Grupo ARCOS
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid

Lección 4
Sistemas de ficheros

Diseño de Sistemas Operativos
Grado en Ingeniería Informática y Doble Grado I.I. y A.D.E.

Objetivos generales

1. Conocer el **marco de trabajo** asociado.
   1. Qué elementos interactúan con un sistema de ficheros.
2. **Requisitos generales** comunes y **diseño general** de un sistema de ficheros.
3. Repasar los principales elementos a considerar en sistemas de almacenamiento modernos.

A recordar…

Antes de clase

Clase

Después de clase

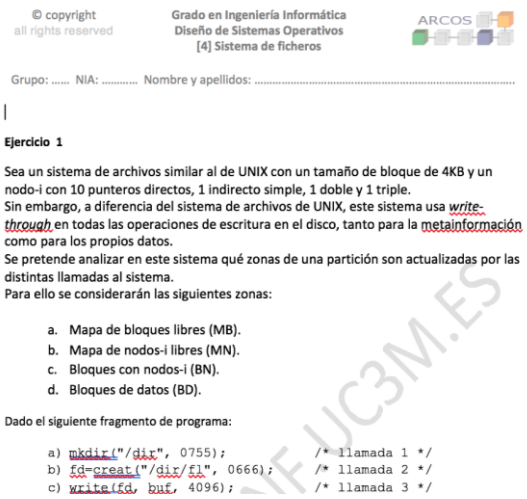
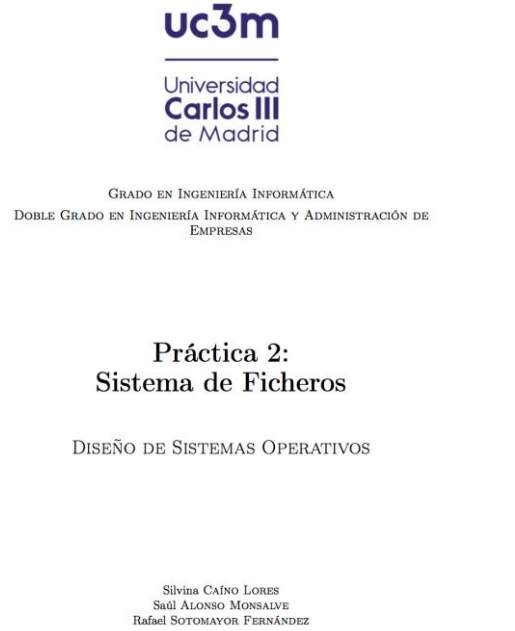
Preparar los pre-requisitos.

Estudiar el material asociado a la **bibliografía**:
las transparencias solo no son suficiente.
Preguntar dudas (especialmente tras estudio).

Ejercitar las competencias:

- Realizar todos los **ejercicios**.
- Realizar los **cuadernos de prácticas** y las **prácticas** de forma progresiva.

Ejercicios, cuadernos de prácticas y prácticas

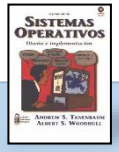
Ejercicios ✔	Cuadernos de prácticas ✘	Prácticas ✔
		

Lecturas recomendadas

Base

1. Carretero 2007:
   1. Cap.9

Recomendada



1. Tanenbaum 2006(en):
   1. Cap.5
2. Stallings 2005:
   1. Parte tres
3. Silberschatz 2006:
   1. Cap. 10, 11 y 12

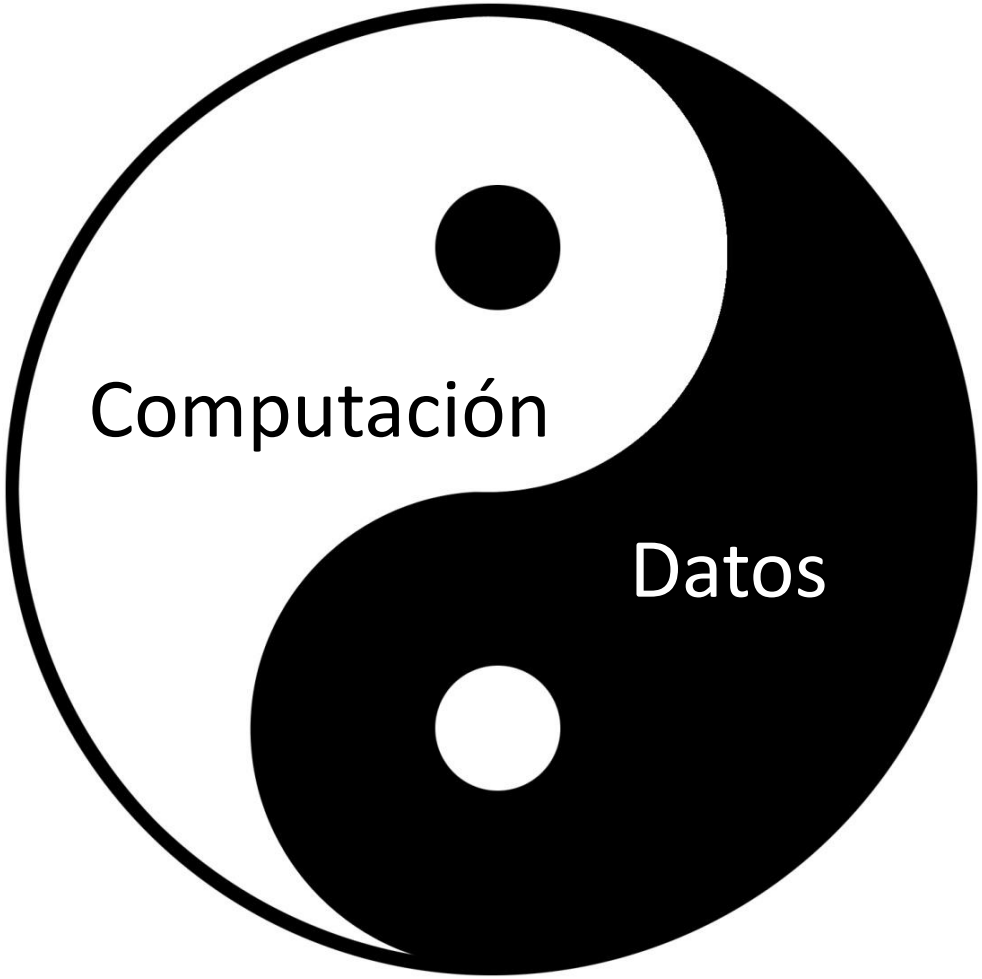
Contenidos

1. Introducción
2. Marco de trabajo
3. Diseño y desarrollo de un sistema de ficheros

Contenidos

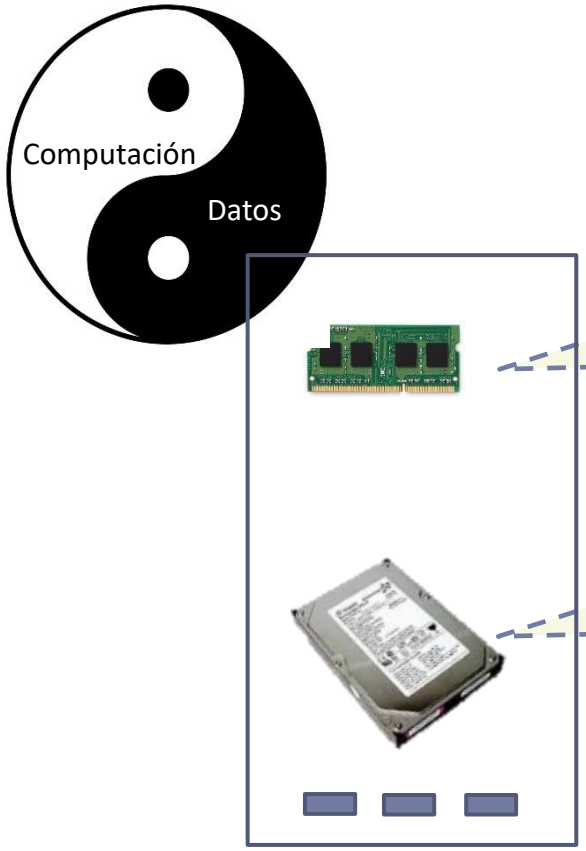
1. **Introducción**
2. Marco de trabajo
3. Diseño y desarrollo de un sistema de ficheros

Ámbito general
~2020



Ámbito general

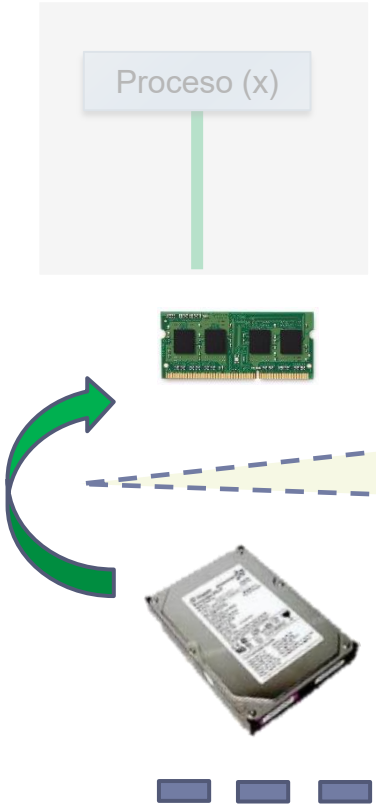
~2020



1. Memoria principal:
   - Datos **NO persistentes**
   - Trabaja con bytes o palabras
   - 'Poca' capacidad: solo datos en uso en un instante dado

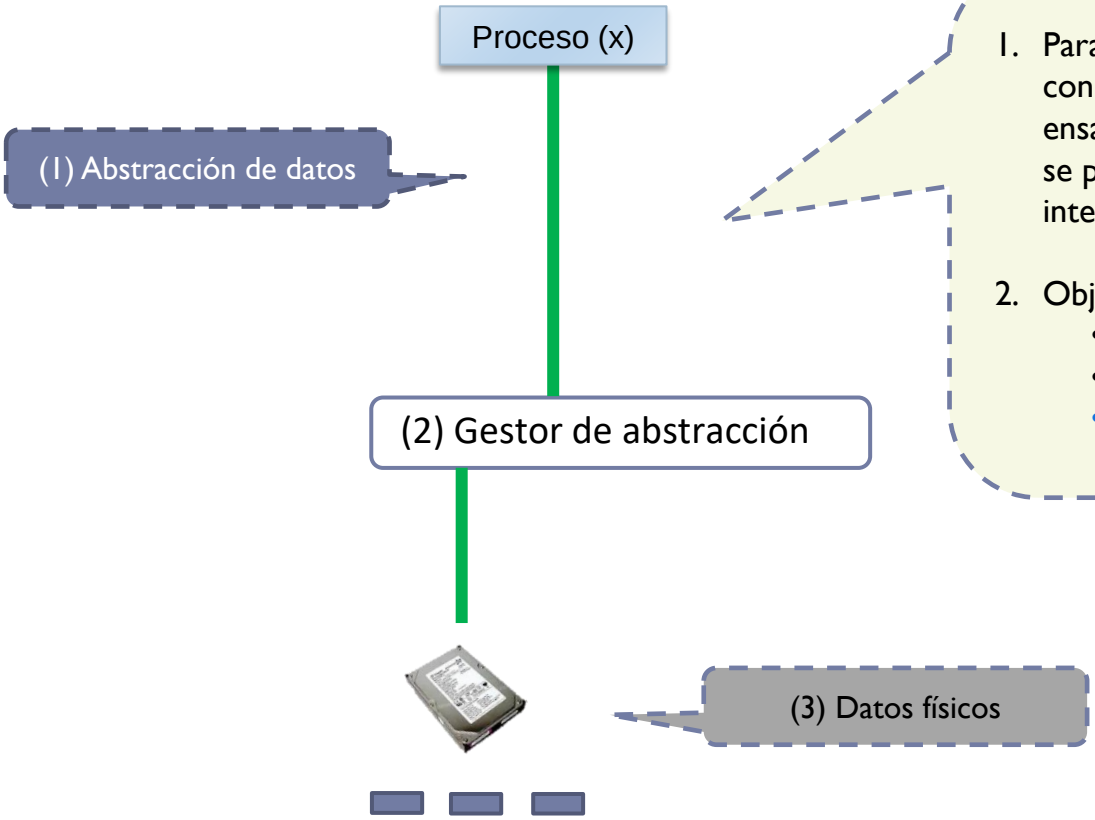
1. Memoria secundaria:
   - Datos **persistentes**
   - Trabaja con **bloques de datos**
   - 'Gran' capacidad: todos los posibles datos necesarios

Ámbito general
~2020



1. Es preciso localizar en qué bloques están los datos, y cargarlos en memoria principal antes de usarlos.
2. Objetivo: evitar (en lo posible) que los programadores tengan que ocuparse de tratar con bloques para buscar bloques, salvar o guardar datos, etc.

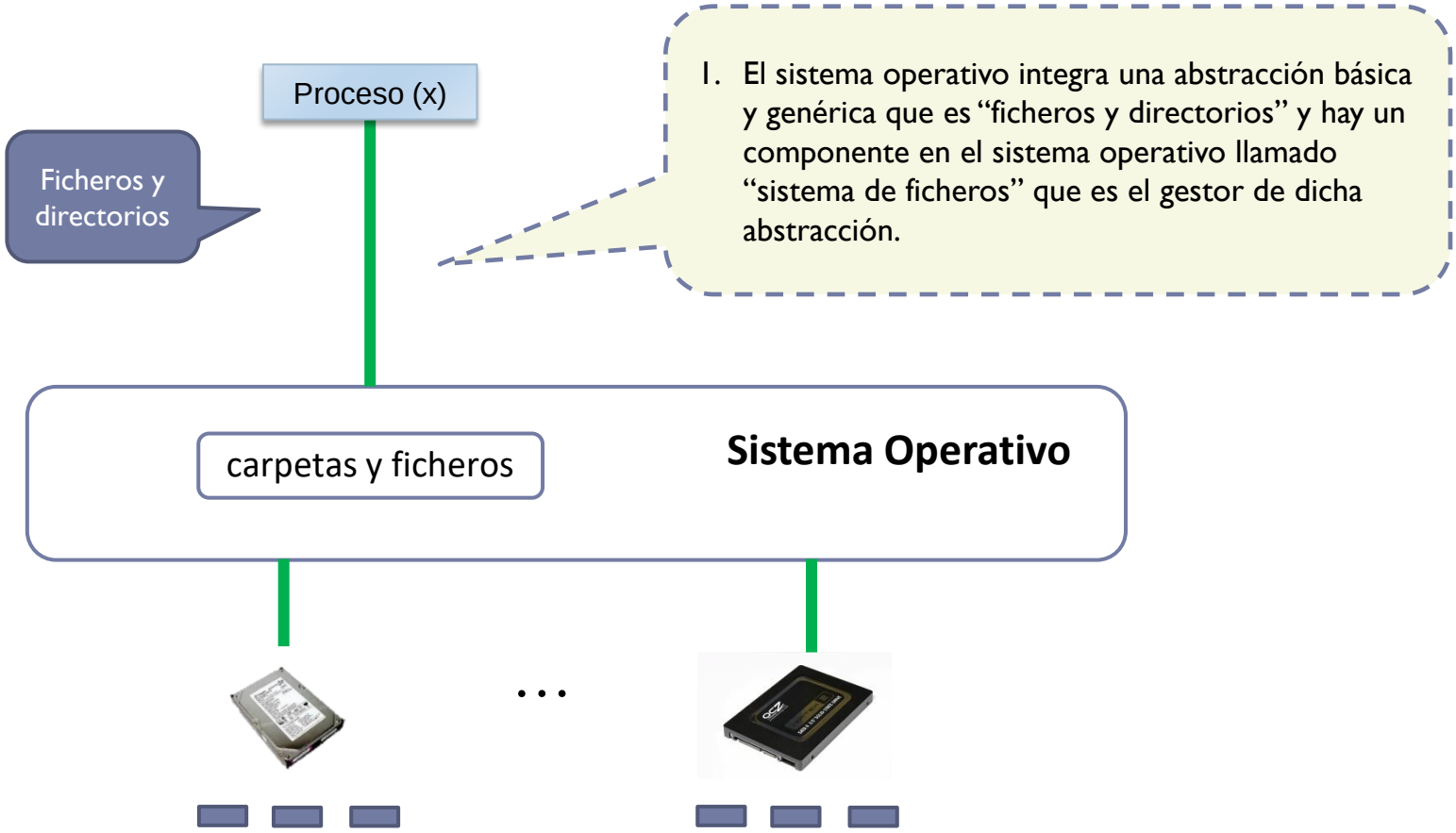
Ámbito general
~2020



1. Para que los programadores no tengan que tratar con los problemas de tratar con bloques, ensamblar, etc.
   se propone usar una abstracción de datos intermedia que se traduzca a bloques.

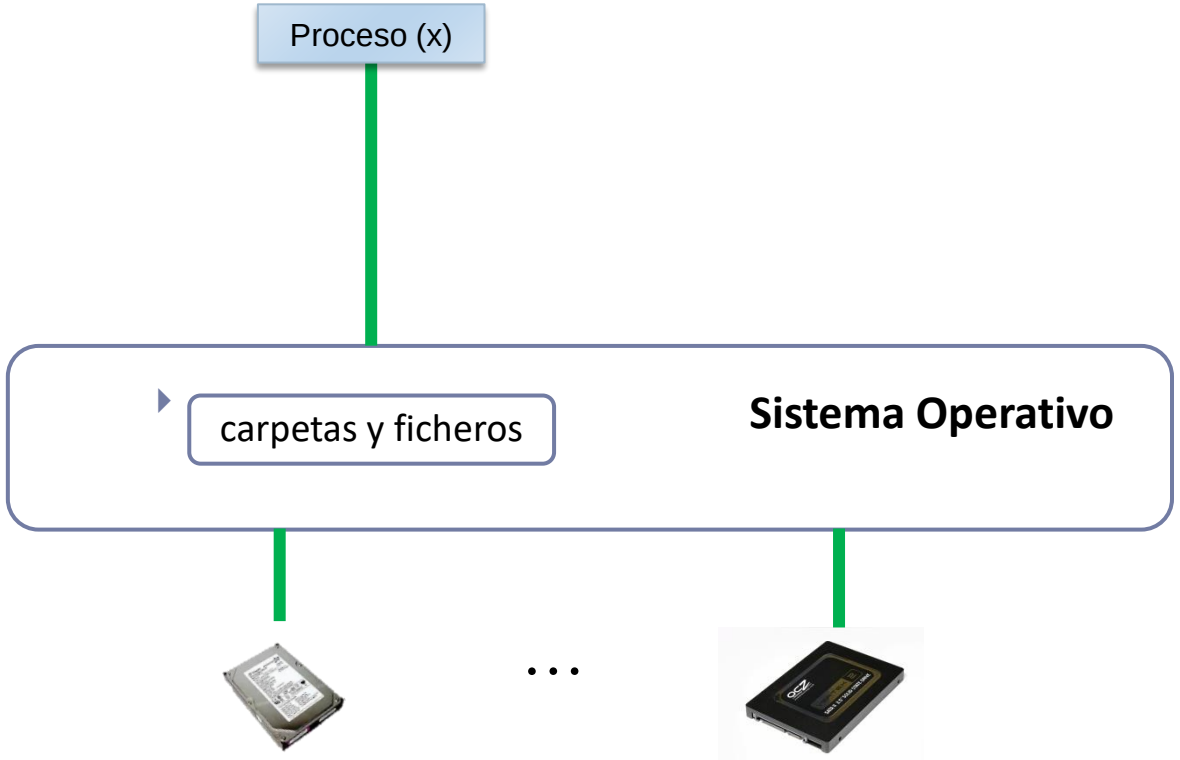
2. Objetivos principales de usar dicha abstracción:
   - Ser independiente del dispositivo físico.
   - Ofrecer una visión lógica unificada.
   - Suficientemente simple pero completa.

(1/2) El S.O. integra una abstracción básica y genérica: sistema de ficheros



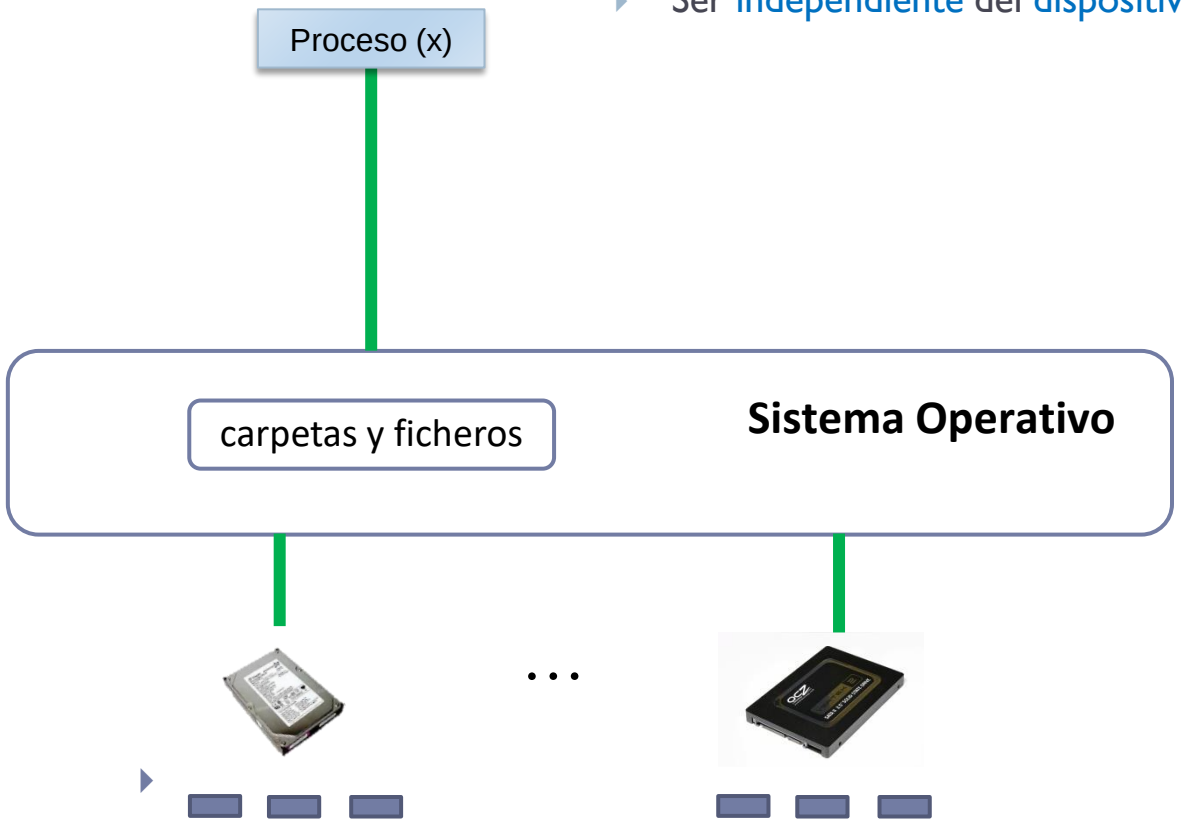
Principales Características de un sistema de ficheros

- Incorporar una funcionalidad añadida para facilitar el manejo del almacenamiento secundario:

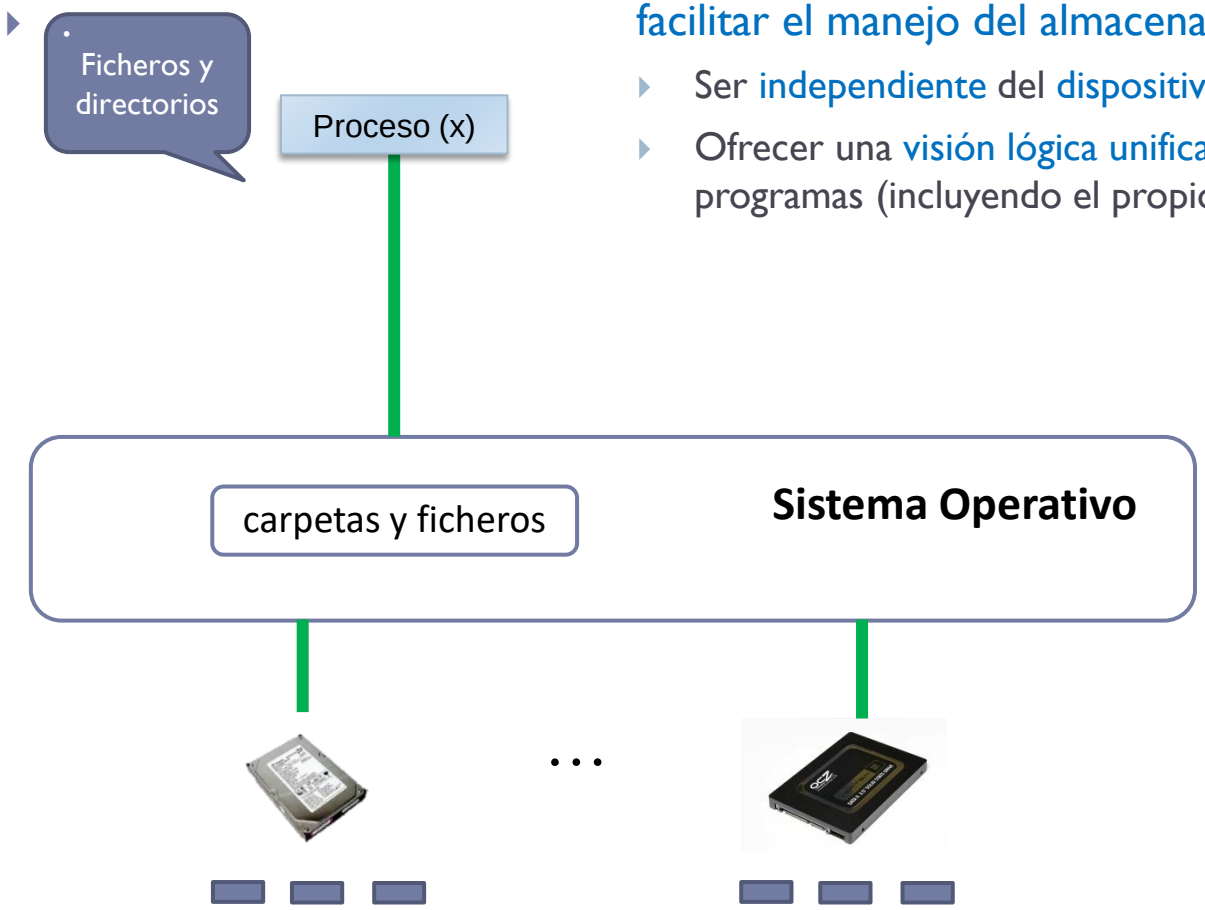


Principales Características de un sistema de ficheros

- Incorporar una funcionalidad añadida para facilitar el manejo del almacenamiento secundario:
  - Ser independiente del dispositivo físico.



Principales Características de un sistema de ficheros



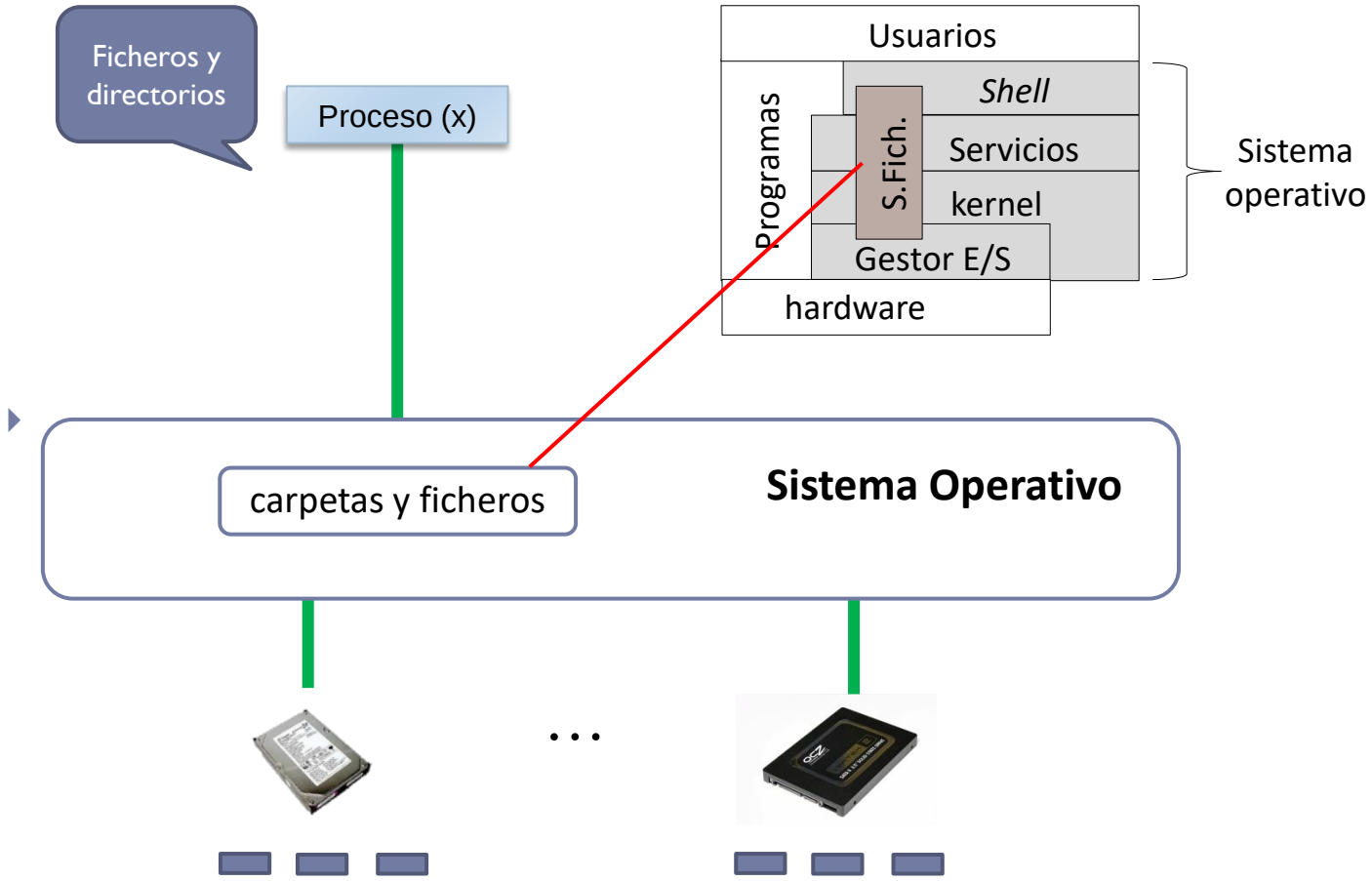
- Incorporar una funcionalidad añadida para facilitar el manejo del almacenamiento secundario:
  - Ser independiente del dispositivo físico.
  - Ofrecer una visión lógica unificada para usuarios y programas (incluyendo el propio sistema operativo).

Principales Características de un sistema de ficheros

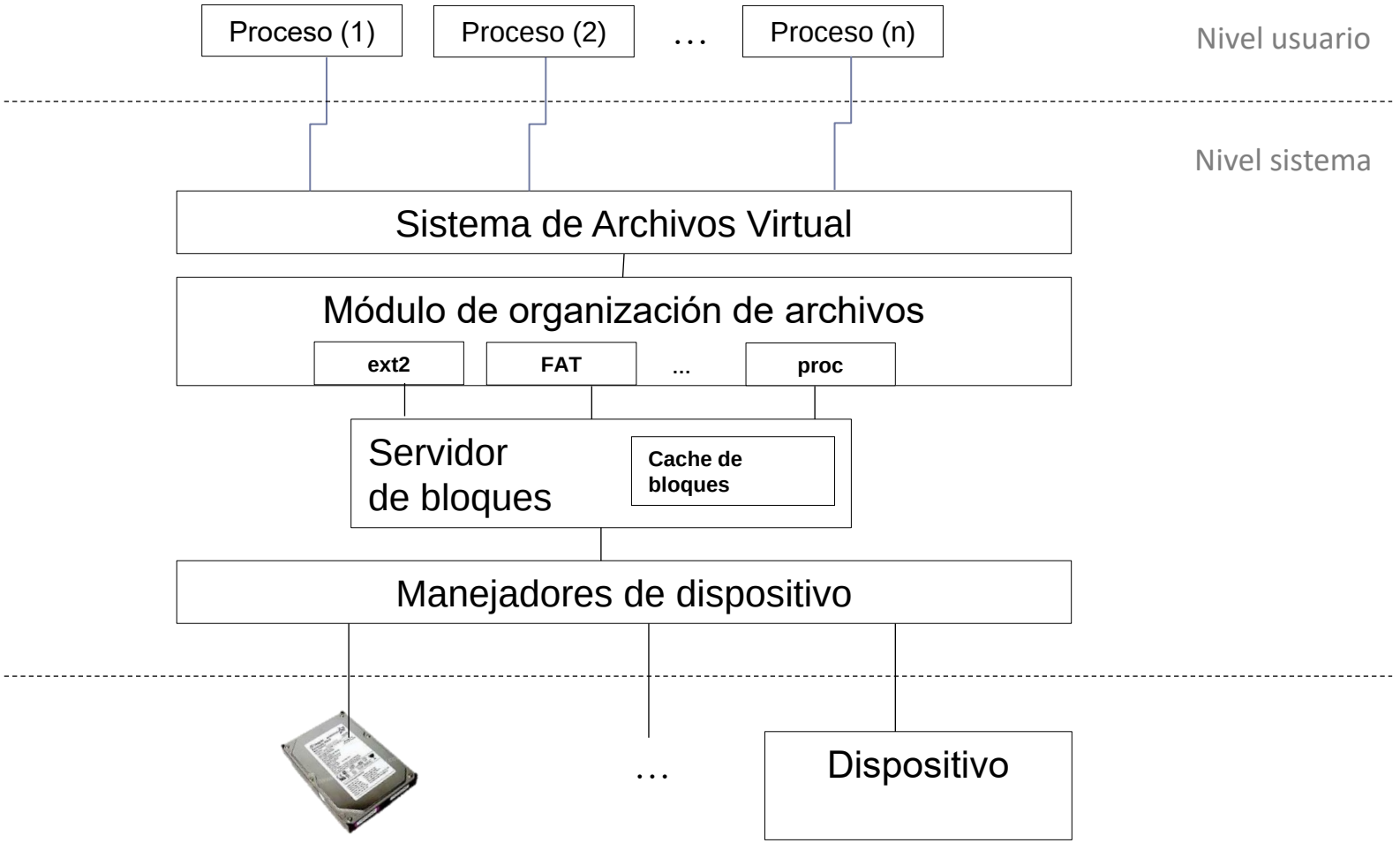
- Incorporar una funcionalidad añadida para facilitar el manejo del almacenamiento secundario:
  - Ser independiente del dispositivo físico.
  - Ofrecer una visión lógica unificada para usuarios y programas (incluyendo el propio sistema operativo).
  - Suficientemente simple pero completa como para valer para la mayoría: ficheros, directorios, etc.

Principales Características de un sistema de ficheros

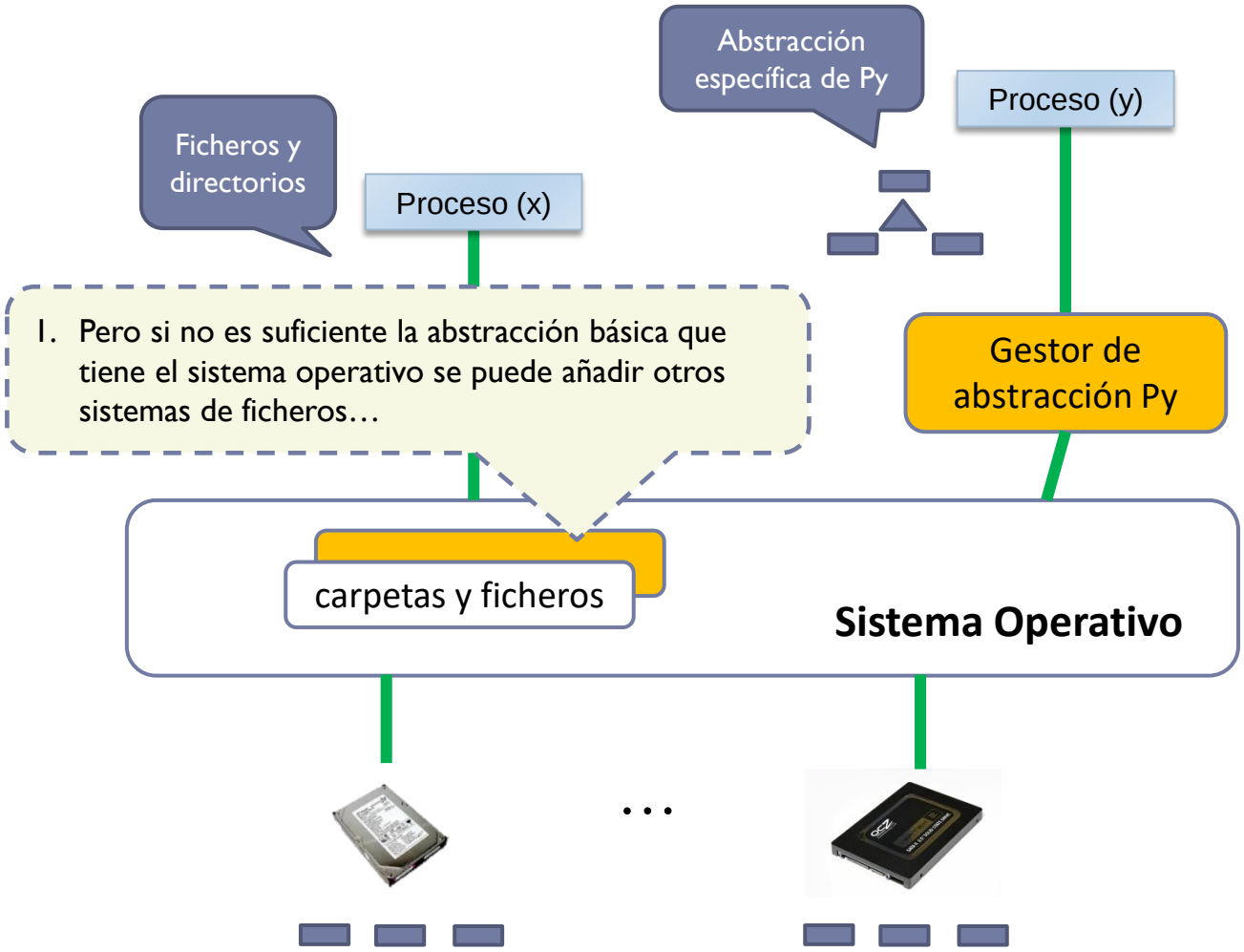
- Arquitectura transversal al sistema operativo:



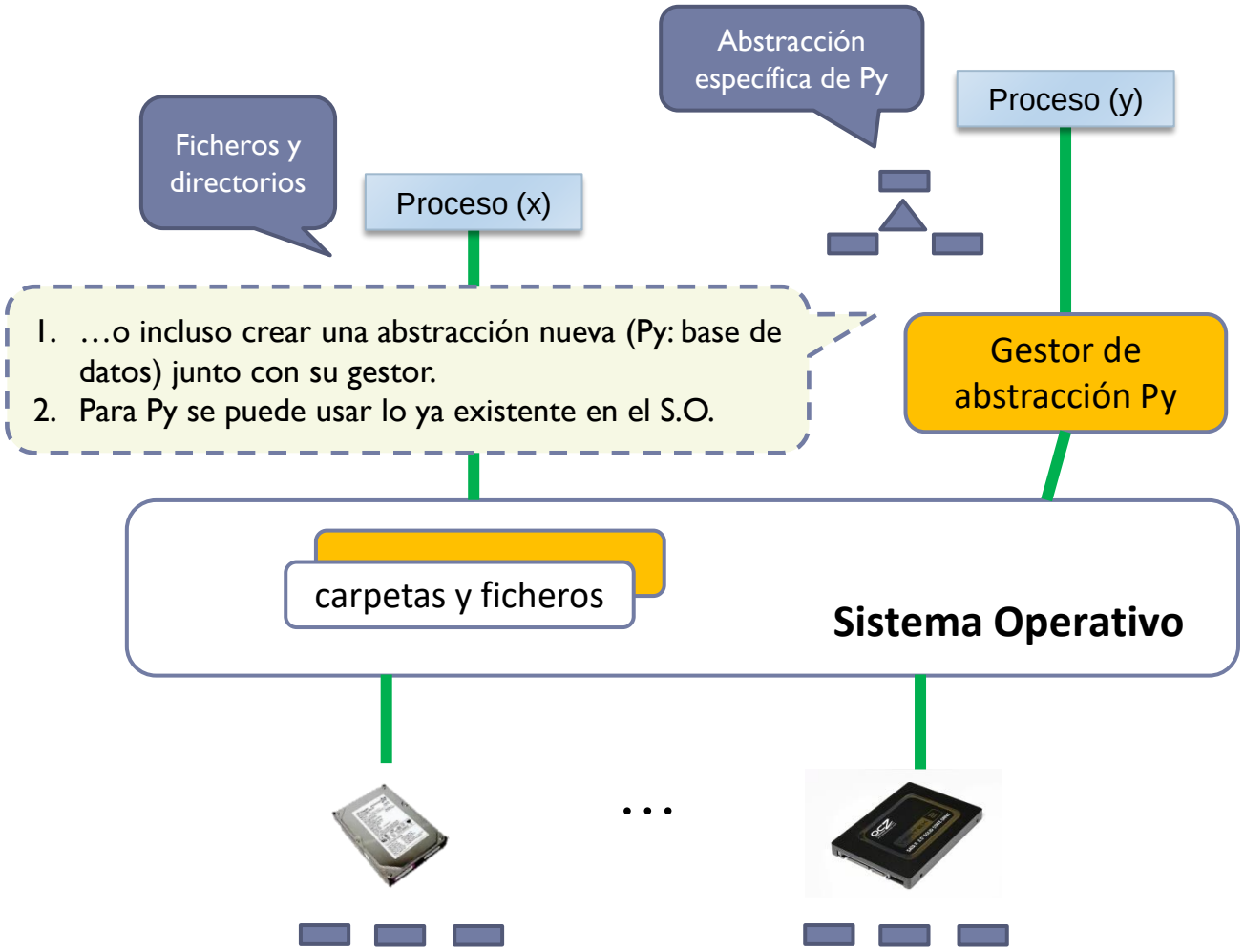
Arquitectura de los sistemas de ficheros



