

Infraestructura Computacional

Virtualización

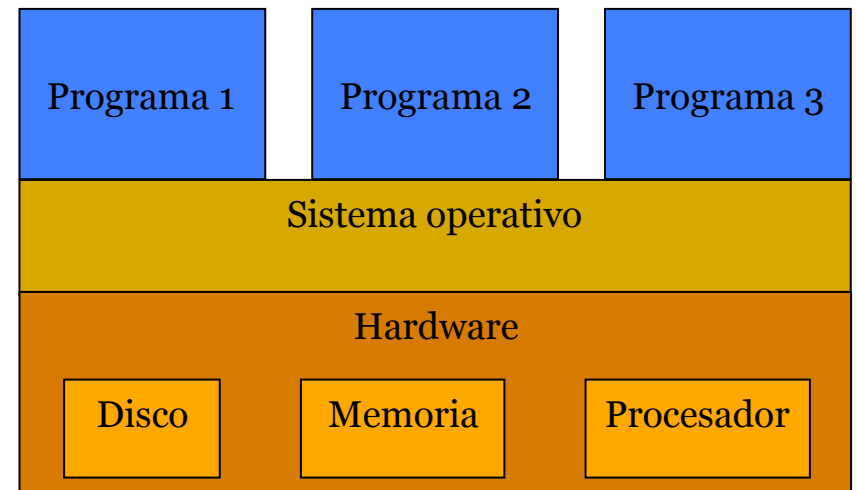
Rafael Gómez

Francisco Rueda

Sandra Rueda

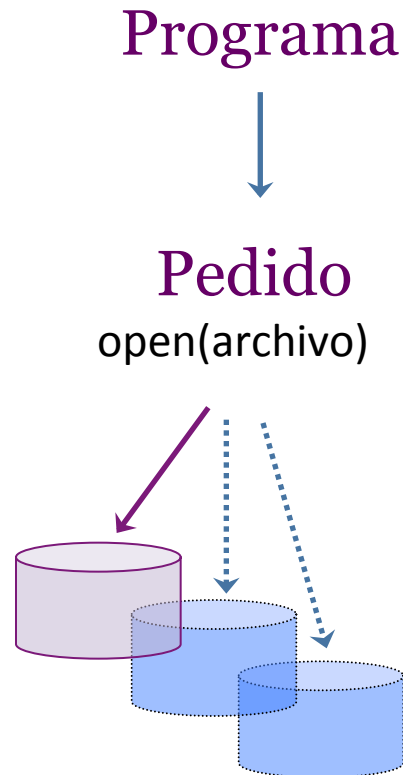
Sistema Operativo Multiusuario

- Administración de los recursos de la máquina
 - Manejo de usuarios
 - Asignación de recursos
 - Virtualización de recursos
 - Contabilidad
 - Protección



