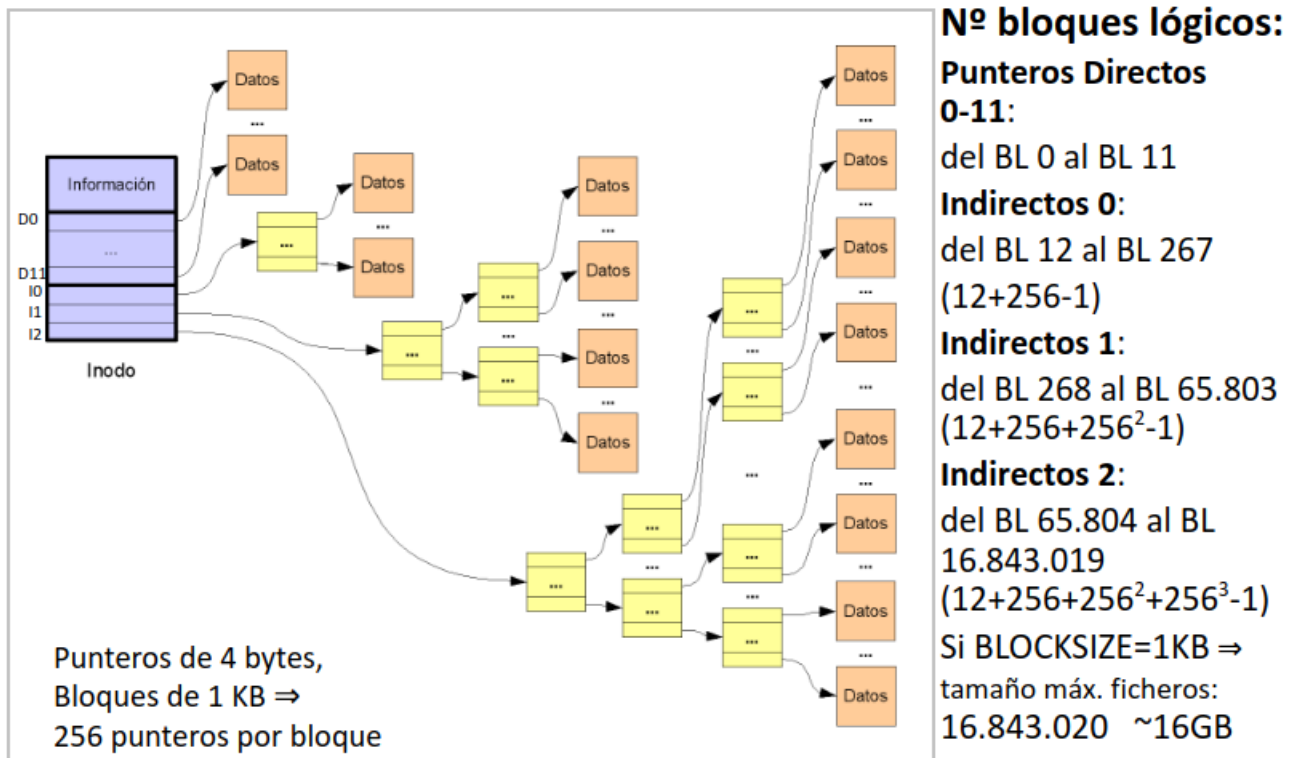


## Nivel 4: `ficheros_basico.c` {`traducir_bloque_inodo()` y `auxiliares: obtener_indice()` y `obtener_nRangoBL()`}

Antes de nada, repasemos cómo los inodos apuntan a los bloques de datos:



En concreto, tenemos inodos con 12 punteros directos a bloques y 3 punteros indirectos, de diferentes niveles, que apuntan a bloques de índices, y suponemos que el tamaño de bloque es de 1.024 bytes (por lo que en un bloque caben 256 punteros ya que cada puntero se representa con 4 bytes correspondientes al `sizeof(unsigned int)`). Entonces:

- Los punteros directos a bloques de datos, `punterosDirectos[0]` .. `punterosDirectos[11]`<sup>1</sup>, permiten encontrar los primeros 12 bloques lógicos del inodo, es decir, los comprendidos entre el 0 y el 0+12-1: o sea del 0 al 11.
- El puntero de bloques indirectos 0, `punterosIndirectos[0]`<sup>2</sup>, permite encontrar los siguientes 256 bloques lógicos del inodo, es decir, los comprendidos entre el 0+12 y el 0+12+256-1: o sea del 12 al 267.
- El puntero de bloques indirectos 1, `punterosIndirectos[1]`<sup>3</sup>, permite encontrar los siguientes 256<sup>2</sup> (65.536) bloques lógicos del inodo, es decir, los comprendidos entre el 0+12+256 y el 0+12+256+256<sup>2</sup>-1: o sea del 268 al 65.803.
- El puntero de bloques indirectos 2, `punterosIndirectos[2]`<sup>4</sup>, permite encontrar los siguientes 256<sup>3</sup> (16.777.216) bloques lógicos del inodo, es decir, los

<sup>1</sup> D0..D11 para abreviar

<sup>2</sup> I0 para abreviar

<sup>3</sup> I1 para abreviar

<sup>4</sup> I2 para abreviar

# Sistema de ficheros

## Nivel 4

`ficheros_basico.c` {traducir\_bloque\_inodo(),  
obtener\_indice(), obtener\_nRangoBL()}

comprendidos entre el  $0+12+256+256^2$  y el  $0+12+256+256^2+256^3-1$ : o sea del 65.804 al 16.843.019.

A partir de los datos anteriores podemos crear una función auxiliar `obtener_nRangoBL()` que me asocie un nivel a cada rango de bloques lógicos, devolviendo el rango del bloque lógico indicado, siendo el rango 0 para bloques lógicos [0 , 11], 1 para [12 , 267], 2 para [268 , 65.803] y 3 para [65.804 , 16.843.019]. También ha de actualizar una variable puntero, `ptr`, pasada por referencia, para que apunte donde lo hace el puntero correspondiente del inodo.