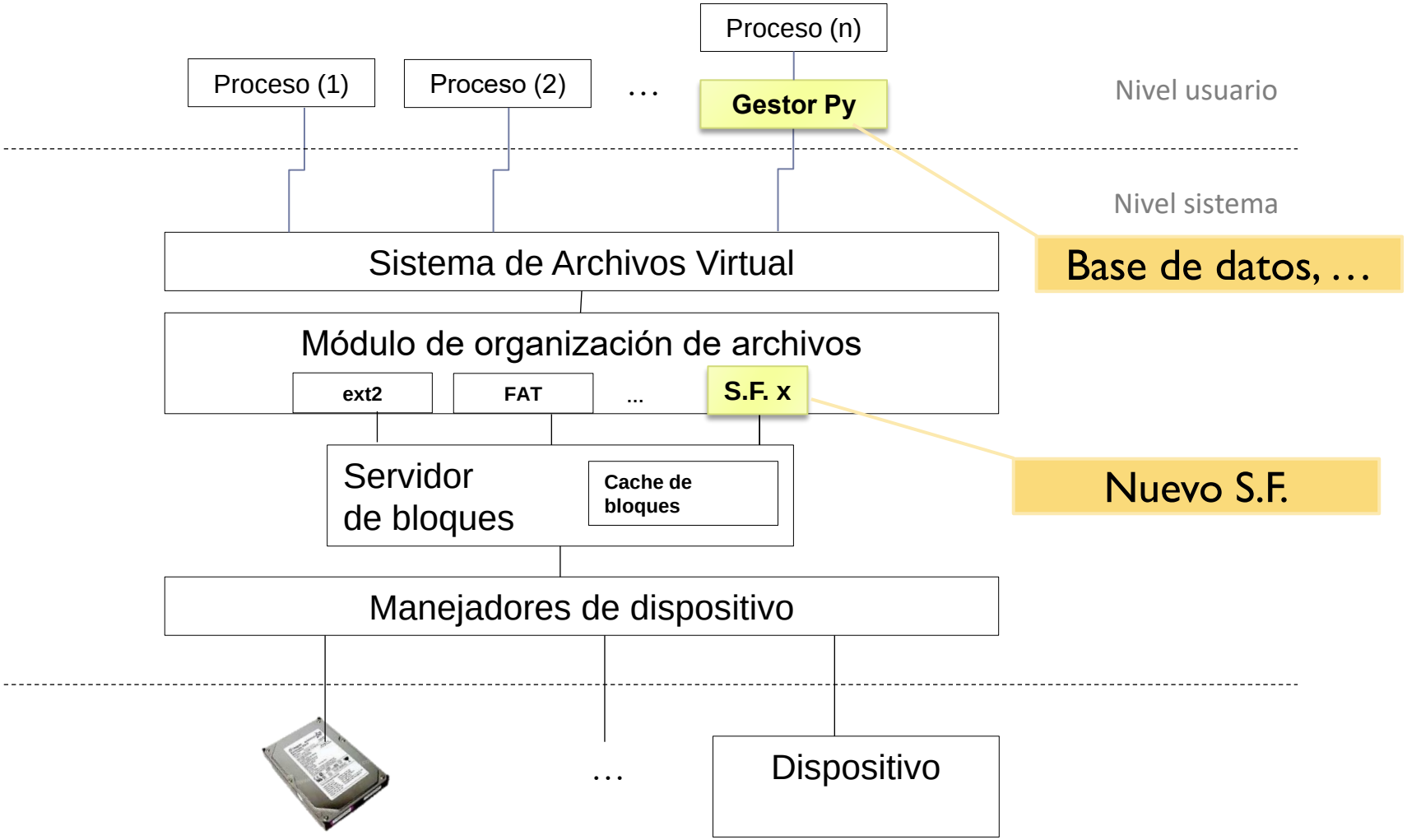
(2/2) El S.O. da soporte para construir hasta otros sistemas de almacenamiento



(2/2) El S.O. da soporte para construir hasta otros sistemas de almacenamiento



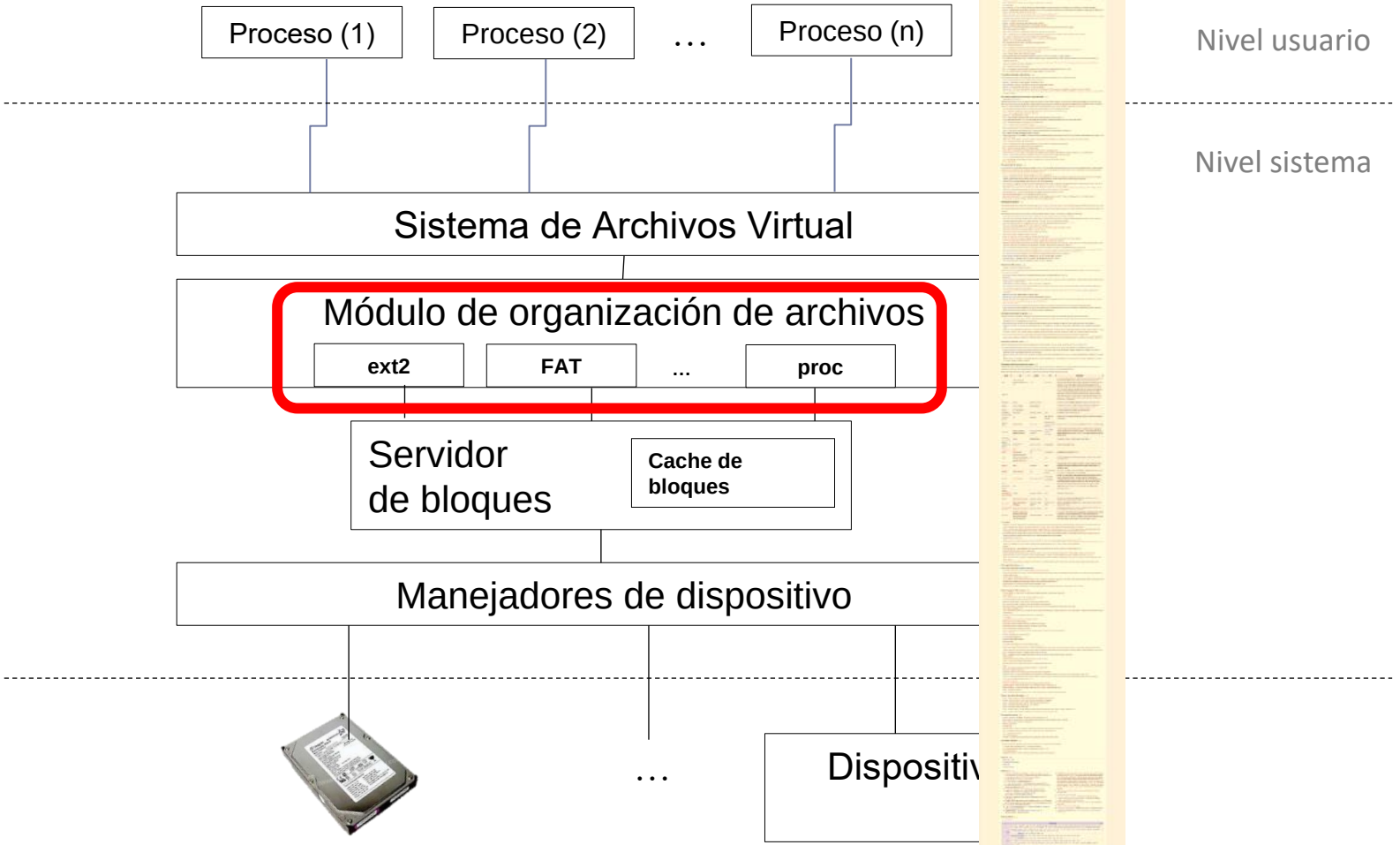
Arquitectura ampliable con sistemas de ficheros y gestores externos



Sistemas de ficheros

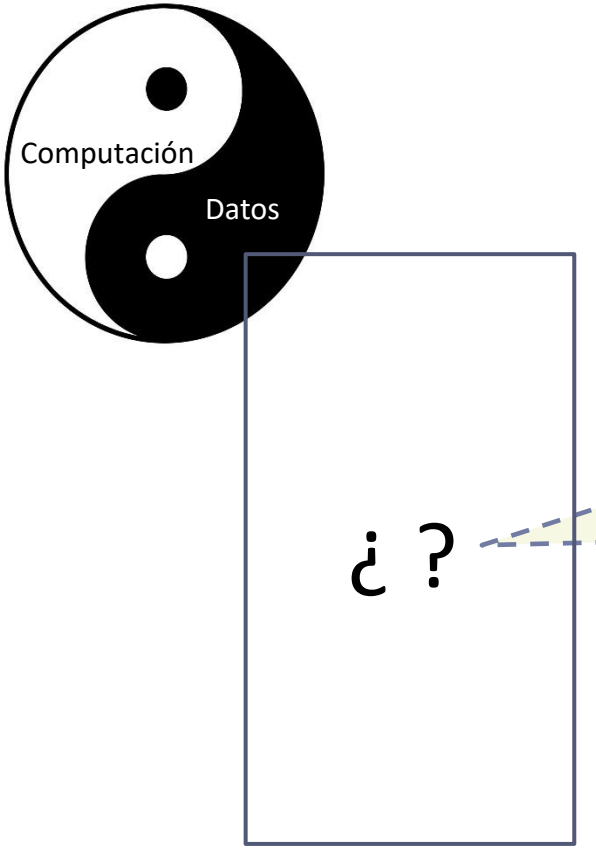
Linux

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_file_systems



Ámbito general

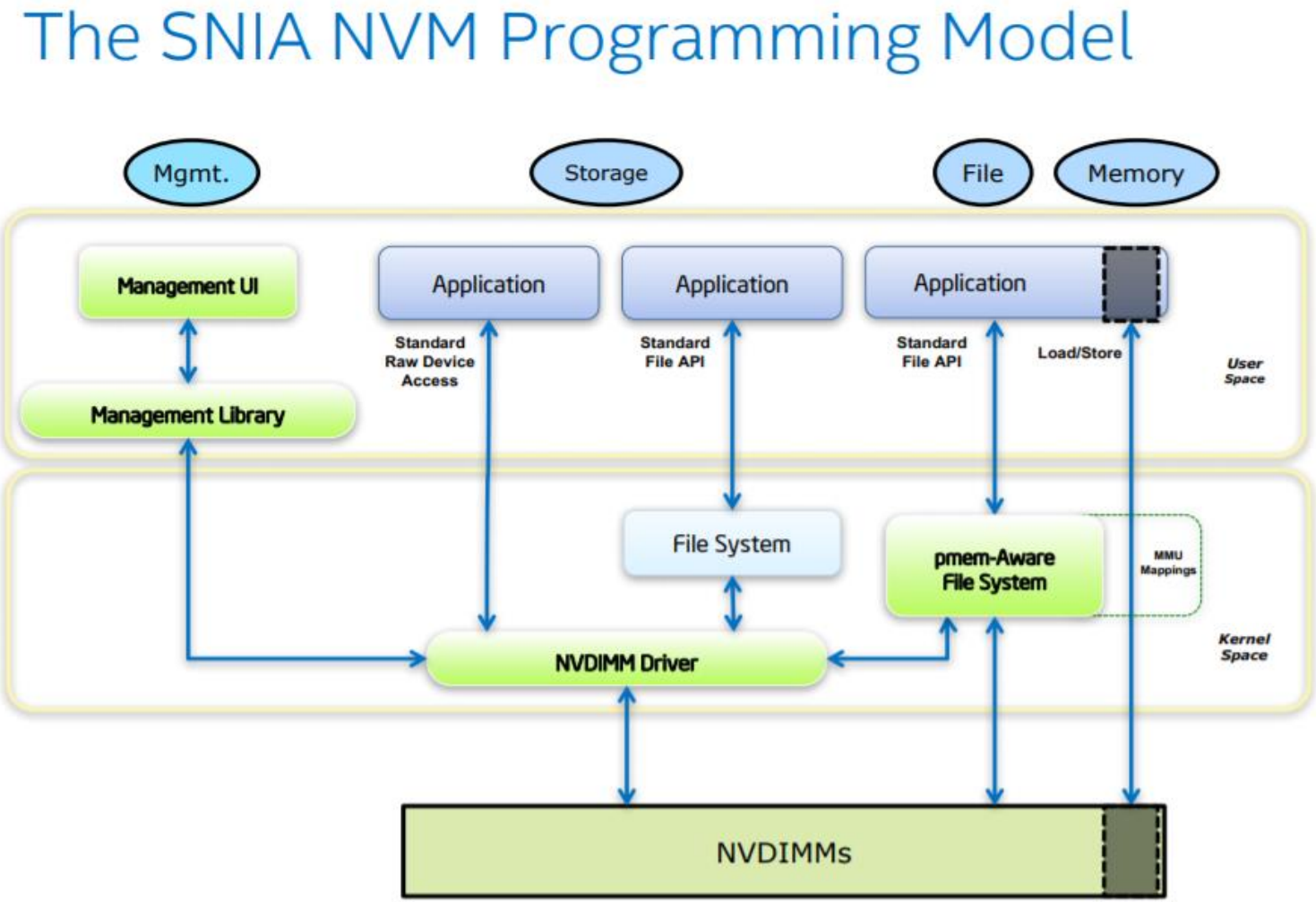
> 2020



1. Nueva memoria (casi mula de principal y secundaria):
   - Datos **persistentes**
   - Trabaja con bytes o palabras, o con bloques
   - 'Gran' capacidad

Ámbito general

> 2020

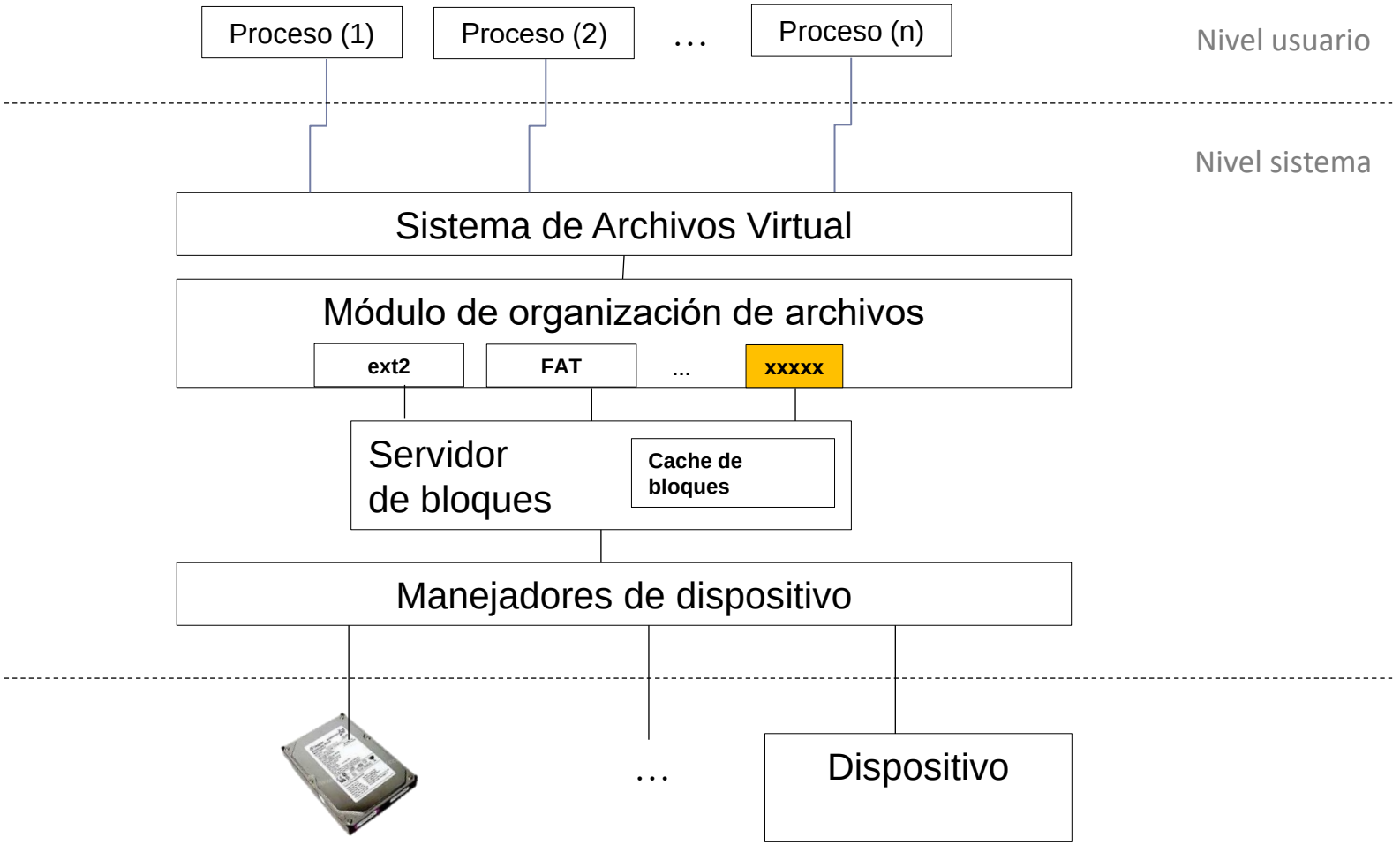


http://pmem.io/
https://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/npm

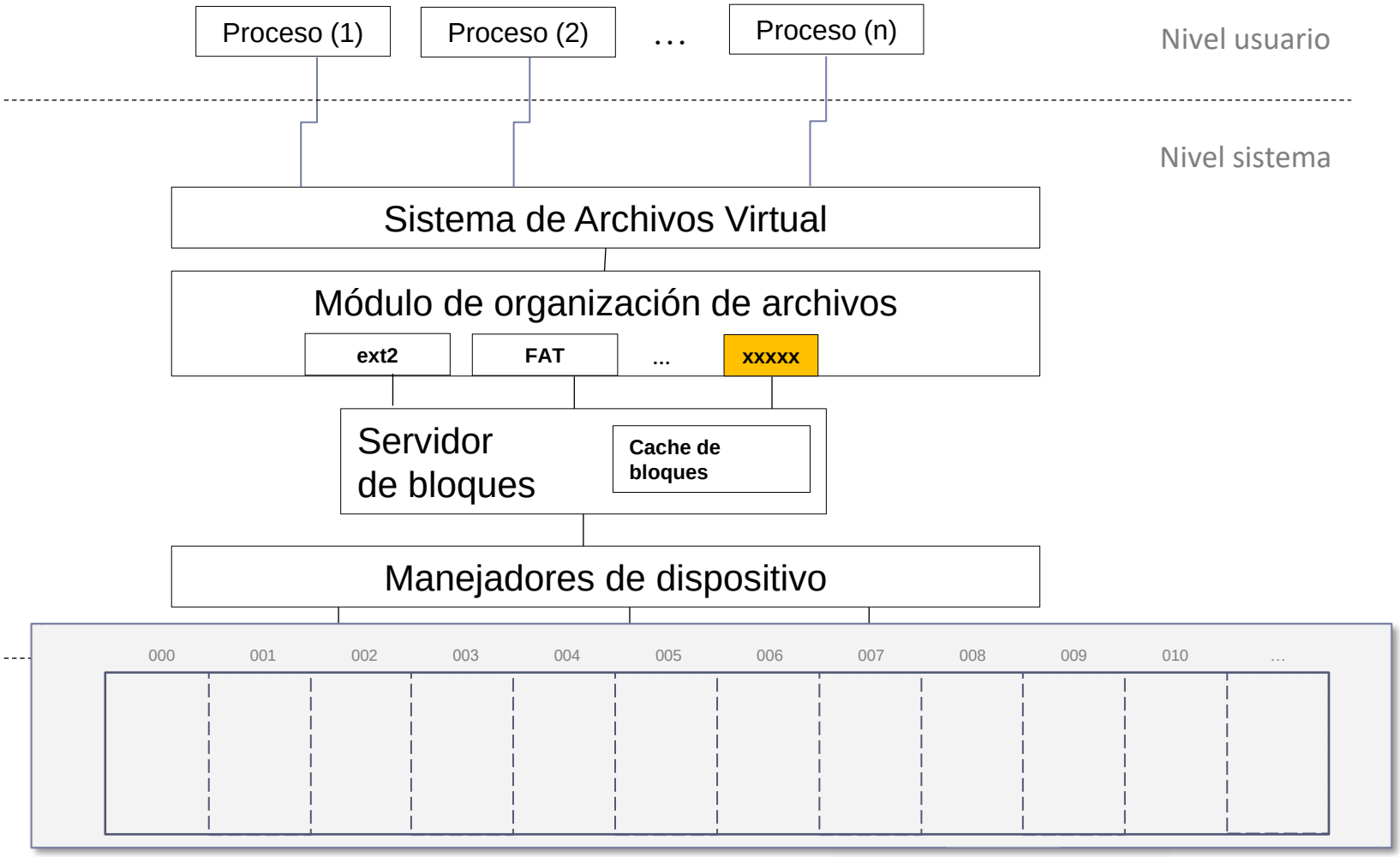
Contenidos

1. Introducción
2. **Marco de trabajo**
3. Diseño y desarrollo de un sistema de ficheros

Aspectos de partida (relativos a la arquitectura)…

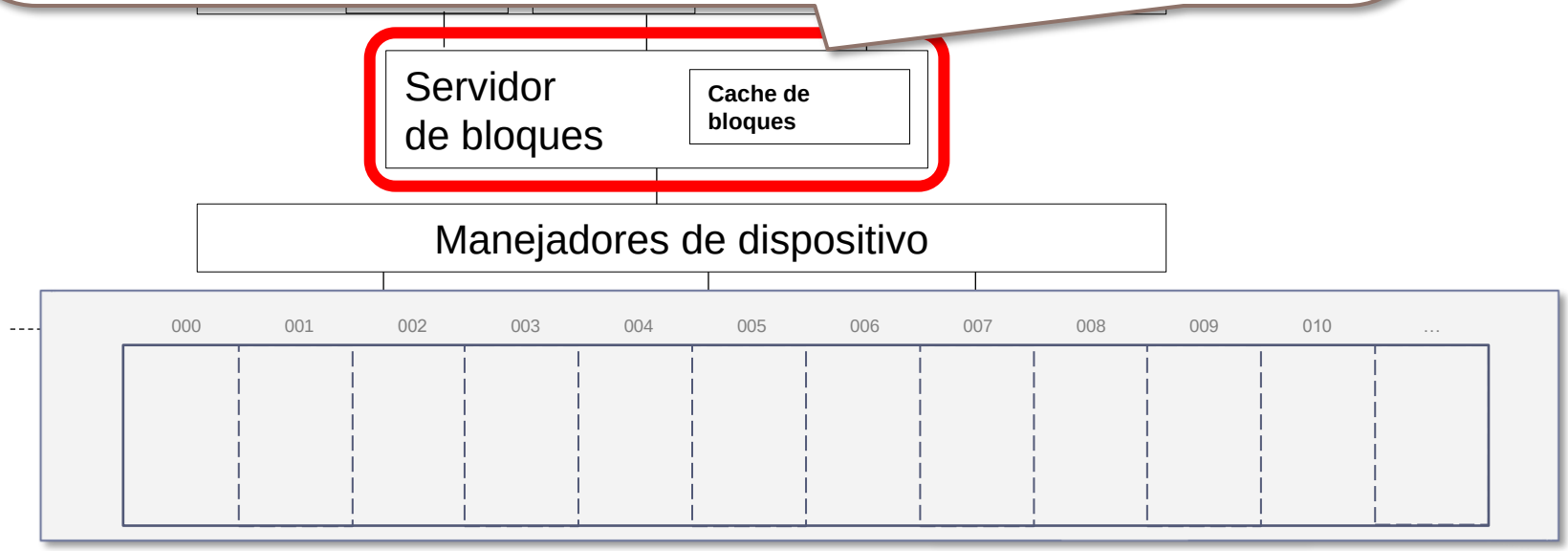


Aspectos de partida (relativos a la arquitectura)…
a) bloques de disco

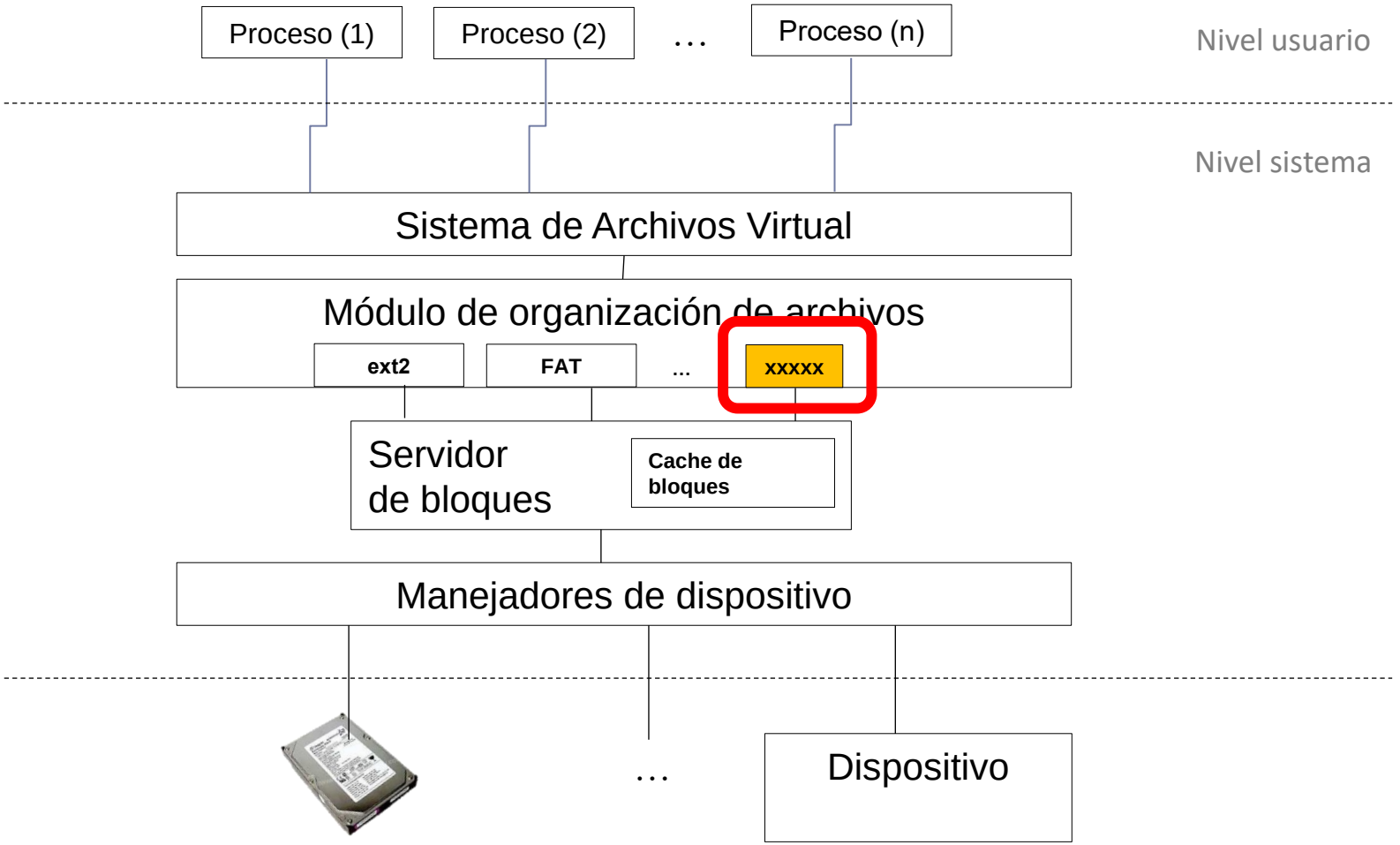


Aspectos de partida (relativos a la arquitectura)…
b) cache de bloques de disco

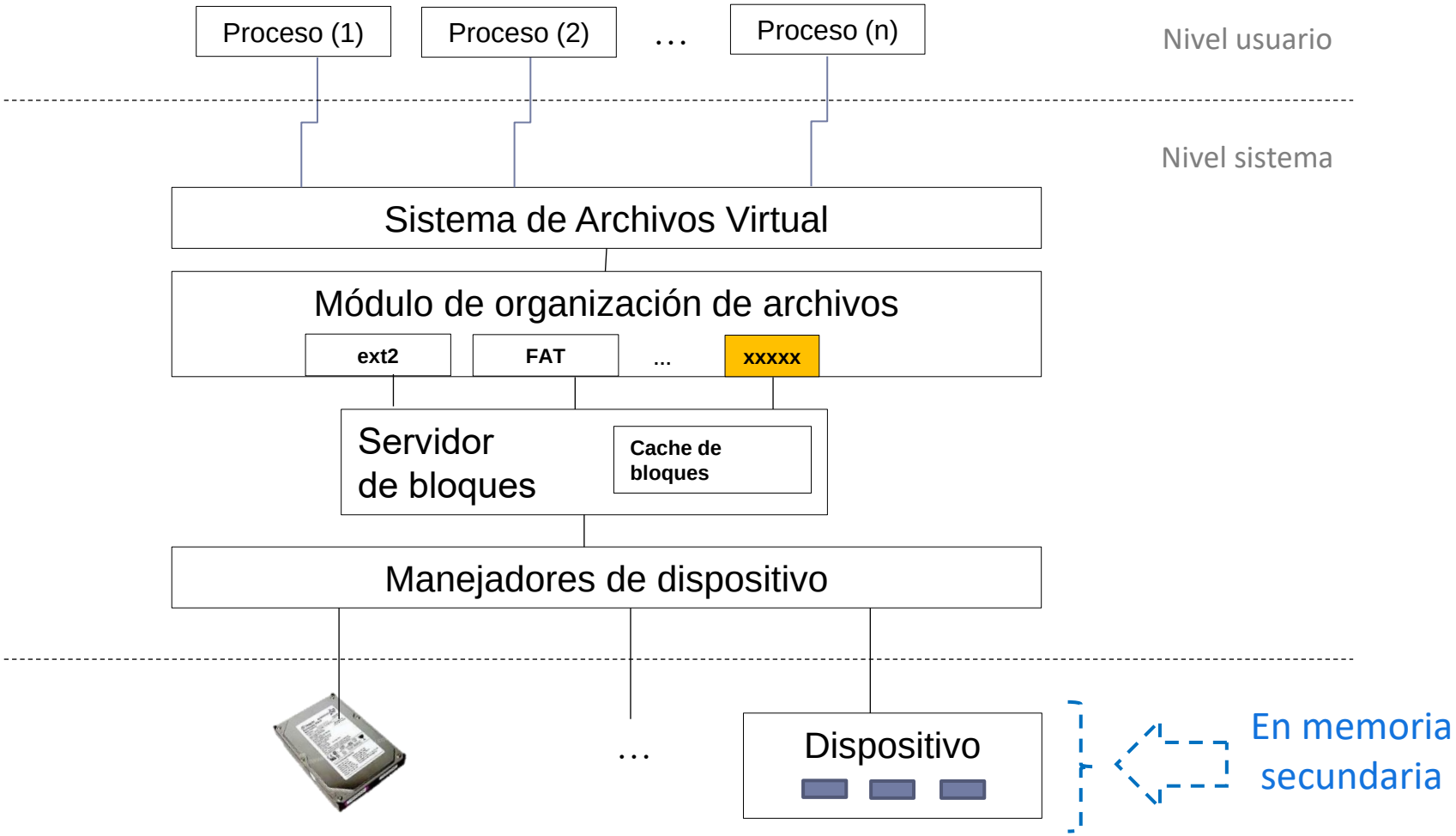
- **getblk**: busca/reserva en caché un bloque de un v-nodo, con desplazamiento y tamaño dado.
- **brelse**: libera un buffer y lo pasa a la lista de libres.
- **bwrite**: escribe un bloque de la caché a disco.
- **bread**: lee un bloque de disco a caché.
- **breada**: lee un bloque (y el siguiente) de disco a caché.



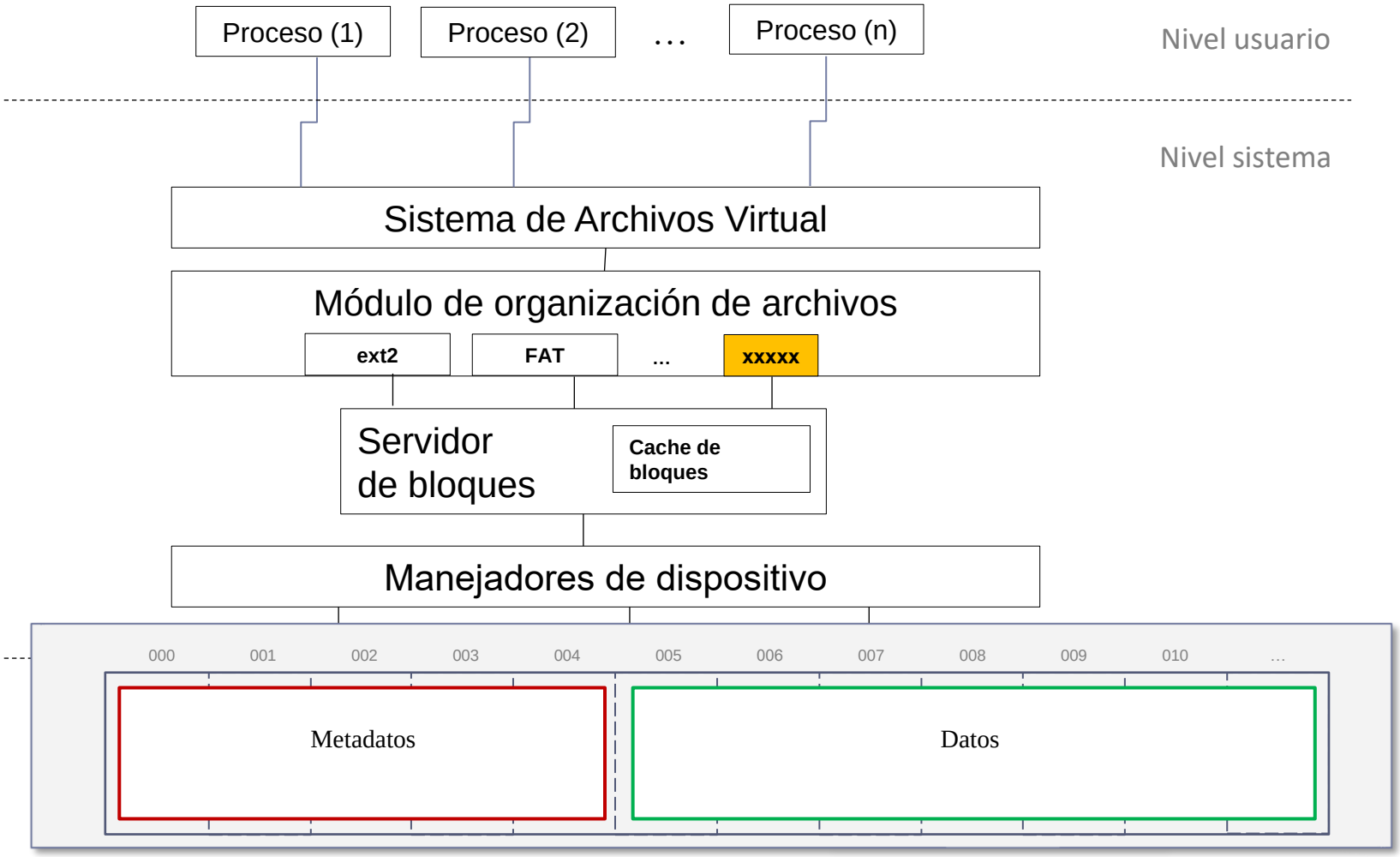
Aspectos a desarrollar (relativos a la arquitectura)…



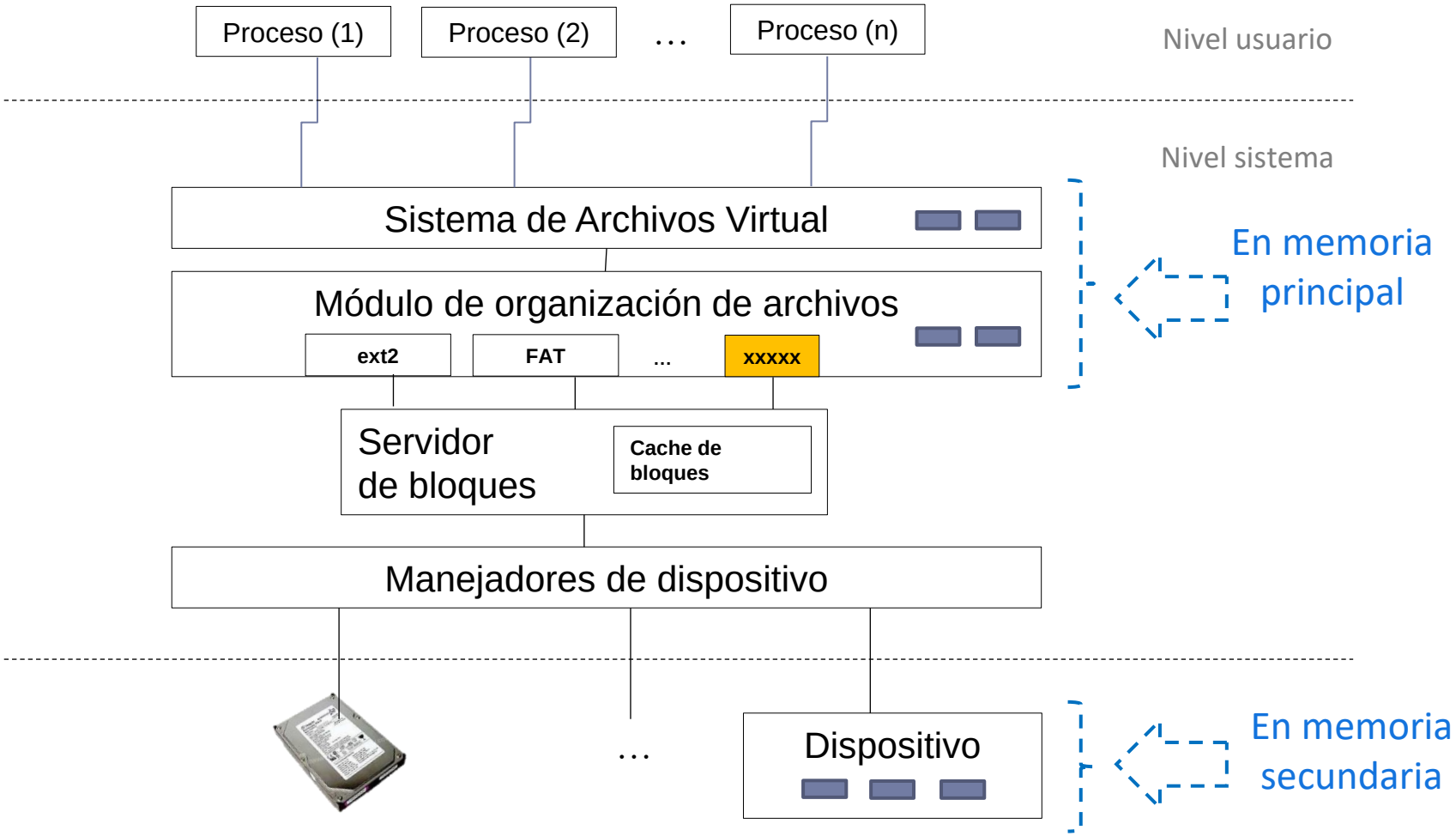
(1) Estructuras de datos en disco…



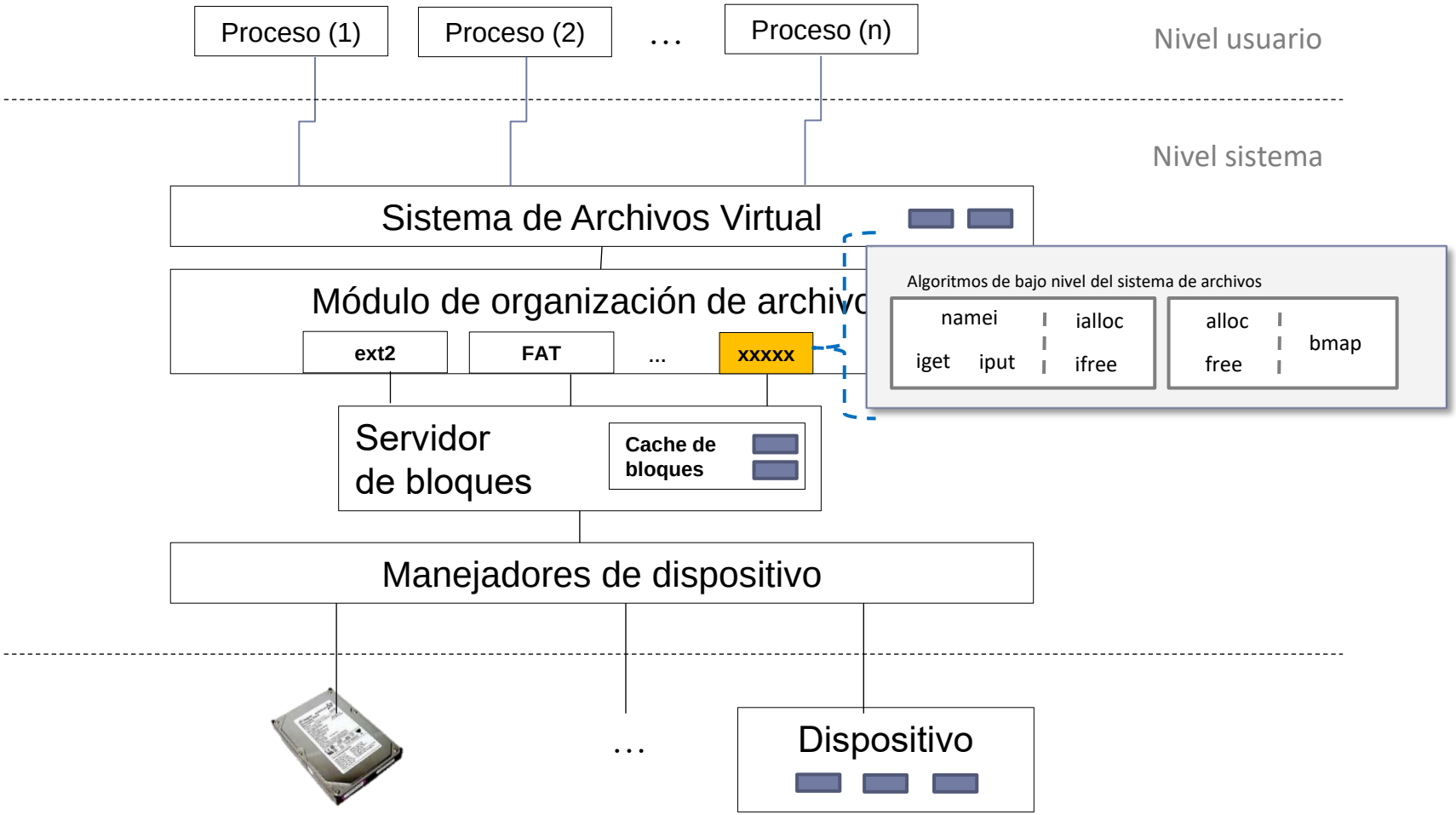
(1) Estructuras de datos en disco…



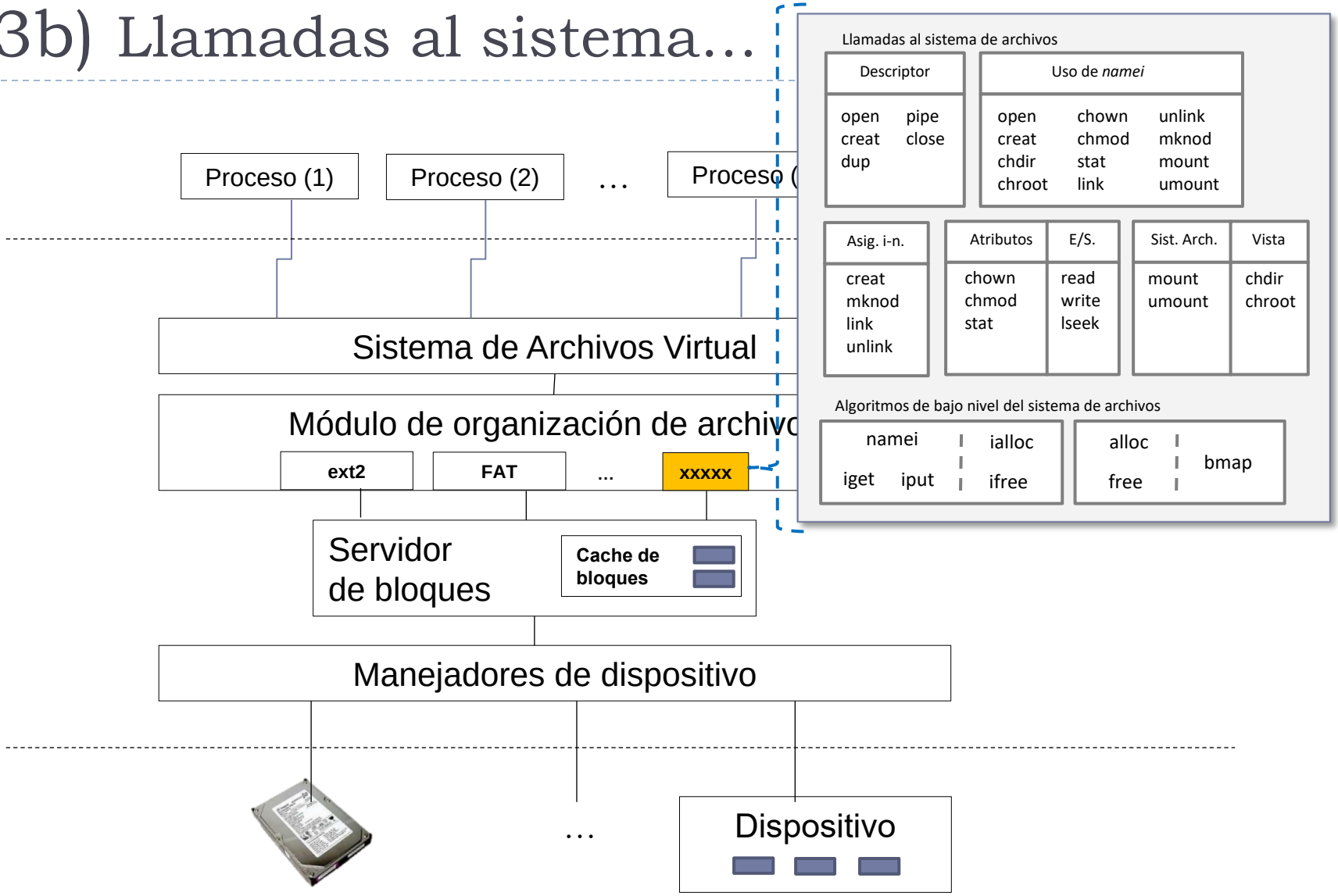
(2) Estructuras de datos en memoria…



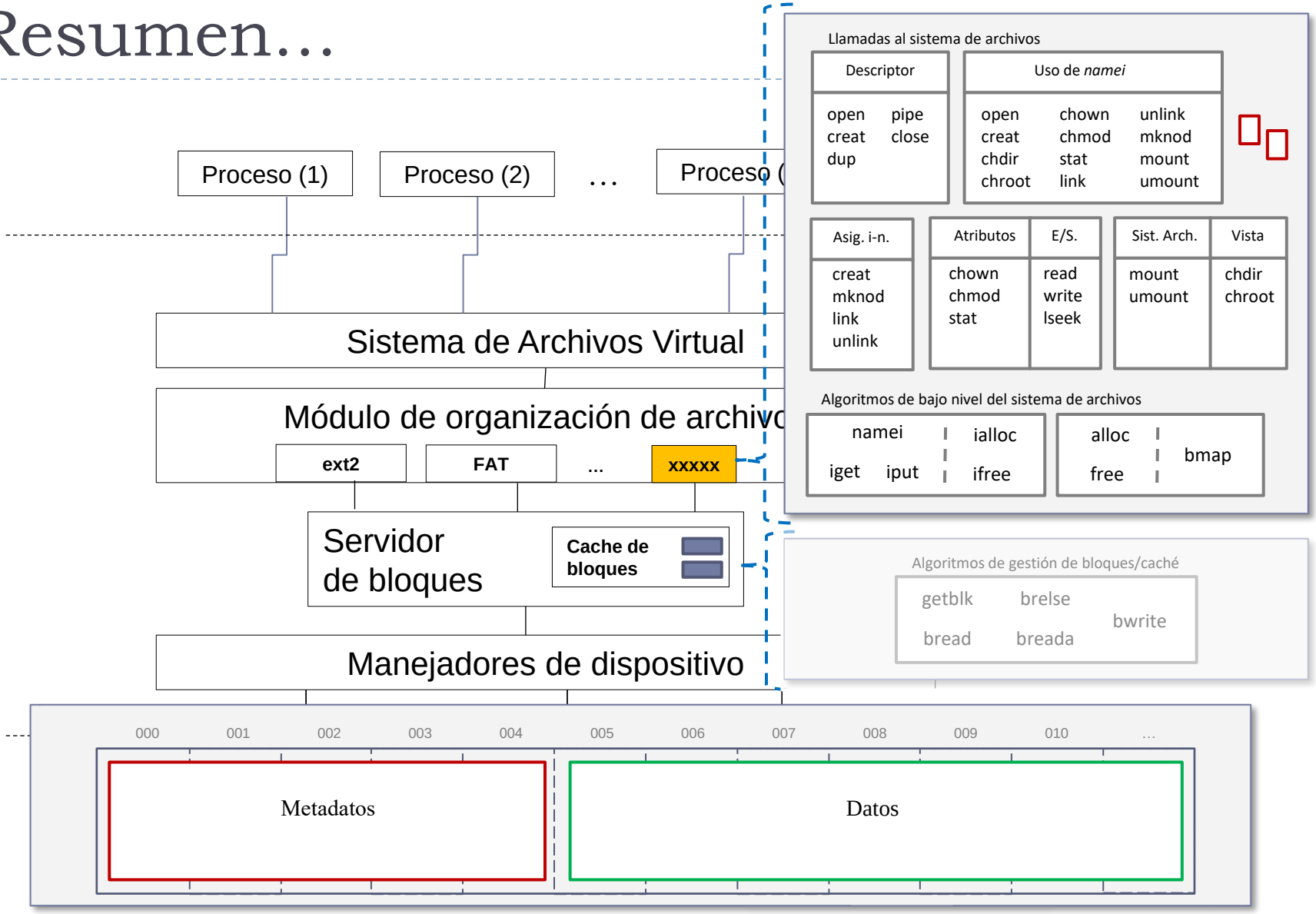
(3a) Gestión de estructuras disco/memoria…



