



# Seminario: Algoritmos de ordenación

© Alberto Valderruten y Óscar Fontenla Romero

{alberto.valderruten, oscar.fontenla}@udc.es

# Introducción

Ejemplos de los siguientes algoritmos de ordenación:

- Shell
- Montículos (*heapsort*)
- Fusión (*mergesort*)
- Ordenación rápida (*quicksort*)

# Ordenación de Shell

- Ejercicio 1: mostrar el estado del siguiente vector tras cada una de las iteraciones de su ordenación mediante el algoritmo de Shell con incrementos (6, 2, 1).

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

# Ordenación de Shell

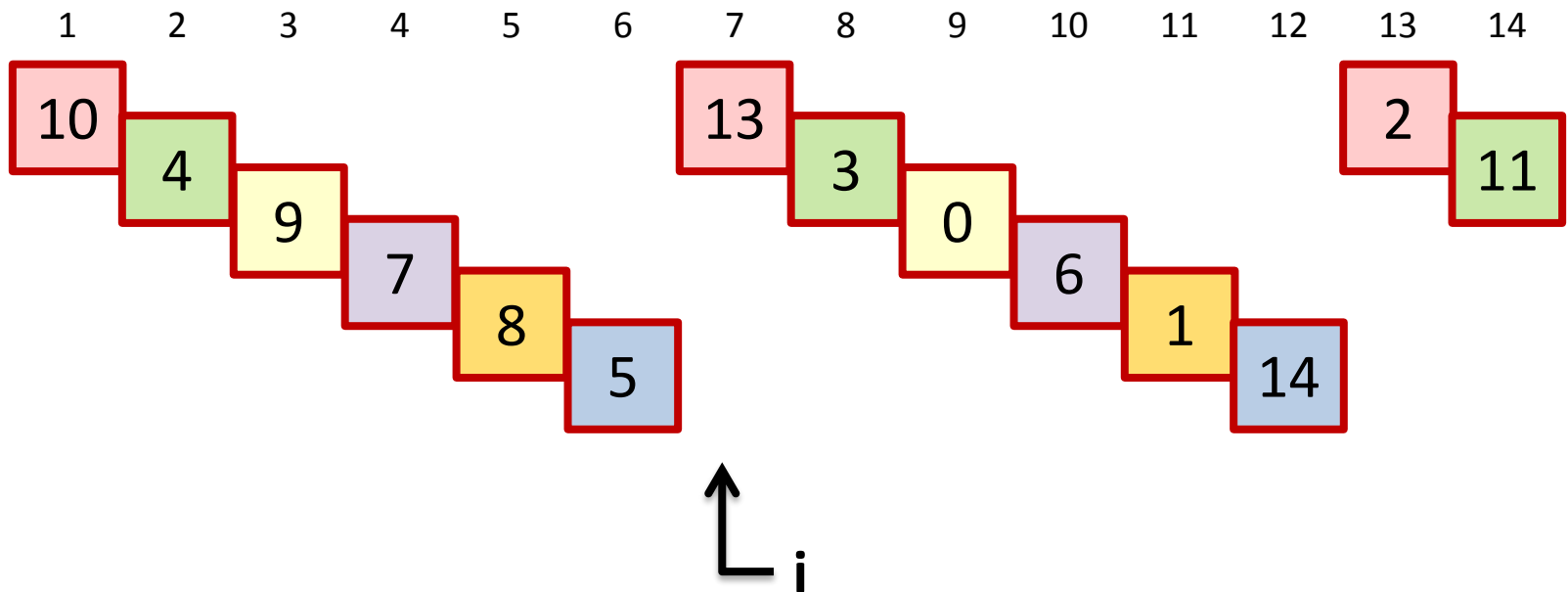
- Solución:

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

# Ordenación de Shell

- Solución:

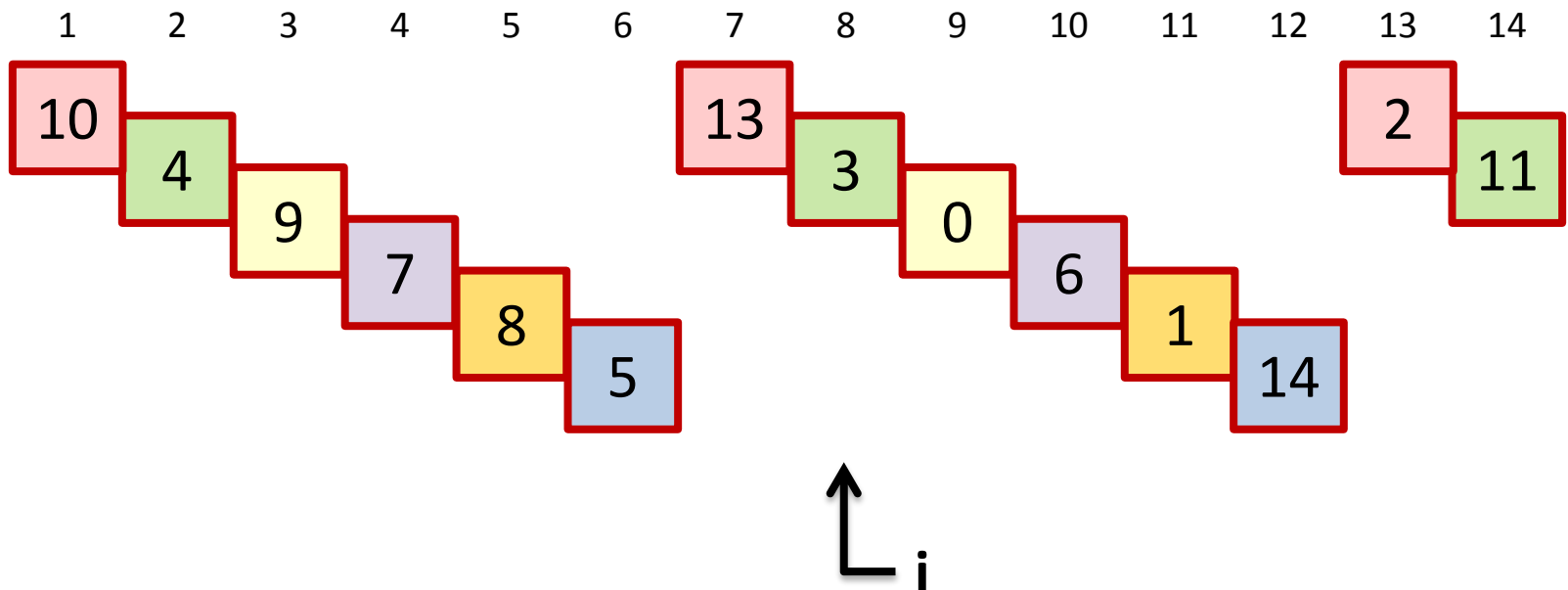
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

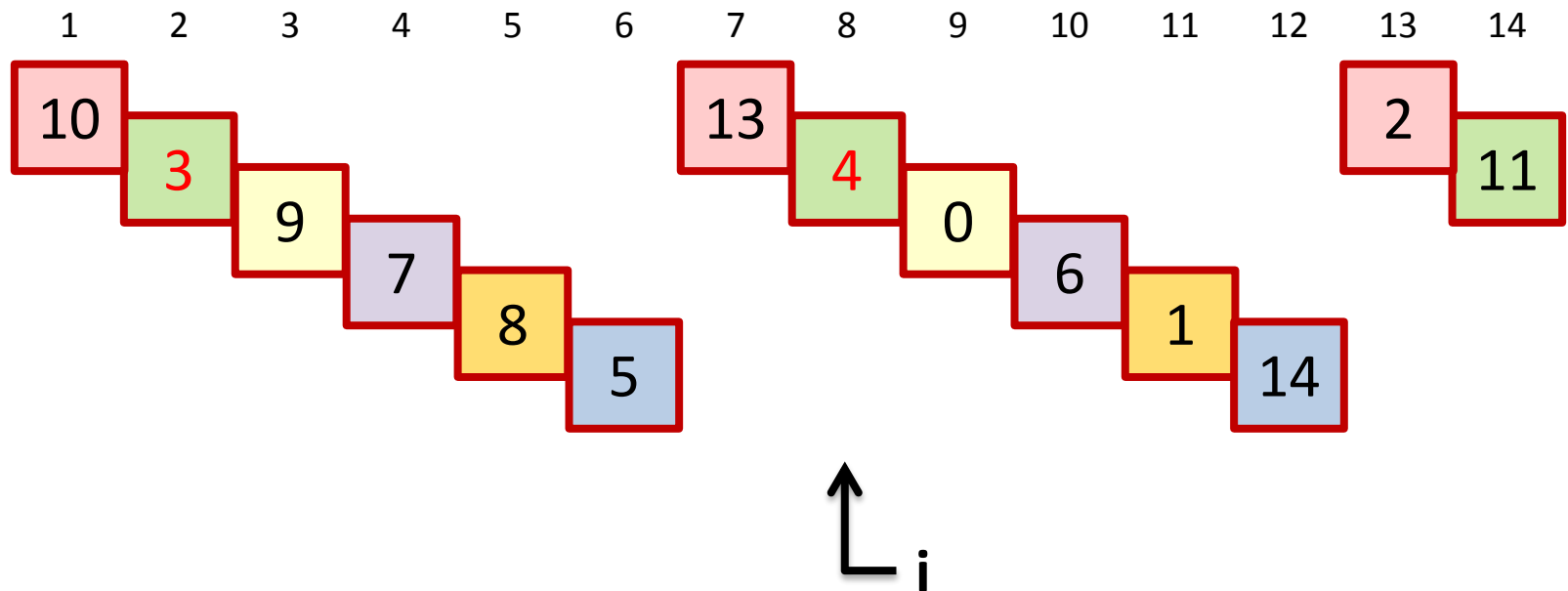
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

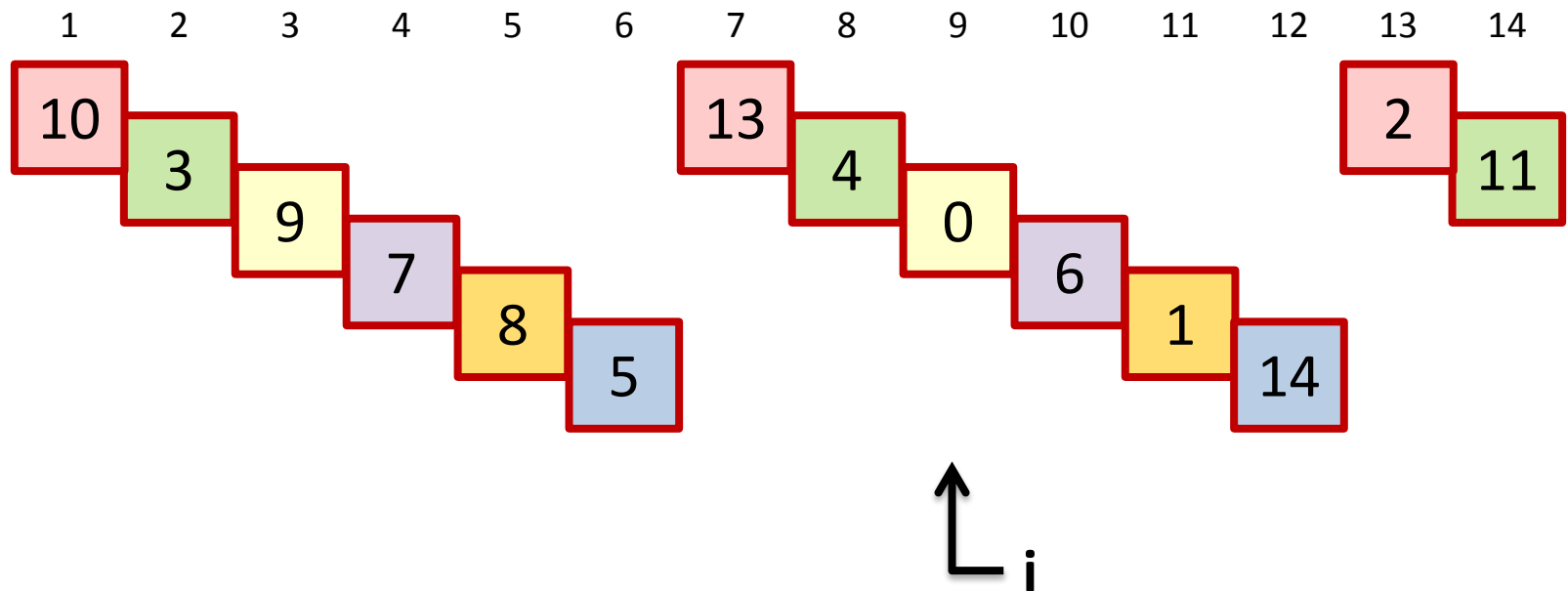
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 6**

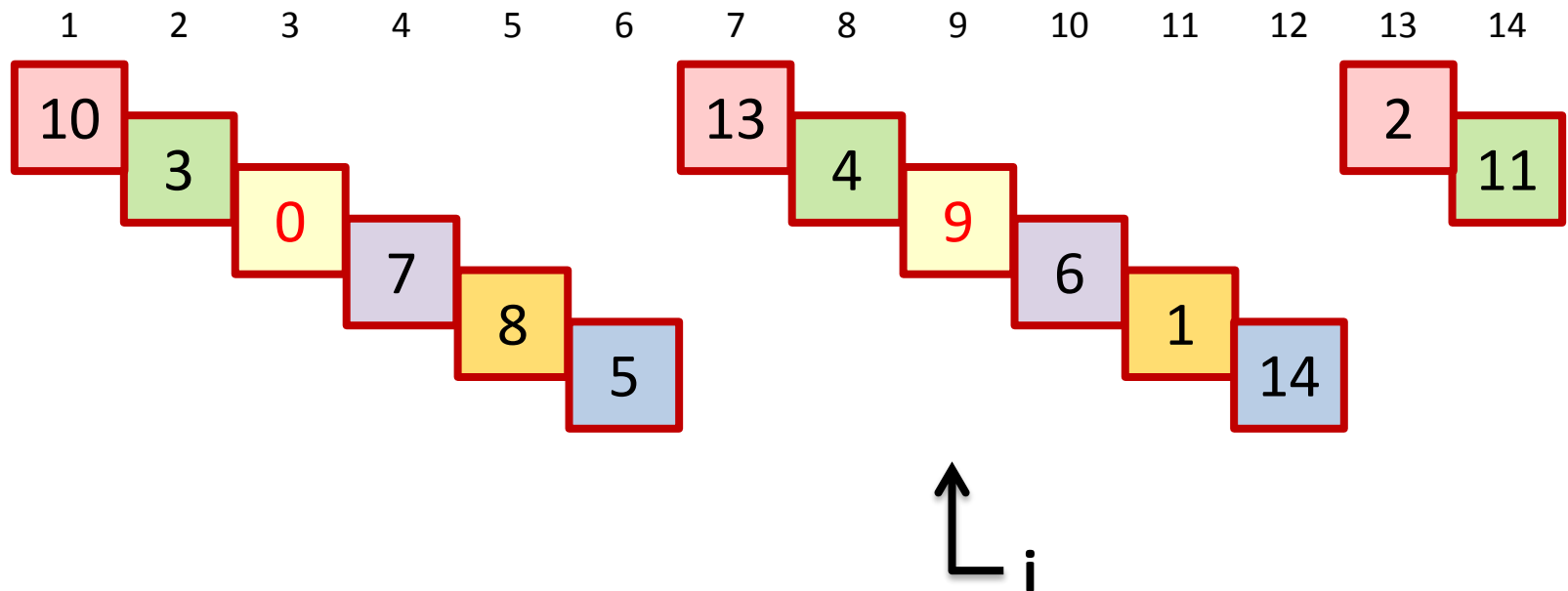




# Ordenación de Shell

- Solución:

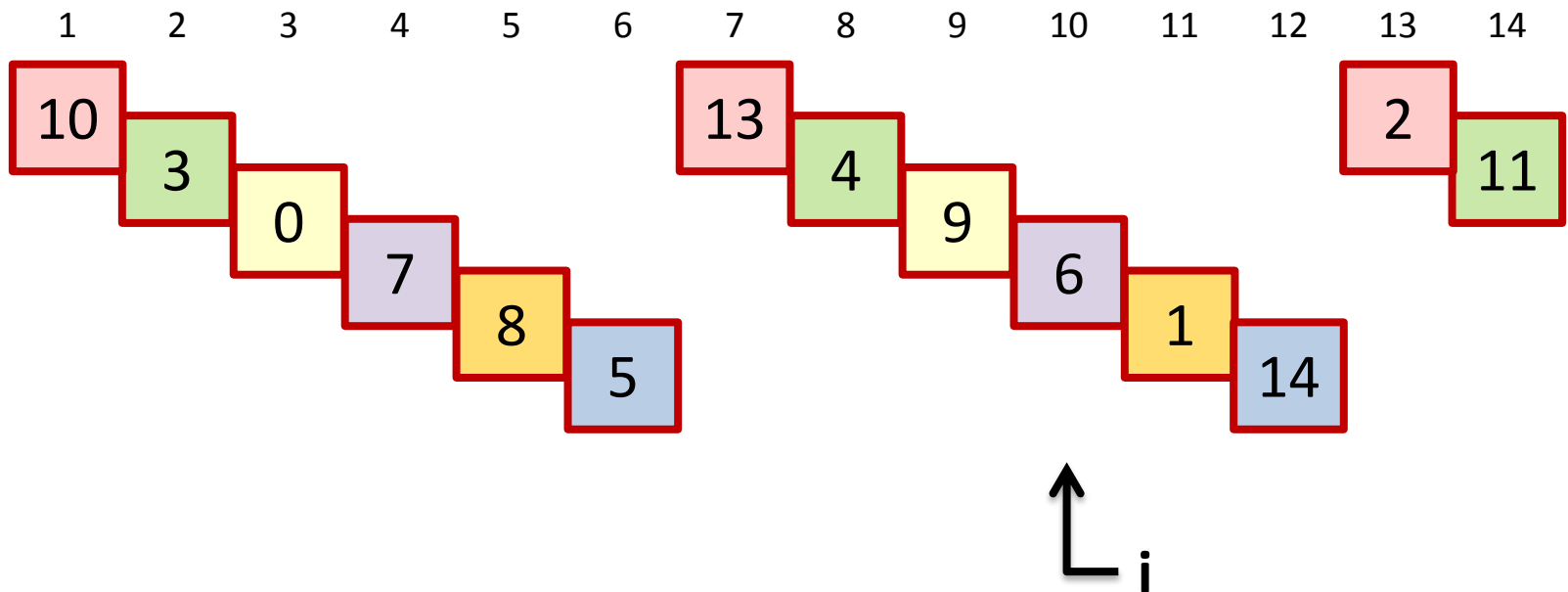
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

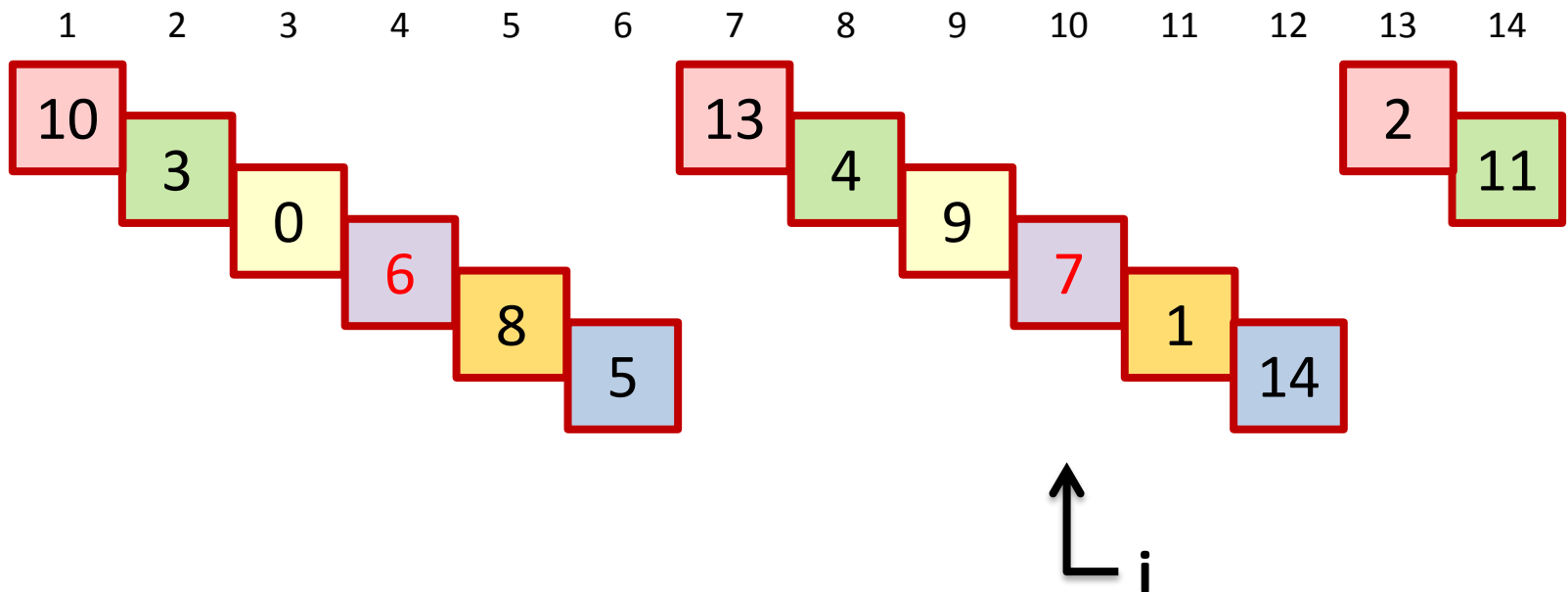
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

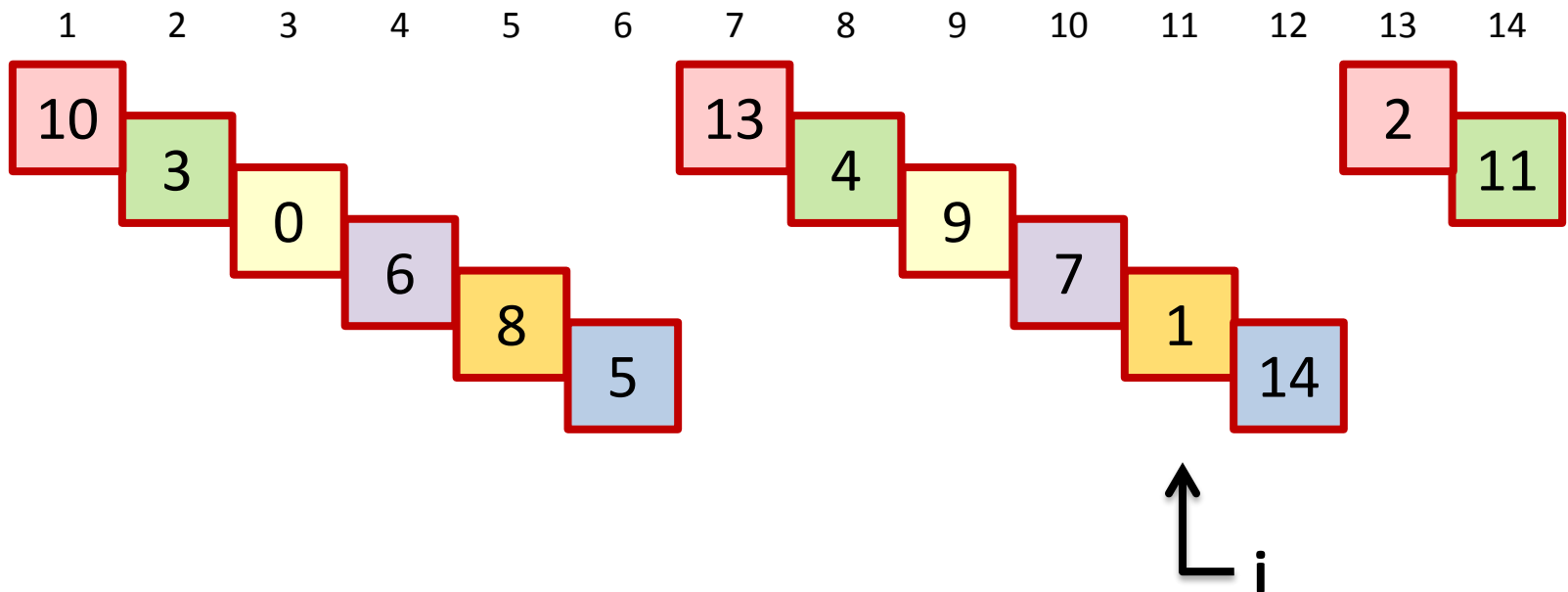
Incremento = 6



# Ordenación de Shell

- Solución:

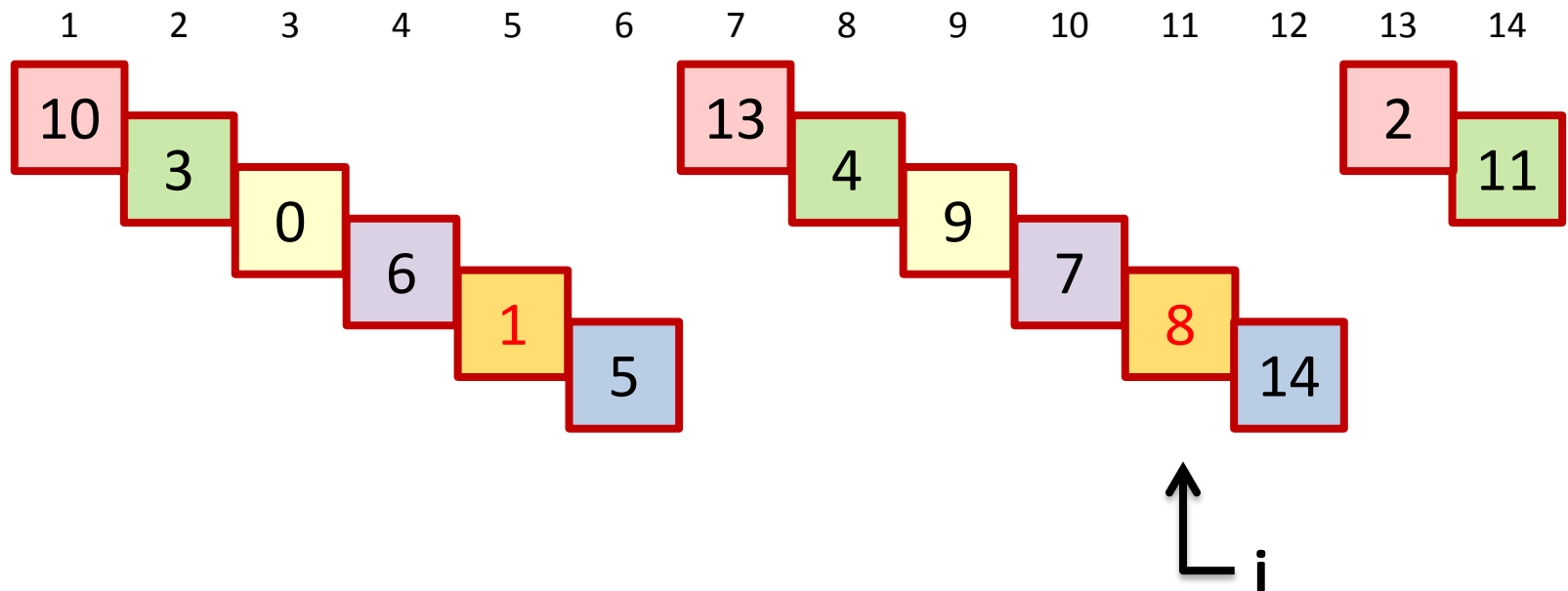
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

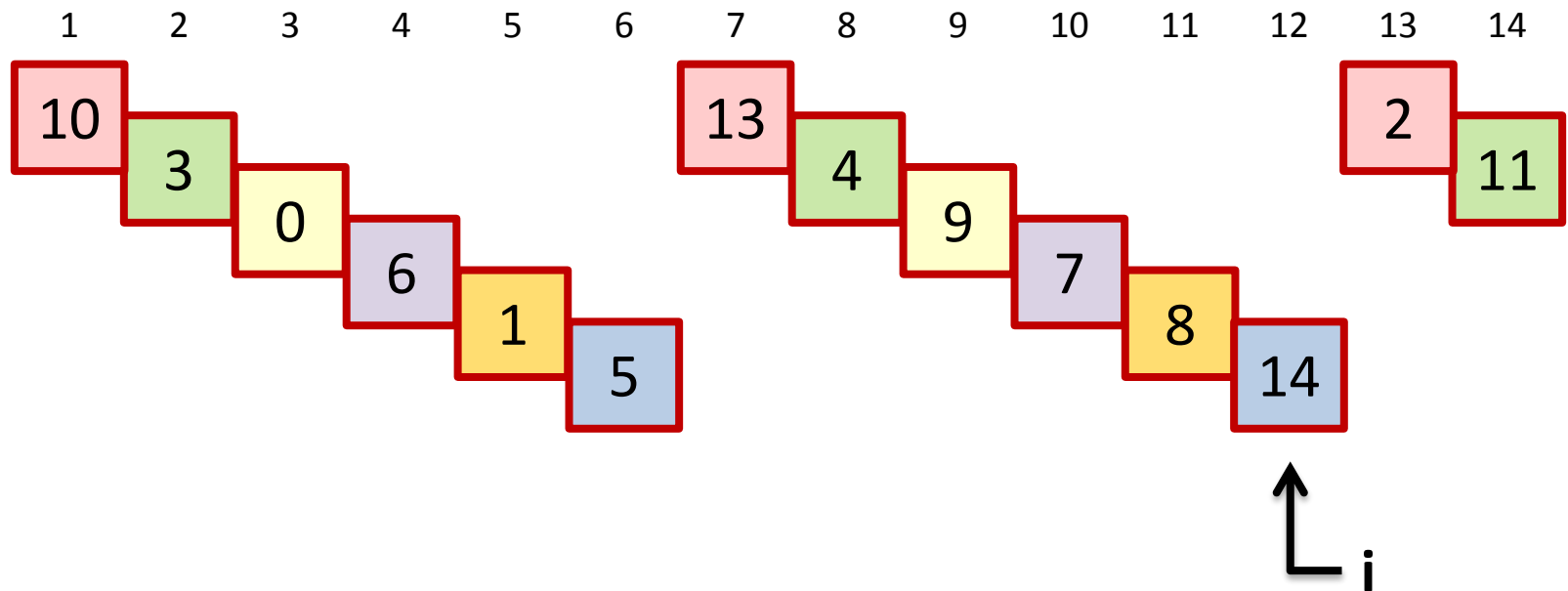
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

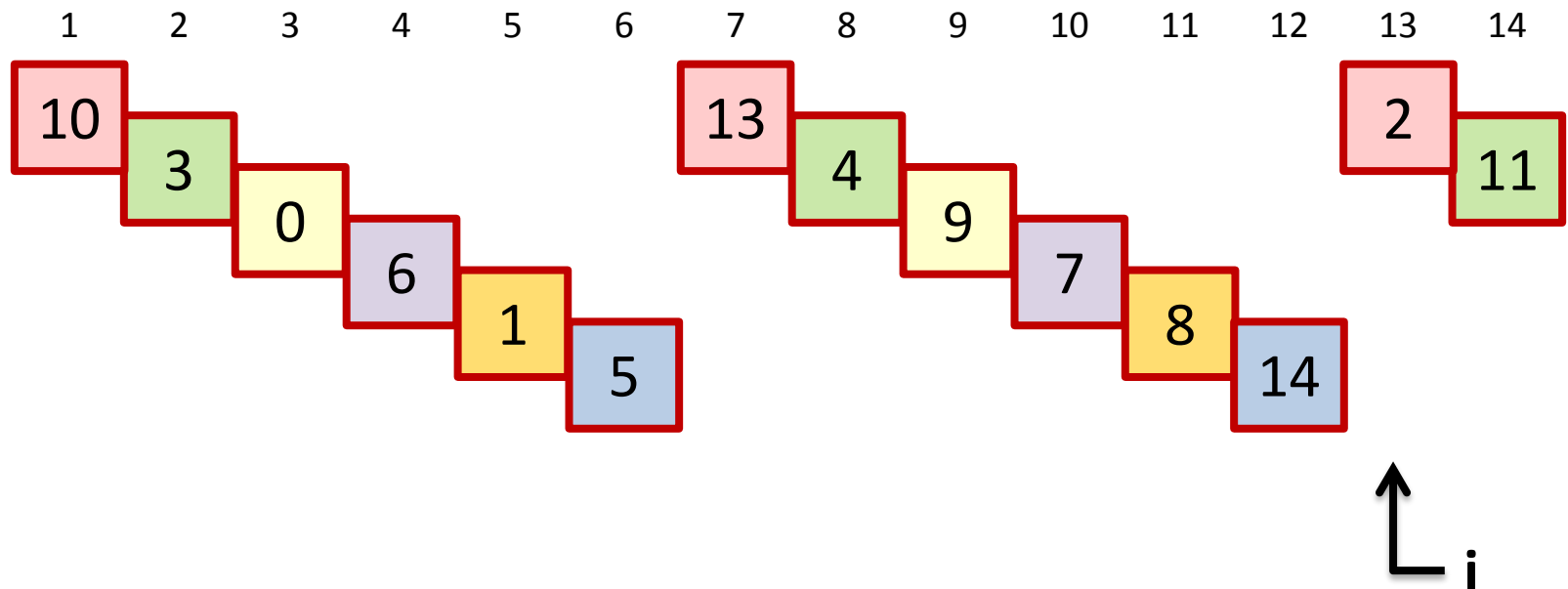
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

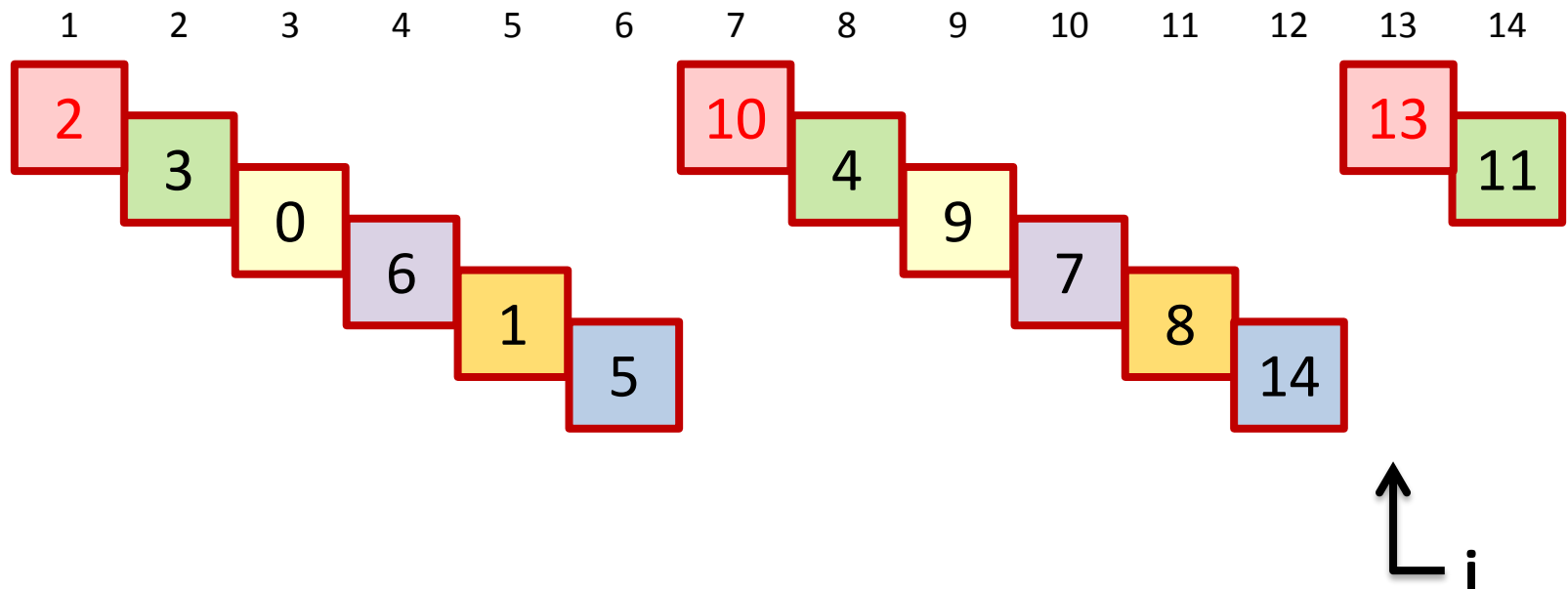
**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

Incremento = 6

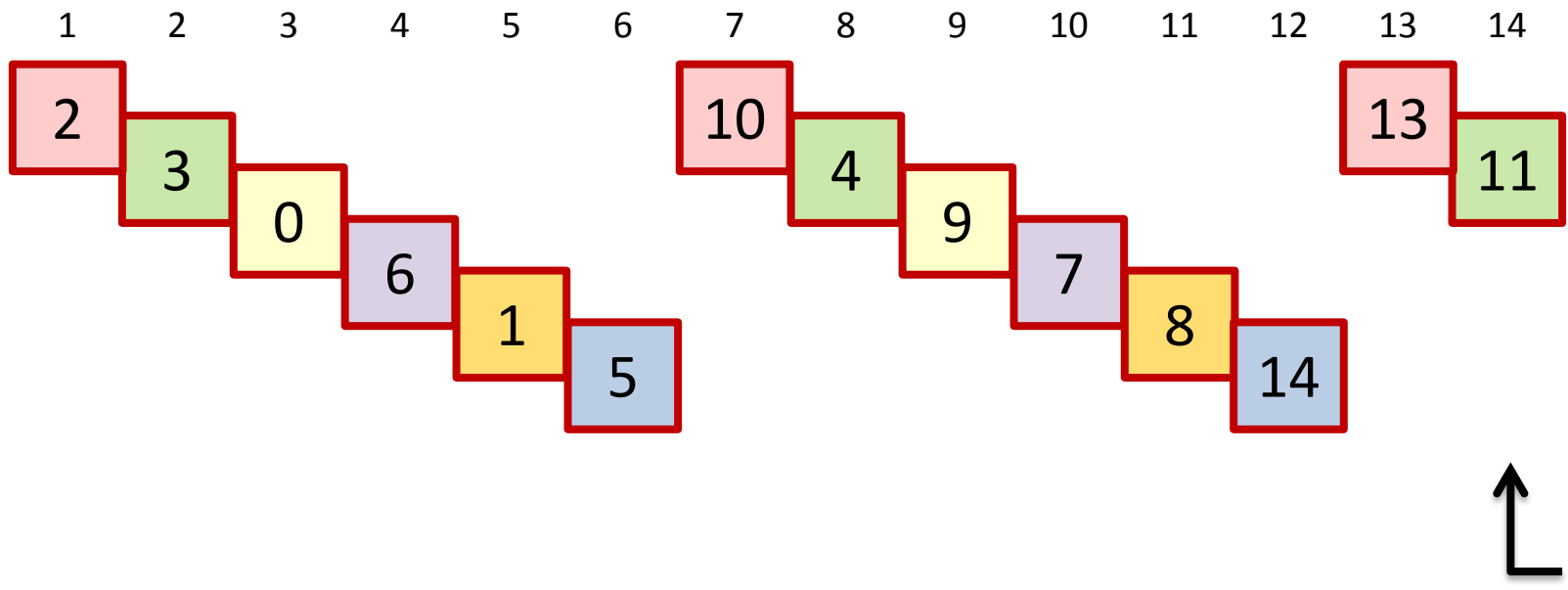




# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 6**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 6**

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

**Array 6-ordenado**

# Ordenación de Shell

- Solución:

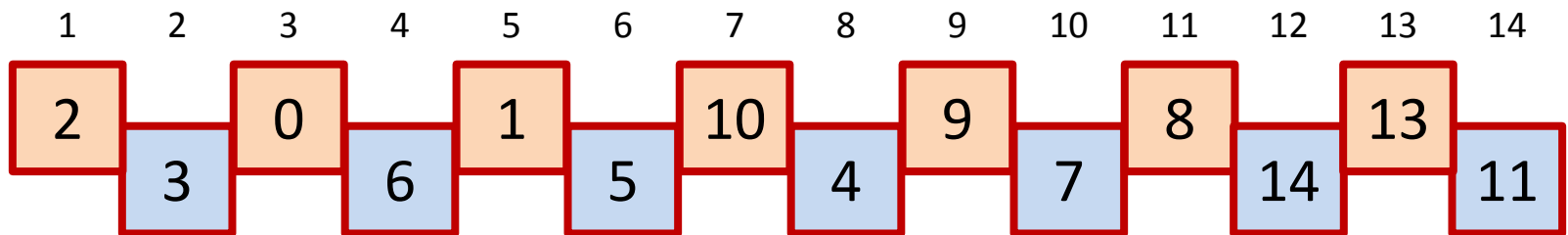
**Incremento = 2**

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

# Ordenación de Shell

- Solución:

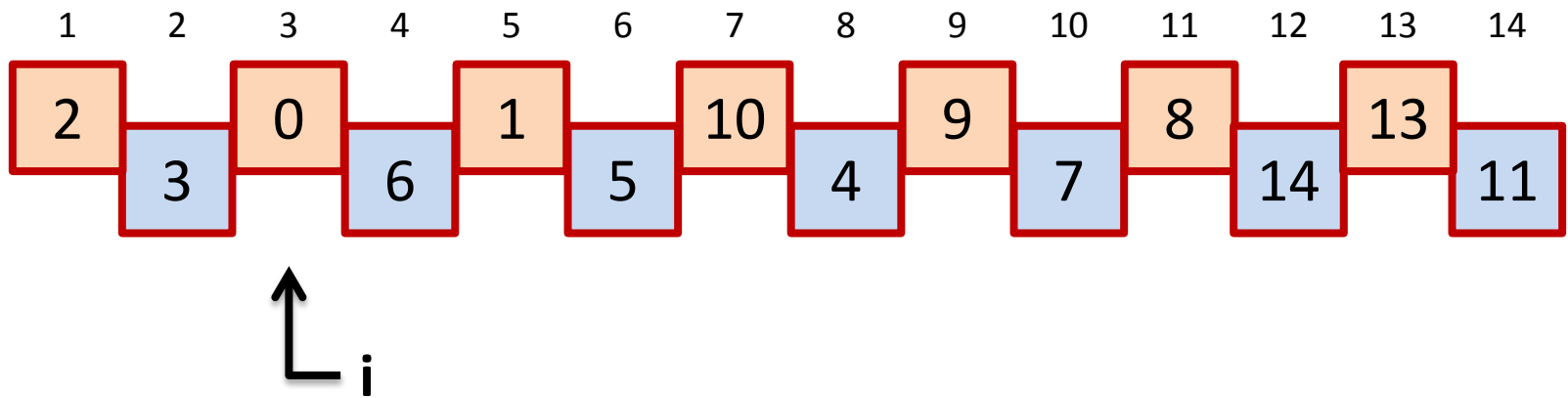
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

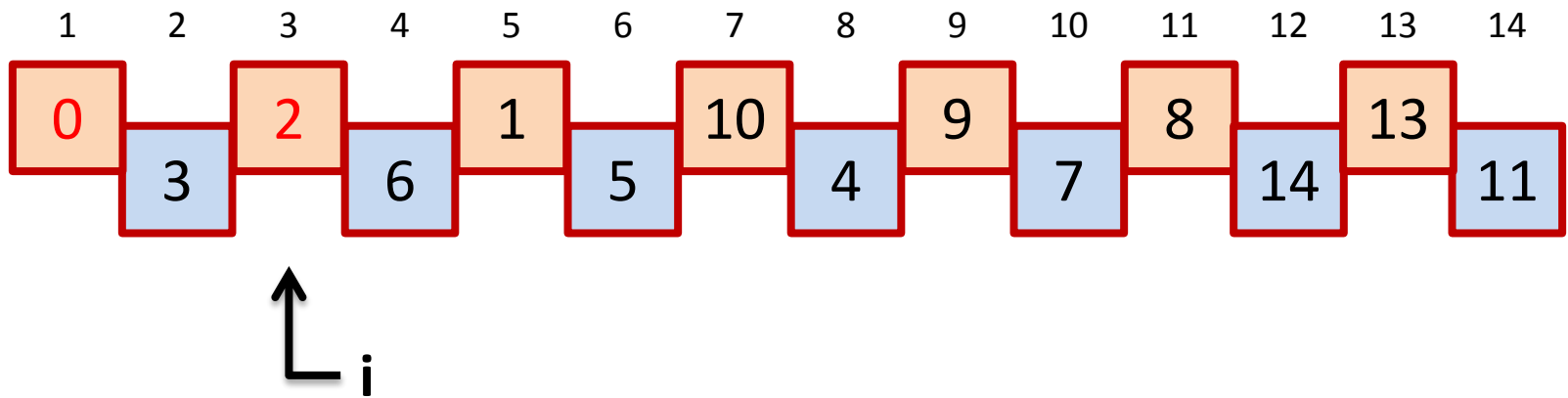
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