Primeramente podemos definir constantes simbólicas (en `ficheros_basico.h`) que nos ayuden a determinar los rangos de punteros:

```
#define NPUNTEROS (BLOCKSIZE / sizeof(unsigned int)) // 256
#define DIRECTOS 12
#define INDIRECTOS0 (NPUNTEROS + DIRECTOS) // 268
#define INDIRECTOS1 (NPUNTEROS * NPUNTEROS + INDIRECTOS0) // 65.804
#define INDIRECTOS2 (NPUNTEROS * NPUNTEROS * NPUNTEROS + INDIRECTOS1) // 16.843.020
```

Y luego (en `ficheros_basico.c`) definimos la función `obtener_nRangoBL()` para obtener el **rango de punteros** en el que se sitúa el bloque lógico que buscamos (0:D, 1:I0, 2:I1, 3:I2), y **obtenemos además la dirección almacenada en el puntero correspondiente del inodo, `ptr`**:

```
funcion obtener_nRangoBL (*inodo: struct inodo, nblogico:unsigned int, *ptr:unsigned int)
devolver nrangoBL:ent

    si nblogico<DIRECTOS entonces
        *ptr:=inodo->punterosDirectos[nblogico]
        devolver 0
    si_no si nblogico<INDIRECTOS0 entonces
        *ptr:=inodo->punterosIndirectos[0]
        devolver 1
    si_no si nblogico<INDIRECTOS1 entonces
        *ptr:=inodo->punterosIndirectos[1]
        devolver 2
    si_no si nblogico<INDIRECTOS2 entonces
        *ptr:=inodo->punterosIndirectos[2]
        devolver 3
    si_no
        *ptr:=0
        error("Bloque lógico fuera de rango")
        devolver -1
    fsi
ffuncion
```

Veamos ahora ejemplos de cómo se obtienen los índices de los bloques de punteros:

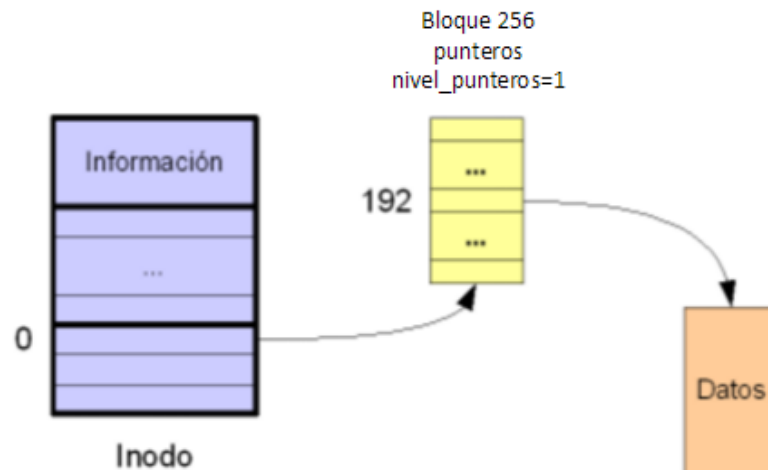
Si, por ejemplo, queremos traducir el **bloque lógico número 204**:

Como  $12 \leq 204 \leq 267$ , hemos de recurrir al `punterosIndirectos[0]`.

Restamos los 12 punteros anteriores para obtener un valor índice dentro del rango de los 256 punteros, [0,255], del bloque de índices de nivel 1 que cuelga de `punterosIndirectos[0]`:

$$204 - 12 = 192 \ (\subset [0,255])$$

Por tanto el número de nuestro bloque físico se encuentra en el puntero número **192** del bloque de índices de nivel 1 apuntado por `punterosIndirectos[0]`.



Si, por ejemplo, queremos traducir el **bloque lógico número 30.004**:

Como  $268 \leq 30.004 \leq 65.803$ , hemos de recurrir a `punterosIndirectos[1]`.

Restamos los 268 punteros anteriores ( $12 + 256$ ) para obtener un valor dentro del rango de los  $256^2$  (65.536) bloques que puedo direccionar con la estructura global de punteros que cuelga de `punterosIndirectos[1]`:

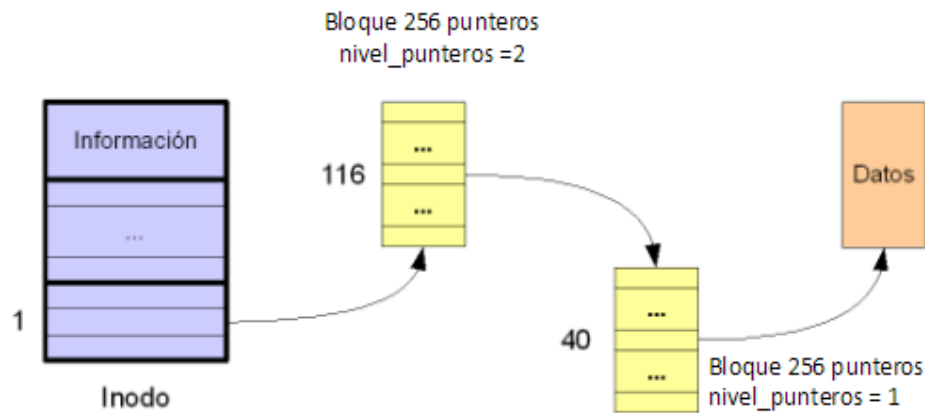
$$30.004 - 268 = 29.736 \ (\subset [0, 65.535])$$

Dado que ese valor puede estar en uno de los 256 bloques de punteros de nivel 1, que cuelgan del bloque de punteros de nivel 2, tendremos que dividir ese valor entre 256 para obtener de cuál se trata (índice en el bloque de punteros de nivel 2). El resto de la división (módulo) nos dará el índice correspondiente en ese bloque de punteros de nivel 1, apuntado por el que hemos obtenido en el nivel 2:

$$29.736 / 256 = 116$$

$$29.736 \% 256 = 40$$

Por tanto, el número de nuestro bloque físico se encuentra en el puntero número **40** del bloque apuntado por el puntero número **116** del bloque apuntado por `punterosIndirectos[1]`.