(3b) Llamadas al sistema…



Resumen…


Proceso (1)
Proceso (2)
...
Proceso (
Sistema de Archivos Virtual
Módulo de organización de archivo
ext2
FAT
...
xxxxx
Servidor
de bloques
Cache de
bloques
Manejadores de dispositivo
Llamadas al sistema de archivos
Descriptor
open pipe
creat close
dup
Uso de namei
open chown unlink
creat chmod mknod
chdir stat mount
chroot link umount
Asig. i-n.
creat
mknod
link
unlink
Atributos
chown
chmod
stat
E/S.
read
write
lseek
Sist. Arch.
mount
umount
Vista
chdir
chroot
Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos
namei
iget iput
ialloc
ifree
alloc
free
bmap
Algoritmos de gestión de bloques/caché
getblk
brelse
bread
breada
bwrite
000 001 002 003 004 005 006 007 008 009 010 ...
Metadatos
Datos

Resumen simplificado…

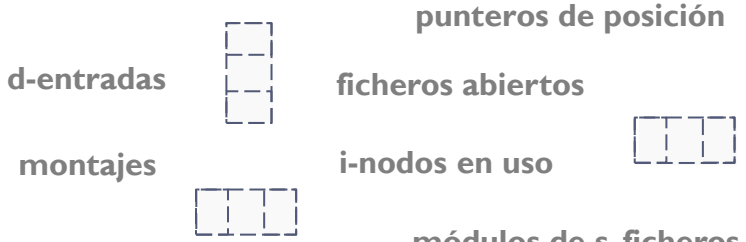
Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

xx

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc	
iget	iput	ifree	free	bmap

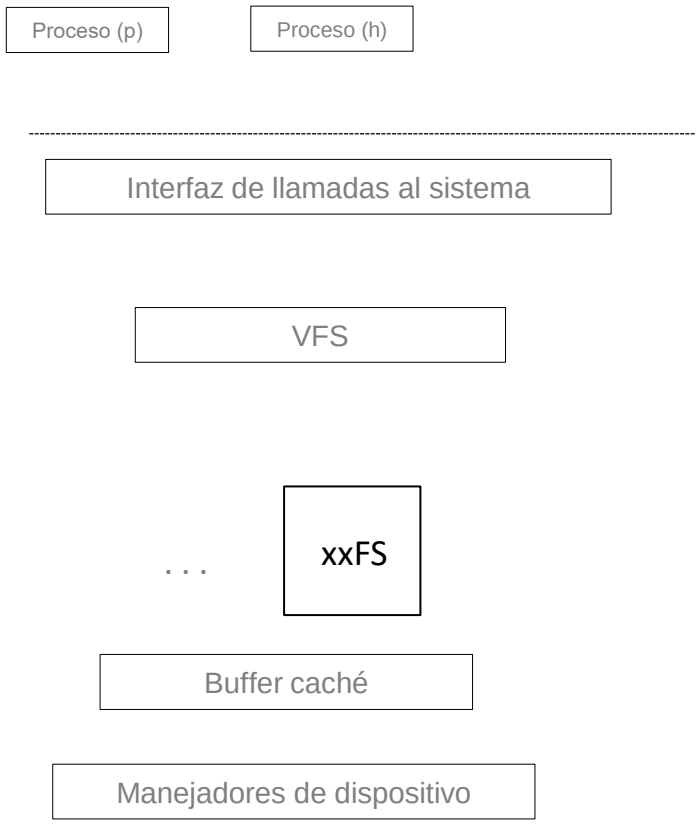


Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

http://www.ual.es/~acorral/DSO/Tema_4.pdf

Organización del sistema de ficheros
principales aspectos: Linux

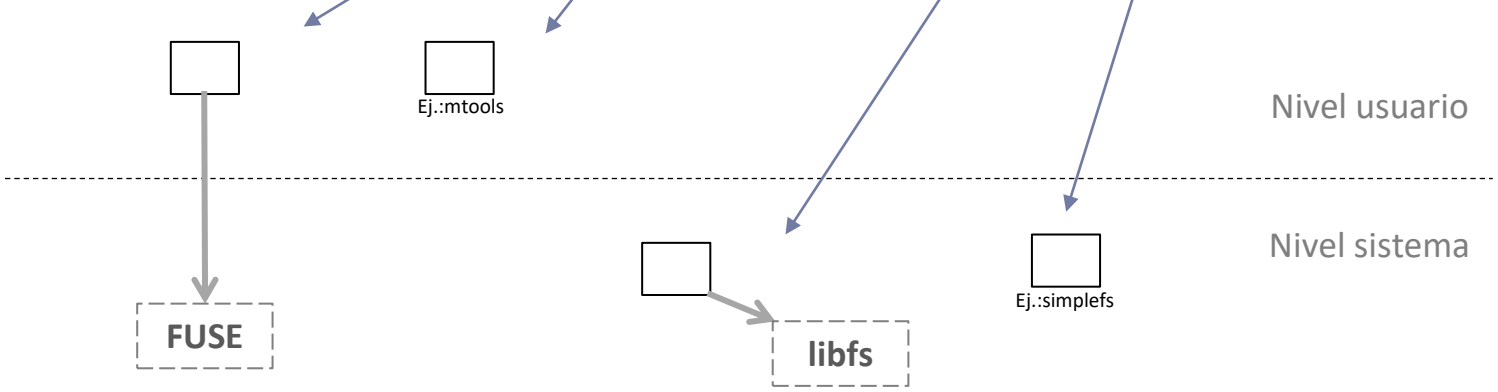


- Estructura en capas tipo UNIX.
- Principales componentes:
  - Interfaz de llamadas al sistema
  - VFS: *Virtual File System*
  - xxFS: sistema de ficheros específico
  - Buffer caché: caché de bloques
  - Manejadores de dispositivos: *drivers*

http://publibn.boulder.ibm.com/doc_link/en_US/a_doc_lib/aixprggd/kernextc/virtual_fsys_over.htm#HDRA29C010F11

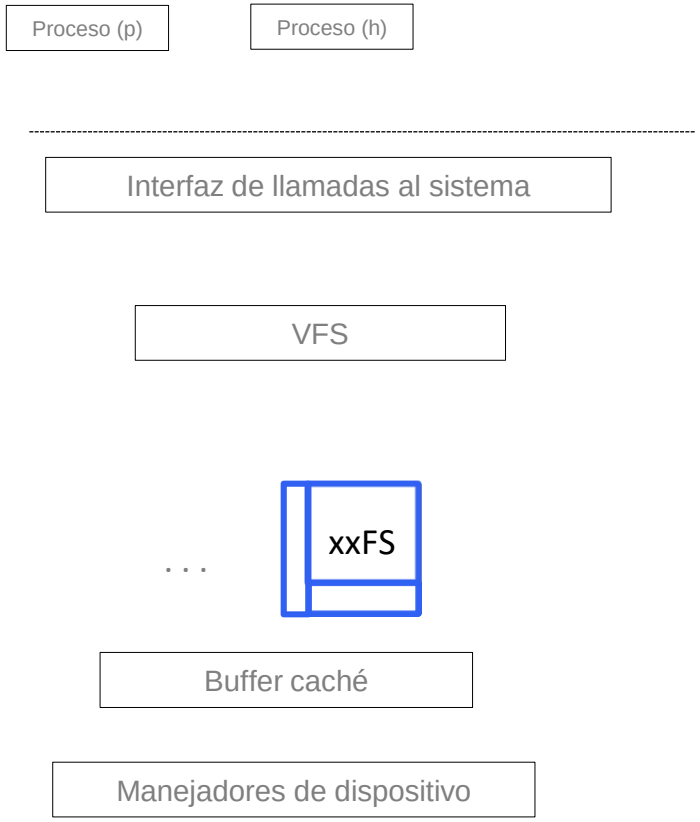
Principales alternativas (Linux/Unix) para trabajar con un sistema de ficheros

	Espacio de usuario	Espacio de kernel
Con *Framework* de apoyo	FUSE	libfs
Sin *Framework* de apoyo	Ej.: mtools	Ej.: simplefs



Organización del sistema de ficheros

sin *framework* de apoyo, en kernel. Ej.: simplefs

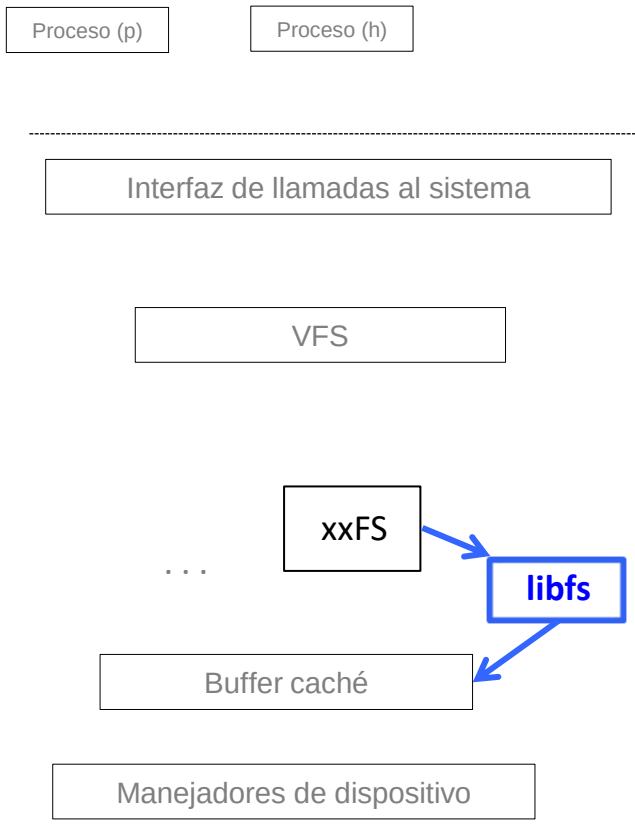


- Interfaz a escribir:
  - **register**: dar de alta el sist. de ficheros
  - …
  - **open**: abrir sesión de un fichero
  - **read**: leer datos
  - …
  - **namei**: convierte una ruta a inodo
  - **iget**: lee el inodo
  - **bmap**: calcula el bloque dado un offset
  - …

https://github.com/psankar/simplefs

Organización del sistema de ficheros

con *framework* de apoyo, en kernel: libfs

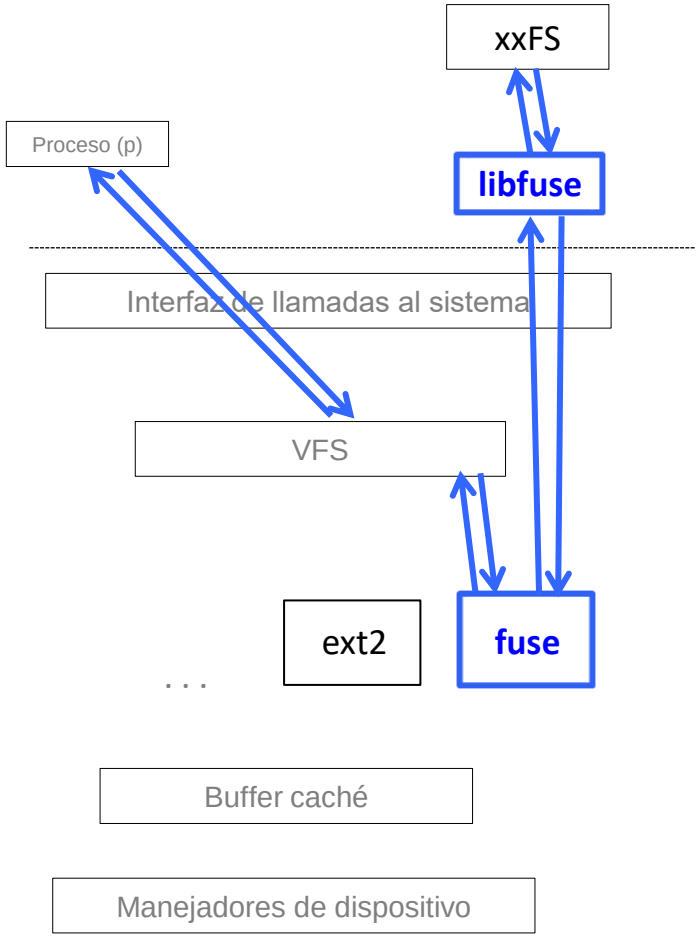


- Interfaz a completar/escribir: libfs
  - **lfs_fill_super**: superbloque inicial
  - **lfs_create_file**: crear fichero
  - **lfs_make_inode**: inodo por defecto
  - **lfs_open**: abrir sesión de trabajo
  - **lfs_read_file**: leer del fichero
  - **lfs_write_file**: escribir al fichero
  - ...

http://lwn.net/Articles/13325/

Organización del sistema de ficheros

con *framework* de apoyo, en espacio de usuario: fuse



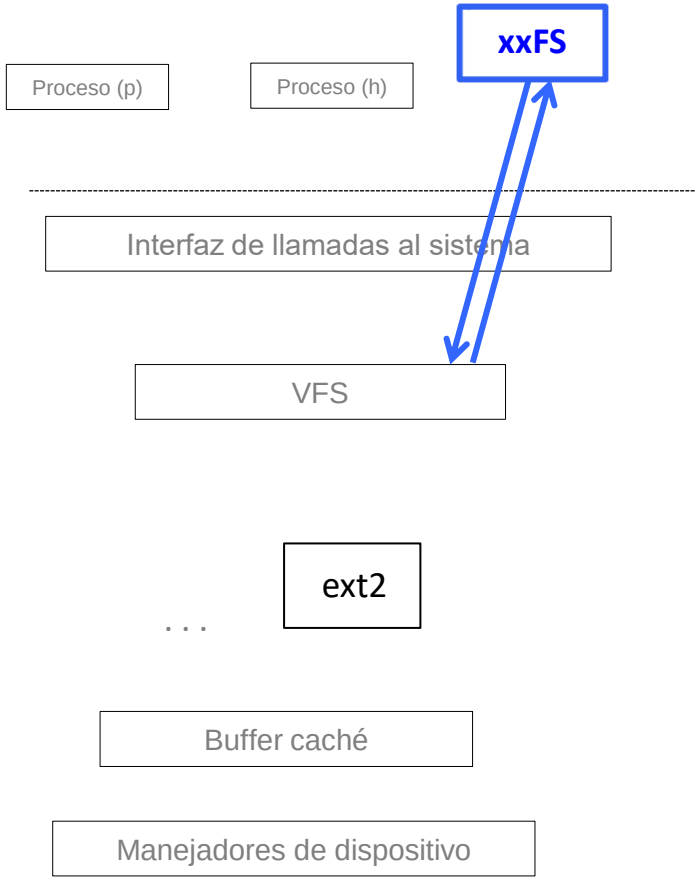
- Interfaz a completar/escribir:
  File system in USer spacE

```
struct fuse_operations {
    int (*getattr) (const char *, struct stat *);
    int (*readlink) (const char *, char *, size_t);
    int (*getdir) (const char *, fuse_dirh_t, fuse_dirfil_t);
    int (*mknod) (const char *, mode_t, dev_t);
    …
    int (*listxattr) (const char *, char *, size_t);
    int (*removexattr) (const char *, const char *);
};
```


http://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-fuse/

Organización del sistema de ficheros

sin *framework* de apoyo, en espacio de usuario. Ej.: mtools

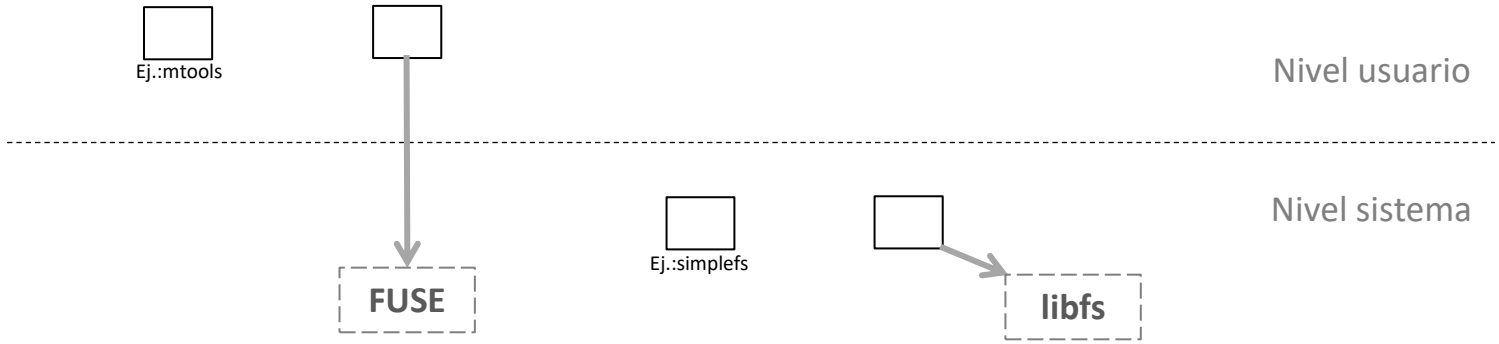


- Implementar la interfaz de un sistema de ficheros en espacio de usuario, y como biblioteca para otras aplicaciones:
  - **open**: abrir sesión de un fichero
  - **read**: leer datos
  - …
  - **namei**: convierte una ruta a inodo
  - **iget**: lee el inodo
  - **bmap**: calcula el bloque dado un offset
  - …

http://www.gnu.org/software/mtools/manual/mtools.html

Principales alternativas para la organización de un sistema de ficheros

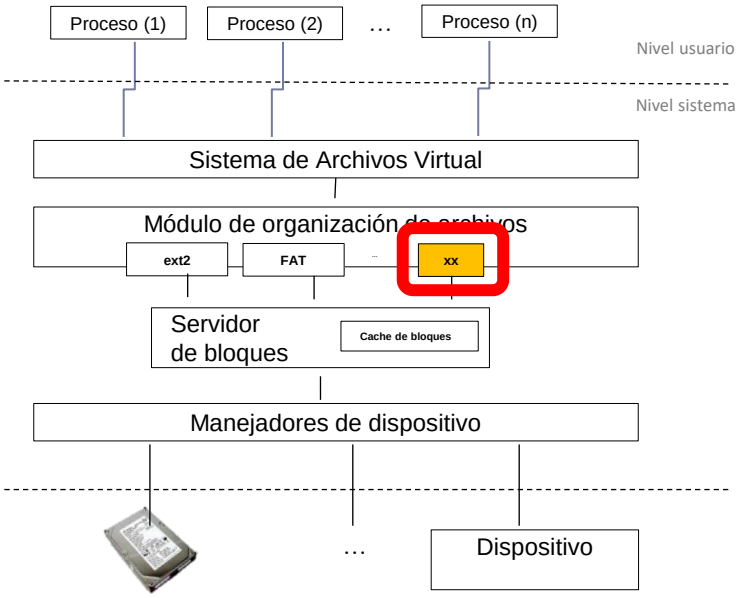
	Espacio de usuario	Espacio de kernel
Con *Framework* de apoyo	FUSE	libfs
Sin *Framework* de apoyo	Ej.: mtools	Ej.: simplefs



Contenidos

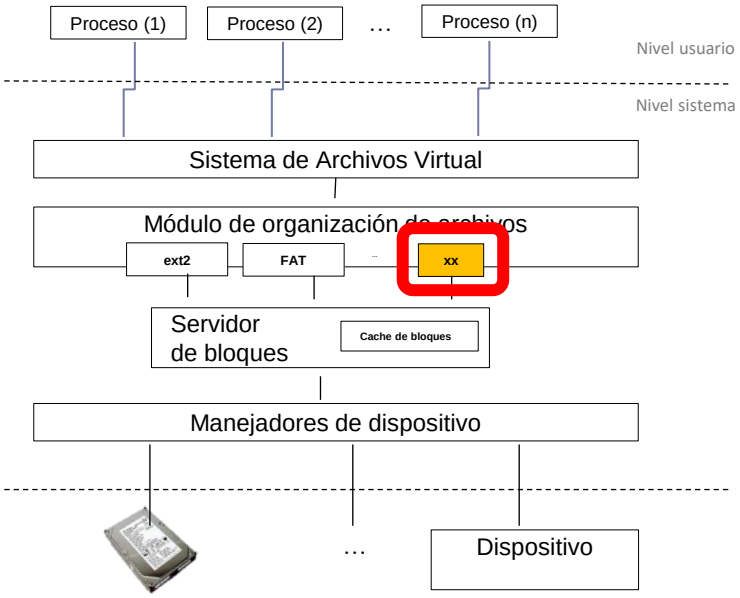
1. Introducción
2. Marco de trabajo
3. **Diseño y desarrollo de un sistema de ficheros**

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



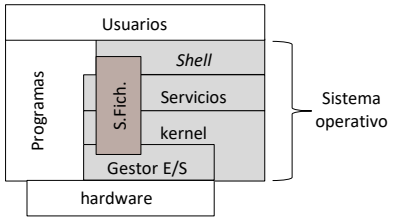
- (0) Requisitos del sistema.
- (1) Estructuras en disco.
- (2) Estructuras en memoria.
- Caché de bloques.
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



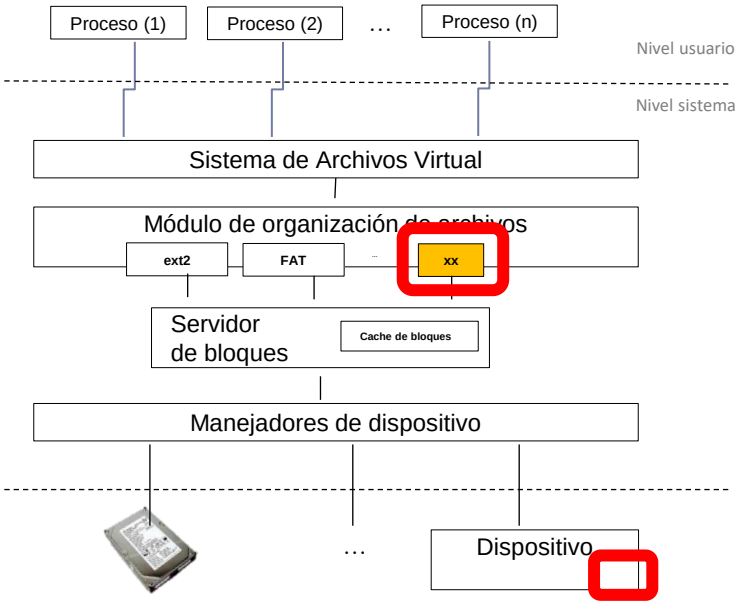
- **(0) Requisitos del sistema.**
- (1) Estructuras en disco.
- (2) Estructuras en memoria.
- Caché de bloques.
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



- (0) Requisitos del sistema.
- **(1) Estructuras en disco.**
- (2) Estructuras en memoria.
- Caché de bloques.
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

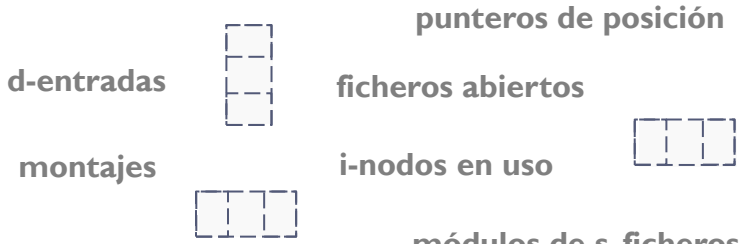
(1) Estructuras de datos en disco…

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

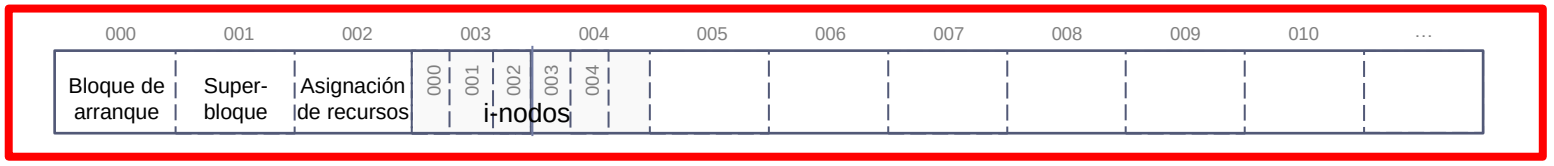
Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc	
iget	iput	ifree	free	bmap

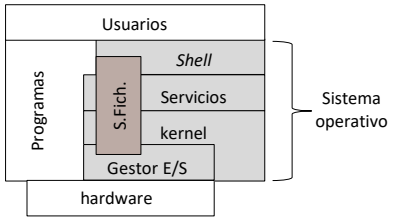


Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

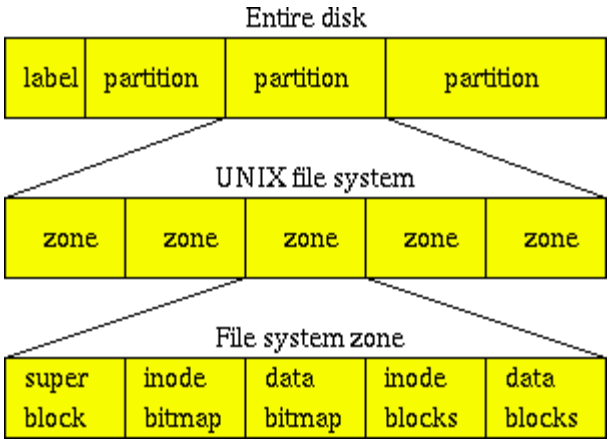


(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

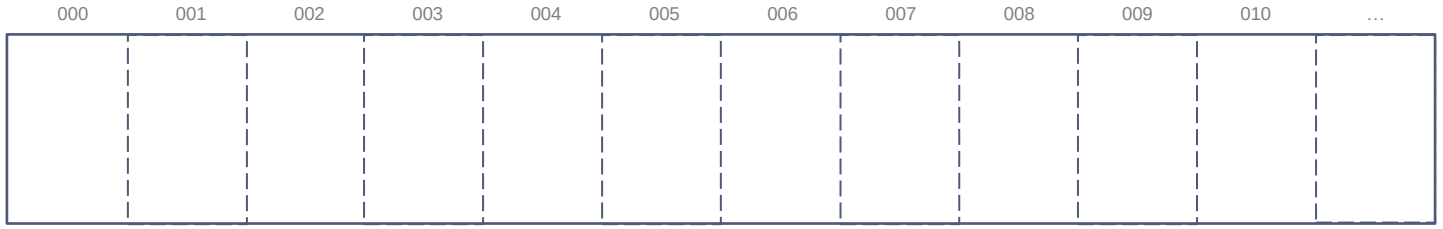
Estructuras del sistema de ficheros



- UNIX/Linux
- FAT

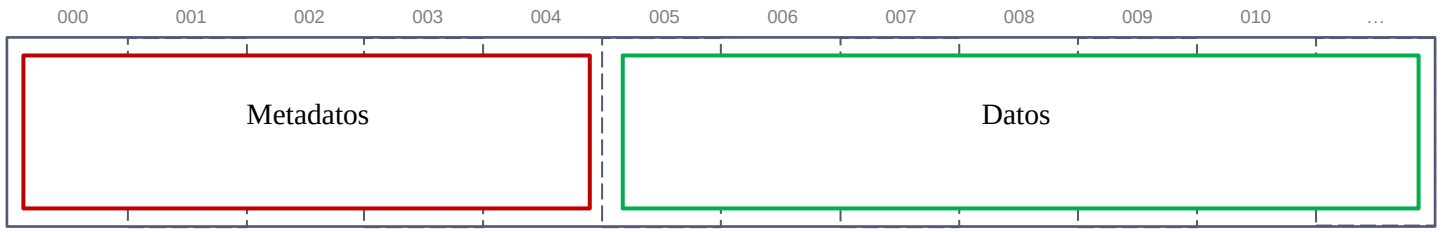
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix

Disco lógico

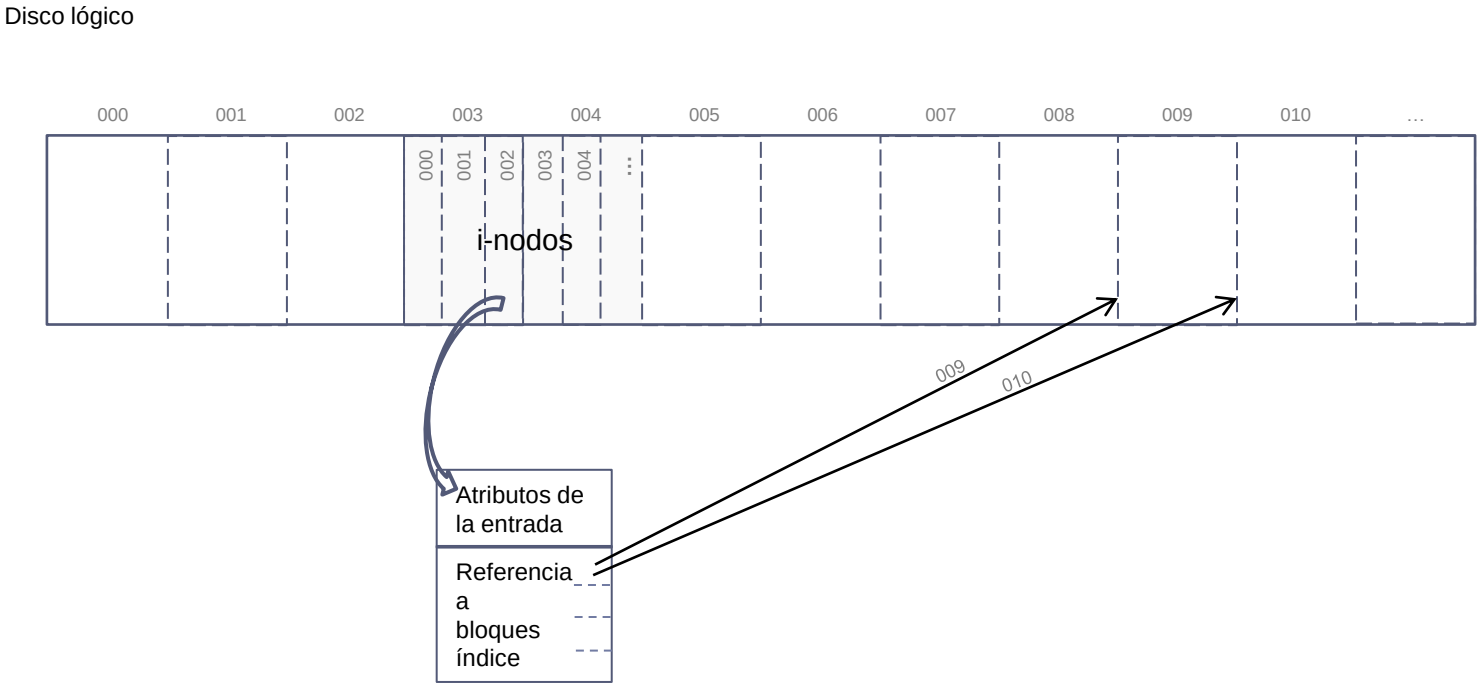


Sistema de ficheros:
representación tipo Unix

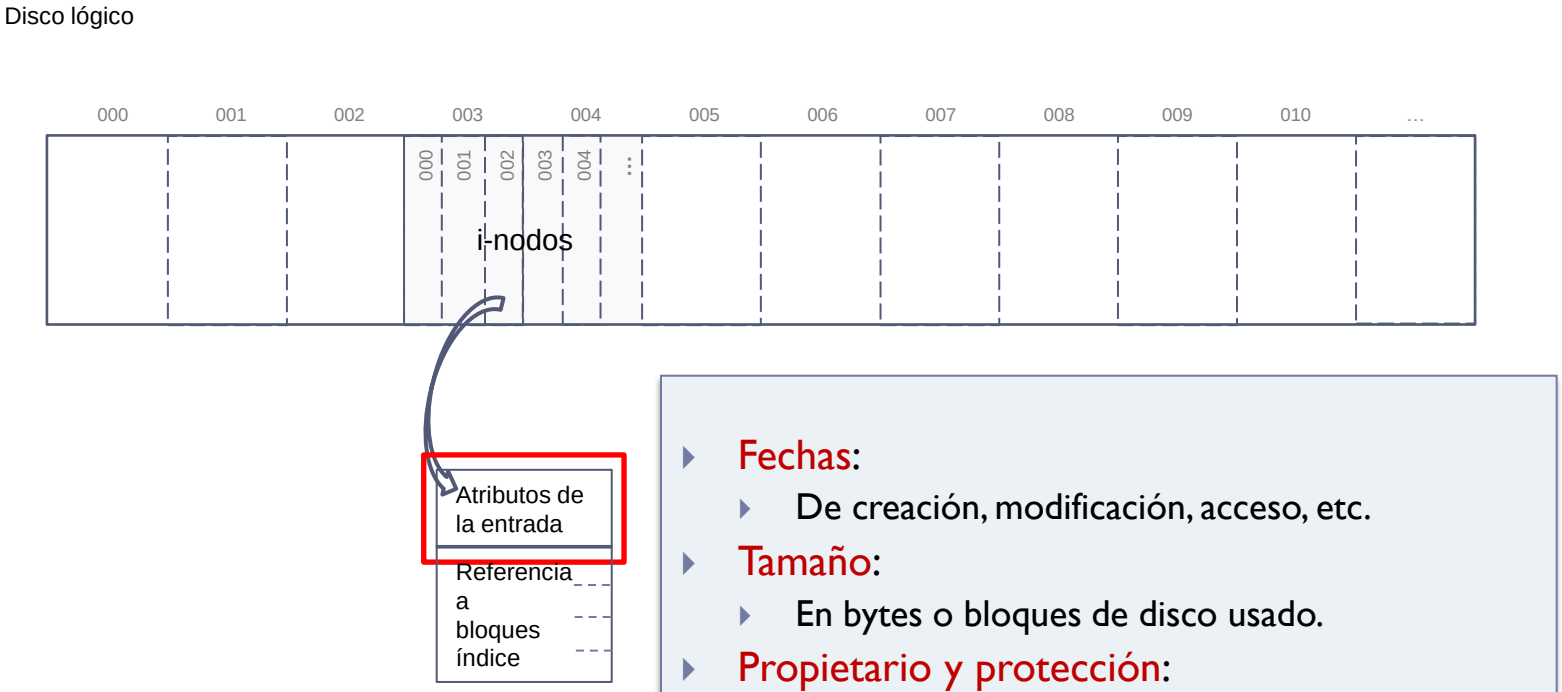
Disco lógico



Sistema de ficheros:
representación tipo Unix

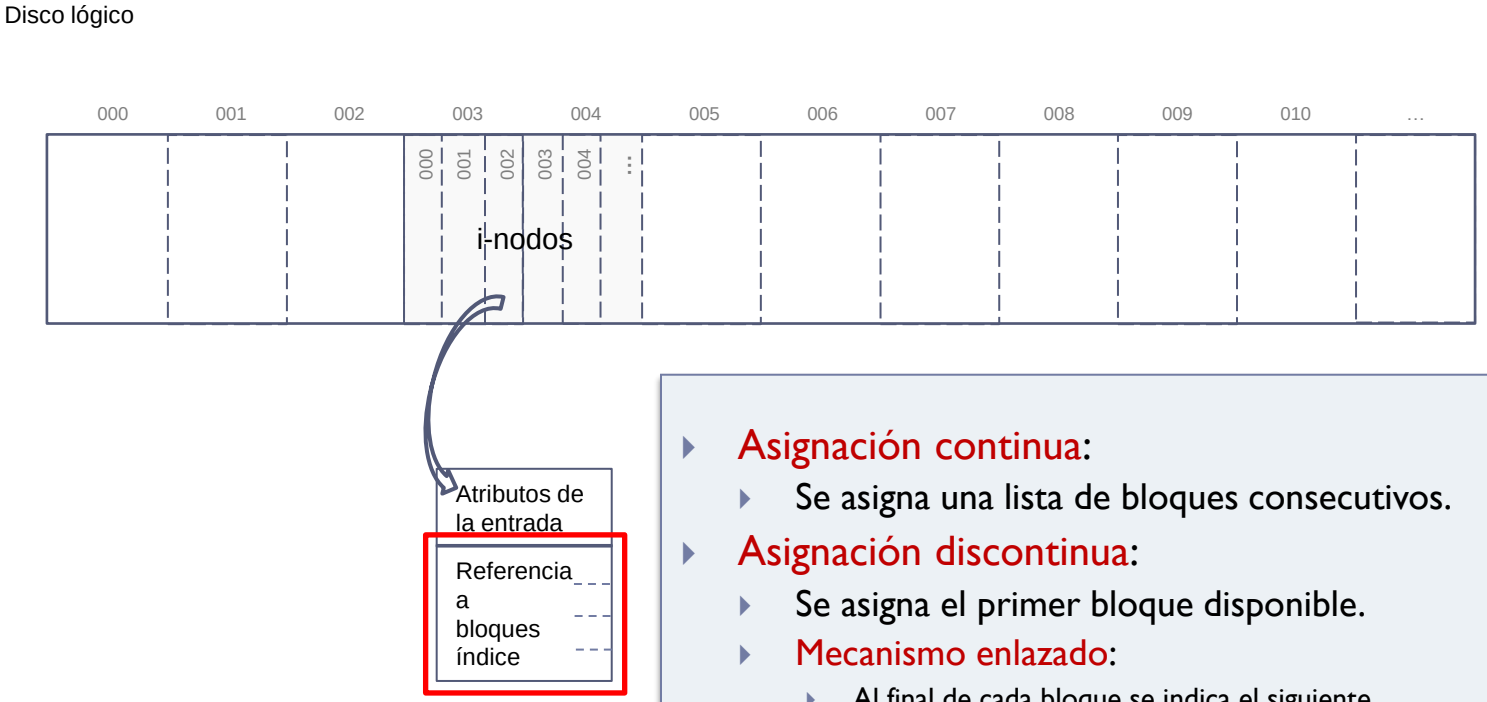


Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



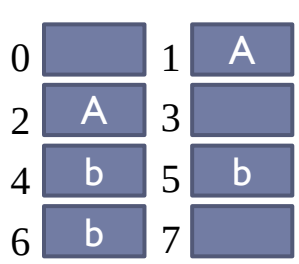
- Fechas:
  - De creación, modificación, acceso, etc.
- Tamaño:
  - En bytes o bloques de disco usado.
- Propietario y protección:
  - Atributos, ACL, capacidades, etc.
- Tipo de fichero, contador de enlace, etc.

Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



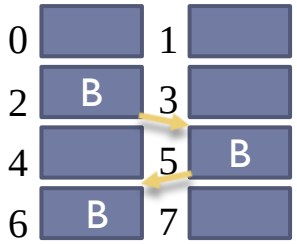
- Asignación continua:
  - Se asigna una lista de bloques consecutivos.
- Asignación discontinua:
  - Se asigna el primer bloque disponible.
  - Mecanismo enlazado:
    - Al final de cada bloque se indica el siguiente.
  - Mecanismo indexado:
    - Bloques con índices de todos los bloques de la entrada.