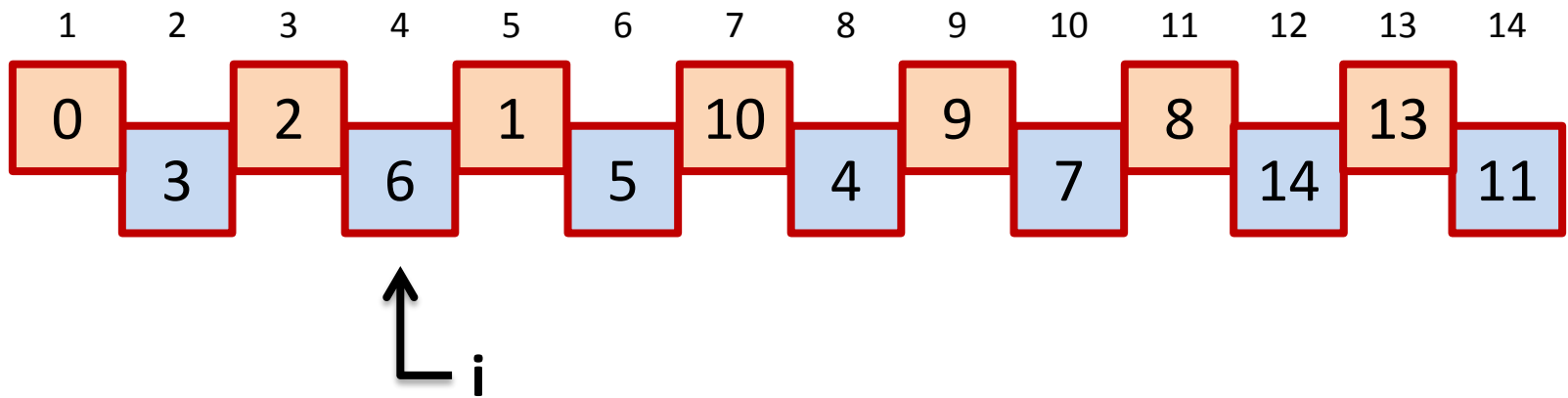
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

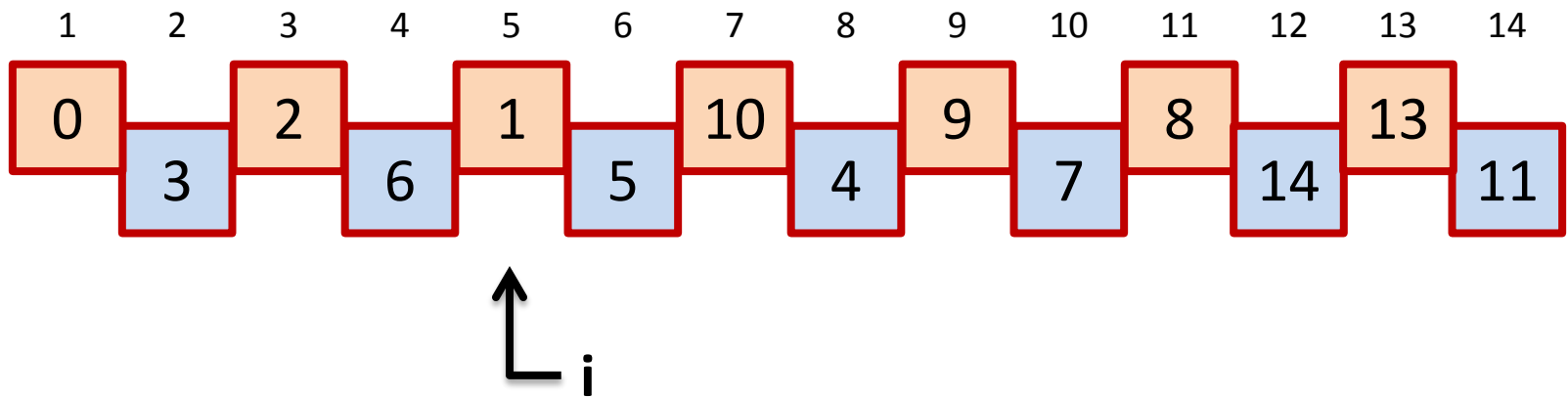
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 2**

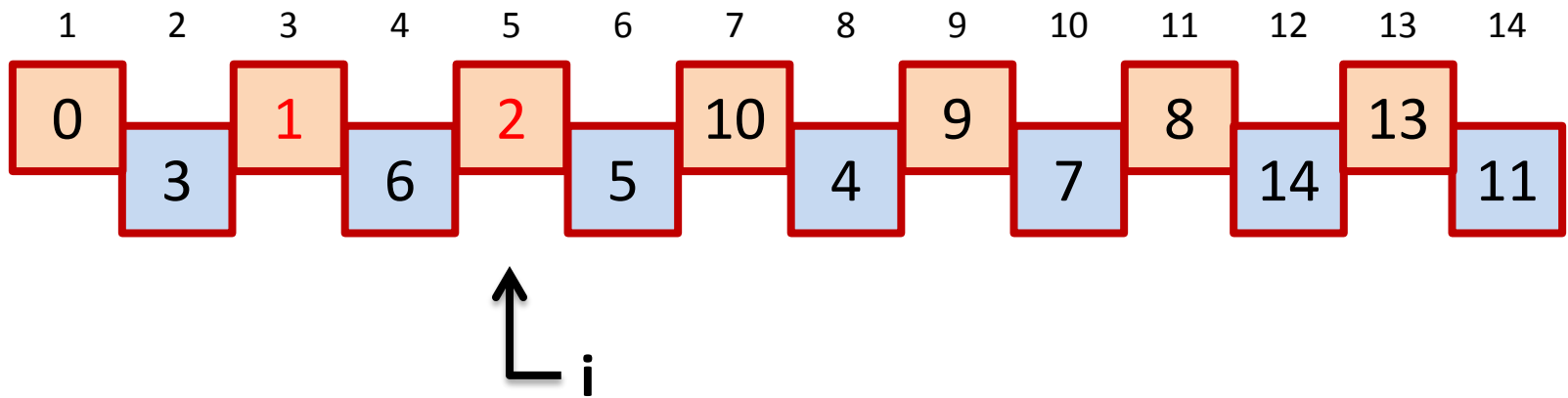




# Ordenación de Shell

- Solución:

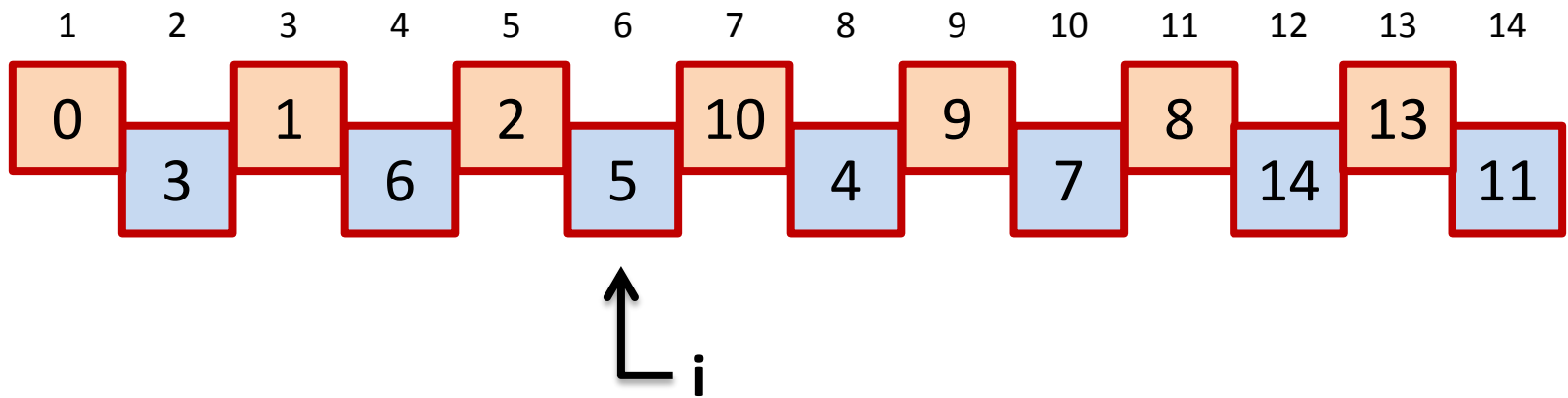
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

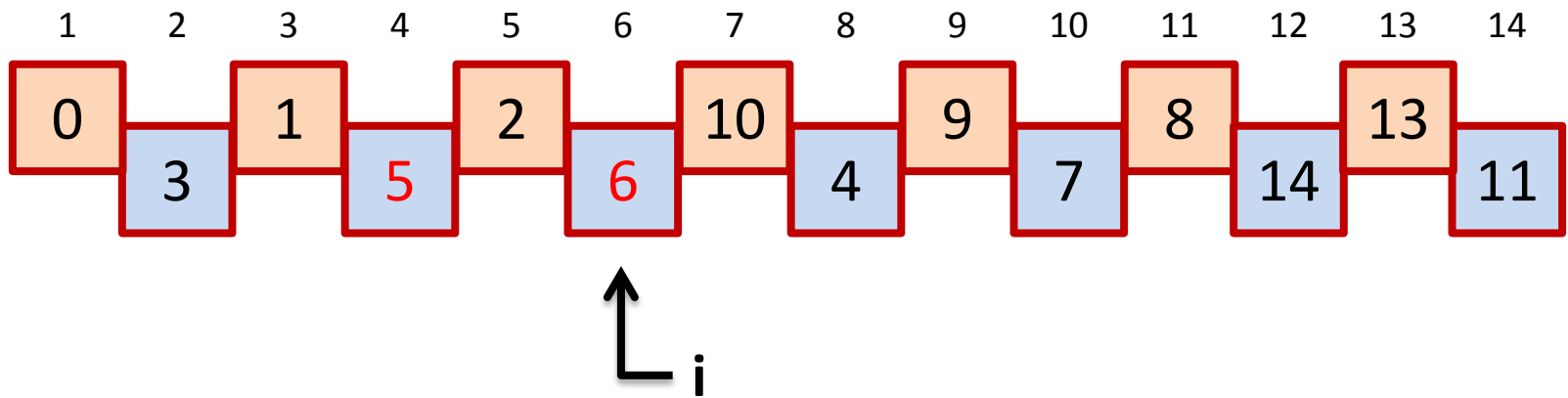
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

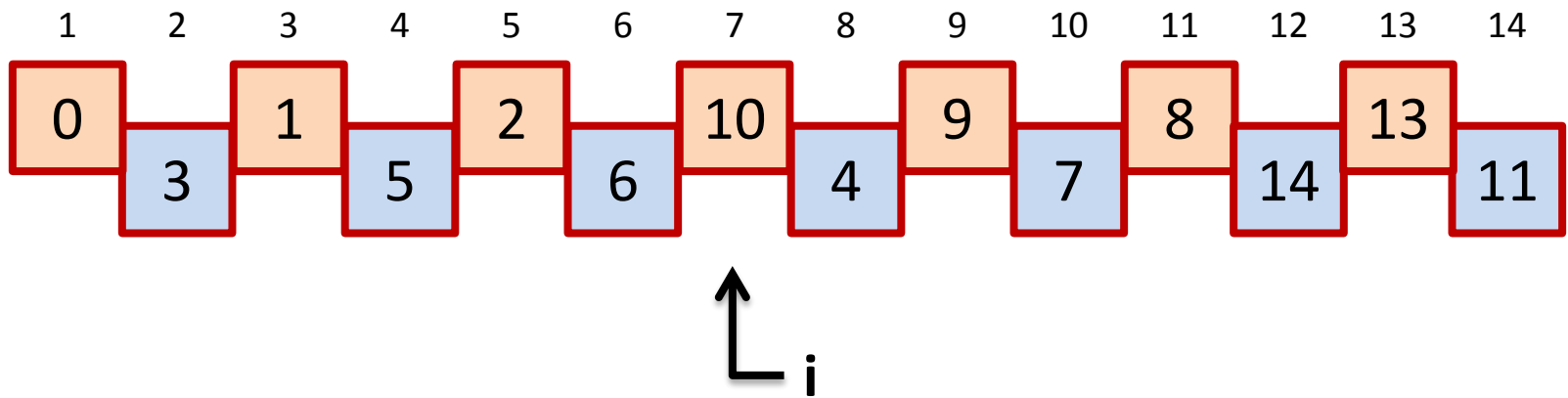
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

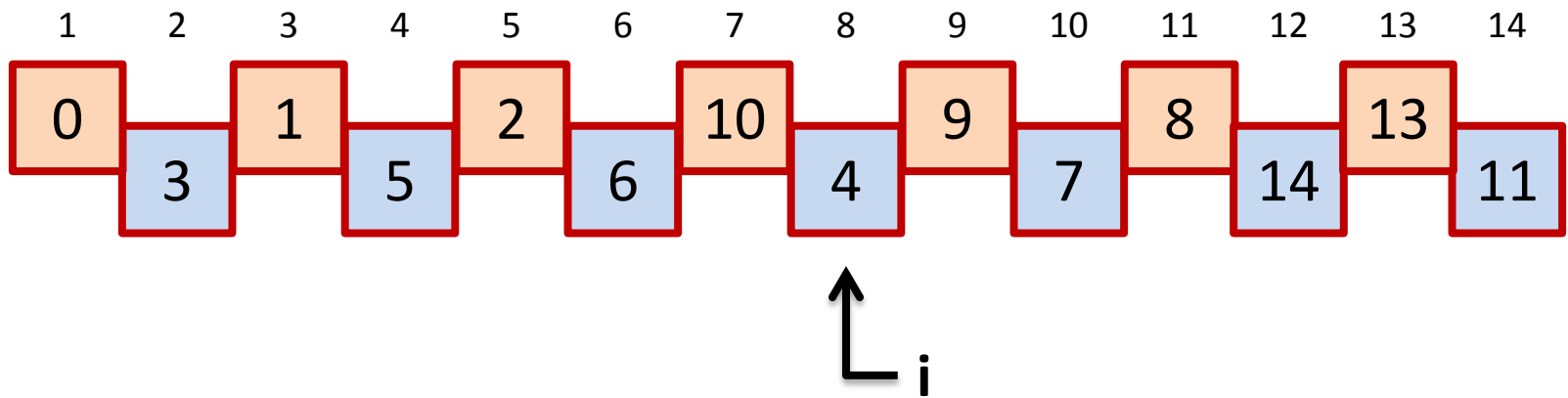
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

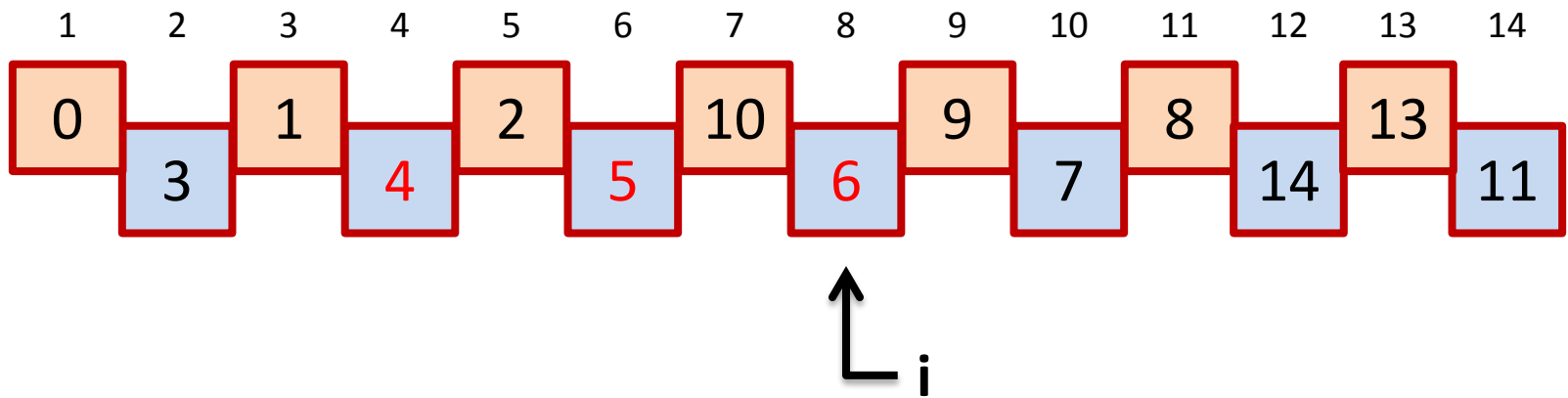
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

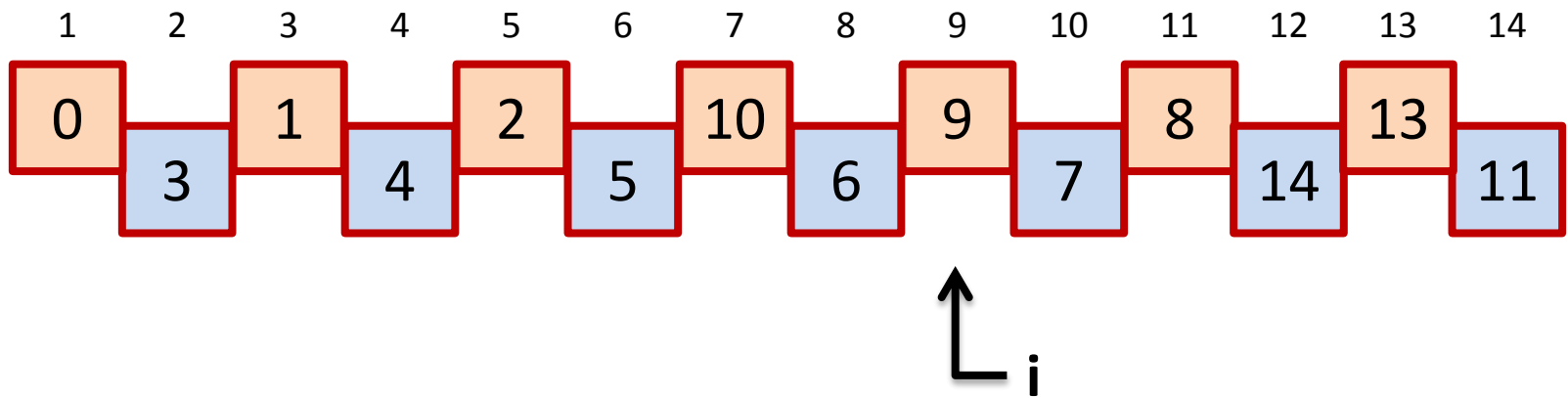
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

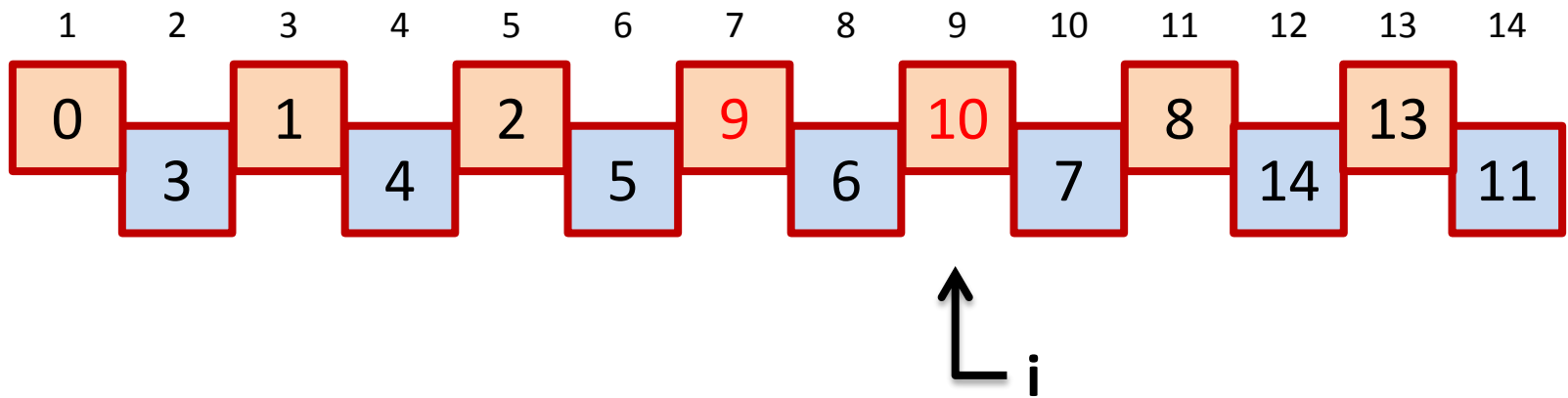
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 2**

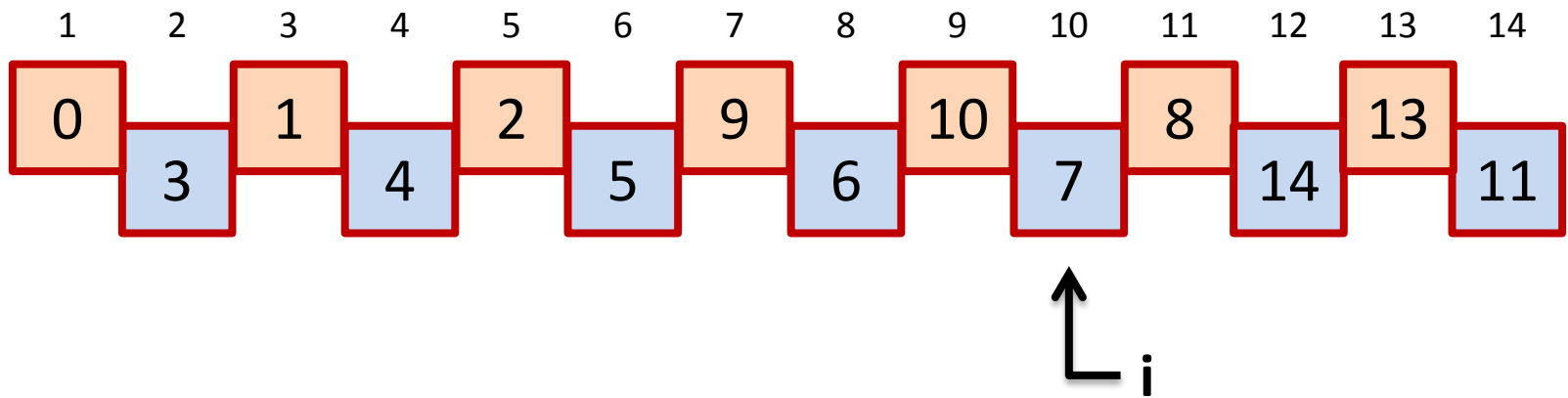




# Ordenación de Shell

- Solución:

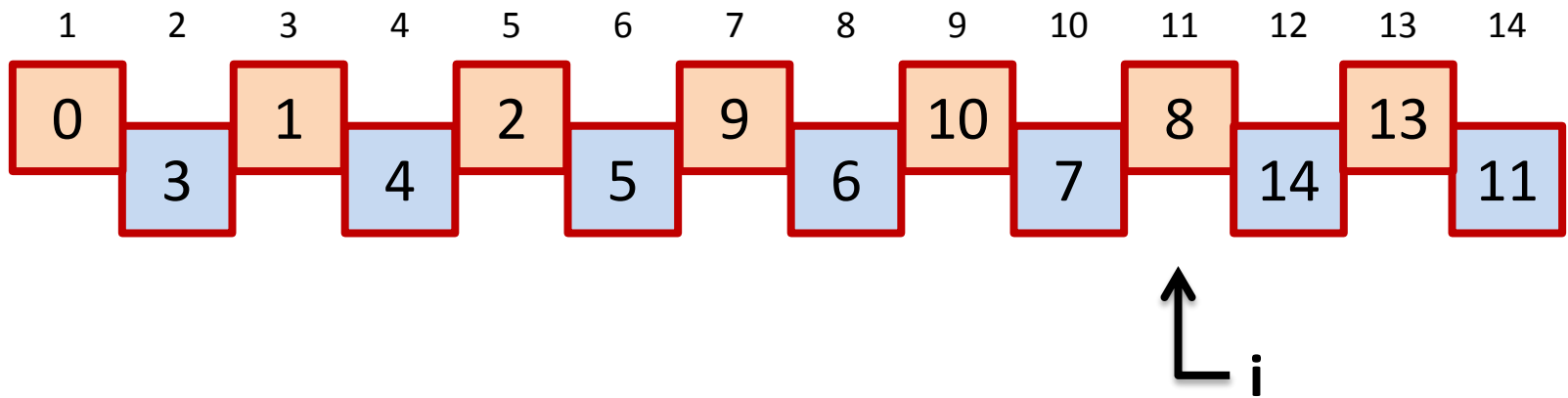
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

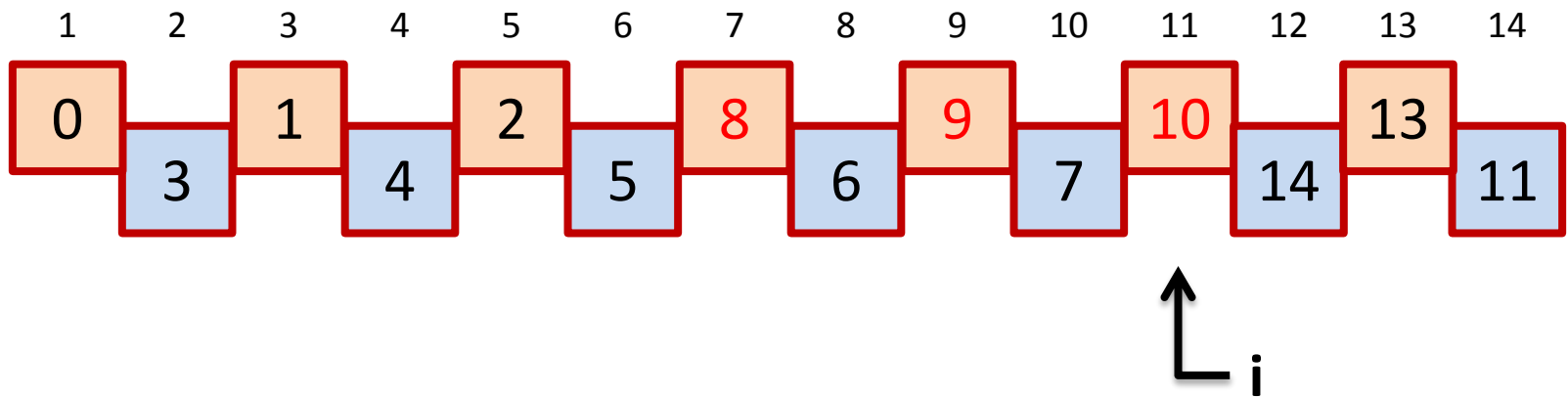
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

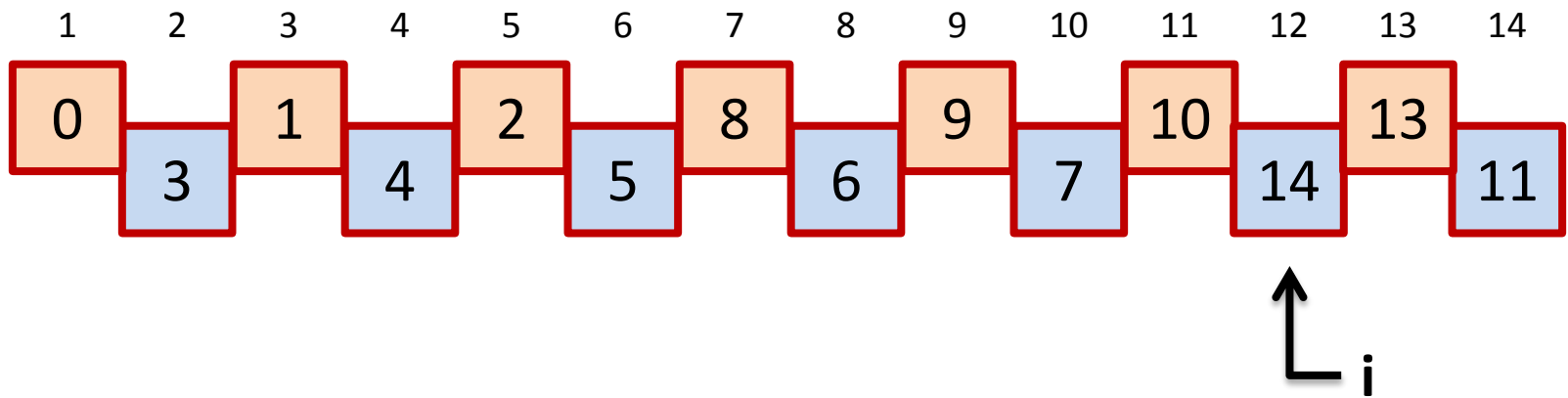
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

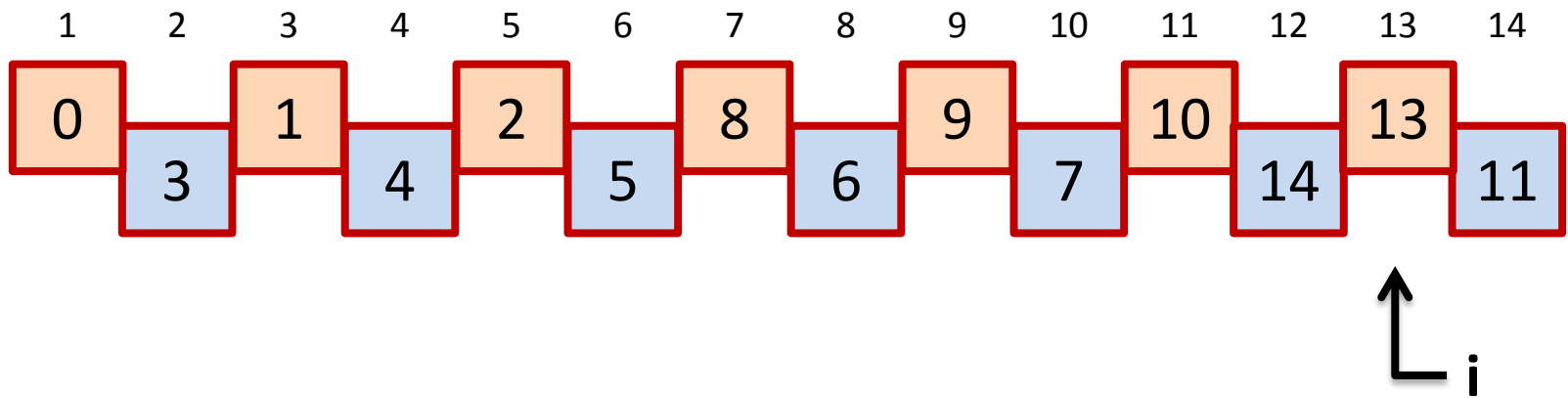
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

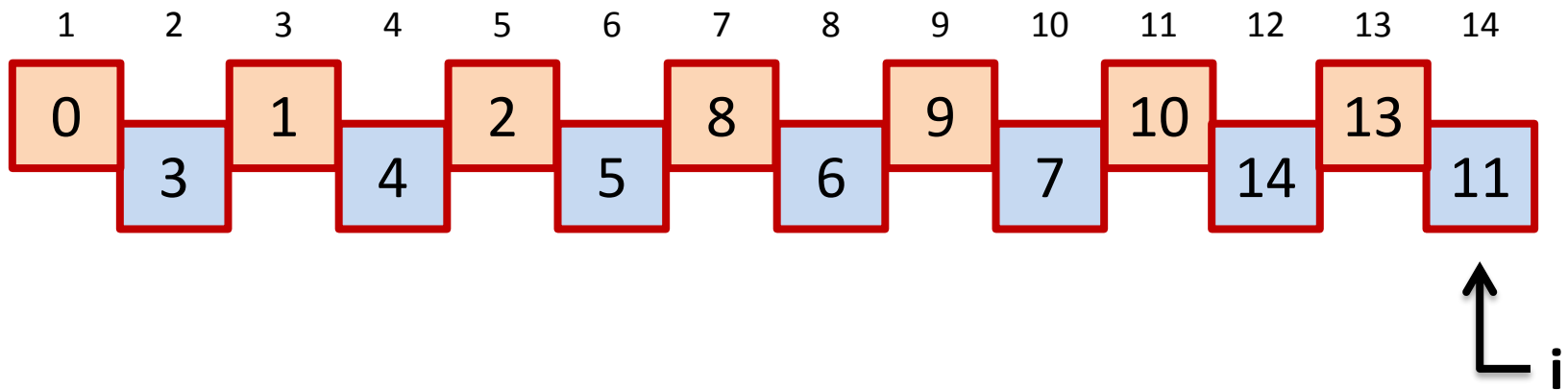
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

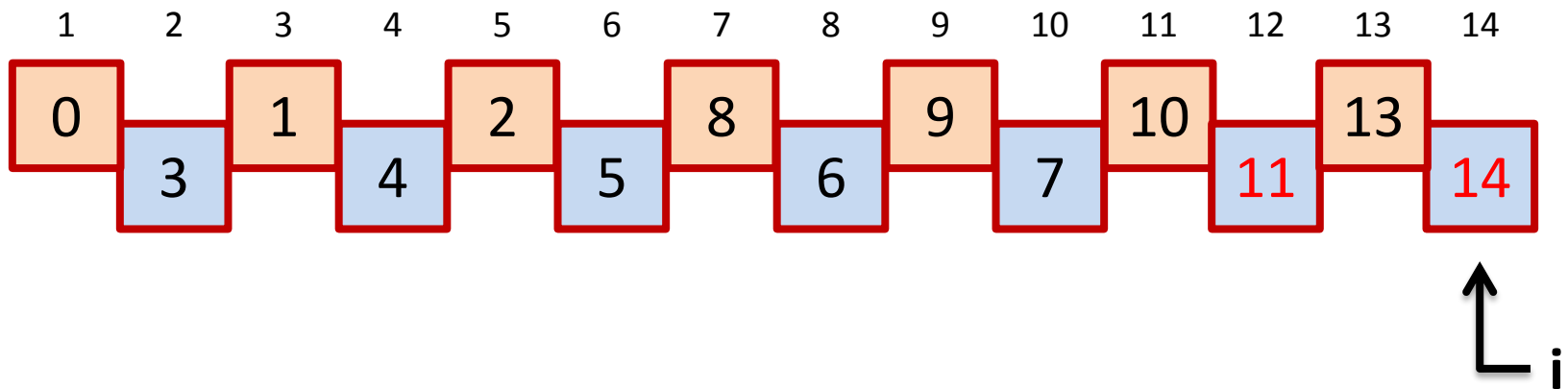
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 2**

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

**Array 2-ordenado (y 6 ordenado)**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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

# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

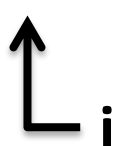
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	1	4	2	5	8	6	9	7	10	11	13	14

# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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

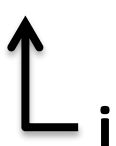
  $i$

# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

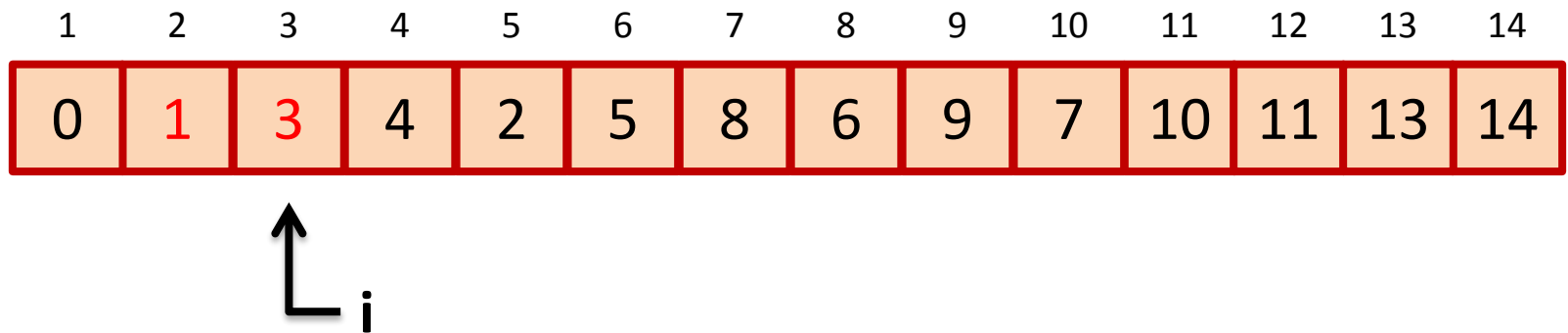
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	3	1	4	2	5	8	6	9	7	10	11	13	14

  $i$

# Ordenación de Shell

- Solución:

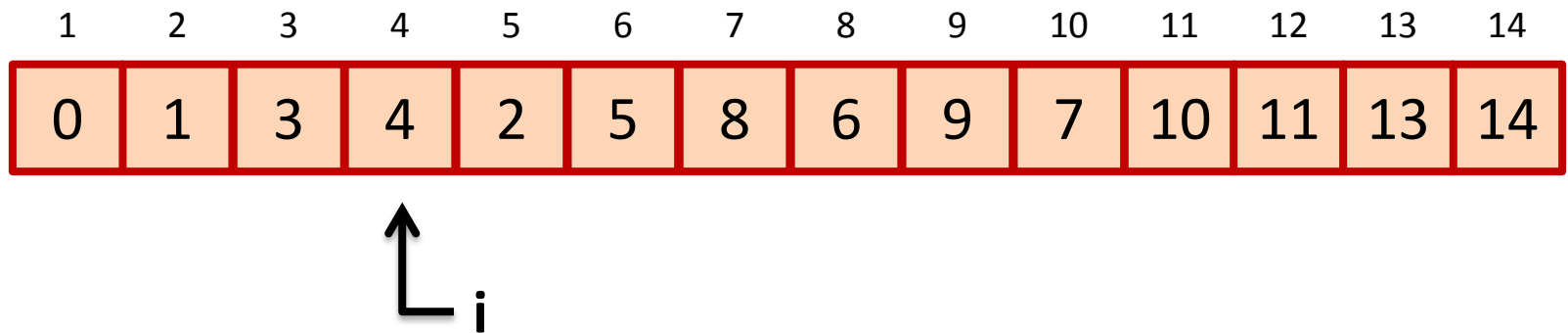
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

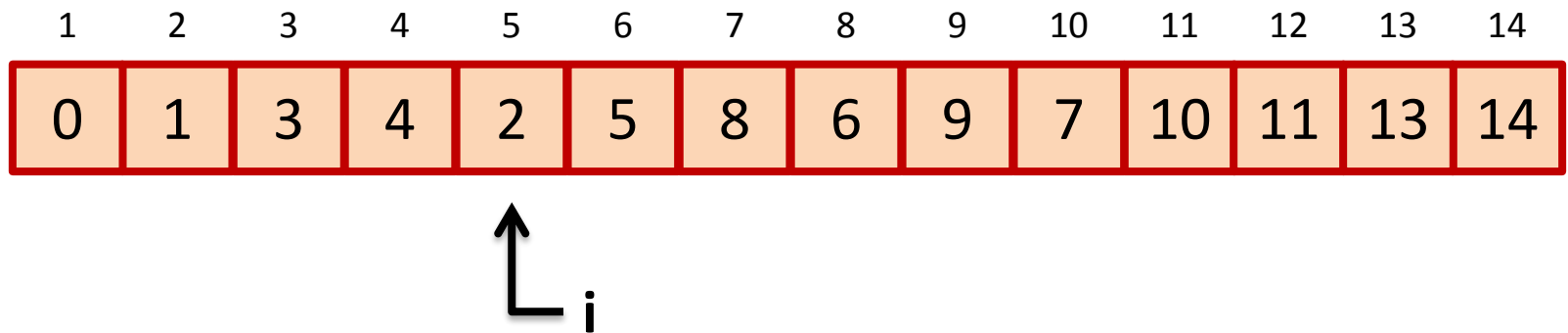
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

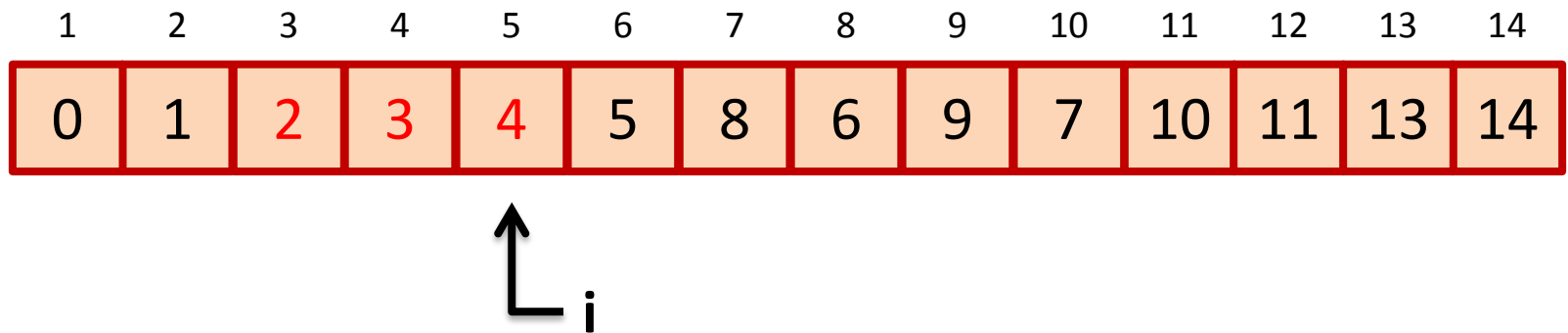
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

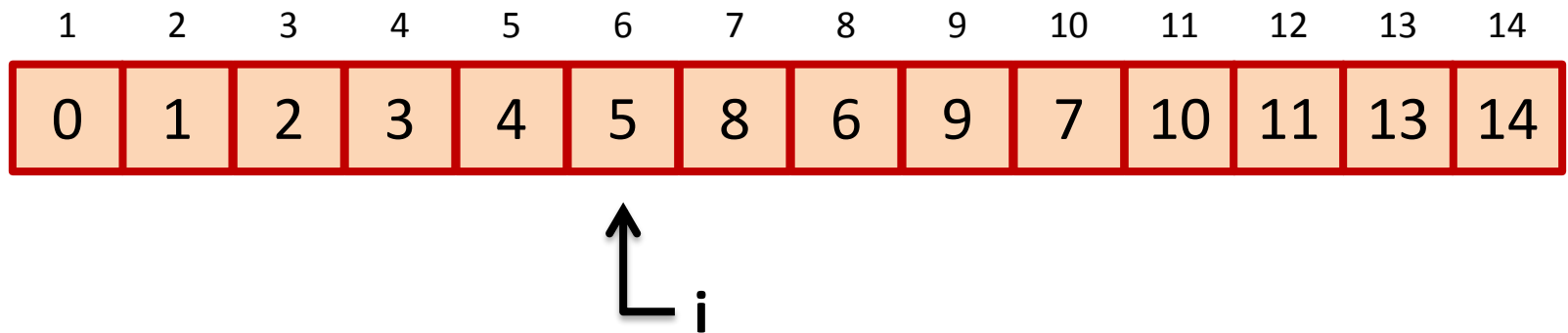




# Ordenación de Shell

- Solución:

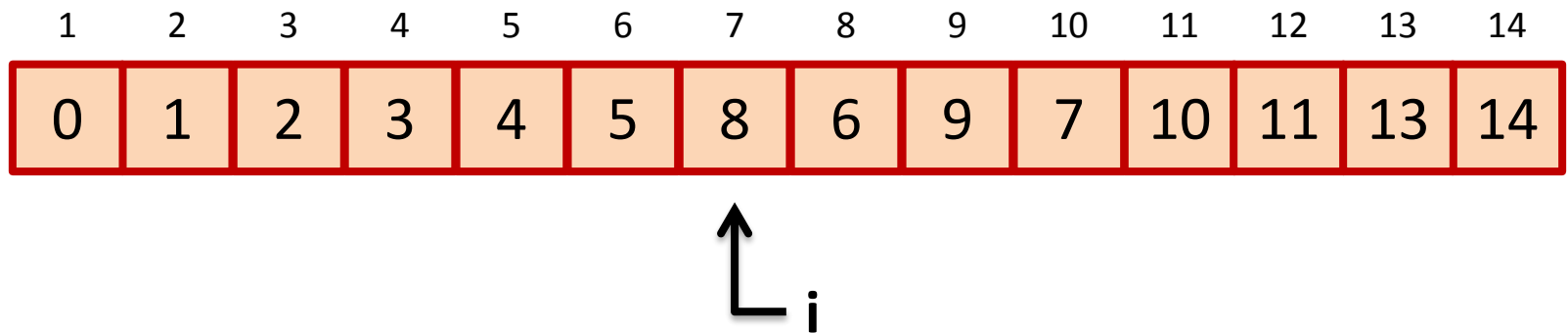
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

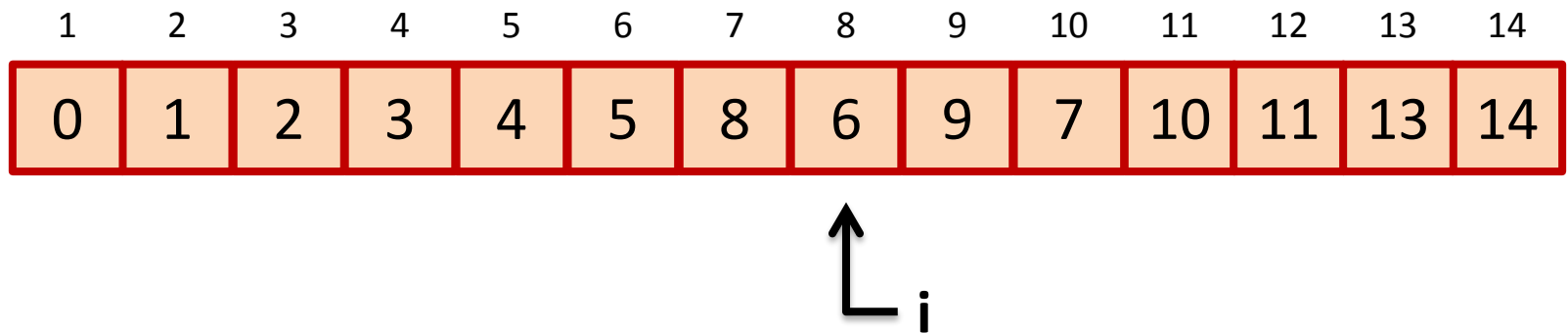
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