Si, por ejemplo, queremos traducir el **bloque lógico número 400.004**:

Como  $65.804 \leq 400.004 \leq 16.843.019$ , hemos de recurrir a [punterosIndirectos\[2\]](#).

Restamos los 65.804 punteros anteriores ( $12 + 256 + 65.536$ ) para obtener un valor dentro del rango de los  $256^3$  ( $16.777.216$ ) bloques que puedo direccionar con la estructura global de punteros que cuelga de [punterosIndirectos\[2\]](#):

$$400.004 - 65.804 = 334.200 (\in [0, 16.777.215])$$

Para saber ese bloque a qué índice de nivel 3 corresponde, tendremos que dividirlo entre los  $256^2$  que salen de su estructura:

$$334.200 / 65.536 = 5$$

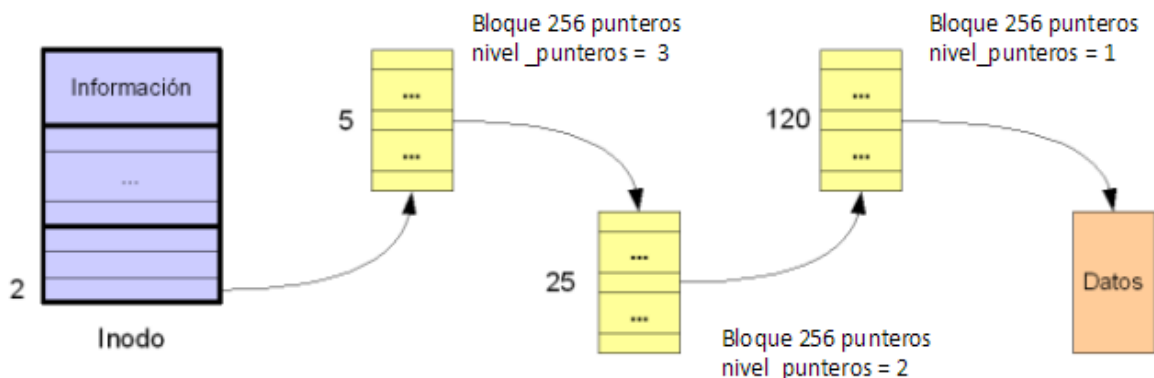
El resto de esa división habrá que dividirlo entre los 256 bloques de punteros que cuelgan para determinar el índice del bloque de punteros de nivel 2, y el módulo nos dará el índice del nivel 1:

$$334.200 \% 65.536 = 6.520$$

$$6.520 / 256 = 25$$

$$6.520 \% 256 = 120$$

Por tanto, el número de nuestro bloque físico se encuentra en el puntero número **120** del bloque apuntado por el puntero número **25** del bloque apuntado por el puntero número **5** del bloque apuntado por indirectos 2.



De los ejemplos anteriores podemos deducir una función, `obtener_indice()` para generalizar la obtención de los índices de los bloques de punteros:

```
funcion obtener_indice (nblogico: unsigned int, nivel_punteros: int) devolver ind: int

si nblogico < DIRECTOS entonces devolver nblogico //ej nblogico=8
si_no si nblogico < INDIRECTOS0 entonces devolver nblogico - DIRECTOS //ej nblogico=204
si_no si nblogico < INDIRECTOS1 entonces //ej nblogico=30.004
    si nivel_punteros = 2 entonces
        devolver (nblogico - INDIRECTOS0) / NPUNTEROS
    si_no si nivel_punteros=1 entonces
        devolver (nblogico - INDIRECTOS0) % NPUNTEROS
    fsi
si_no si nblogico < INDIRECTOS2 entonces //ej nblogico=400.004
    si nivel_punteros = 3 entonces
        devolver (nblogico - INDIRECTOS1) / (NPUNTEROS * NPUNTEROS)
    si_no si nivel_punteros = 2 entonces
        devolver ((nblogico - INDIRECTOS1) % (NPUNTEROS * NPUNTEROS)) / NPUNTEROS
    si_no si nivel_punteros = 1 entonces
        devolver ((nblogico - INDIRECTOS1) % (NPUNTEROS * NPUNTEROS)) % NPUNTEROS
    fsi
fsi
fsi
ffuncion
```

Ahora ya podemos desarrollar la función de `traducir_bloque_inodo()`:

1) `int traducir_bloque_inodo(unsigned int ninodo, unsigned int nblogico, unsigned char reservar);`

Esta función se encarga de obtener el nº de bloque físico correspondiente a un bloque lógico determinado del inodo indicado. Enmascara la gestión de los diferentes rangos de punteros directos e indirectos del inodo, de manera que funciones externas no tienen que preocuparse de cómo acceder a los bloques físicos apuntados desde el inodo.

Para desarrollarla, se puede optar tanto por una versión recursiva como por una versión iterativa y utilizar las funciones auxiliares para obtener el nº de rango de punteros, el puntero correspondiente del inodo y los índices de los bloques de punteros.

La misma función nos puede servir tanto para sólo consultar (caso del `mi_read_f()`) como para consultar y reservar un bloque libre si ningún bloque físico es apuntado por el número de bloque lógico (caso del `mi_write_f()`).