Sistema de ficheros:
representación de la asignación de recursos



F	I	L
A	1	2
B	4	3

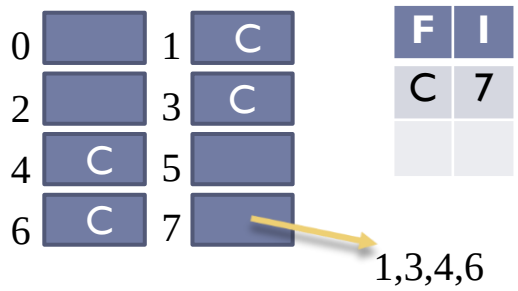
- Asignación contigua:
  - Los bloques del ficheros están consecutivamente.
  - Precisa: primero (I) y nº de bloques (L)
  - Compactar.

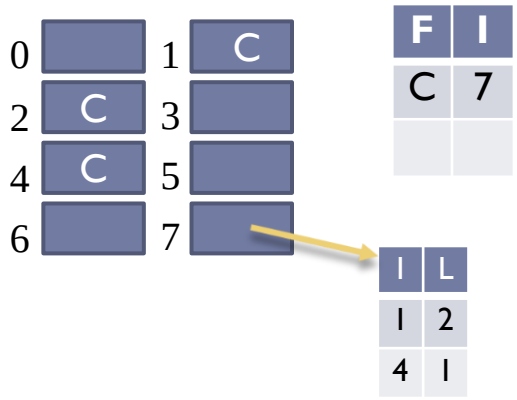


F	I	L
B	2	3

- Asignación encadenada:
  - Cada bloque contiene la referencia al siguiente.
  - Precisa: primero (I) y nº de bloques (L)
  - Desfragmentar.

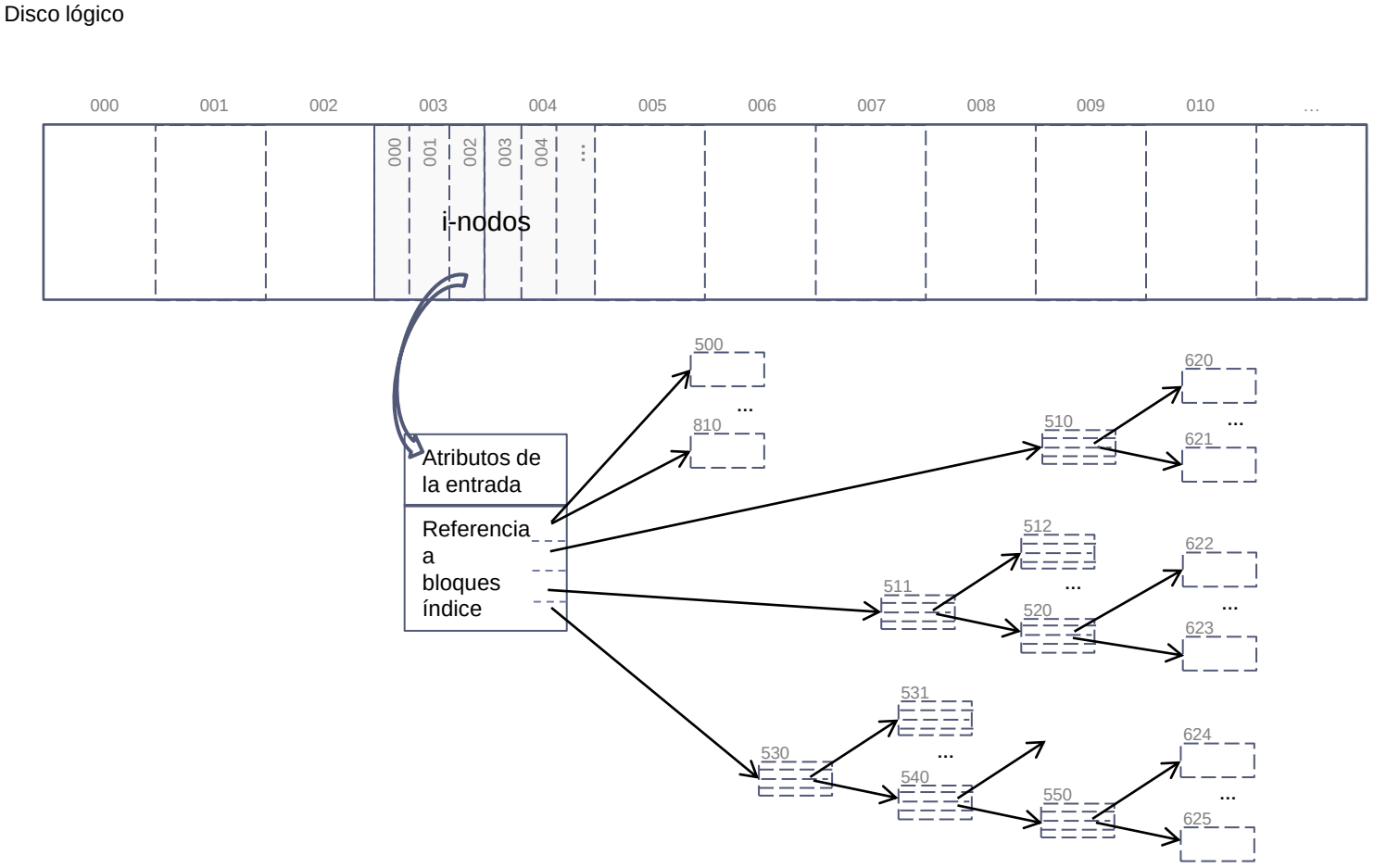
Sistema de ficheros:
representación de la asignación de recursos



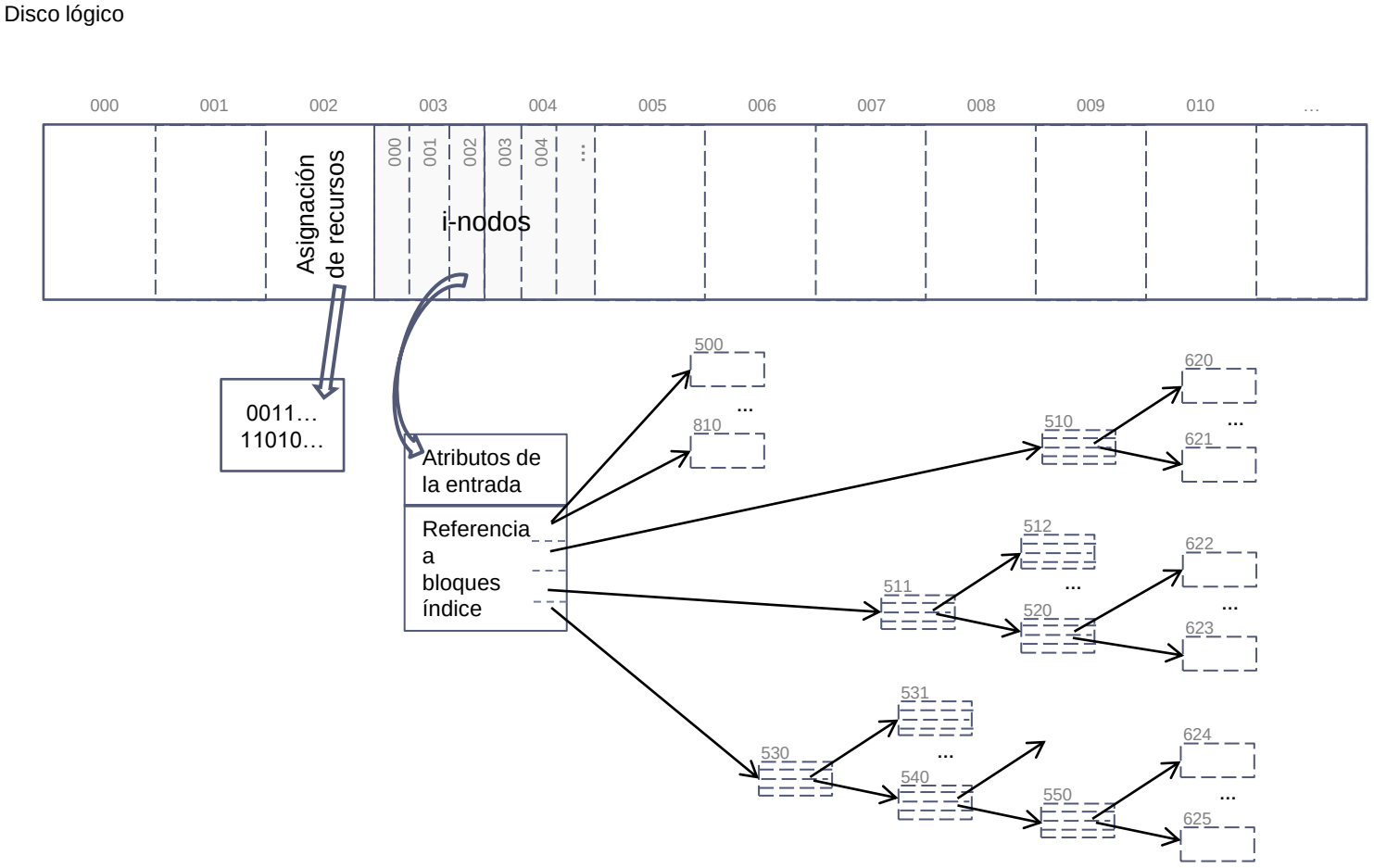


- Asignación indexada (bloques):
  - Se usa bloques con referencias a los bloques que contendrán los datos.
  - Precisa: id. del 1er bloque índice.
  - Desfragmentar.
- Asignación indexada (extends):
  - Se usa bloques con referencias al comienzo a los bloques que contendrán los datos.
  - Precisa: id. del 1er bloque índice.
  - Desfragmentar.

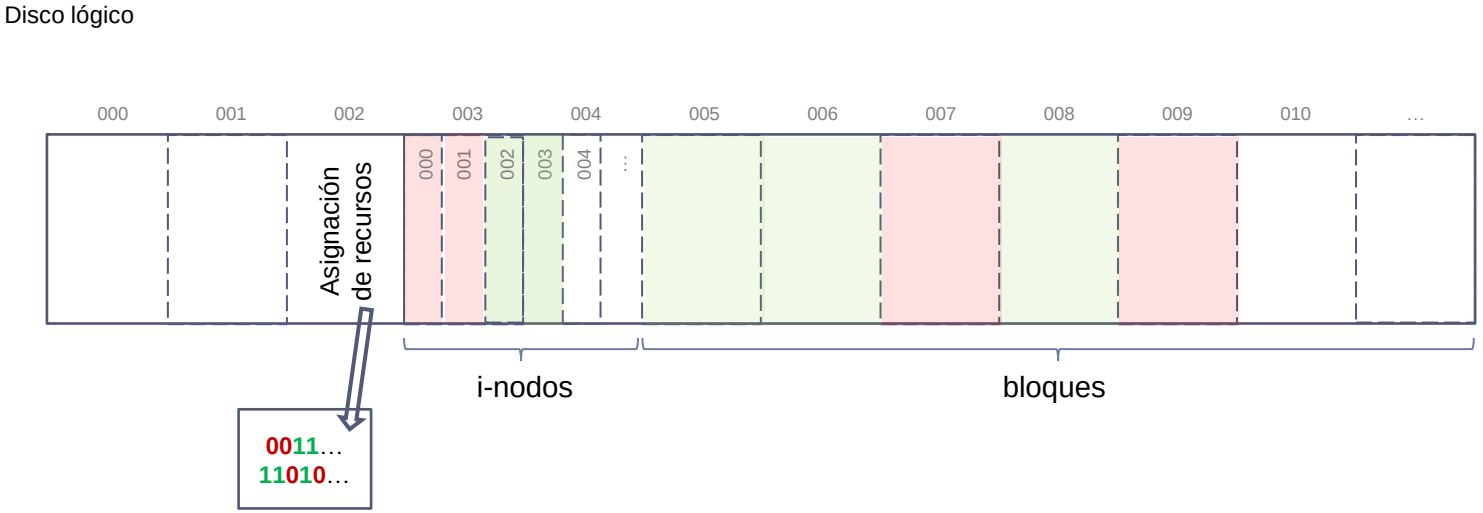
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



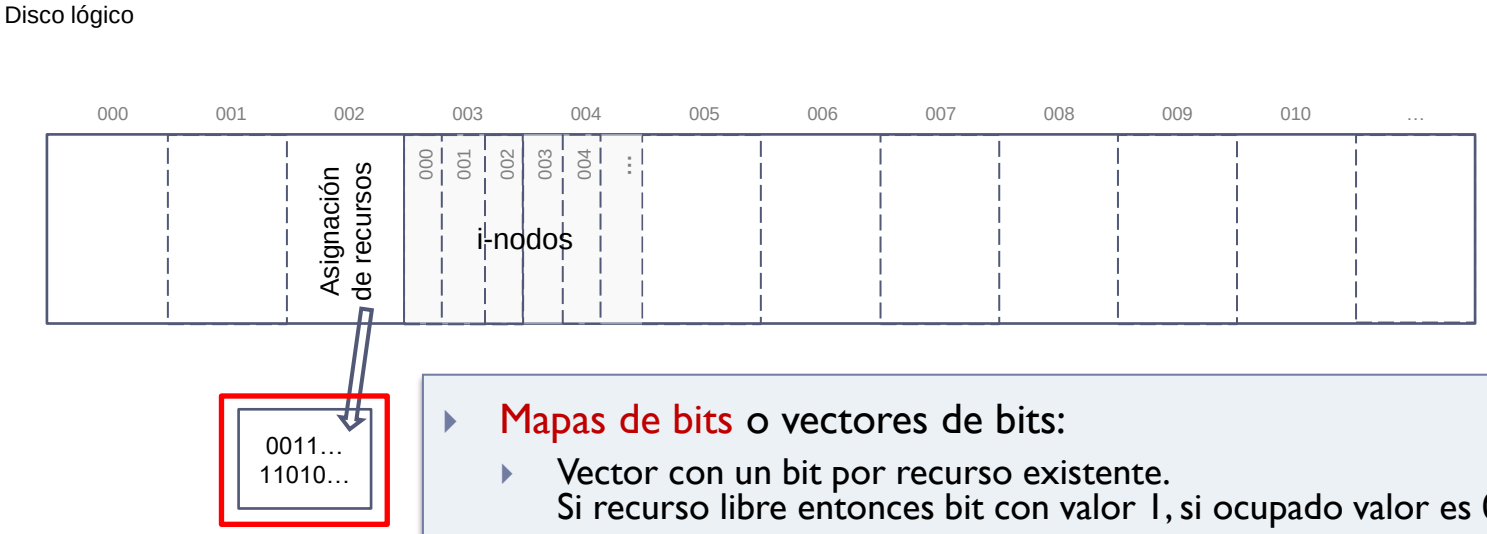
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



Sistema de ficheros:
representación tipo Unix

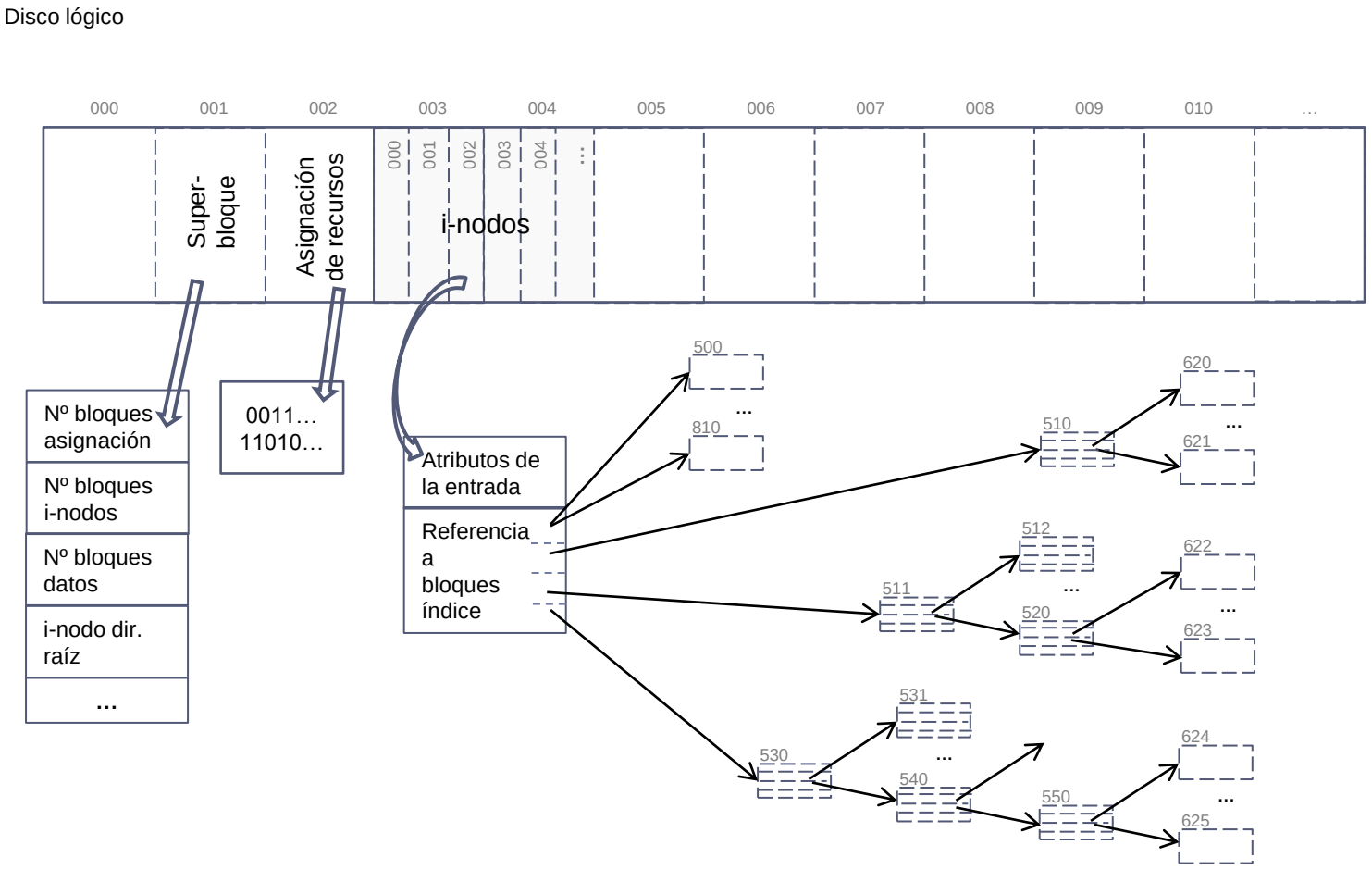


Sistema de ficheros:
representación tipo Unix

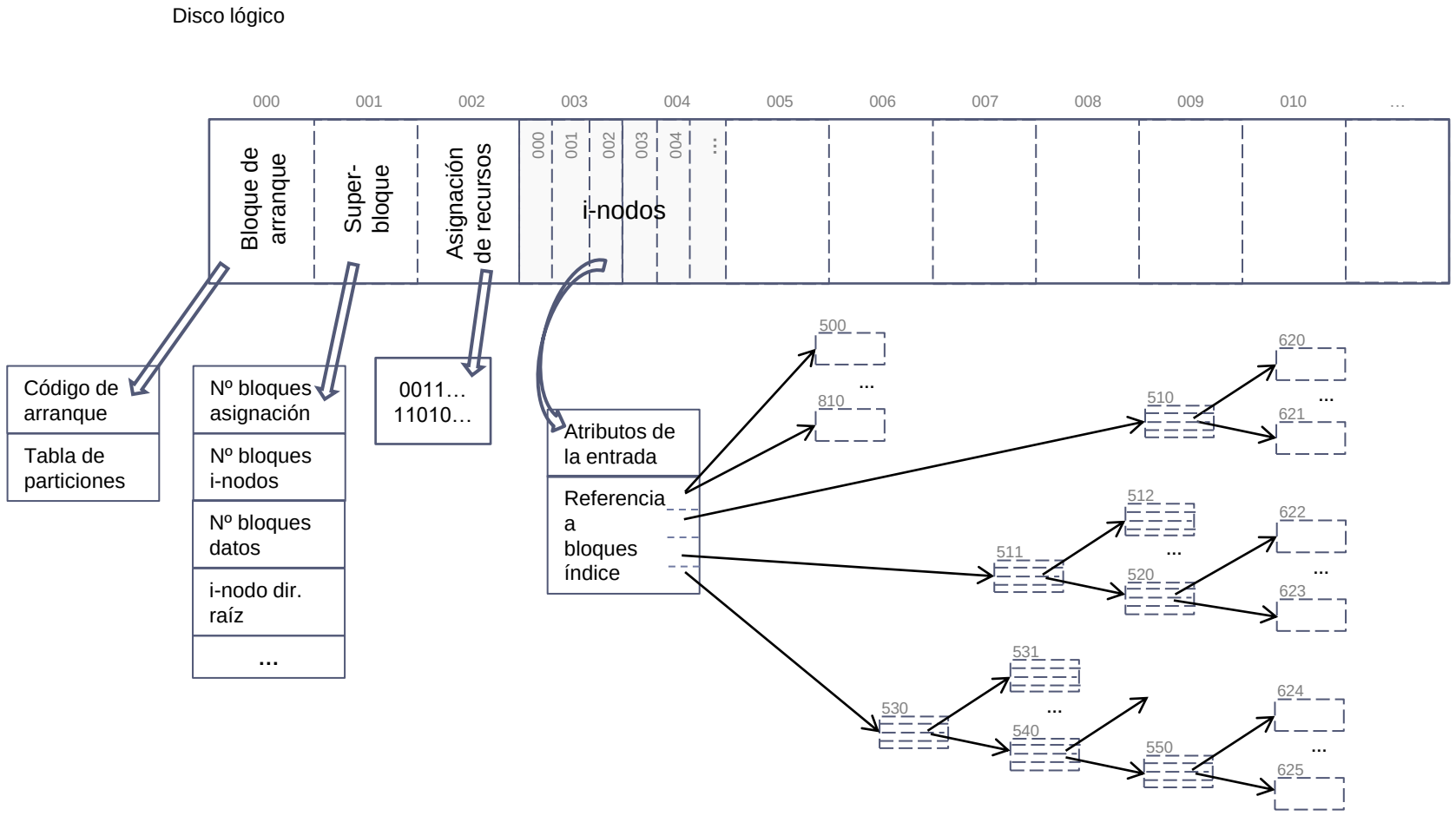


- Mapas de bits o vectores de bits:
  - Vector con un bit por recurso existente.
    Si recurso libre entonces bit con valor 1, si ocupado valor es 0.
    - Fácil de implementar y sencillo de usar.
    - Eficiente si el dispositivo no está muy lleno o muy fragmentado.
- Lista de recursos libres:
  - Mantener enlazados en una lista todos los recursos disponibles manteniendo un apuntador al primer elemento de la lista.
    - Método no eficiente, excepto para dispositivos muy llenos y fragmentados
- Indexación:
  - Tabla índice de porciones libres.

Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



Sistema de ficheros:
representación tipo Unix



Ejemplos de representaciones

- Ficheros

- Directorios

- Enlaces

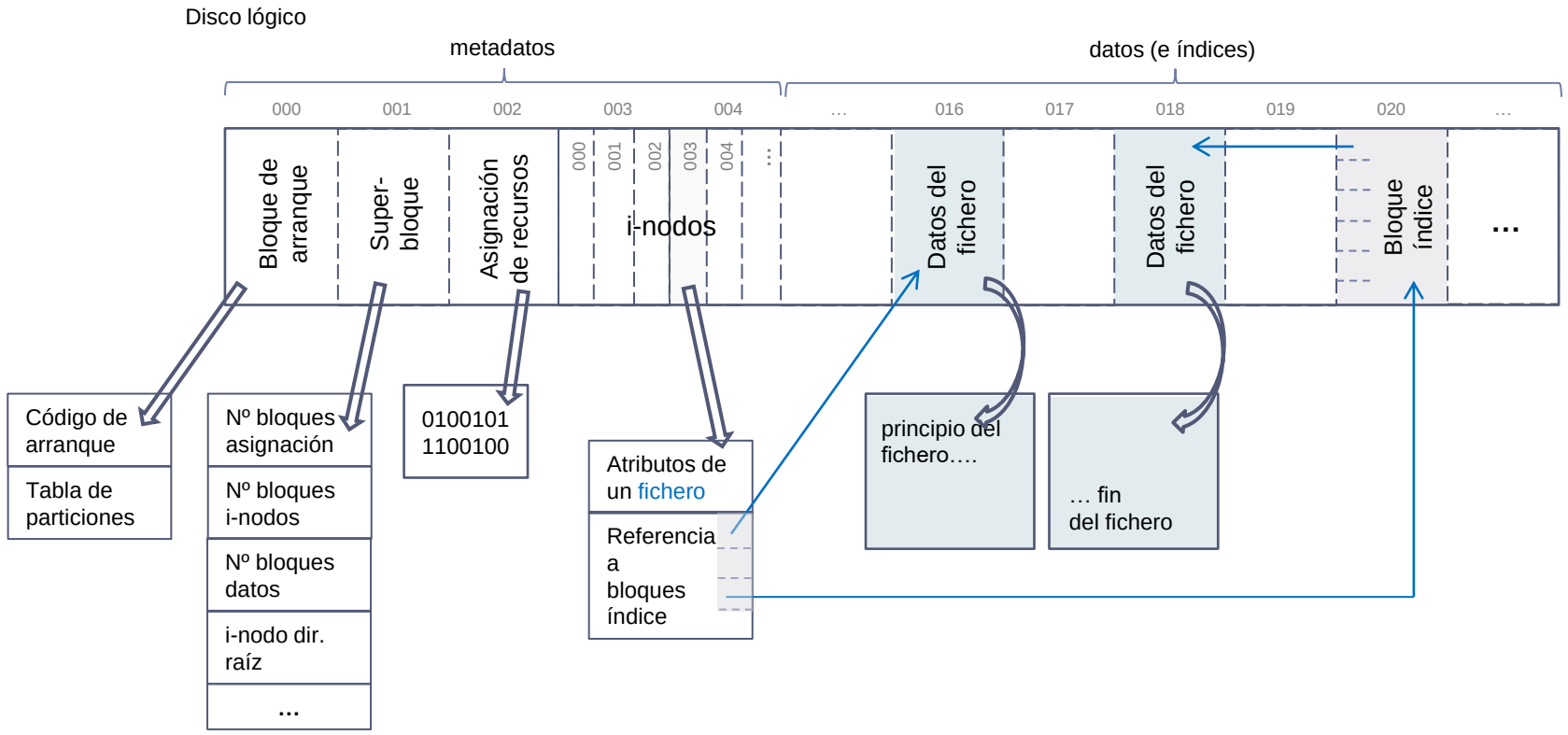
Ejemplos de representaciones

- Ficheros

- Directorios

- Enlaces

Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: ficheros



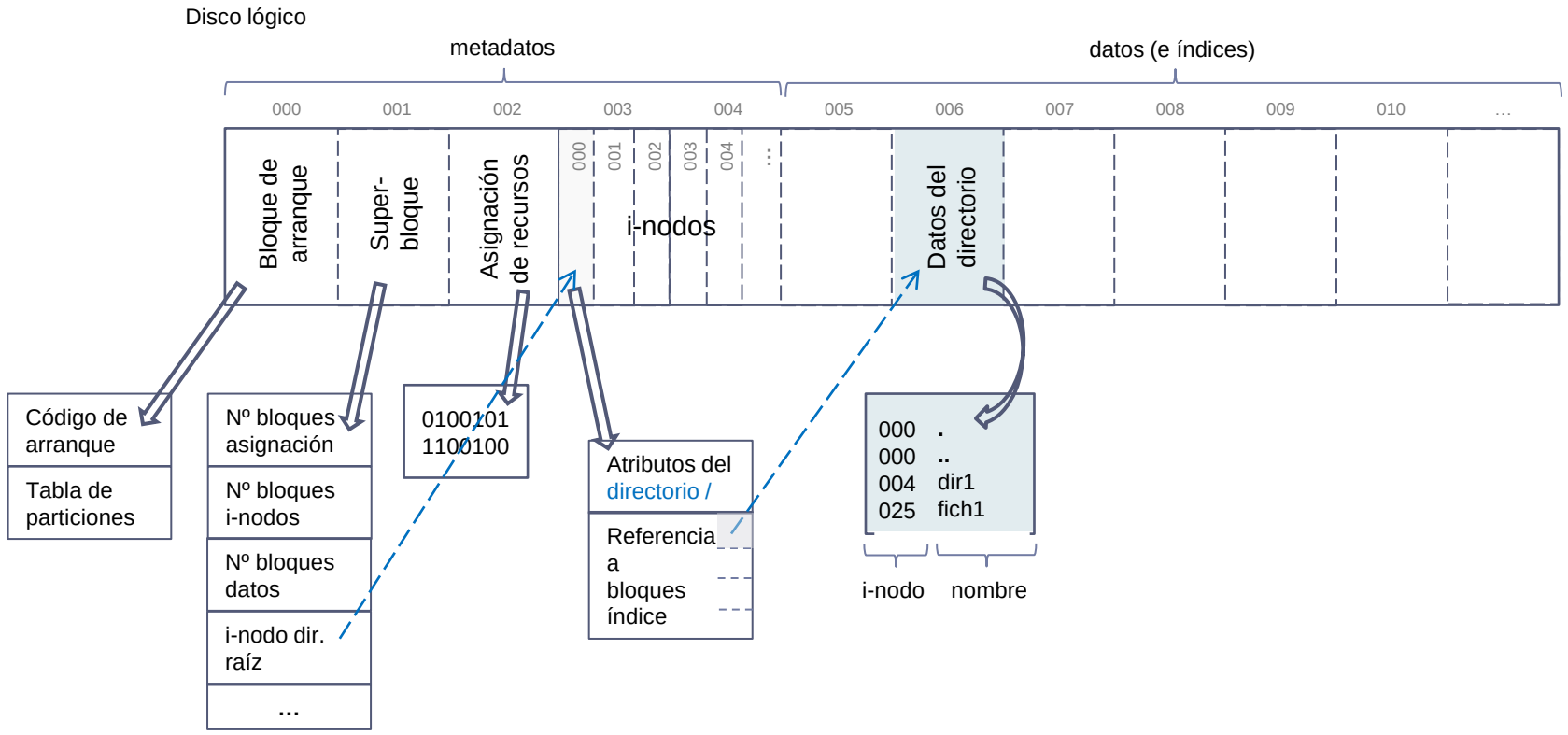
Ejemplos de representaciones

- Ficheros

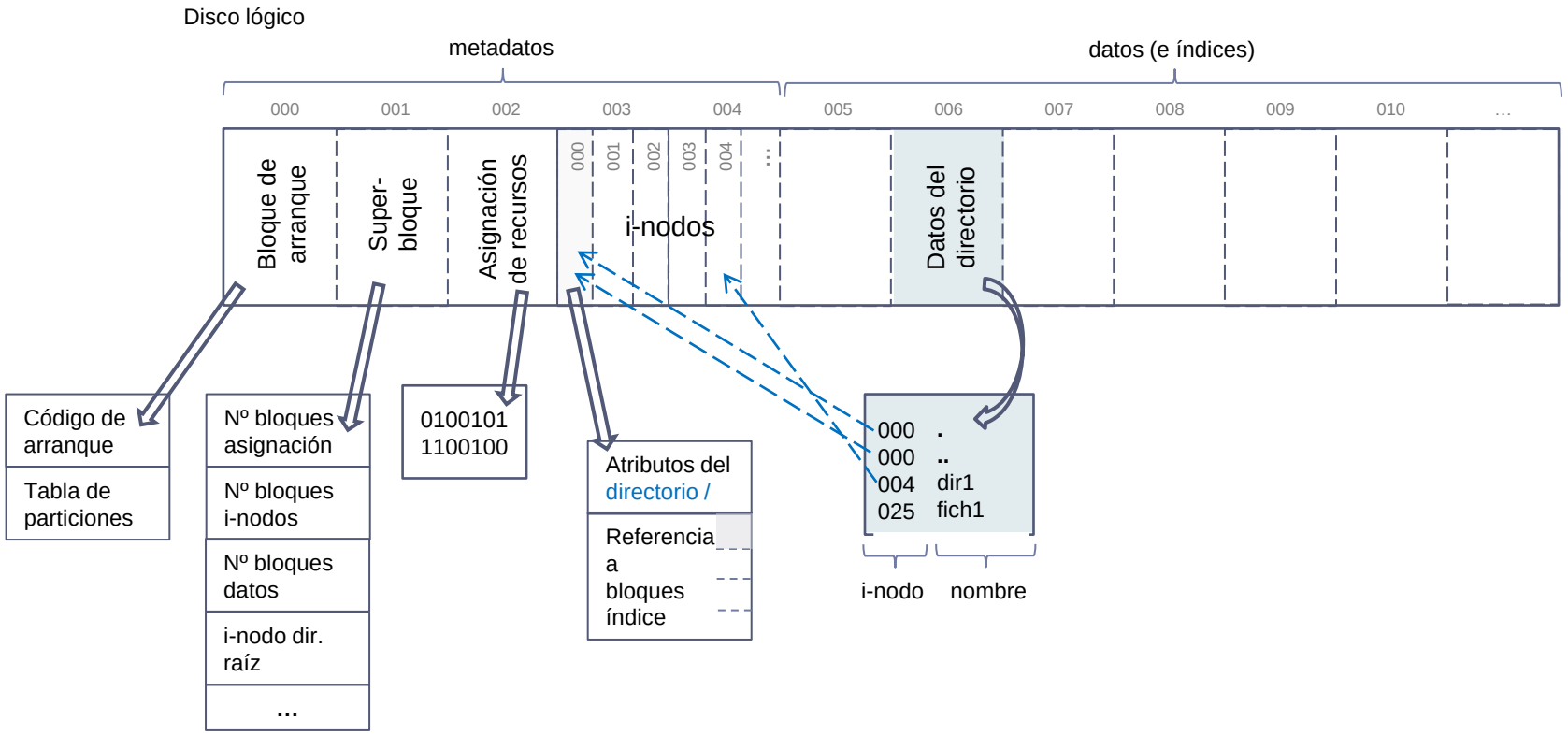
- Directorios

- Enlaces

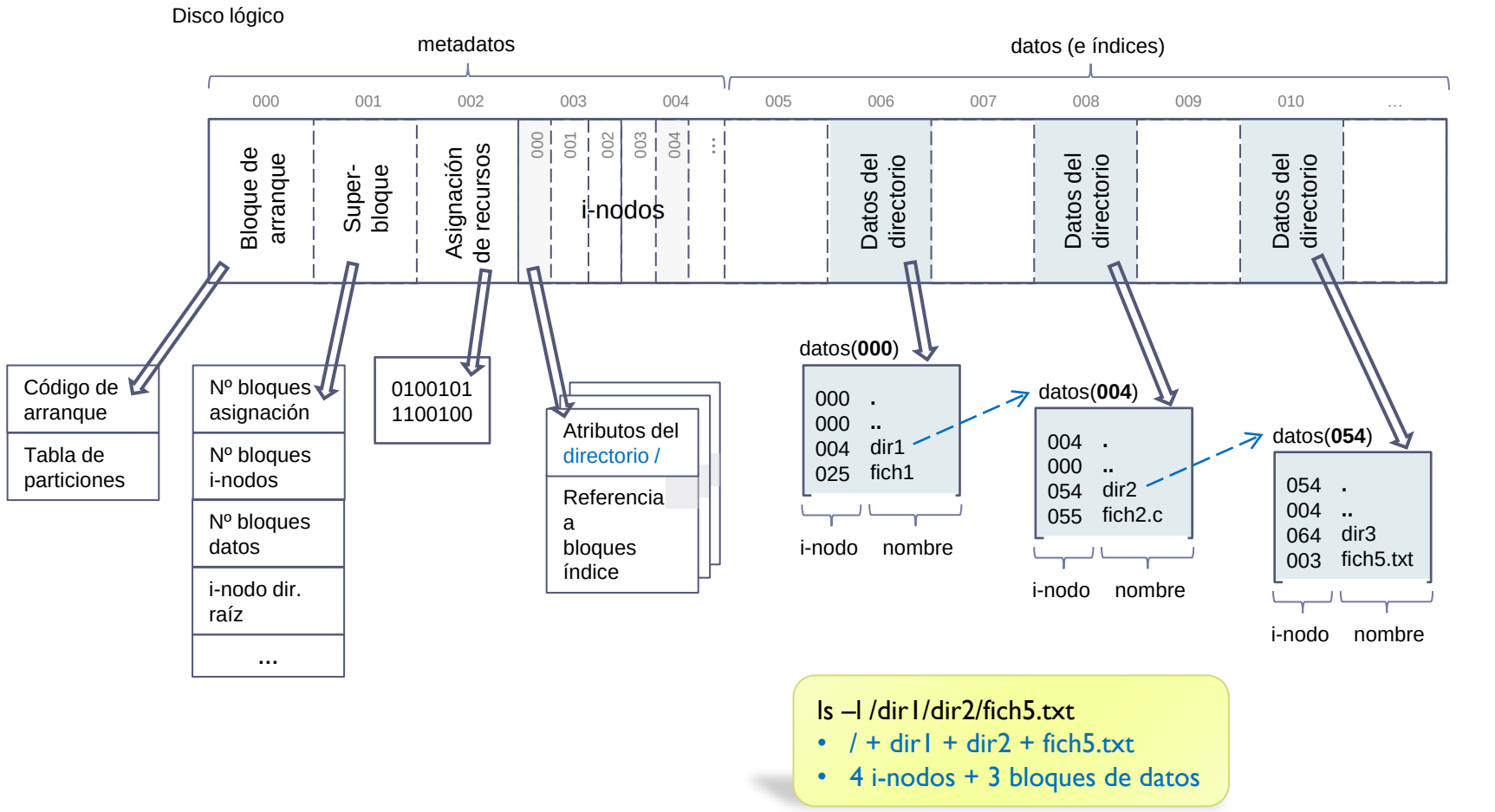
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: directorios



Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: directorios



Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: directorios



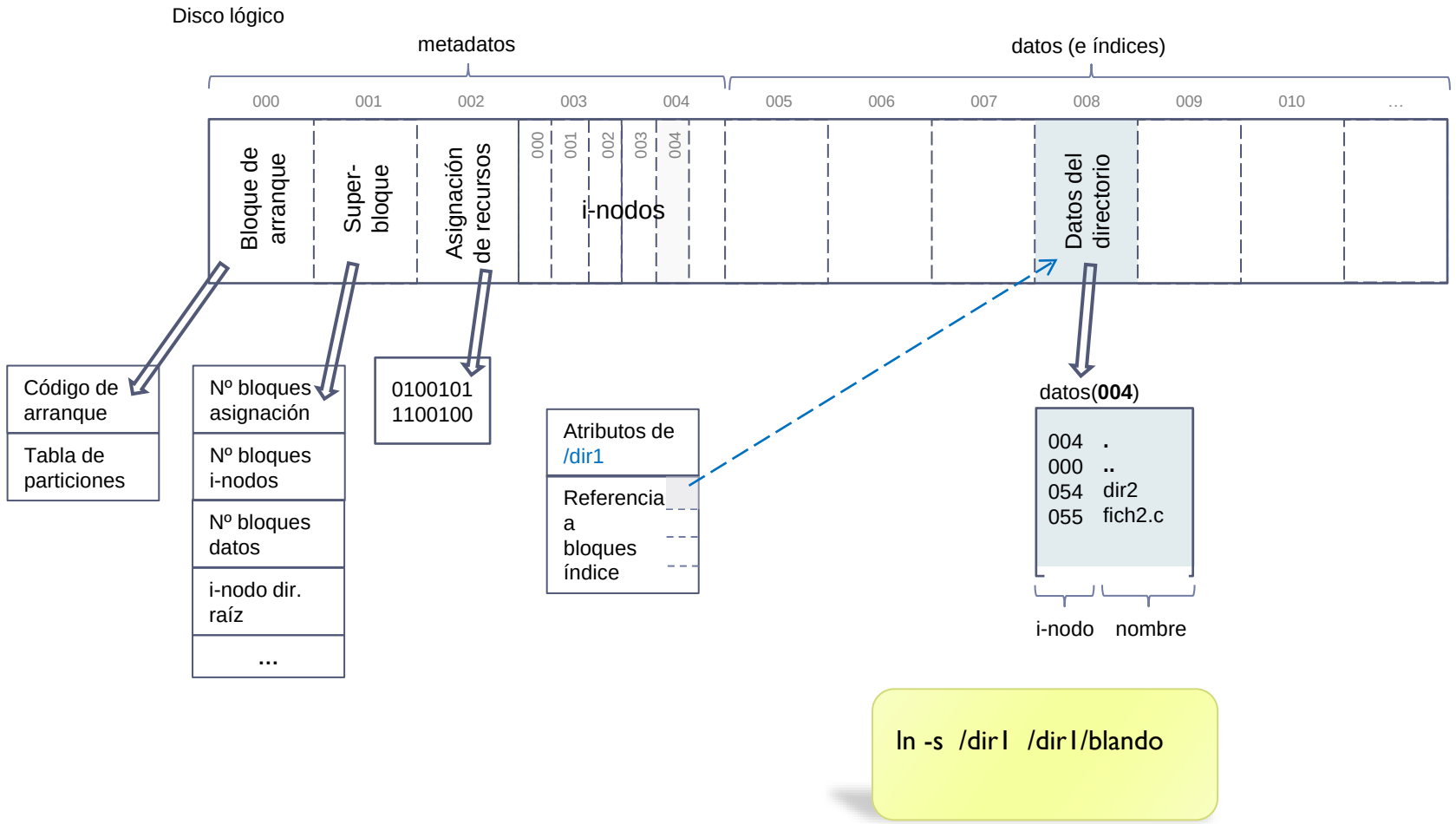
Ejemplos de representaciones

- Ficheros

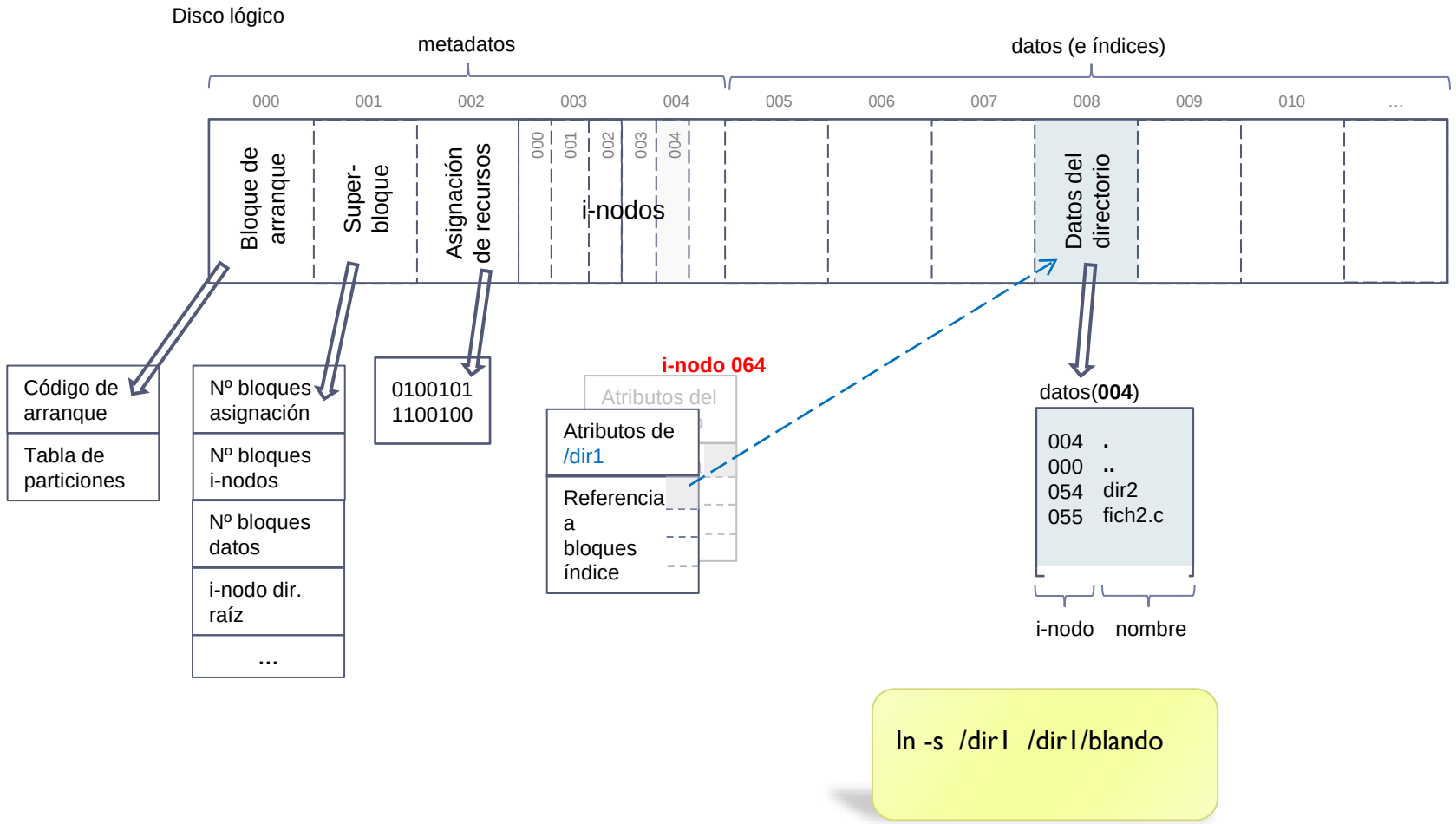
- Directorios

- Enlaces

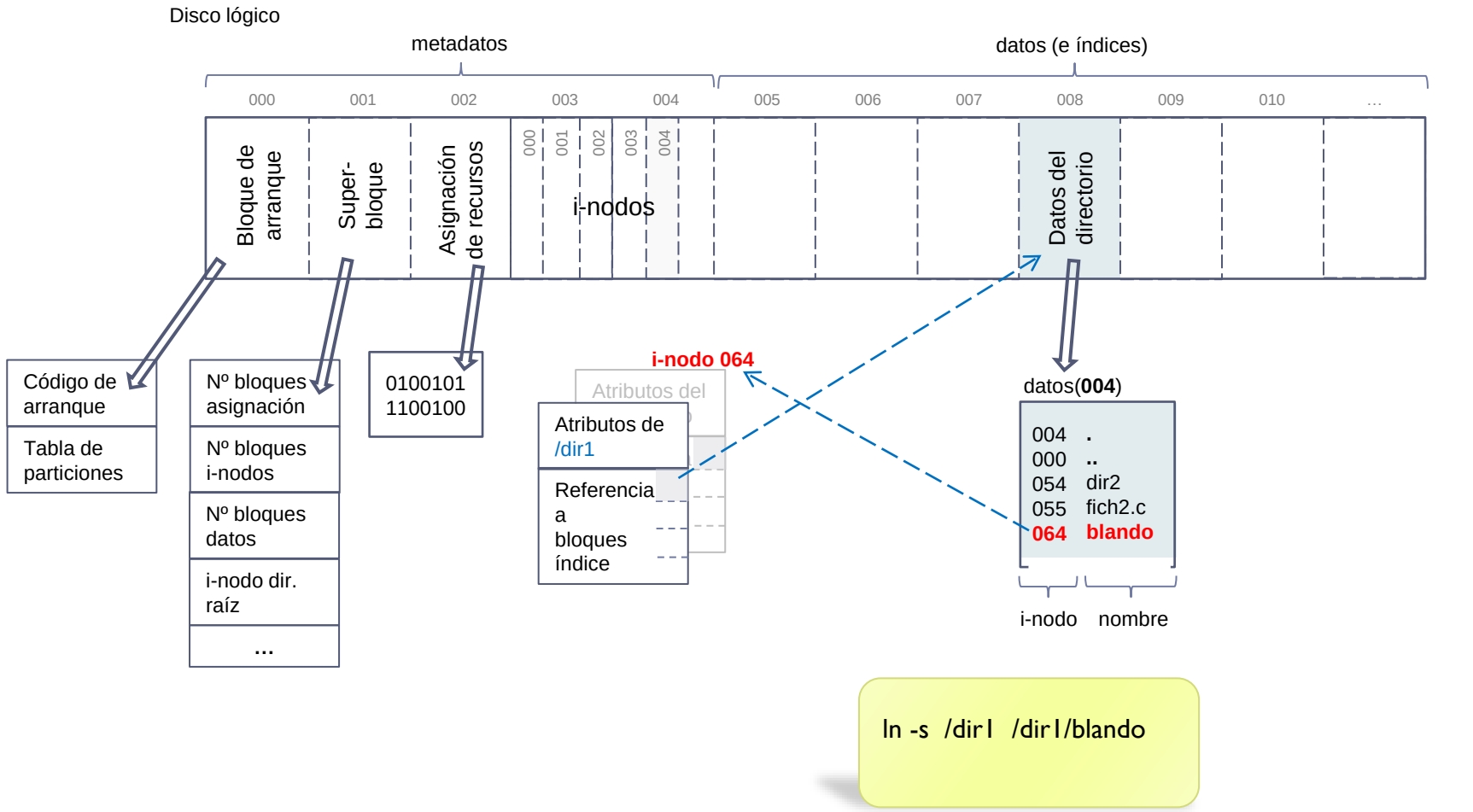
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace simbólico (o blando)