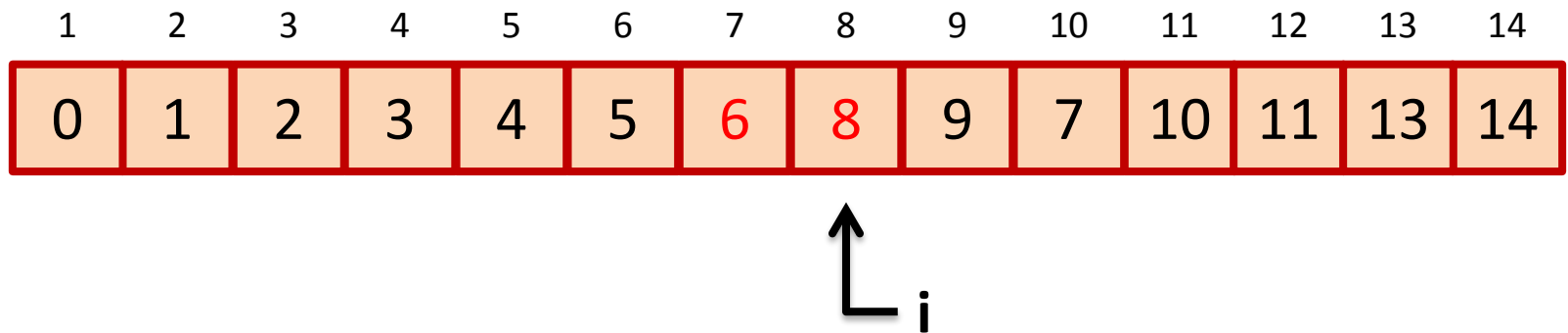
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

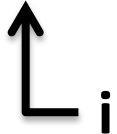


# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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

  $i$

# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

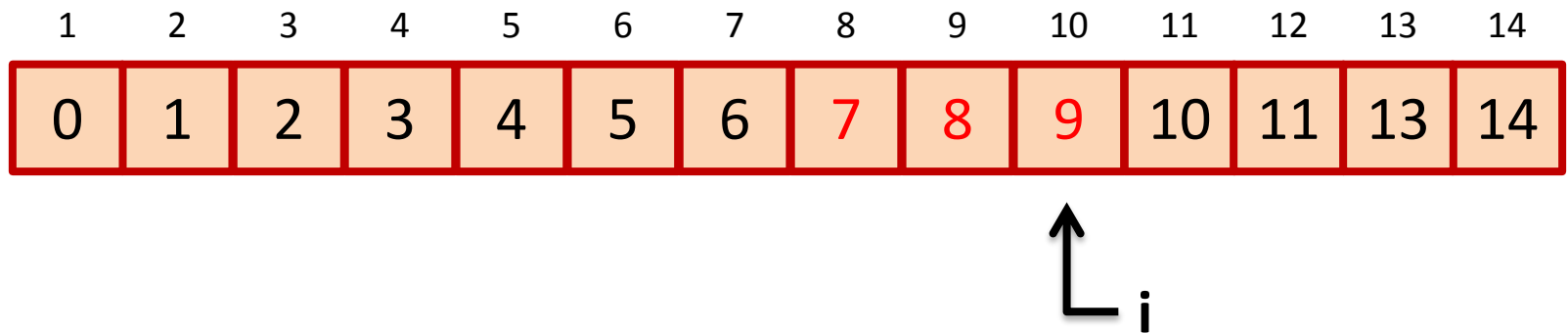
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	1	2	3	4	5	6	8	9	7	10	11	13	14

↑  
 $L_i$

# Ordenación de Shell

- Solución:

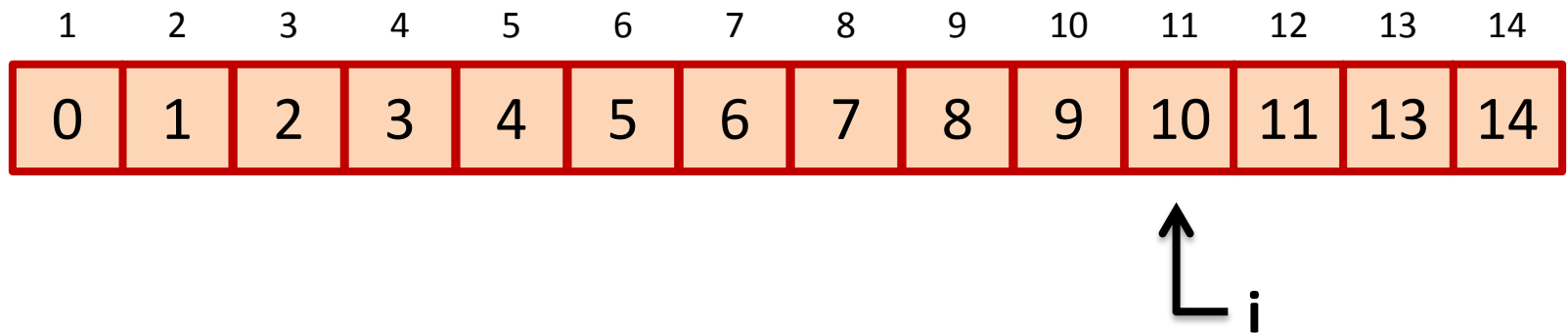
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

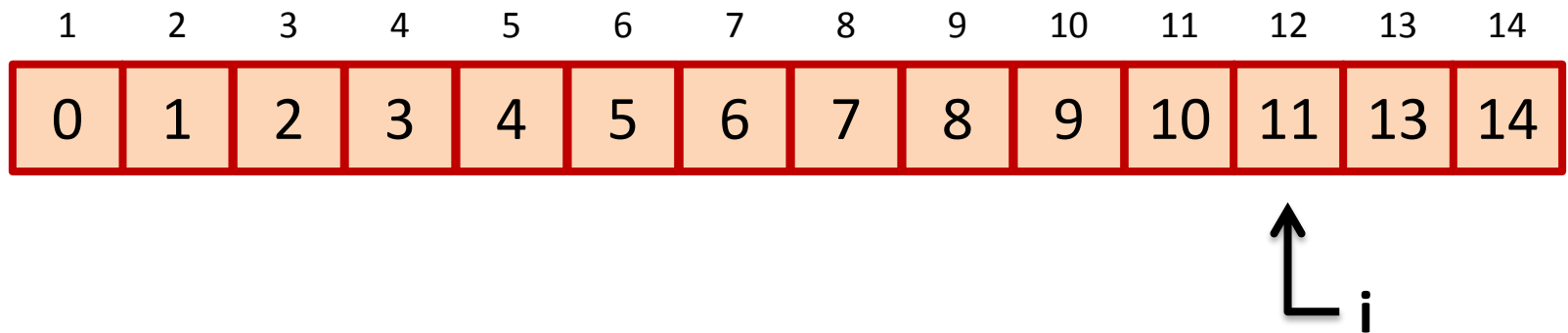




# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

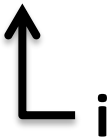


# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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

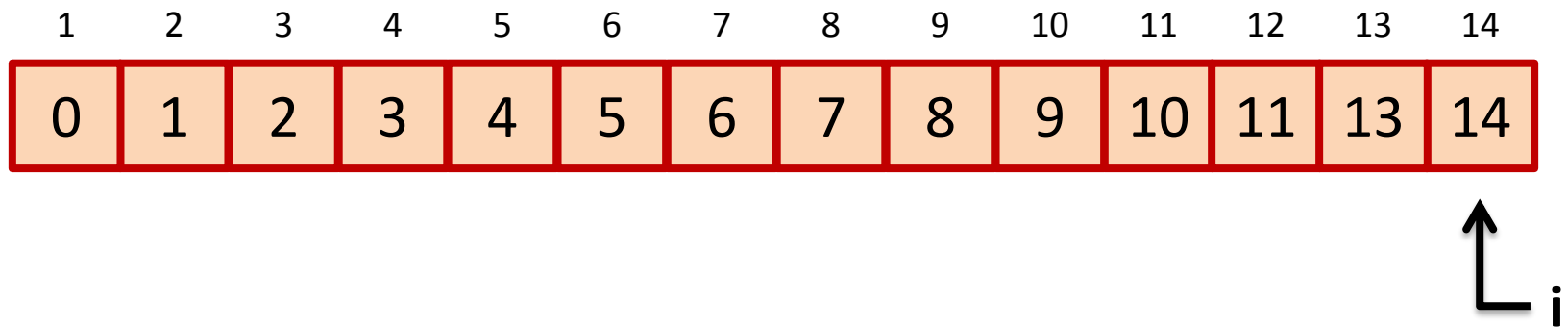


# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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



An arrow points to the last element (index 14, value 14) with the label  $i$ .

# Ordenación de Shell

- Solución:

**Incremento = 1**

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

**Array 1-ordenado (ordenado)**

# Ordenación de Shell

- Solución:

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

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Ejercicio 2: mostrar el estado del siguiente vector tras cada una de las iteraciones de su ordenación mediante el algoritmo de Shell con incrementos (8, 4, 2, 1).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	16	7	15	6	14	5	13	4	12	3	11	2	10	1	9

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

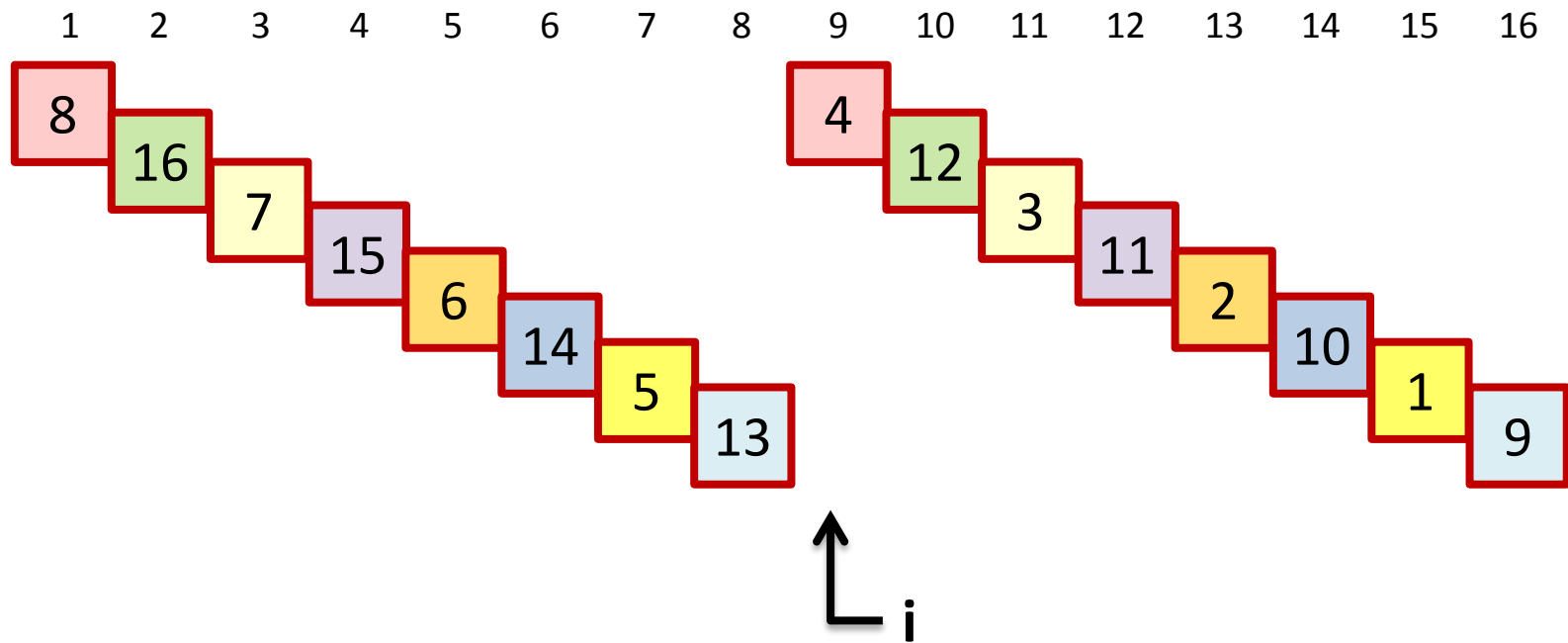
- Solución:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	16	7	15	6	14	5	13	4	12	3	11	2	10	1	9

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 8**

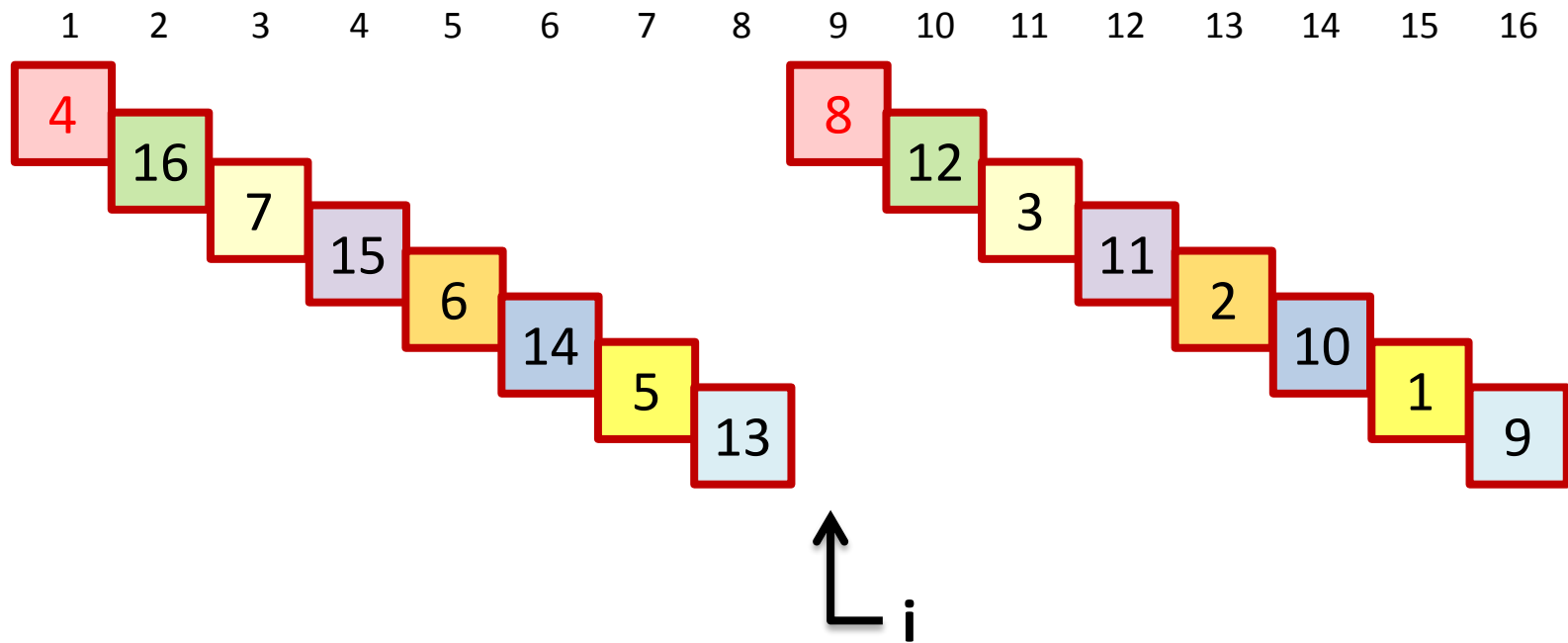




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

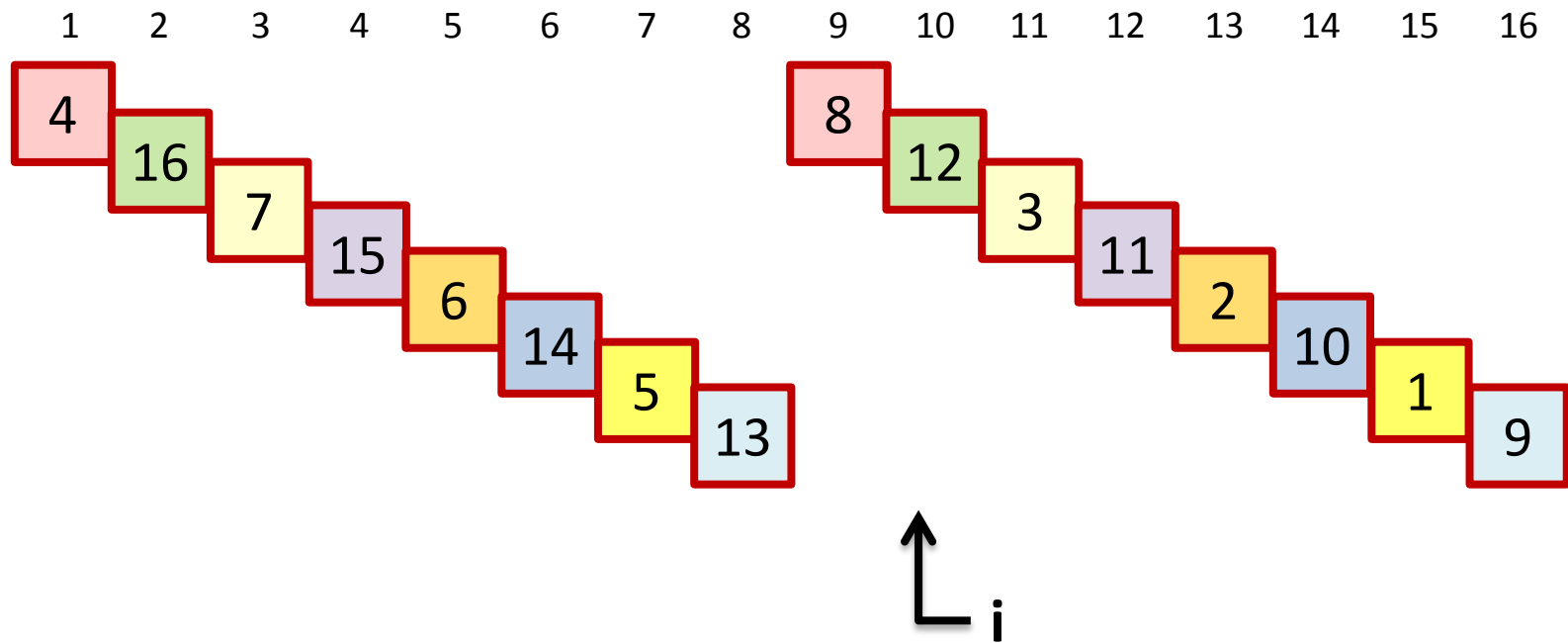
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

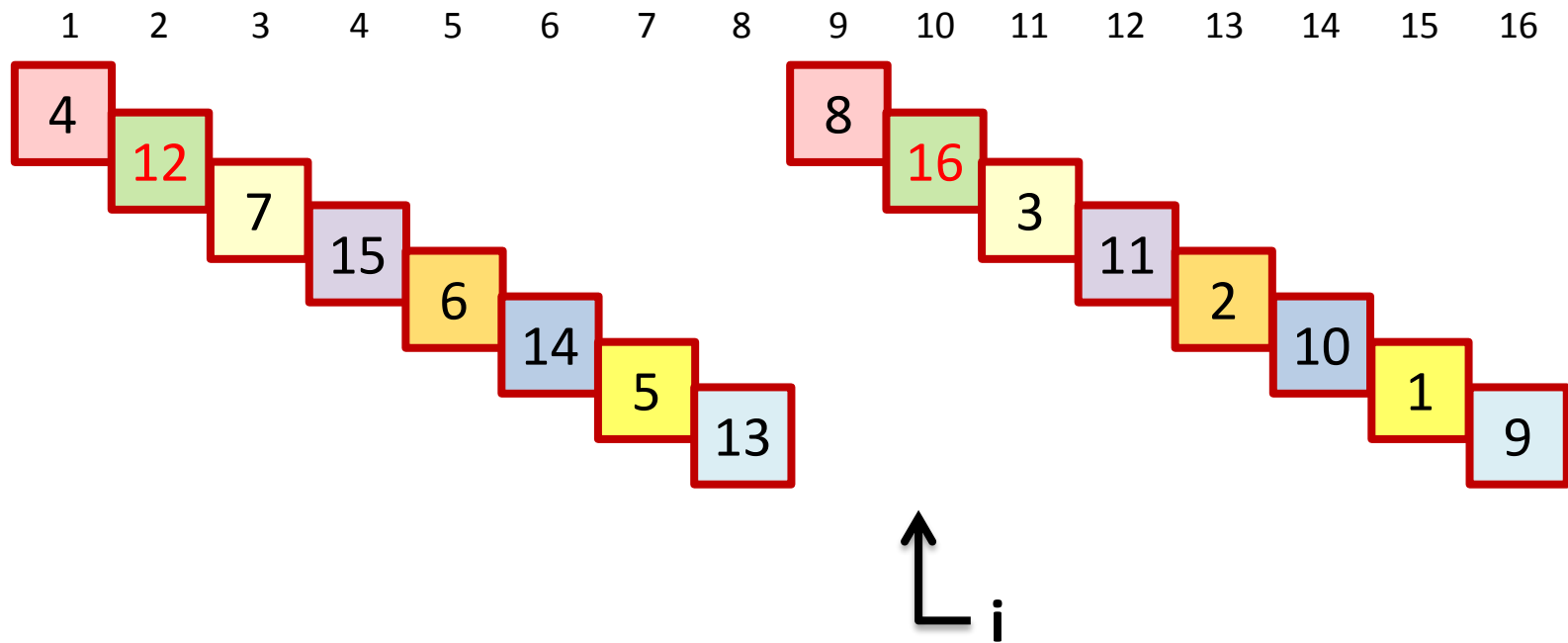
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

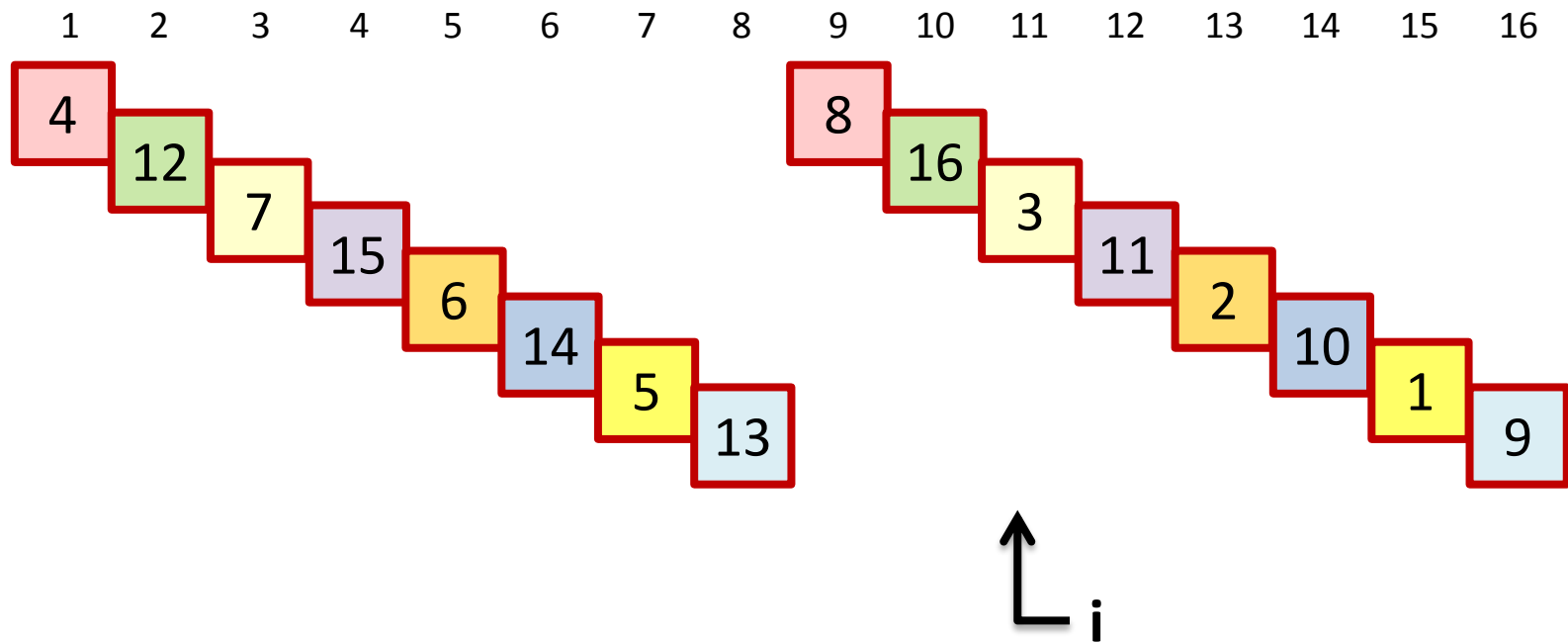
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

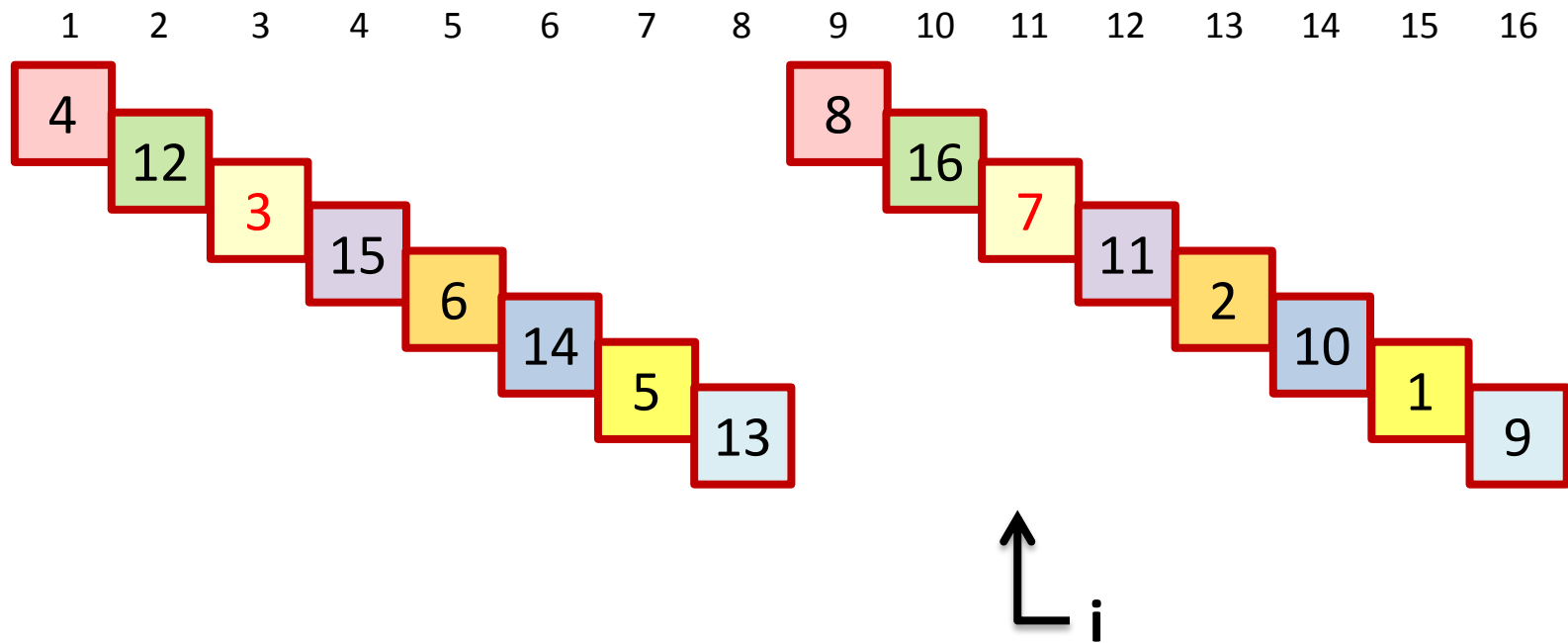
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

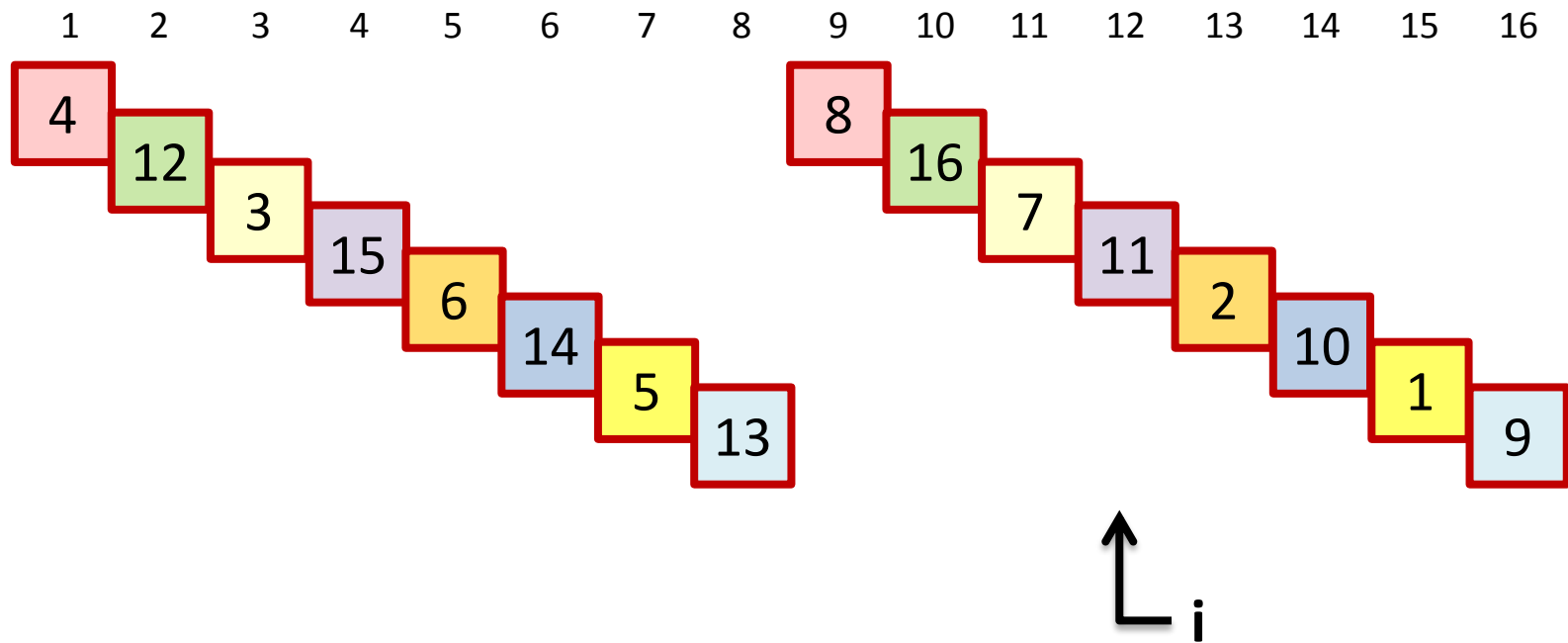
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

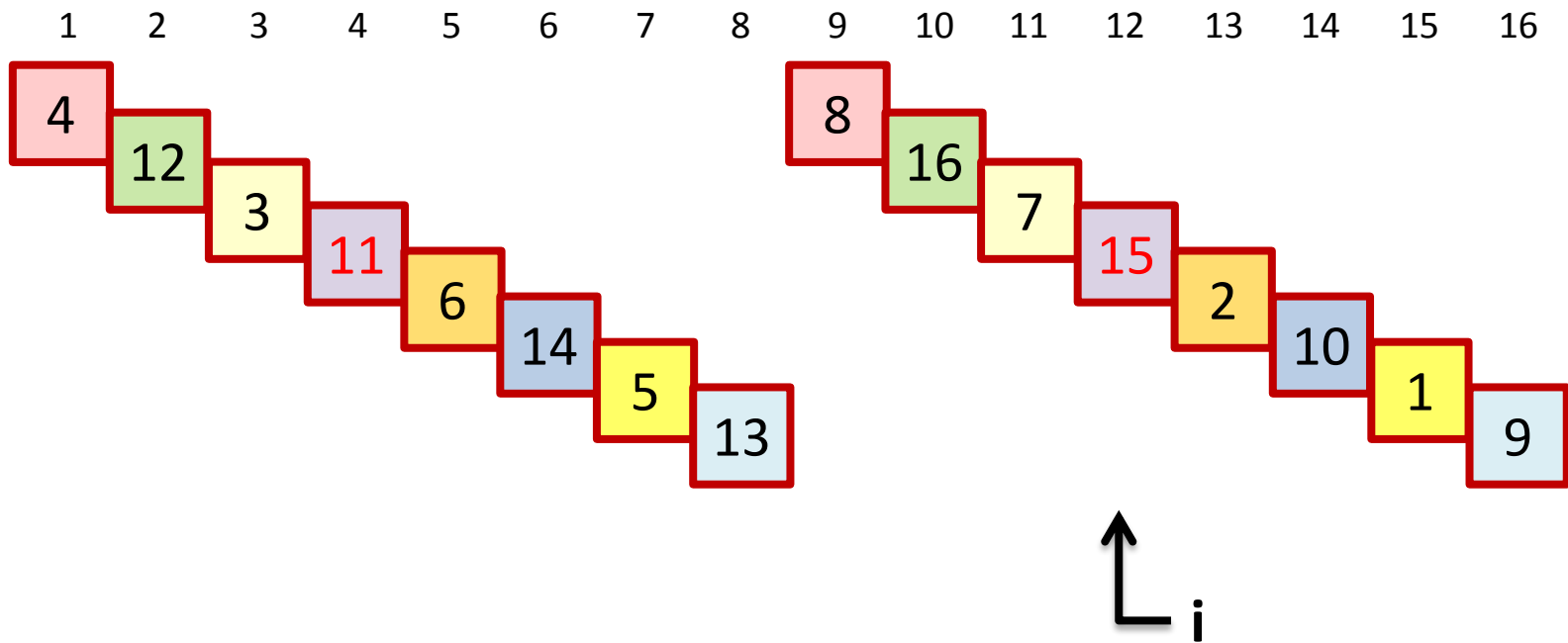
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

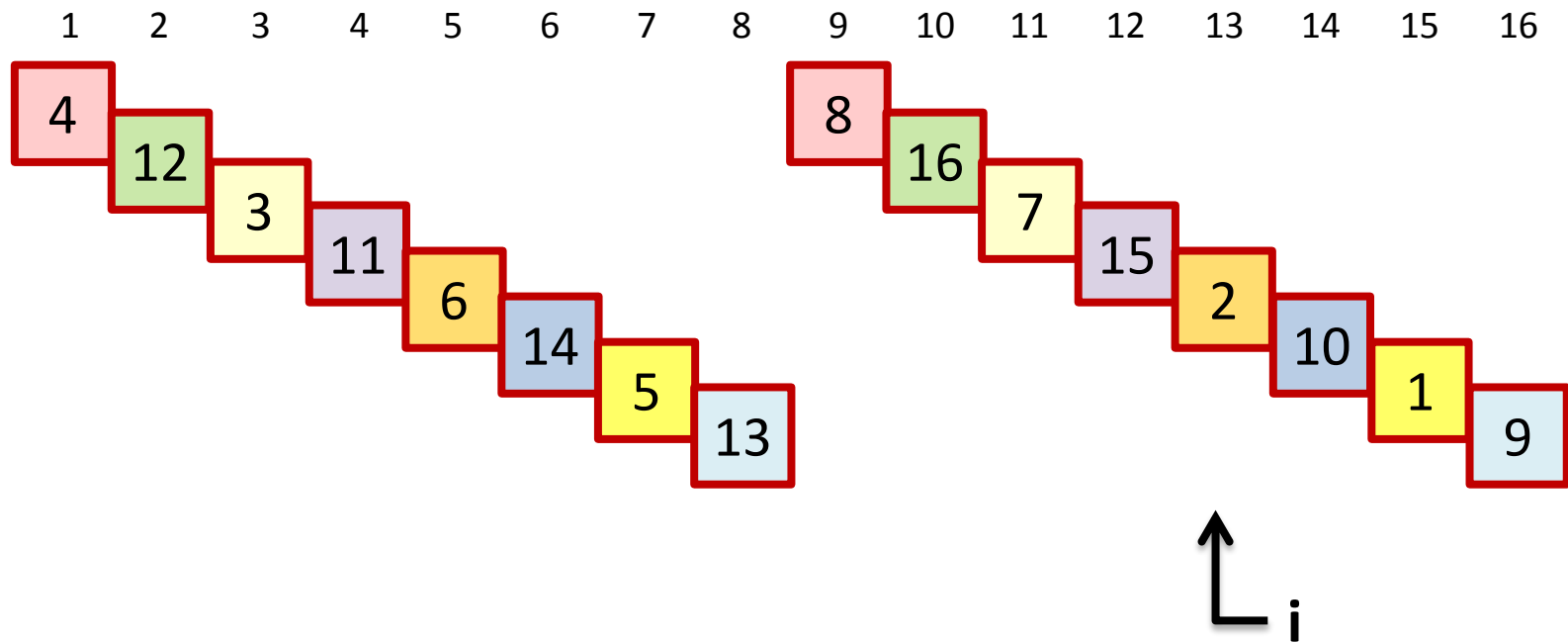
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 8**

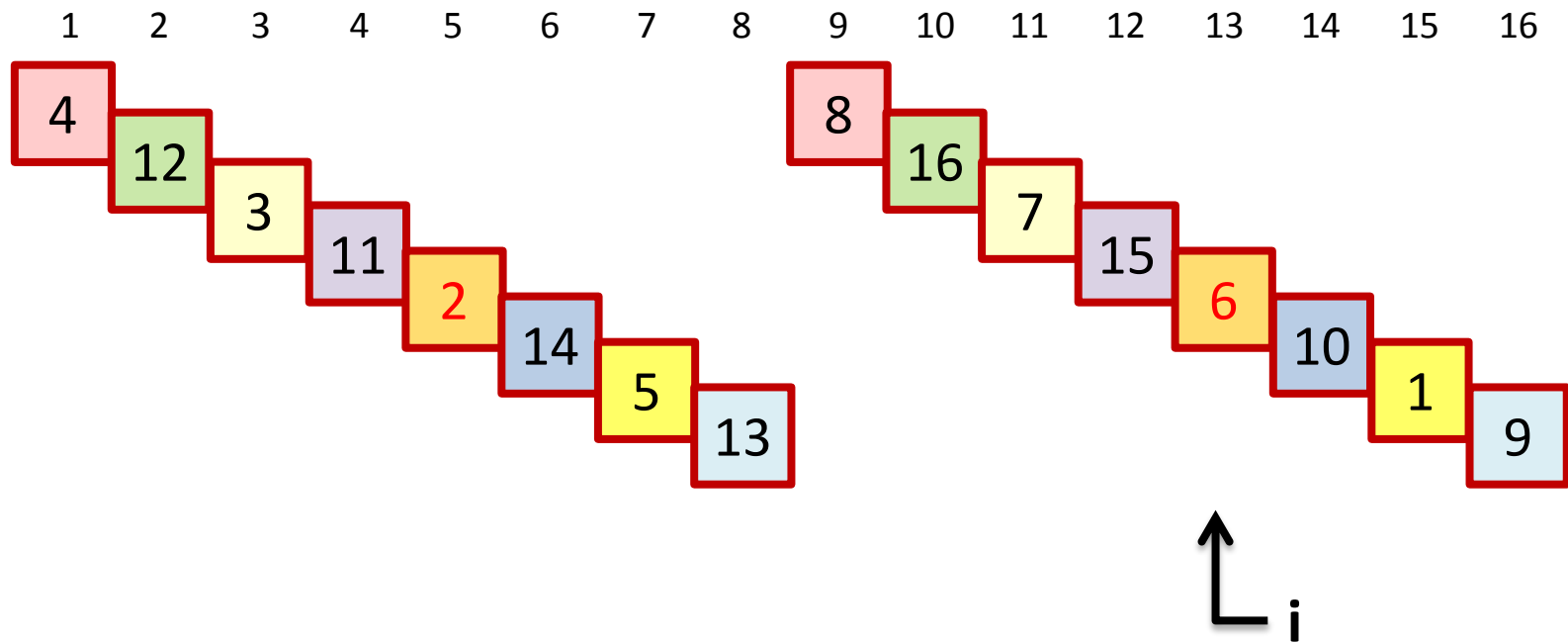




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

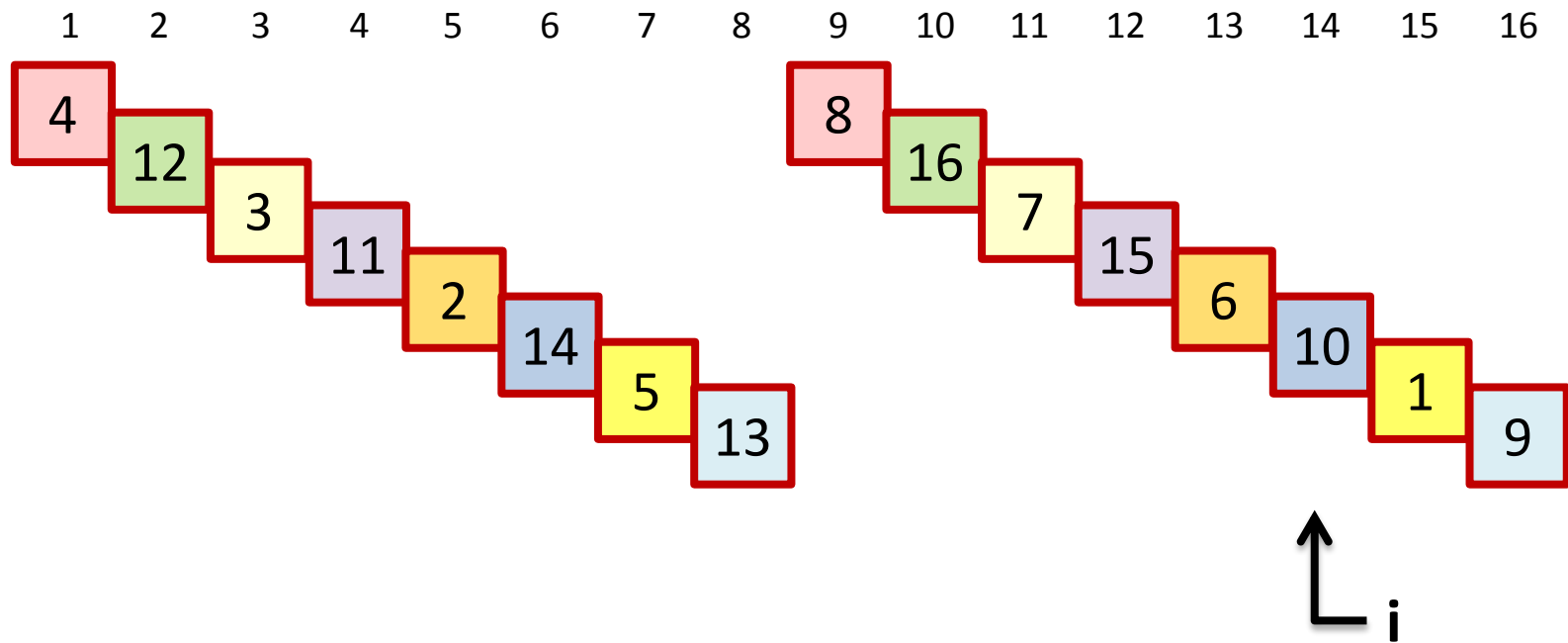
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

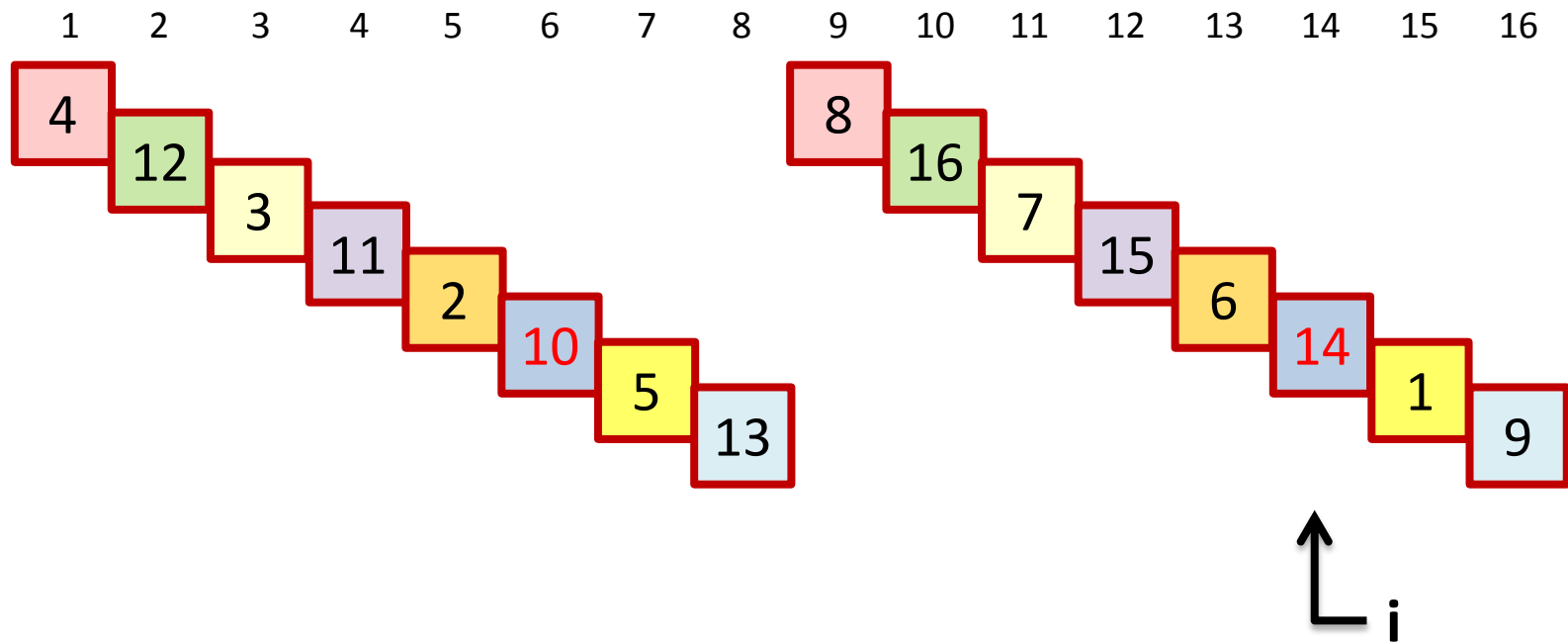
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