Podemos indicar este comportamiento con el argumento `reservar`. De manera genérica:

- Si `reservar` vale 0 utilizaremos `traducir_bloque_inodo()` únicamente para **consultar**:
  - Si existe bloque físico de datos, la función devolverá su posición.
  - Si no existe bloque físico de datos, dará error.

- Si `reservar` vale 1 utilizaremos `traducir_bloque_inodo()` para consultar y, si no existe bloque físico, también para **reservar**:
  - Si existe bloque físico de datos, la función devolverá su posición.
  - Si no existe bloque físico de datos, lo reservará y se devolverá su posición

Hay que tener en cuenta si existen o no los **bloques de punteros intermedios** que precisemos atravesar hasta llegar al **bloque de datos**. En caso de que alguno/s no exista/n:

- si estamos en modo de lectura, avisaremos del error,
- y si estamos en modo escritura, habrá que reservarlos (inicializando previamente un buffer con 0s para indicar que no apuntan a nada) y enlazarlos adecuadamente.

Cada vez que reservemos un bloque (sea para datos o para punteros) habrá que incrementar el campo de **número de bloques ocupados** del inodo.

Si se alteran los punteros del inodo y/o la cantidad de bloques ocupados hay que actualizar el `ctime`!

En el anexo 1 podéis ver el código de la función en C, caso por caso.

Un ejemplo de [pseudocódigo](#) para la **función optimizada**<sup>5</sup> sería:

---

<sup>5</sup> Es la optimización, realizada por Ricardo Galli, del caso por caso que figura en el Anexo.

```
funcion traducir_bloque_inodo(ninodo:unsigned ent, nblogico:unsigned ent, reservar: unsigned
char) devolver ptr:ent
var
  inodo: estructura inodo
  ptr, ptr_ant: unsigned ent
  salvar_inodo, nRangoBL, nivel_punteros, indice: ent
  buffer[NPUNTEROS]: unsigned ent
fvar
  leer_inodo (ninodo, &inodo)
  ptr := 0, ptr_ant := 0, salvar_inodo := 0
  nRangoBL := obtener_nRangoBL(&inodo, nblogico, &ptr); //0:D, 1:I0, 2:I1, 3:I2
  nivel_punteros := nRangoBL //el nivel_punteros +alto es el que cuelga del inodo
  mientras nivel_punteros>0 hacer //iterar para cada nivel de punteros indirectos
    si ptr=0 entonces //no cuelgan bloques de punteros
      si reservar=0 entonces devolver -1 // bloque inexistente -> no imprimir nada por pantalla!!!
      si_no //reservar bloques de punteros y crear enlaces desde el inodo hasta el bloque de datos
        salvar_inodo := 1
        ptr := reservar_bloque() //de punteros
        inodo.numBloquesOcupados++
        inodo.ctime = time(NULL) //fecha actual
        si nivel_punteros = nRangoBL entonces //el bloque cuelga directamente del inodo
          inodo.punterosIndirectos[nRangoBL-1] := ptr // (imprimirlo para test)
        si_no //el bloque cuelga de otro bloque de punteros
          buffer[indice] := ptr // (imprimirlo para test)
          bwrite(ptr_ant, buffer) //salvamos en el dispositivo el buffer de punteros modificado
        fsi
        memset(buffer, 0, BLOCKSIZE) //ponemos a 0 todos los punteros del buffer
      fsi
      si_no bread(ptr, buffer) //leemos del dispositivo el bloque de punteros ya existente
      fsi
      indice := obtener_indice(nblogico, nivel_punteros)
      ptr_ant := ptr //guardamos el puntero actual
      ptr := buffer[indice] // y lo desplazamos al siguiente nivel
      nivel_punteros--
    fmientras //al salir de este bucle ya estamos al nivel de datos

  si ptr=0 //no existe bloque de datos
    si reservar=0 entonces devolver -1 //error lectura ÷ bloque
    si_no
      salvar_inodo := 1
      ptr = reservar_bloque() //de datos
      inodo.numBloquesOcupados++
      inodo.ctime = time(NULL)
      si nRangoBL=0 entonces
        inodo.punterosDirectos[nblogico] := ptr // (imprimirlo para test)
      si_no
        buffer[indice] := ptr // asignamos la dirección del bloque de datos (imprimirlo para test)
        bwrite(ptr_ant, buffer) //salvamos en el dispositivo el buffer de punteros modificado
      fsi
```



```
fsi
fsi

si salvar_inodo=1 entonces
    escribir_inodo(ninodo, inodo) //sólo si lo hemos actualizado
fsi
devolver ptr //nº de bloque físico correspondiente al bloque de datos lógico, nblogico
ffuncion
```

Recomendación:

- Hacer el seguimiento a mano del algoritmo (con *reservar*=1) para los siguientes bloques lógicos de un mismo inodo: 8, 204, 30.004, 400.004, y 468.750, suponiendo que estamos en la situación inicial de que todos los punteros del inodo apuntan a 0 y no hay nada escrito en la zona de datos del dispositivo virtual. Comprobar los índices obtenidos para cada nivel con los ejemplos proporcionados, y observar cómo se va creando la estructura multinivel de punteros.

## Tests de prueba

En este nivel **leer\_sf.c** ya no es necesario reservar y liberar un bloque, ni mostrar el mapa de bits ni el directorio raíz (no borreís las sentencias, tan sólo ponerlas como comentarios). Ahora habrá que añadir a **leer\_sf.c** las instrucciones necesarias para comprobar la traducción de bloques de diferentes rangos de punteros.