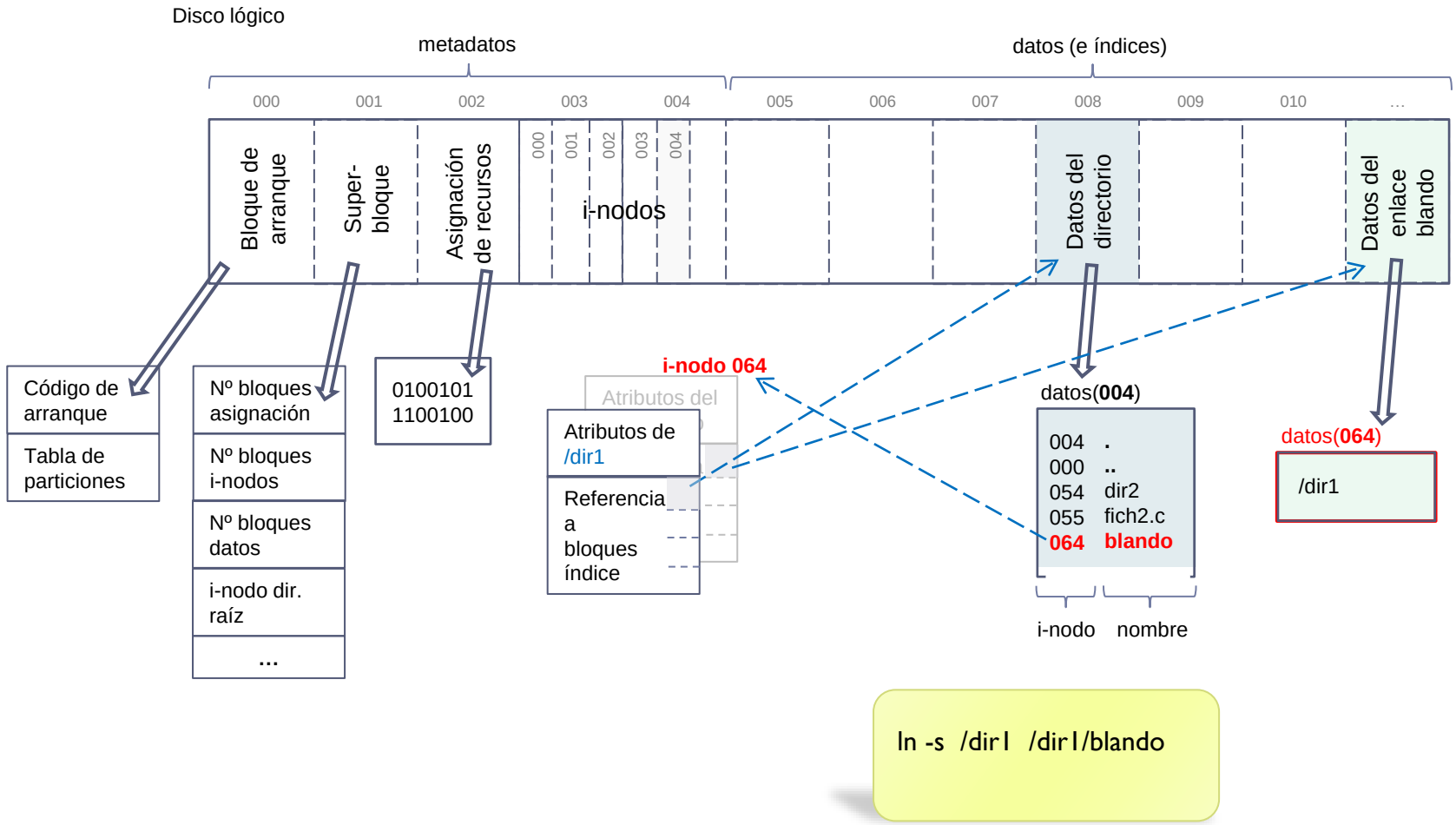
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace simbólico (o blando)



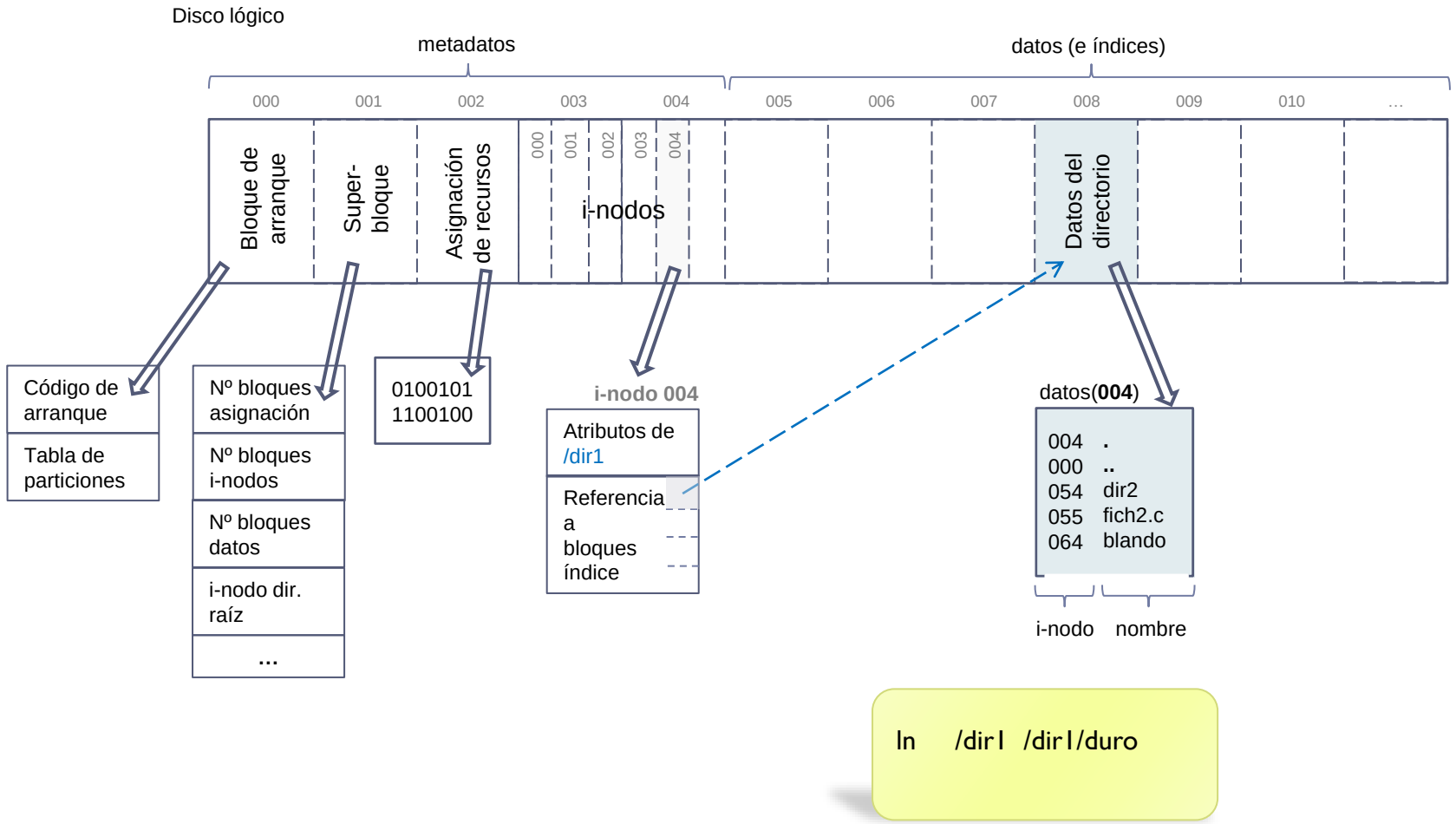
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace simbólico (o blando)



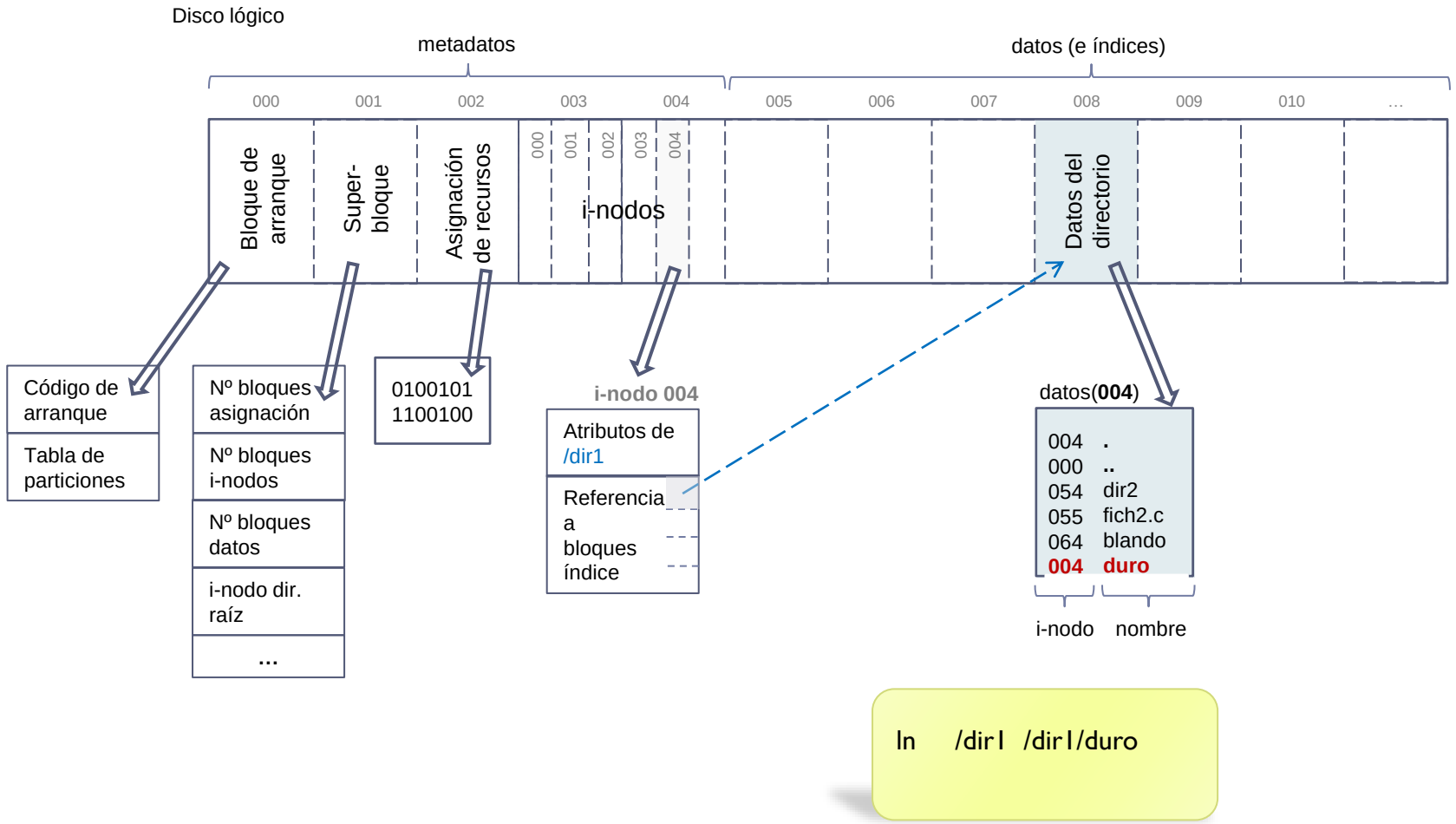
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace simbólico (o blando)



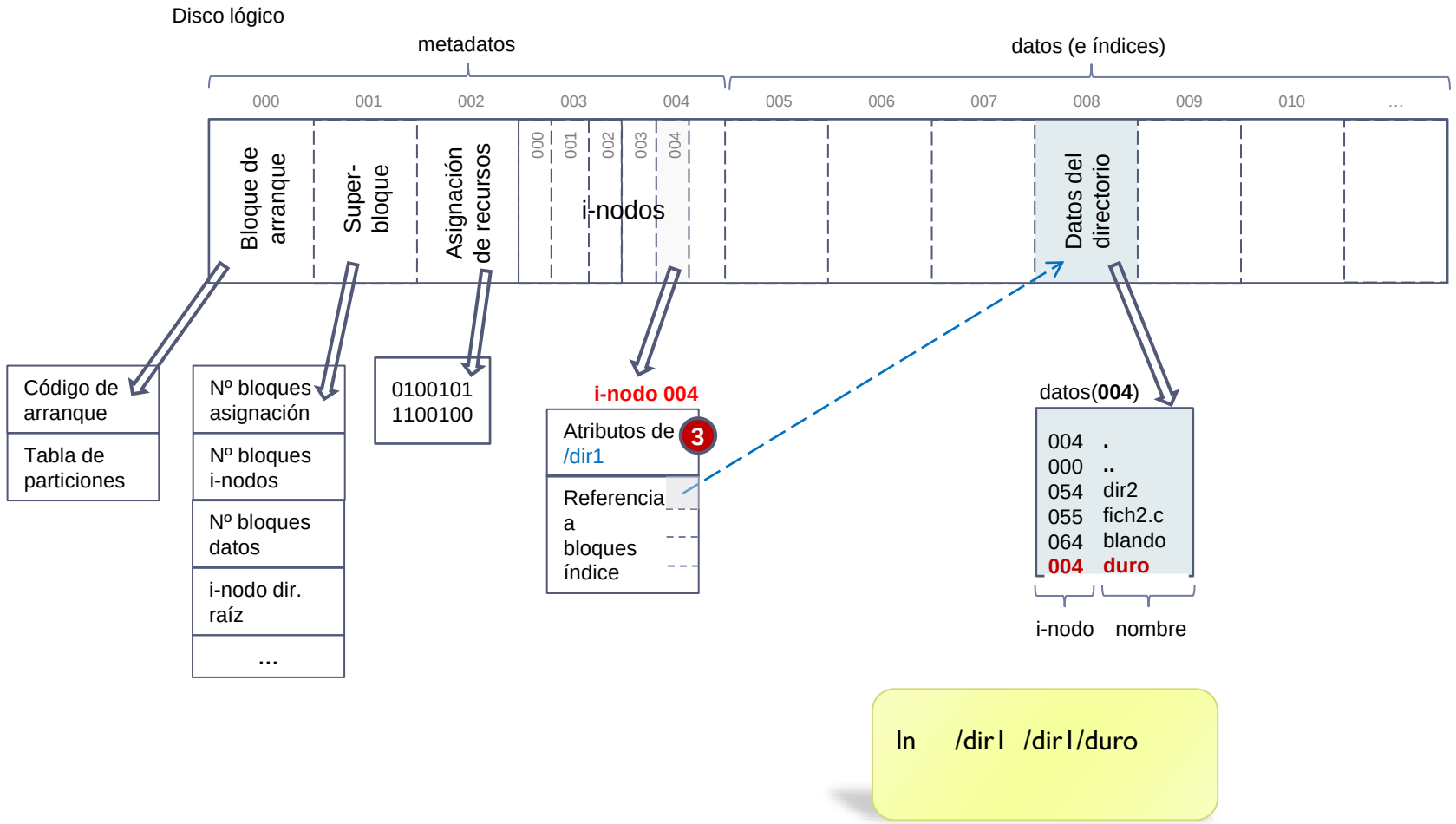
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace duro



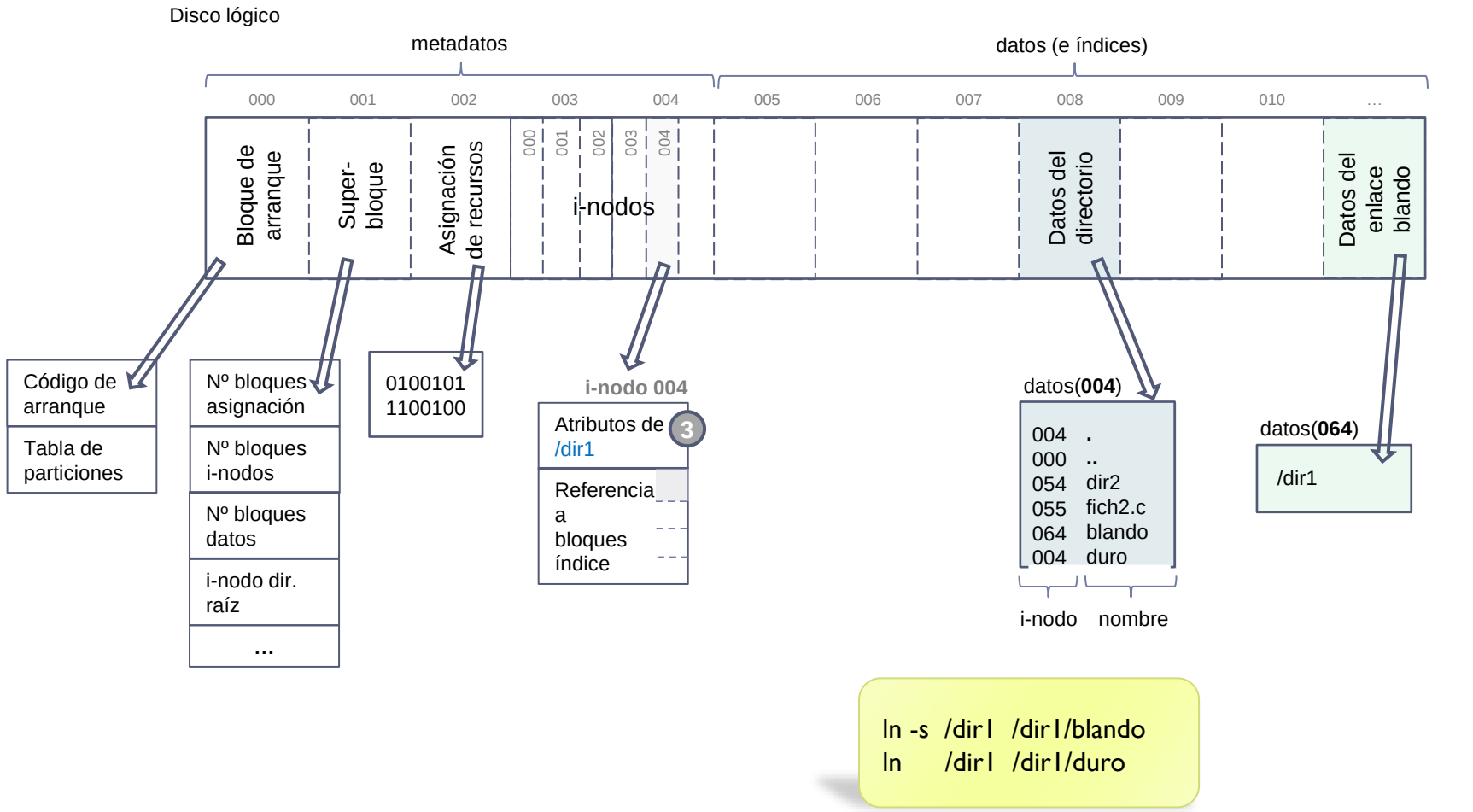
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace duro



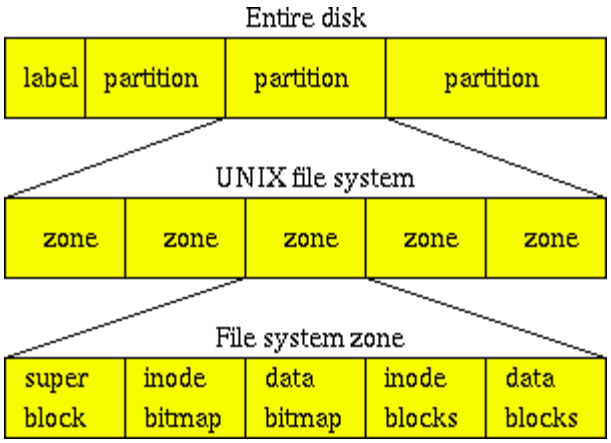
Sistema de ficheros:
representación tipo Unix: enlace duro



Sistema de ficheros:
enlace duro vs enlace simbólico

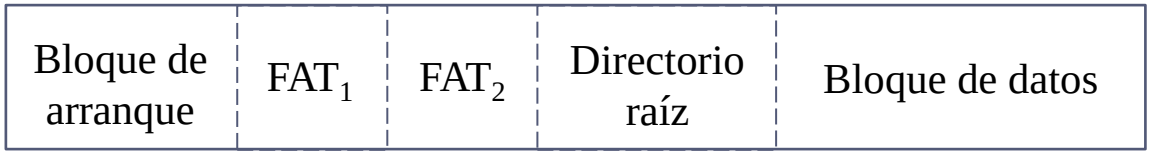


Estructuras del sistema de ficheros

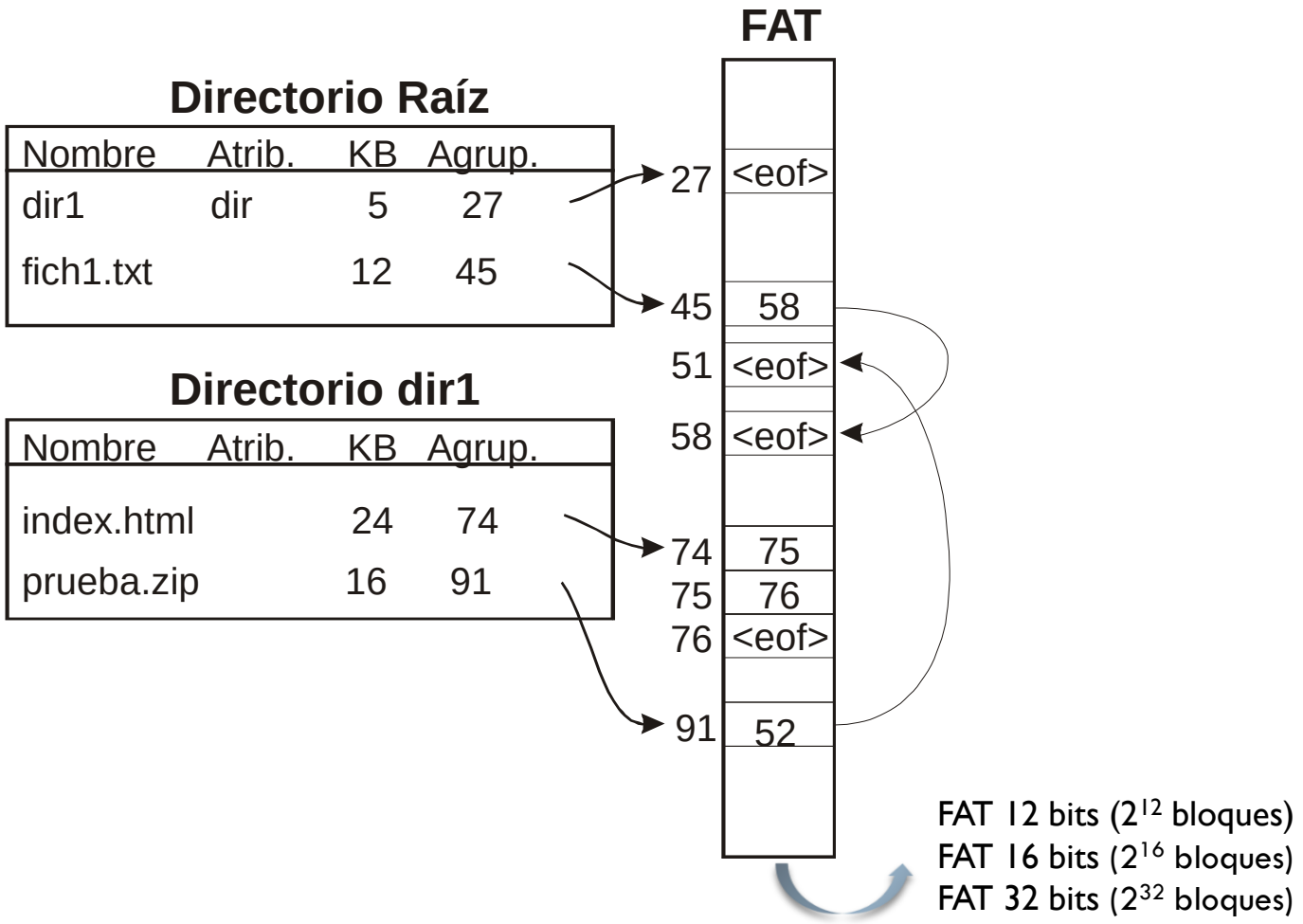


- UNIX/Linux
- FAT

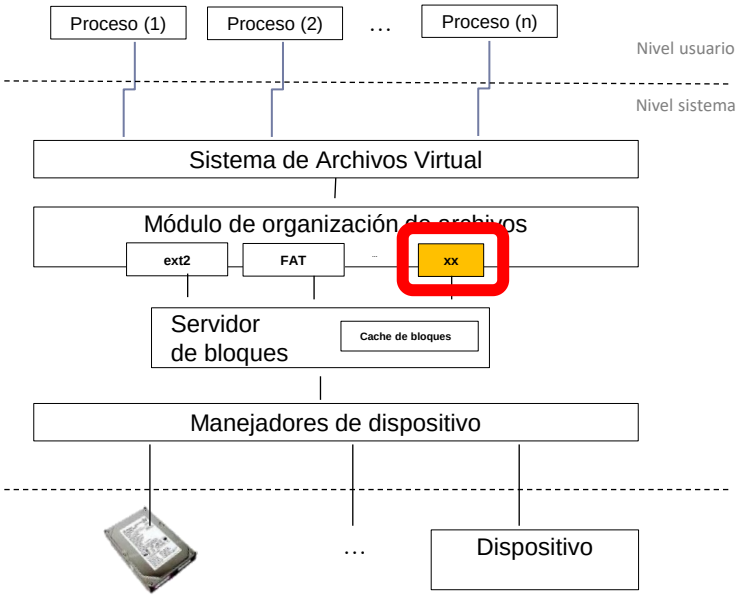
Estructuras del sistema de ficheros:
FAT



Representación de ficheros y directorios:
FAT



Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



- (0) Requisitos del sistema.
- (1) Estructuras en disco.
- **(2) Estructuras en memoria.**
- Caché de bloques.
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

(2) Estructuras de datos en memoria...

Llamadas al sistema de archivos

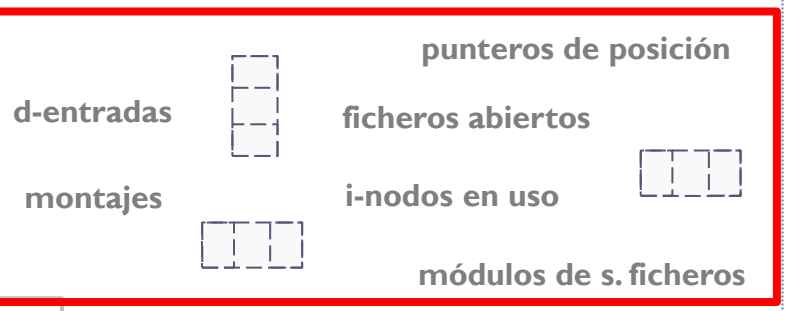
Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc	
iget	iput	ifree	free	bmap

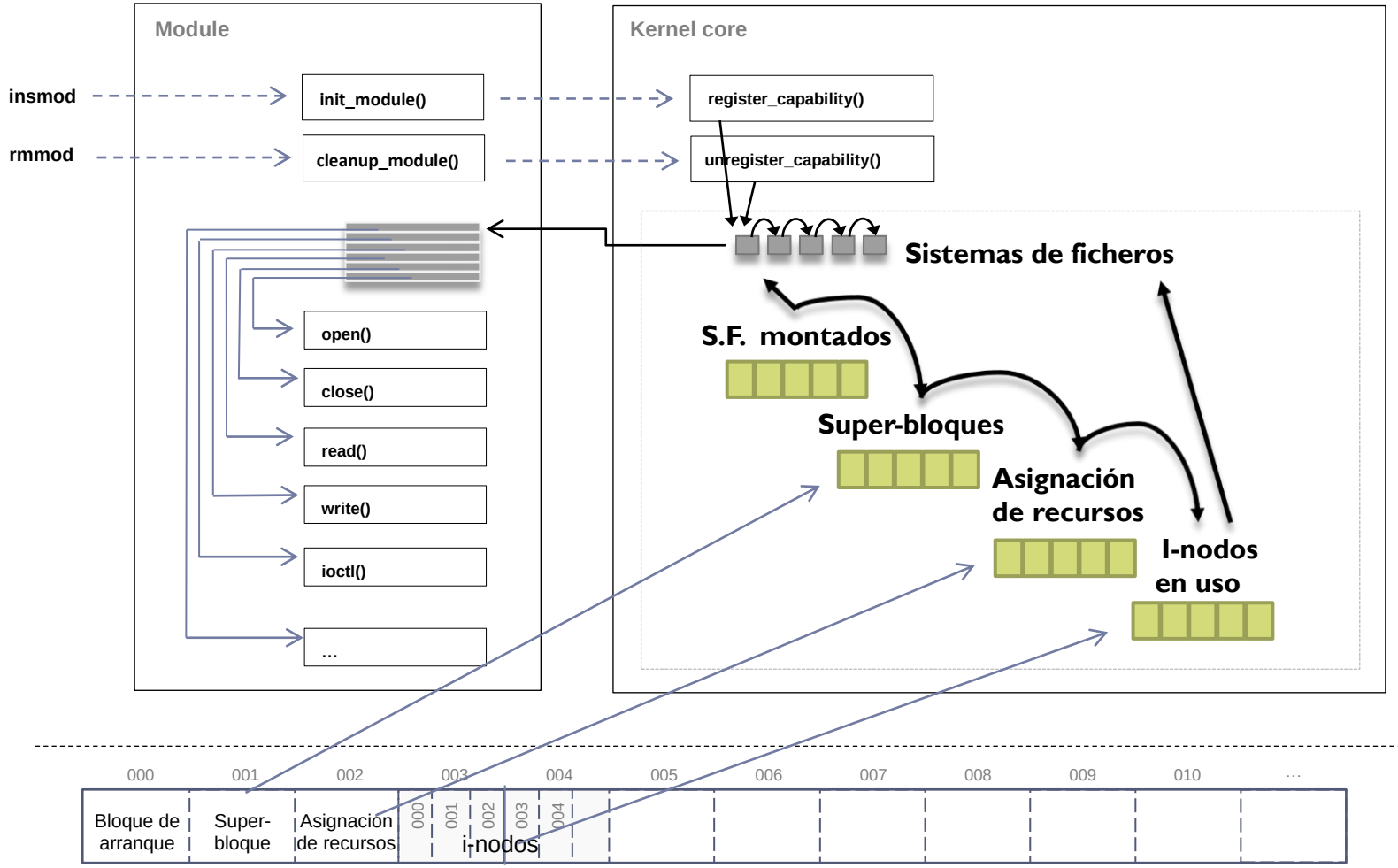
Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite



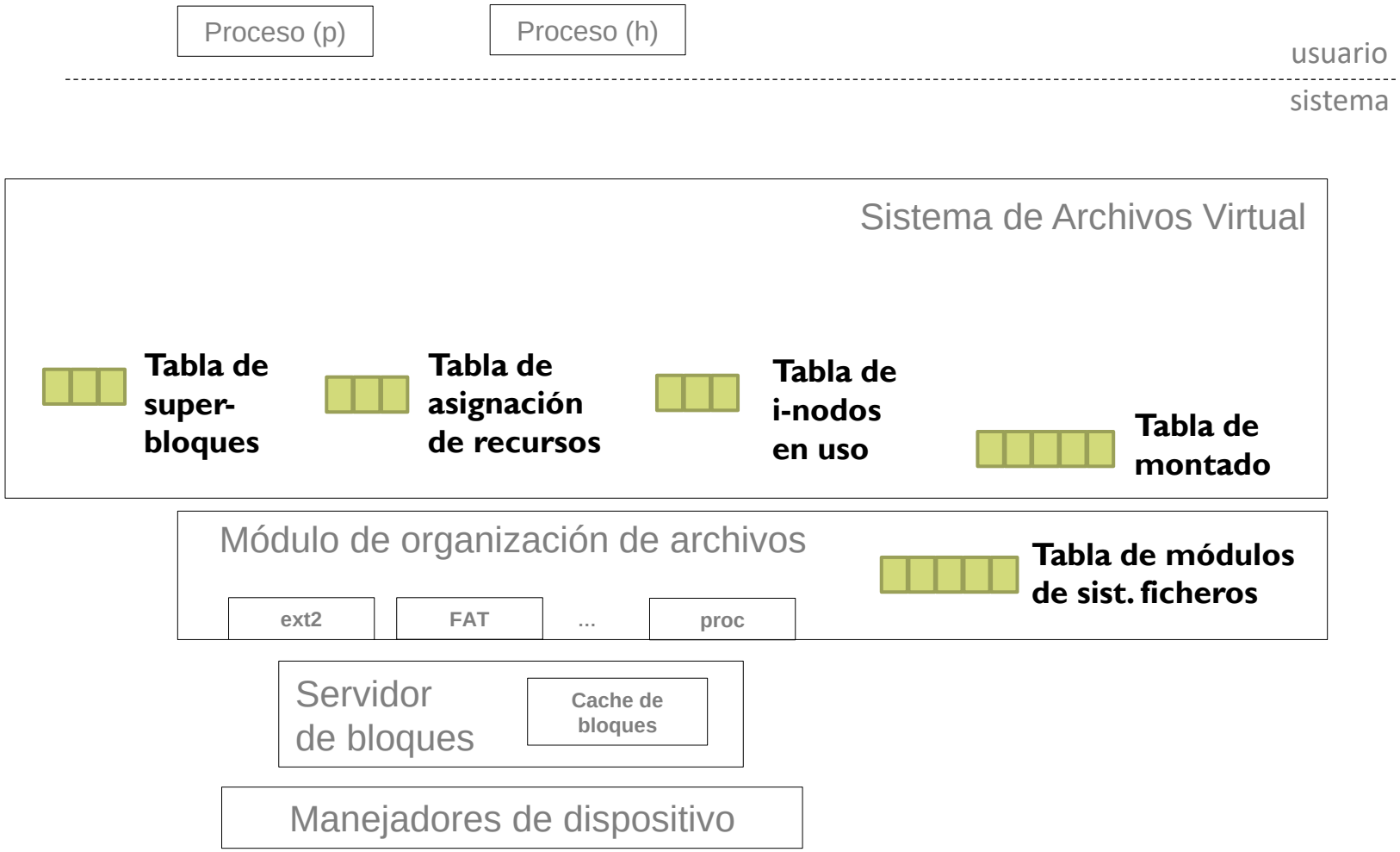
Modelo de partida...

estructuras en memoria en relación al código



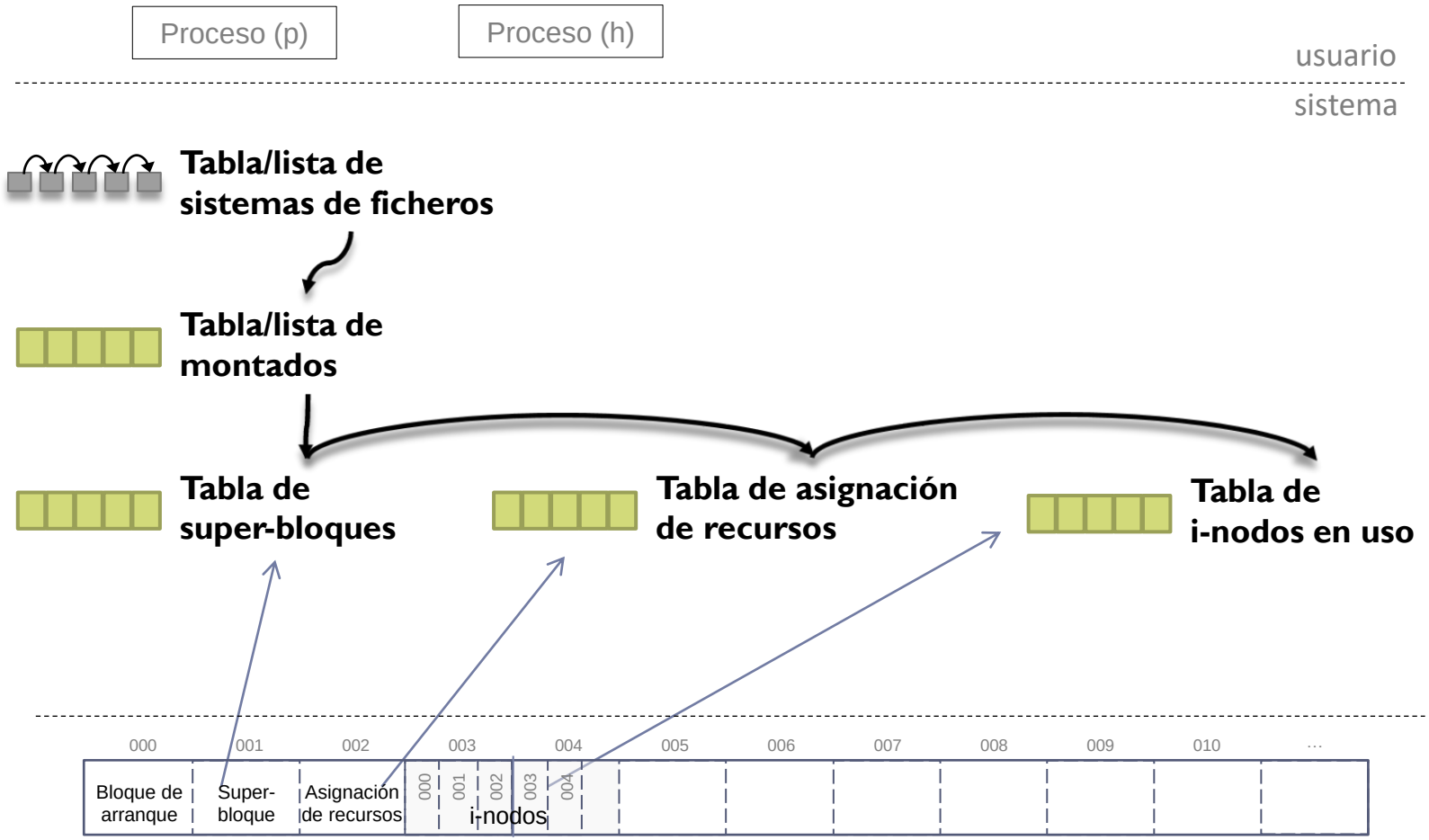
Modelo de partida...

estructuras en memoria en relación a la arquitectura del sistema

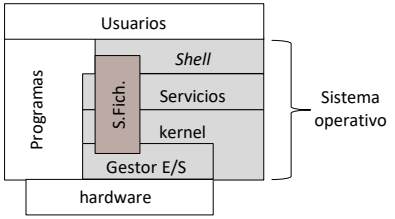


Modelo de partida...