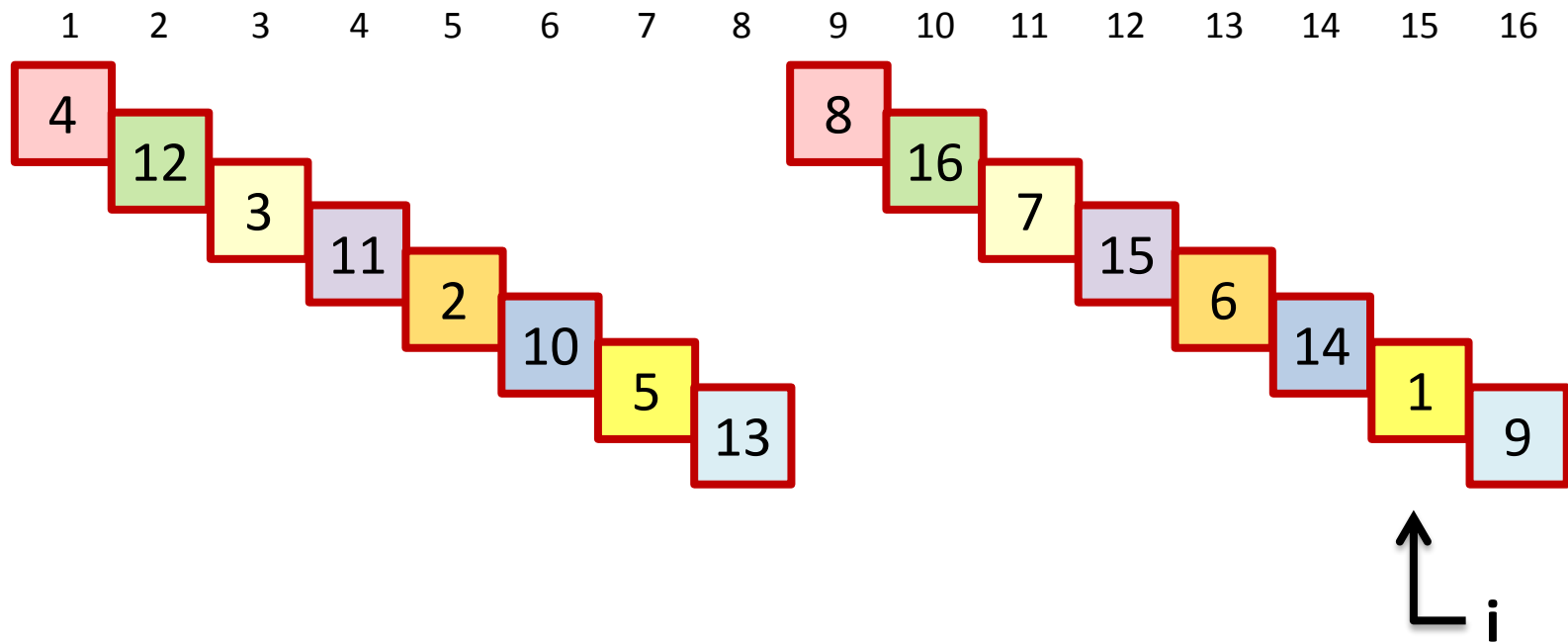
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

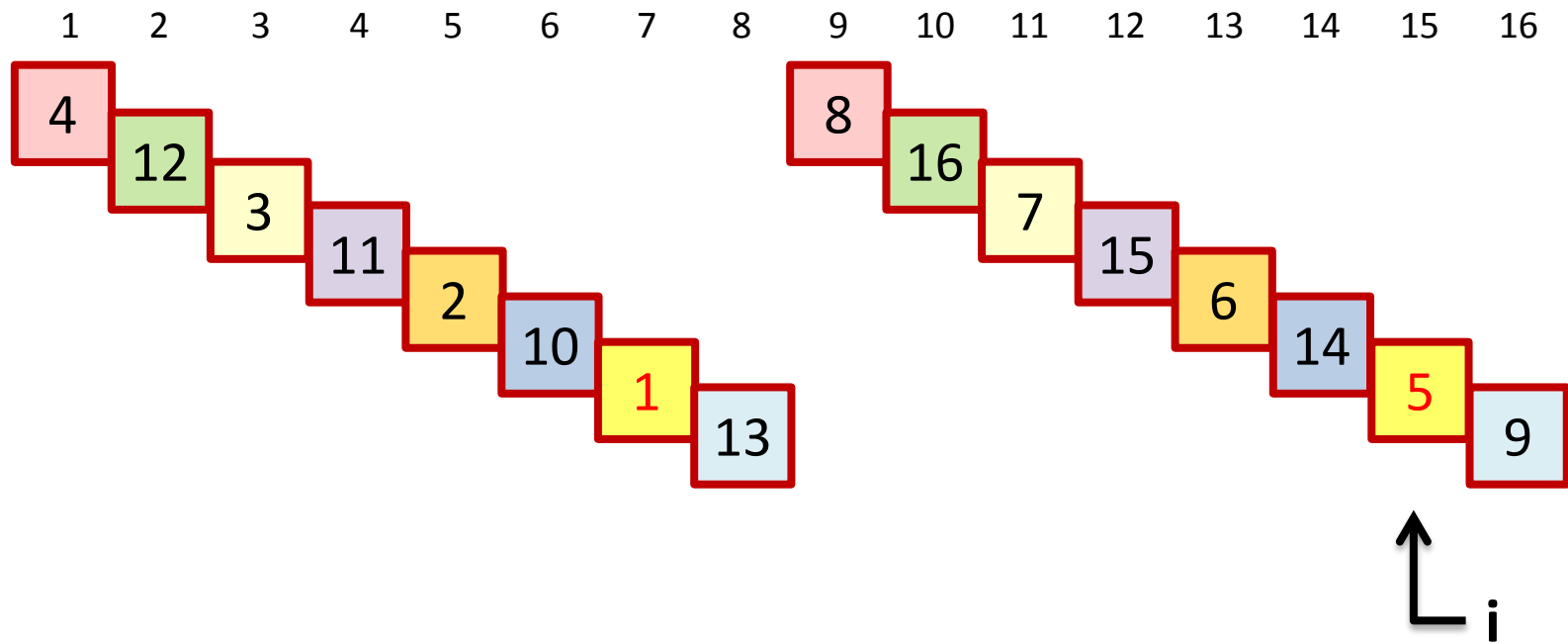
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

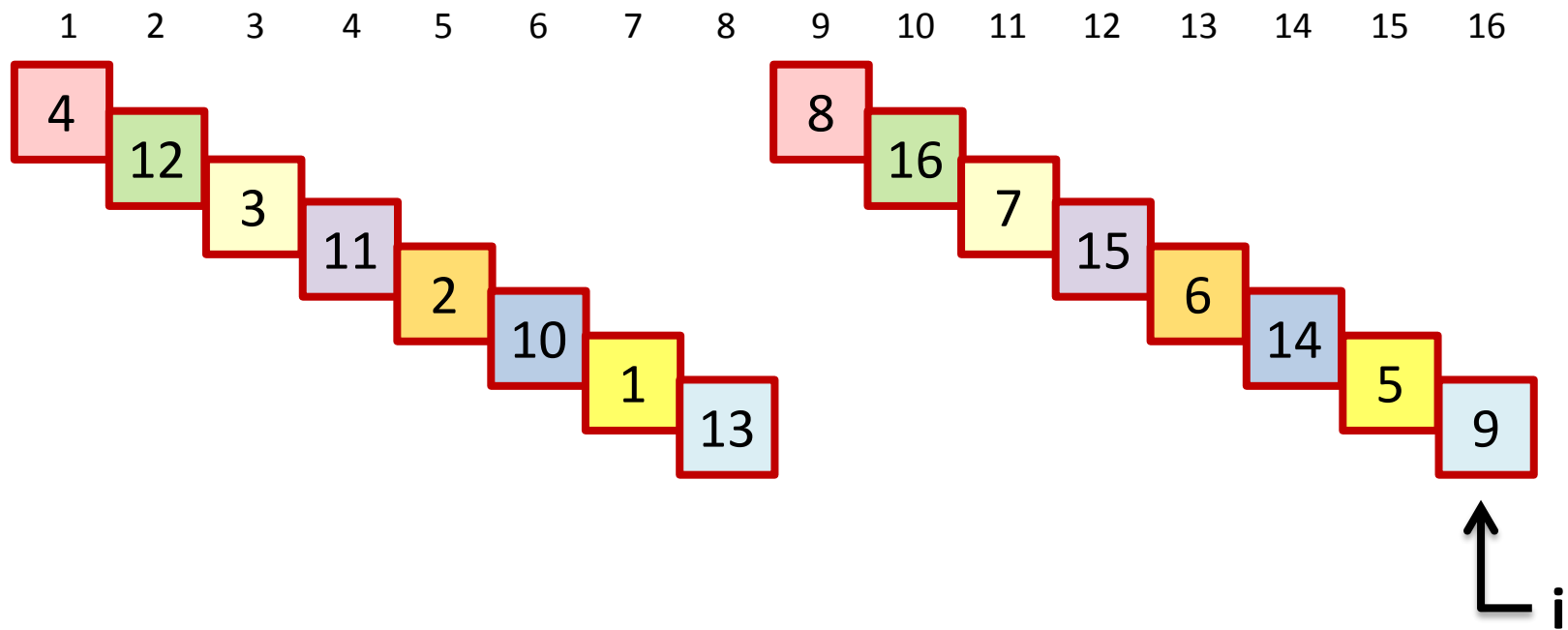
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

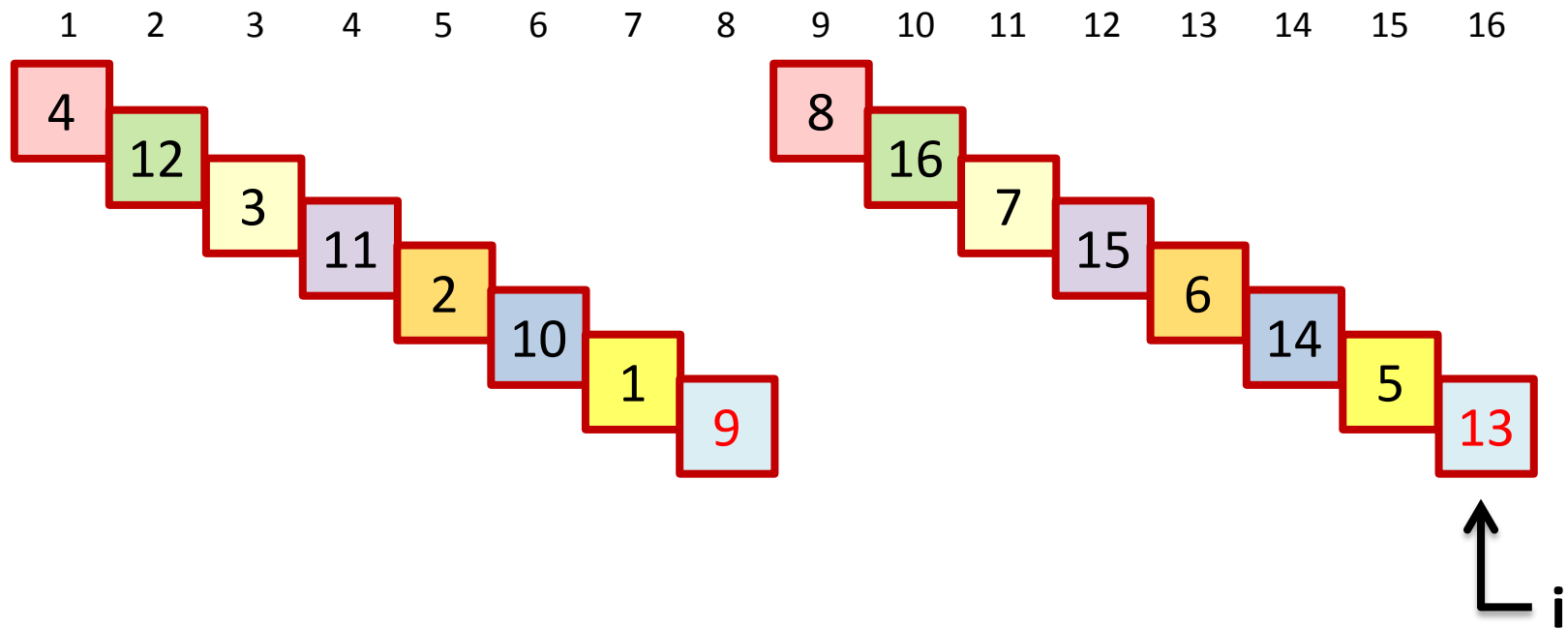
**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 8**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 8**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	12	3	11	2	10	1	9	8	16	7	15	6	14	5	13

**Array 8-ordenado**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

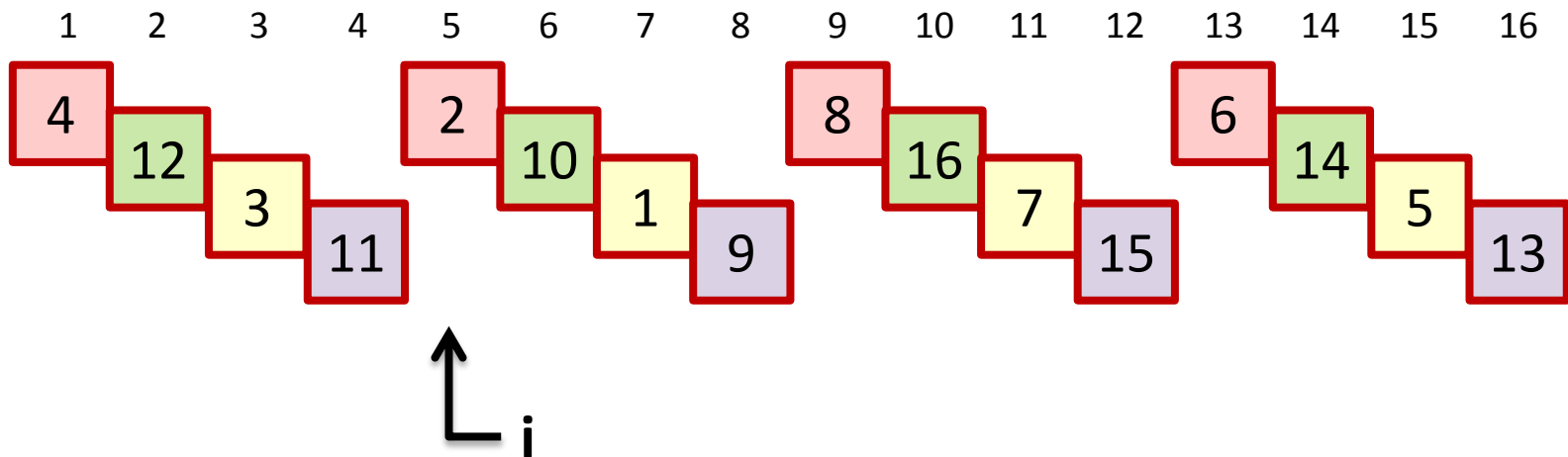
**Incremento = 4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	12	3	11	2	10	1	9	8	16	7	15	6	14	5	13

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

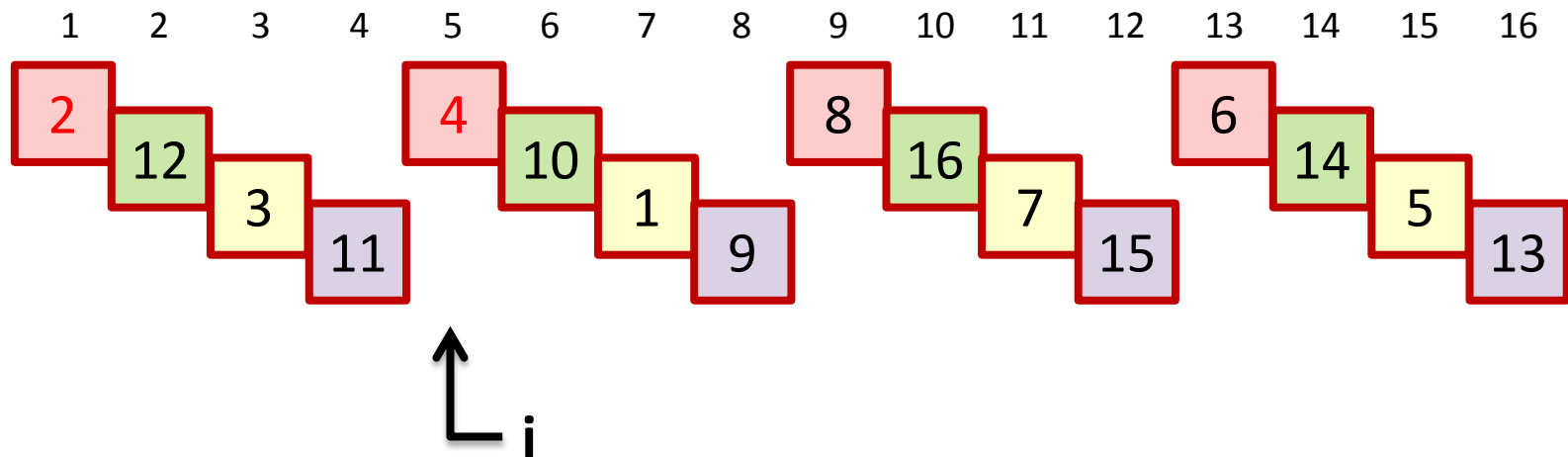
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

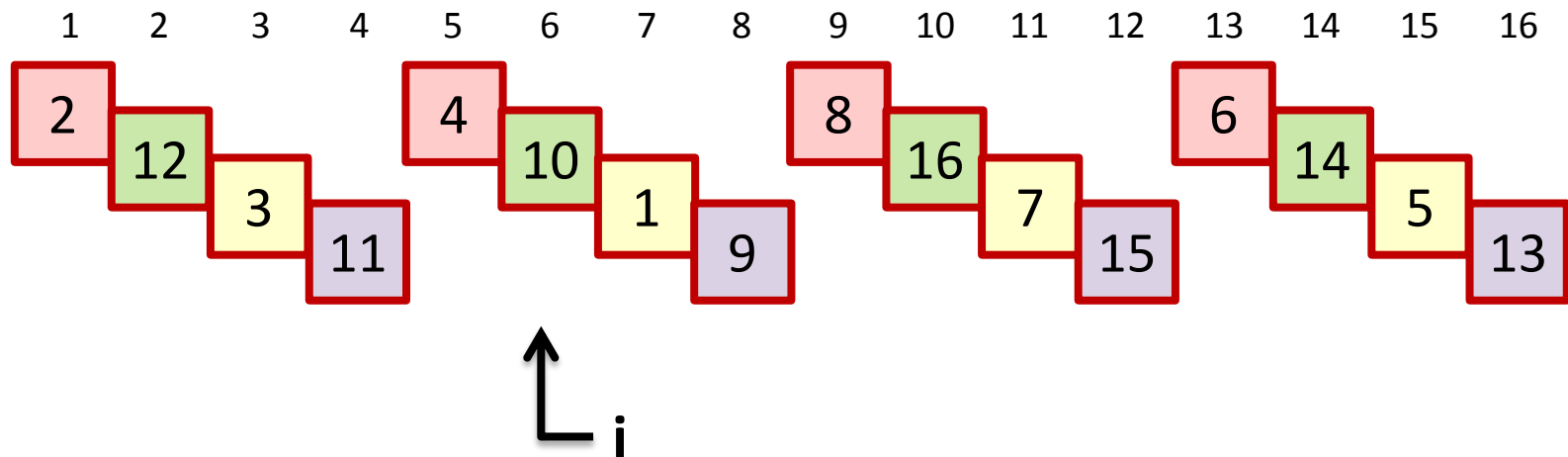
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

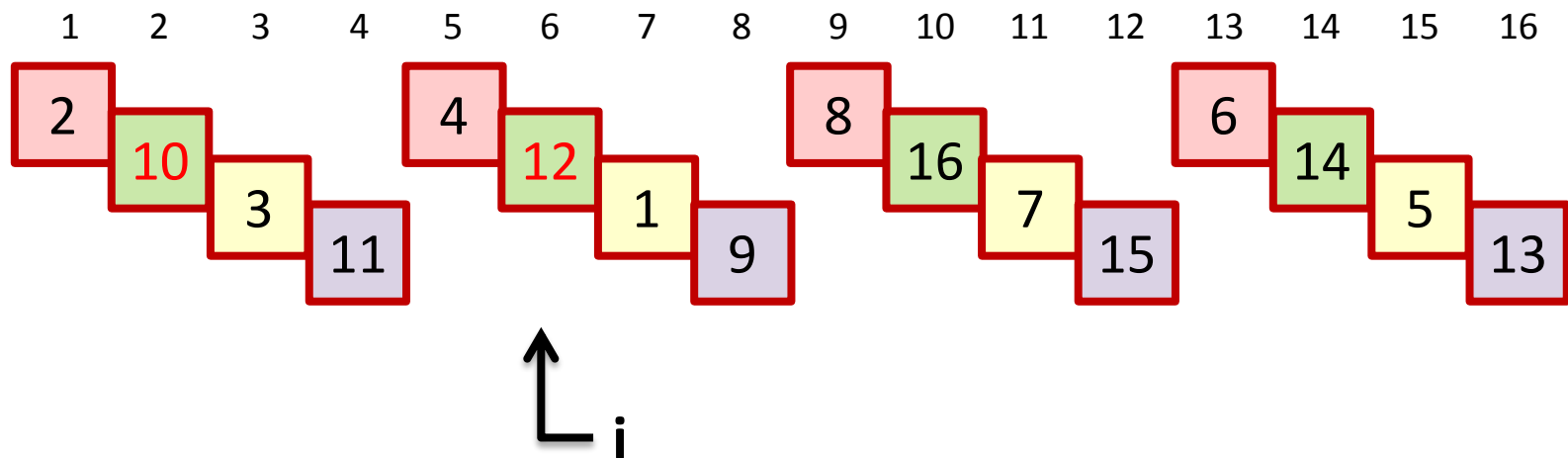
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

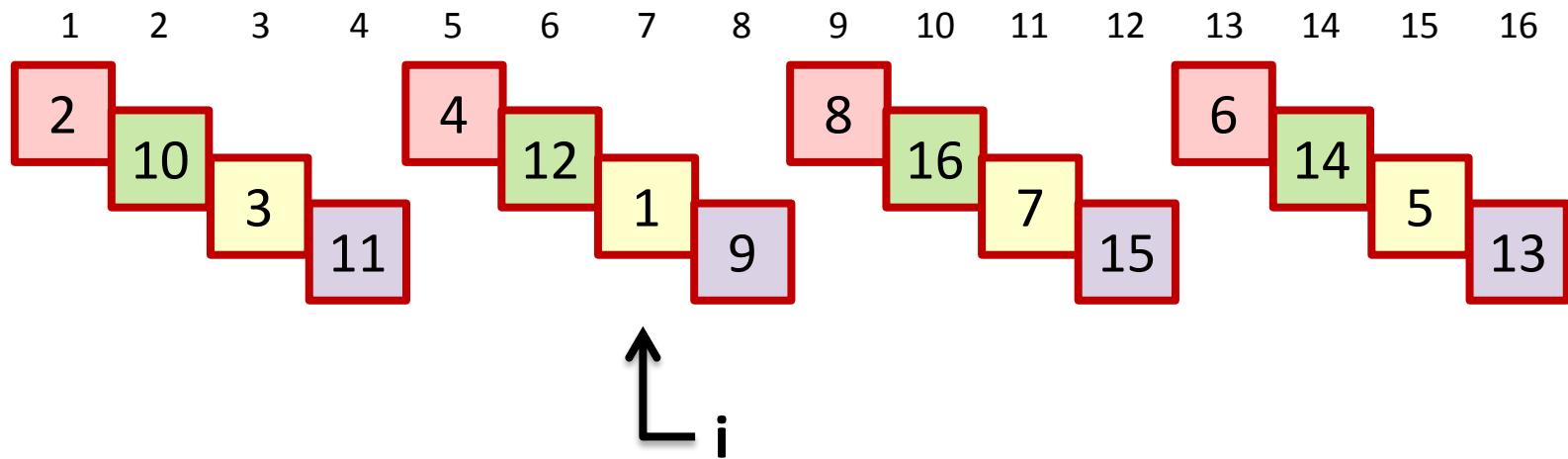
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

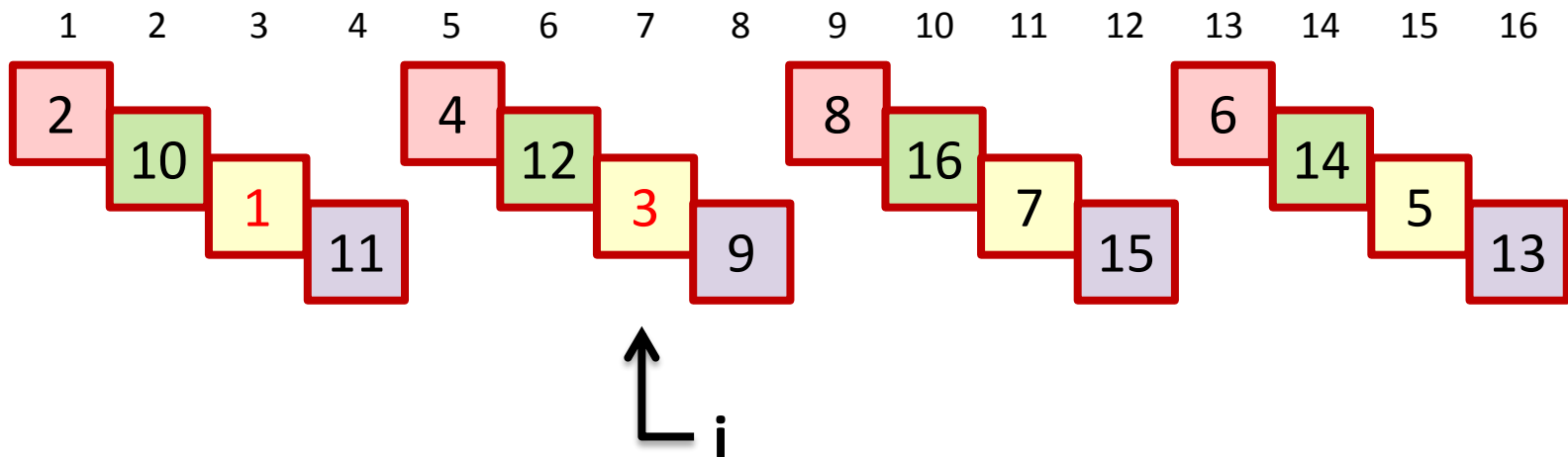
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

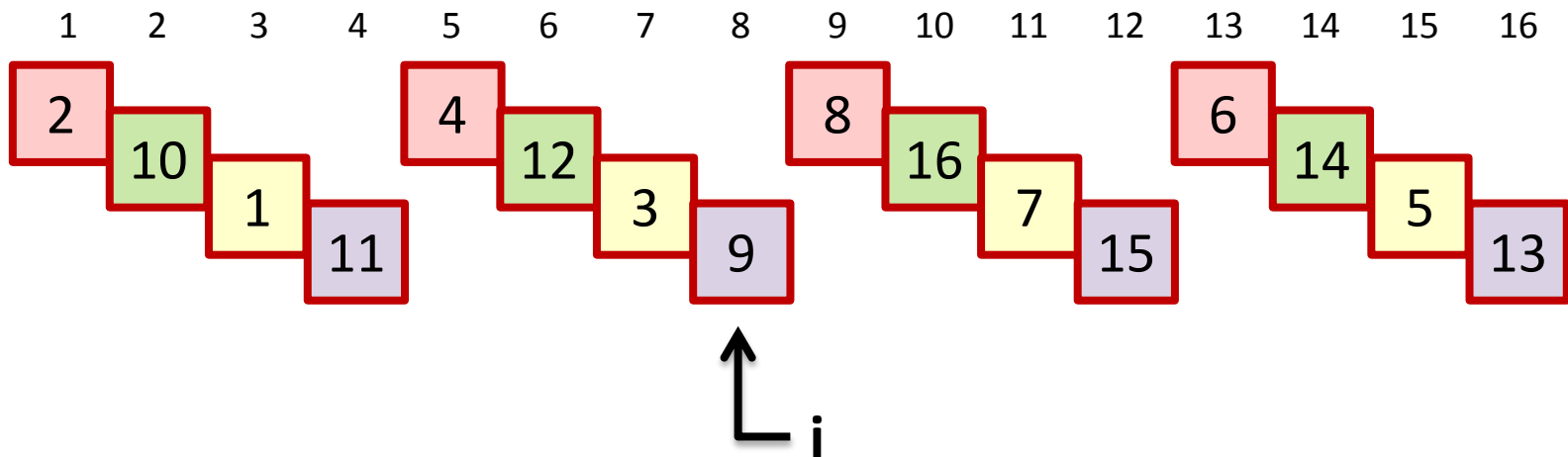
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 4**

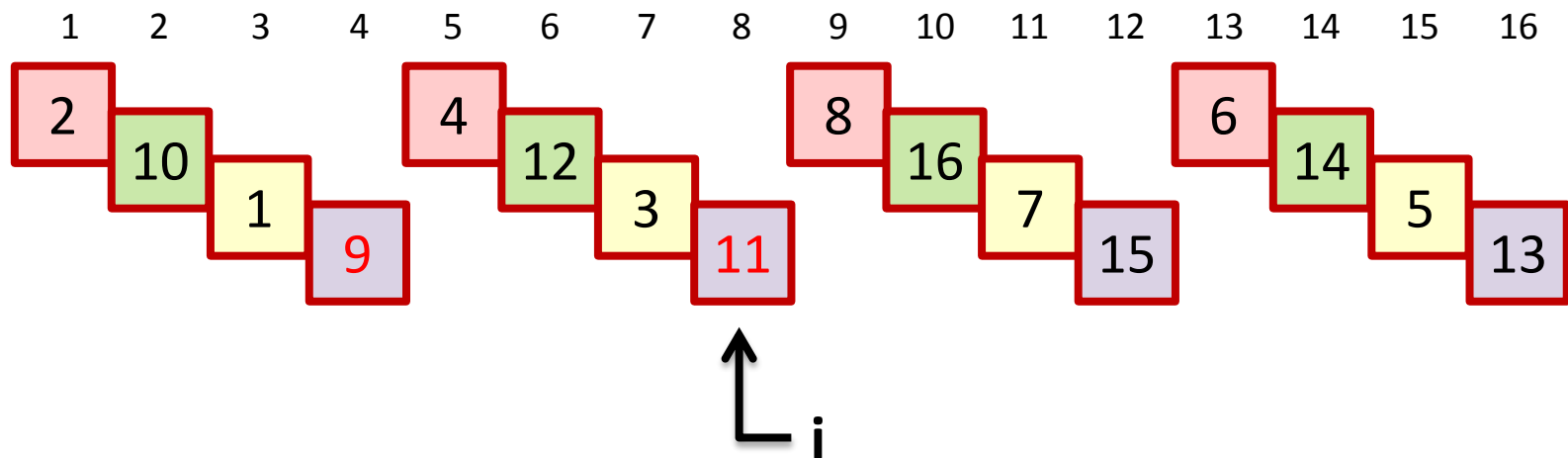




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

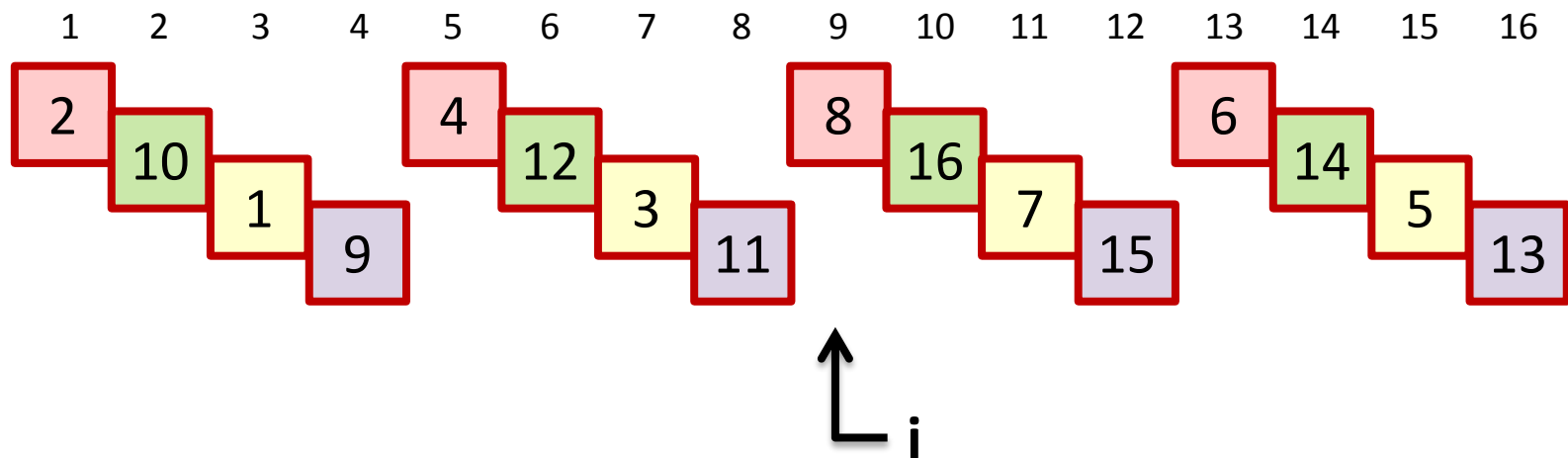
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

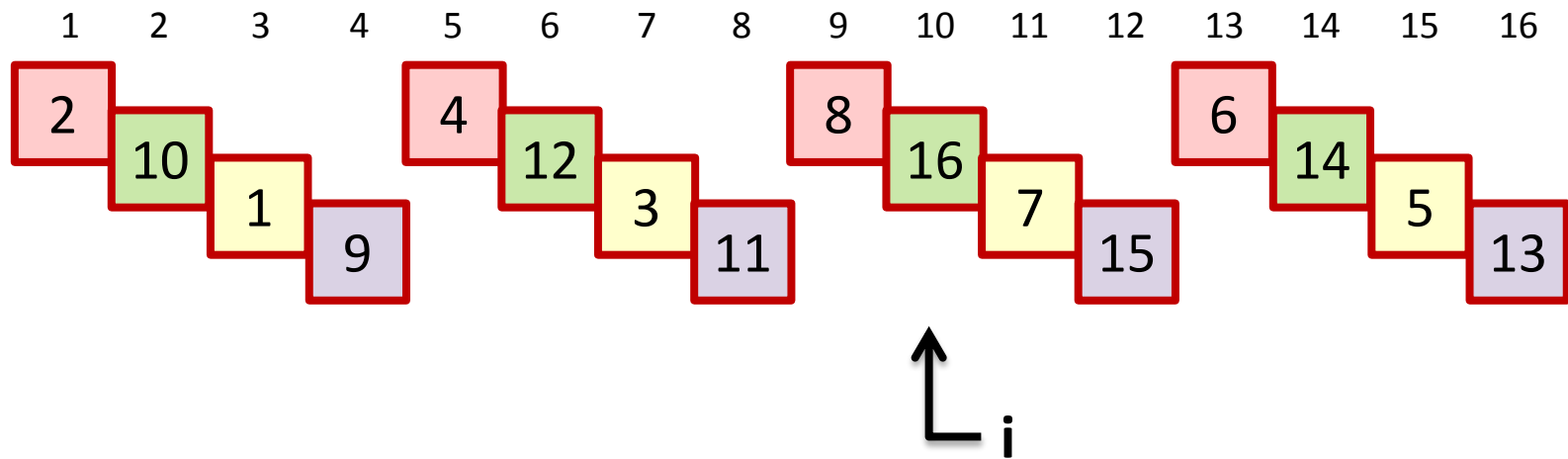
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

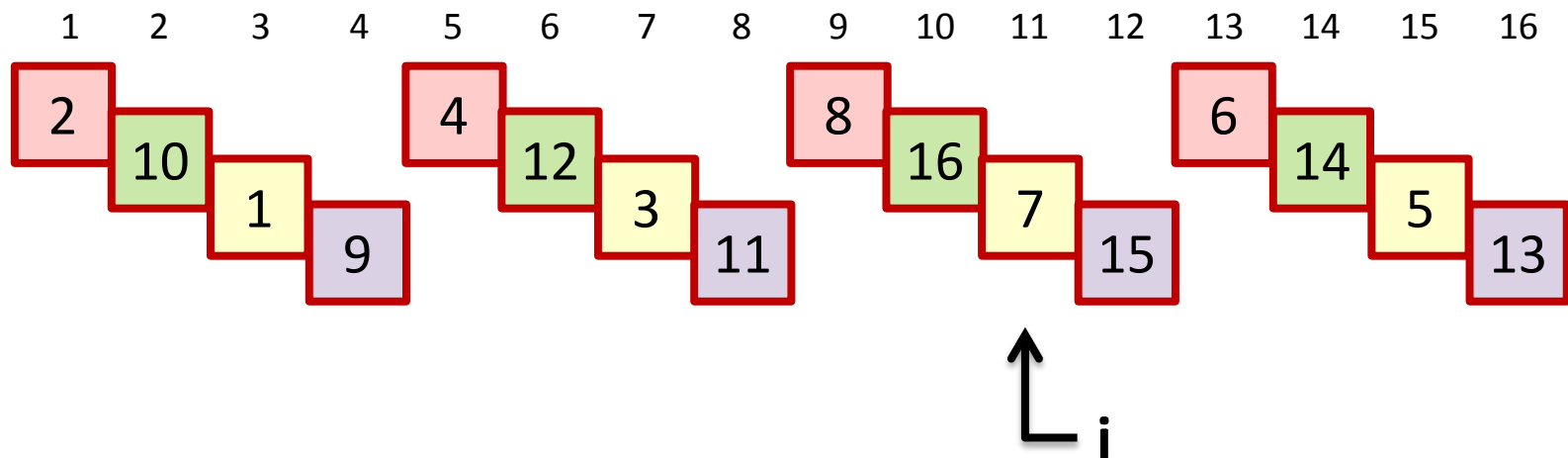
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

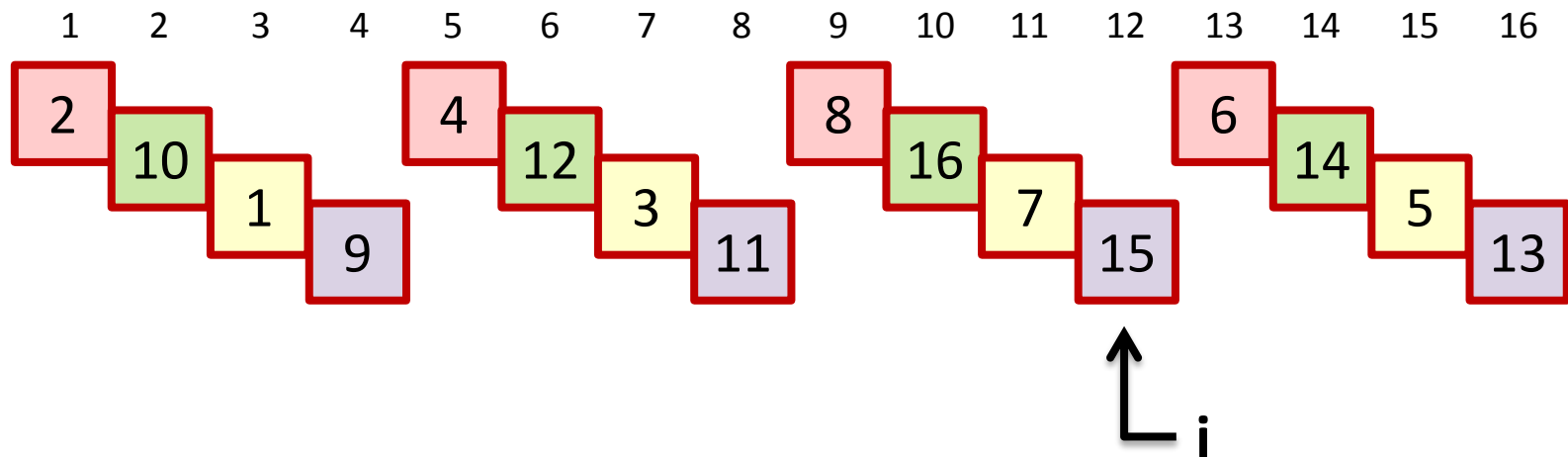
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

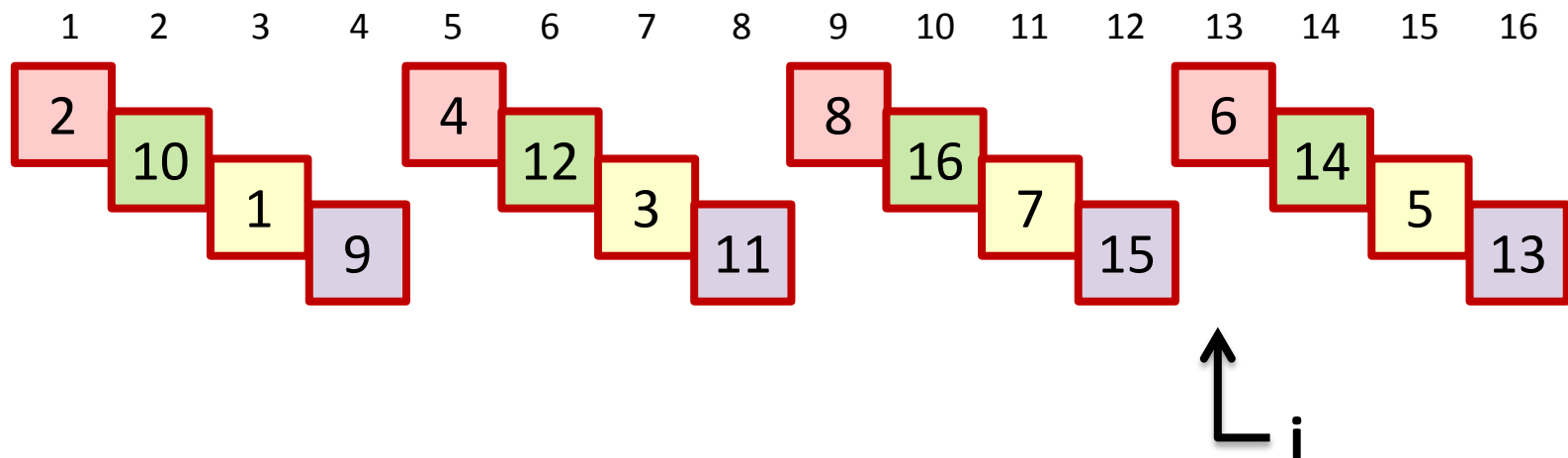
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

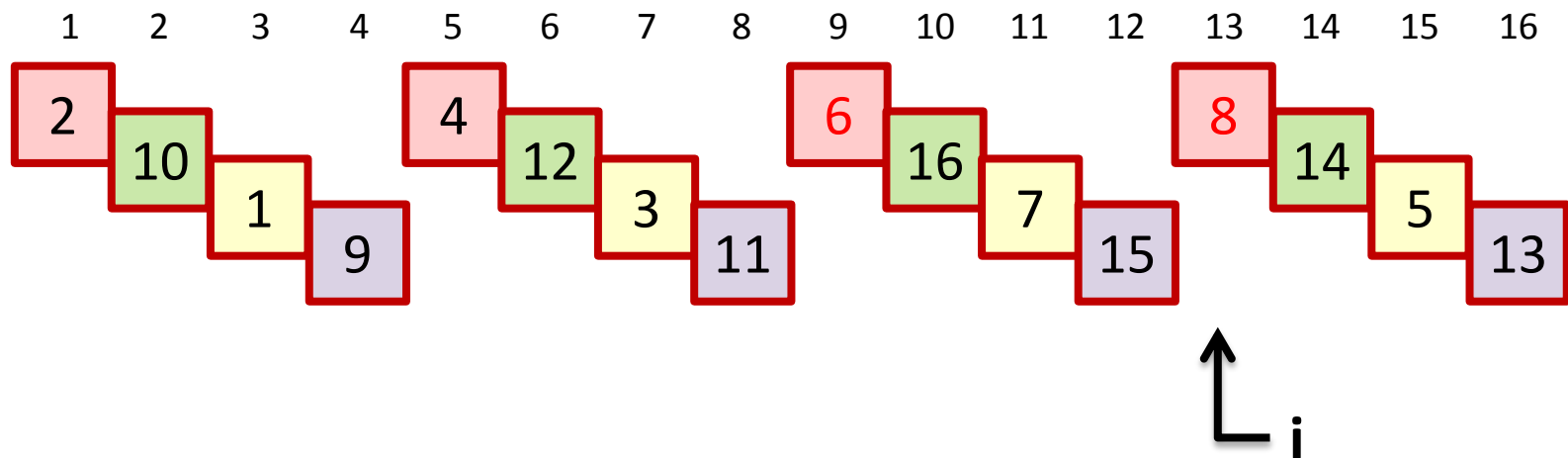
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