Para ello necesitaremos previamente reservar artificialmente un inodo con la función **reservar\_inodo()**, y llamaremos a la función **traducir\_bloque\_inodo()** para traducir los bloques lógicos siguientes: 8, 204, 30.004, 400.004 y 468.750

En la función **traducir\_bloque\_inodo()** de **ficheros\_basico.c** poner los **fprintf()** necesarios, justo después de la asignación de un valor a **ptr** (en las 4 situaciones posibles) para mostrar:

- el nivel de punteros
- el índice para ese nivel
- y los bloques físicos reservados para bloques de punteros y bloques de datos

```
$ ./mi_mkfs disco 100000
$ ./leer_sf disco
```

```
DATOS DEL SUPERBLOQUE
posPrimerBloqueMB = 1
```



```
posUltimoBloqueMB = 13
posPrimerBloqueAI = 14
posUltimoBloqueAI = 3138
posPrimerBloqueDatos = 3139
posUltimoBloqueDatos = 99999
posInodoRaiz = 0
posPrimerInodoLibre = 1
cantBloquesLibres = 96861
cantInodosLibres = 24999
totBloques = 100000
totInodos = 25000
```

INODO 1. TRADUCCION DE LOS BLOQUES LOGICOS 8, 204, 30.004, 400.004 y 468.750

```
[traducir_bloque_inodo()→ inodo.punterosDirectos[8] = 3139 (reservado BF 3139 para BL 8)]
[traducir_bloque_inodo()→ inodo.punterosIndirectos[0] = 3140 (reservado BF 3140 para punteros_nivel1)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel1 [192] = 3141 (reservado BF 3141 para BL 204)]
[traducir_bloque_inodo()→ inodo.punterosIndirectos[1] = 3142 (reservado BF 3142 para punteros_nivel2)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel2 [116] = 3143 (reservado BF 3143 para punteros_nivel1)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel1 [40] = 3144 (reservado BF 3144 para BL 30004)]
[traducir_bloque_inodo()→ inodo.punterosIndirectos[2] = 3145 (reservado BF 3145 para punteros_nivel3)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel3 [5] = 3146 (reservado BF 3146 para punteros_nivel2)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel2 [25] = 3147 (reservado BF 3147 para punteros_nivel1)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel1 [120] = 3148 (reservado BF 3148 para BL 400004)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel3 [6] = 3149 (reservado BF 3149 para punteros_nivel2)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel2 [38] = 3150 (reservado BF 3150 para punteros_nivel1)]
[traducir_bloque_inodo()→ punteros_nivel1 [2] = 3151 (reservado BF 3151 para BL 468750)]
```

DATOS DEL INODO RESERVADO 1

```
tipo: f
permisos: 6
atime: Wed 2021-03-10 17:09:42
ctime: Wed 2021-03-10 17:09:42
mtime: Wed 2021-03-10 17:09:42
nlinks: 1
tamEnBytesLog: 0
numBloquesOcupados: 136
```

```
SB.posPrimerInodoLibre = 2
```

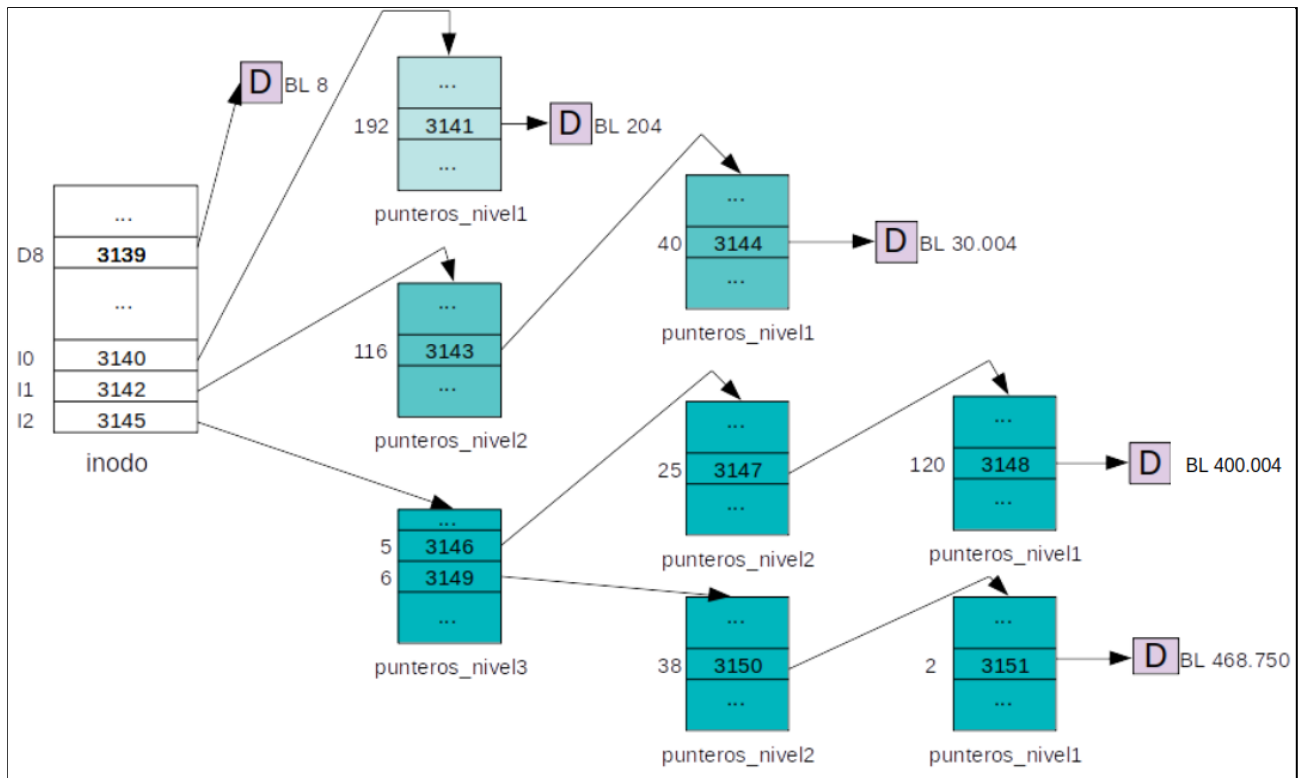
El siguiente gráfico ilustra esta ejecución:

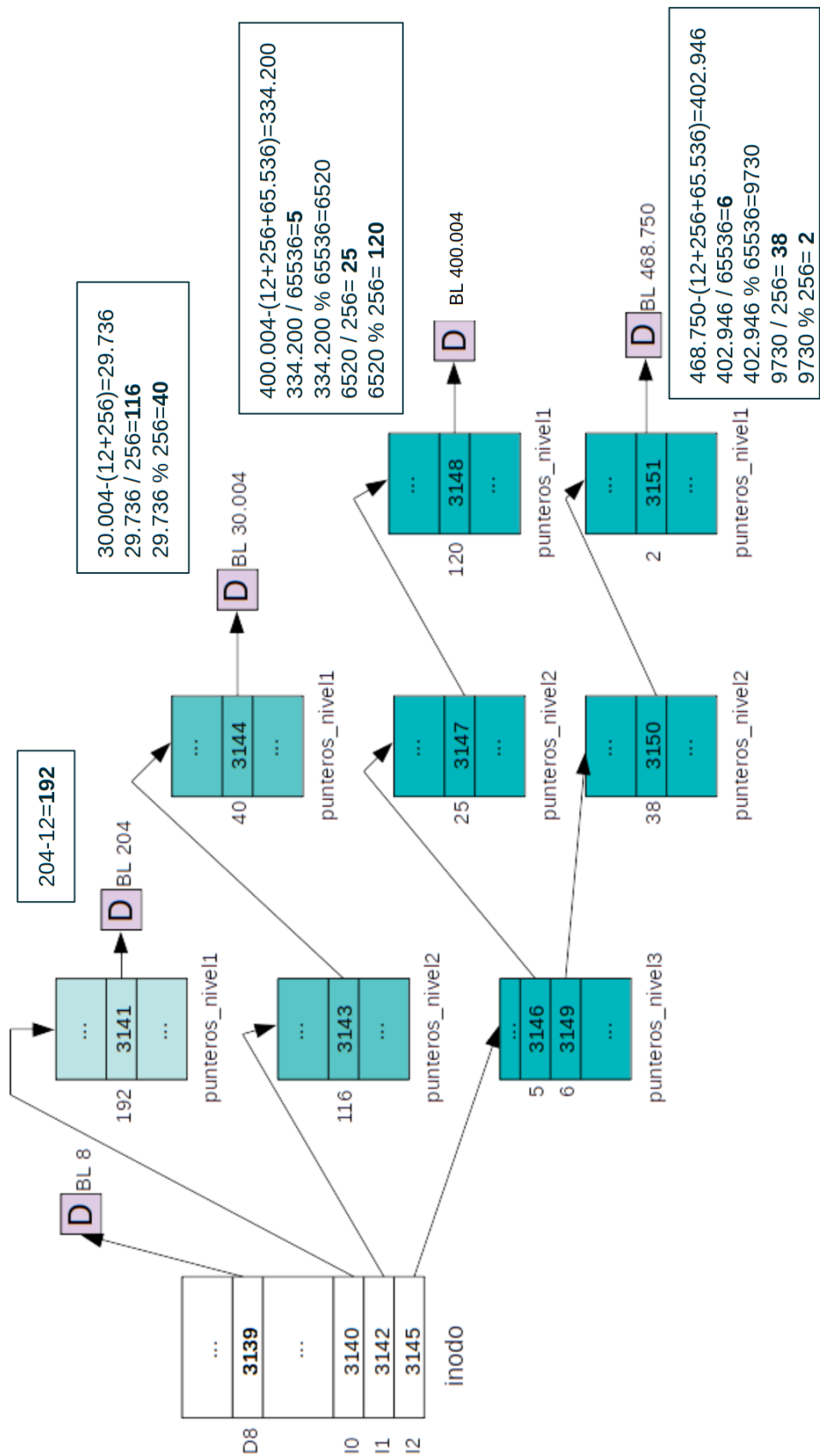
<sup>6</sup> Los ha tenido que crear porque no existían pero no contienen nada. Para hacer esta prueba estamos llamando a `traducir_bloque_inodo()` con `reservar=1` para ver que crea bien los punteros. Después borraremos en `leer_sf.c` esas llamadas ya que en la práctica sólo tiene sentido llamar a `traducir_bloque_inodo()` con `reservar=1` cuando vayamos a escribir contenido en los ficheros o a crear entradas en los directorios, ambas acciones desde una capa superior de nuestra biblioteca mediante la función `mi_write_f()`.

# Sistema de ficheros

## Nivel 4

`ficheros_basico.c` {traducir\_bloque\_inodo(),  
obtener\_indice(), obtener\_nRangoBL()}