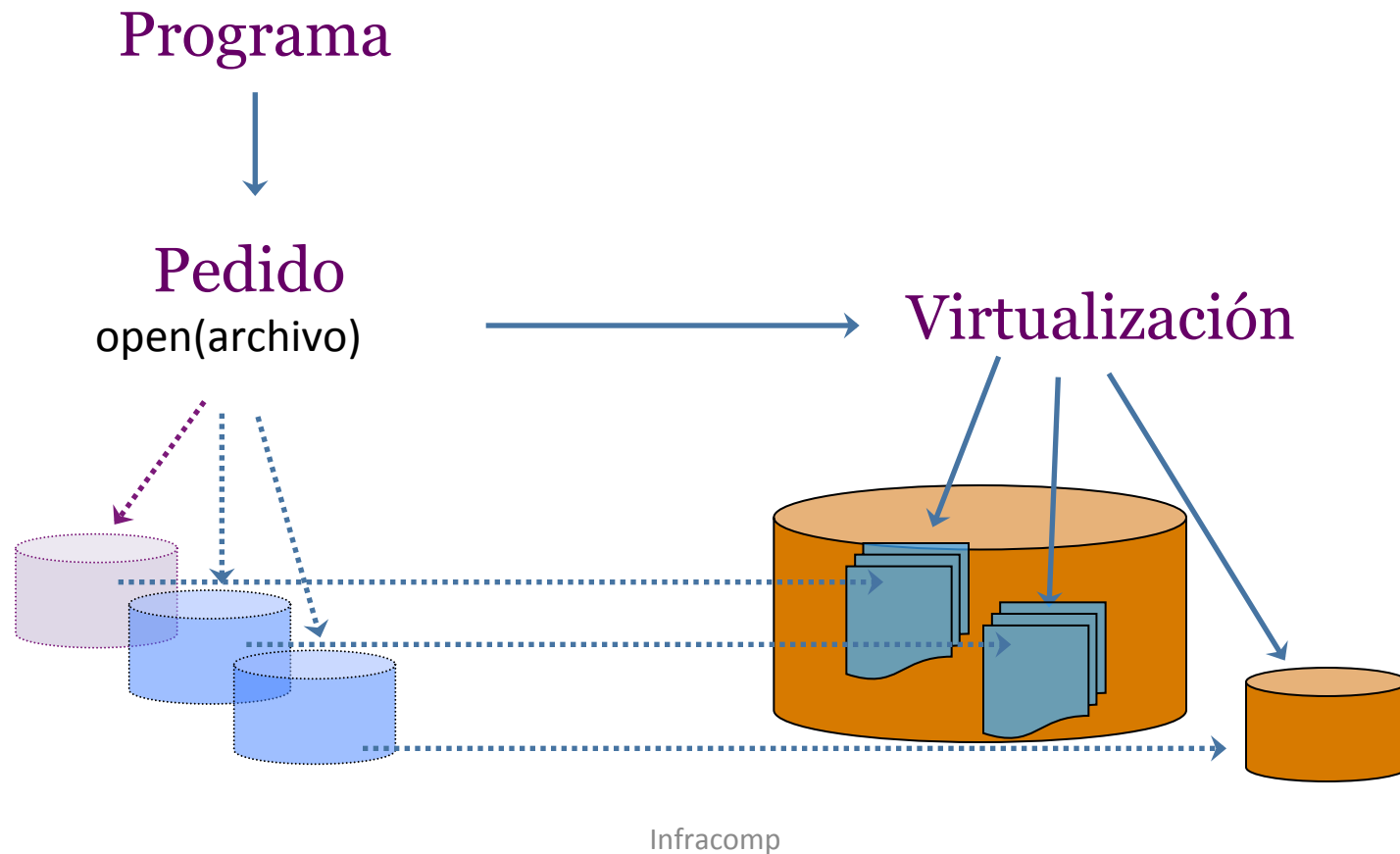
Virtualización

- Los recursos son compartidos



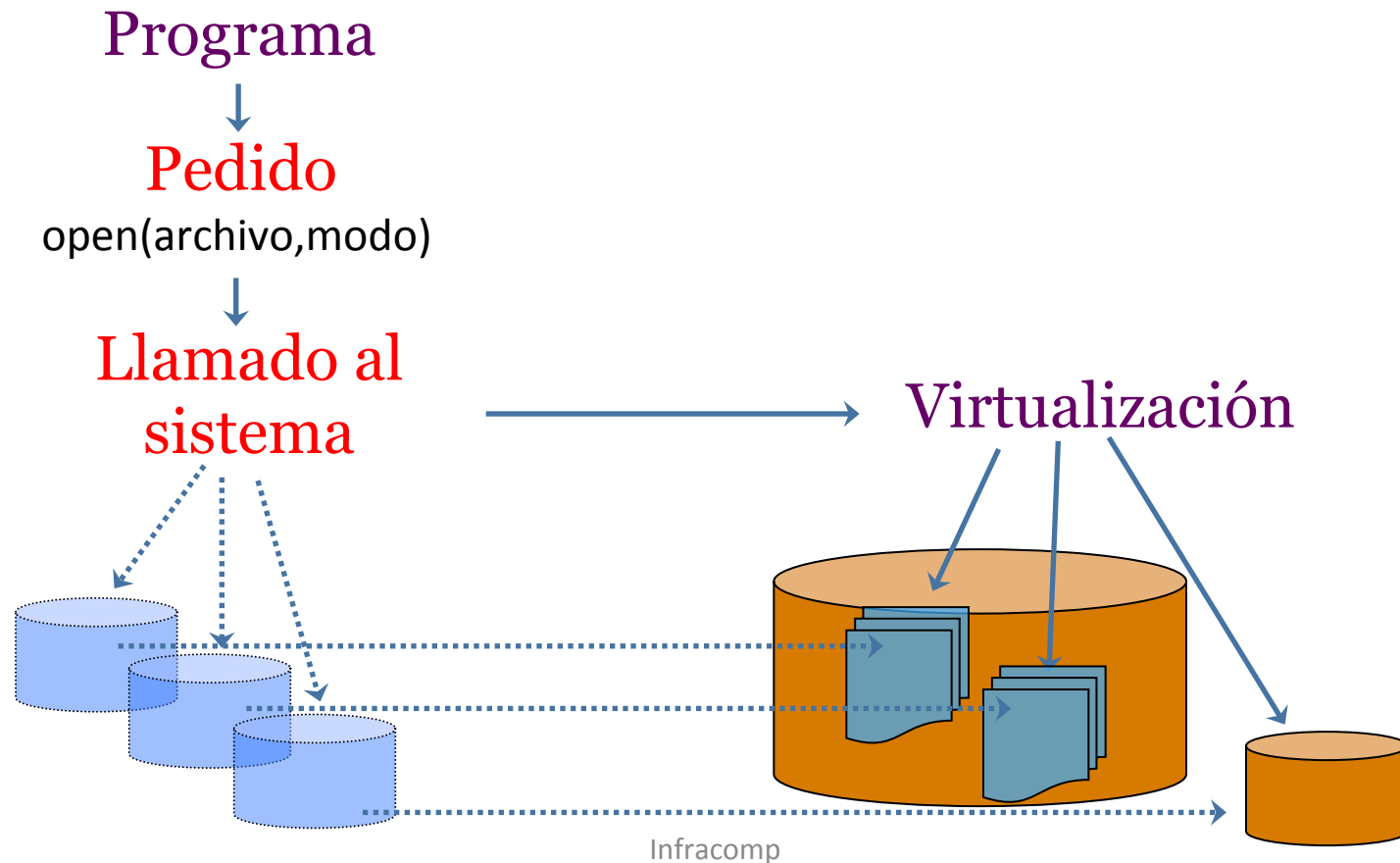
Virtualización

- Los recursos son compartidos



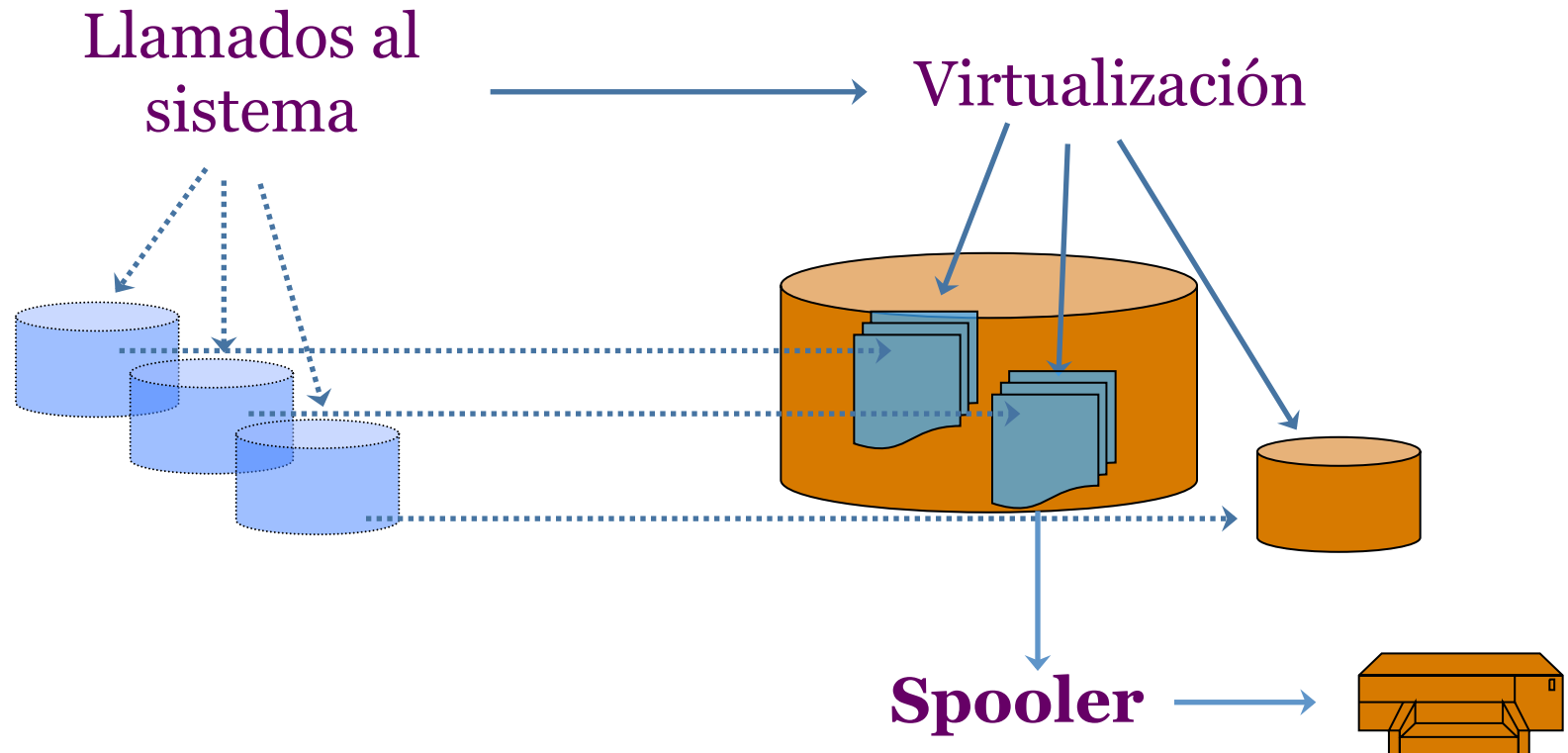
Virtualización

- Los recursos son compartidos



Virtualización

- Los recursos son compartidos



Virtualización

- Mapear

Llamado al sistema



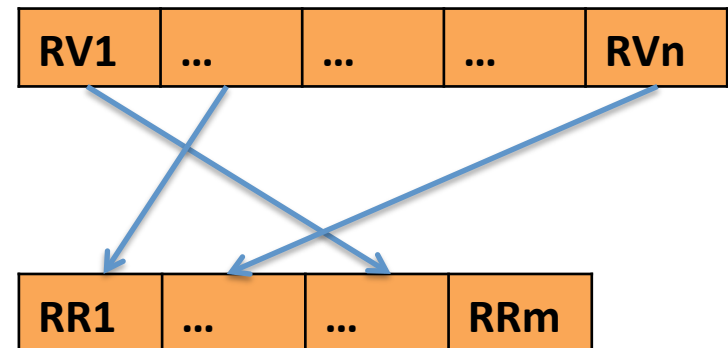
RVi

Monitor de virtualización



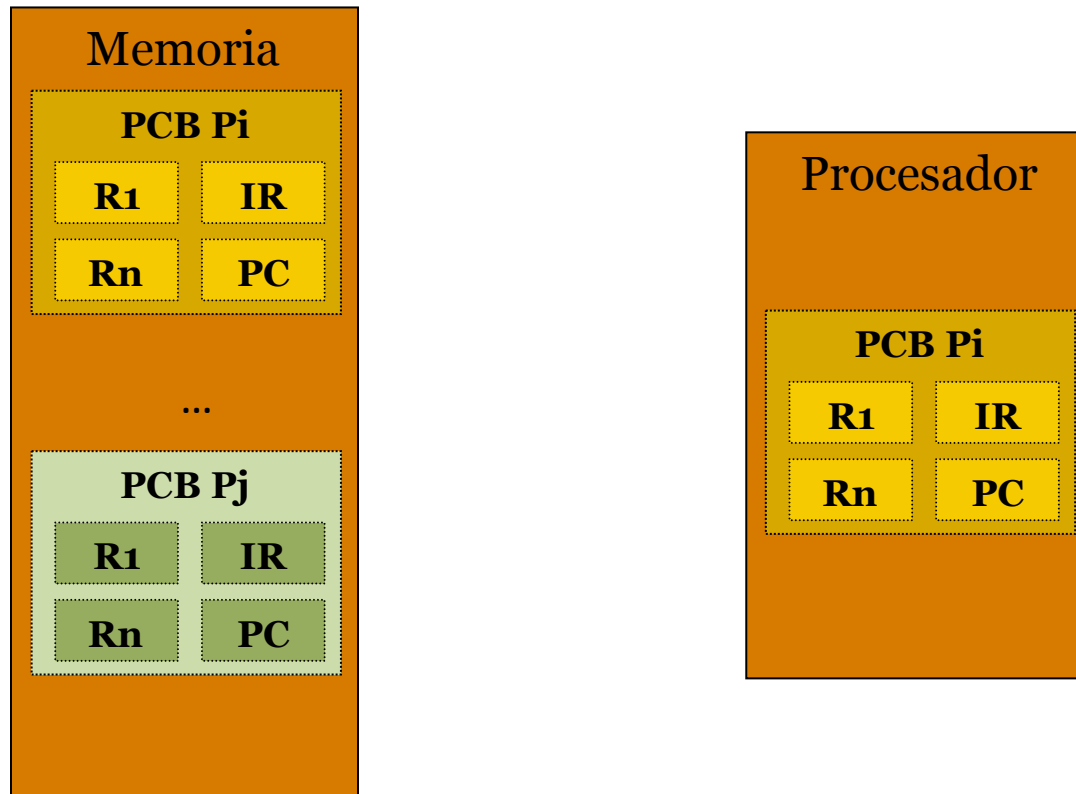
RRj

Traducción (mapeo)



Recurso Virtual (RV)
Recurso Real (RR)

Virtualización del Procesador



Administración de Memoria

Administración de Memoria

- Direcccionamiento real

.....

.....

mov REG1, 10000

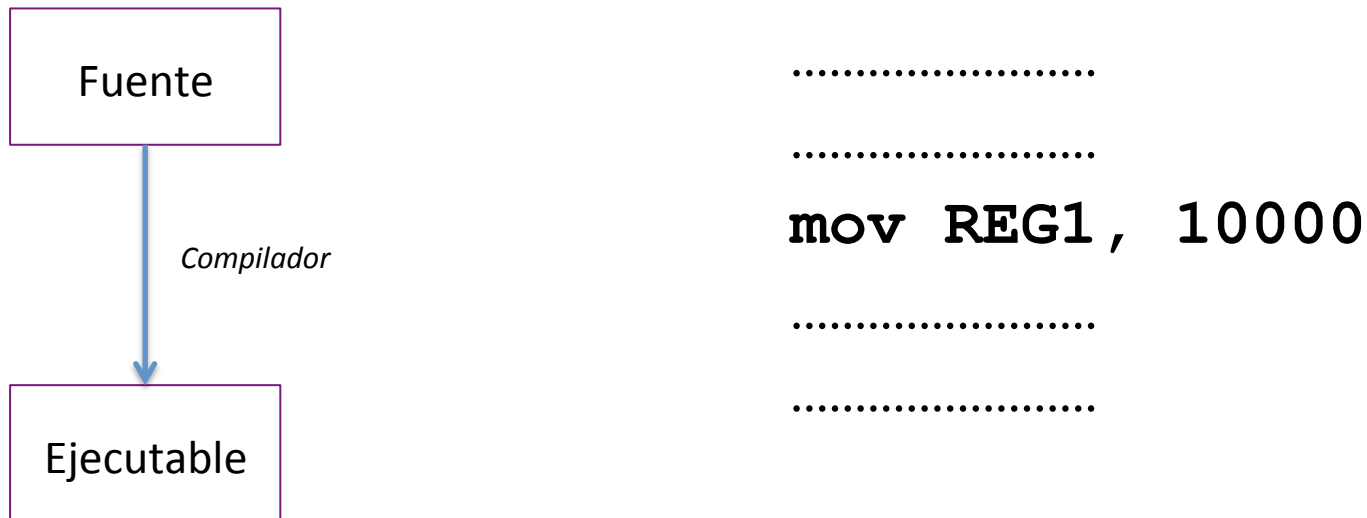
Mover el contenido de la ubicación
10000 de memoria al registro 1.

.....

.....

Administración de Memoria

- Direcccionamiento real



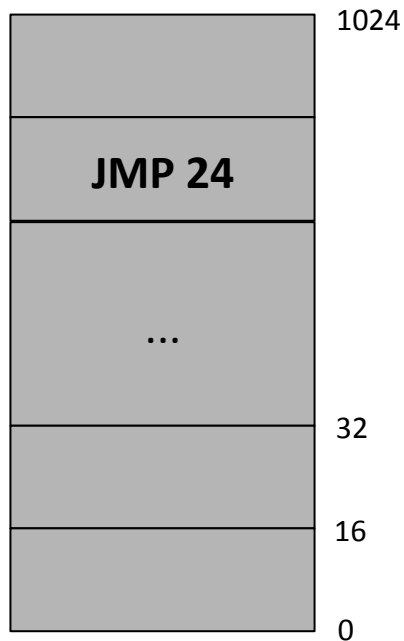
Administración de Memoria

- Memoria real y múltiples procesos
 - ¿Dónde deberían ser cargados los procesos?
 - ¿Podría haber intersección en el espacio de direcciones?

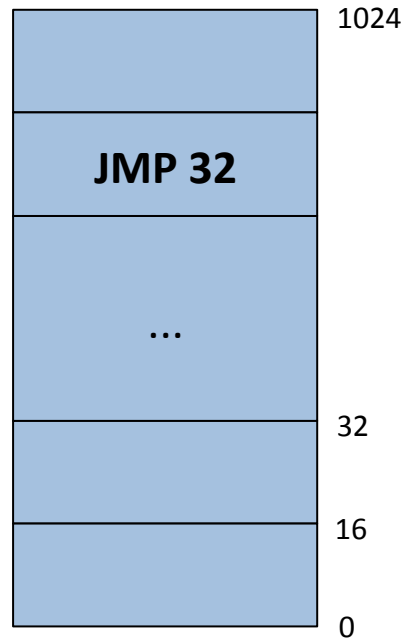
```
.....  
.....  
mov REG1, 10000  
.....  
.....
```