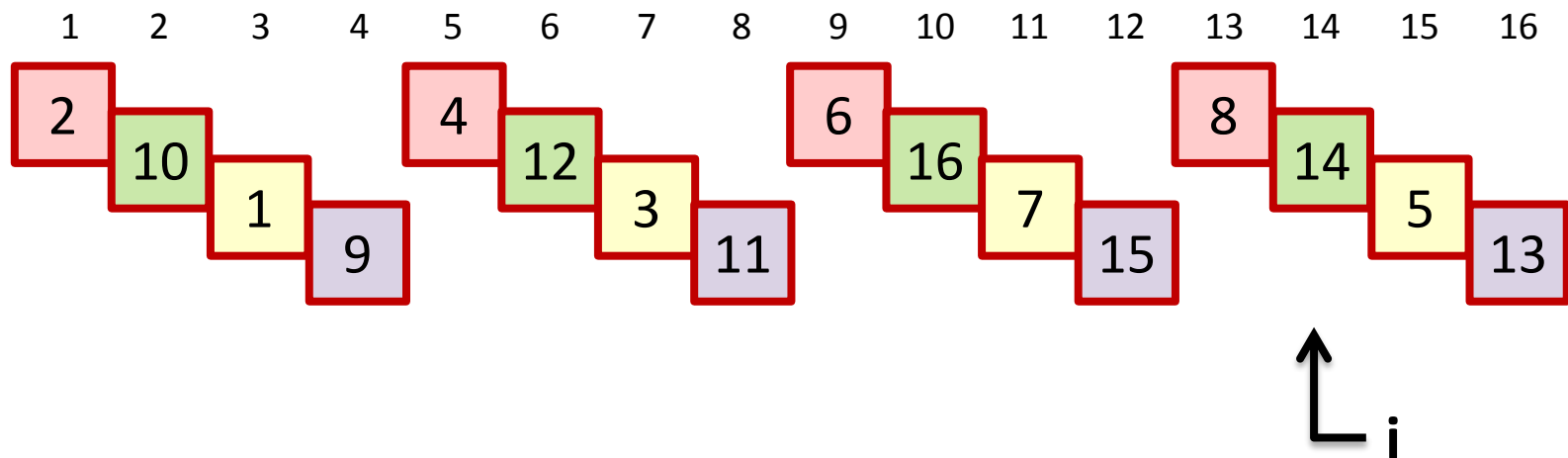
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 4**

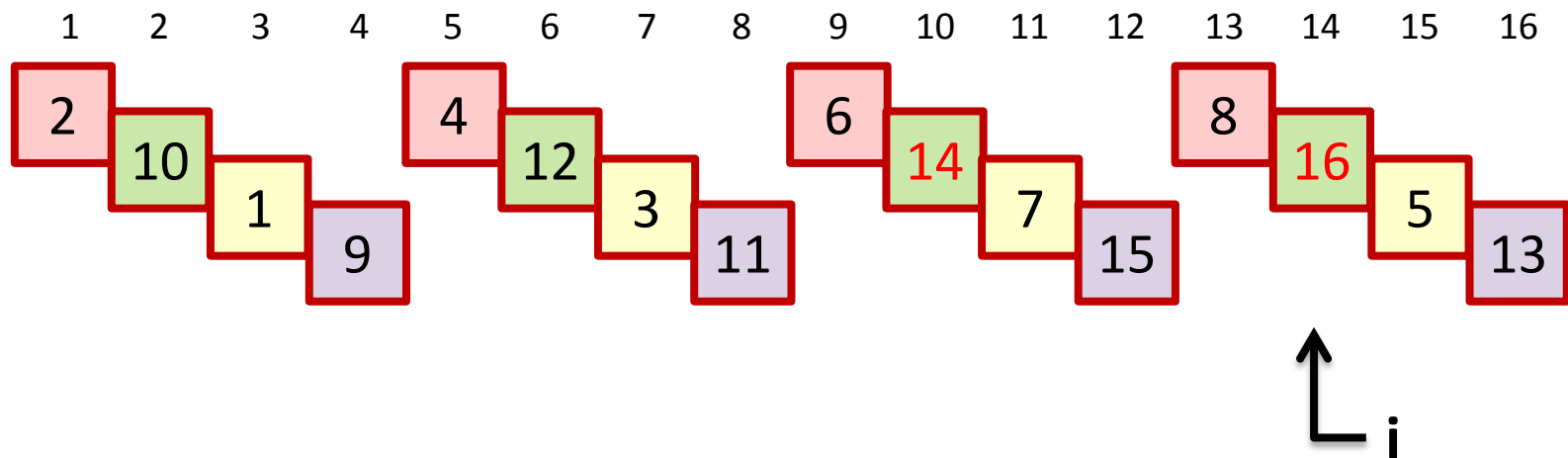




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

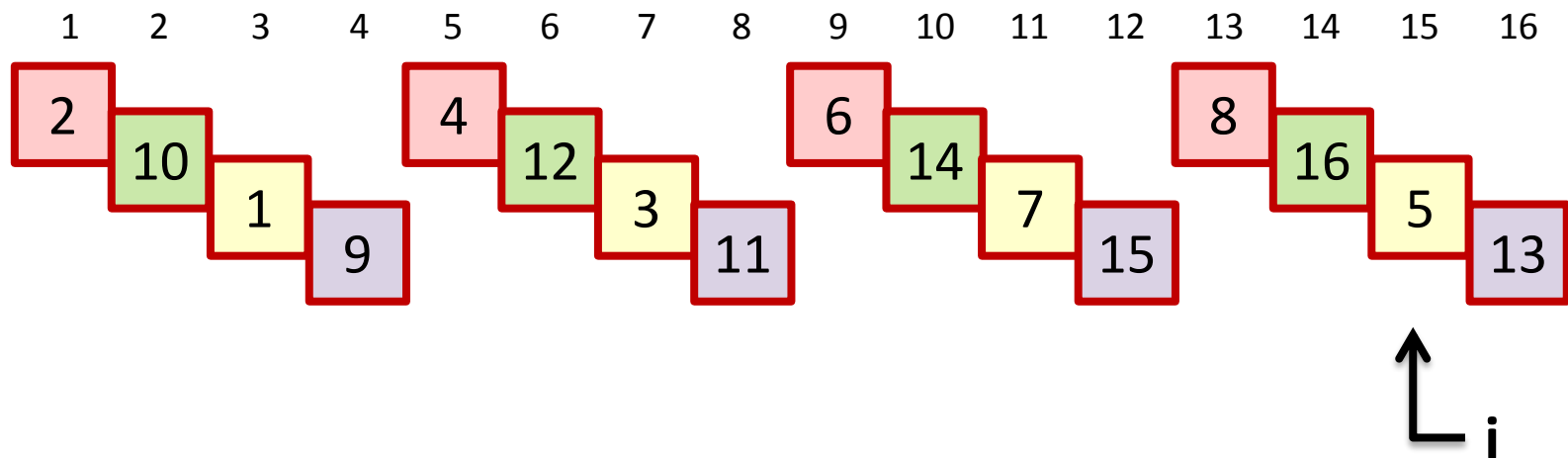
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

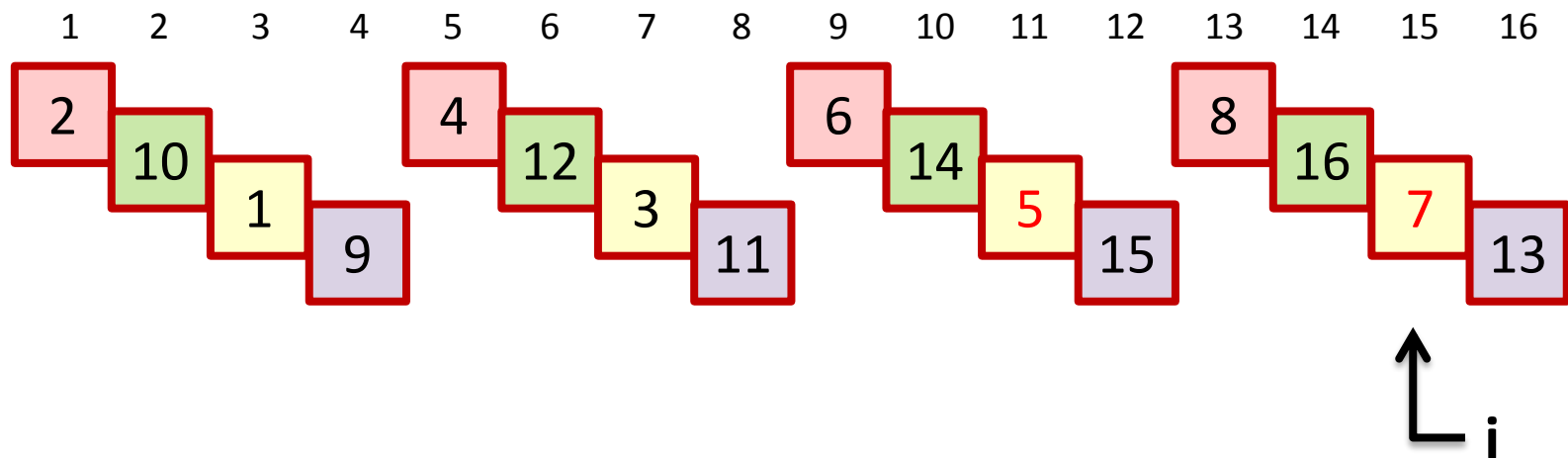
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

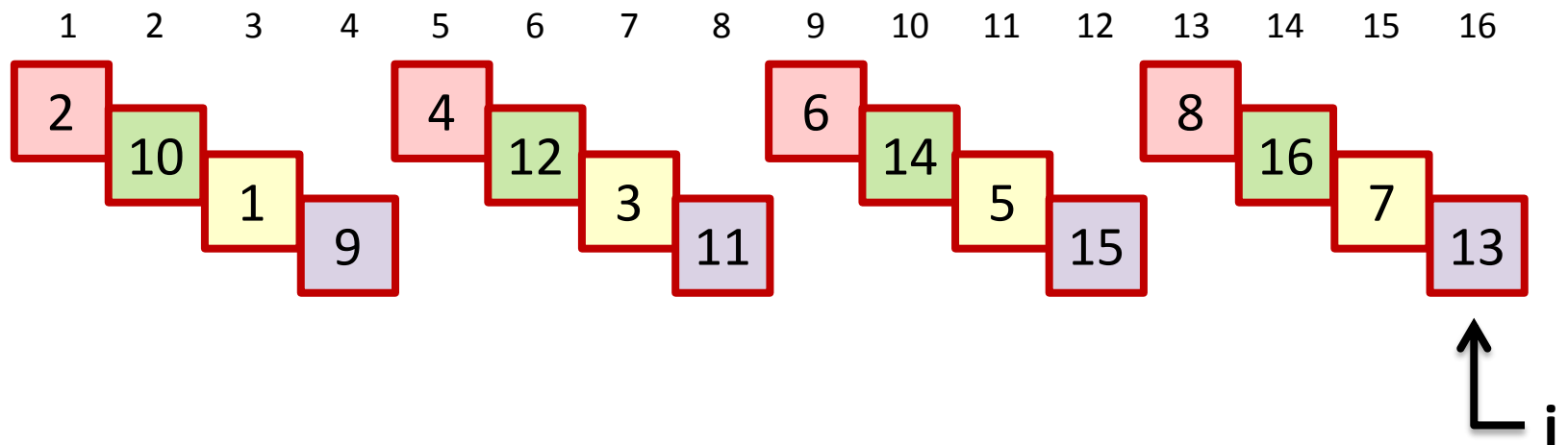
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

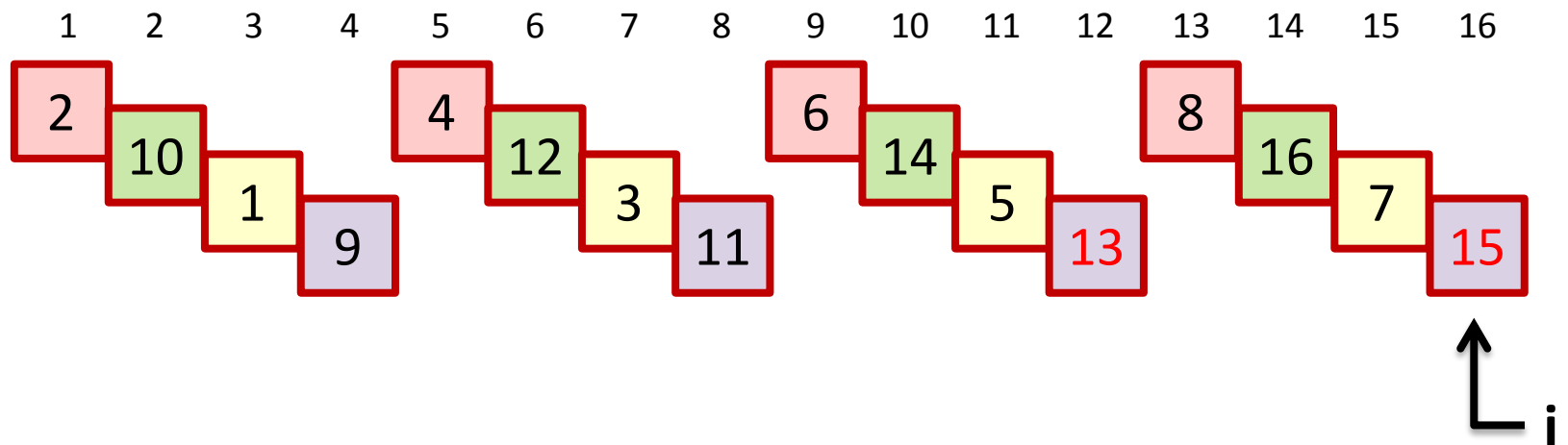
**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 4**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	10	1	9	4	12	3	11	6	14	5	13	8	16	7	15

**Array 4-ordenado**

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

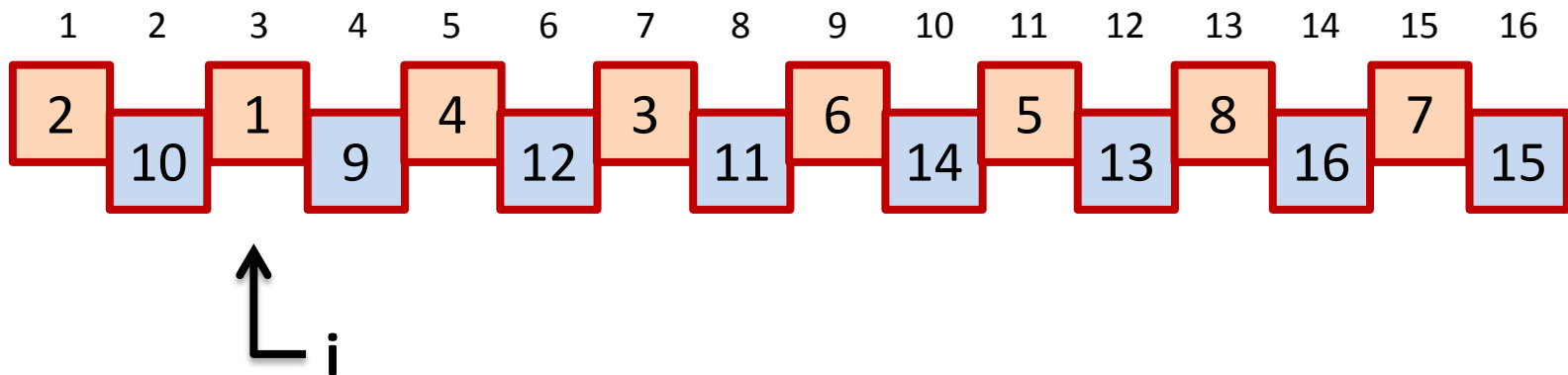
**Incremento = 2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	10	1	9	4	12	3	11	6	14	5	13	8	16	7	15

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 2**

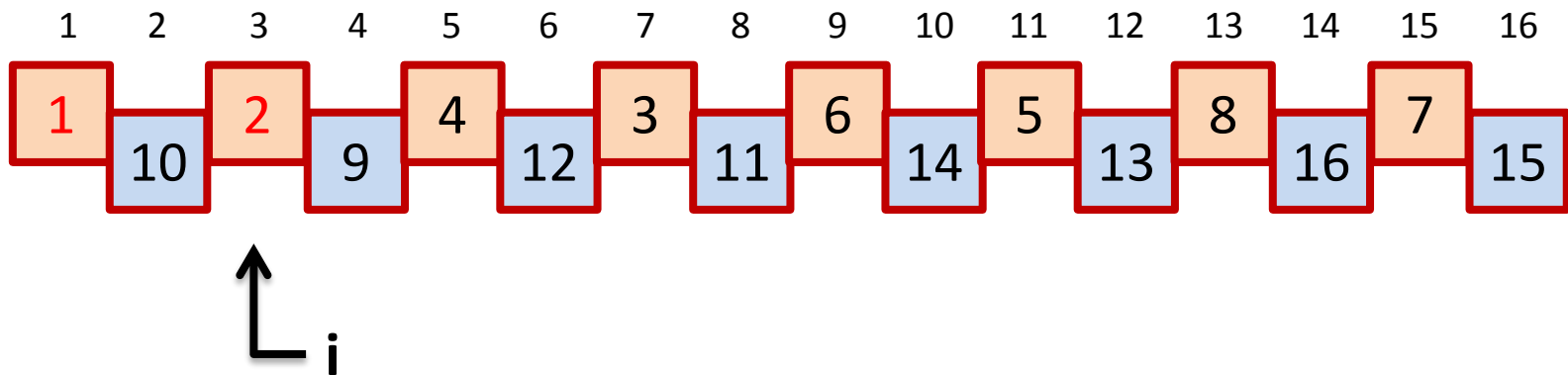




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

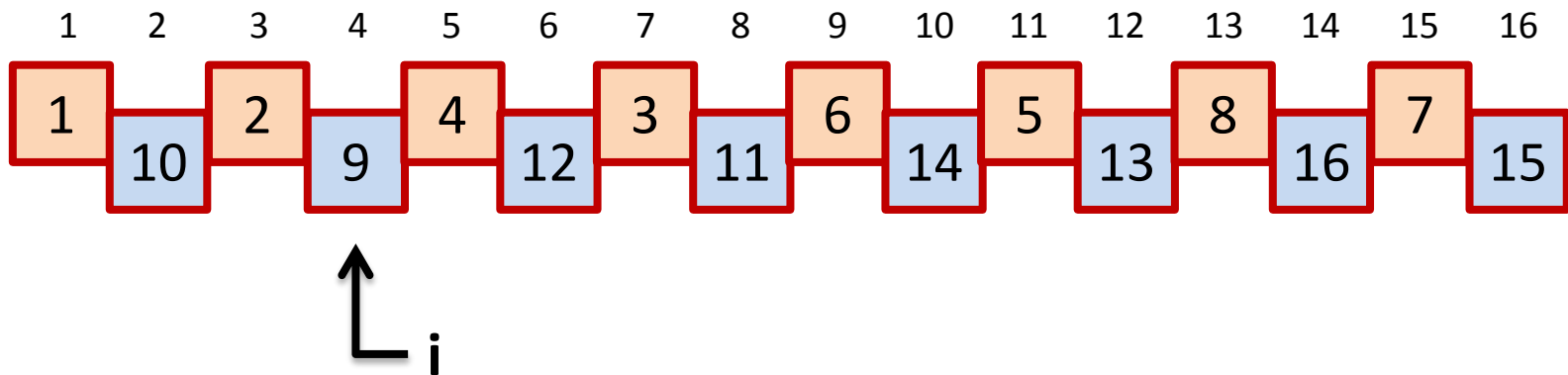
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

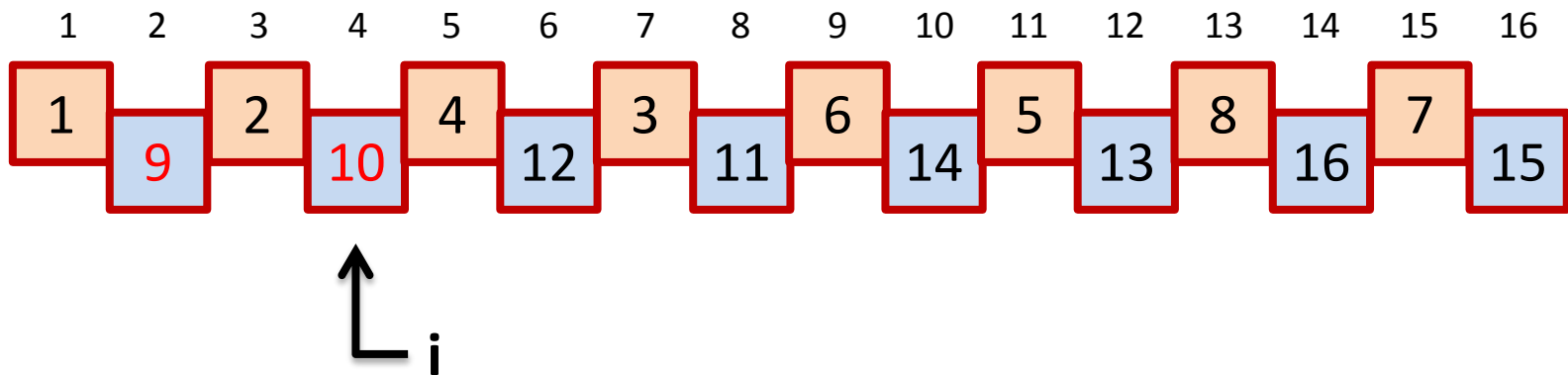
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

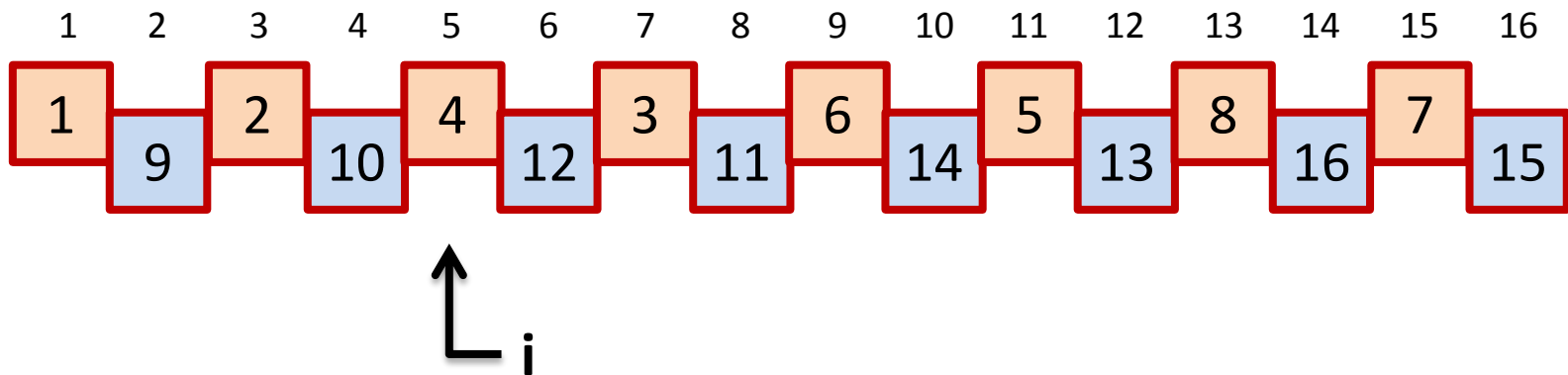
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

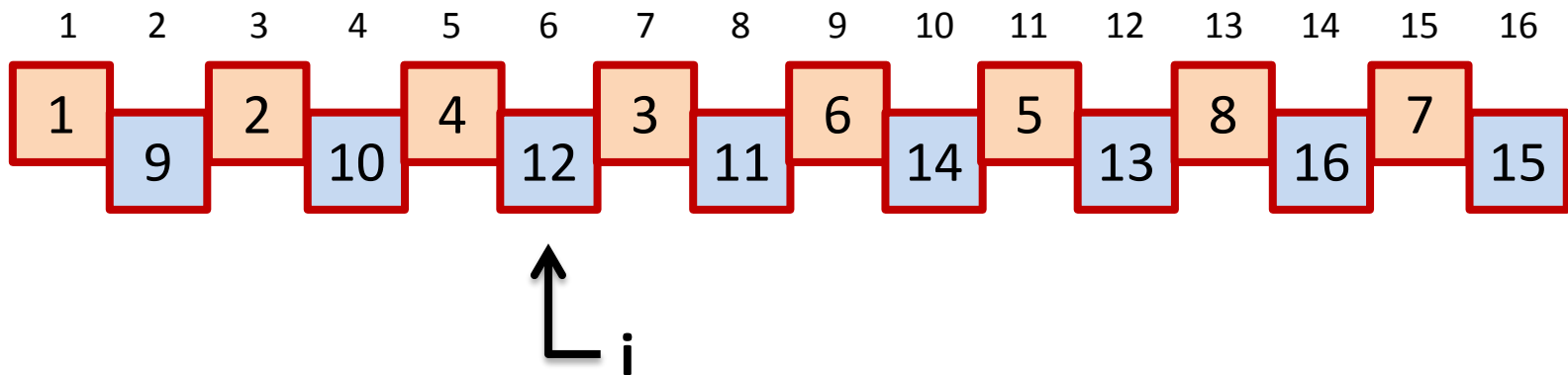
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

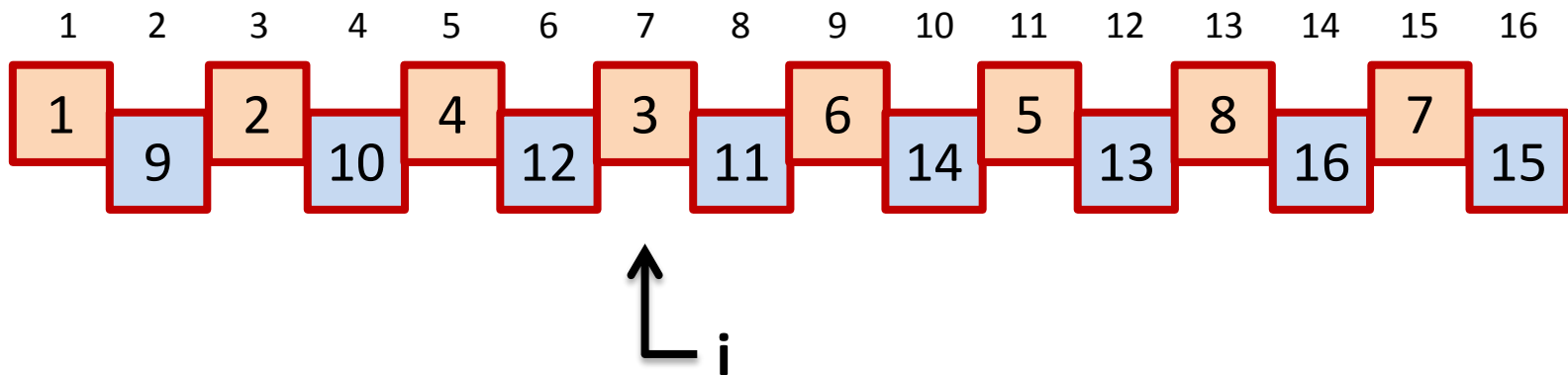
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

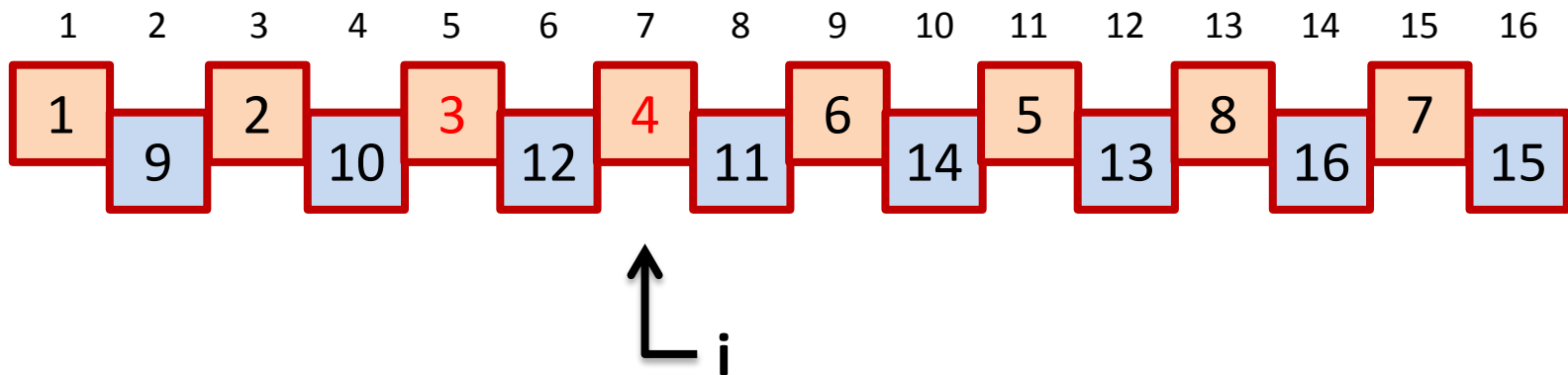
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

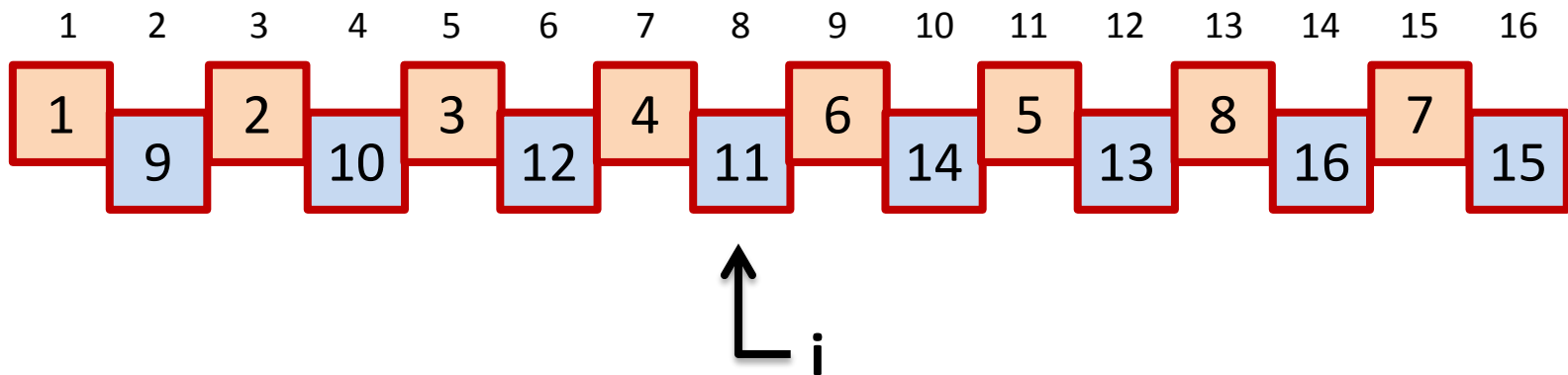
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 2**

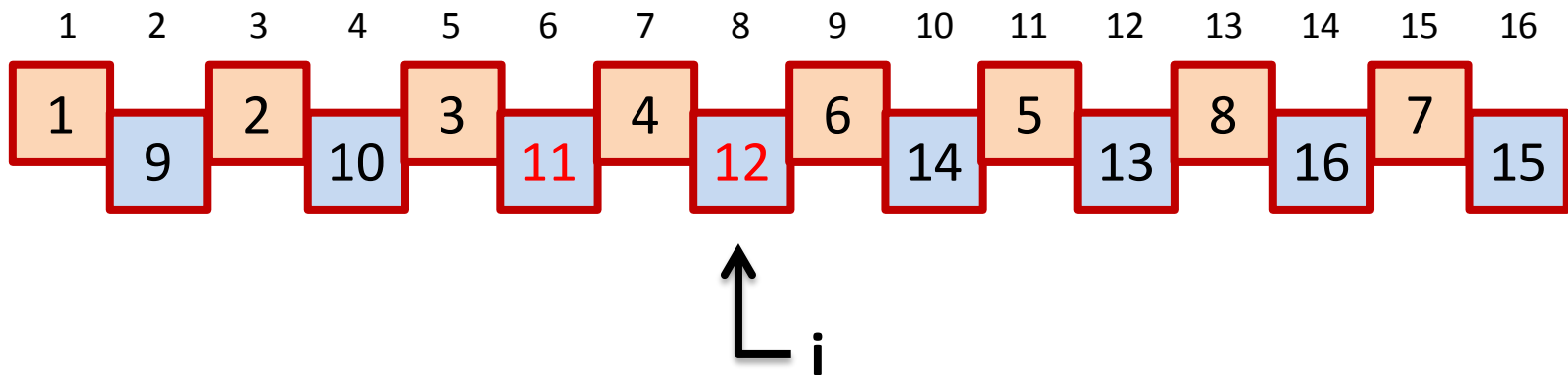




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

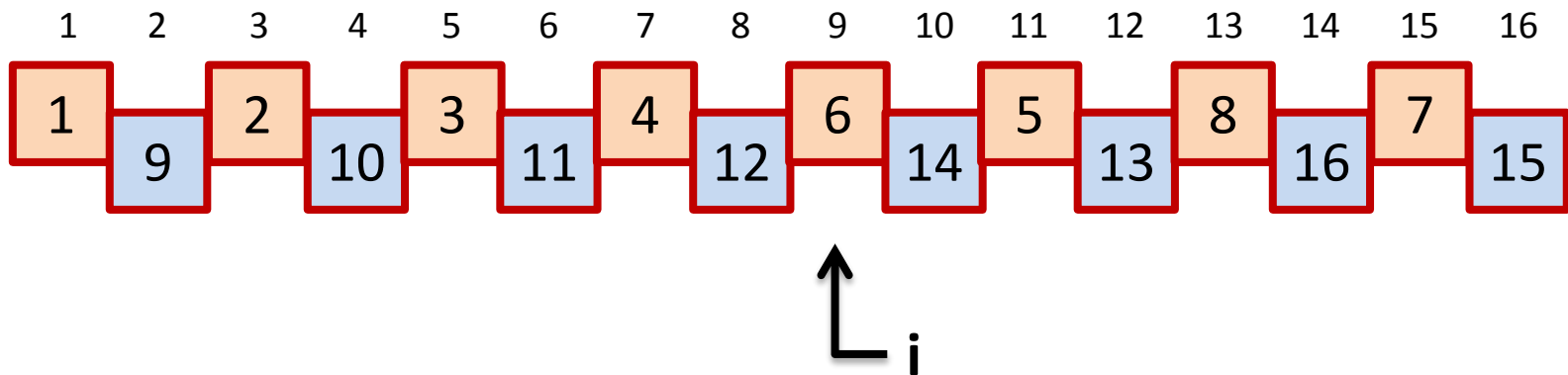
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

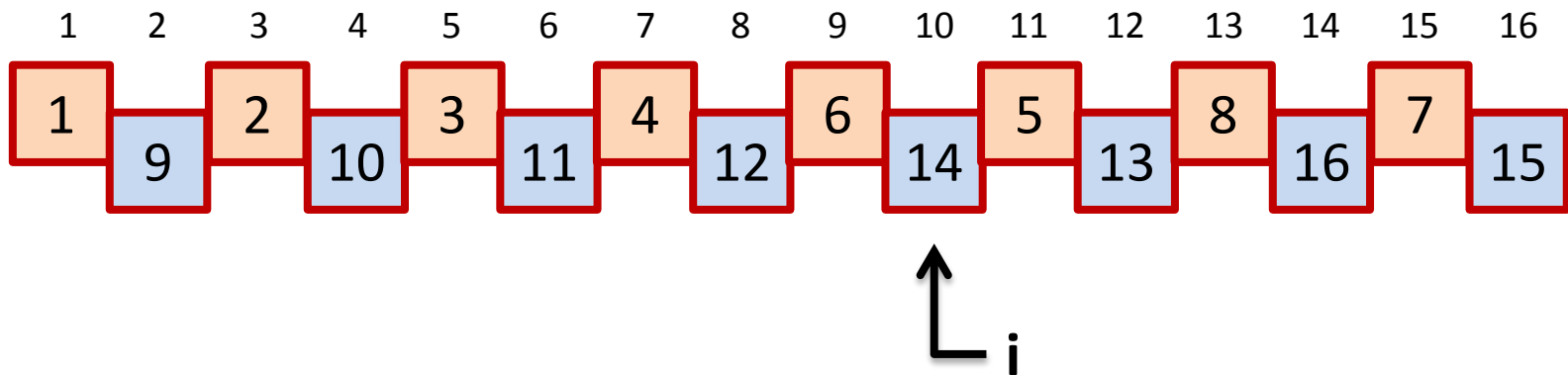
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

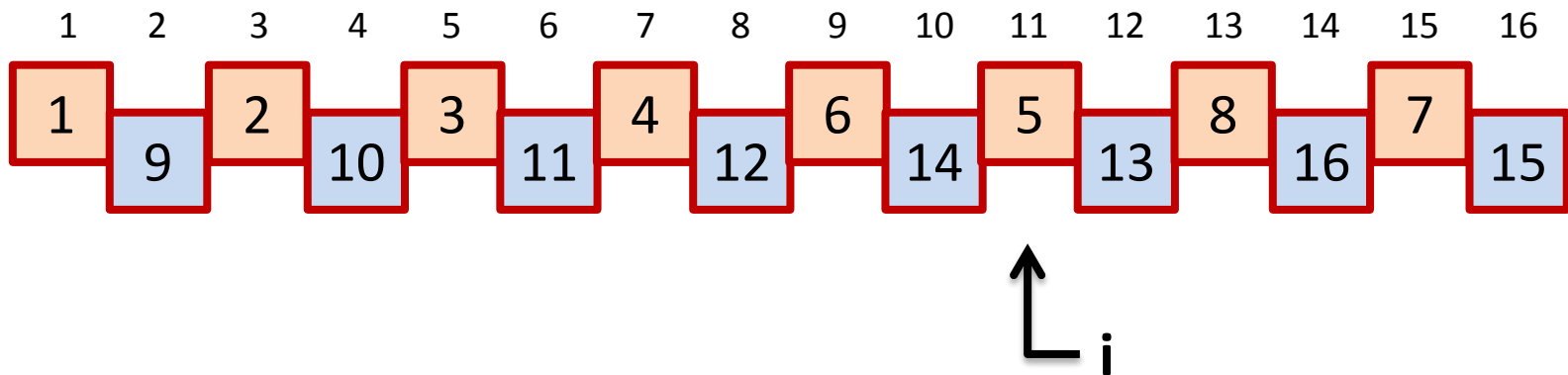
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

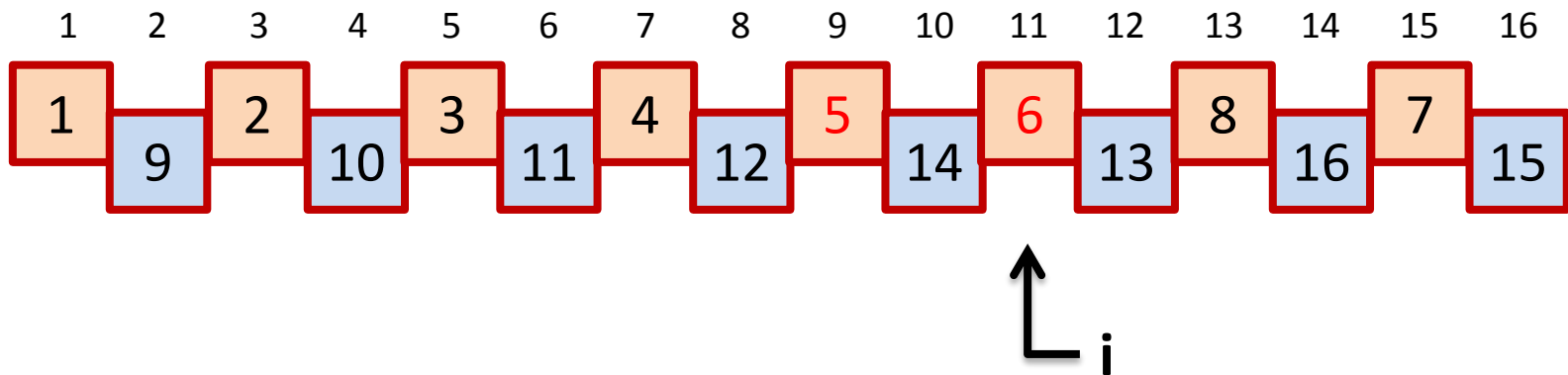
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

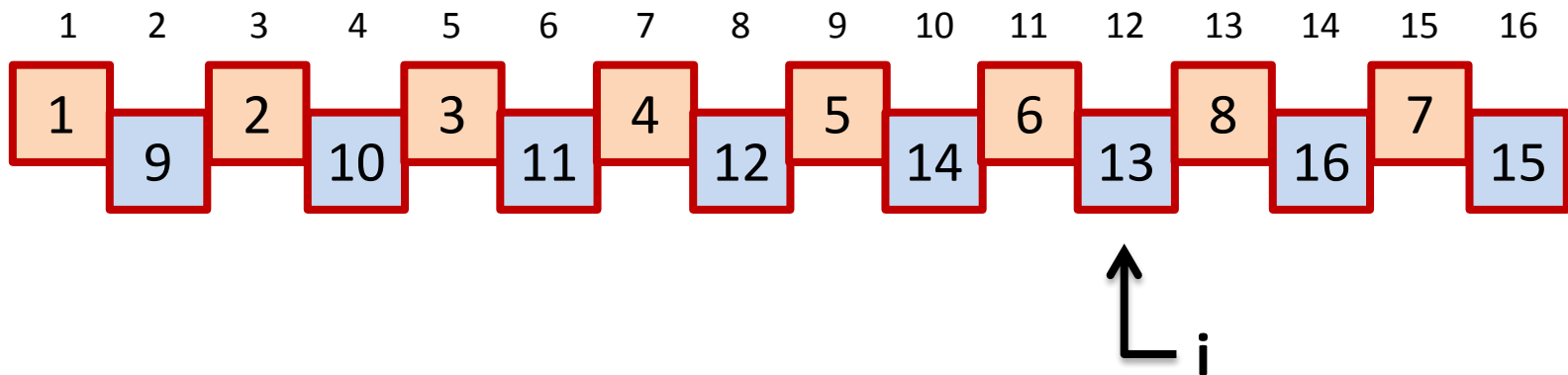
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

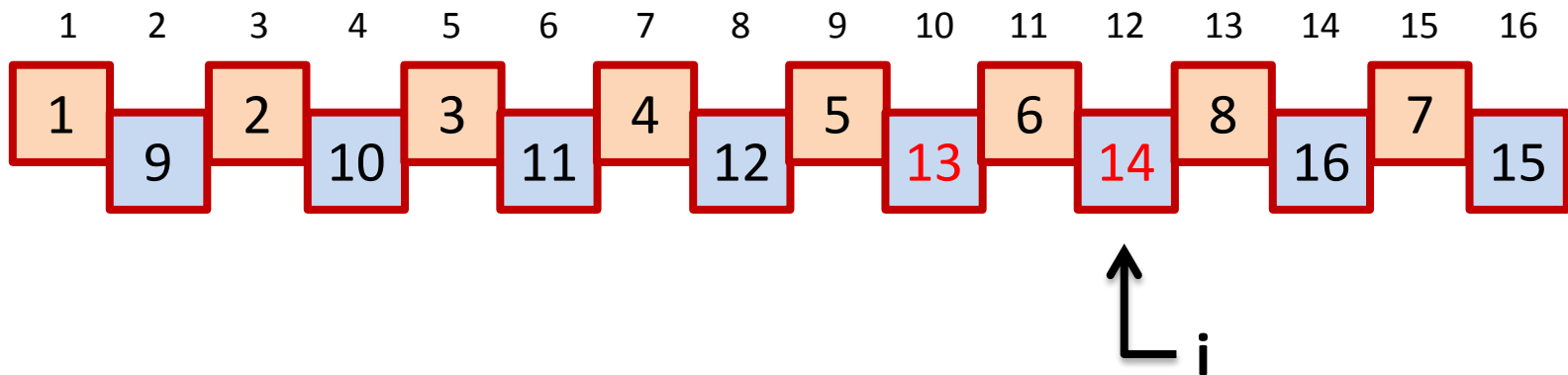
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

