A5 PROGRAMACION DE BD	Espacio libre

En realidad, las páginas contienen más de un registro

# La BD en el nivel interno

## Ejemplo

p	Información de cabecera		
A1	BASES DE DATOS	A3	COMPUTABILIDAD
A4	METODOLOGÍA	A5	PROGRAMACION DE BD
A7	MATEMÁTICA DISCRETA	A9	SISTEMAS DE BD
Espacio libre			

Inserción de A9, borrado de A2 e inserción de A7

# La BD en el nivel interno

## Consideraciones finales

La organización descrita es un ejemplo general. Cada SGBD comercial utiliza su variante concreta, aunque la idea subyacente es la misma.

No existe una relación directa fichero-almacenado/fichero-físico, ya que todos los conjuntos de páginas irán almacenados, con toda probabilidad, en uno o varios ficheros físicos.

# Contenidos

- Introducción
- Método de Acceso a la BD almacenada
- La BD en el nivel interno

# Imágenes

## Portada

- Imagen de [Manfred Steger](https://pixabay.com/es/vectors/pixelchen-conferencia-profesor-3976299/) en [Pixabay](https://pixabay.com/es/vectors/pixelchen-conferencia-profesor-3976299/): <https://pixabay.com/es/vectors/pixelchen-conferencia-profesor-3976299/>

## Cabecera

- Imagen de [Gerd Altmann](https://pixabay.com/es/illustrations/digitalizaci%C3%B3n-placa-de-circuito-6892340/) en [Pixabay](https://pixabay.com/es/illustrations/digitalizaci%C3%B3n-placa-de-circuito-6892340/): <https://pixabay.com/es/illustrations/digitalizaci%C3%B3n-placa-de-circuito-6892340/>

## T11

- Imagen de [OpenClipart-Vectors](https://pixabay.com/es/vectors/duro-disco-almacenamiento-159264/) en [Pixabay](https://pixabay.com/es/vectors/duro-disco-almacenamiento-159264/): <https://pixabay.com/es/vectors/duro-disco-almacenamiento-159264/>
- Imagen de [Jörn Heller](https://pixabay.com/es/photos/disco-duro-unidad-de-disco-duro-2577403/) en [Pixabay](https://pixabay.com/es/photos/disco-duro-unidad-de-disco-duro-2577403/): <https://pixabay.com/es/photos/disco-duro-unidad-de-disco-duro-2577403/>