Múltiples Programas

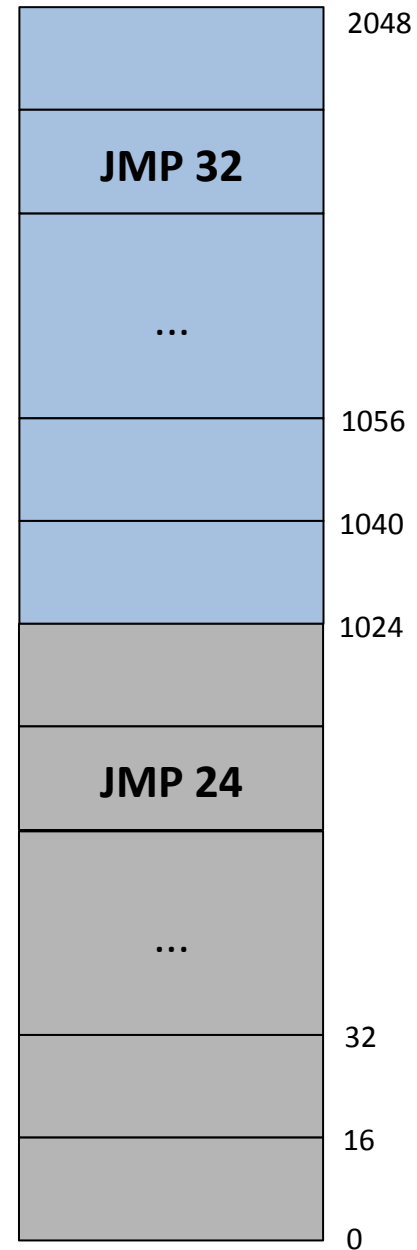
- Direcciones relativas



programa1



programa2



Propuesta

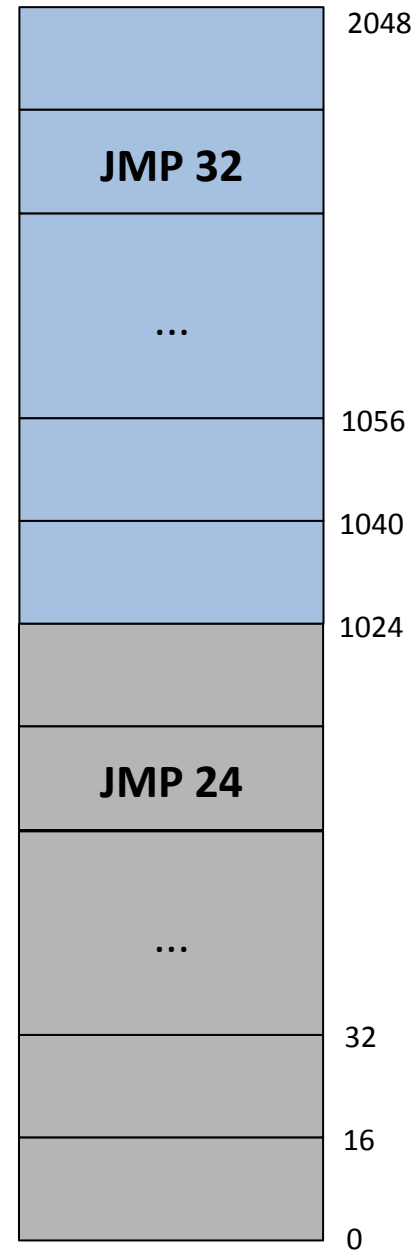
- Registros
 - base
 - límite

programa1 – registro base

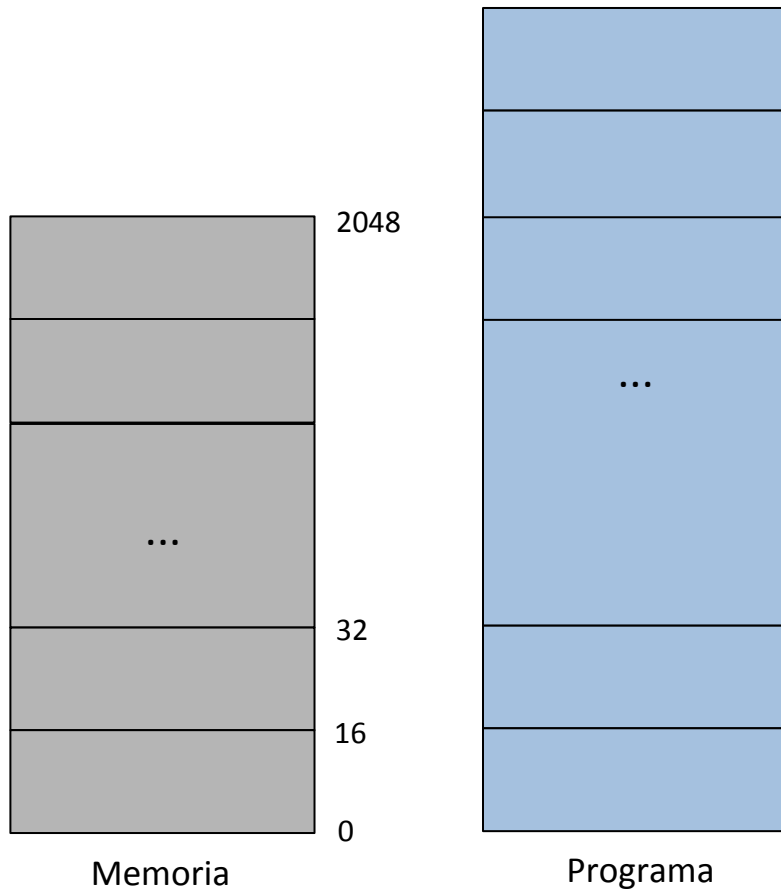
0

programa2 – registro base

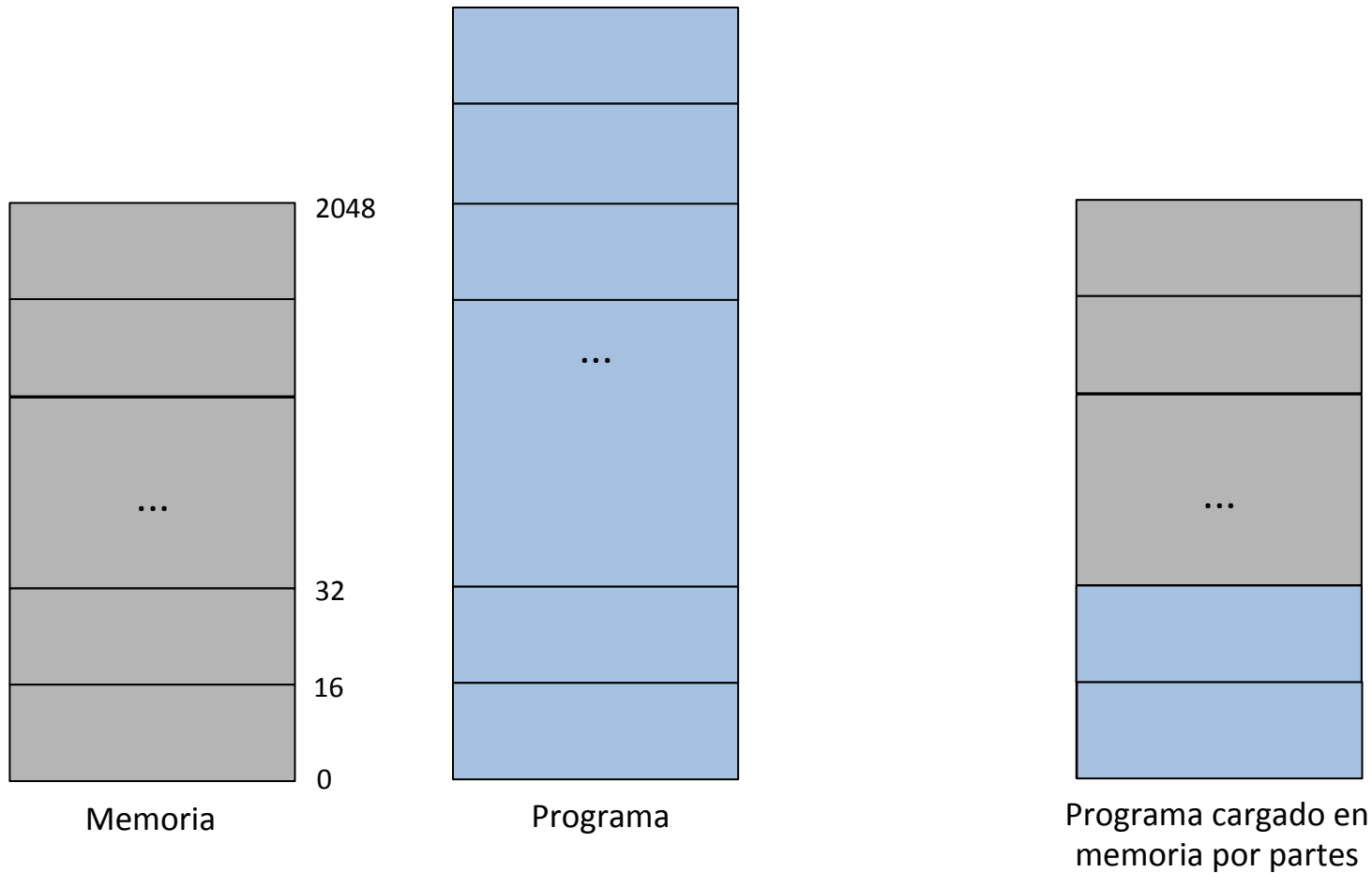
1024



Programas Grandes



Propuesta



Administración de la Memoria

- Preguntas
 - Un proceso debe estar en memoria para ser ejecutado.
 - ¿Cómo cargar un programa que es más grande que la memoria física disponible?

Administración de la Memoria

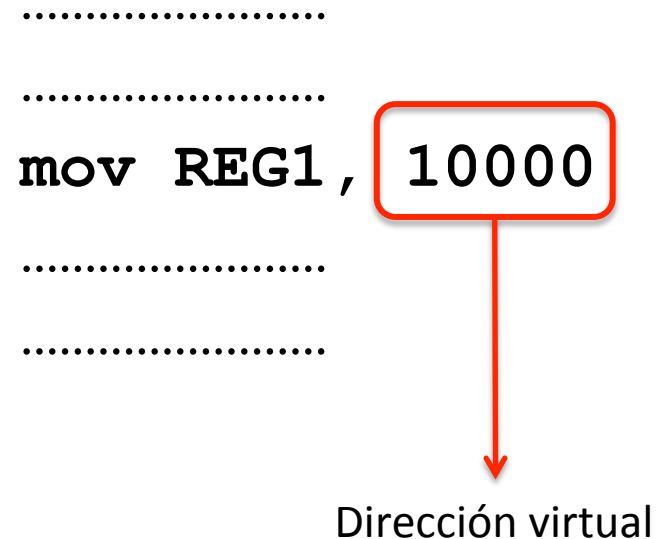
- Preguntas
 - Un proceso debe estar en memoria para ser ejecutado.
 - ¿Cómo mantener múltiples procesos en memoria para que puedan ser ejecutados de forma concurrente?

Administración de la Memoria

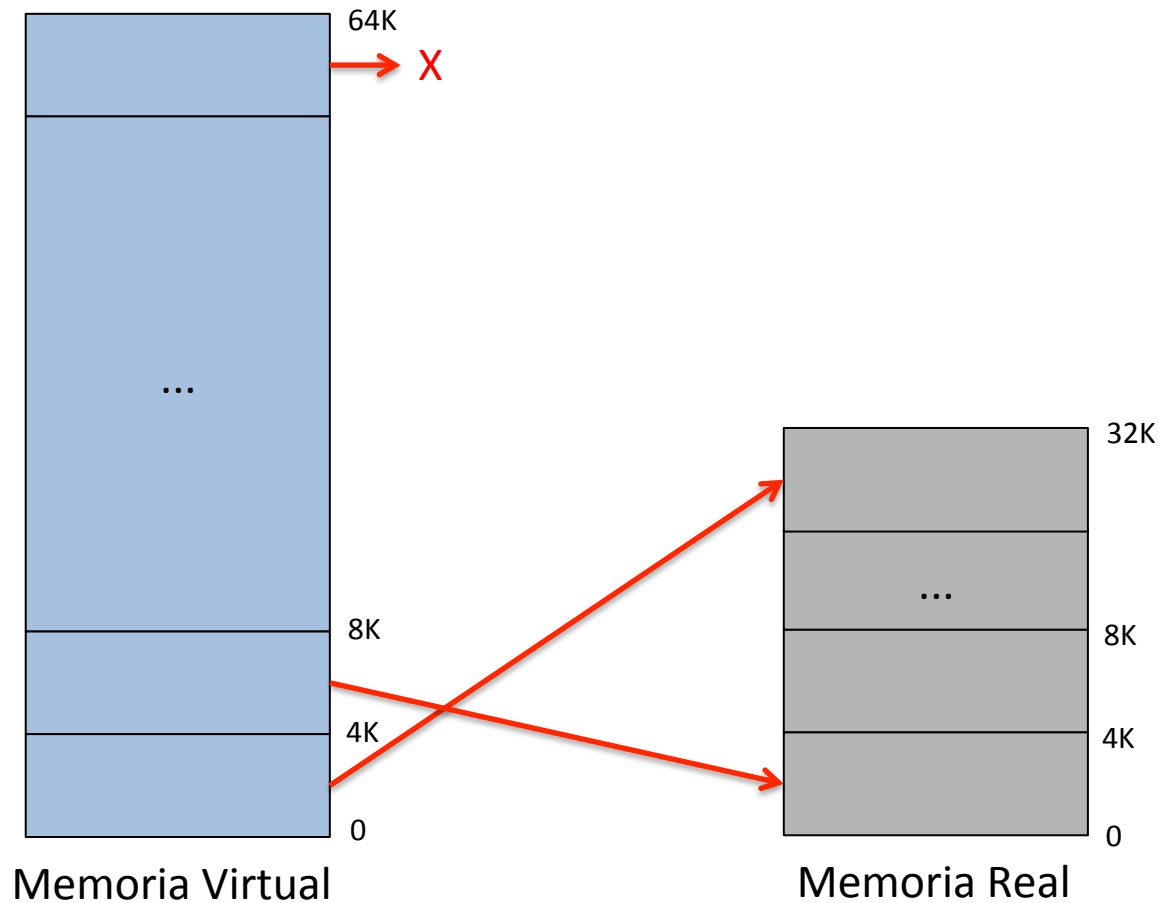
- Preguntas
 - Varios procesos pueden usar el mismo código (una librería por ejemplo).
 - ¿Cómo permitir que varios procesos tengan acceso a una parte de memoria que es compartida?

Memoria Virtual

- Los programas manejan direcciones virtuales
 - Deben ser traducidas a direcciones en memoria real



Memoria Virtual y Memoria Real



Características

- La mayoría de los sistemas hoy en día tienen memoria virtual (MV)
- La Memoria virtual es más grande que la memoria principal (el espacio de direcciones es más grande)
- Los programas generan direcciones virtuales que deben ser automáticamente traducidas a memoria real

Direccionamiento

.....

.....

mov REG1, 10000

.....

.....

En un sistema **sin memoria virtual** esta dirección corresponde a la dirección en la **memoria real**.

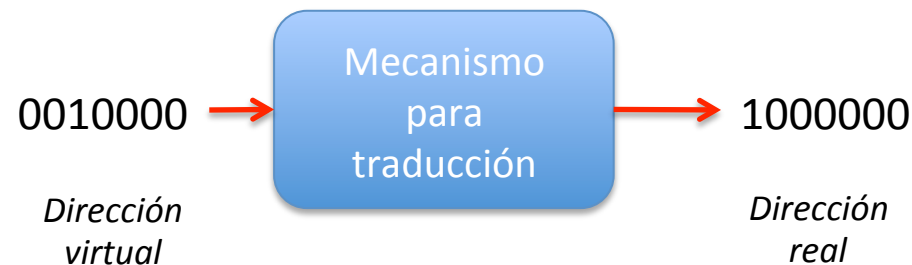
En un sistema con **memoria virtual** debemos establecer la dirección real correspondiente.

Direccionamiento

.....
.....
`mov REG1, 10000`
.....
.....

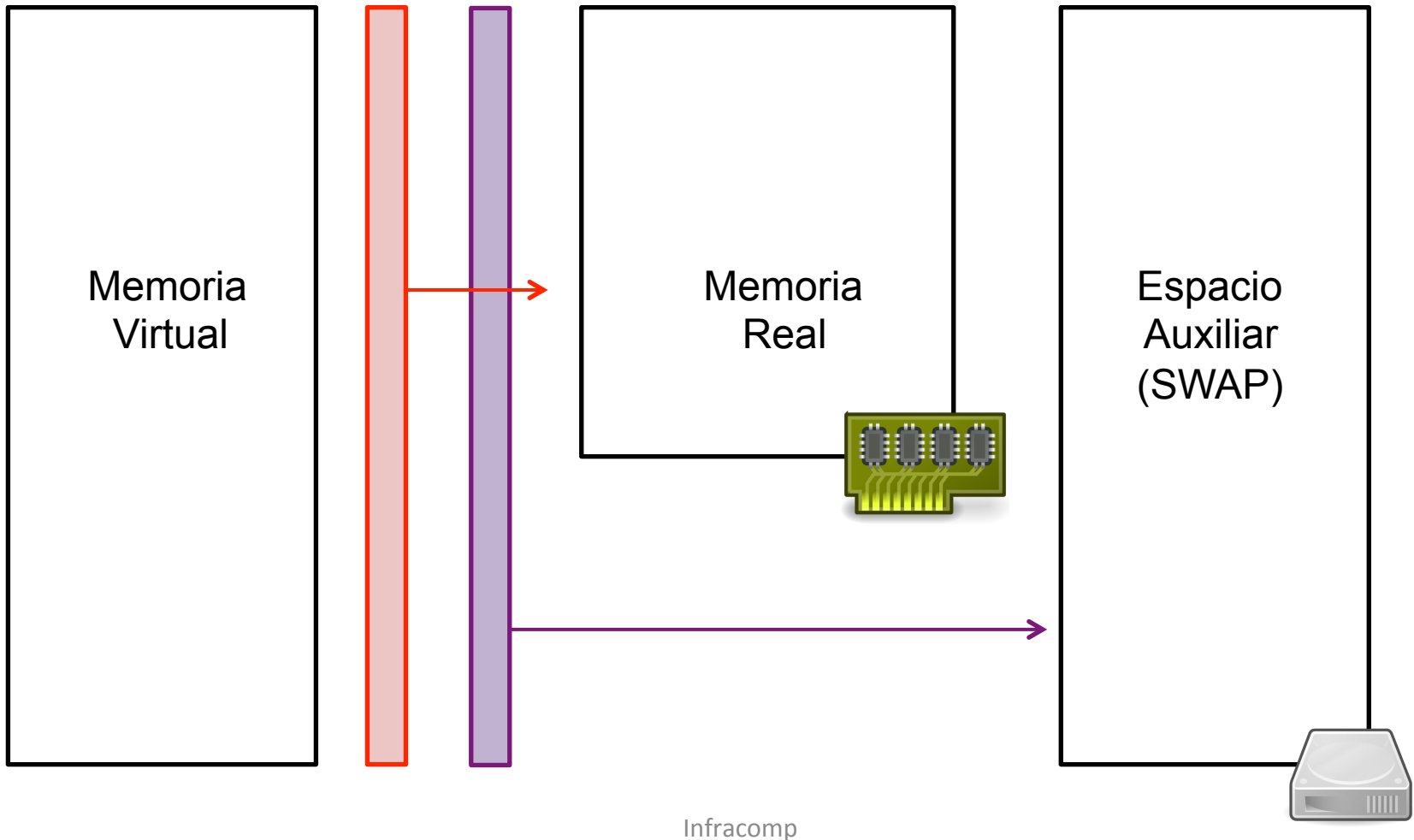
10000

En un sistema con **memoria virtual** debemos establecer la dirección real correspondiente.