## Anexo 1: versión caso por caso sin compactar código

```
int traducir_bloque_inodo(unsigned int ninodo, unsigned int nblogico, unsigned char reservar){
    unsigned int ptr = 0;
    // leemos el inodo solicitado.
    struct inodo inodo;
    leer_inodo(ninodo, &inodo);
    if (nblogico < DIRECTOS){ // el bloque logico es uno de los 12 primeros bloques logicos del inodo.
        switch (reservar){
            case 0:// modo consulta
                if (inodo.punterosDirectos[nblogico] == 0)// no tiene bloque físico asignado.
                    return -1;
                else{
                    ptr=inodo.punterosDirectos[nblogico];
                }
                break;
            case 1:// modo escritura
                if (inodo.punterosDirectos[nblogico] == 0){// si no tiene bloque fisico le asignamos uno.
                    inodo.punterosDirectos[nblogico] = reservar_bloque();
                    ptr=inodo.punterosDirectos[nblogico];
                    // aumentamos en uno el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos:
                    inodo.numBloquesOcupados++;
                    inodo.ctime = time(NULL);
                    // escribimos el inodo con la info actualizada
                    escribir_inodo(ninodo,inodo);
                }
                else{ // tiene bloque fisico asignado y lo devolvemos
                    ptr=inodo.punterosDirectos[nblogico];
                }
                break;
        }
        //printf("nblogico= %d, ptr= %d\n", nblogico, ptr);
        return ptr;
    }
    // PUNTERO INDIRECTOS 0
    // El bloque logico lo encontramos en el rango de Indirectos 0, es decir,
    // está comprendido entre el 0+12 y el 0+12+256-1: entre el 12 y el 267
    else if (nblogico < INDIRECTOS0){
        unsigned int punteros_nivel1[NPUNTEROS];
        switch (reservar){
            case 0:// modo consulta
                if (inodo.punterosIndirectos[0] == 0)// no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel1.
                    return -1;
                else{// ya existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
                    bread(inodo.punterosIndirectos[0],punteros_nivel1);
                    if (punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS] == 0)
                        // no hay bloque físico asignado al bloque lógico de datos.
                        return -1;
                    else{
```

```
        ptr=punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS];
    }
}
break;
case 1:// modo escritura
if (inodo.punterosIndirectos[0] == 0){ // no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel1
    inodo.punterosIndirectos[0] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1
    memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros
    punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS] = reservar_bloque(); //para datos
    // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos
    inodo.numBloquesOcupados+=2;
    inodo.ctime = time(NULL);
    // salvamos el bloque de punteros_nivel1 en el dispositivo.
    bwrite(inodo.punterosIndirectos[0],punteros_nivel1);
    // devolvemos el bloque fisico de datos
    ptr=punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS];
}
else{// existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
    bread(inodo.punterosIndirectos[0],punteros_nivel1);
    if (punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS] == 0){
        // no hay bloque fisico de datos asignado, entonces lo reservamos
        punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS] = reservar_bloque(); //para datos
        // salvamos el bloque de punteros_nivel1 en el dispositivo.
        bwrite(inodo.punterosIndirectos[0],punteros_nivel1);
        ptr=punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS]; // devolvemos el bloque fisico de datos.
        // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
        inodo.numBloquesOcupados++;
        inodo.ctime = time(NULL);
    }
    else{ // si existe el bloque fisico de datos lo devolvemos
        ptr=punteros_nivel1[nblogico-DIRECTOS];
    }
}
// escribimos en el dispositivo el inodo actualizado
escribir_inodo(ninodo,inodo);
break;
}
//printf("nblogico= %d, ptr= %d\n", nblogico, ptr);
return ptr;
}
// PUNTERO INDIRECTOS 1
// El bloque logico lo encontramos en el rango de Indirectos 1, es decir,
// los comprendidos entre el 0+12+256 y el 0+12+256+256^2-1: entre el 268 y el 65.803.
else if (nblogico < INDIRECTOS1){
    unsigned int punteros_nivel1[NPUNTEROS];
    unsigned int punteros_nivel2[NPUNTEROS];
    unsigned int indice_nivel1 = obtener_indice(nblogico, 1); // indice para punteros_nivel1
    unsigned int indice_nivel2 = obtener_indice(nblogico, 2); // indice para punteros_nivel2
    switch(reservar){
        case 0:// modo consulta
            if (inodo.punterosIndirectos[1] == 0)// no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel2.
```

```
return -1;
else{// ya existe el bloque de punteros_nivel2 y lo leemos del dispositivo
    bread(inodo.punterosIndirectos[1],punteros_nivel2);
    if (punteros_nivel2[indice_nivel2] == 0)// no hay bloque físico asignado a punteros_nivel1.
        return -1;
    else{// ya existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
        bread(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
        if (punteros_nivel1[indice_nivel1] == 0)
            // no hay bloque físico asignado al bloque lógico de datos.
            return -1;
        else{
            ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1]; // devolvemos el bloque físico solicitado
        }
    }
}
break;
case 1:// modo escritura
if (inodo.punterosIndirectos[1] == 0){ // no hay bloque físico asignado a punteros_nivel2
    inodo.punterosIndirectos[1] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel2
    memset(punteros_nivel2,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel2
    punteros_nivel2[indice_nivel2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1
    memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel1
    punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos
    // salvamos los buffers de los bloques de punteros en el dispositivo
    bwrite(inodo.punterosIndirectos[1],punteros_nivel2);
    bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
    // devolvemos el bloque físico de datos
    ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];
    // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
    inodo.numBloquesOcupados+=3;
    inodo.ctime = time(NULL);
}
else{// existe el bloque de punteros_nivel2 y lo leemos del dispositivo
    bread(inodo.punterosIndirectos[1],punteros_nivel2);
    if (punteros_nivel2[indice_nivel2] == 0){ // no hay bloque físico asignado a punteros_nivel1
        punteros_nivel2[indice_nivel2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1
        memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel1
        punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos
        // salvamos los buffers de los bloques de punteros en el dispositivo
        bwrite(inodo.punterosIndirectos[1],punteros_nivel2);
        bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
        // devolvemos el bloque físico de datos
        ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];
        // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
        inodo.numBloquesOcupados+=2;
        inodo.ctime = time(NULL);
    }
    else{// existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
        bread(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
        if (punteros_nivel1[indice_nivel1] == 0){ // no hay bloque físico asignado al bloque de datos
            punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos
```

```
// salvamos el bloque de punteros_nivel1 en el dispositivo
bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2], punteros_nivel1);
// devolvemos el bloque físico asignado a los datos
ptr = punteros_nivel1[indice_nivel1];
// aumentamos en uno el número de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
inodo.numBloquesOcupados++;
inodo.ctime = time(NULL);
}
else{
    ptr = punteros_nivel1[indice_nivel1];
}
}
}
// escribimos en el dispositivo el inodo actualizado
escribir_inodo(ninodo, inodo);
break;
}
//printf("nblogico= %d, ptr= %d\n", nblogico, ptr);
return ptr;
}

// PUNTERO INDIRECTOS 2
// El bloque logico lo encontramos en el rango de Indirectos 2, es decir, los comprendidos entre
// el 0+12+256+256^2 y el 0+12+256+256^2+256^3-1: entre el 65.804 y el 16.843.019.
else if (nblogico < INDIRECTOS2){
    unsigned int punteros_nivel1[NPUNTEROS];
    unsigned int punteros_nivel2[NPUNTEROS];
    unsigned int punteros_nivel3[NPUNTEROS];
    unsigned int indice_nivel1 = obtener_indice(nblogico, 1); //indice para punteros_nivel1
    unsigned int indice_nivel2 = obtener_indice(nblogico, 2); //indice para punteros_nivel2
    unsigned int indice_nivel3 = obtener_indice(nblogico, 3); //indice para punteros_nivel3
    switch(reservar){
        case 0://modo consulta
            if (inodo.punterosIndirectos[2] == 0)// no hay bloque físico asignado a punteros_nivel3.
                return -1;
            else{// ya existe el bloque de punteros_nivel3 y lo leemos del dispositivo
                bread(inodo.punterosIndirectos[2], punteros_nivel3);
                if (punteros_nivel3[indice_nivel3] == 0)// no hay bloque físico asignado a punteros_nivel2.
                    return -1;
                else{// ya existe el bloque de punteros_nivel2 y lo leemos del dispositivo
                    bread(punteros_nivel3[indice_nivel3], punteros_nivel2);
                    if (punteros_nivel2[indice_nivel2] == 0)// no hay bloque físico asignado a punteros_nivel1.
                        return -1;
                    else{// ya existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
                        bread(punteros_nivel2[indice_nivel2], punteros_nivel1);
                        if (punteros_nivel1[indice_nivel1] == 0)
                            // no hay bloque físico asignado al bloque lógico de datos.
                            return -1;
                        else{
                            ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1]; // devolvemos el bloque físico solicitado
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```