estructuras en memoria solo

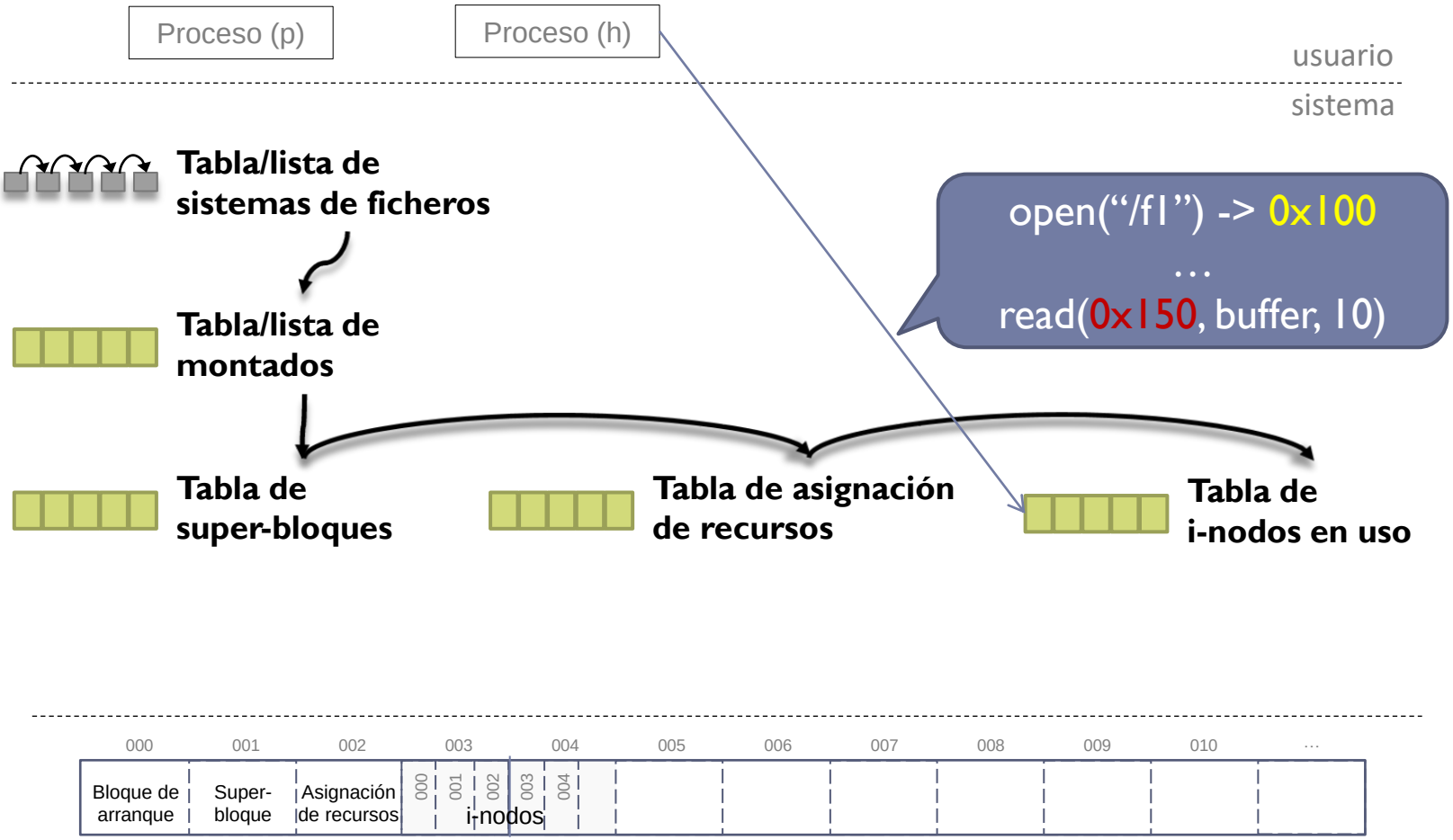


(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix

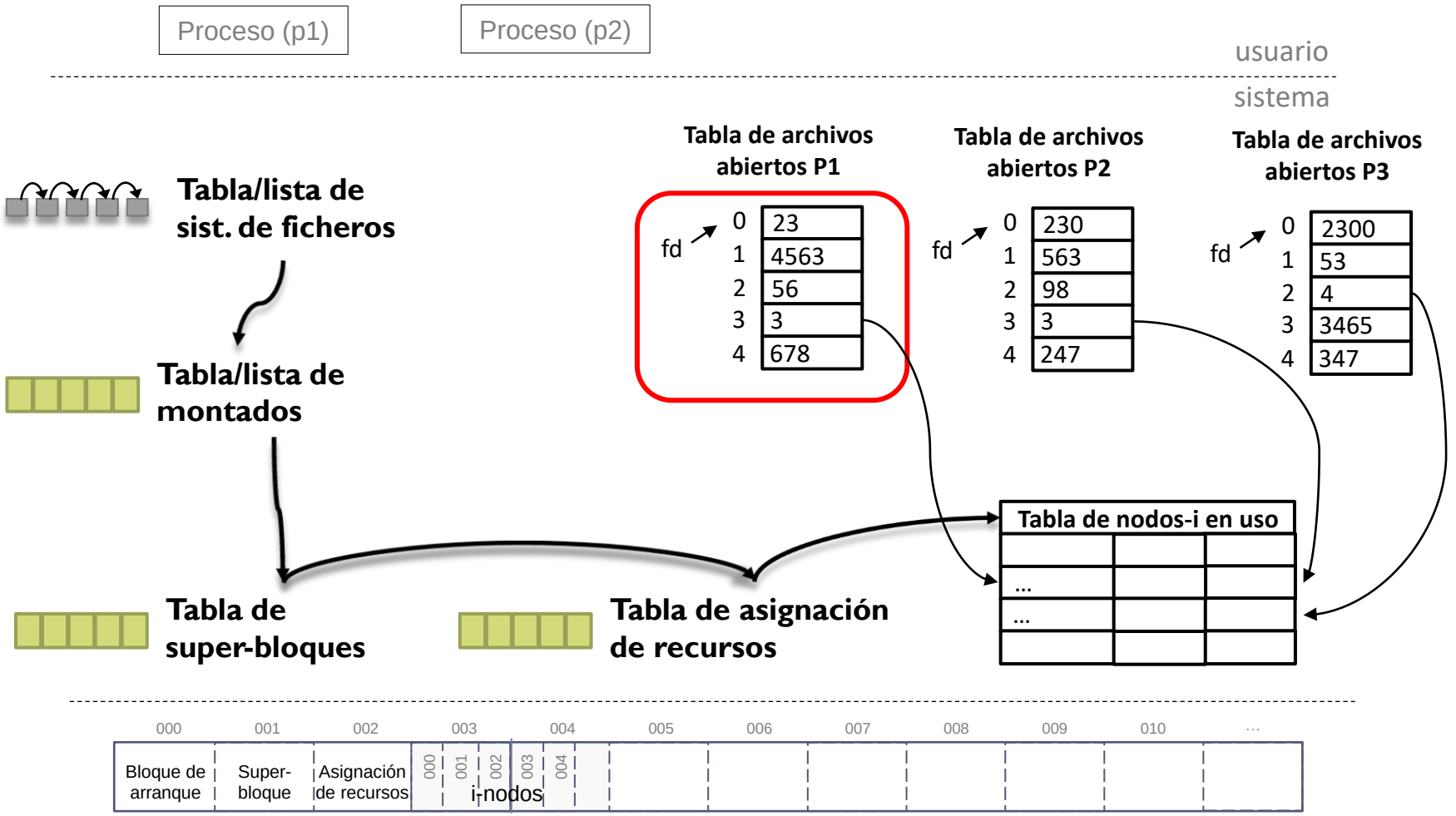


- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

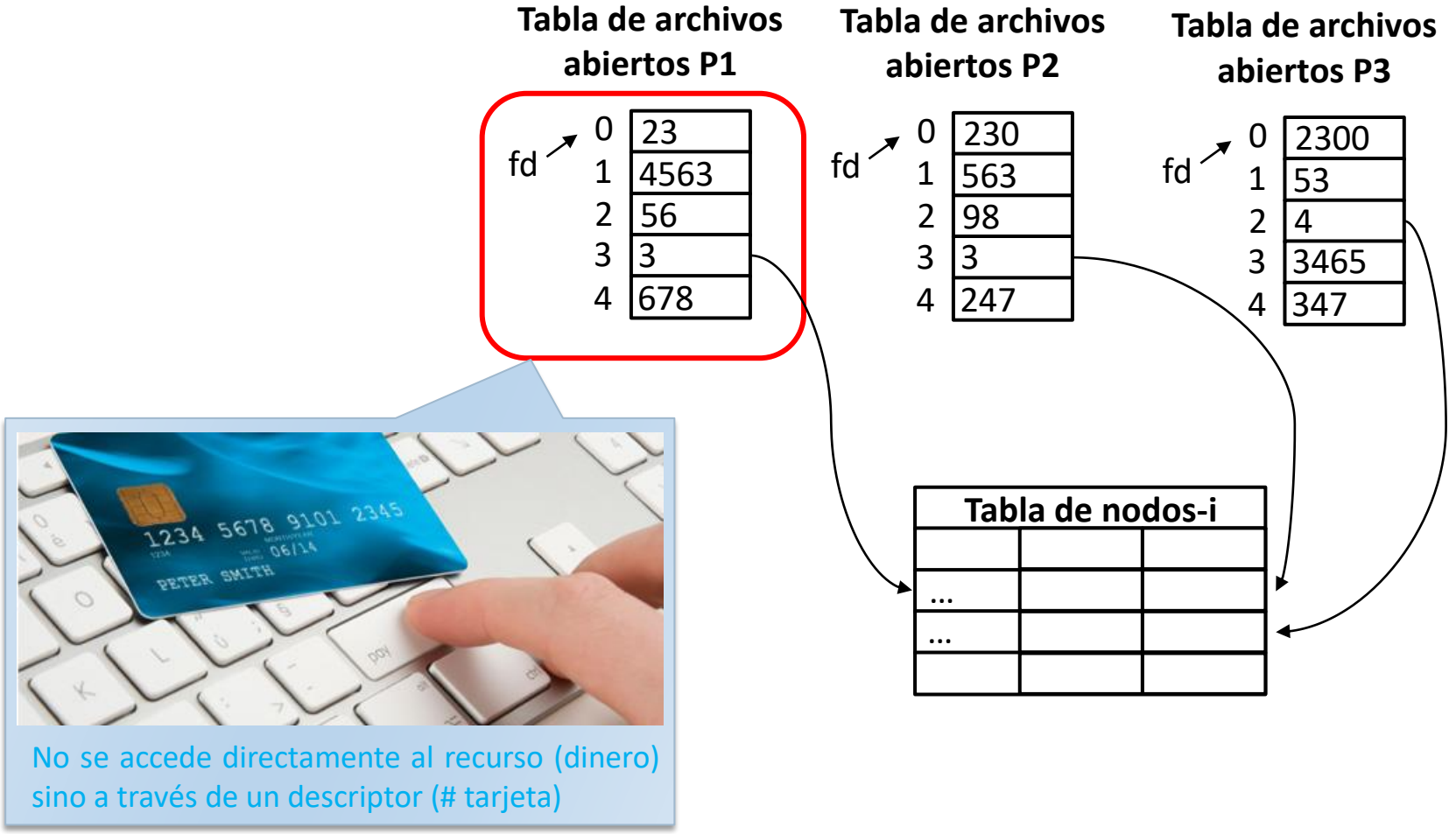
Modelo extendido por requisitos…
tabla de descriptores (ficheros abiertos)



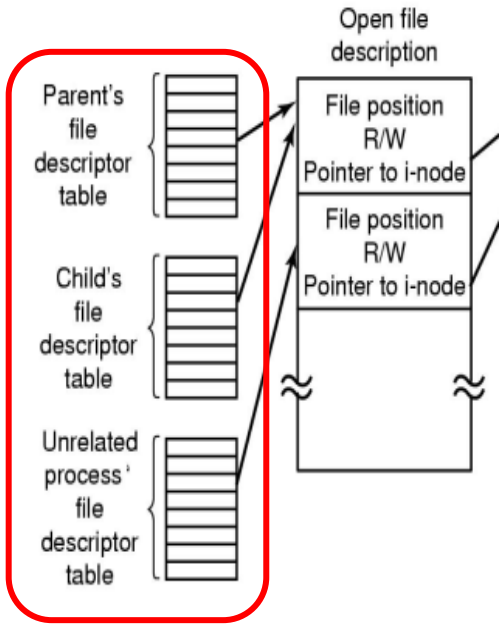
Estructuras principales de gestión
tabla de descriptores (ficheros abiertos)



Estructuras principales de gestión
tabla de descriptores (ficheros abiertos)



Estructuras principales de gestión
tabla de descriptores (ficheros abiertos)



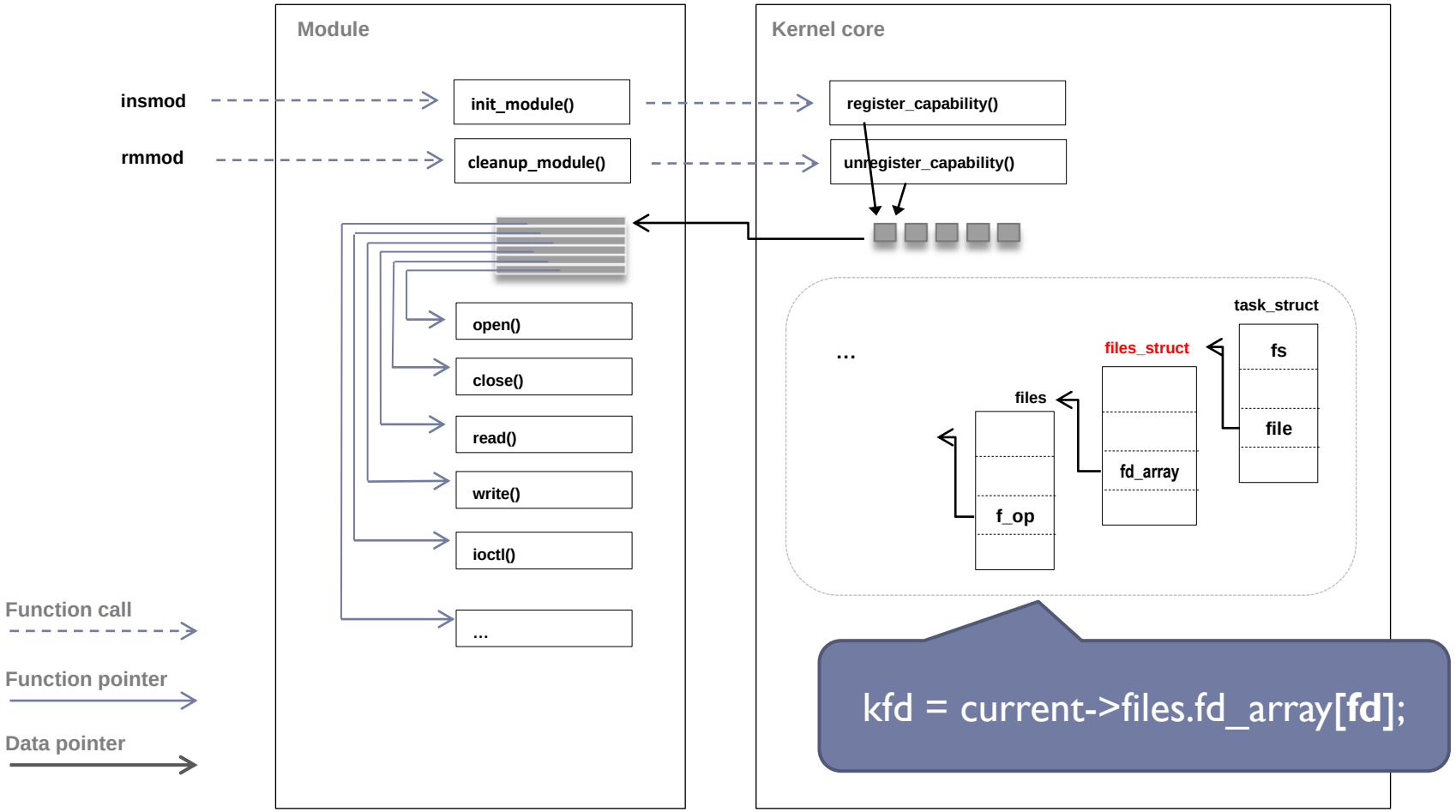
- Cada proceso tiene una tabla de descriptores donde guarda la referencia de cada uno de los ficheros que ha abierto:
  - El descriptor de archivo `fd` indica el lugar de tabla.
  - Se asigna a `fd` la primera posición libre de la `tdaa`.
  - El tamaño de la tabla determina el máximo número de archivos abiertos que cada proceso puede tener abierto a la vez en un instante dado.
  - En los sistemas UNIX cada proceso tiene tres descriptores de archivos abiertos por defecto: entrada estándar (0), salida estándar (1) y salida de error (2).
- Al clonar un proceso se copia todos los valores:
  - Los procesos clonados "ven" los ficheros/pipes que el padre había abierto antes de clonar.

Estructuras principales de gestión
tabla de descriptores (ficheros abiertos): Linux

```
struct fs_struct {
    atomic_t    count;              /* structure's usage count */
    spinlock_t  file_lock;          /* lock protecting this structure */
    int         max_fds;            /* maximum number of file objects */
    int         max_fdset;          /* maximum number of file descriptors */
    int         next_fd;            /* next file descriptor number */
    struct file **fd;               /* array of all file objects */
    fd_set      *close_on_exec;     /* file descriptors to close on exec() */
    fd_set      *open_fds;          /* pointer to open file descriptors */
    fd_set      close_on_exec_init; /* initial files to close on exec() */
    fd_set      open_fds_init;      /* initial set of file descriptors */
    struct file  *fd_array[NR_OPEN_DEFAULT]; /* array of file objects */
};
```

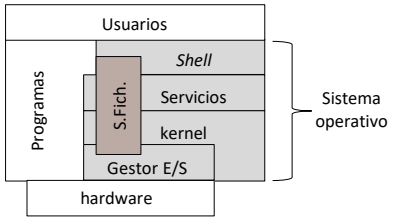

http://www.makelinux.net/books/lkd2/ch12lev1sec10

Estructuras principales de gestión
tabla de descriptores (ficheros abiertos): Linux



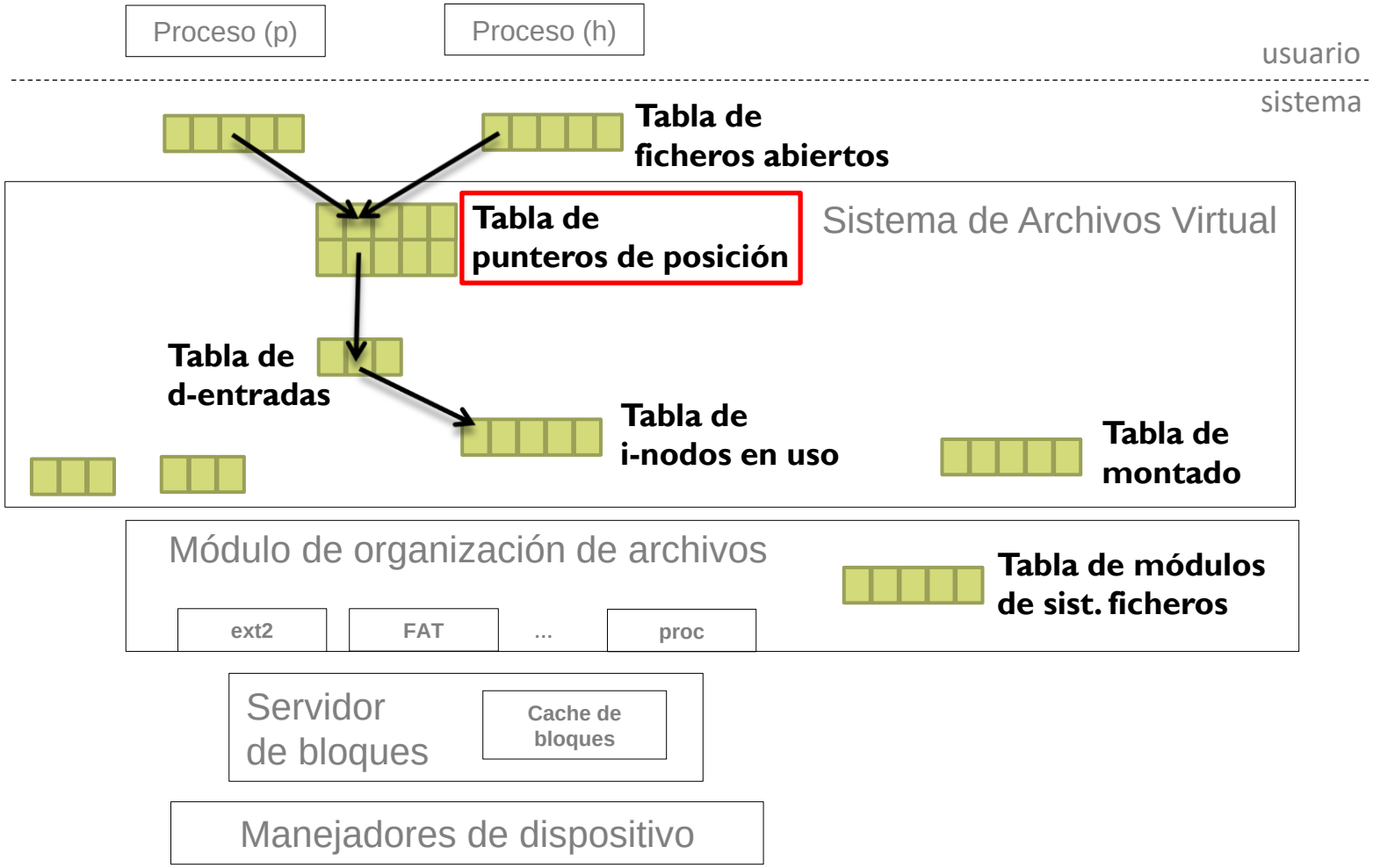
http://www.xml.com/ldd/chapter/book/ch02.html

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix

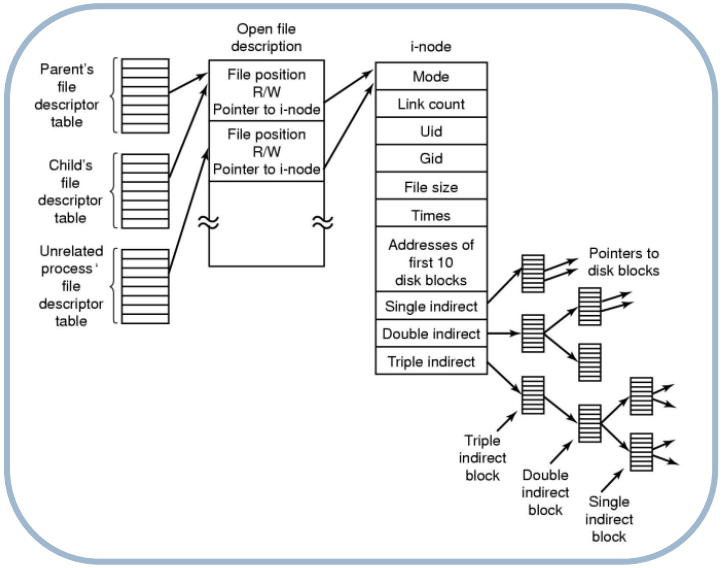


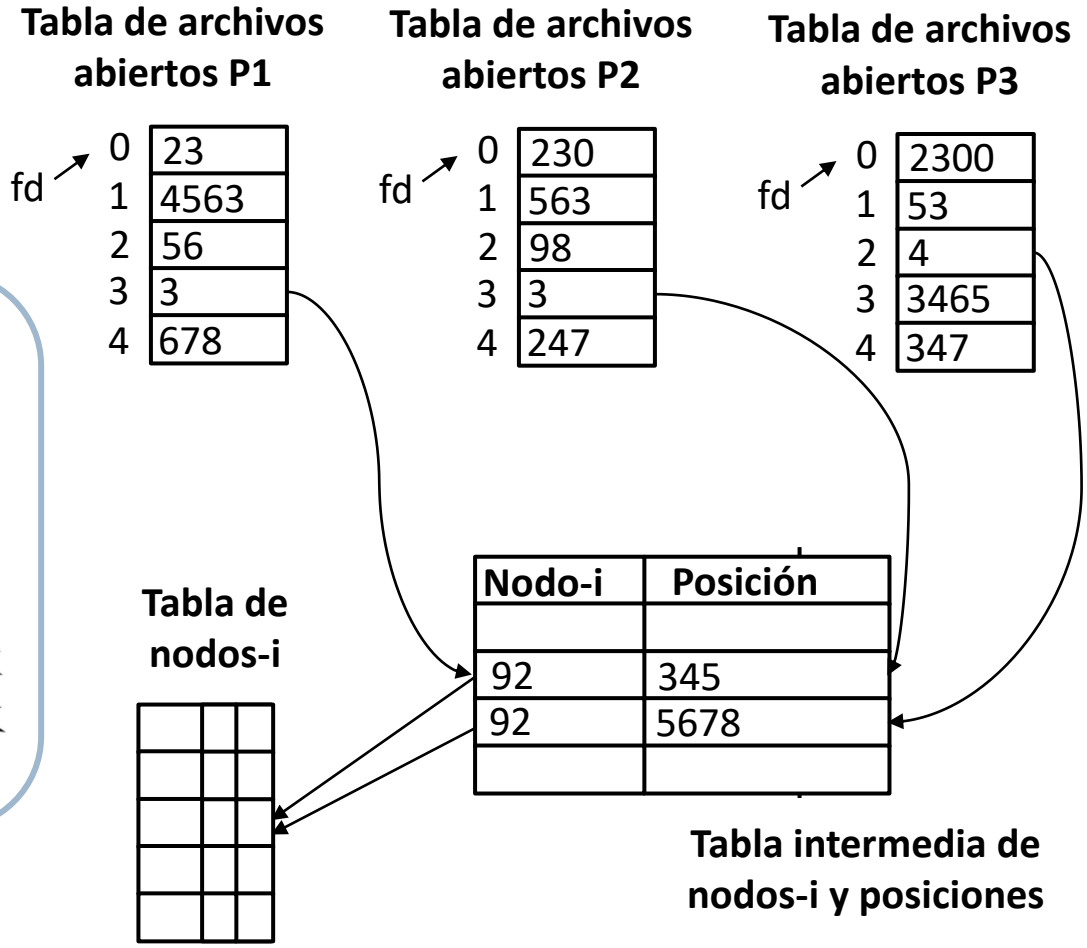
- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Estructuras principales de gestión



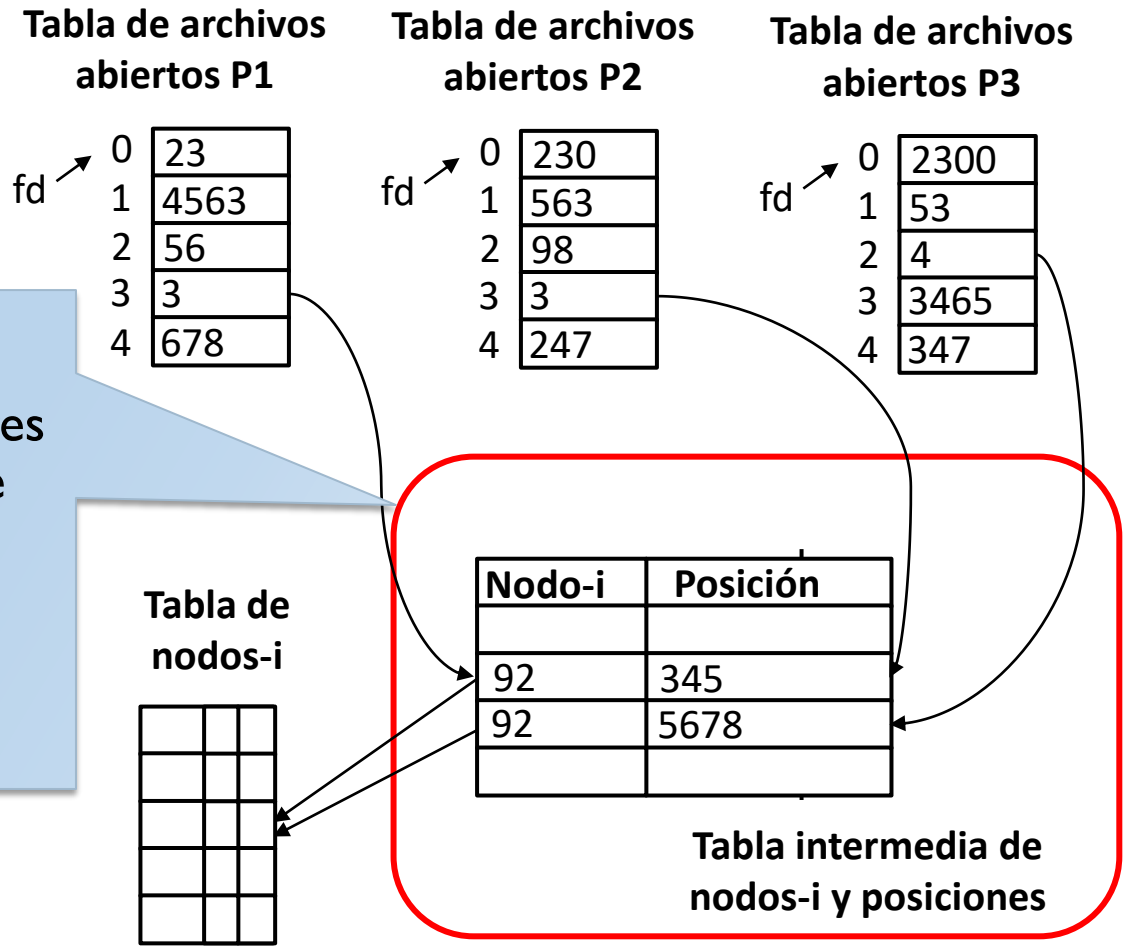
Estructuras principales de gestión
tabla punteros de posición





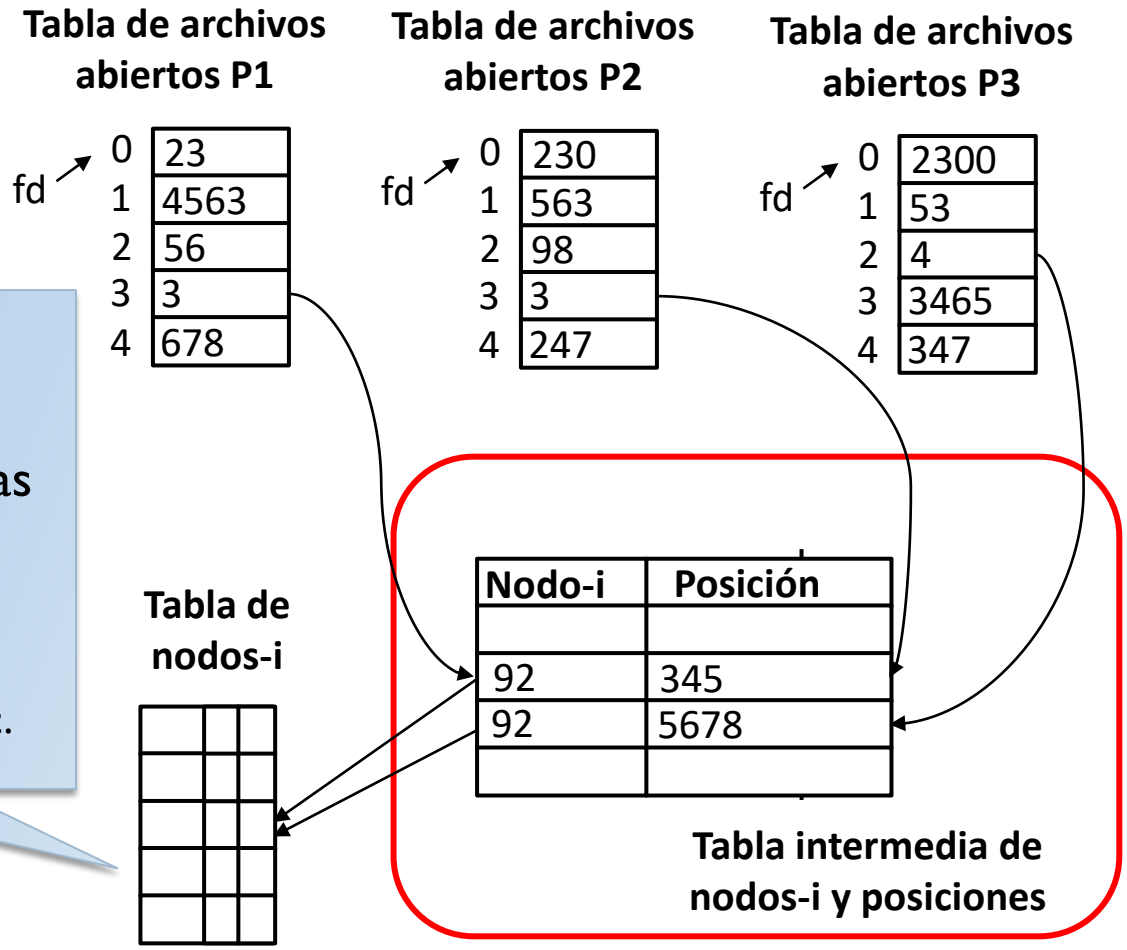
Estructuras principales de gestión
tabla punteros de posición

- Tabla FILP (FILe Pointer)
- Entre la tabla de descriptores y (normalmente) la tabla de i-nodos.
- Guarda (principalmente) el puntero de posición del archivo.

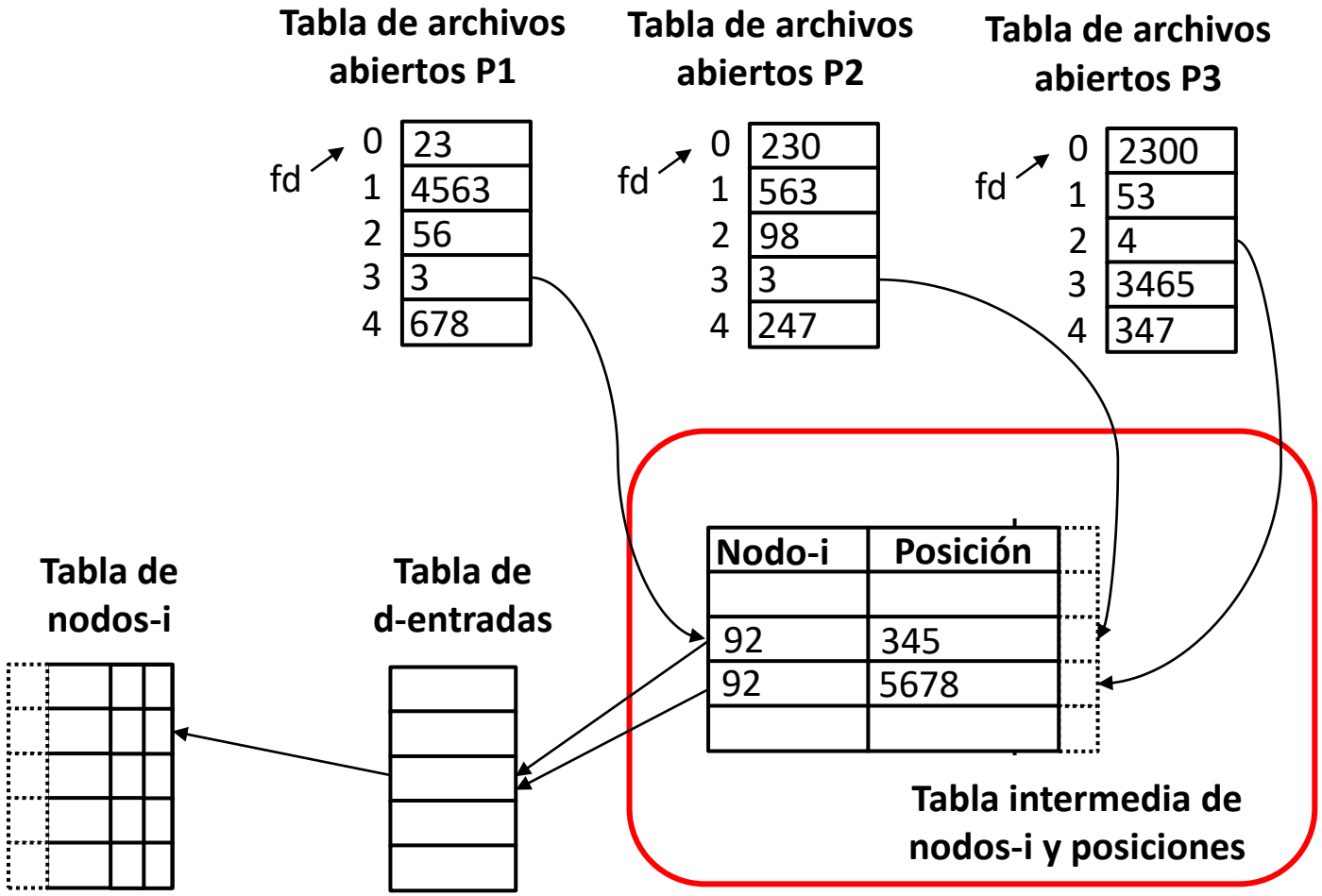


Estructuras principales de gestión
tabla punteros de posición

- La tabla de nodos-i (o i-nodos) suele tener todos los datos y referencias a funciones necesarias para trabajar con ficheros y directorios:
  - Transferencia, metadatos, etc.

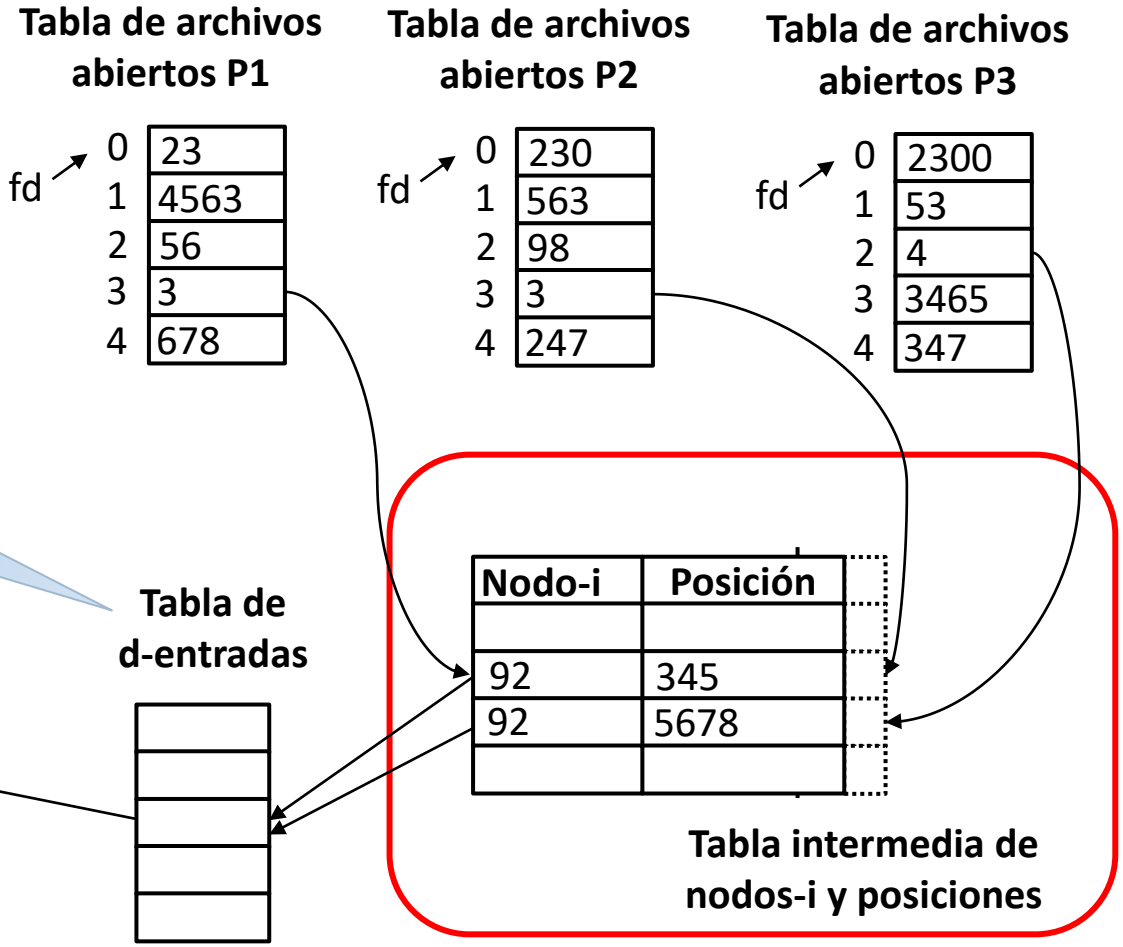


Estructuras principales de gestión
tabla ficheros: Linux



Estructuras principales de gestión
tabla ficheros: Linux

- Hay una tabla intermedia más para llegar a la de i-nodos (nodos-i)
- Las operaciones más frecuentes se mueven de los i-nodos a la tabla intermedia



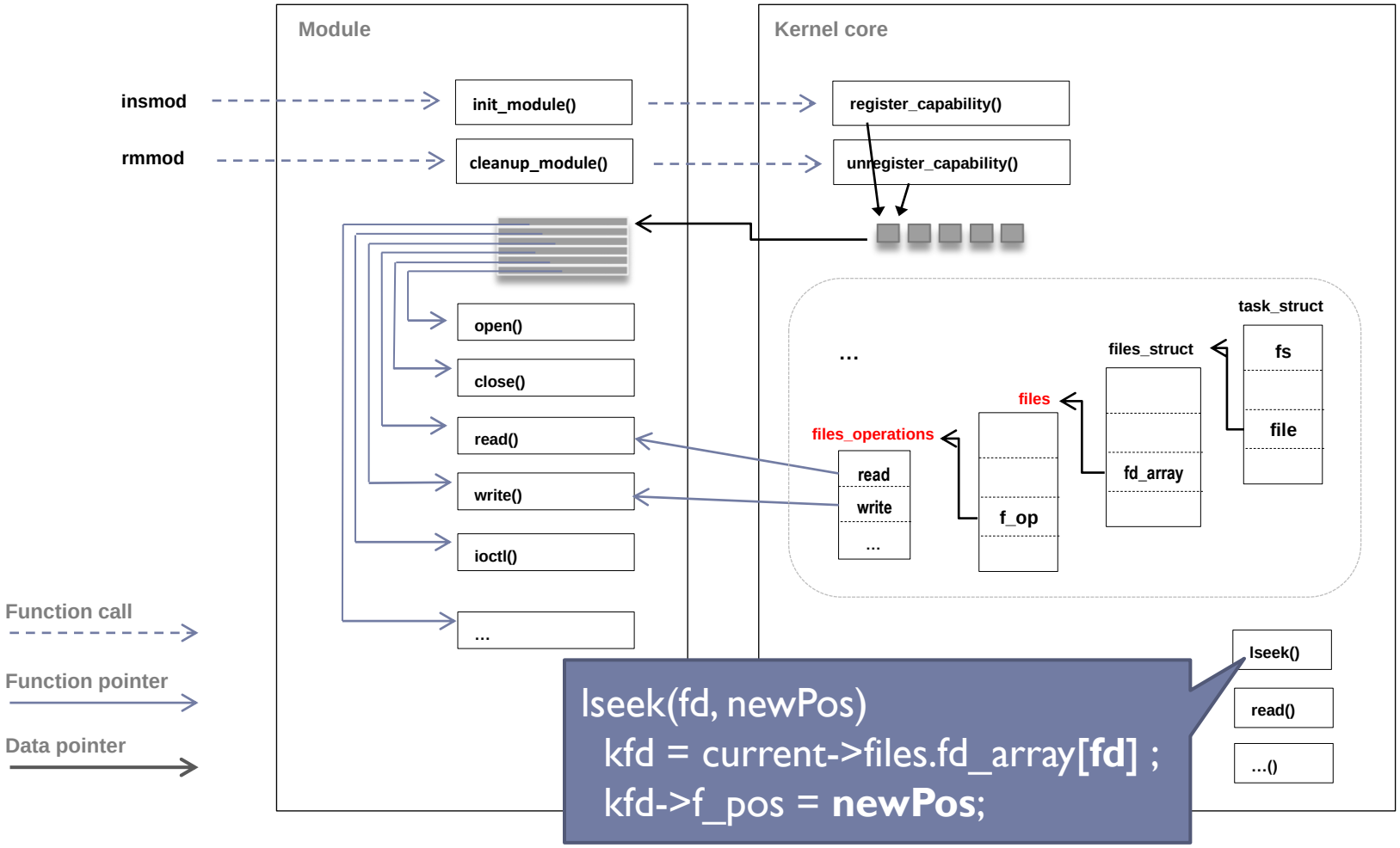
Estructuras principales de gestión
tabla ficheros: Linux

```
struct file {
        struct dentry           *f_dentry;
        struct vfsmount         *f_vfsmnt;
        struct file_operations  *f_op;
        mode_t                  f_mode;
        loff_t                  f_pos;
        struct fown_struct      f_owner;
        unsigned int            f_uid, f_gid;
        unsigned long           f_version;
        ...
} ;
```

```
struct file_operations  {
    int      (*open)    (struct inode *, struct file *);
    ssize_t  (*read)    (struct file *, char *, size_t, loff_t *);
    ssize_t  (*write)   (struct file *, const char *, size_t, loff_t *);
    loff_t   (*llseek)  (struct file *, loff_t, int);
    int      (*ioctl)   (struct inode *, struct file *,
                         unsigned int, ulong);
    int      (*readdir) (struct file *, void *, filldir_t);
    int      (*mmap)    (struct file *, struct vm_area_struct *);
    …
};
```