Memoria Virtual

*Tabla de Tabla
Páginas Auxiliar*



Traducción de Direcciones

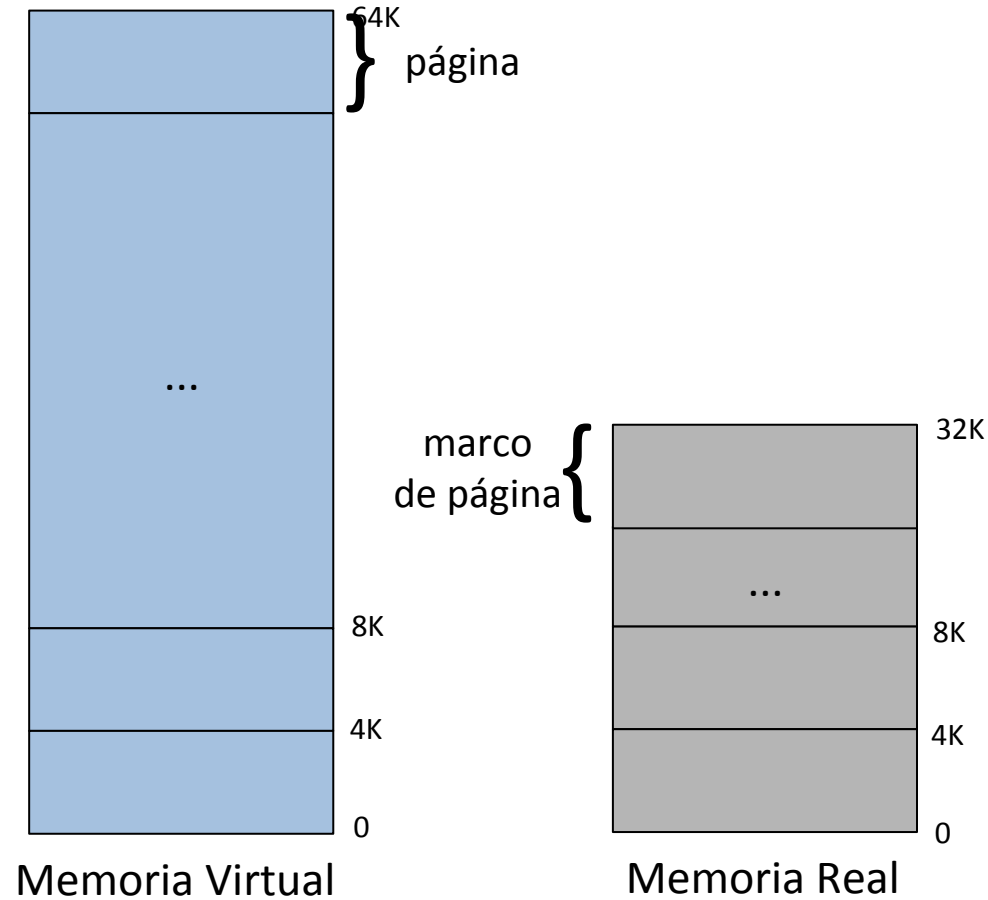
- La traducción se hace por medio de una tabla de páginas (TP)
 - reside en la memoria real
 - indica en qué parte de la memoria están las páginas de la MV (no todas las páginas están en memoria)
- Además hay una tabla auxiliar (TA)
 - indica en qué parte del disco está cada una de las páginas de la MV

Traducción de Direcciones

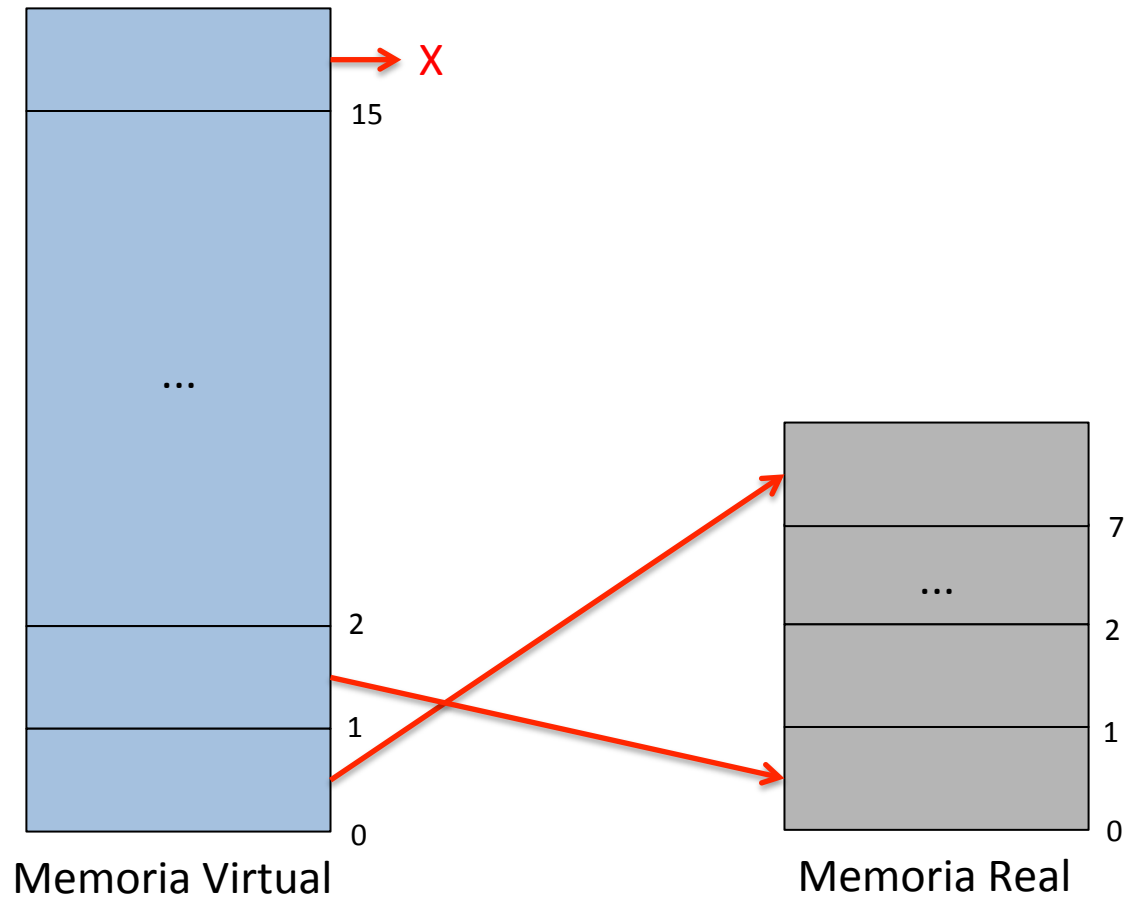
- Para hacer la traducción se usan diferentes mecanismos:
 - paginación
 - paginación en varios niveles
 - segmentación

Paginación

- El espacio de direcciones virtuales se divide en unidades del mismo tamaño: Páginas
- El espacio real se divide en unidades similares: Marcos de página
- Por lo general las páginas y los marcos de página son del mismo tamaño

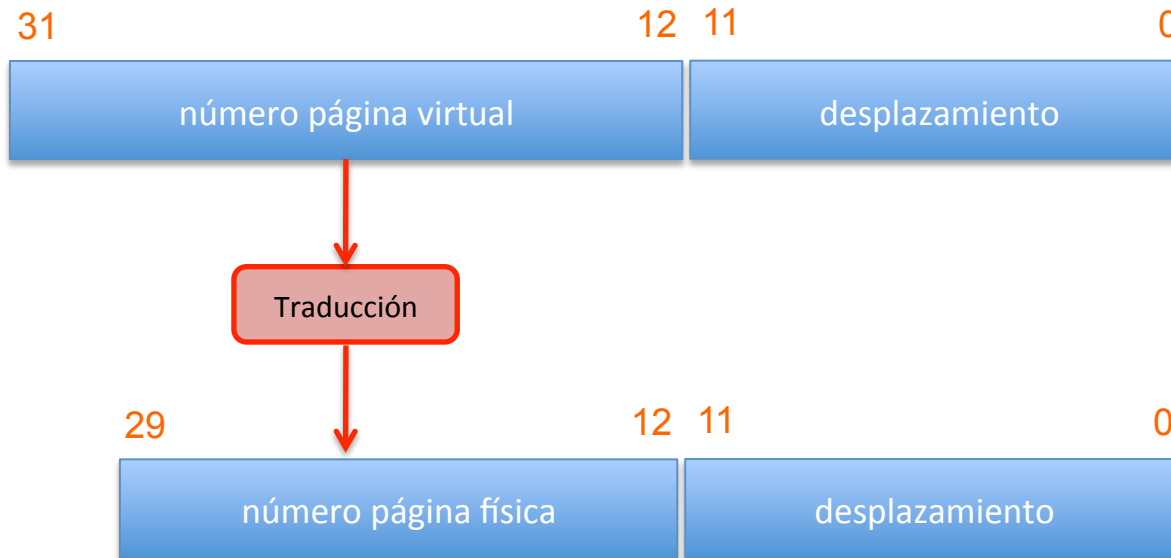


Paginación



Paginación

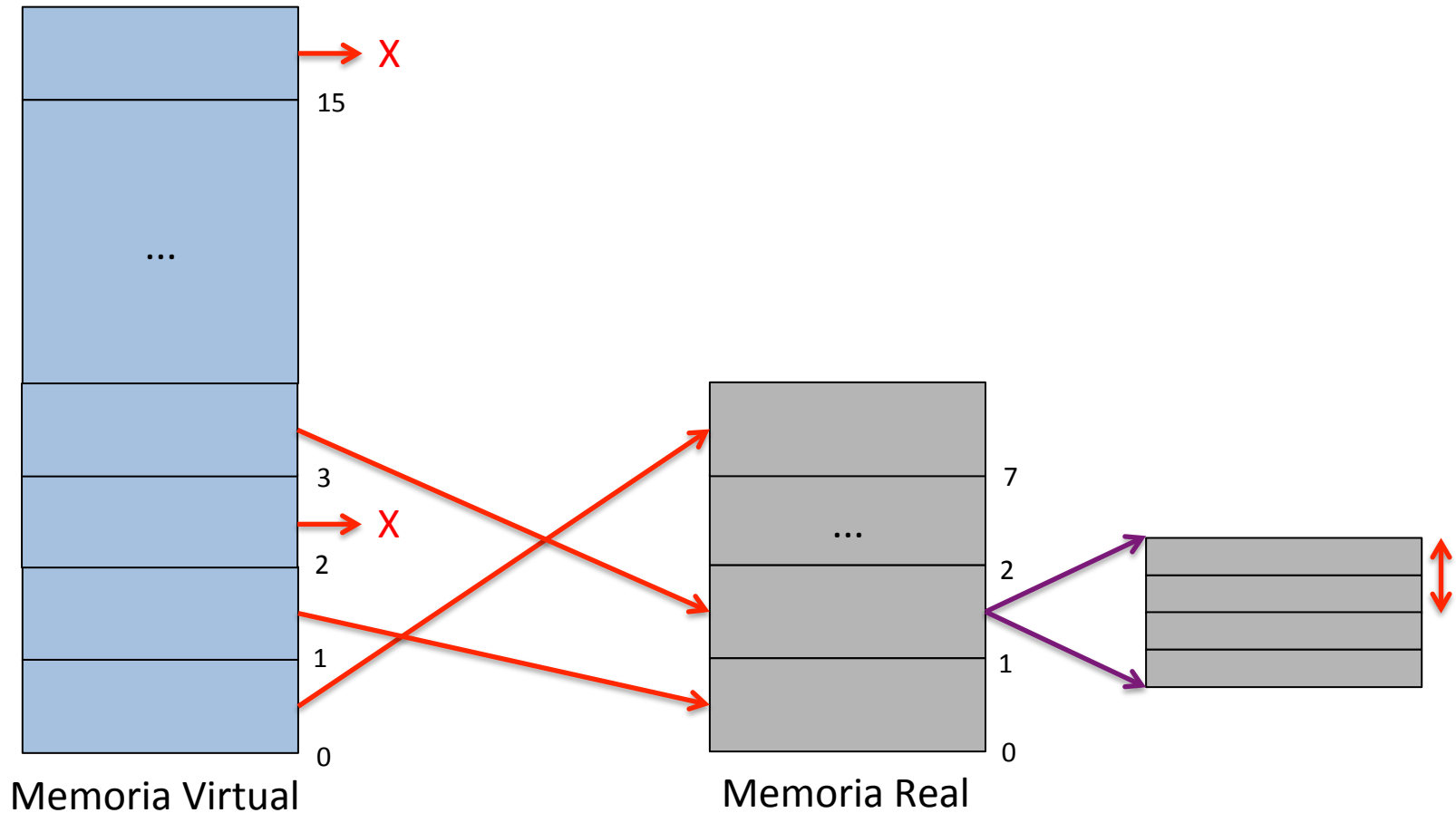
- Una dirección virtual tiene dos partes:



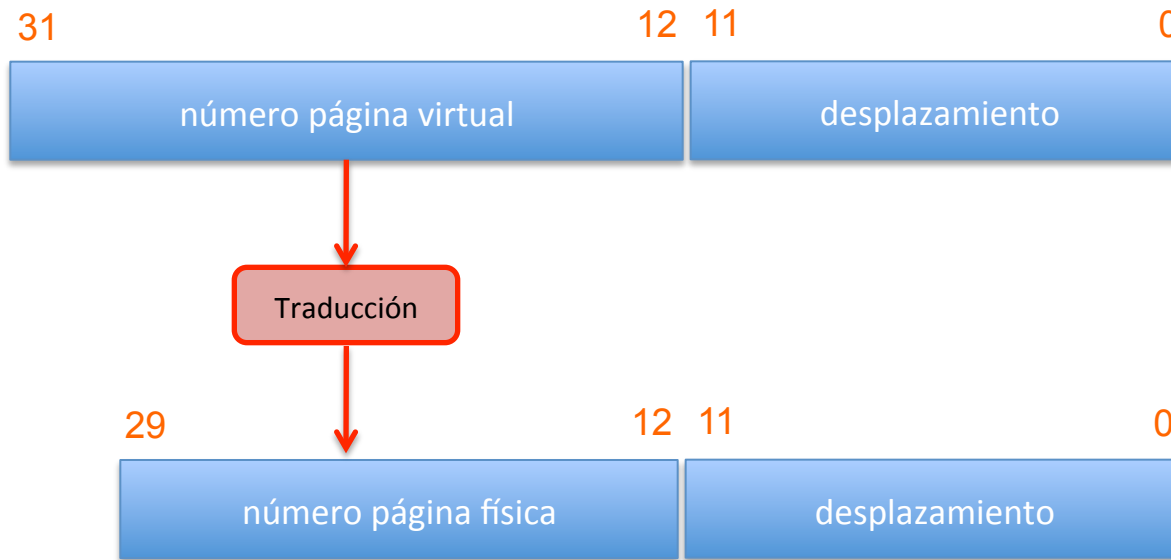
Ejemplo

Página: 3

Desplazamiento: 2



Ejemplo



Tamaño de la página es 2^{12} posiciones
Número de páginas en memoria física 2^{18}
Número de páginas en memoria virtual 2^{20}

Traducción de Direcciones

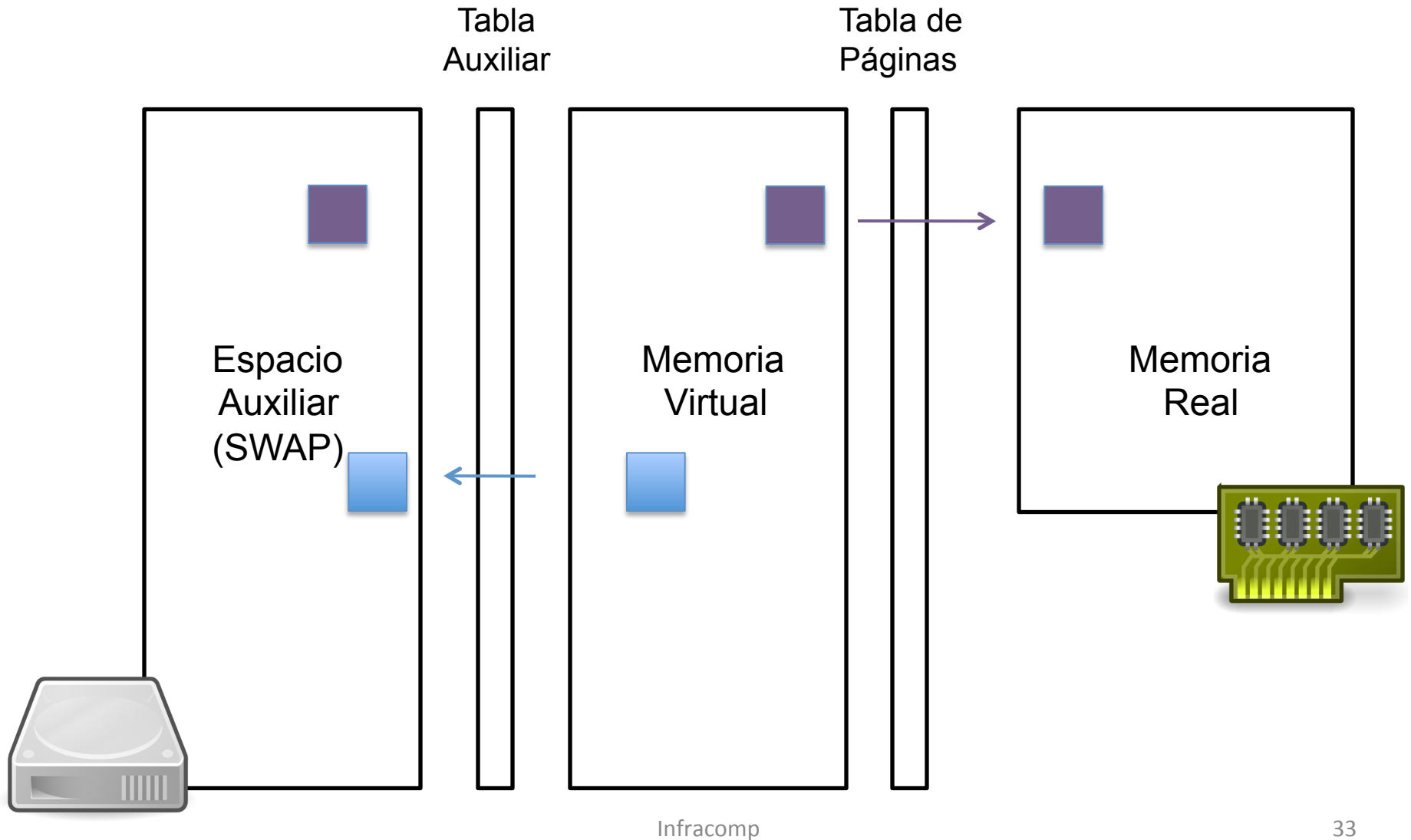
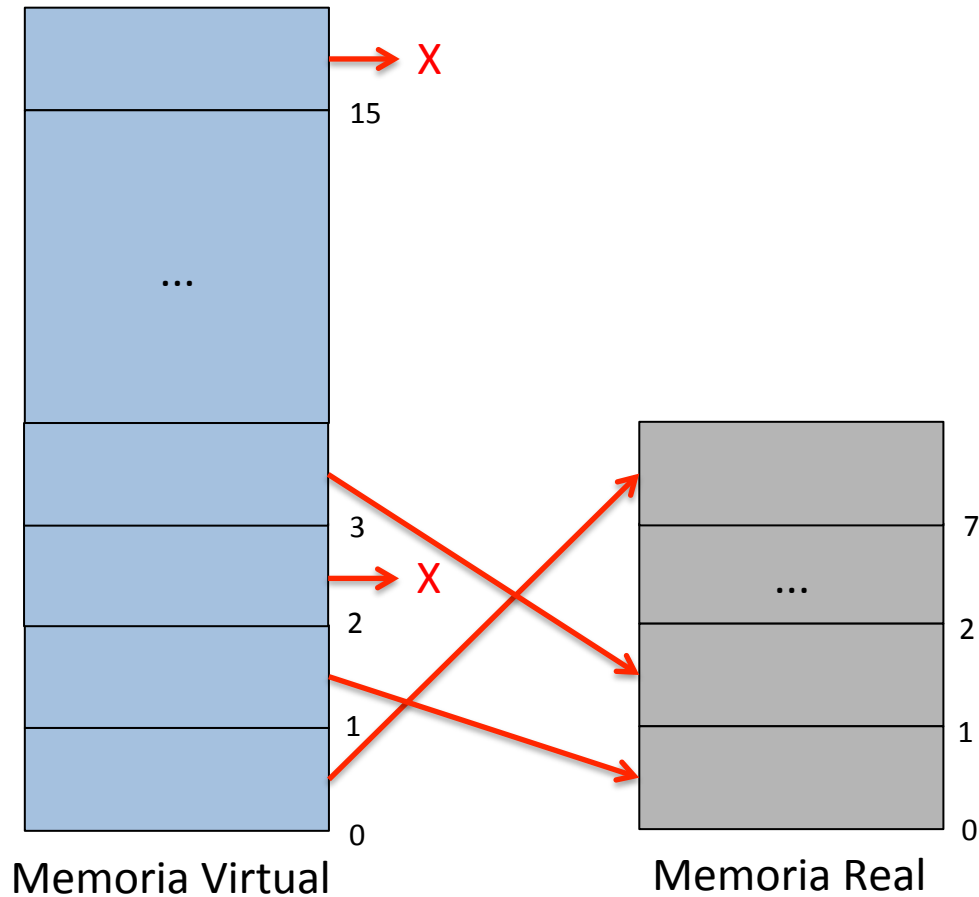


Tabla de Páginas



15	X
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	1
2	X
1	0
0	7

Tabla de Páginas

- Suponga que tenemos un sistema con:
 - direcciones virtuales de 32 bits,
 - páginas de memoria de 2^{12} posiciones y
 - 4 bytes por entrada en la tabla de páginas.
- Calcule el tamaño de la tabla de páginas

Número de páginas (entradas en la tabla)

Tamaño de la tabla

15	X
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	1
2	X
1	0
0	7

Tabla de Páginas

- Suponga que tenemos un sistema con:
 - direcciones virtuales de 32 bits,
 - páginas de memoria de 2^{12} posiciones , y
 - 4 bytes por entrada en la tabla de páginas.
- Calcule el tamaño de la tabla de páginas

Número de páginas (entradas en la tabla)