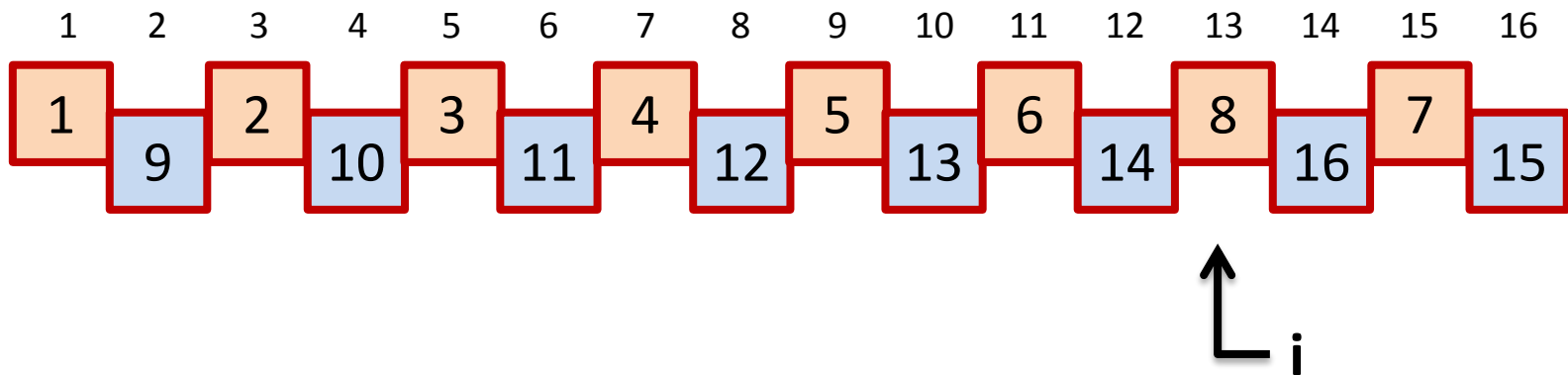
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 2**

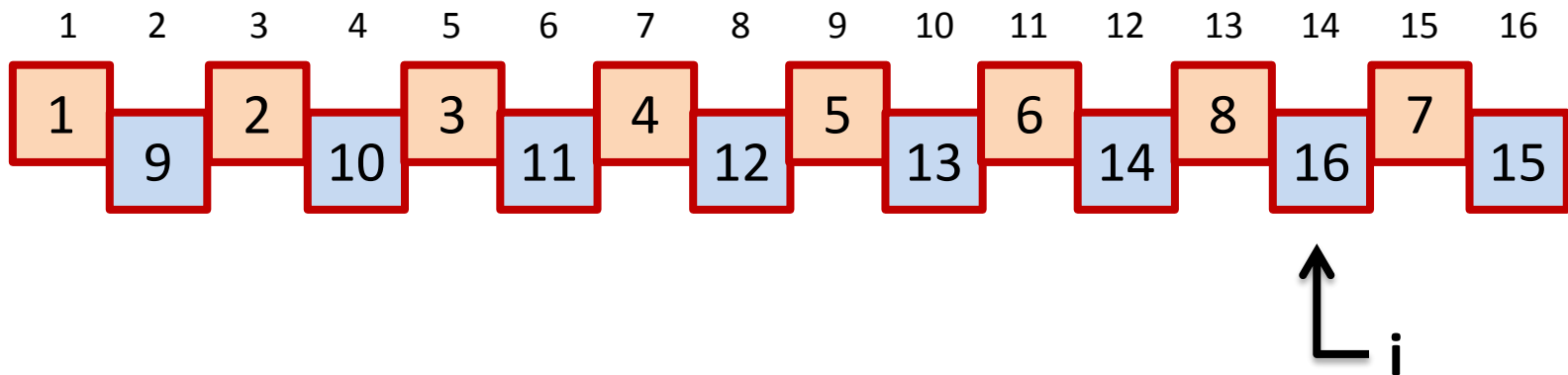




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

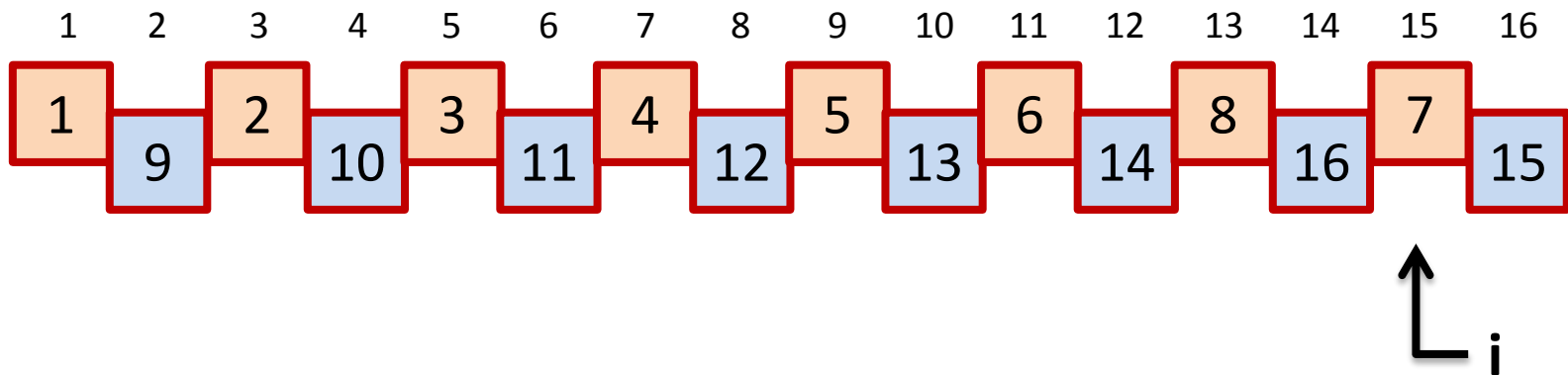
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

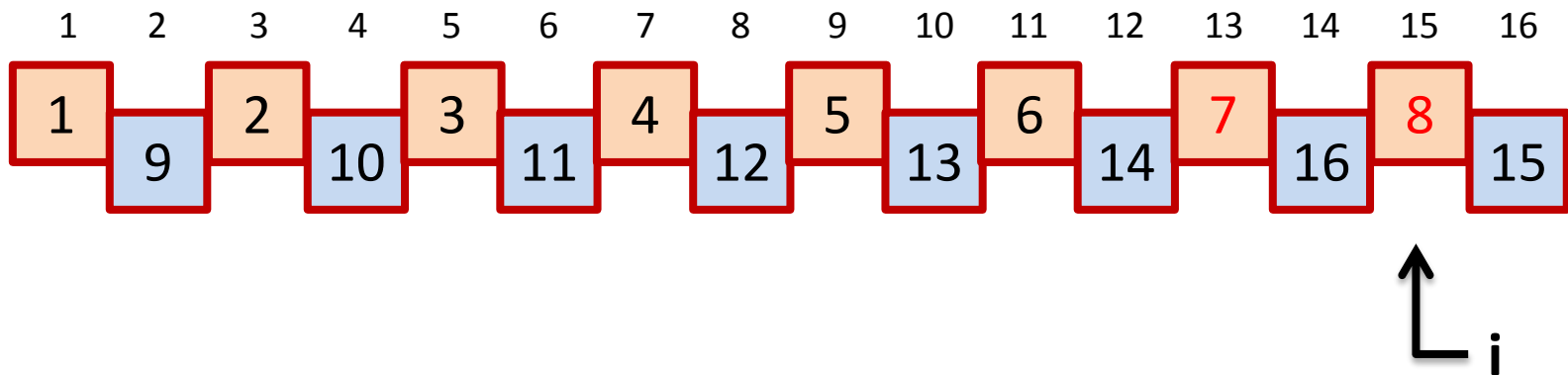
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

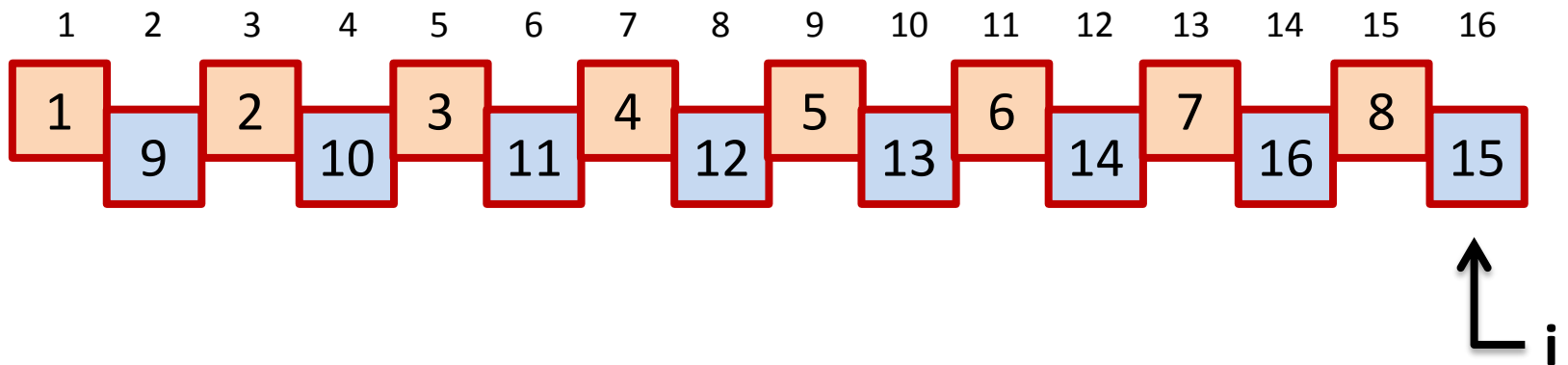
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

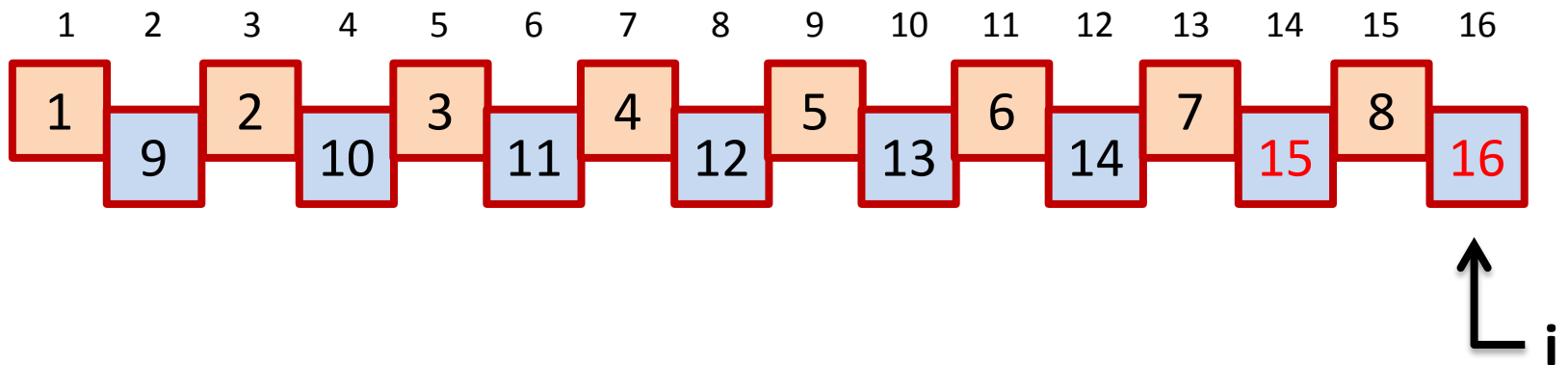
**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 2**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16

**Array 2-ordenado**

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16

  $i$




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

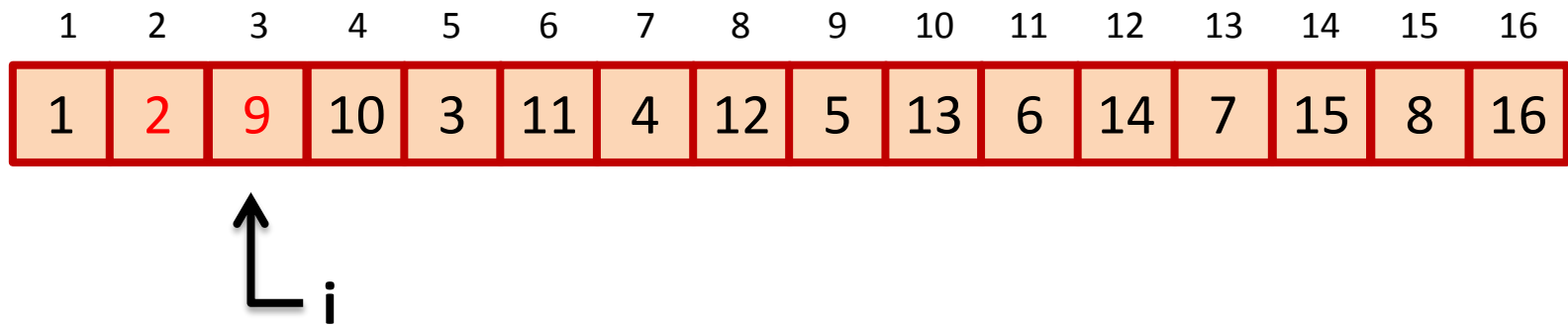
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9	2	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

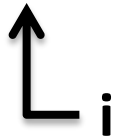


# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

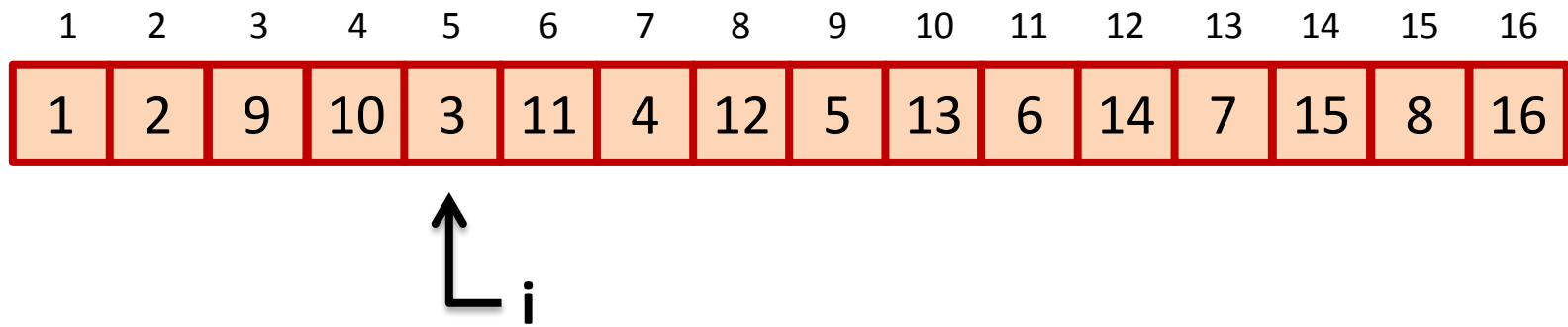
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	9	10	3	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16

  $i$

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

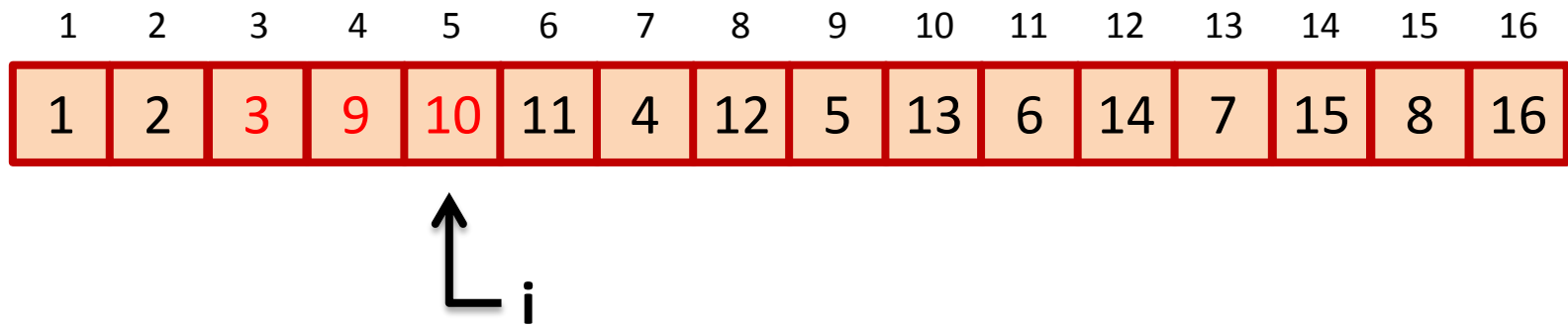
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

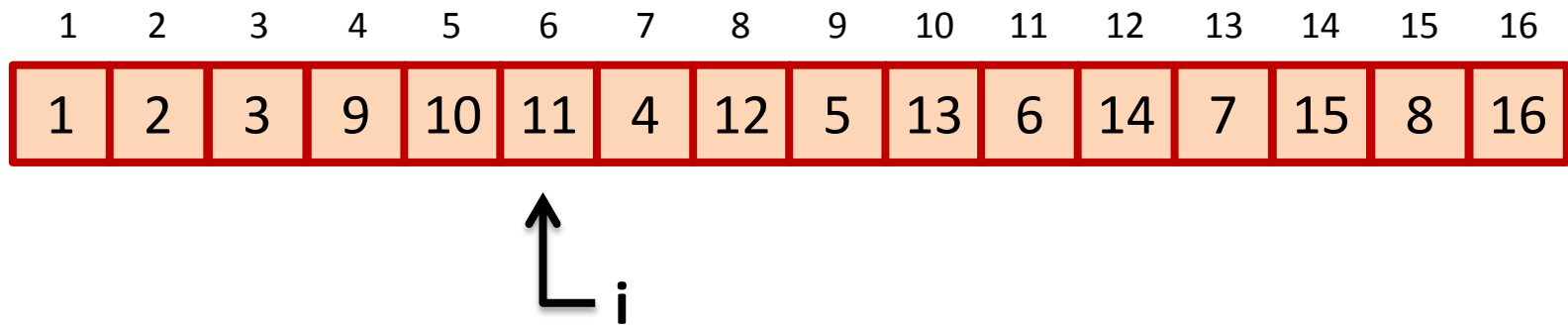
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

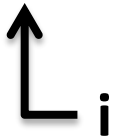


# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

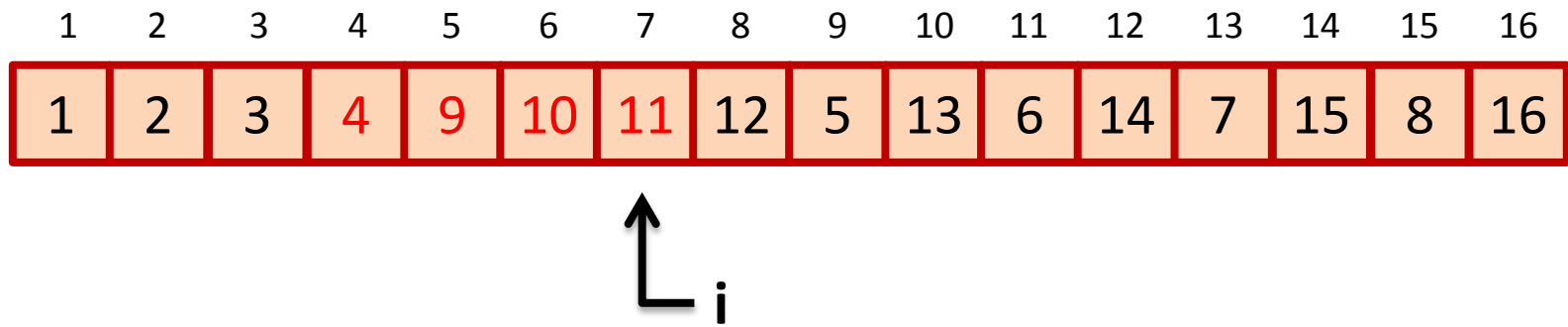
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	9	10	11	4	12	5	13	6	14	7	15	8	16

  $L_i$

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

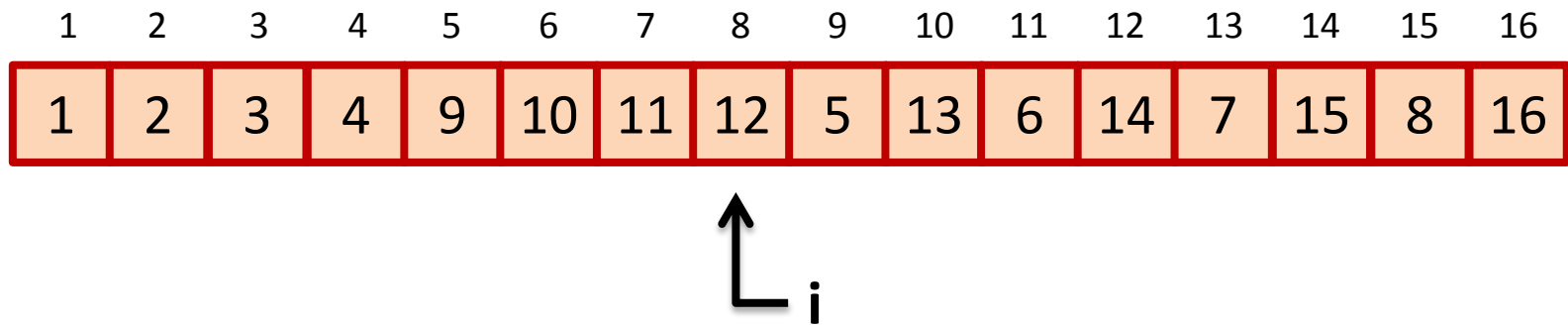




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

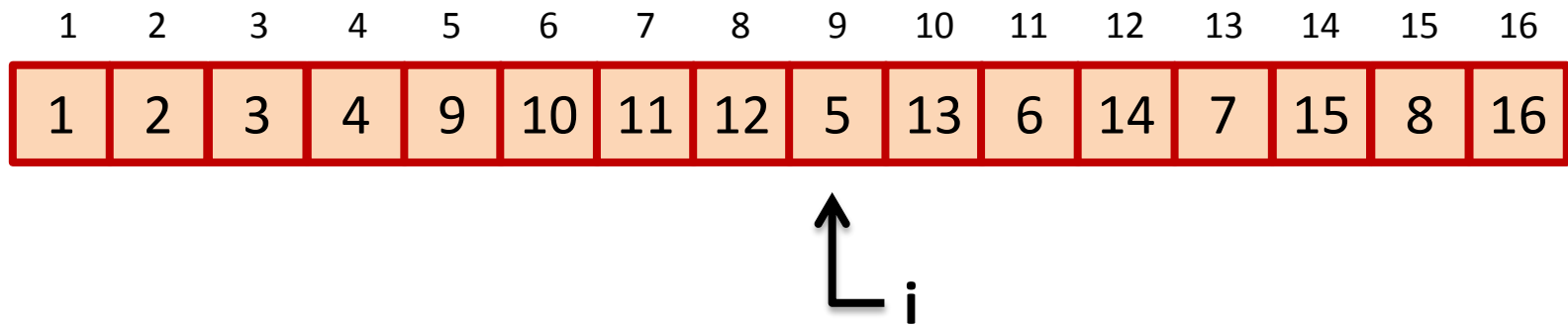
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

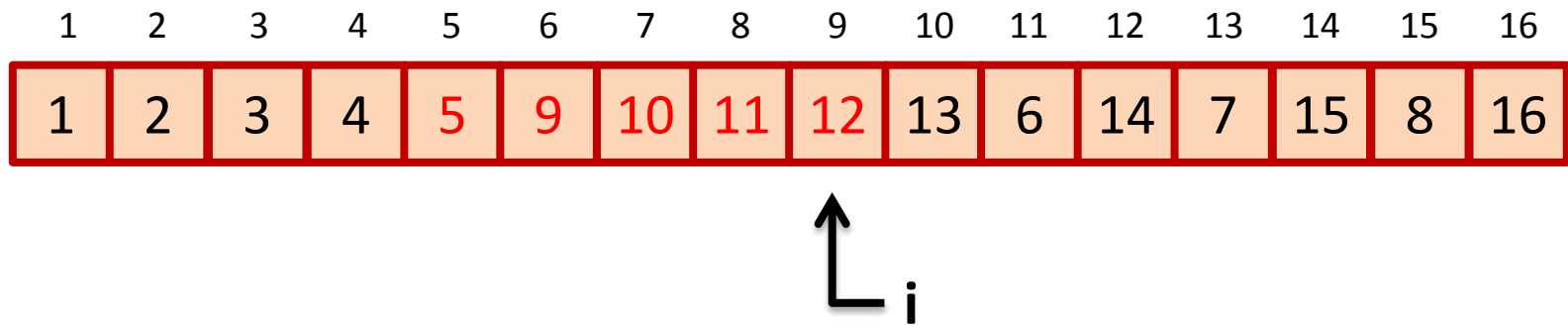
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**




# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

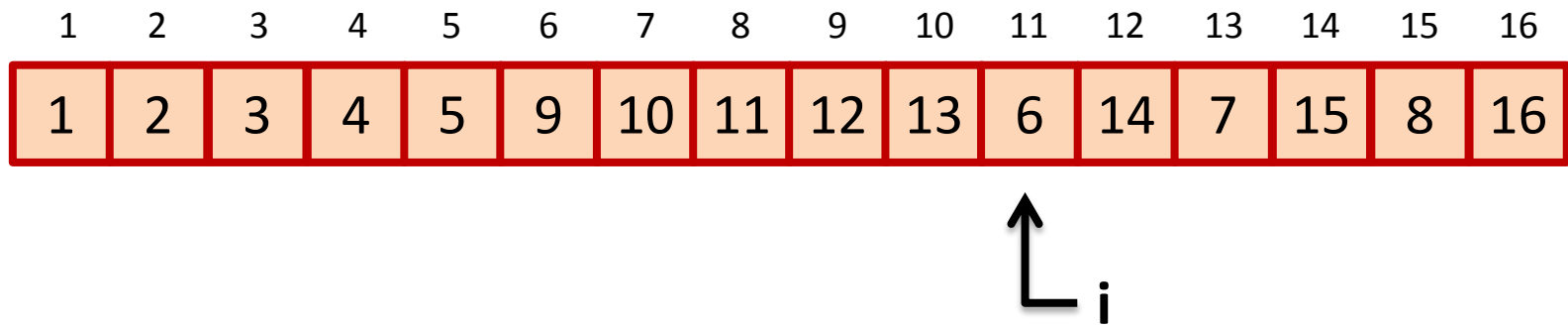
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	9	10	11	12	13	6	14	7	15	8	16



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

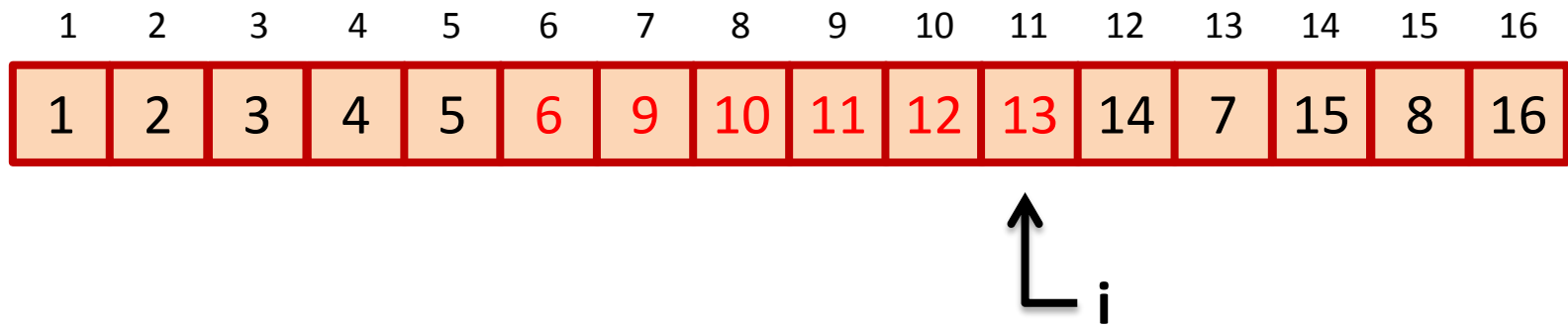
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	7	15	8	16

↑  
 $L_i$

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	7	15	8	16

↑  
L<sub>i</sub>



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	8	16

↑  
L<sub>i</sub>

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

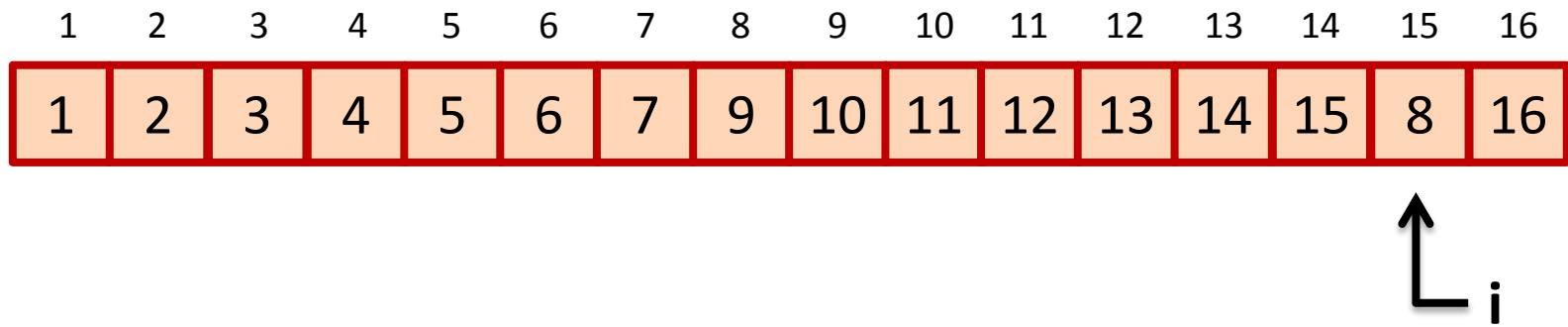
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	8	16

↑  
 $i$

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

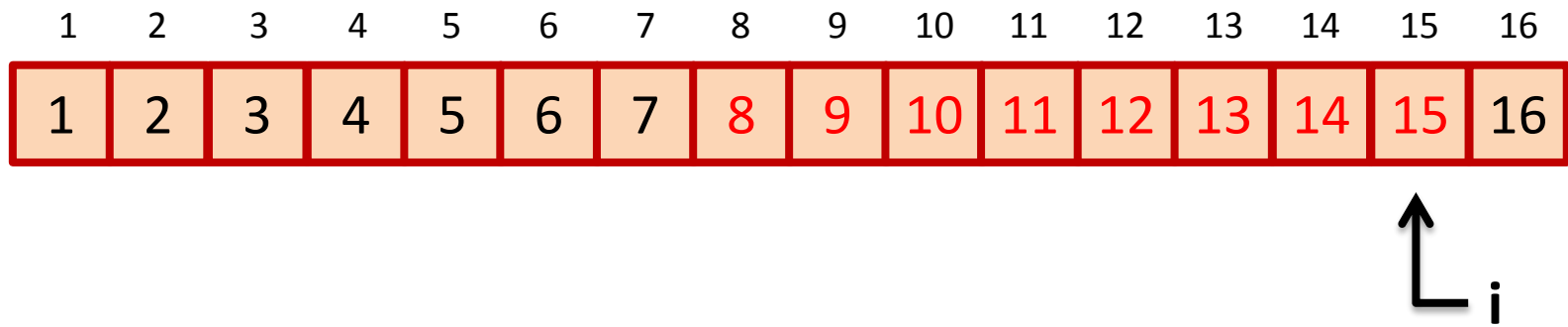
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

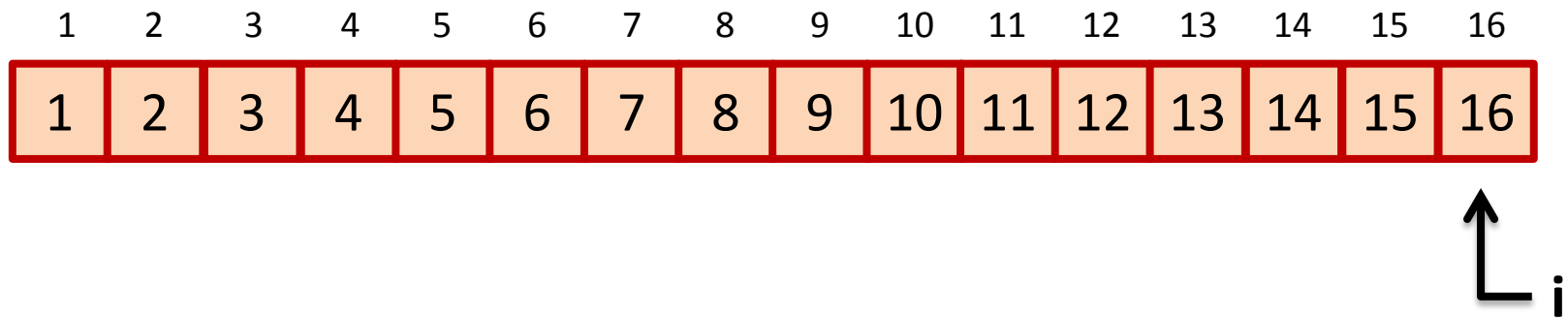
**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**



# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

**Incremento = 1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

**Array 1-ordenado (ordenado)**

# Ordenación de Shell: ejemplo del peor caso

- Solución:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

# Ordenación por montículos

- Ejercicio 1: construir los montículos generados para la ordenación del siguiente vector de datos

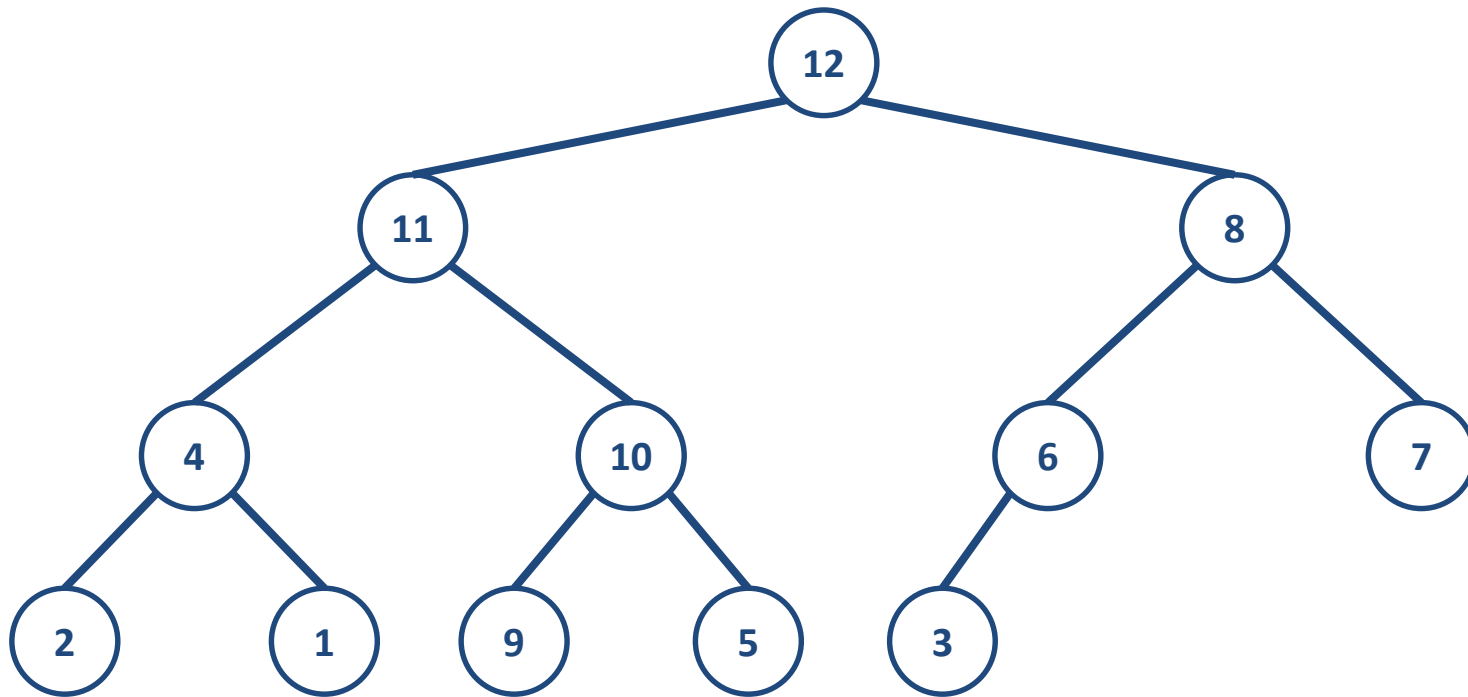
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	9	12	2	10	3	7	4	1	11	5	6



# Ordenación por montículos

- Solución:

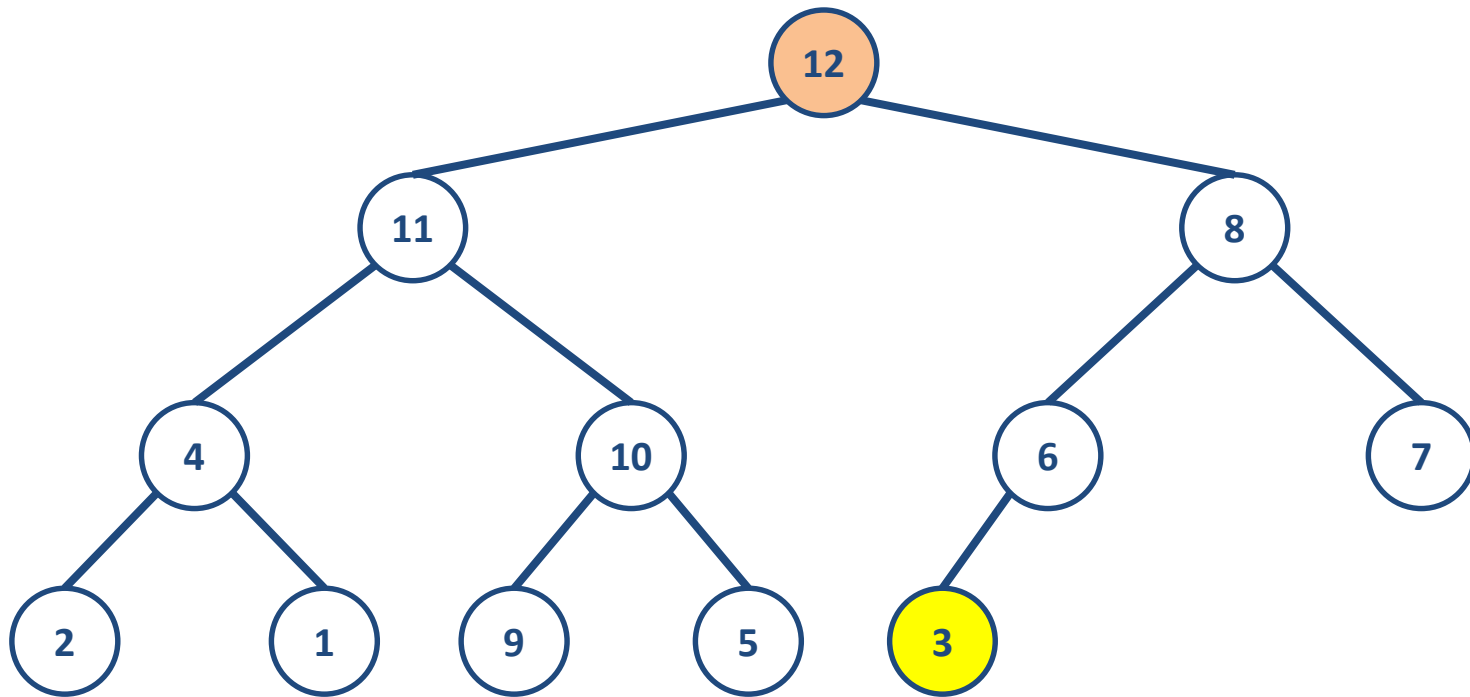
Paso 1: Crear montículo



# Ordenación por montículos

- Solución:

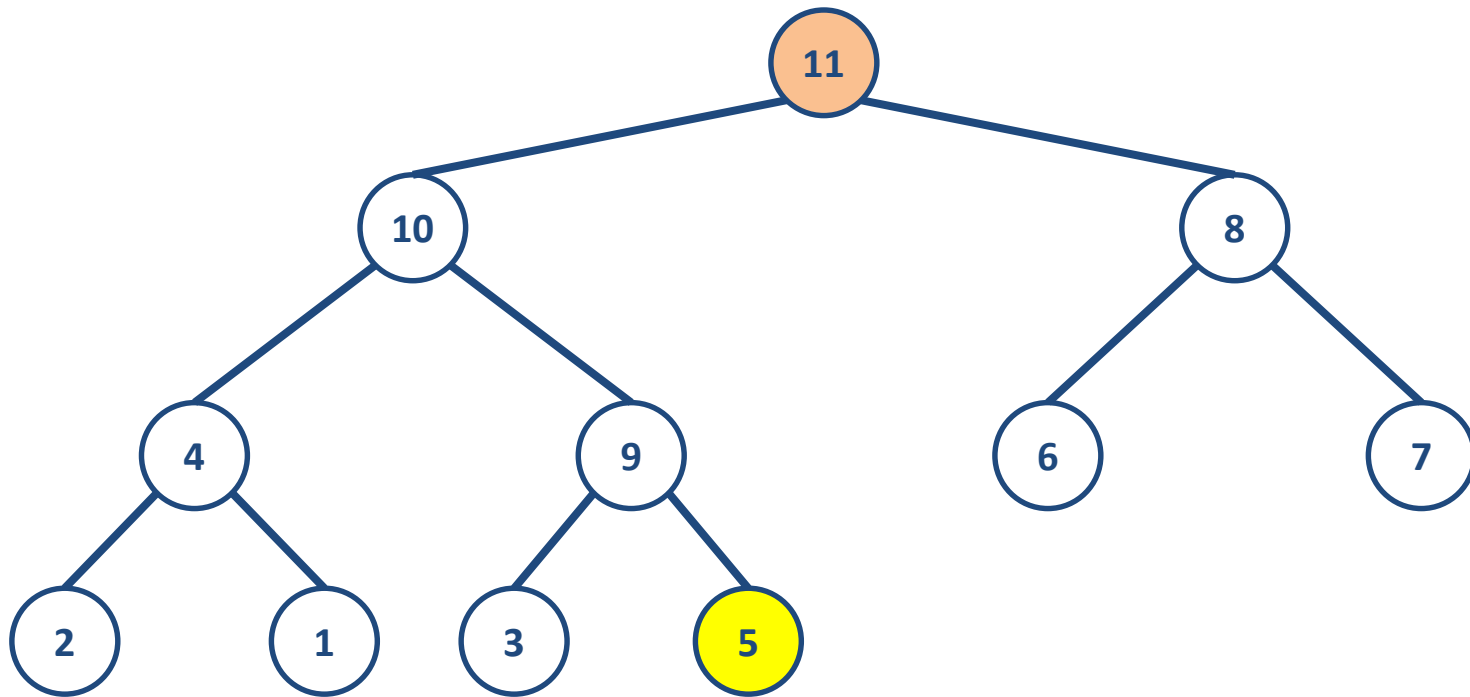
Paso 2: Eliminar el mayor: 12 (y hundir el 3)



# Ordenación por montículos

- Solución:

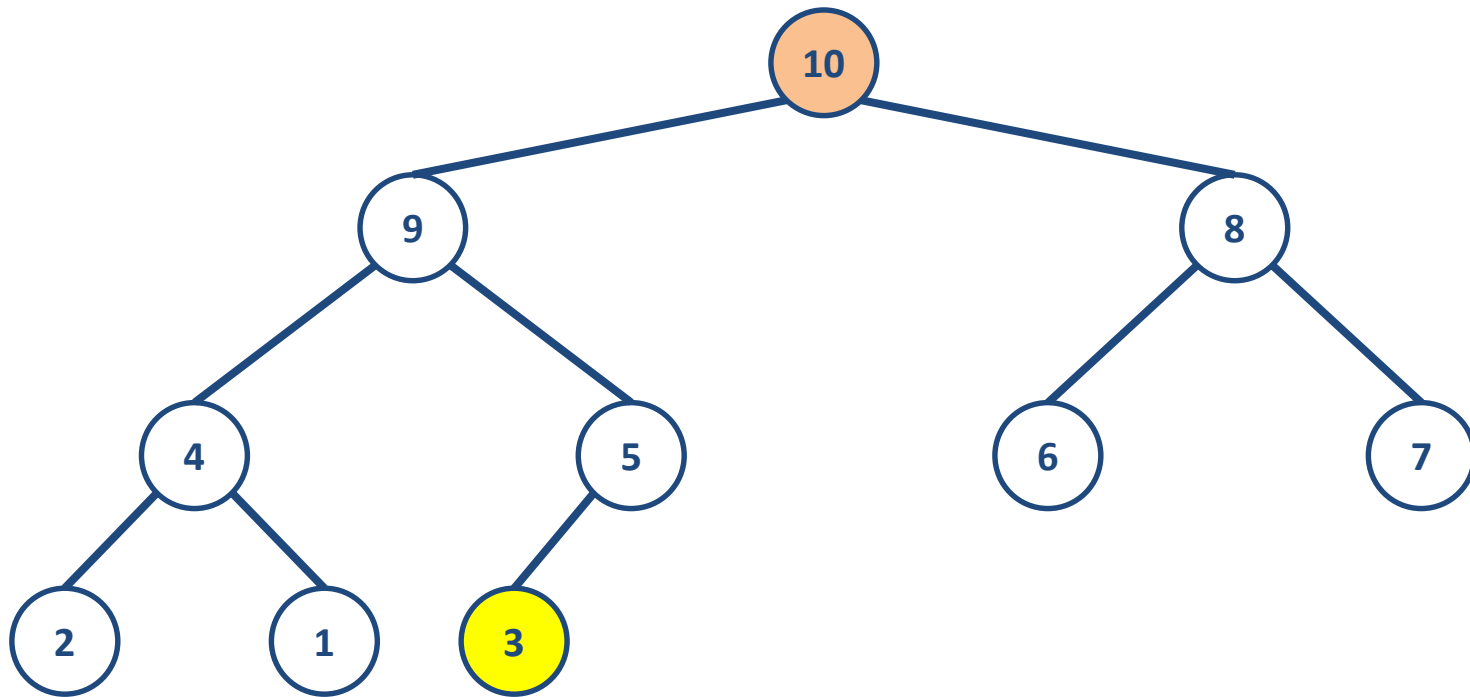
Paso 3: Eliminar el mayor: 11 (y hundir el 5)