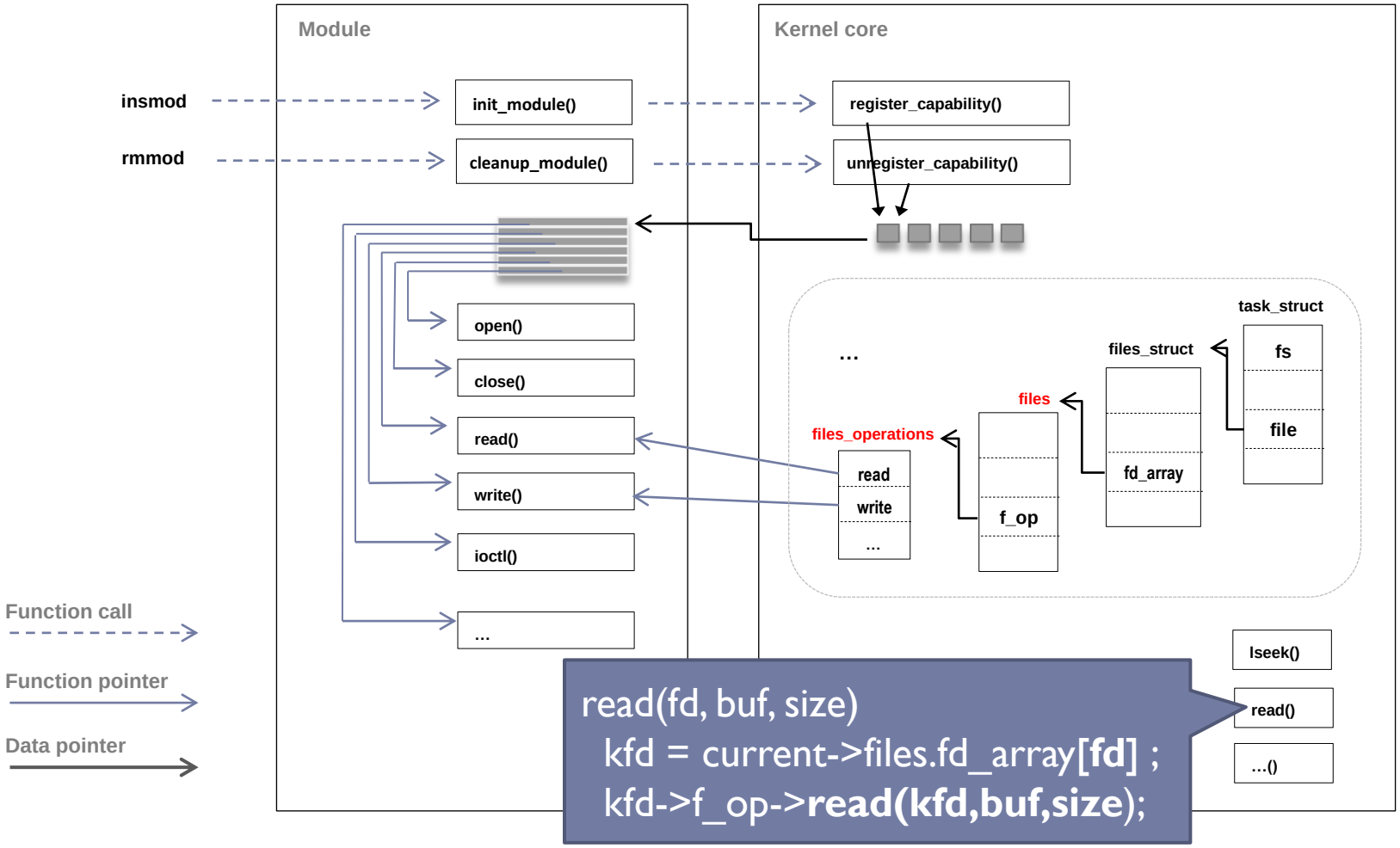

http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla ficheros: Linux



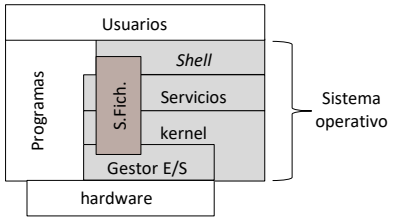
http://www.xml.com/ldd/chapter/book/ch02.html

Estructuras principales de gestión
tabla ficheros: Linux



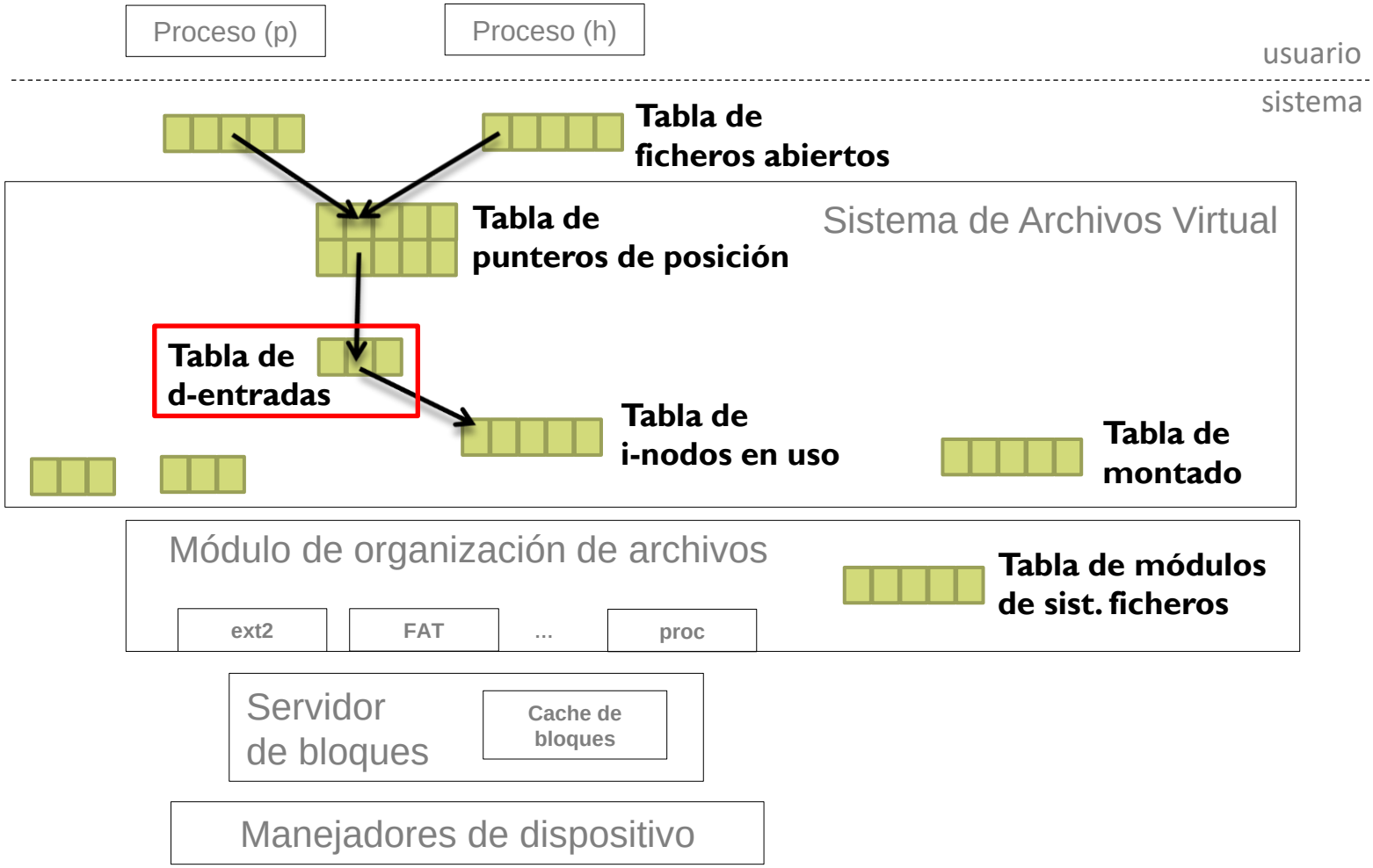
http://www.xml.com/ldd/chapter/book/ch02.html

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Estructuras principales de gestión



Estructuras principales de gestión
tabla de d-entradas (entradas de directorio)

- Usada como la caché de entradas de directorios.
  - Principalmente relaciona el nombre de una entrada (fichero o directorio) con su i-nodo.
    - Se llama dentry negativa si no tiene asociado un i-nodo (solo es un nombre).
  - Pero también relaciona el nombre de una entrada (fichero o directorio) con el nombre del directorio padre, con el superbloque, funciones de gestión asociadas, etc.

Estructuras principales de gestión
tabla de d-entradas (entradas de directorio): Linux

```
struct dentry {
        struct  inode           *d_inode;
        struct  dentry          *d_parent;
        struct  qstr             d_name;
        struct  dentry_operations  *d_op;
        struct  super_block        *d_sb;
        struct  list_head          d_subdirs;
        ...
}
```

```
struct dentry_operations {
        int (*d_revalidate) (struct dentry *, int);
        int (*d_hash)       (struct dentry *,
                             struct qstr *);
        int (*d_compare)    (struct dentry *,
                             struct qstr *,
                             struct qstr *);
        int (*d_delete)     (struct dentry *);
        void (*d_release)   (struct dentry *);
        void (*d_iput)      (struct dentry *,
                             struct inode *);
}
```

Estructuras principales de gestión
tabla de d-entradas (entradas de directorio)

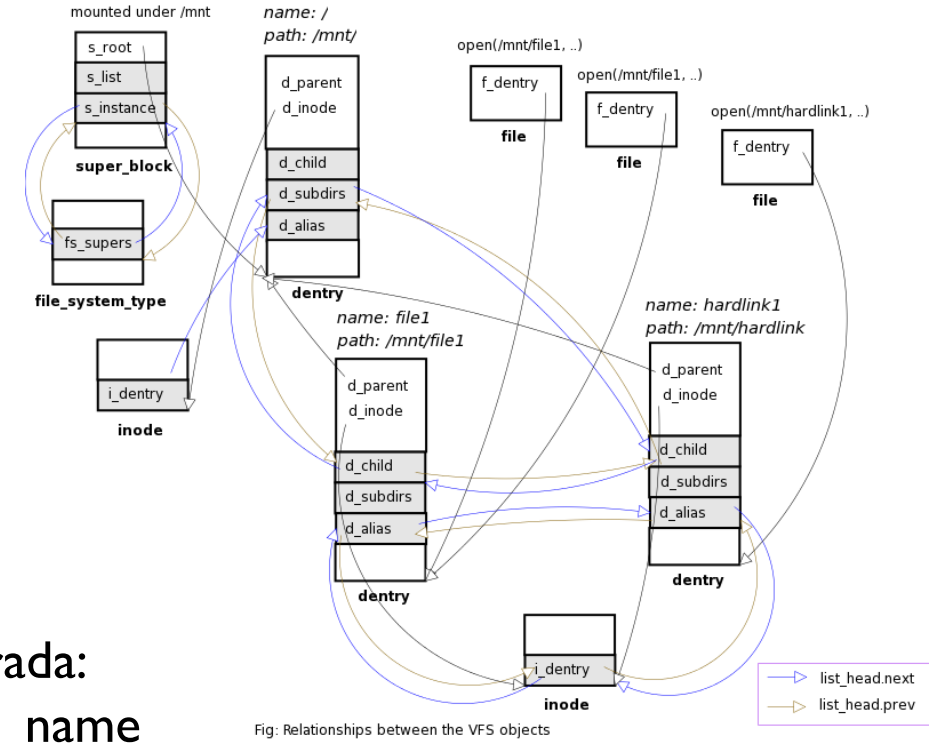
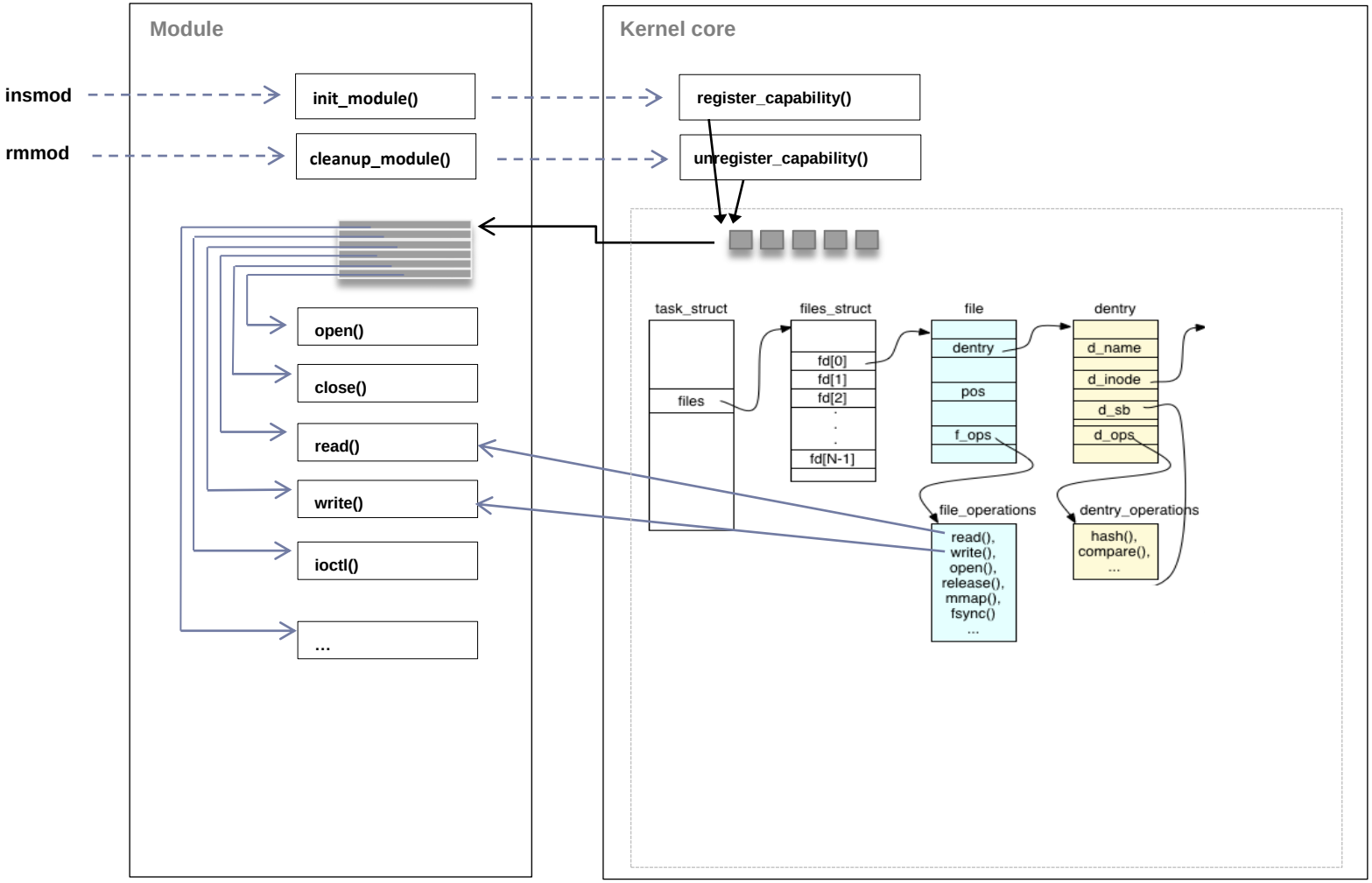


Fig: Relationships between the VFS objects

- Posible camino asociado a una entrada: x->d_parent->d_name + '/' + x->d_name
  - Si es la raíz de un sistema montado (dentry->d_covers != dentry) entonces es el camino del punto de montaje d_covers.
  - Si es la raíz de un sistema de ficheros (dentry->d_parent == dentry) entonces es "/" (== d_name)

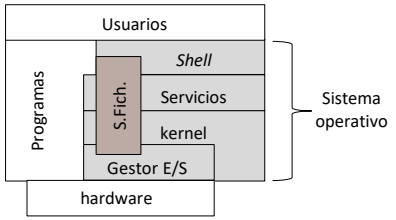
http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de d-entradas (entradas de directorio)



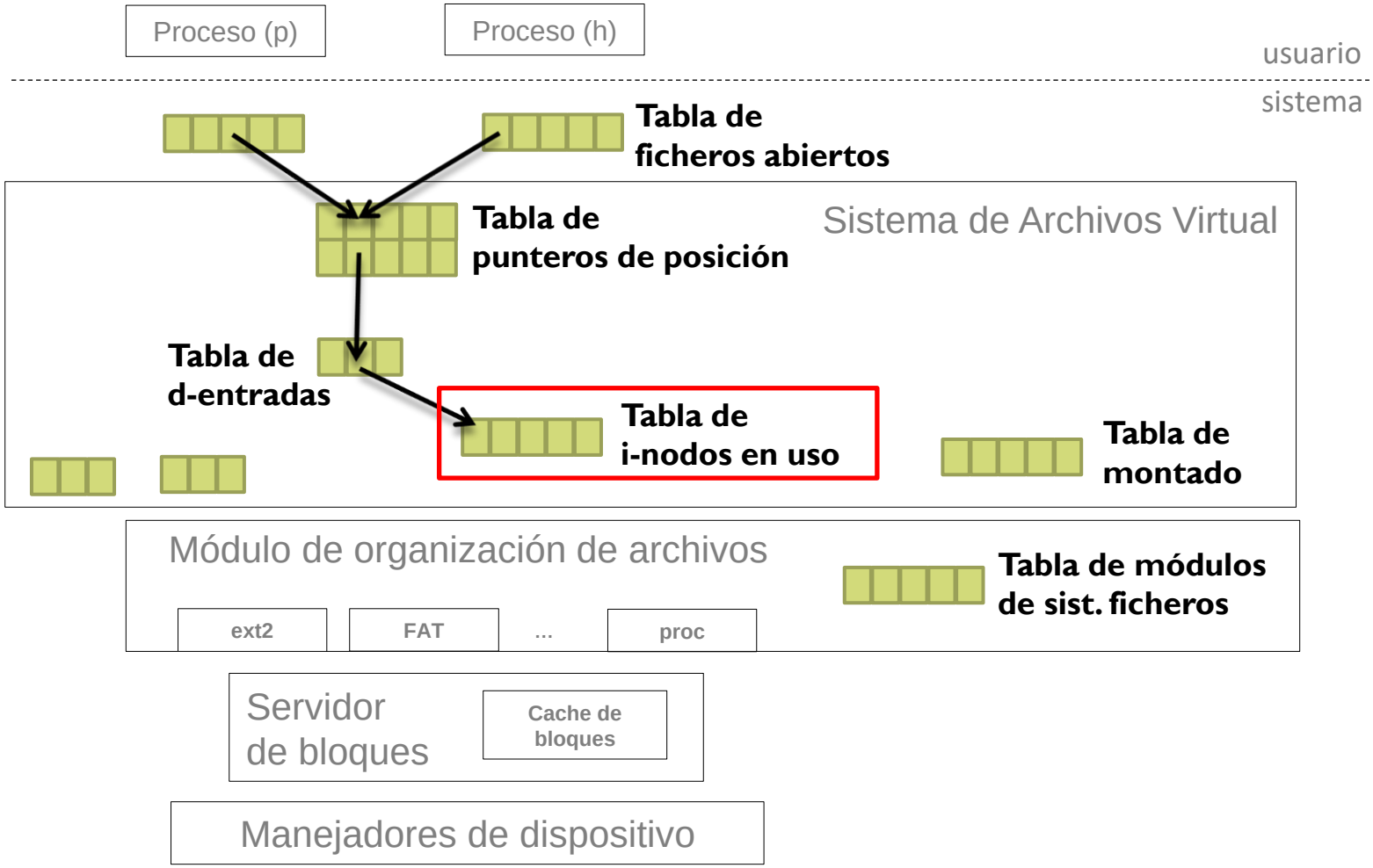
http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/classes/os2-2012/2013-02-19/index.html

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Estructuras principales de gestión



Estructuras principales de gestión
tabla de i-nodos (ficheros en uso)

- Almacena en memoria la información de los i-nodo en uso . Hay dos tipos de información:
  - La existente en el disco
  - La que se usa dinámicamente y que sólo tiene sentido cuando el archivo está en uso.
- Así mismo guarda punteros a las funciones propias.
  - En Linux/Unix están asociadas con gestión de metadatos:
    - Funciones para creación y borrado de ficheros.
    - Funciones para creación de descriptores (información de los ficheros abiertos por cada proceso).
    - Función de mapeo de bloques de fichero a bloques de disco.

Estructuras principales de gestión
tabla de i-nodos: Linux

```
struct inode {
        unsigned long      i_ino;
        umode_t            i_mode;
        uid_t              i_uid;
        gid_t              i_gid;
        kdev_t             i_rdev;
        loff_t             i_size;
        struct timespec       i_atime;
        struct timespec       i_ctime;
        struct timespec       i_mtime;
        struct super_block          *i_sb;
        struct inode_operations     *i_op;
        struct address_space        *i_mapping;
        struct list_head             i_dentry;
        ...
} ;
```


http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de i-nodos: Linux

struct **inode_operations** {

```
int (*create) (struct inode *,
               struct dentry *, int);
int (*unlink) (struct inode *,
               struct dentry *);
int (*mkdir) (struct inode *,
              struct dentry *, int);
int (*rmdir) (struct inode *,
              struct dentry *);
int (*mknod) (struct inode *,
              struct dentry *,
              int, dev_t);
int (*rename) (struct inode *,
               struct dentry *,
               struct inode *,
               struct dentry *);
void (*truncate) (struct inode *);
struct dentry * (*lookup) (struct inode *,
                           struct dentry *);
```

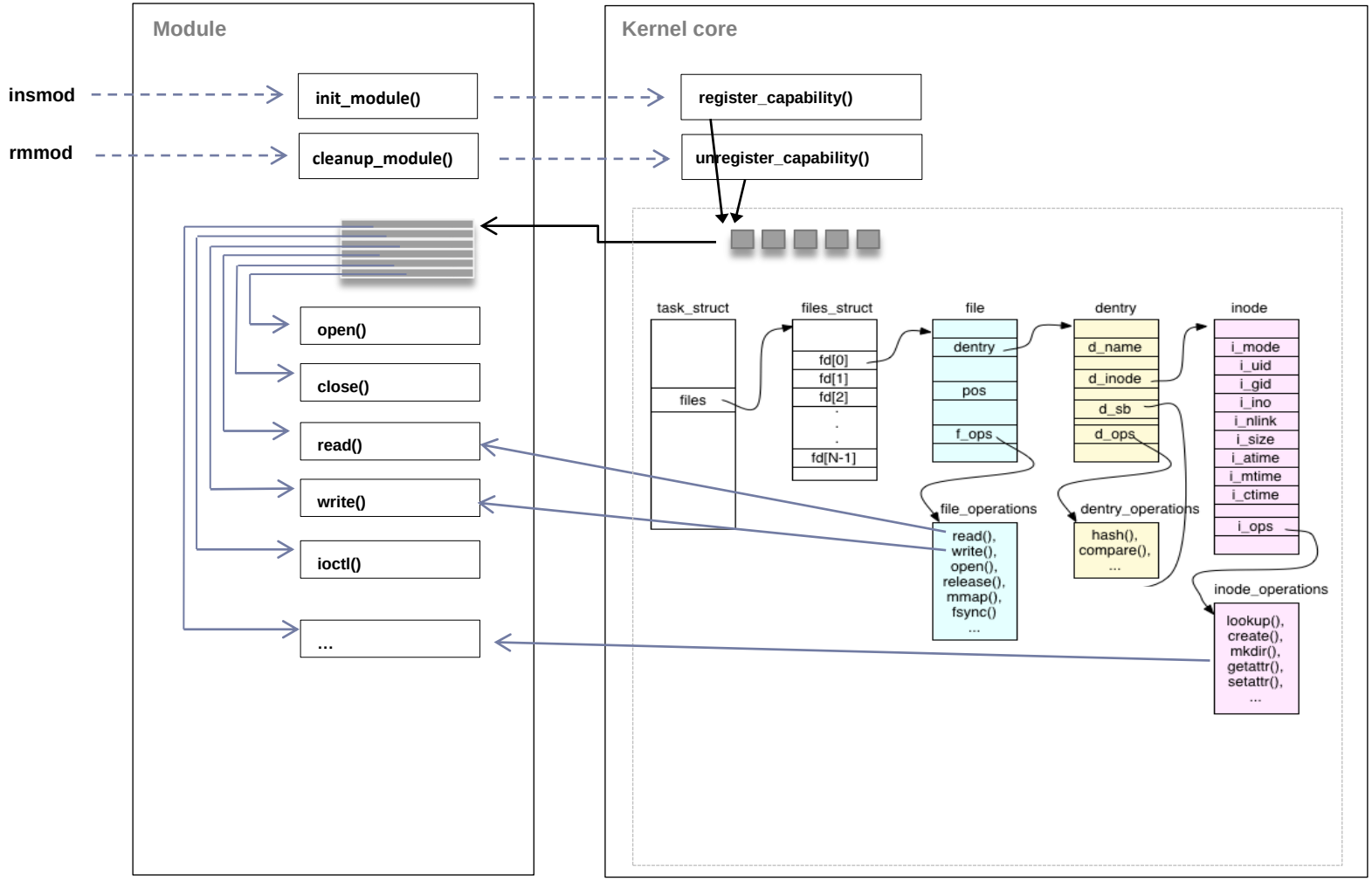
```
int (*permission) (struct inode *, int);
int (*setattr) (struct dentry *,
                struct iattr *);
int (*getattr) (struct vfsmount *mnt,
                struct dentry *,
                struct kstat *);
int (*setxattr) (struct dentry *,
                 const char *,
                 const void *,
                 size_t, int);
ssize_t (*getxattr) (struct dentry *,
                     const char *,
                     void *, size_t);
ssize_t (*listxattr) (struct dentry *,
                      char *, size_t);
int (*removexattr) (struct dentry *,
                    const char *);
```

```
int     (*link) (struct dentry *,
                 struct inode *,
                 struct dentry *);
int (*symlink) (struct inode *,
                struct dentry *,
                const char *);
int (*readlink) (struct dentry *,
                 char *, int);
int (*follow_link) (struct dentry *,
                    struct nameidata *);
```

};

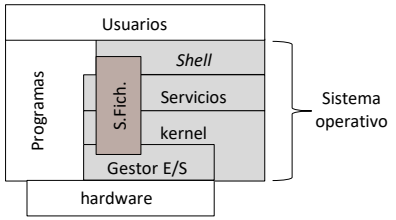
http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de i-nodos: Linux



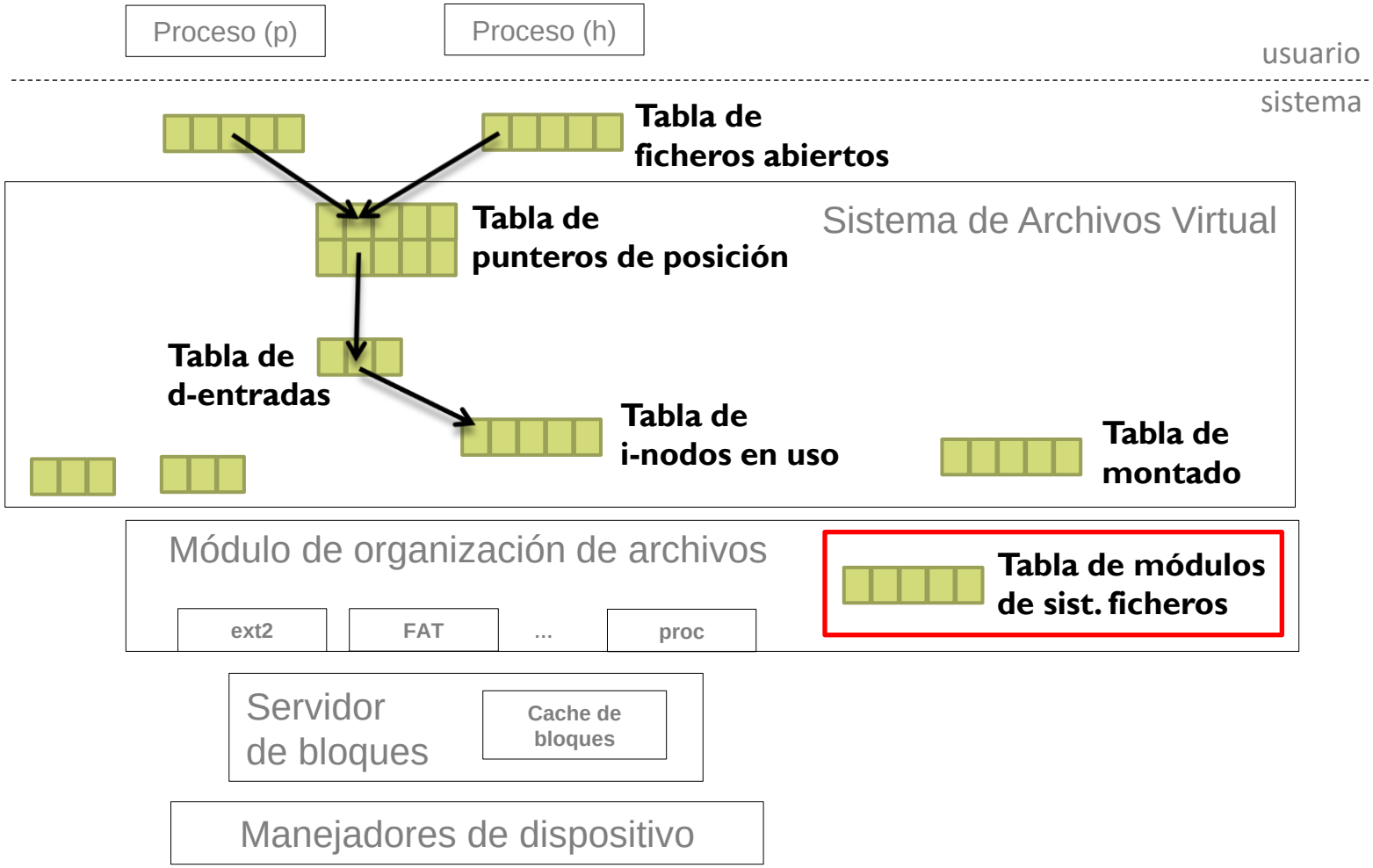
http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/classes/os2-2012/2013-02-19/index.html

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Estructuras principales de gestión



Estructuras principales de gestión
tabla de sistemas de ficheros

- Almacena en memoria la información sobre los sistemas de archivos cuyo módulo está cargado en el kernel.
  - Existen funciones para registrar/borrar módulos de nuevos sistemas de ficheros.
- Así mismo guarda punteros a las funciones propias.
  - Las funciones asociadas con el propio sistema de ficheros son las de mount/umount [[obtener/liberar superbloque]].

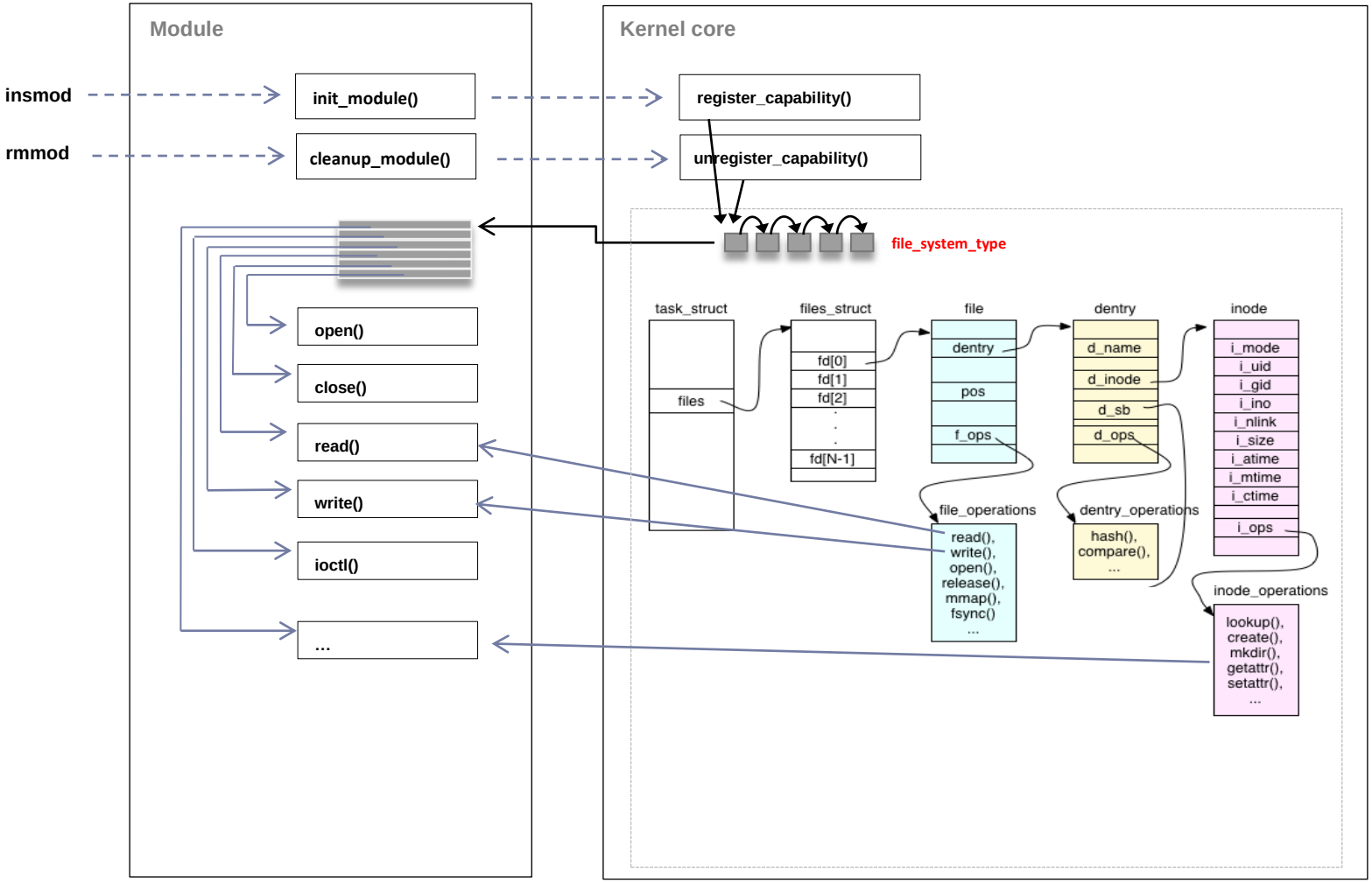
Estructuras principales de gestión
tabla de sistemas de ficheros: Linux

file_systems

```
struct  file_system_type  {
        const char  *name;
        int             fs_flags;
        struct dentry *(*mount) (struct file_system_type *,
                                 int, const char *, void *);
        void            (*kill_sb) (struct super_block *);
        struct  module              *owner;
        struct  file_system_type    *next;
        struct  list_head           fs_supers;
        struct  lock_class_key      s_lock_key;
        …
}
```

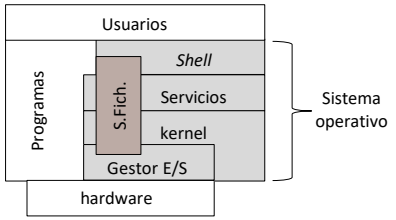

http://www.ibm.com/developerworks/library/l-linux-filesystem/

Estructuras principales de gestión
tabla de sistemas de ficheros: Linux



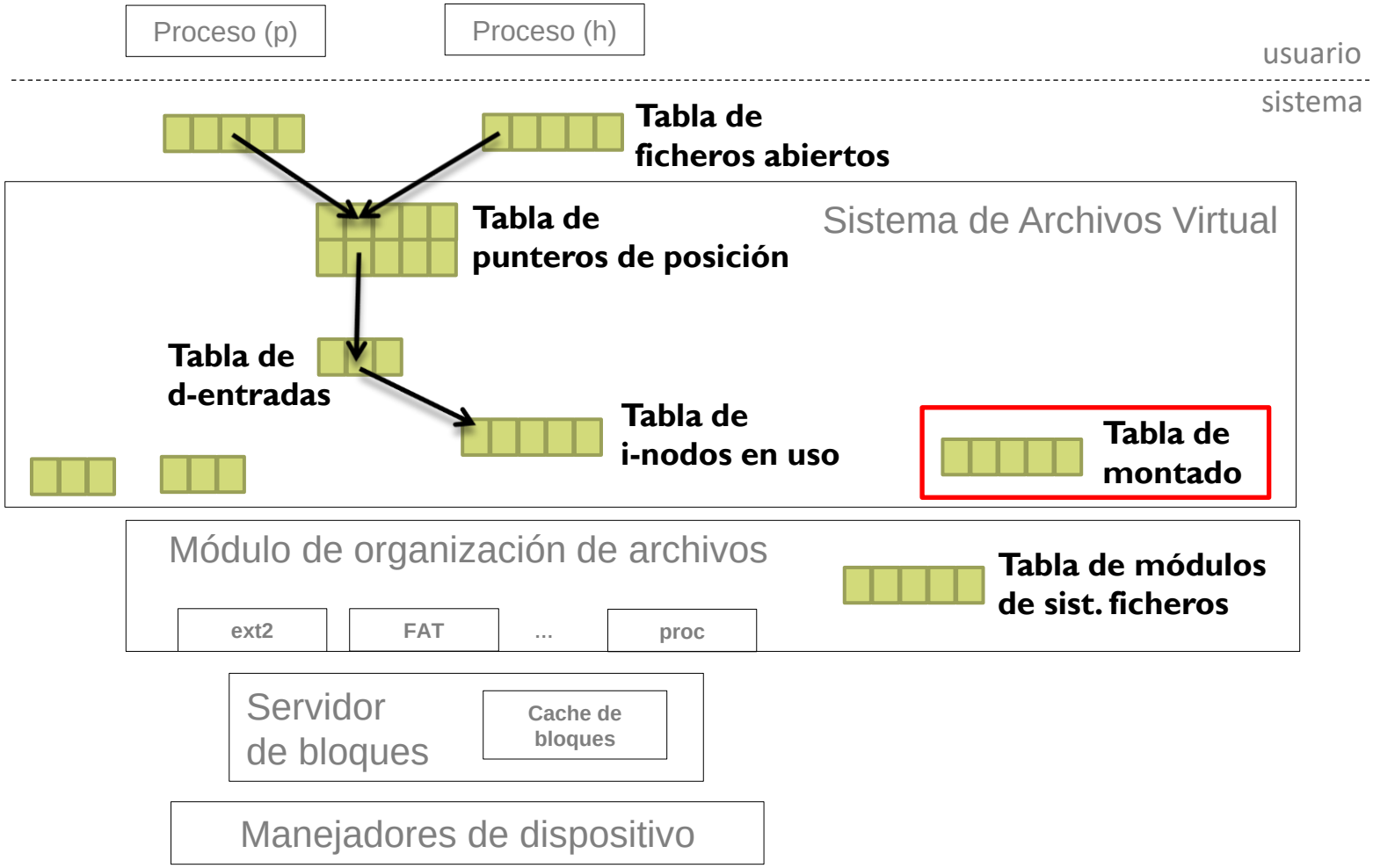
http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/classes/os2-2012/2013-02-19/index.html

(0) ~~Objetivos~~ requisitos principales
ej.: sistema de ficheros tipo Unix



- Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- Llevar la pista de los sistemas de ficheros presentes en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Estructuras principales de gestión



Estructuras principales de gestión
tabla de superbloques / montado

- Almacena en memoria la información sobre todos los volúmenes montados en el sistema.
  - Guarda los datos del superbloque de cada volumen.
  - Suele incluir el d-entry del directorio donde esta montado.
  - Suele incluir el d-entry del directorio raíz del volumen.
- Así mismo guarda punteros a las funciones propias.
  - Los tipos de funciones asociadas con el superbloque son:
    - Funciones de trabajo con el superbloque.
    - Funciones auxiliares para el montado.
    - Función para trabajar con los i-nodos del volumen.