= espacio de direcciones/tamaño por página

$$= 2^{32} / 2^{12}$$

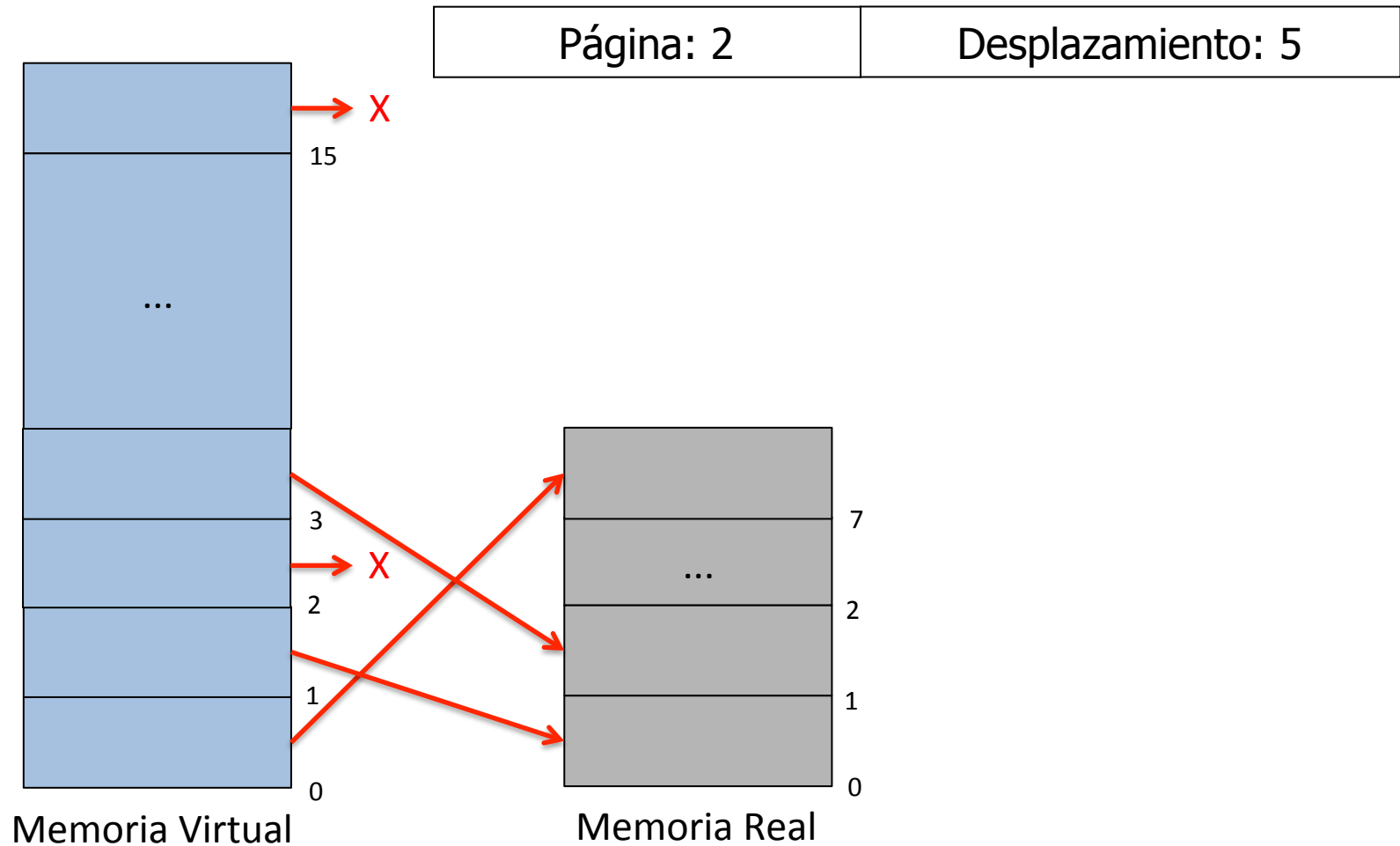
Tamaño de la tabla

2^{20} (entradas) * 4 bytes por entrada

= 4 MB

15	X
14	
13	
12	
11	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	1
2	X
1	0
0	7

Falla de Página

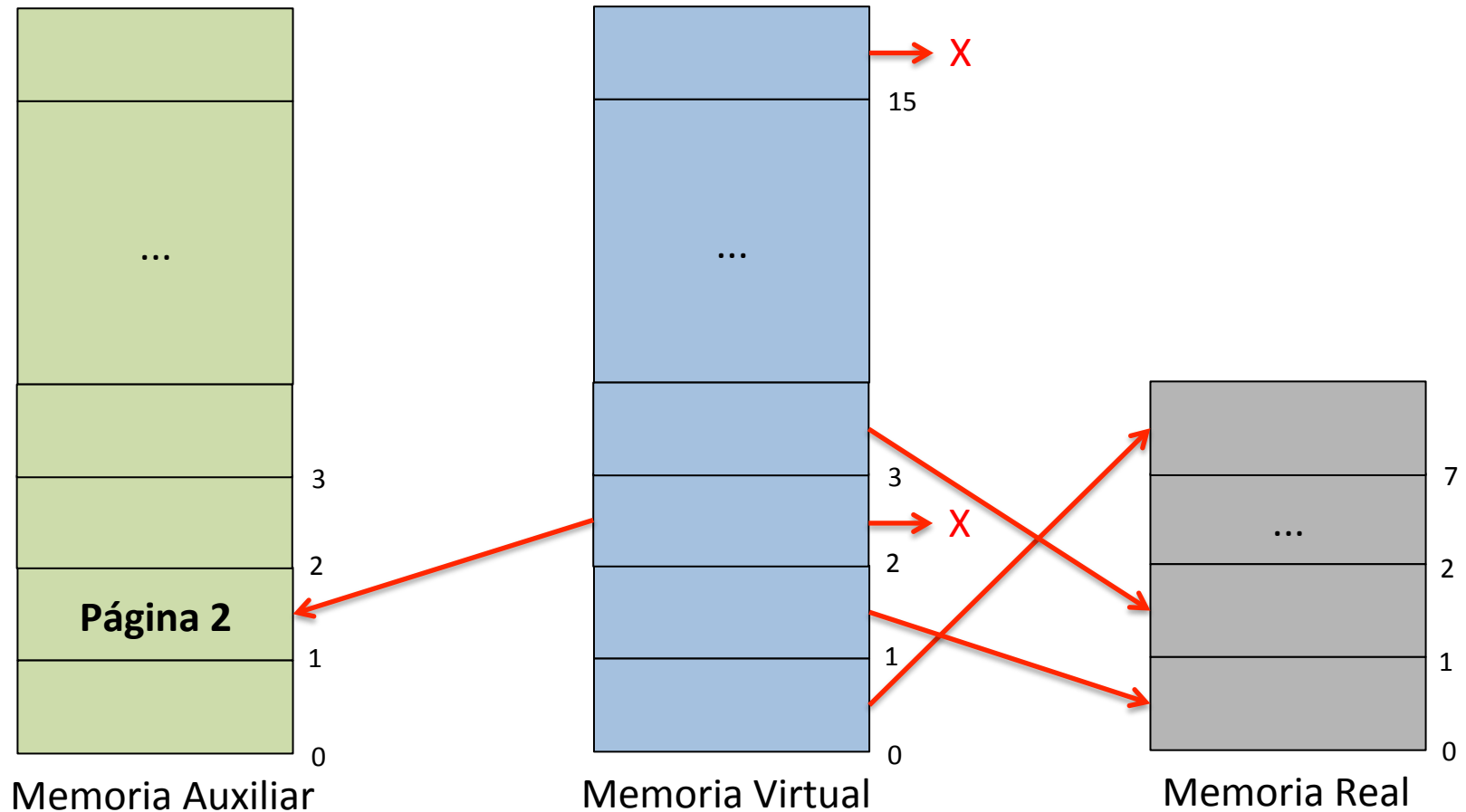


Falla de Página

- La página no está en memorial real
 - Debe ser recuperada de disco y cargada en memoria real
 - La recuperación puede generar la salida de una página de memoria real y su envío al espacio auxiliar

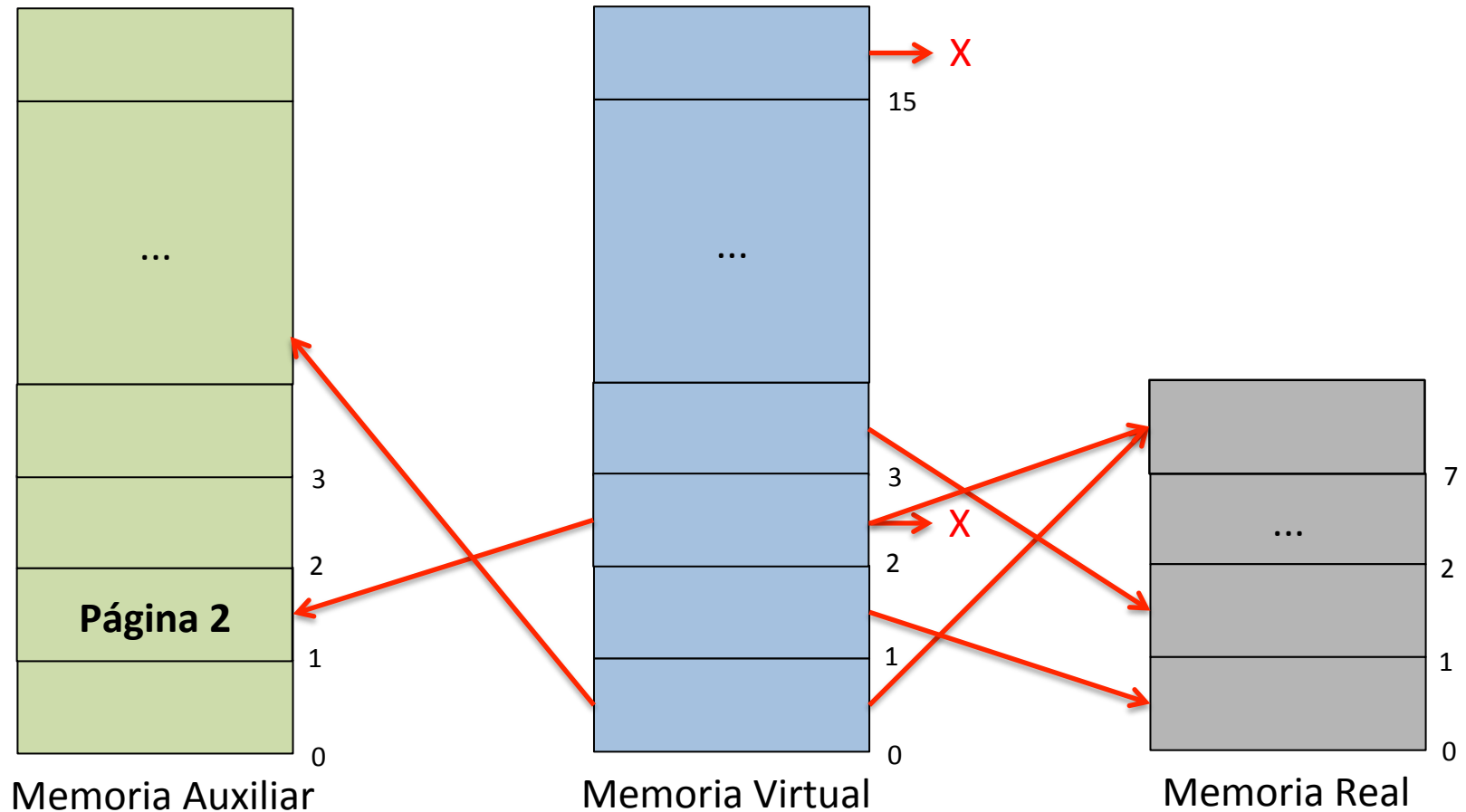
Falla de Página

Página: 2	Desplazamiento: 5
-----------	-------------------

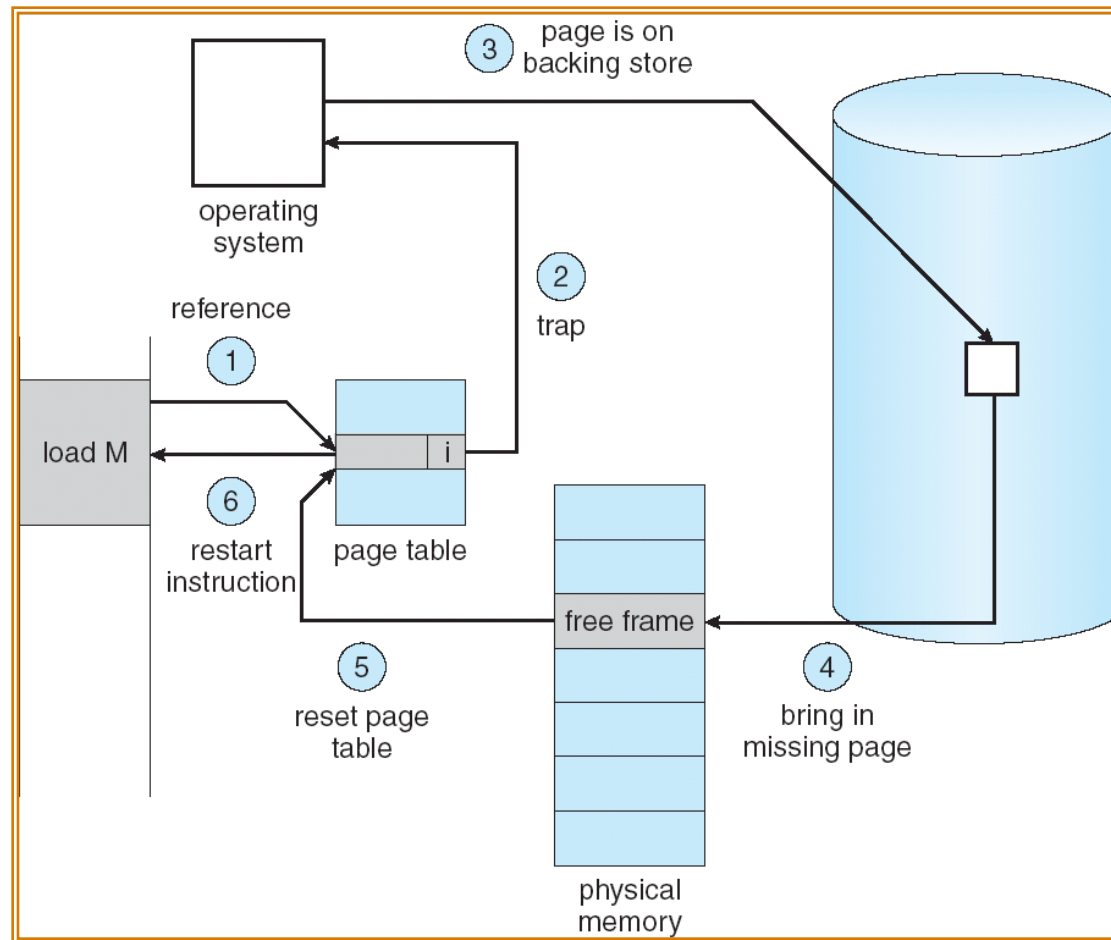


Falla de Página

Página: 2	Desplazamiento: 5
-----------	-------------------



Falla de Página

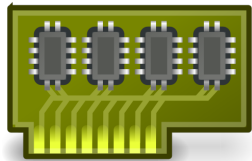


Tiempo de Acceso

Memoria RAM

50 – 150 nanosegundos

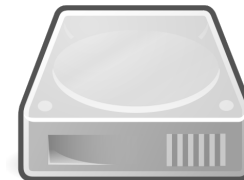
50 nanosegundos



Disco

20 milisegundos

$20 * 10^6$ nanosegundos



Tiempo de Acceso

Suponga que se tiene un sistema con una probabilidad de falla de página de 0,2, tiempo de acceso a memoria de 100 nanosegundos y tiempo promedio de servicio por falla de página de 25 milisegundos.

Tiempo de acceso efectivo
(TAE) =

[(1-p) * acceso a memoria] +
[p * servicio por falla de página]

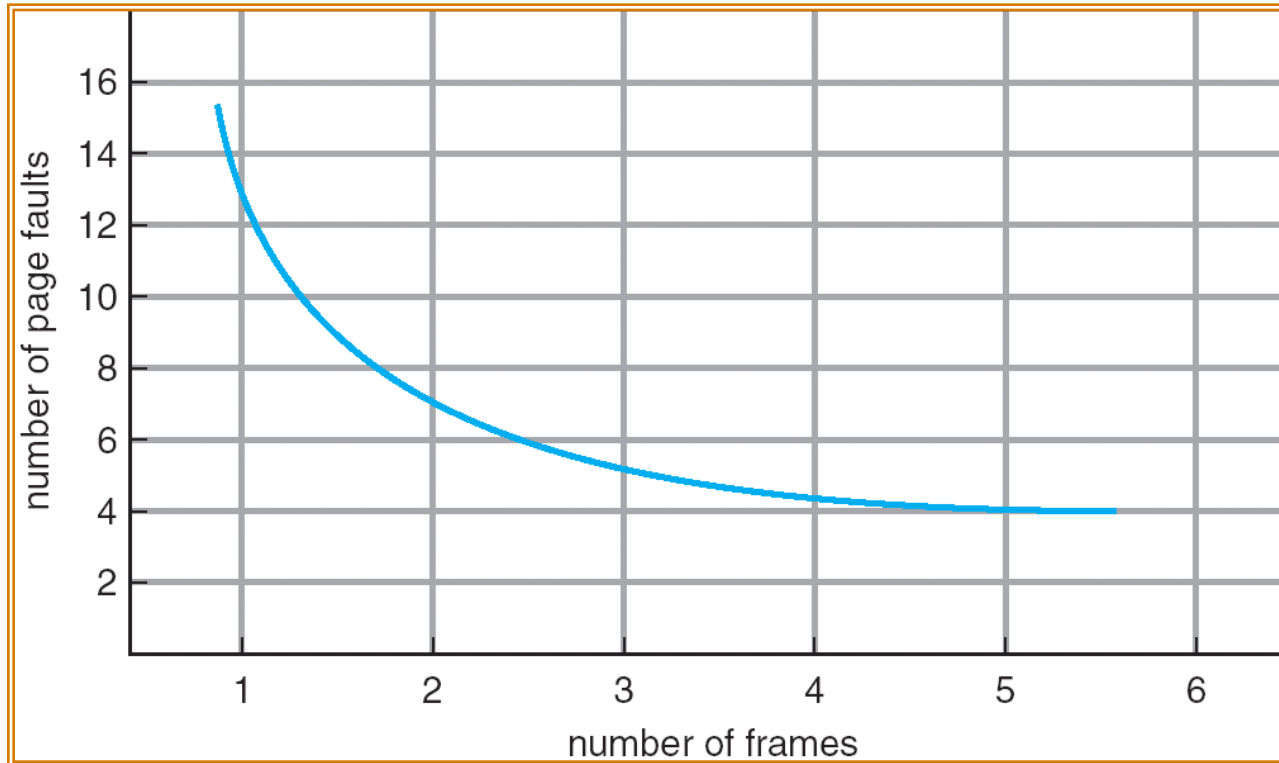
Tiempo de acceso efectivo
(TAE) =

?