# Ordenación por montículos

- Solución:

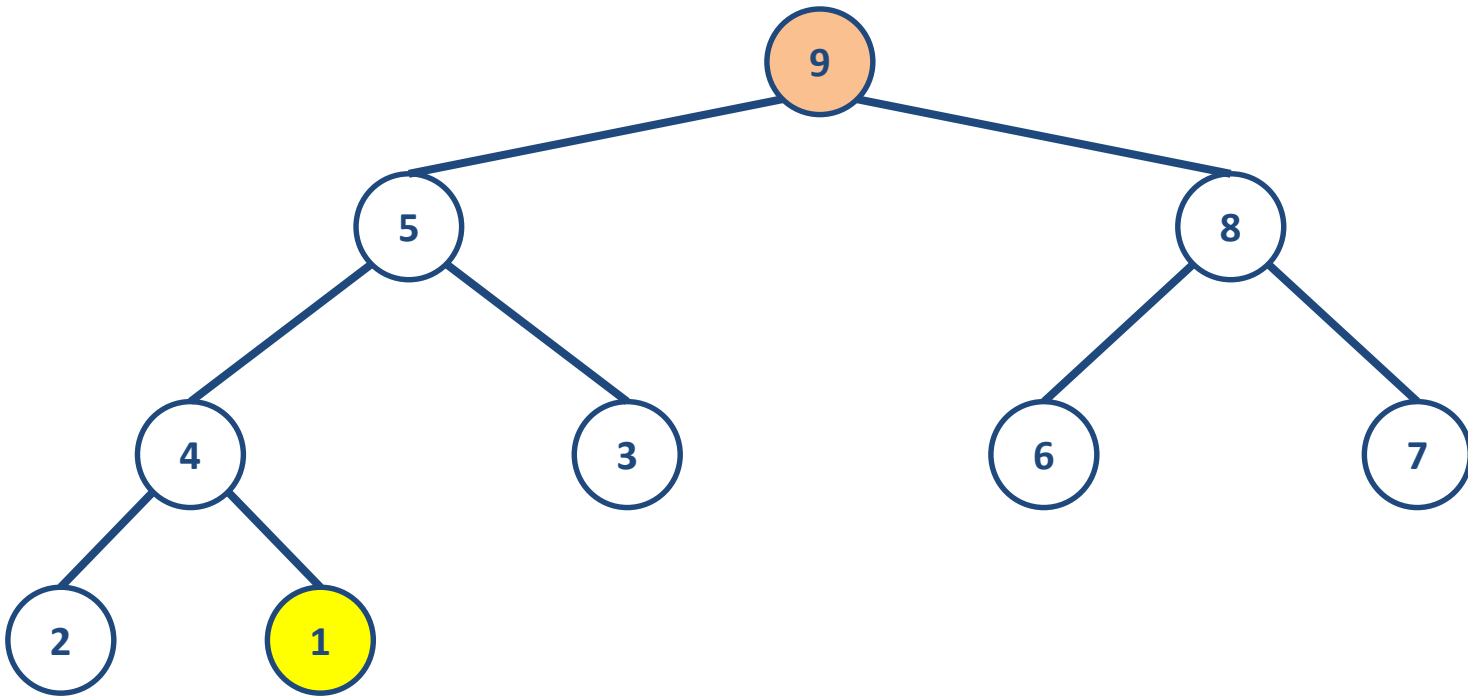
Paso 4: Eliminar el mayor: 10 (y hundir el 3)



# Ordenación por montículos

- Solución:

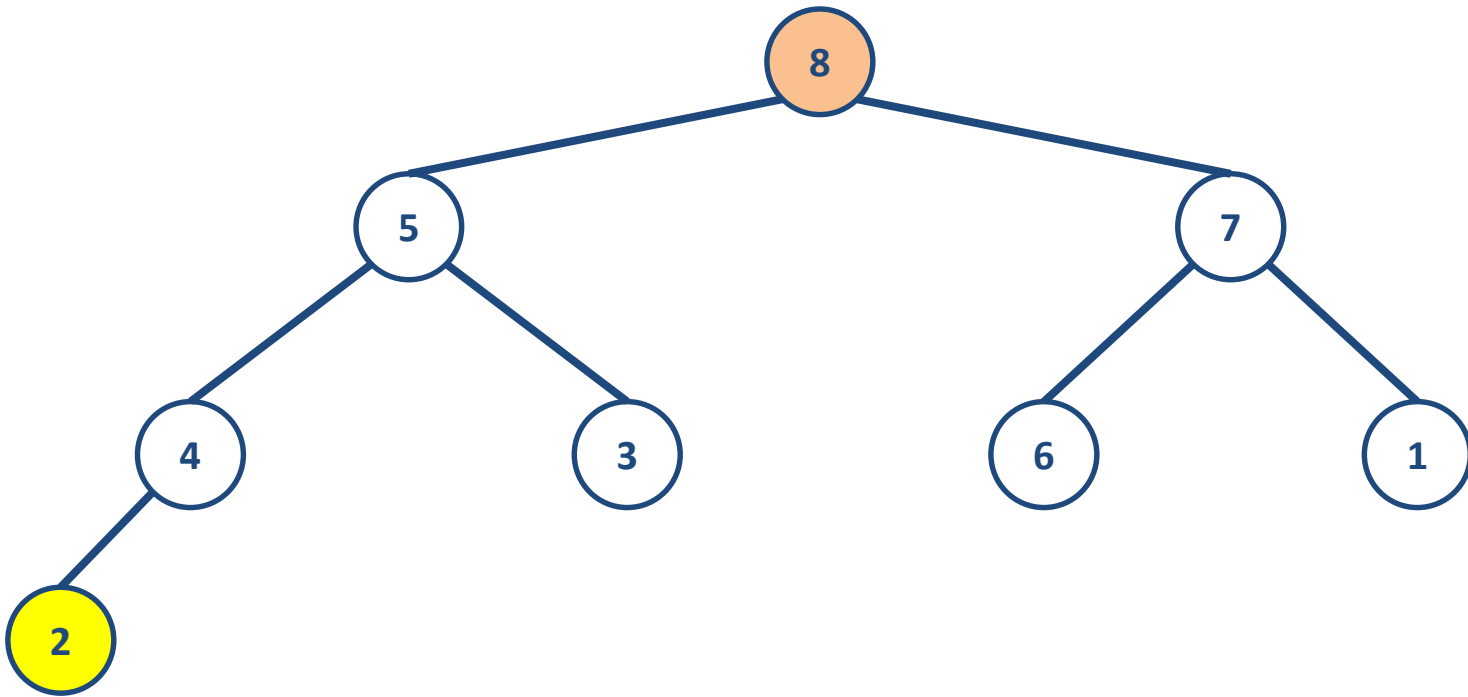
Paso 5: Eliminar el mayor: 9 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

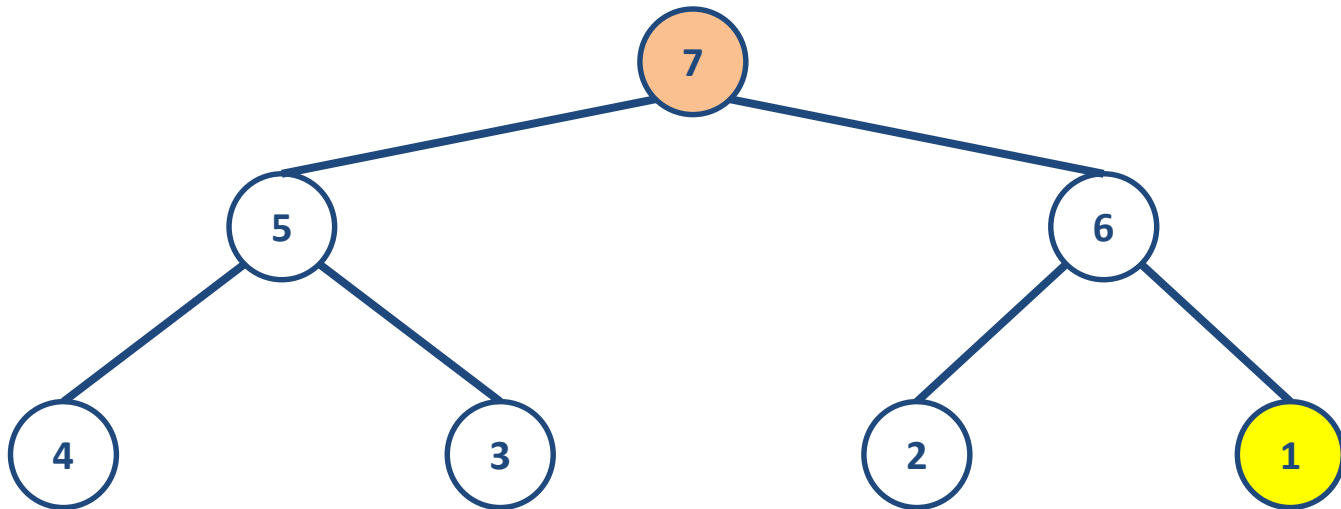
Paso 6: Eliminar el mayor: 8 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

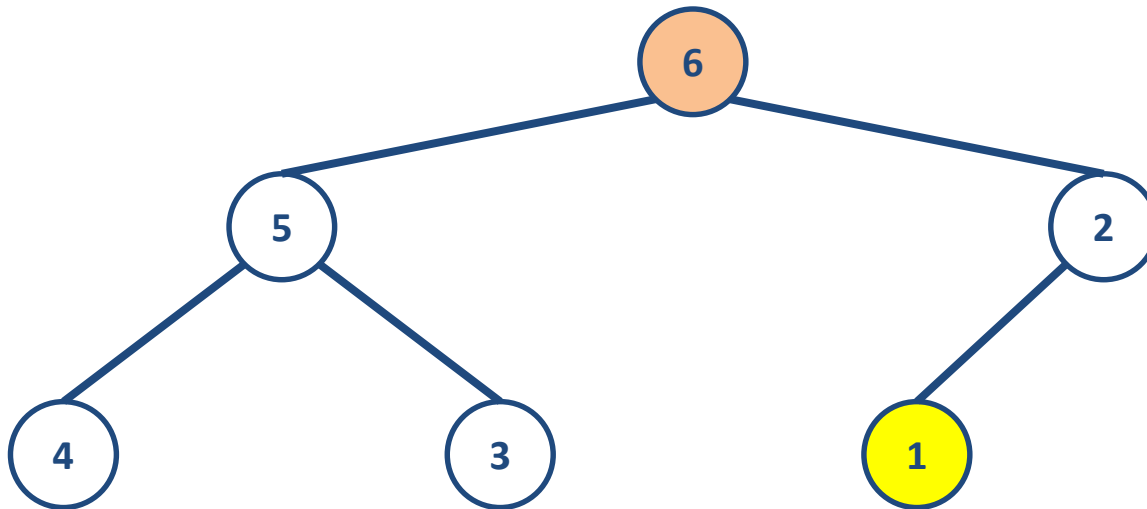
Paso 7: Eliminar el mayor: 7 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 8: Eliminar el mayor: 6 (y hundir el 1)

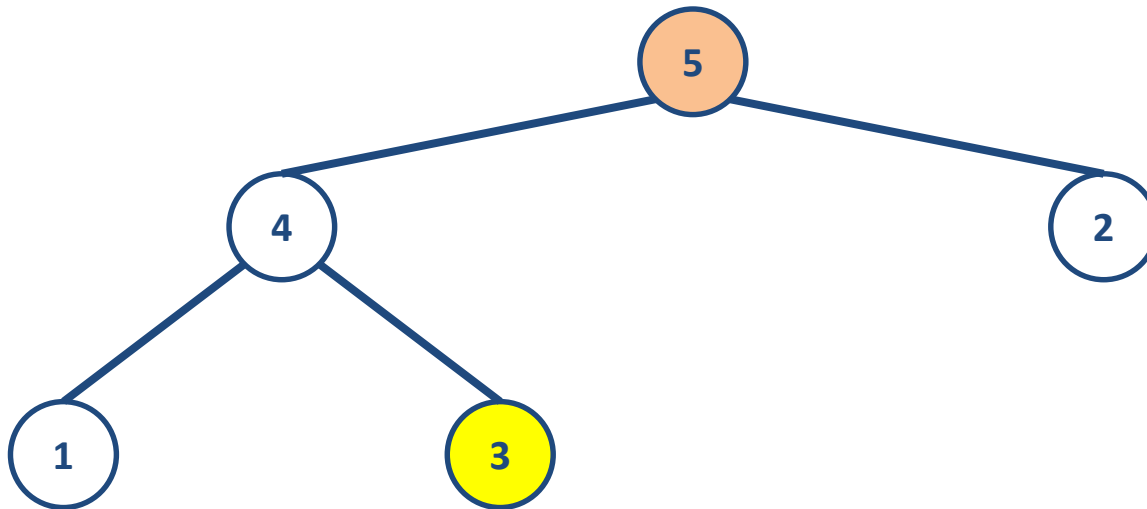




# Ordenación por montículos

- Solución:

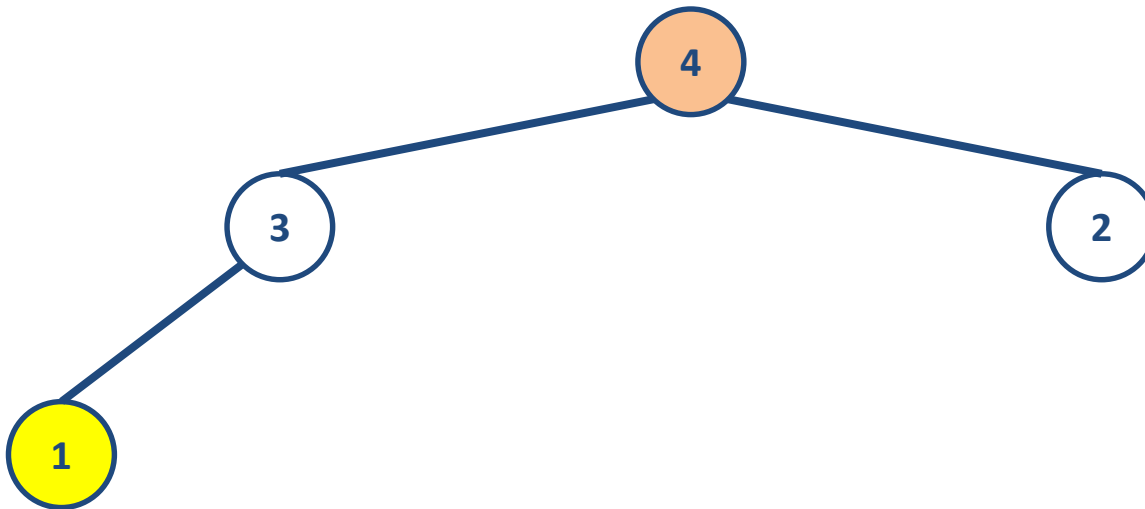
Paso 9: Eliminar el mayor: 5 (y hundir el 3)



# Ordenación por montículos

- Solución:

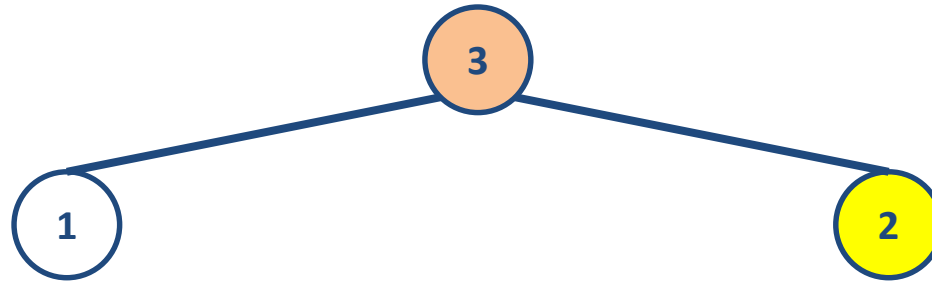
Paso 10: Eliminar el mayor: 4 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

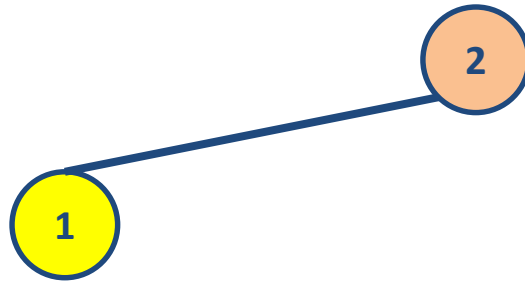
Paso 11: Eliminar el mayor: 3 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 12: Eliminar el mayor: 2 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 13: Eliminar el mayor: 1 → fin del proceso



# Ordenación por montículos

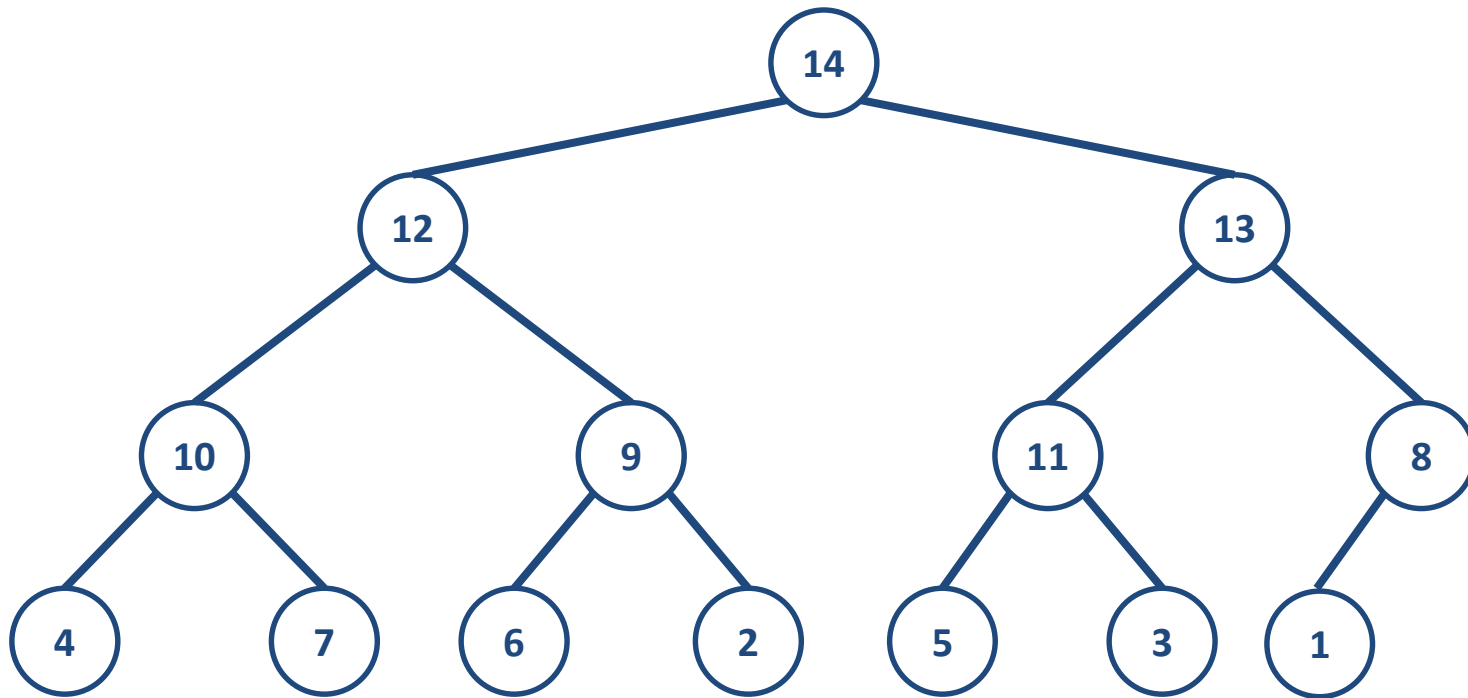
- Ejercicio 2: construir los montículos generados para la ordenación del siguiente vector de datos

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

# Ordenación por montículos

- Solución:

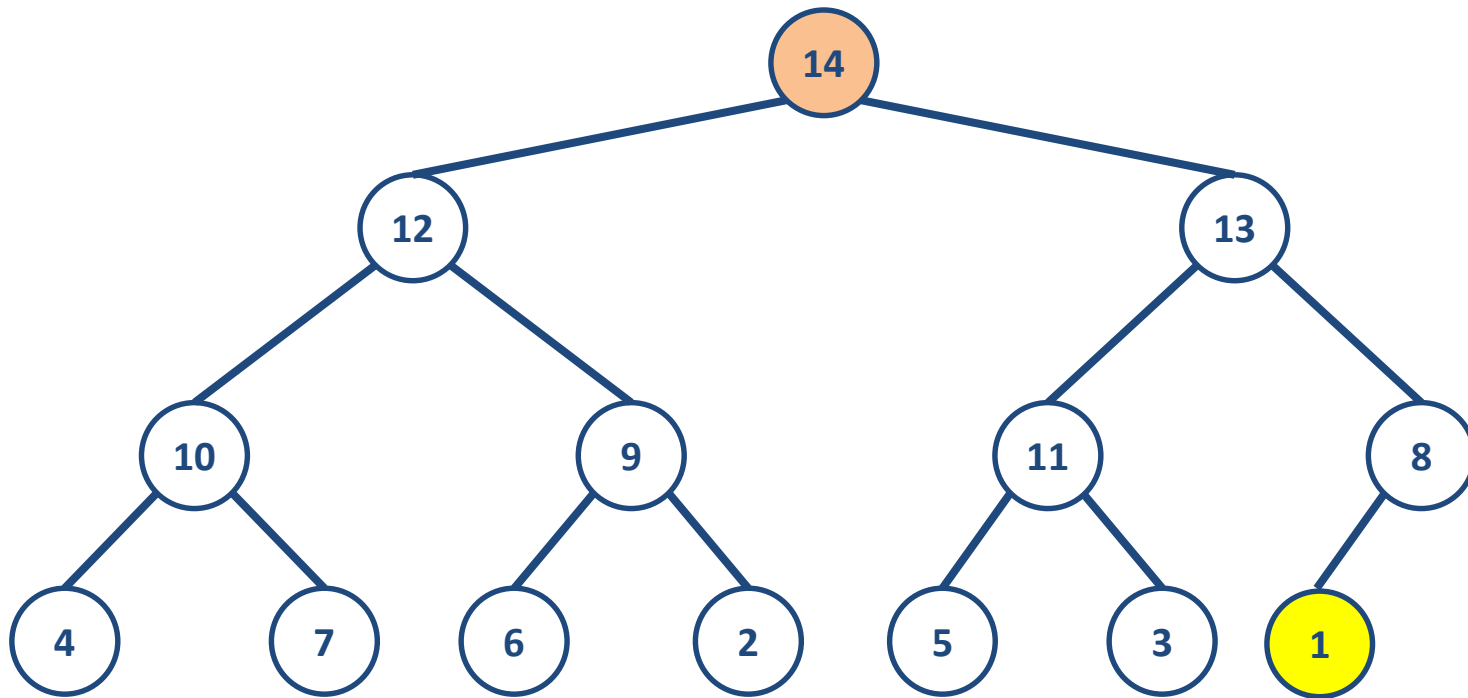
Paso 1: Crear montículo



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 2: Eliminar el mayor: 14 (y hundir el 1)

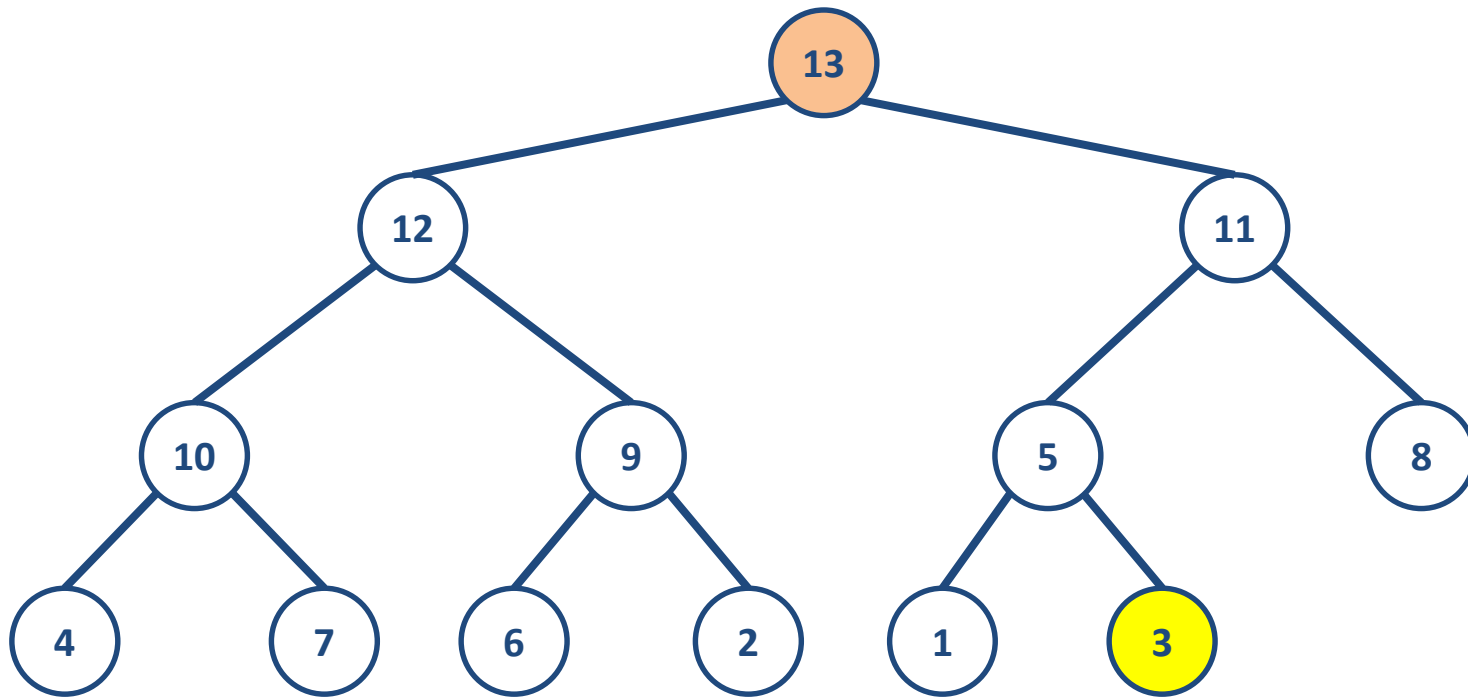




# Ordenación por montículos

- Solución:

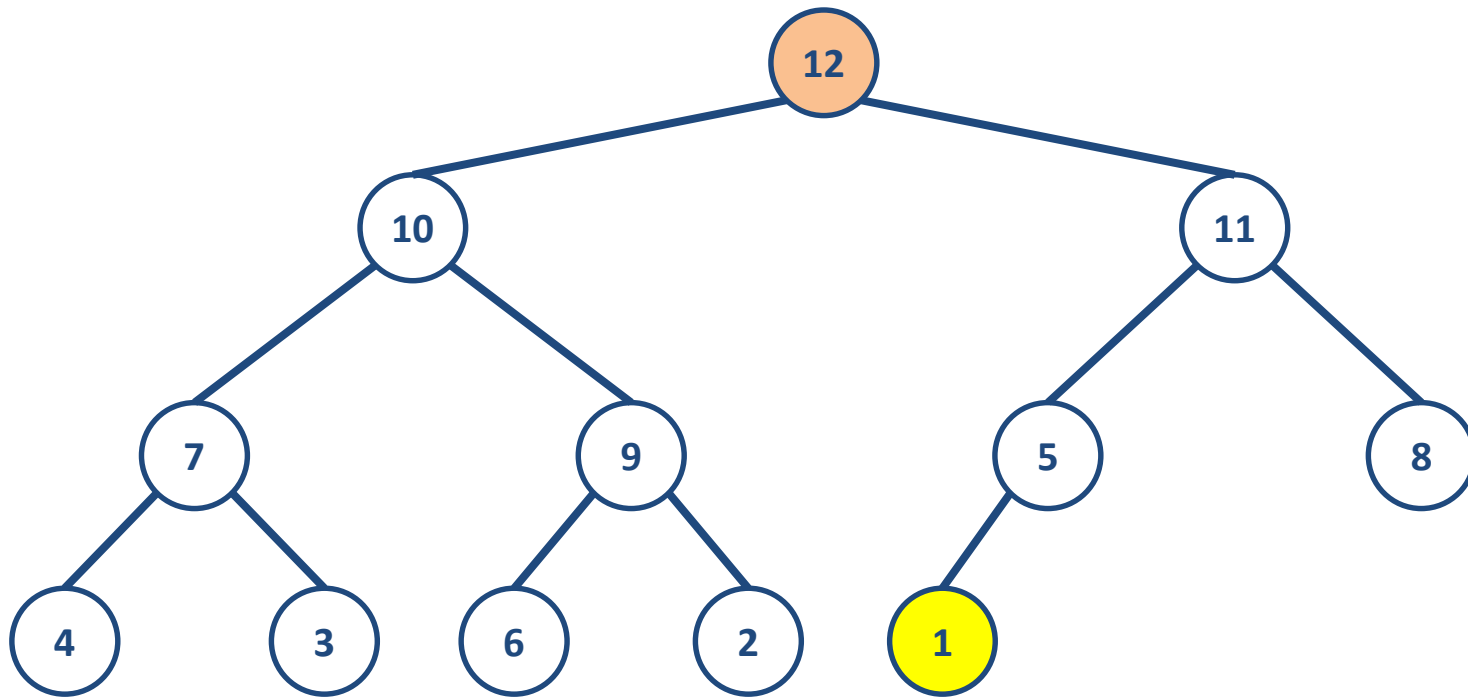
Paso 3: Eliminar el mayor: 13 (y hundir el 3)



# Ordenación por montículos

- Solución:

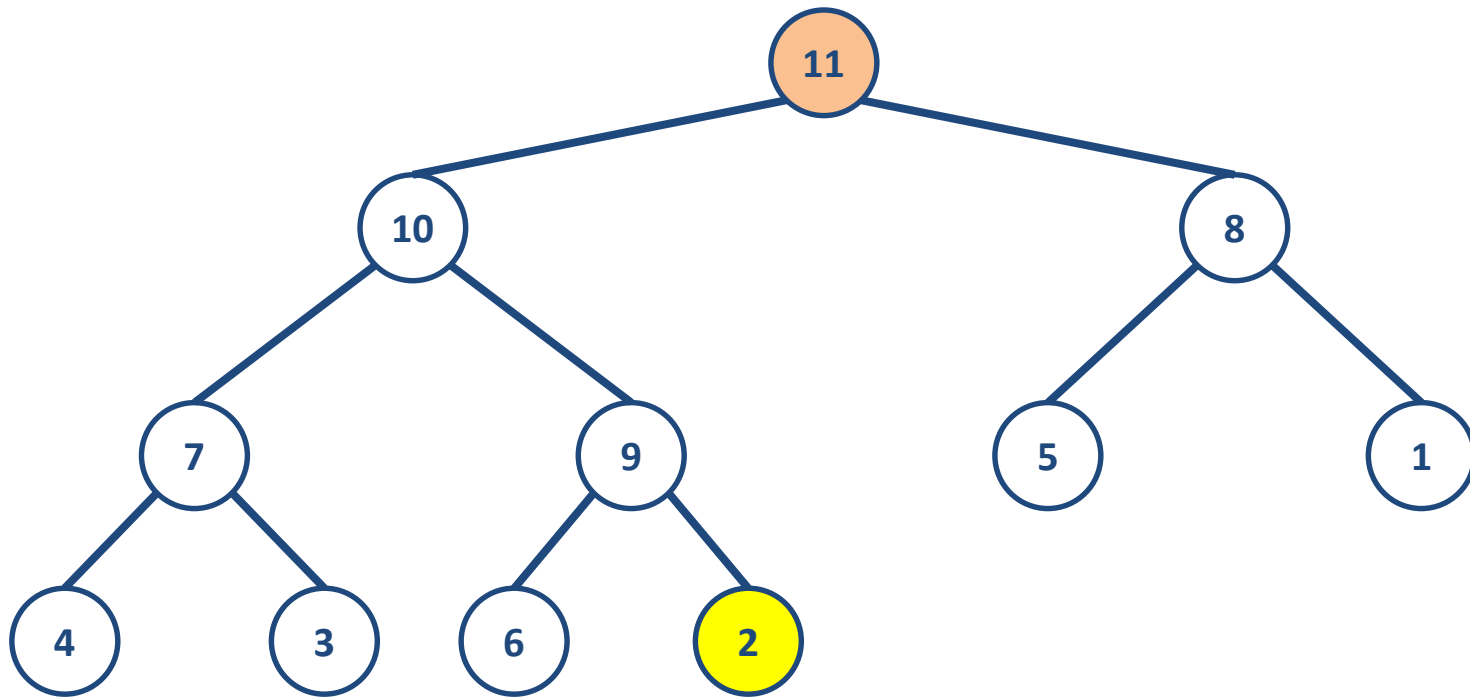
Paso 4: Eliminar el mayor: 12 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

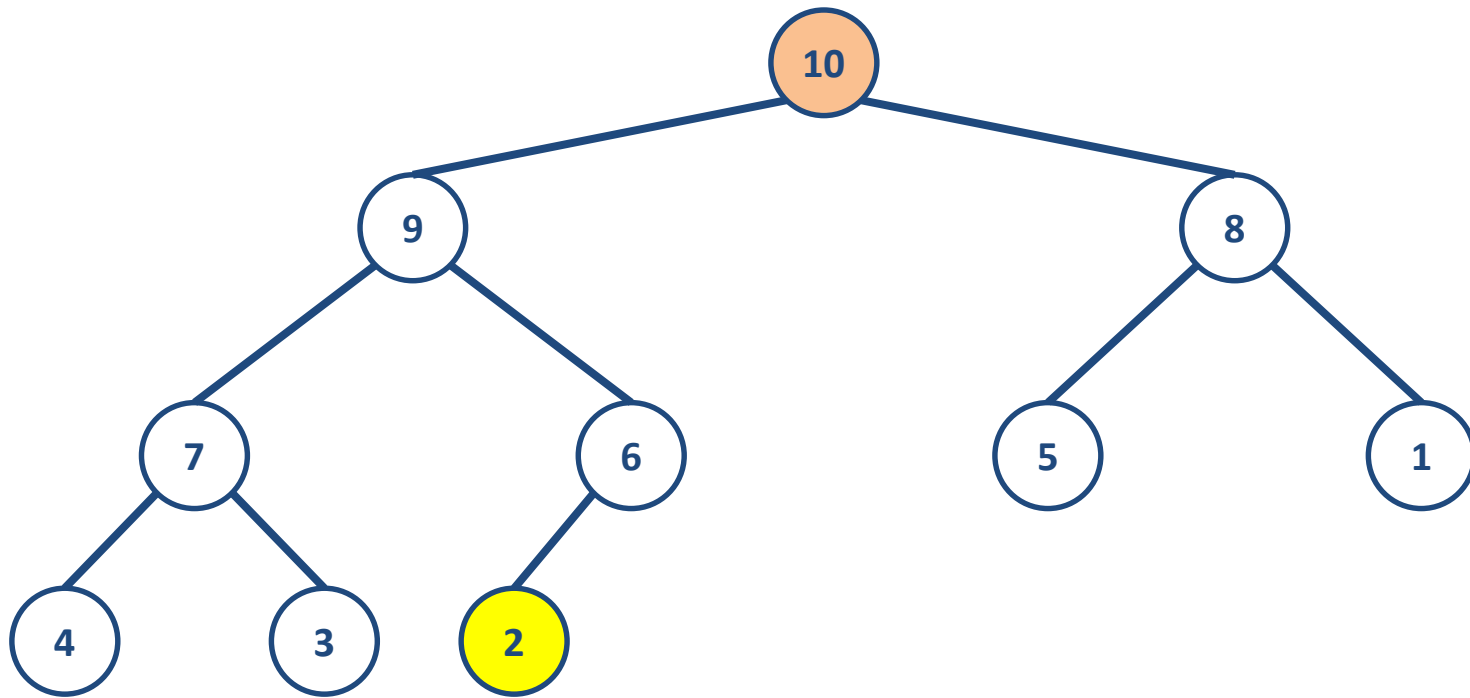
Paso 5: Eliminar el mayor: 11 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

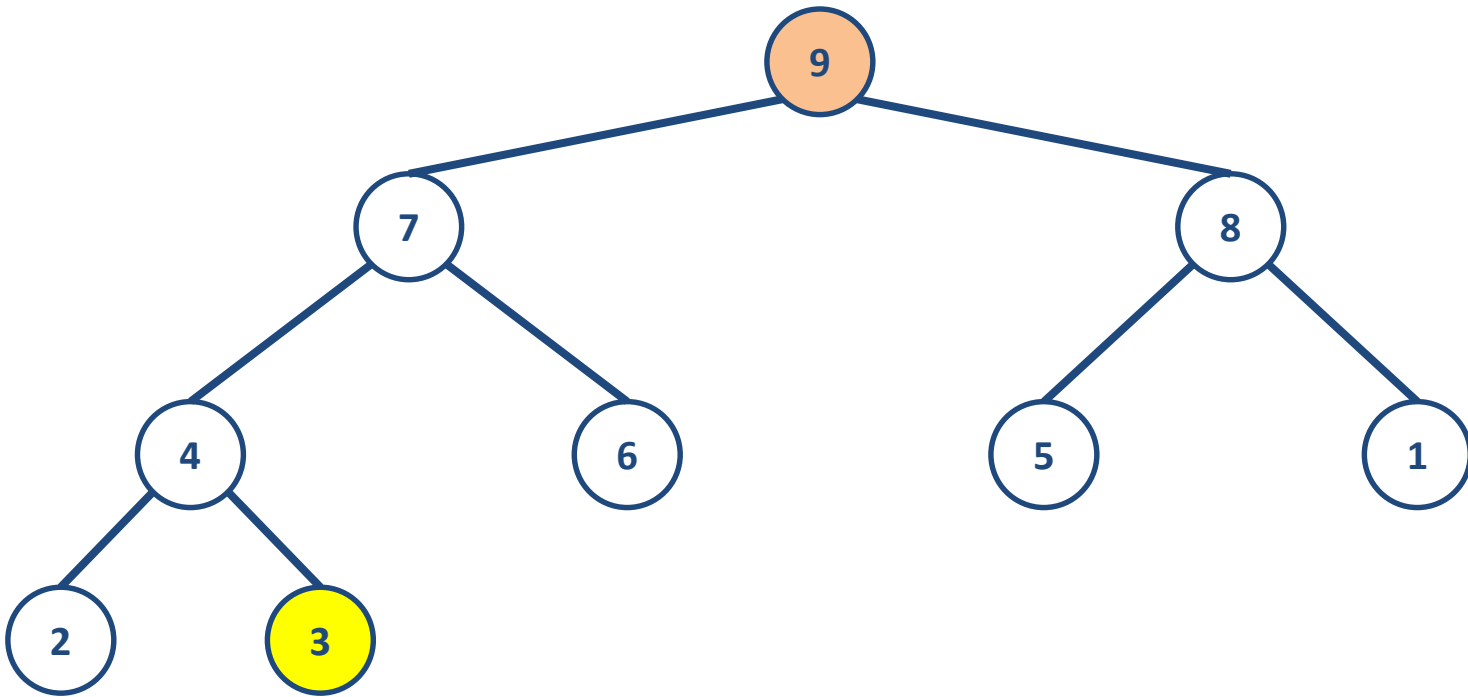
Paso 6: Eliminar el mayor: 10 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

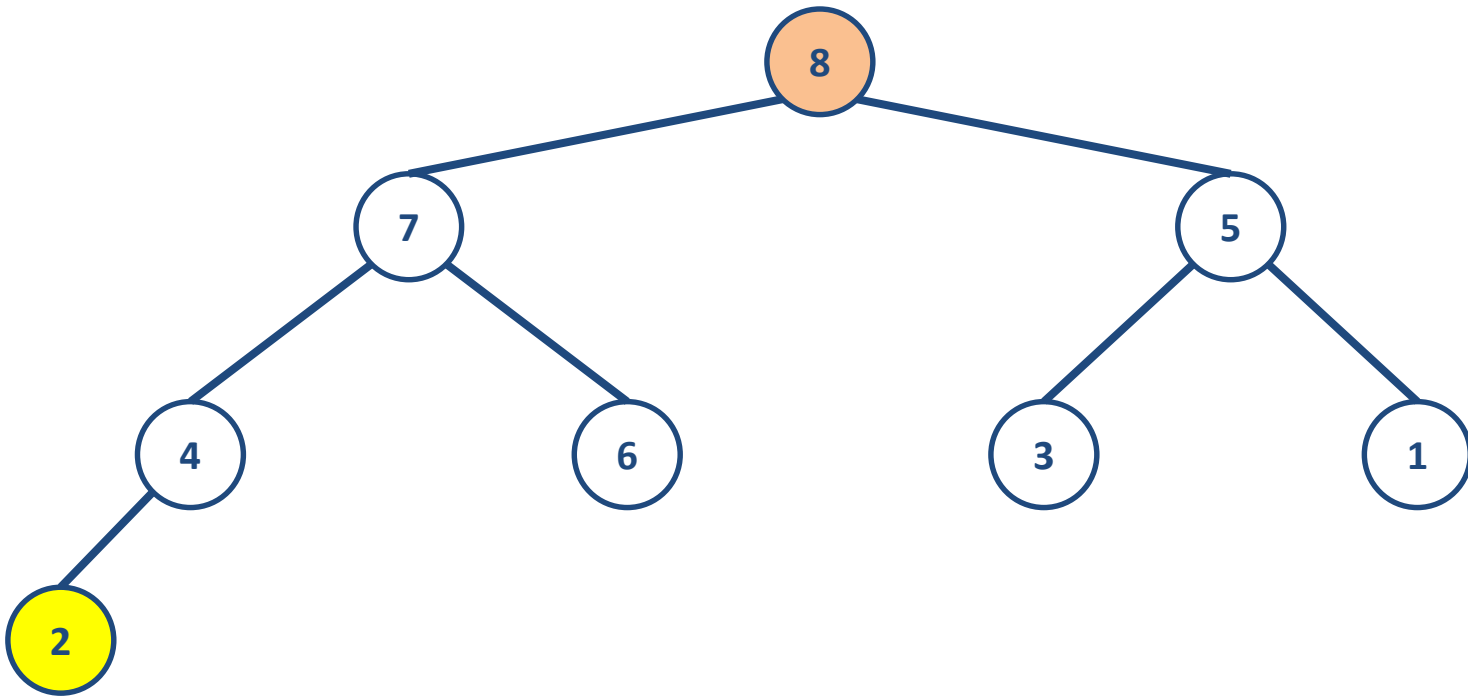
Paso 7: Eliminar el mayor: 9 (y hundir el 3)



# Ordenación por montículos

- Solución:

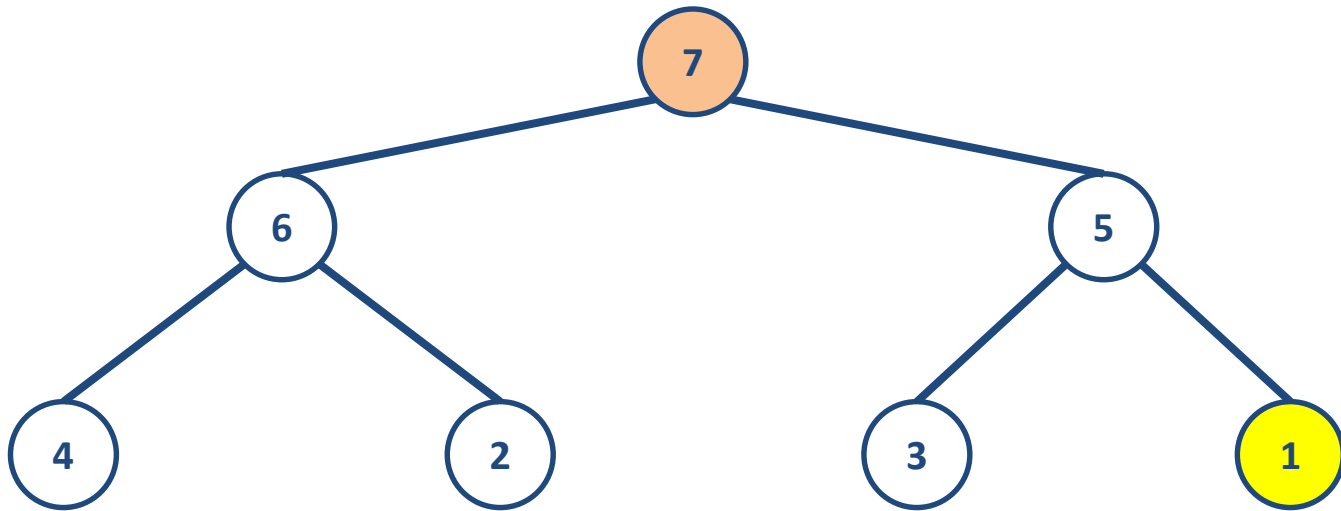
Paso 8: Eliminar el mayor: 8 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