Estructuras principales de gestión
tabla de montajes: Linux

current->namespace->list

```
struct vfsmount {
        struct vfsmount   *mnt_parent;  /* fs we are mounted on */
        struct dentry     *mnt_mountpoint;  /* dentry of mountpoint */
        struct dentry     *mnt_root;    /* root of the mounted tree */
        struct super_block *mnt_sb;     /* pointer to superblock */
        struct list_head    mnt_hash;
        struct list_head    mnt_mounts;  /* list of children, anchored here */
        struct list_head    mnt_child;
        struct list_head    mnt_list;
        atomic_t            mnt_count;
        int                 mnt_flags;
        char               *mnt_devname;  /* Device name, e.g. /dev/hda1 */
};
```


http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de montaje (superbloque): Linux

current->namespace->list->mnt_sb

```
struct super_block {
        dev_t                   s_dev;
        unsigned long           s_blocksize;
        struct file_system_type *s_type;
        struct super_operations *s_op;
        struct dentry           *s_root;
        ...
};
```

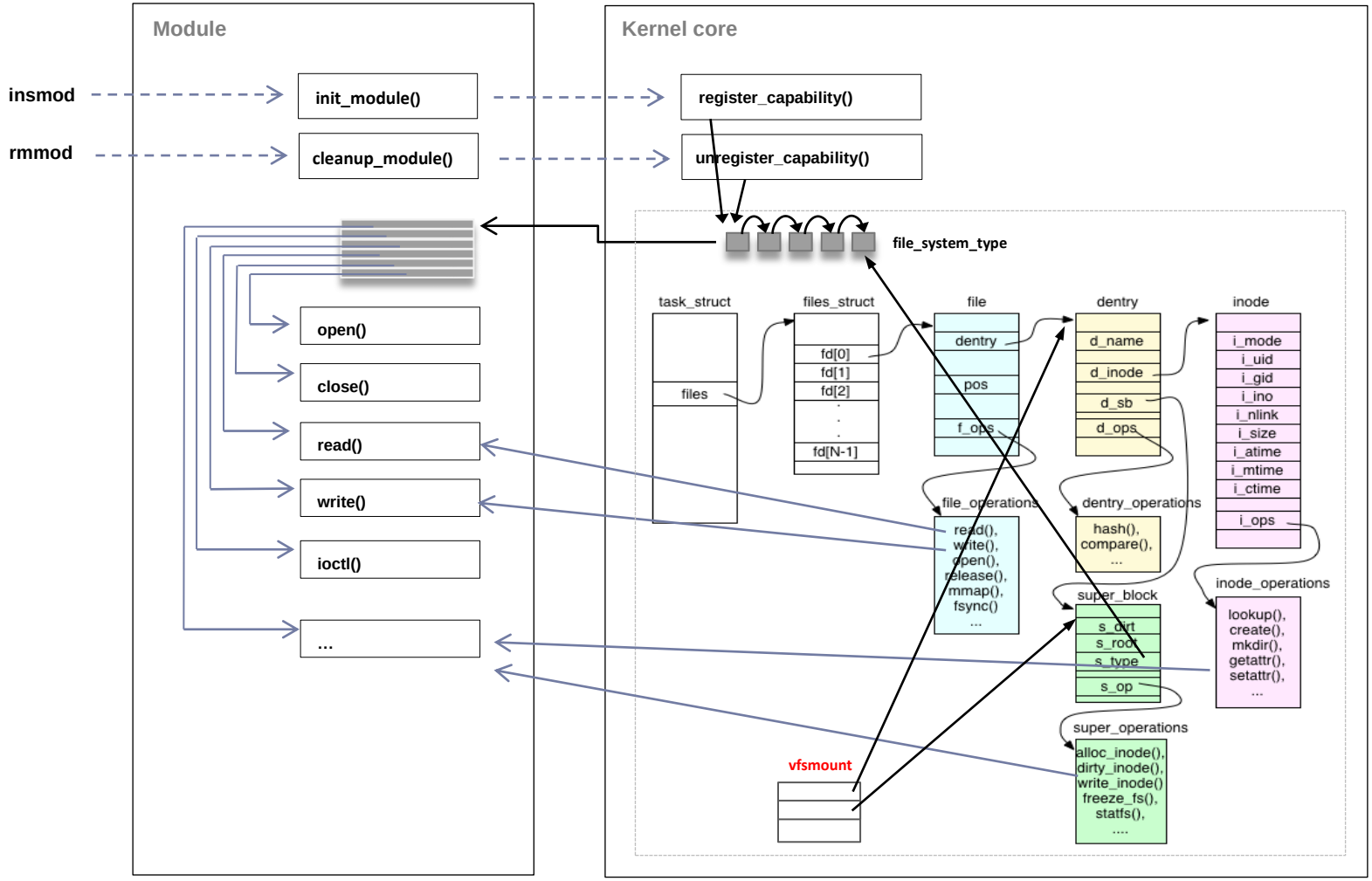

http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de montaje (superbloque): Linux

```
struct super_operations  {

   struct inode *(*alloc_inode)(struct super_block *sb);
   void (*destroy_inode)(struct inode *);
   void (*read_inode) (struct inode *);
   void (*dirty_inode) (struct inode *);
   void (*write_inode) (struct inode *, int);
   void (*put_inode) (struct inode *);
   void (*drop_inode) (struct inode *);
   void (*delete_inode) (struct inode *);
   void (*clear_inode) (struct inode *);

   void (*put_super) (struct super_block *);
   void (*write_super) (struct super_block *);
   int   (*sync_fs)(struct super_block *sb, int wait);
   void (*write_super_lockfs) (struct super_block *);
   void (*unlockfs) (struct super_block *);
   int   (*statfs) (struct super_block *, struct statfs *);
   int   (*remount_fs) (struct super_block *, int *, char *);
   void (*umount_begin) (struct super_block *);
   int (*show_options)(struct seq_file *, struct vfsmount *);

};
```

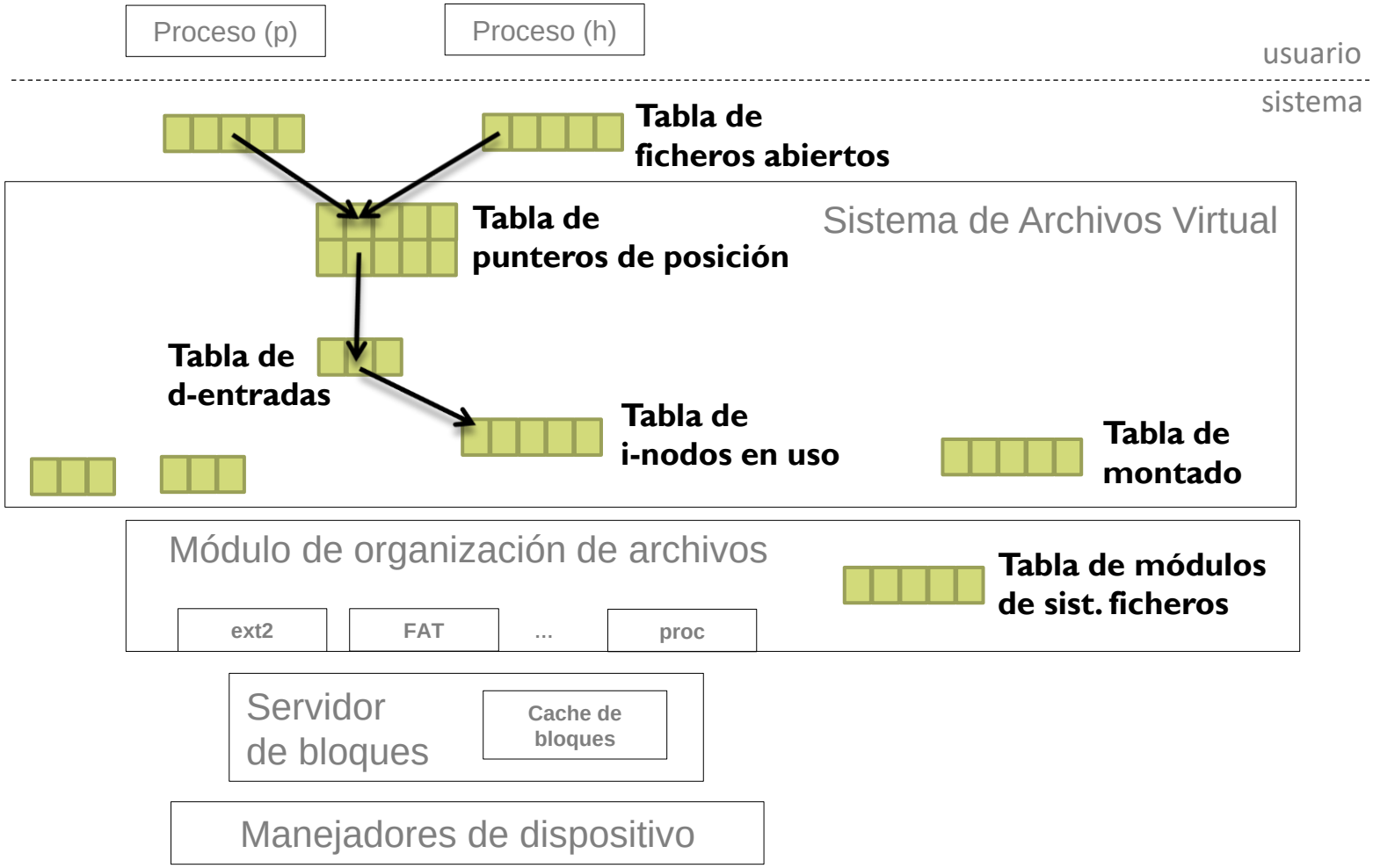

http://www.win.tue.nl/~aeb/linux/lk/lk-8.html

Estructuras principales de gestión
tabla de montaje (superbloque): Linux

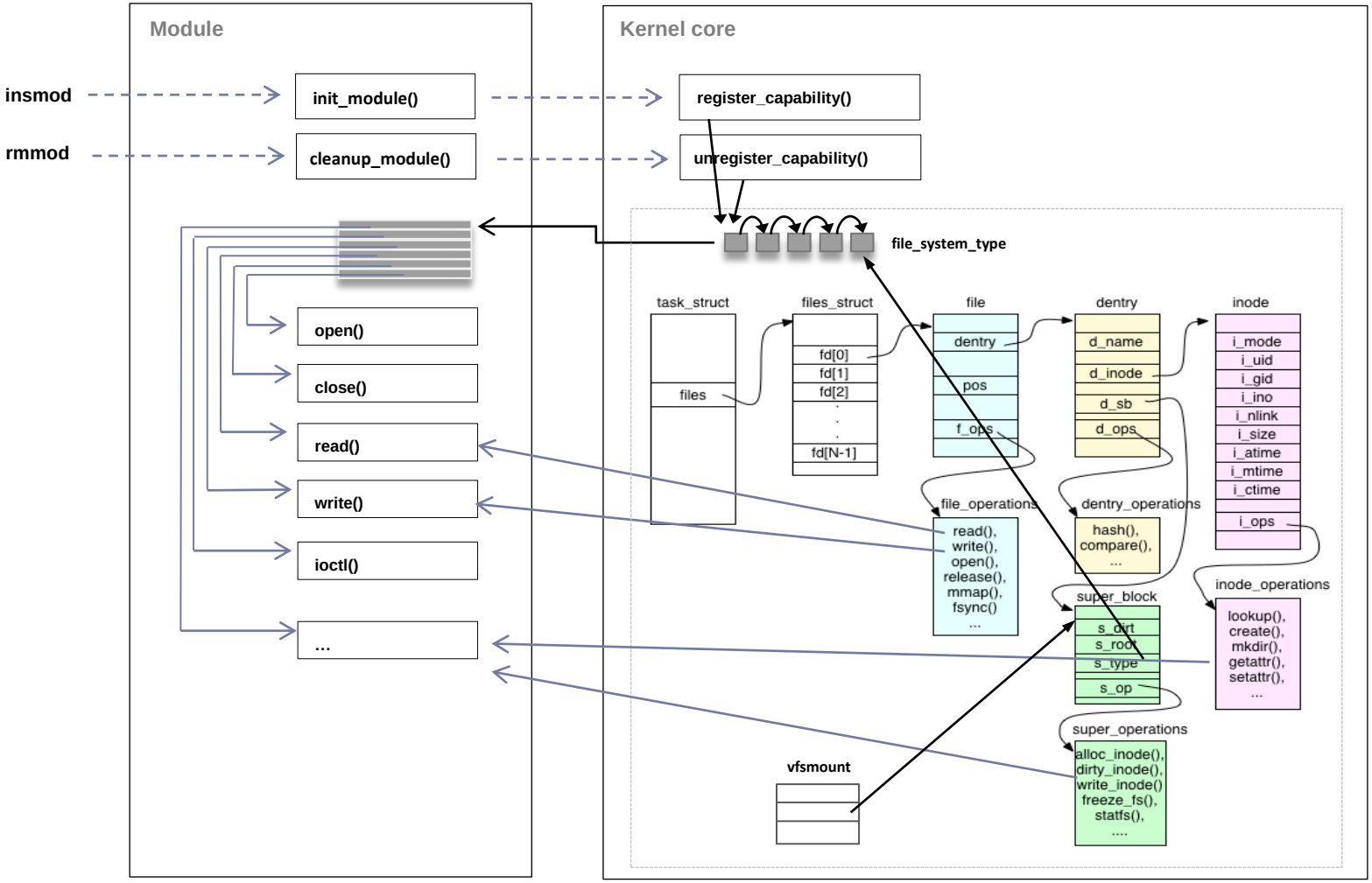


http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/classes/os2-2012/2013-02-19/index.html

Estructuras principales de gestión
resumen (dependencias)



Estructuras principales de gestión
resumen (uso)

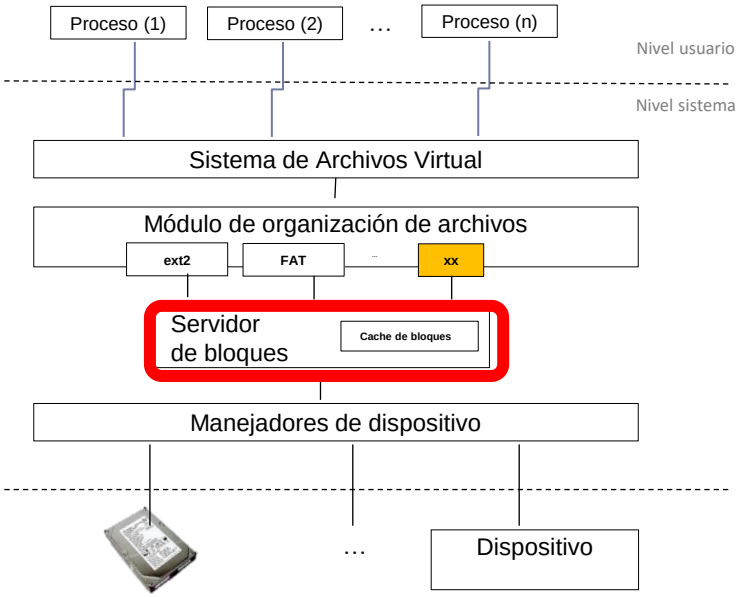


http://www.coins.tsukuba.ac.jp/~yas/classes/os2-2012/2013-02-19/index.html

Objetivos principales
resumen (requisitos)

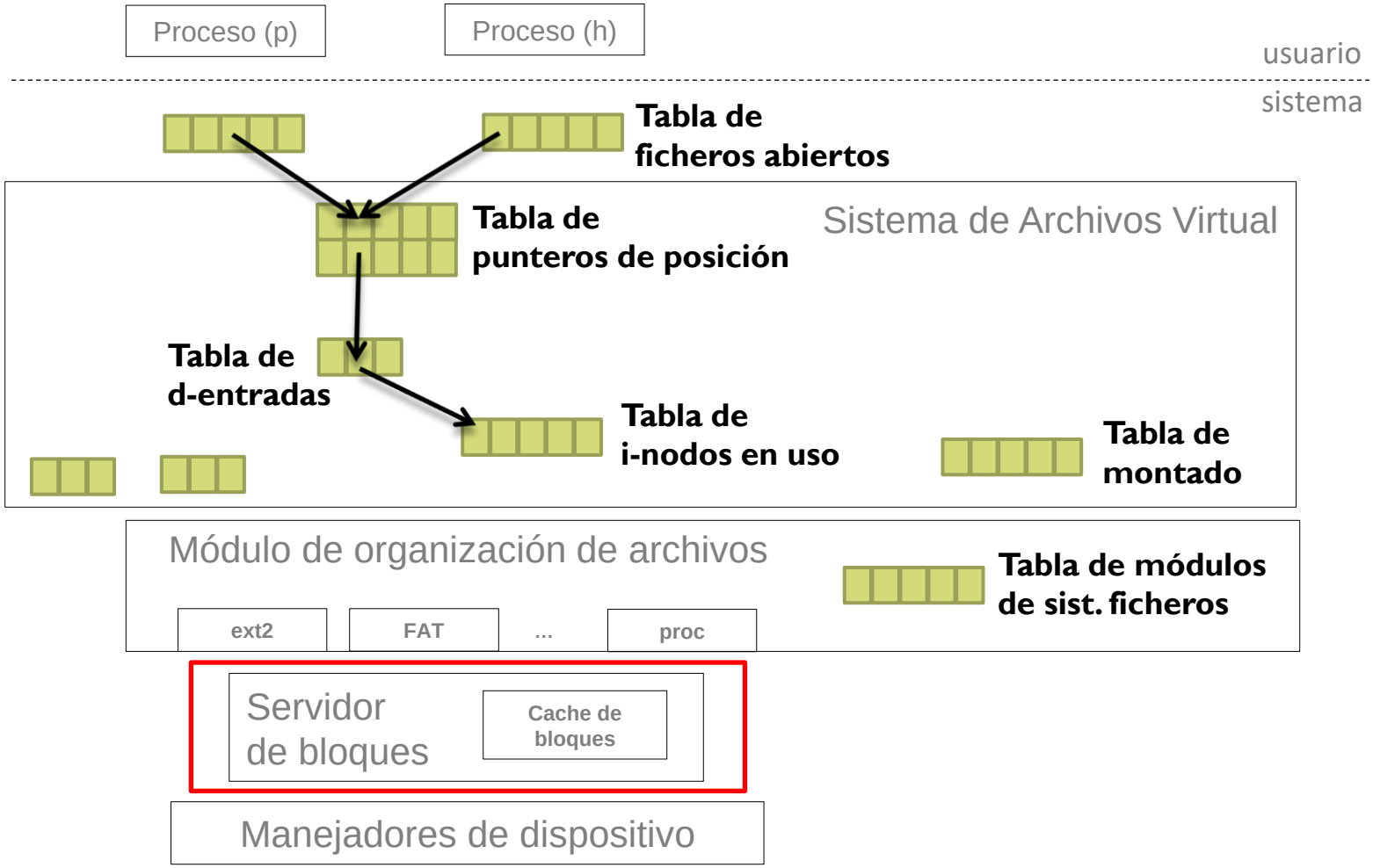
- ✓ Los procesos usarán una interfaz de trabajo segura, sin acceso directo a la información usada en el kernel.
- ✓ Compartir el puntero de posición de ficheros entre procesos con relación de parentesco.
- ✓ Poder tener una sesión de trabajo con un fichero/directorio para actualizar la información que contiene.
- ✓ Poder tener una sesión de trabajo con varios directorios para poder recorrer sus entradas.
- ✓ Lograr la persistencia de los datos del usuario, buscando minimizar el impacto en el rendimiento y en el espacio para metadatos.
- ✓ Llevar la pista de los sistemas de ficheros dados de alta en el kernel, y llevar la pista de los puntos donde están siendo usados.

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



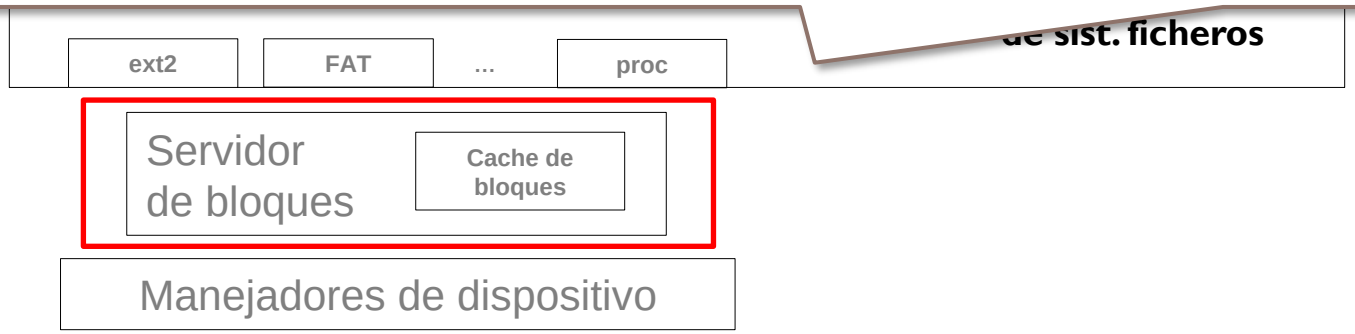
- (0) Requisitos del sistema.
- (1) Estructuras en disco.
- (2) Estructuras en memoria.
- **Caché de bloques.**
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

Usaremos una caché de bloques…



Usaremos una caché de bloques…

- **getblk**: busca/reserva en caché un bloque de un v-nodo, con desplazamiento y tamaño dado.
- **brelse**: libera un buffer y lo pasa a la lista de libres.
- **bwrite**: escribe un bloque de la caché a disco.
- **bread**: lee un bloque de disco a caché.
- **breada**: lee un bloque (y el siguiente) de disco a caché.



Servidor de bloques

- Se encarga de:
  - Emitir los mandatos genéricos para leer y escribir bloques a los manejadores de dispositivo (usando las rutinas específicas de cada dispositivo).
  - Optimizar las peticiones de E/S.
    - Ej.: cache de bloques.
  - Ofrecer un nombrado lógico para los dispositivos.
    - Ej.: /dev/hda3 (tercera partición del primer disco)

Servidor de bloques

- Funcionamiento general:
  - Si el bloque está en la cache
    - Copiar el contenido (y actualizar los metadatos de uso del bloque)
  - Si no está en la caché
    - Leer el bloque del dispositivo y guardarlo en la cache
    - Copiar el contenido (y actualizar los metadatos)
    - Si el bloque ha sido escrito (sucio / *dirty*)
      - Política de escritura
    - Si la cache está llena, es necesario hacer hueco
      - Política de reemplazo

Servidor de bloques

- Funcionamiento general:
  - **Lectura adelantada** (*read-ahead*):
    - Leer un número de bloques a continuación del requerido y se almacena en caché (mejora el rendimiento en accesos consecutivos)
  - Leer el bloque del dispositivo y guardarlo en la cache
  - Copiar el contenido (y actualizar los metadatos)
  - Si el bloque ha sido escrito (sucio / *dirty*)
    - Política de escritura
  - Si la cache está llena, es necesario hacer hueco
    - Política de reemplazo

Servidor de bloques

- **Escritura inmediata** (*write-through*):
  - Se escribe cada vez que se modifica el bloque (− rendimiento, + fiabilidad)
- **Escritura diferida** (*write-back*):
  - Sólo se escriben los datos a disco cuando se eligen para su reemplazo por falta de espacio en la cache (+ rendimiento, −fiabilidad)
- **Escritura retrasada** (*delayed-write*):
  - Escribir a disco los bloques de datos modificados en la cache de forma periódica cada cierto tiempo (30 segundos en UNIX) (compromiso entre anteriores)
- **Escritura al cierre** (*write-on-close*):
  - Cuando se cierra un archivo, se vuelcan al disco los bloques del mismo.

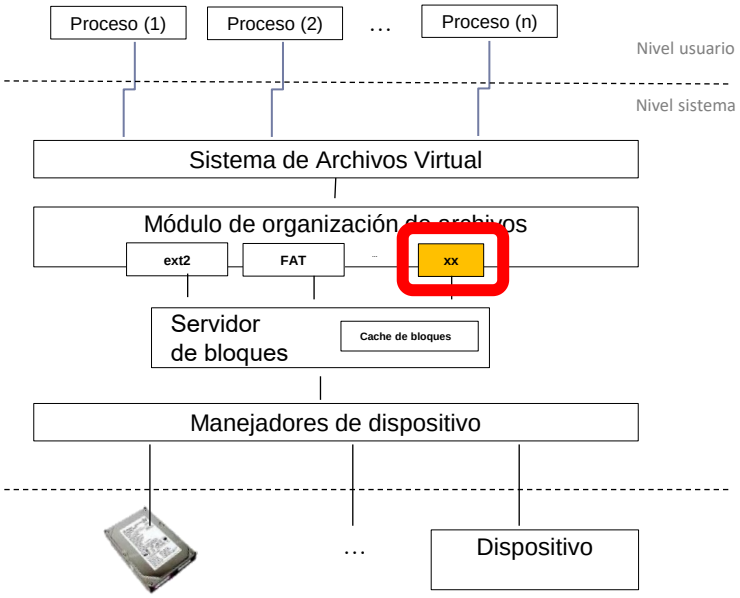
- Si el bl… …do escrito (sucio / *dirty*)
  - Política de escritura
- Si la cache está llena, es necesario hacer hueco
  - Política de reemplazo

Servidor de bloques

- Funcionamiento general:
  - Si el bloque está en la cache
    - Copiar el contenido (y actualizar los metadatos de uso del bloque)
  - Si no está en la caché
    - Leer el bloque del dispositivo y guardarlo en la cache
    - Si la [illegible], es necesario hacer hueco
      - Política de reemplazo

- **FIFO** *(First in First Out)*
- **Algoritmo del reloj** *(Segunda oportunidad)*
- **MRU** *(Most Recently Used)*
- **LRU** *(Least Recently Used)*

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



- (0) Requisitos del sistema.
- (1) Estructuras en disco.
- (2) Estructuras en memoria.
- Caché de bloques.
- **(3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.**
- (3b) Funciones de llamadas al sistema.

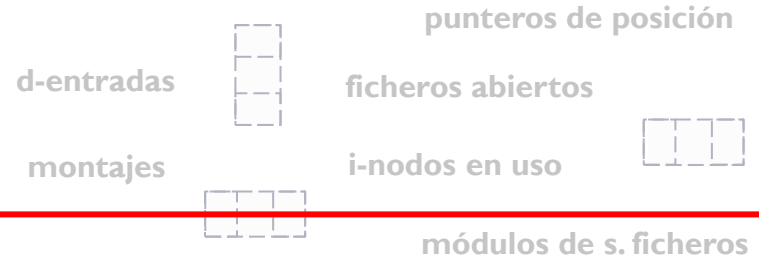
(3a) Gestión de estructuras disco/memoria…

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc		bmap
iget	iput	ifree	free		

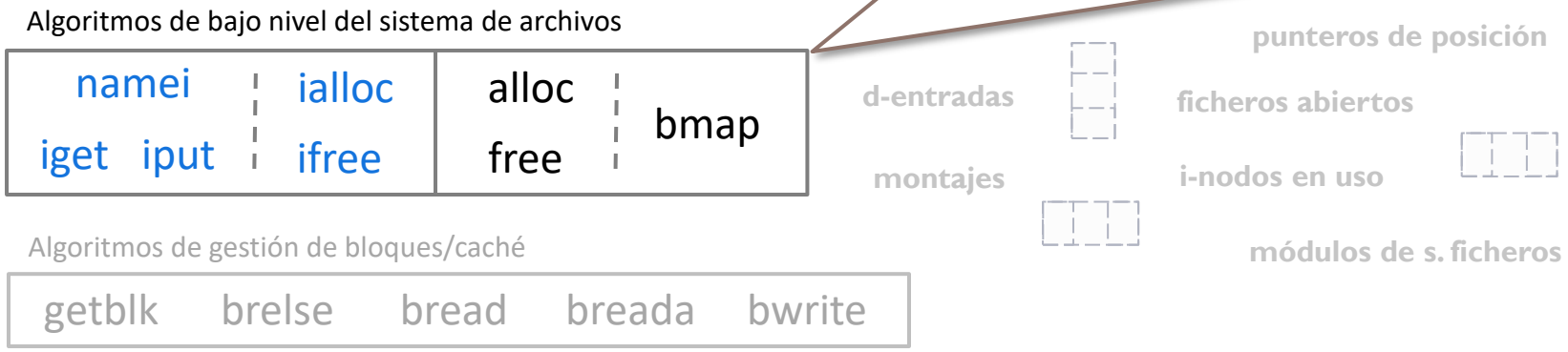


Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

Ejemplo de rutinas de gestión
i-nodos

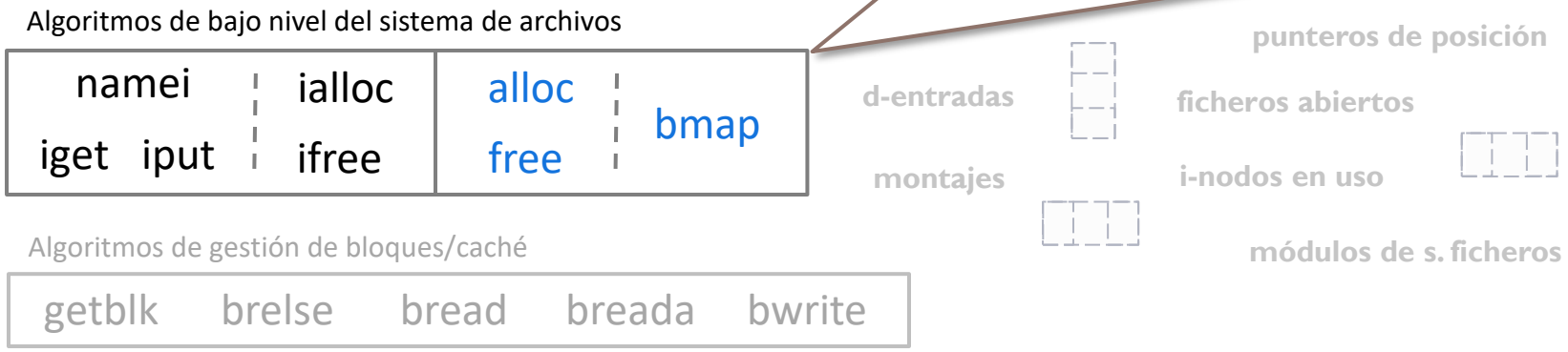
- **namei**: convierte una ruta al i-nodo asociado.
- **iget**: devuelve un i-nodo de la tabla de i-nodos y si no está lo lee de memoria secundaria, lo añade a la tabla de i-nodos y lo devuelve.
- **iput**: libera un i-nodo de la tabla de i-nodos, y si es necesario lo actualiza en memoria secundaria.
- **ialloc**: asignar un i-nodo a un fichero.
- **ifree**: libera un i-nodo previamente asignado a un fichero.



http://www.buet.ac.bd/iict/iictcourses/ict6005/lecture9.ppt

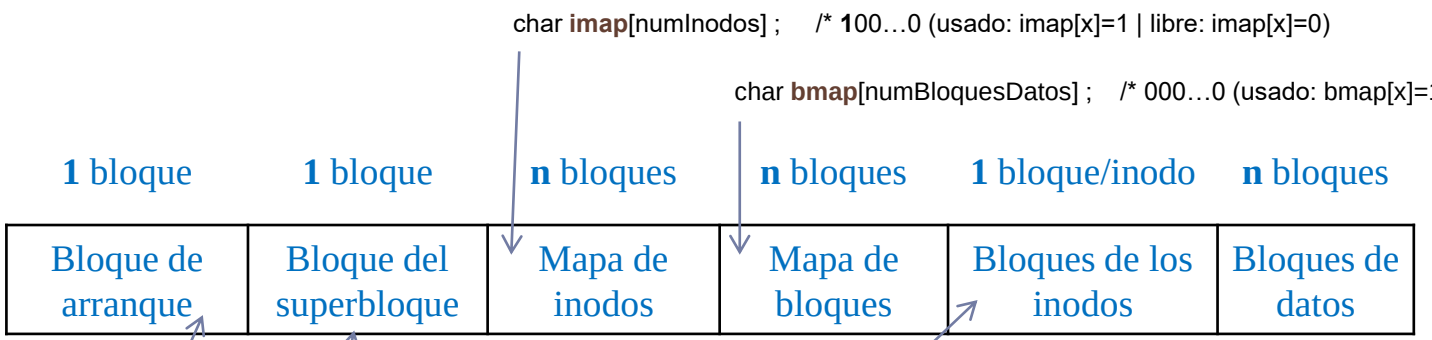
Ejemplo de rutinas de gestión
bloques

- **bmap**: calcula el bloque de disco asociado a un desplazamiento del fichero. Traduce direcciones lógicas (offset de fichero) a físicas (bloque de disco).
- **alloc**: asigna un bloque a un fichero.
- **free**: libera un bloque previamente asignado a un fichero.



http://www.buet.ac.bd/iict/iictcourses/ict6005/lecture9.ppt

Ejemplo de organización en disco




```
typedef struct {
   unsigned int tipo;                  /*  T_FICHERO o T_DIRECTORIO */
   char nombre[200];                   /* Nombre del fichero/ directorio asociado */
   unsigned int inodosContenidos[200]; /* tipo==dir: lista de los inodos del directorio */
   unsigned int tamanyo;               /* Tamaño actual del fichero en bytes */
   unsigned int bloqueDirecto;         /* Número del bloque directo */
   unsigned int bloqueIndirecto;       /* Número del bloque indirecto */
   char relleno[PADDING_INODO];        /* Campo relleno para llenar un bloque */
} TipoInodoDisco;
```

```
typedef struct {
   unsigned int numMagico;             /* Número mágico del superbloque: 0x000D5500 */
   unsigned int numBloquesMapaInodos;  /* Número de bloques del mapa inodos */
   unsigned int numBloquesMapaDatos;   /* Número de bloques del mapa  datos */
   unsigned int numInodos;             /* Número de inodos en el dispositivo */
   unsigned int primerInodo;           /* Número bloque del 1º inodo del disp. (inodo raíz) */
   unsigned int numBloquesDatos;       /* Número de bloques de datos en el disp. */
   unsigned int primerBloqueDatos;     /* Número de bloque del 1º bloque de datos */
   unsigned int tamDispositivo;        /* Tamaño total del disp. (en bytes) */
   char relleno[PADDING_SB];           /* Campo de relleno (para completar un bloque) */
} TipoSuperbloque;
```

Ejemplo de organización en memoria…

```
// Información leída del disco
TipoSuperbloque sbloques [1] ;
char imap [numInodo] ;
char bmap [numBloquesDatos] ;
TipoInodoDisco inodos [numInodo] ;

// Información extra de apoyo
struct {
    int posicion;
    int abierto;
} inodos_x [numInodo] ;

…
```

Ejemplo: ialloc y alloc

```
int ialloc ( void )
{
   // buscar un i-nodo libre
   for (int=0; i<sbloques[0].numInodos; i++)
   {
        if (imap[i] == 0) {
           // inodo ocupado ahora
           imap[i] = 1;
           // valores por defecto en el i-nodo
           memset(&(inodos[i]),0,
                  sizeof(TipoInodoDisco));
           // devolver identificador de i-nodo
           return i;
        }
   }

   return -1;
}
```

```
int alloc ( void )
{
   char b[BLOCK_SIZE];

   for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesDatos; i++)
   {
        if (bmap[i] == 0) {
           // bloque ocupado ahora
           bmap[i] = 1;
           // valores por defecto en el bloque
           memset(b, 0, BLOCK_SIZE);
           bwrite(DISK, sbloques[0].primerBloqueDatos + i, b);
           // devolver identificador del bloque
           return i;
        }
   }
   return -1;
}
```


http://lsi.ugr.es/~jlgarrid/so2/pdf/tem2-1-2.pdf

Ejemplo: ifree y free

```
int ifree ( int inodo_id )
{
    // comprobar validez de inodo_id
    if (inodo_id > sbloques[0].numInodos)
        return -1;

    // liberar i-nodo
    imap[inodo_id] = 0;

    return -1;
}
```

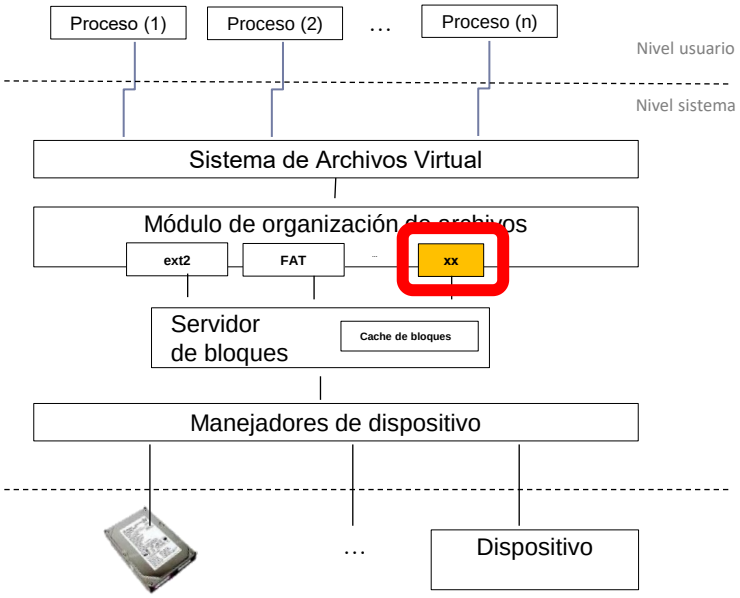
```
int free ( int block_id )
{
    // comprobar validez de block_id
    if (block_id > sbloques[0].numBloquesDatos)
        return -1;

    // liberar bloque
    bmap[block_id] = 0;

    return -1;
}
```

Ejemplo: namei y bmap

```
int namei ( char *fname )
{
   // buscar i-nodo con nombre <fname>
   for (int=0; i<sbloques[0].numInodos; i++)
   {
        if (! strcmp(inodos[i].nombre, fname))
             return i;
   }

    return -1;
}
```

```
int bmap ( int inodo_id, int offset )
{
   int b[BLOCK_SIZE/4];

   // comprobar validez de inodo_id
   if (inodo_id > sbloques[0].numInodos)
      return -1;

   // bloque de datos asociado
   if (offset < BLOCK_SIZE)
      return inodos[inodo_id].bloqueDirecto;
   if (offset < BLOCK_SIZE*BLOCK_SIZE/4) {
      bread(DISK, sbloques[0].primerBloqueDatos +
                  inodos[inodo_id].bloqueIndirecto, b);
      offset = (offset – BLOCK_SIZE) / BLOCK_SIZE;
      return b[offset] ;
   }

   return -1;
}
```

Aspectos a tener en cuenta para añadir un sistema de ficheros…



- (0) Requisitos del sistema.
- (1) Estructuras en disco.
- (2) Estructuras en memoria.
- Caché de bloques.
- (3a) Funciones de gestión de estructuras disco/memoria.
- **(3b) Funciones de llamadas al sistema.**

(3b) Llamadas al sistema...

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei	ialloc	alloc	
iget iput	ifree	free	bmap

Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

Ejemplo de
ll. al sistema

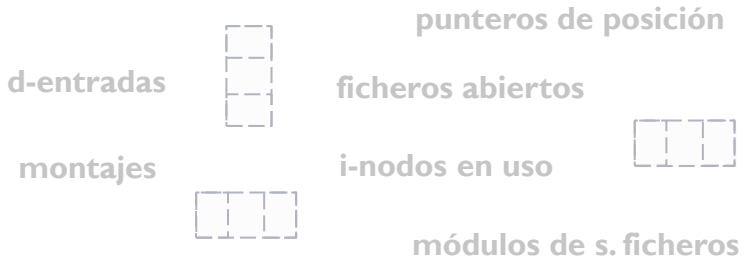
- **open**: localiza el i-nodo asociado al camino del fichero, …
- **read**: localiza el bloque de datos, leer bloque de datos, …
- **write**: localiza el bloque de datos, escribir bloque de datos, …
- …

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc	
iget	iput	ifree	free	bmap



Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

Ejemplo: mount

```
int mount ( void )
{
   // leer bloque 0 de disco en sbloques[0]
   bread(DISK, 1, &(sbloques[0]) );

   // leer los bloques para el mapa de i-nodos
   for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesMapaInodos; i++)
         bread(DISK, 2+i, ((char *)imap + i*BLOCK_SIZE) ;

   // leer los bloques para el mapa de bloques de datos
   for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesMapaDatos; i++)
        bread(DISK, 2+i+sbloques[0].numBloquesMapaInodos, ((char *)bmap + i*BLOCK_SIZE);

   // leer los i-nodos a memoria
   for (int=0; i<(sbloques[0].numInodos*sizeof(TipoInodoDisco)/BLOCK_SIZE); i++)
        bread(DISK, i+sbloques[0].primerInodo, ((char *)inodos + i*BLOCK_SIZE);

   return 1;
}
```

Ejemplo: umount

```
int umount ( void )
{
    // escribir bloque 0 de sbloques[0] a disco
    bwrite(DISK, 1, &(sbloques[0]) );

    // escribir los bloques para el mapa de i-nodos
    for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesMapaInodos; i++)
          bwrite(DISK, 2+i, ((char *)imap + i*BLOCK_SIZE) ;

    // escribir los bloques para el mapa de bloques de datos
    for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesMapaDatos; i++)
         bwrite(DISK, 2+i+sbloques[0].numBloquesMapaInodos, ((char *)bmap + i*BLOCK_SIZE);

    // escribir los i-nodos a disco
    for (int=0; i<(sbloques[0].numInodos*sizeof(TipoInodoDisco)/BLOCK_SIZE); i++)
         bwrite(DISK, i+sbloques[0].primerInodo, ((char *)inodos + i*BLOCK_SIZE);

    return 1;
}
```

Ejemplo: open y close

```
int open ( char *nombre )
{
    int inodo_id ;

    inodo_id = namei(nombre) ;
    if (inodo_id < 0)
        return inodo_id ;

    inodos_x[inodo_id].posicion = 0;
    inodos_x[inodo_id].abierto   = 1;

    return inodo_id;
}
```

```
int close ( int fd )
{

    if (fd < 0)
        return fd ;

    inodos_x[fd].posicion = 0;
    inodos_x[fd].abierto   = 0;

    return 1;
}
```

Ejemplo: creat y unlink

```
int creat ( char *nombre )
{
    int b_id, inodo_id ;

    inodo_id = ialloc() ;
    if (inodo_id < 0) { return inodo_id ; }
    b_id = alloc();
    if (b_id < 0) { ifree(inodo_id); return b_id ; }

    inodos[inodo_id].tipo = 1 ; // FICHERO
    strcpy(inodos[inodo_id].nombre, nombre);
    inodos[inodo_id].bloqueDirecto = b_id ;
    inodos_x[inodo_id].posicion = 0;
    inodos_x[inodo_id].abierto   = 1;

    return 1;
}
```

```
int unlink ( char * nombre )
{
    int inodo_id ;

    inodo_id = namei(nombre) ;
    if (inodo_id < 0)
        return inodo_id ;

    free(inodos[inodo_id].bloqueDirecto);
    memset(&(inodos[inodo_id]),
                0,
                sizeof(TipoInodoDisco));
    ifree(inodo_id) ;

   return 1;
}
```

Ejemplo: read y write

```
int read ( int fd, char *buffer, int size )
{
   char b[BLOCK_SIZE] ;
   int b_id ;

   if (inodos_x[fd].posicion+size > inodos[fd].size)
      size = inodos[fd].size - inodos_x[fd].posicion;
   if (size =< 0)
      return 0;

   b_id = bmap(fd, inodos_x[fd].posicion);
   bread(DISK,
         sbloques[0].primerBloqueDatos+b_id, b);
   memmove(buffer,
               b+inodos_x[fd].posicion, size);
   inodos_x[fd].posicion += size;

   return size;
}
```

```
int write ( int fd, char *buffer, int size )
{
   char b[BLOCK_SIZE] ;
   int b_id ;

   if (inodos_x[fd].posicion+size > BLOCK_SIZE)
      size = BLOCK_SIZE - inodos_x[fd].posicion;
   if (size =< 0)
      return 0;

   b_id = bmap(fd, inodos_x[fd].posicion);
   bread(DISK, sbloques[0].primerBloqueDatos+b_id, b);
   memmove(b+inodos_x[fd].posicion,
               buffer, size);
   bwrite(DISK, sbloques[0].primerBloqueDatos+b_id, b);
   inodos_x[fd].posicion += size;

   return size;
}
```

(4) Utilidad *mkfs*...

Utilidad de creación del sistema de ficheros

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc		bmap
iget	iput	ifree	free		

Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

Ejemplo: mkfs

```
int mkfs ( void )
{
    // inicializar a los valores por defecto del superbloque, mapas e i-nodos
    sbloques[0].numMagico = 1234; // ayuda a comprobar que se haya creado por nuestro mkfs
    sbloques[0].numInodos = numInodo;
    …
    for (int=0; i<sbloques[0].numInodos; i++)
          imap[i] = 0; // free
    for (int=0; i<sbloques[0].numBloquesDatos; i++)
          bmap[i] = 0; // free
    for (int=0; i<sbloques[0].numInodos; i++)
         memset(&(inodos[i]), 0, sizeof(TipoInodoDisco) );

    // to write the default file system into disk
    umount();

    return 1;
}
```

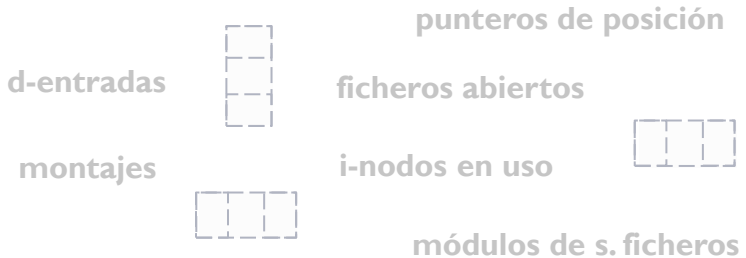
Ejemplo de rutinas de gestión
resumen

Llamadas al sistema de archivos

Descriptor	Uso de *namei*	Asig. i-n.	Atributos	E/S.	Sist. Arch.	Vista
open pipe creat close dup	open chown unlink creat chmod mknod chdir stat mount chroot link umount	creat mknod link unlink	chown chmod stat	read write lseek	mount umount	chdir chroot

Algoritmos de bajo nivel del sistema de archivos

namei		ialloc	alloc	
iget	iput	ifree	free	bmap



Algoritmos de gestión de bloques/caché

getblk	brelse	bread	breada	bwrite

Grupo ARCOS
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid

Lección 4
Sistemas de ficheros

Diseño de Sistemas Operativos
Grado en Ingeniería Informática y Doble Grado I.I. y A.D.E.