Servicio por Falla de Página

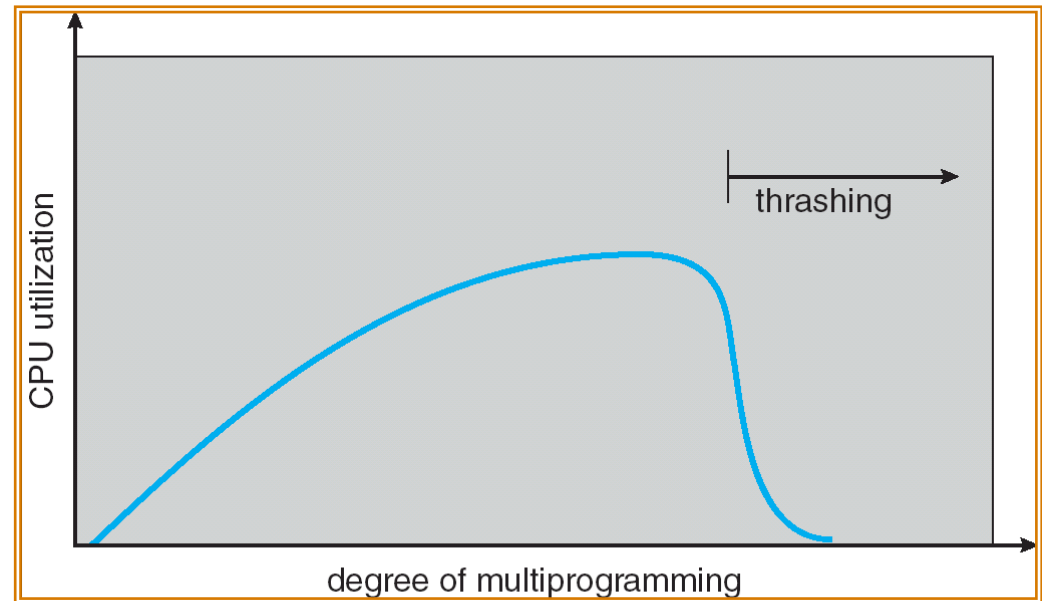
- 1. Generación de la falla de página**
- 2. Sacar página (la que será reemplazada)**
- 3. Cargar página (la página requerida)**
- 4. Reinicio**

Características del Sistema



Sobrepaginación (thrashing)

- La tasa de fallas de paginación es muy alta
 - Bajo uso de CPU
 - El proceso no avanza porque gasta la mayoría del tiempo en cambios de página hacia y desde memoria principal

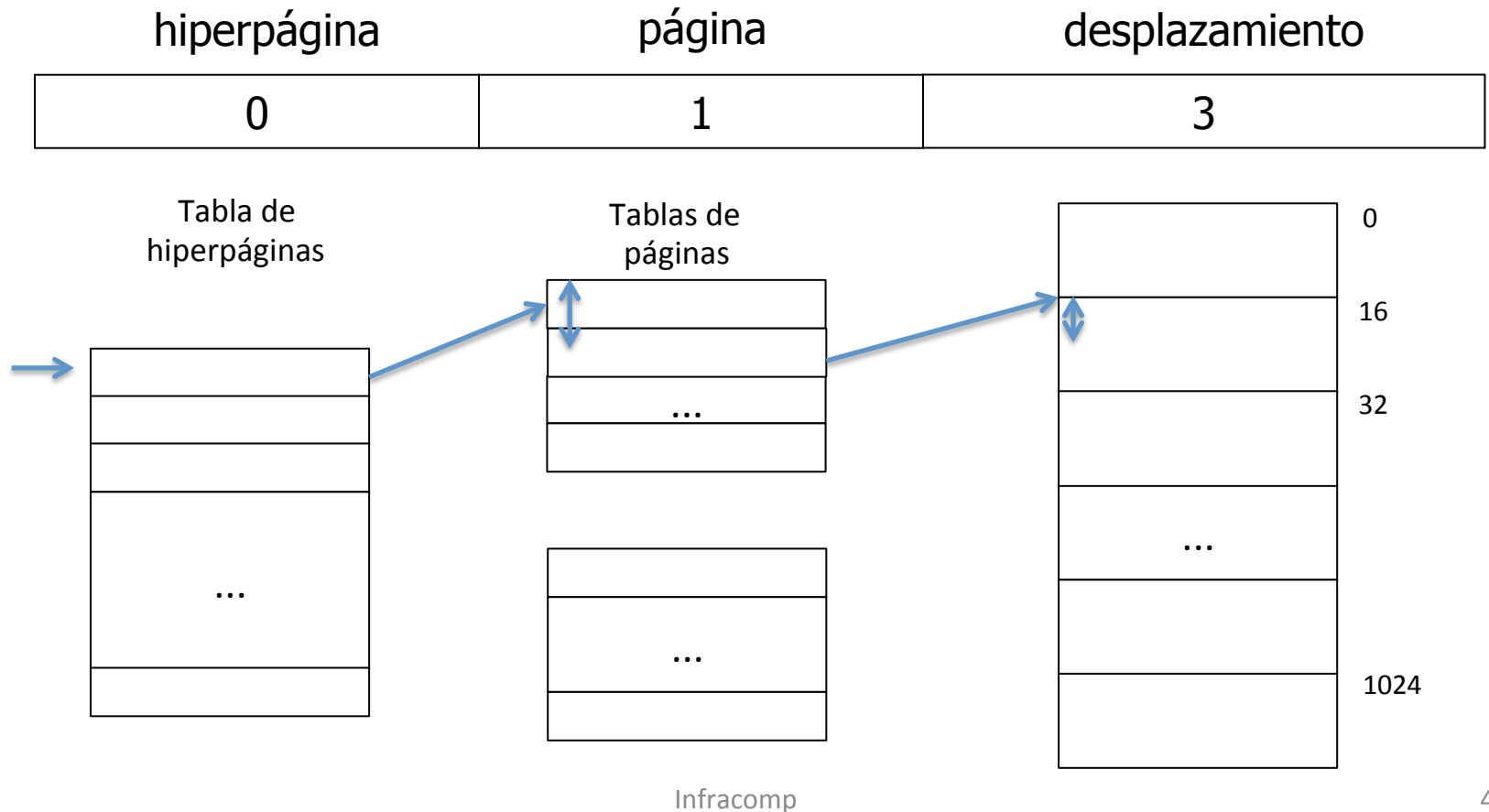


Traducción

- Existen **otros mecanismos** de traducción
 - segmentación,
 - paginación-segmentación,
 - paginación a dos niveles,
 - ...

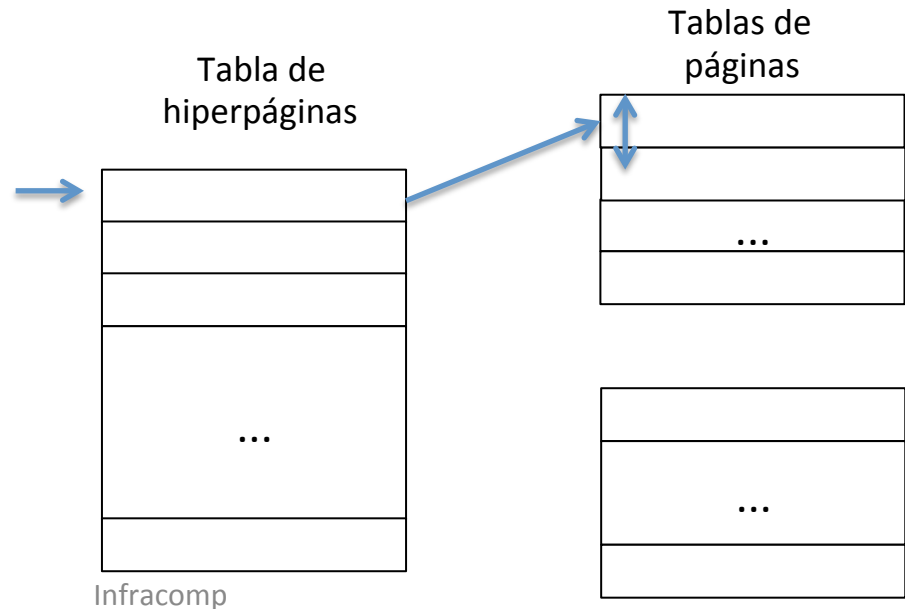
Traducción

- En un sistema de paginación a dos niveles las direcciones tienen tres partes

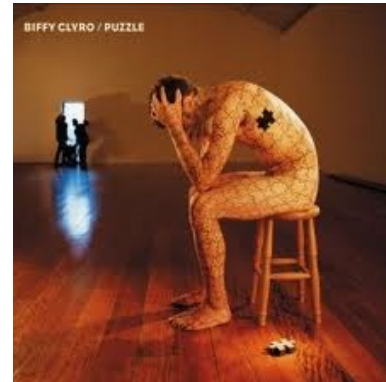


Traducción

- Para hacer la traducción se usan una tabla de hiperpáginas y una tabla de páginas
- Esto permite que las tablas de soporte de la MV ocupen menos espacio en memoria real



En un sistema con paginación, ¿cuánto ocupa una tabla de páginas ?. ¿En un sistema de paginación a dos niveles?



Paginación de un nivel:
Tamaño de la tabla de páginas

Tamaño de la memoria	= 2^{32}
Tamaño de una página	= 2^{12} posiciones de memoria
Número de páginas	= $2^{32} / 2^{12}$
Tamaño de la tabla	= $2^{20} * 4 \text{ bytes} = 4 \text{ MB}$

Paginación de dos niveles:

Tamaño de la tabla de hiperpáginas:

Tamaño por hiperpágina	= 2^{12} entradas
Número de hiperpáginas	=

Tamaño de la tabla	=
--------------------	---

Tamaño de una tabla interior:	=
	=
	=

Paginación de un nivel:
Tamaño de la tabla de páginas

Tamaño de la memoria	= 2^{32}
Tamaño de una página	= 2^{12} posiciones de memoria
Número de páginas	= $2^{32} / 2^{12}$
Tamaño de la tabla	= $2^{20} * 4 \text{ bytes} = 4 \text{ MB}$

Paginación de dos niveles:

Tamaño de la tabla de hiperpáginas:

Tamaño por hiperpágina	= 2^{12} entradas
Número de hiperpáginas	= $2^{20} \text{ páginas} / (2^{12} \text{ páginas/hiperpágina})$ = 2^8 hiperpáginas
Tamaño de la tabla	= $2^8 * 4 \text{ bytes} = 1 \text{ KB}$

Tamaño de una tabla interior:

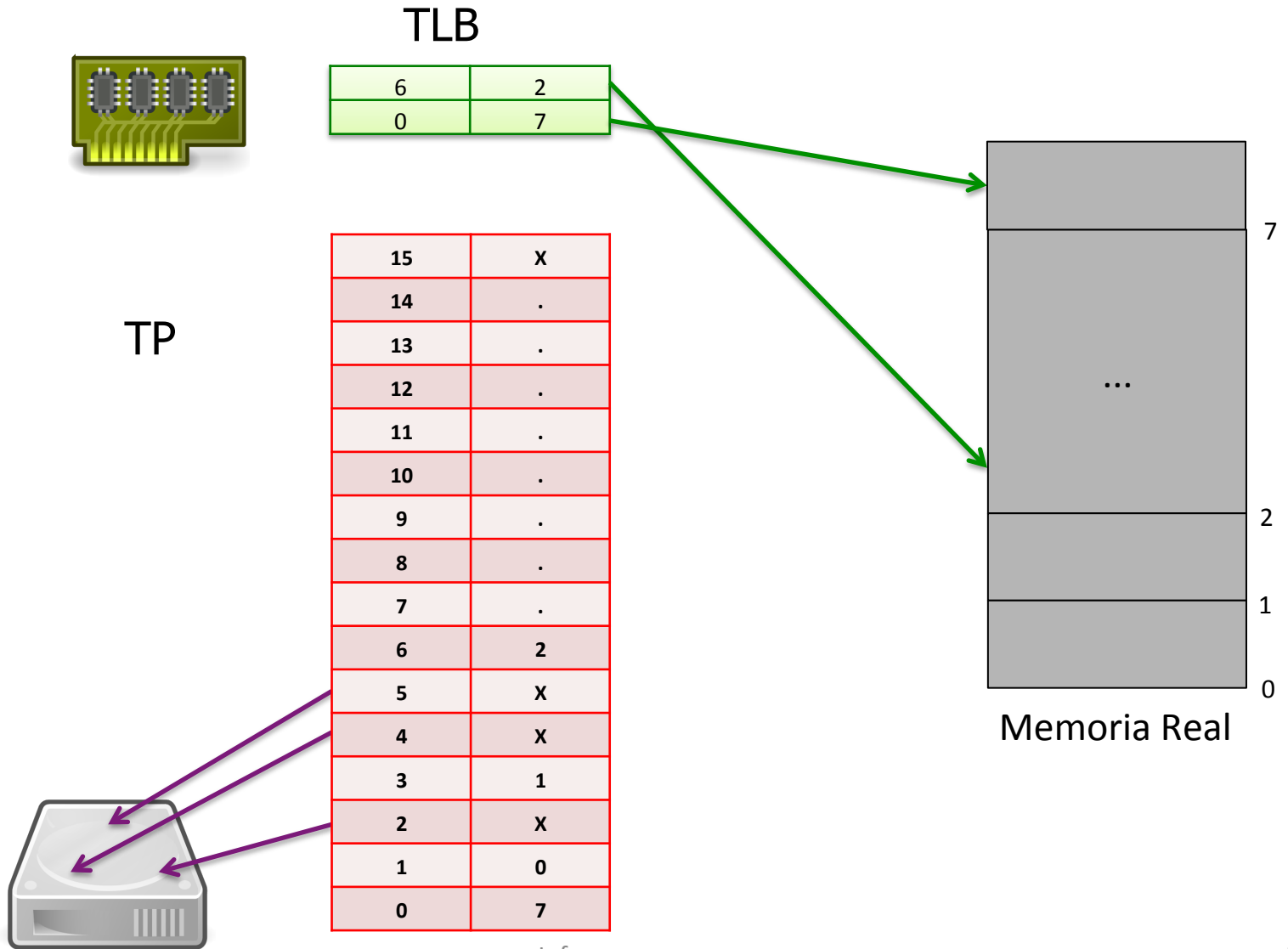
	= $(2^{12} \text{ entradas/hiperpágina}) * 4 \text{ bytes}$
	= 2^{14} B
	= 16 KB

El uso de memoria virtual de varios niveles podría aumentar el tiempo de acceso a la memoria. ¿Cuánto?