```
    }  
  }  
  break;  
case 1://modo escritura  
if (inodo.punterosIndirectos[2] == 0){ // no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel3  
  inodo.punterosIndirectos[2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel3  
  memset(punteros_nivel3,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel3  
  punteros_nivel3[indice_nivel3] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel2  
  memset(punteros_nivel2,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel2  
  punteros_nivel2[indice_nivel2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1  
  memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel1  
  punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos  
  // salvamos los buffers de los bloques de punteros en el dispositivo  
  bwrite(inodo.punterosIndirectos[2],punteros_nivel3);  
  bwrite(punteros_nivel3[indice_nivel3],punteros_nivel2);  
  bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);  
  // devolvemos el bloque fisico de datos  
  ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];  
  // aumentamos en uno el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.  
  inodo.numBloquesOcupados+=4;  
  inodo.ctime = time(NULL);  
}  
else{// existe el bloque de punteros_nivel3 y lo leemos del dispositivo  
  bread(inodo.punterosIndirectos[2],punteros_nivel3);  
  if (punteros_nivel3[indice_nivel3] == 0){ // no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel2  
    punteros_nivel3[indice_nivel3] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel2  
    memset(punteros_nivel2,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel2  
    punteros_nivel2[indice_nivel2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1  
    memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel1  
    punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos  
    // salvamos los buffers de los bloques de punteros en el dispositivo  
    bwrite(inodo.punterosIndirectos[2],punteros_nivel3);  
    bwrite(punteros_nivel3[indice_nivel3],punteros_nivel2);  
    bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);  
    // devolvemos el bloque fisico de datos  
    ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];  
    // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.  
    inodo.numBloquesOcupados+=3;  
    inodo.ctime = time(NULL);  
  }  
  else{// existe el bloque de punteros_nivel2 y lo leemos del dispositivo  
    bread(punteros_nivel3[indice_nivel3],punteros_nivel2);  
    if (punteros_nivel2[indice_nivel2] == 0){ // no hay bloque fisico asignado a punteros_nivel1  
      punteros_nivel2[indice_nivel2] = reservar_bloque(); //para punteros_nivel1  
      memset(punteros_nivel1,0,BLOCKSIZE); //iniciamos a 0 los 256 punteros de nivel1  
      punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos  
      // salvamos los buffers de los bloques de punteros en el dispositivo  
      bwrite(punteros_nivel3[indice_nivel3],punteros_nivel2);  
      bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);  
      // devolvemos el bloque fisico de datos  
      ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];  
    }  
  }  
}
```

```
        // aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
        inodo.numBloquesOcupados+=2;
        inodo.ctime = time(NULL);
    }
    else{// existe el bloque de punteros_nivel1 y lo leemos del dispositivo
        bread(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
        if (punteros_nivel1[indice_nivel1] == 0){//no hay bloque físico asignado al bloque de datos
            punteros_nivel1[indice_nivel1] = reservar_bloque(); //para datos
            // salvamos el bloque de punteros_nivel1 en el dispositivo
            bwrite(punteros_nivel2[indice_nivel2],punteros_nivel1);
            // devolvemos el bloque físico asignado a los datos
            ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];
            //aumentamos el numero de bloques ocupados por el inodo en la zona de datos.
            inodo.numBloquesOcupados++;
            inodo.ctime = time(NULL);
        }
        else{
            ptr=punteros_nivel1[indice_nivel1];
        }
    }
}
// escribimos en el dispositivo el inodo actualizado
escribir_inodo(ninodo,inodo);
break;
}
//printf("nblogico= %d, ptr= %d\n", nblogico, ptr);
return ptr;
}
return ptr;
}
```