TLB

- Un buffer TLB es una zona de memoria caché que guarda información de correspondencias de direcciones de memoria que se usaron recientemente
- Ahorra tiempo de acceso a la tabla de páginas
 - Es un subconjunto de la información en la tabla de páginas



¿Cuánto es el tiempo promedio de acceso a la memoria en un sistema sin TLBs ? Con TLBs?

TLB

Tamaño	16-512 entradas
Tiempo si encuentra	0.5-1 ciclo de reloj
Tiempo si falla	10-100 ciclos de reloj
Probabilidad de falla	1%



Tabla de páginas (en memoria)

Tiempo si encuentra	100 ciclos de reloj
---------------------	---------------------

¿Cuánto es el tiempo promedio de acceso a la memoria en un sistema sin TLBs ? Con TLBs?

TLB

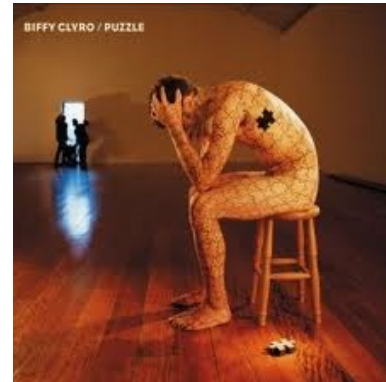
Tamaño	16-512 entradas
Tiempo si encuentra	0.5-1 ciclo de reloj
Tiempo si falla	10-100 ciclos de reloj
Probabilidad de falla	1%



Tabla de páginas (en memoria)

Tiempo si falla	10,000,000 – 100,000,000 ciclos de reloj
-----------------	---------------------------------------------

Construir un algoritmo que muestre la lógica de lo que debe hacer el hardware para traducir una dirección virtual a una dirección real en un sistema con TLBs



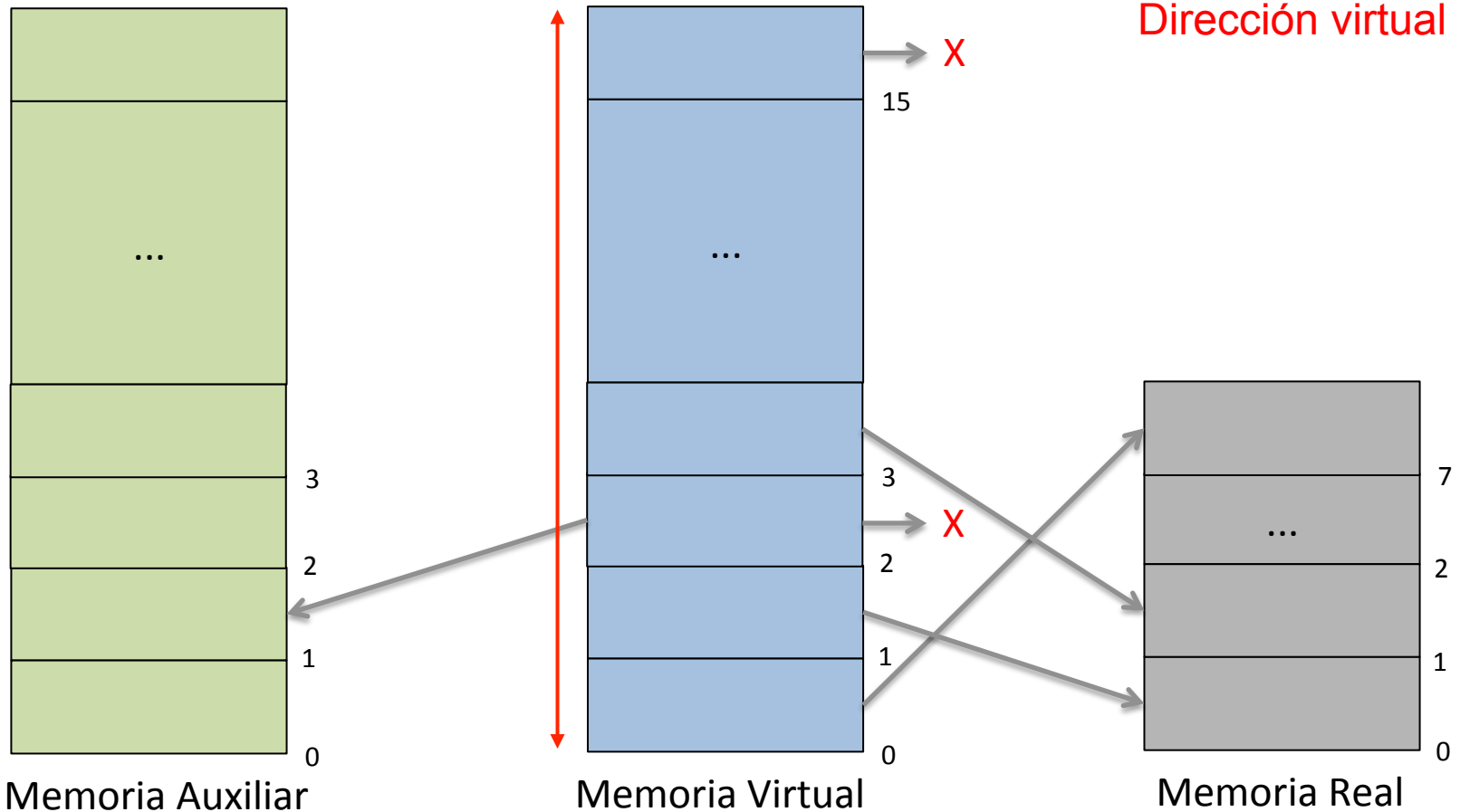
Direcciones Virtuales

- El tamaño del espacio virtual depende de
 - ✧ Espacio de Direcciones
 - ✧ Capacidad del espacio auxiliar
 - ✧ Tamaño de la memoria real

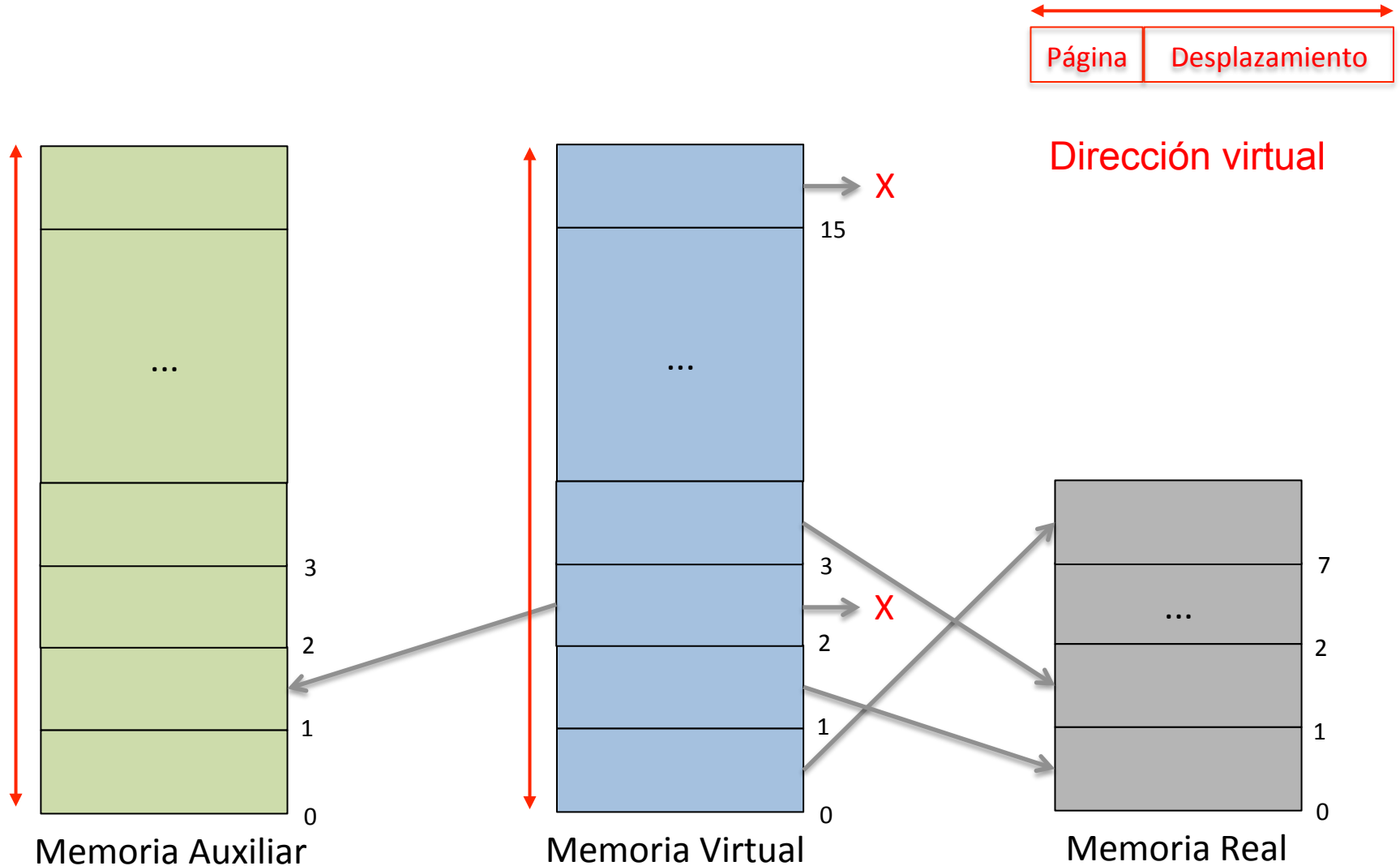
Direcciones Virtuales



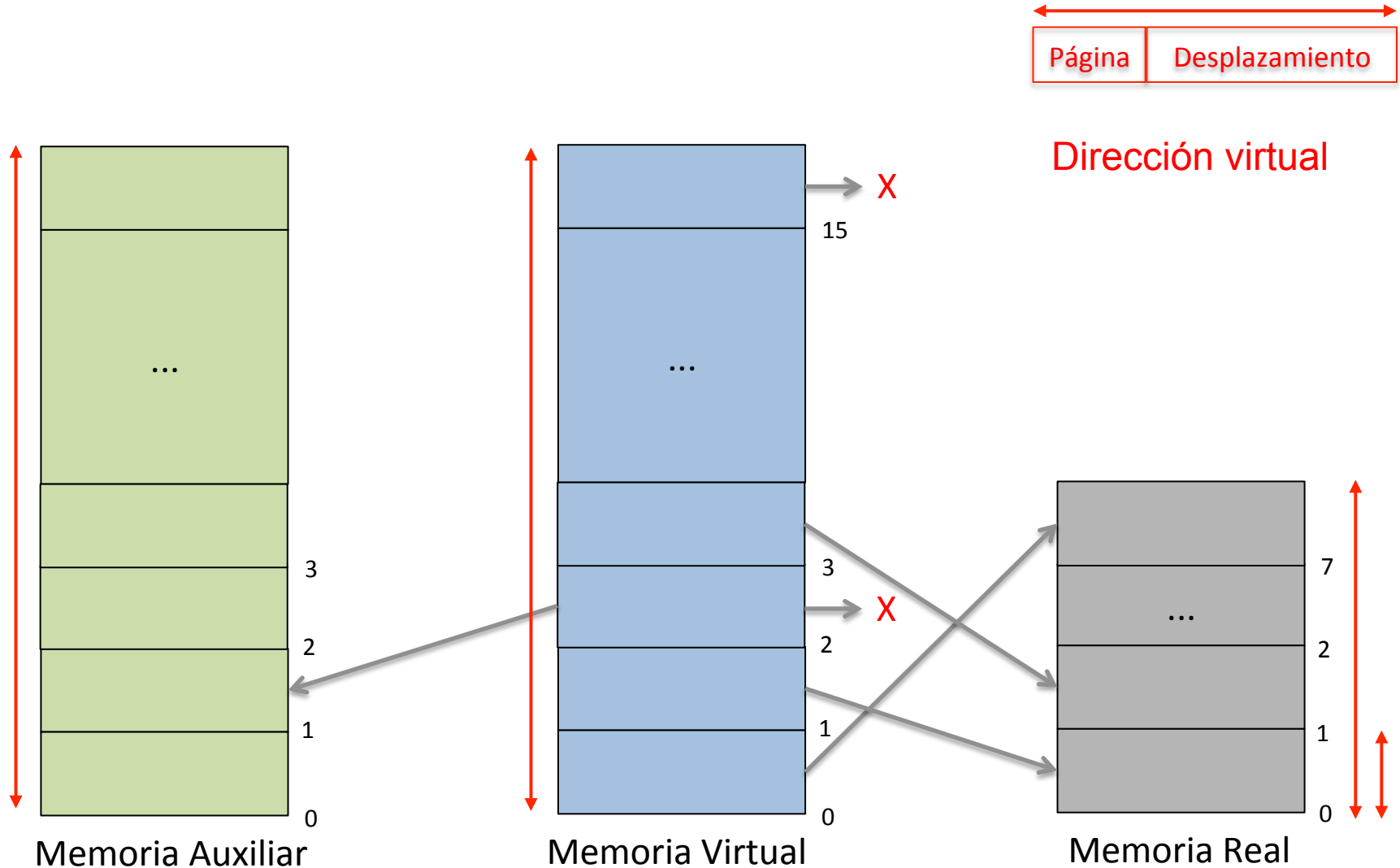
Dirección virtual



Direcciones Virtuales



Direcciones Virtuales



Direcciones Virtuales

- El tamaño del espacio virtual depende de
 - ✧ Espacio de Direcciones
 - ✧ Capacidad del espacio auxiliar
 - ✧ Tamaño de la memoria real
 - La proporción memoria virtual/memoria real no debería ser muy grande (2,4,8)
 - ¿Qué pasa si es superior?

Ventajas de Memoria Virtual

- Una de las ventajas de la memoria virtual es que permite cargar múltiples procesos (programas) de forma simultánea
 - sólo se carga una parte de cada uno
- La otra ventaja es que permite compartir recursos
 - librerías por ejemplo, cargarlas varias veces sería desperdiciar recursos

Referencias

- Fundamentos de Sistemas Operativos, Silberschatz, Galvin y Gagne,. Ed. McGrawHill, 2006. Capítulos Administración de la memoria y Memoria virtual.