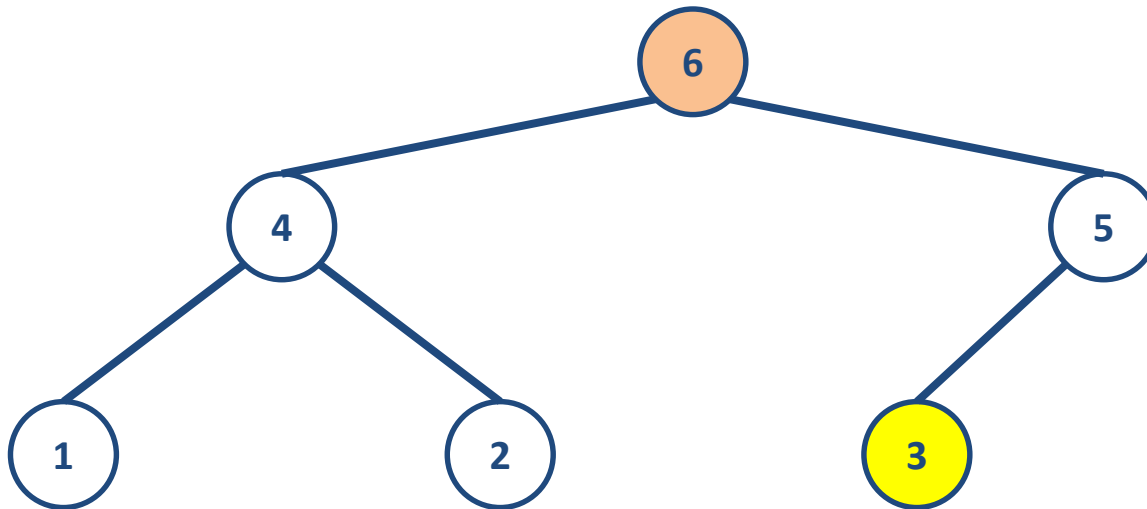
Paso 9: Eliminar el mayor: 7 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 10: Eliminar el mayor: 6 (y hundir el 3)

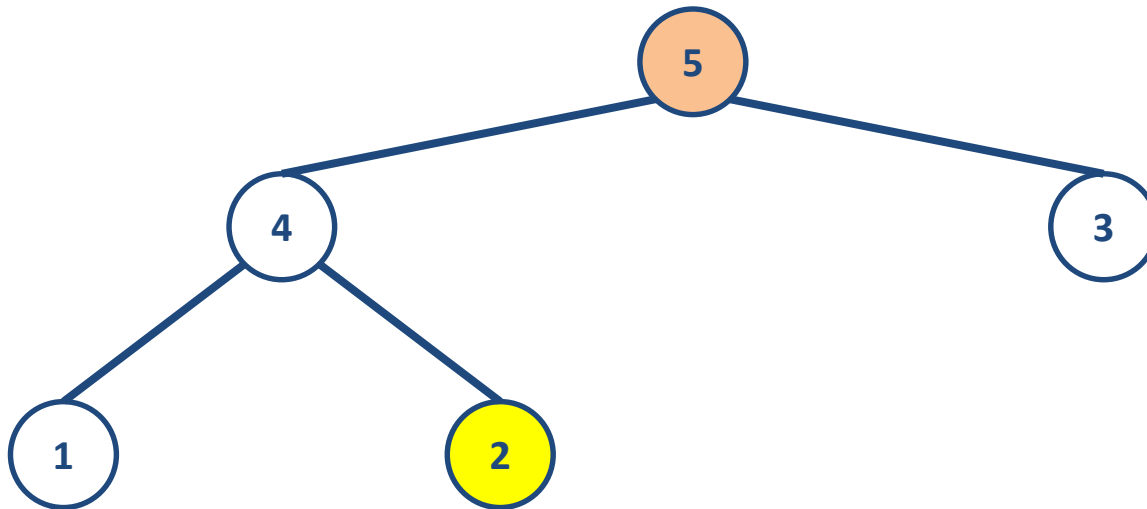




# Ordenación por montículos

- Solución:

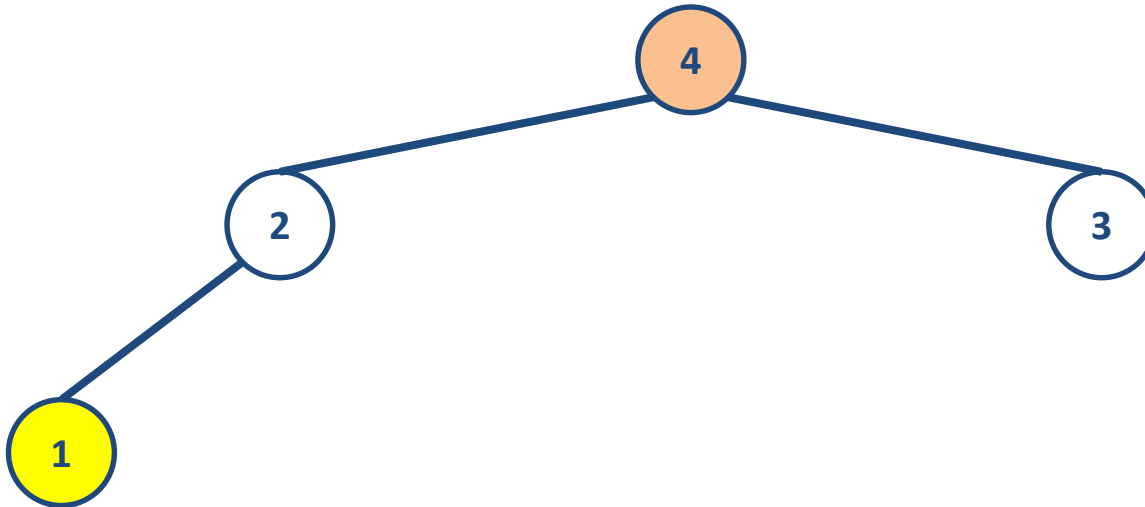
Paso 11: Eliminar el mayor: 5 (y hundir el 2)



# Ordenación por montículos

- Solución:

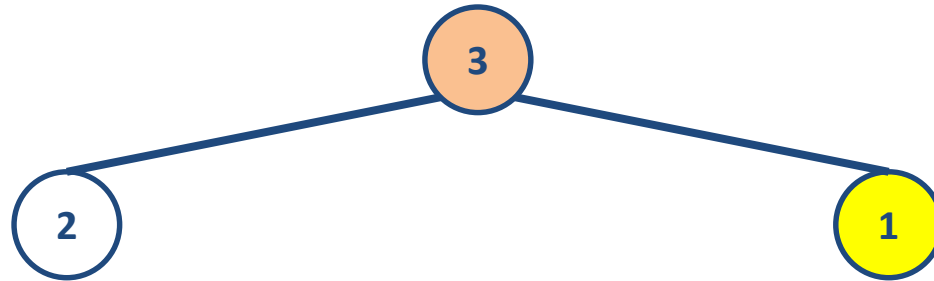
Paso 12: Eliminar el mayor: 4 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

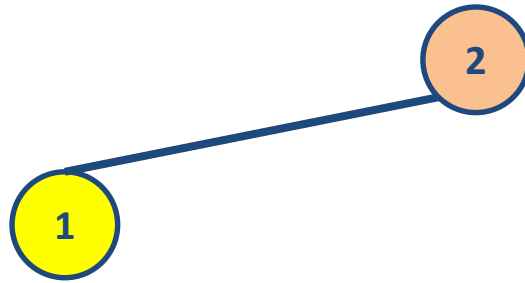
Paso 13: Eliminar el mayor: 3 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 14: Eliminar el mayor: 2 (y hundir el 1)



# Ordenación por montículos

- Solución:

Paso 15: Eliminar el mayor: 1 → fin del proceso



# Ordenación por fusión

- Ejercicio 1: construir el árbol recursivo que genera el algoritmo por fusión puramente recursivo (umbral = 0).

13	7	11	15	2	8	1	2	3	10	7	1	5	4
----	---	----	----	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

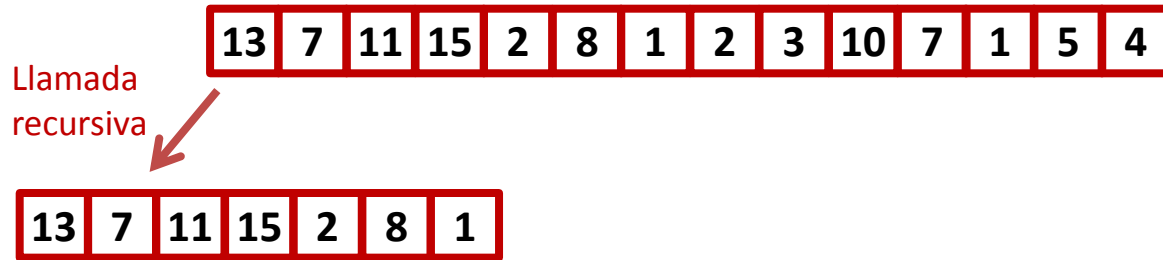
# Ordenación por fusión

- Solución:

13	7	11	15	2	8	1	2	3	10	7	1	5	4
----	---	----	----	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

# Ordenación por fusión

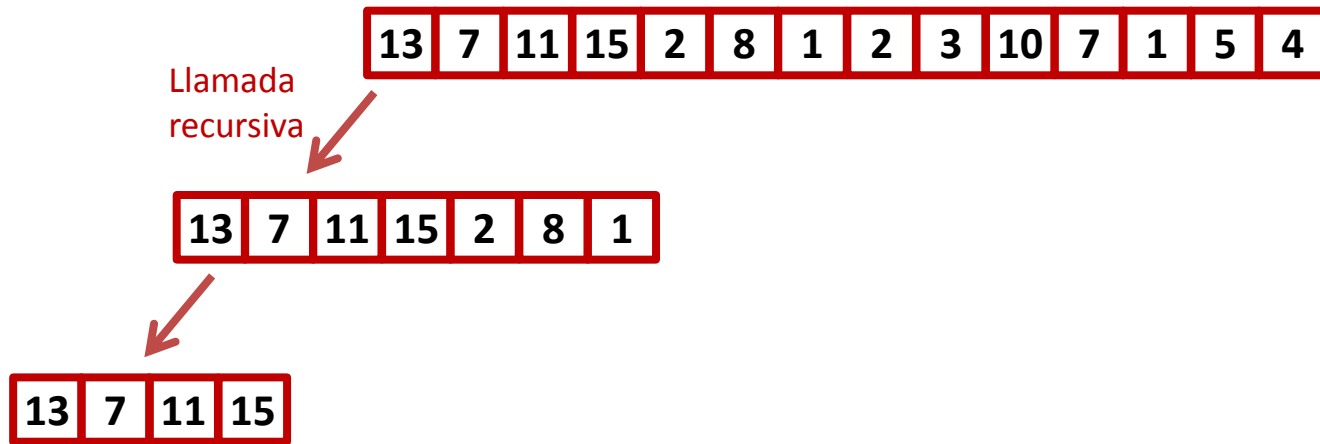
- Solución:





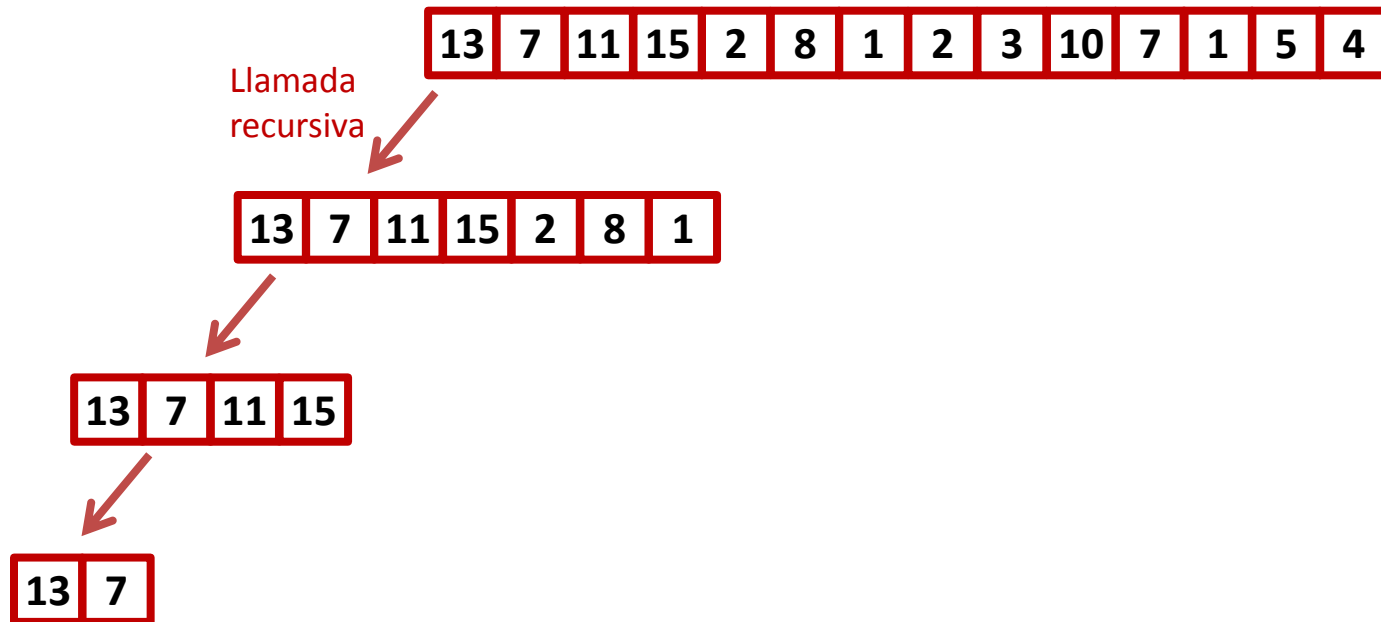
# Ordenación por fusión

- Solución:



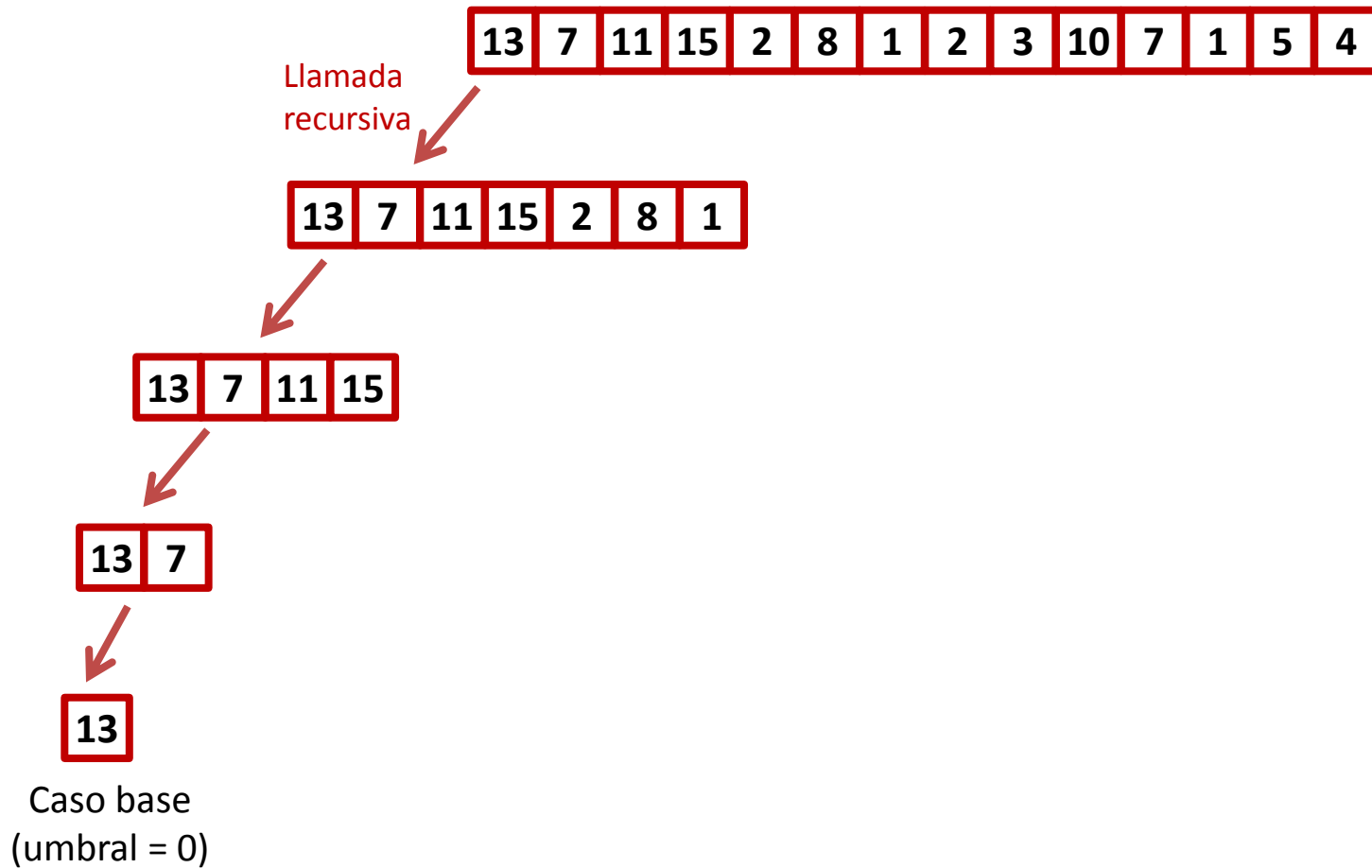
# Ordenación por fusión

- Solución:



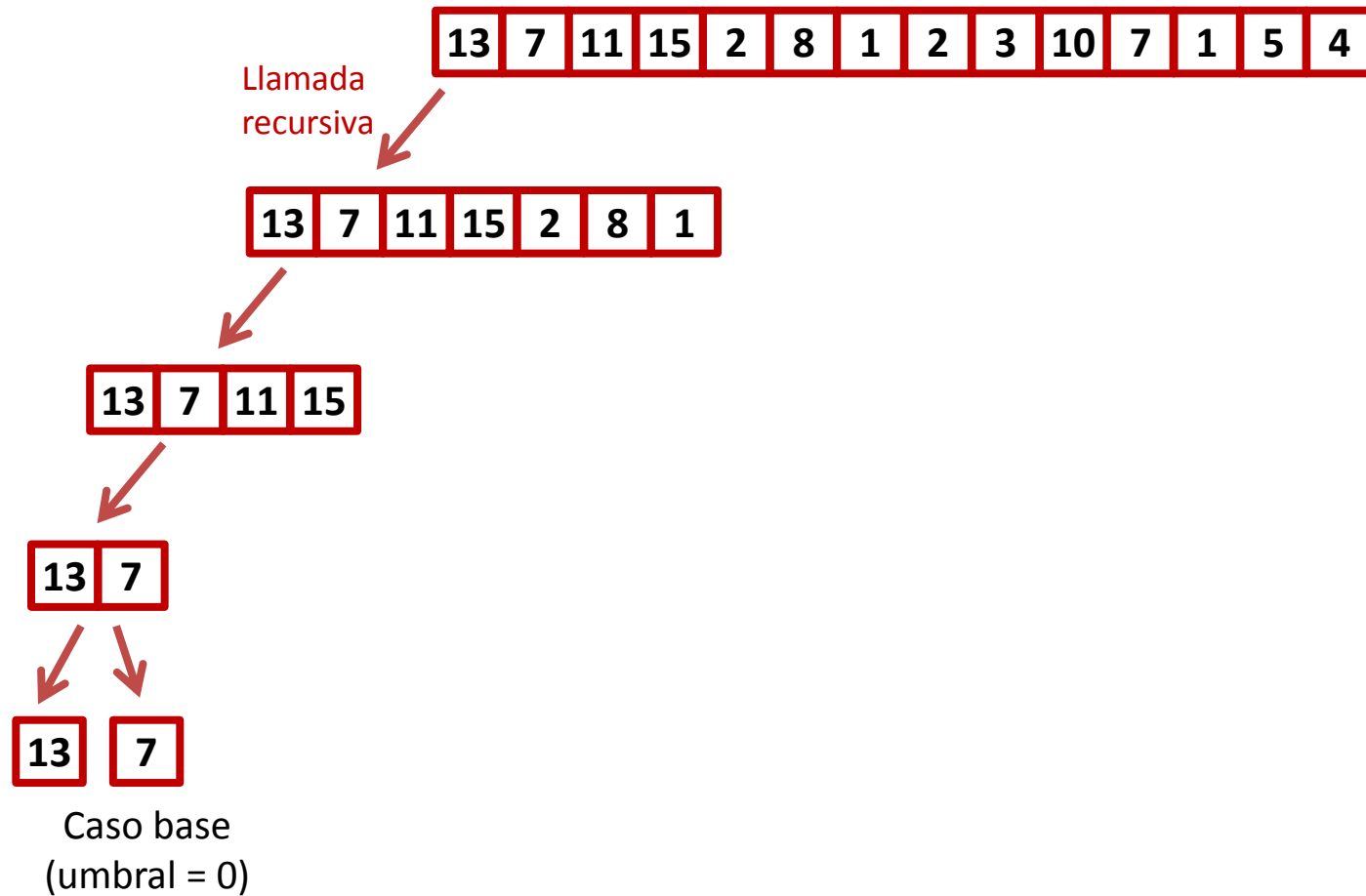
# Ordenación por fusión

- Solución:



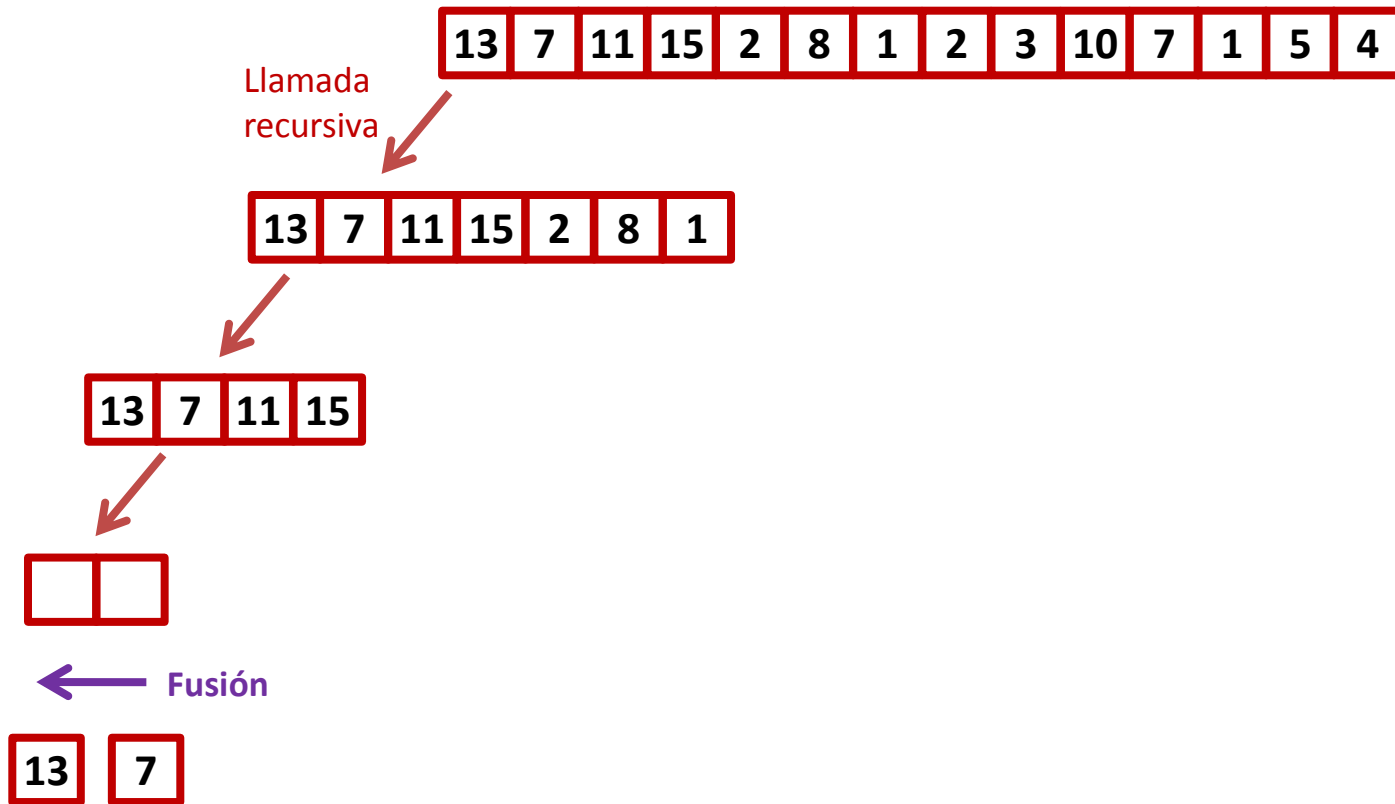
# Ordenación por fusión

- Solución:



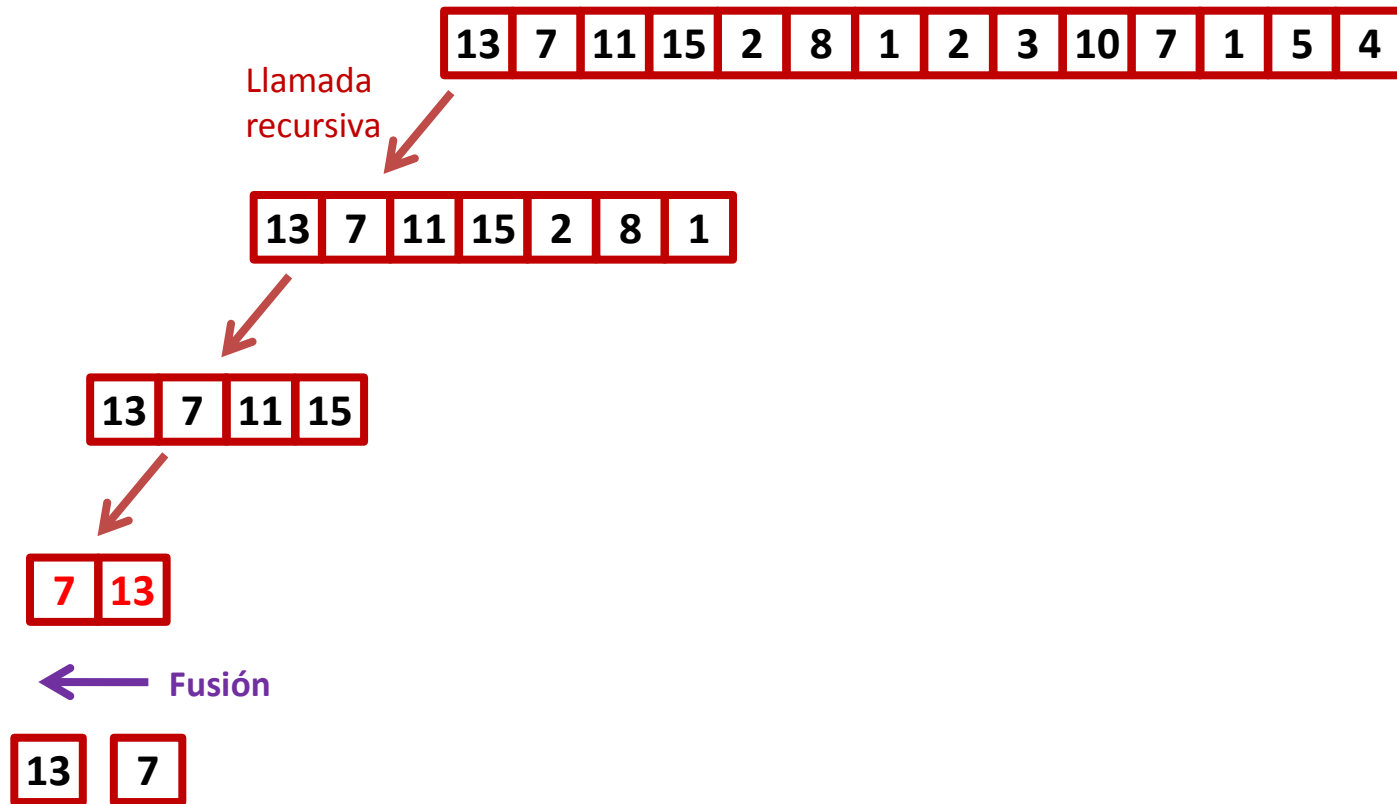
# Ordenación por fusión

- Solución:



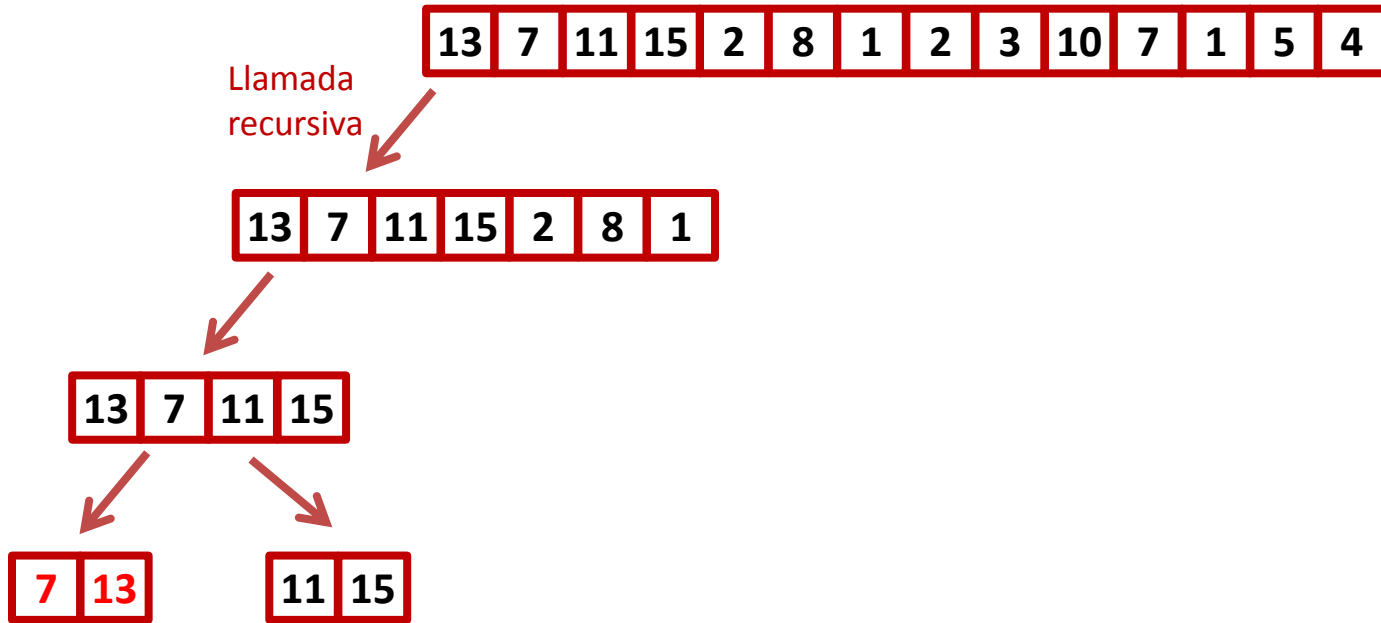
# Ordenación por fusión

- Solución:



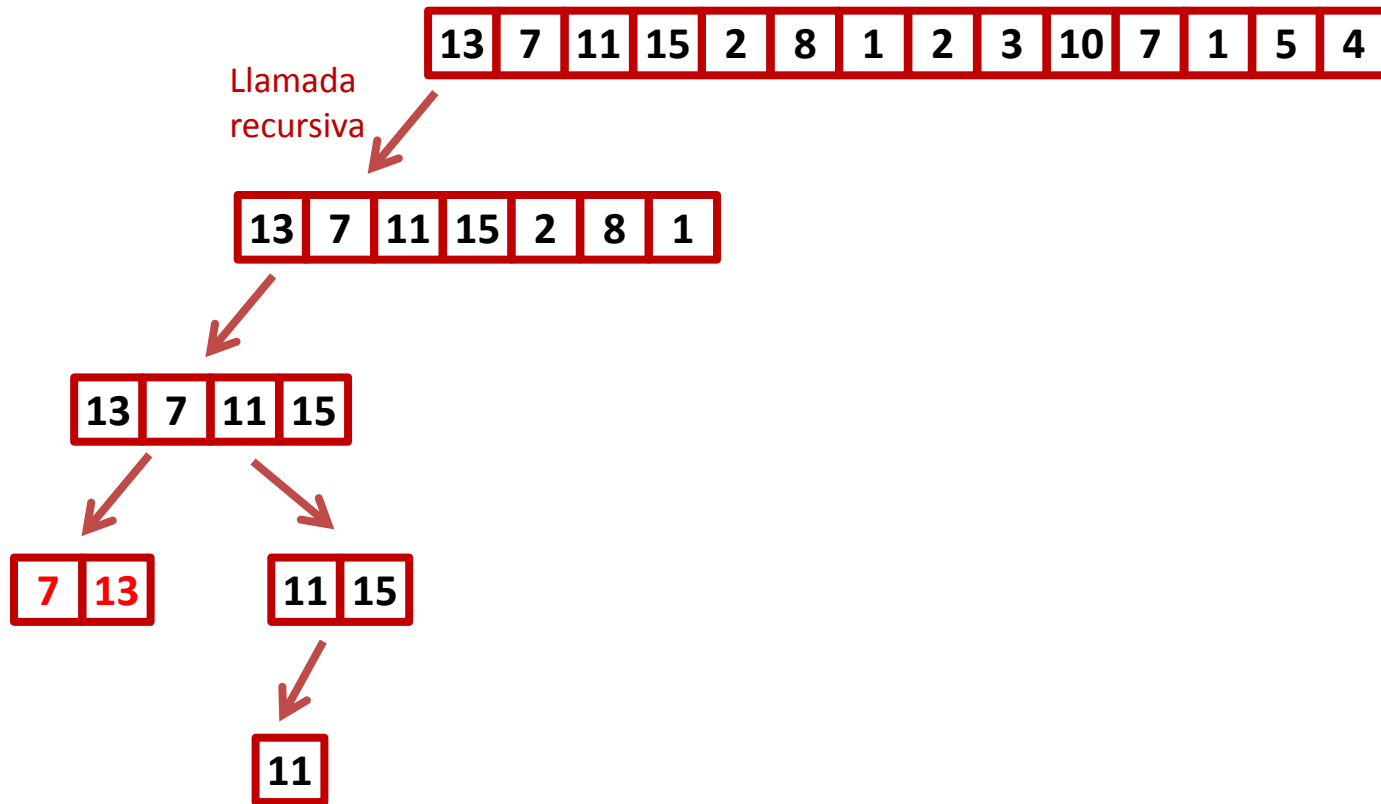
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

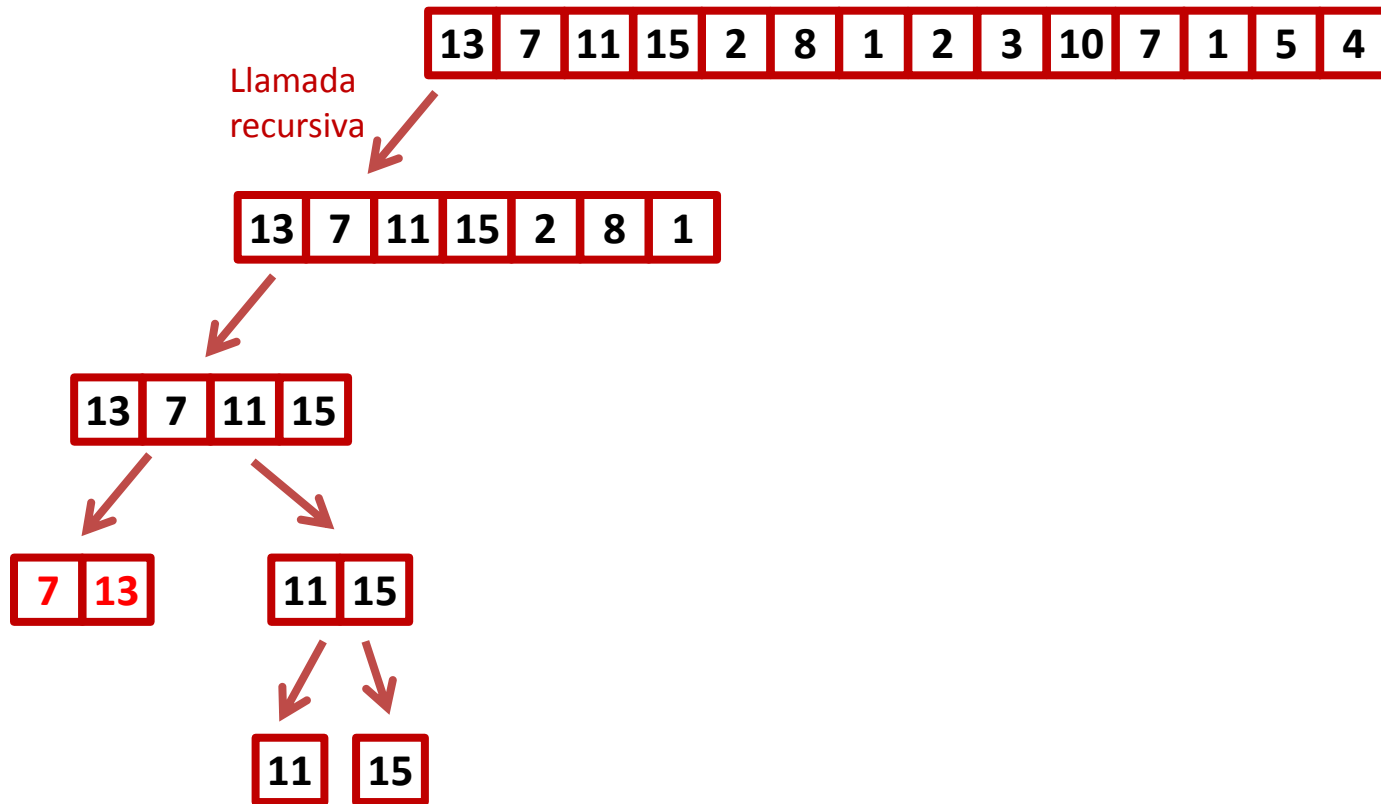
- Solución:





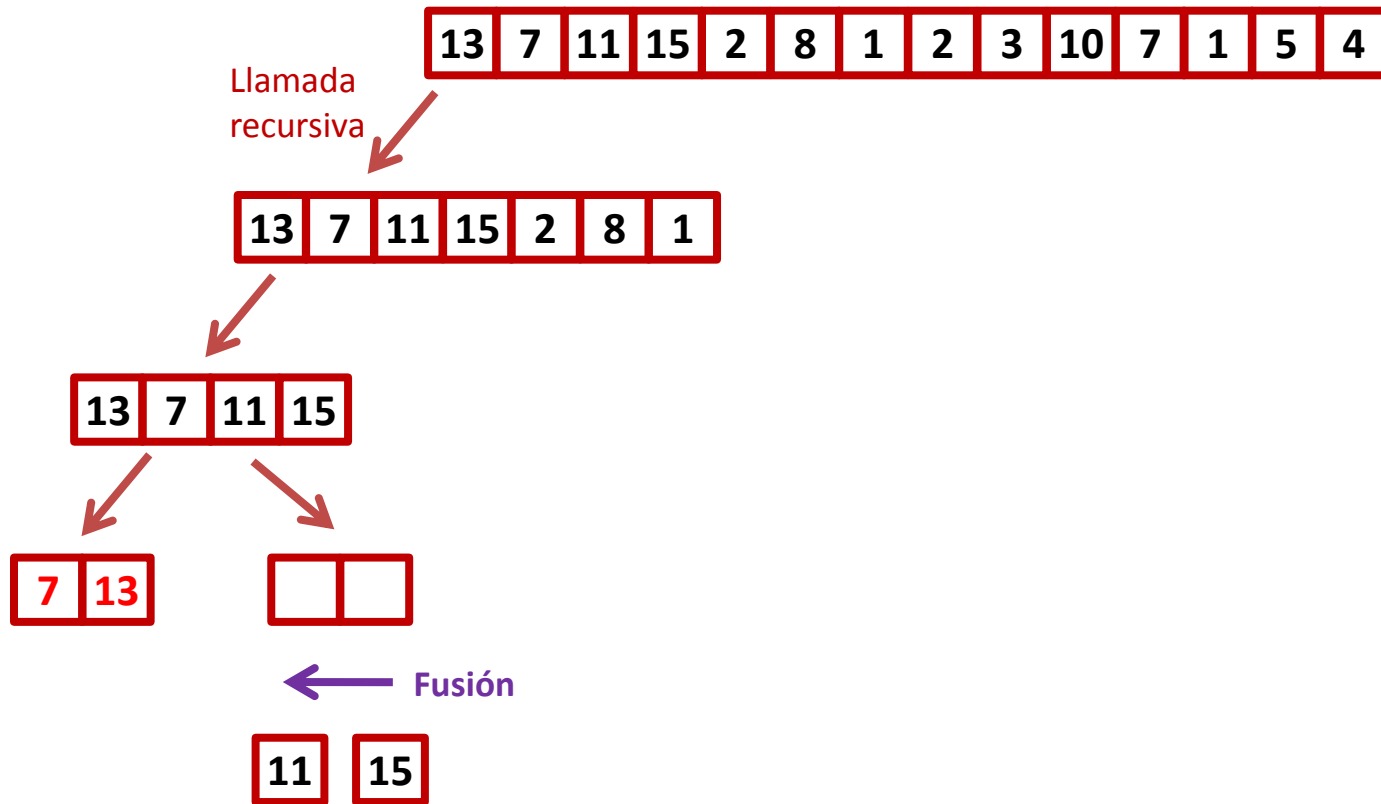
# Ordenación por fusión

- Solución:



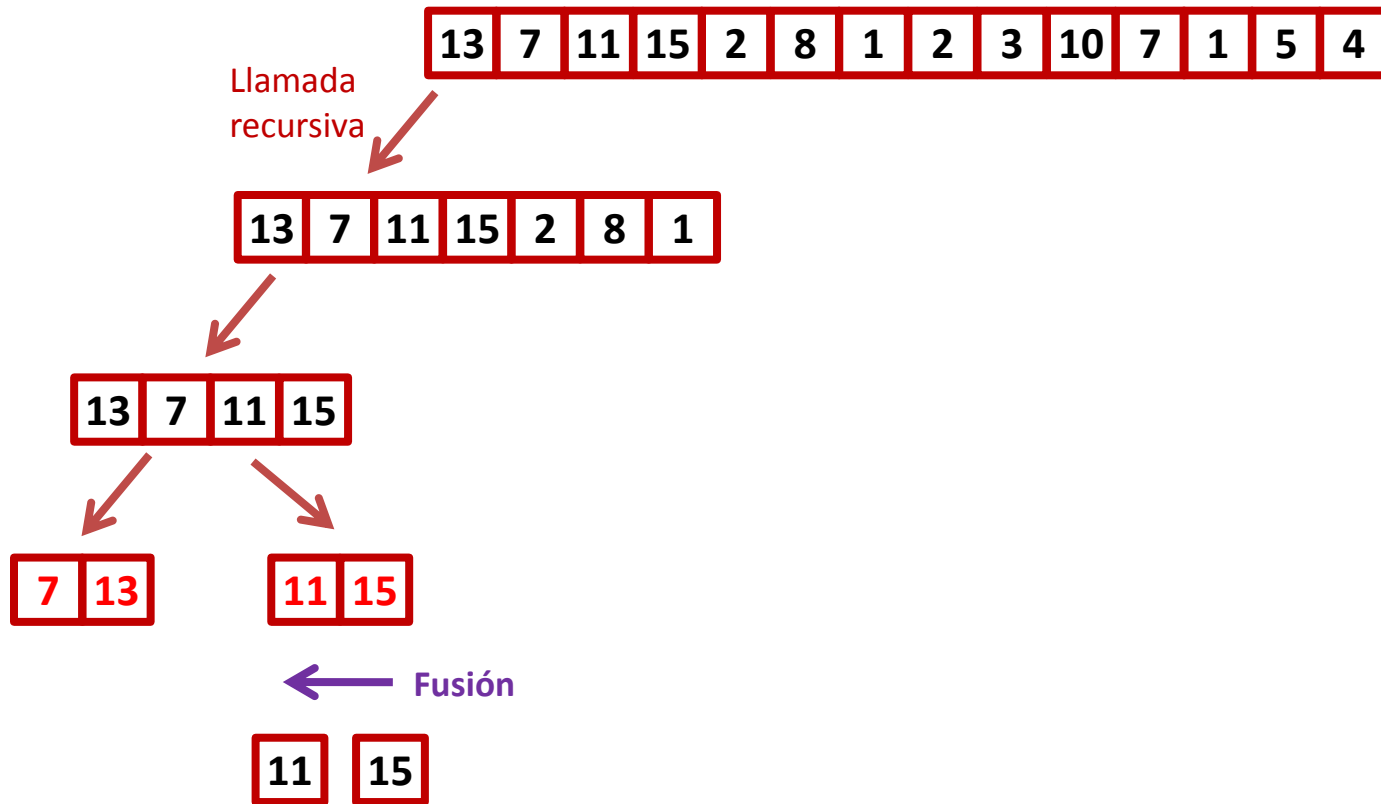
# Ordenación por fusión

- Solución:



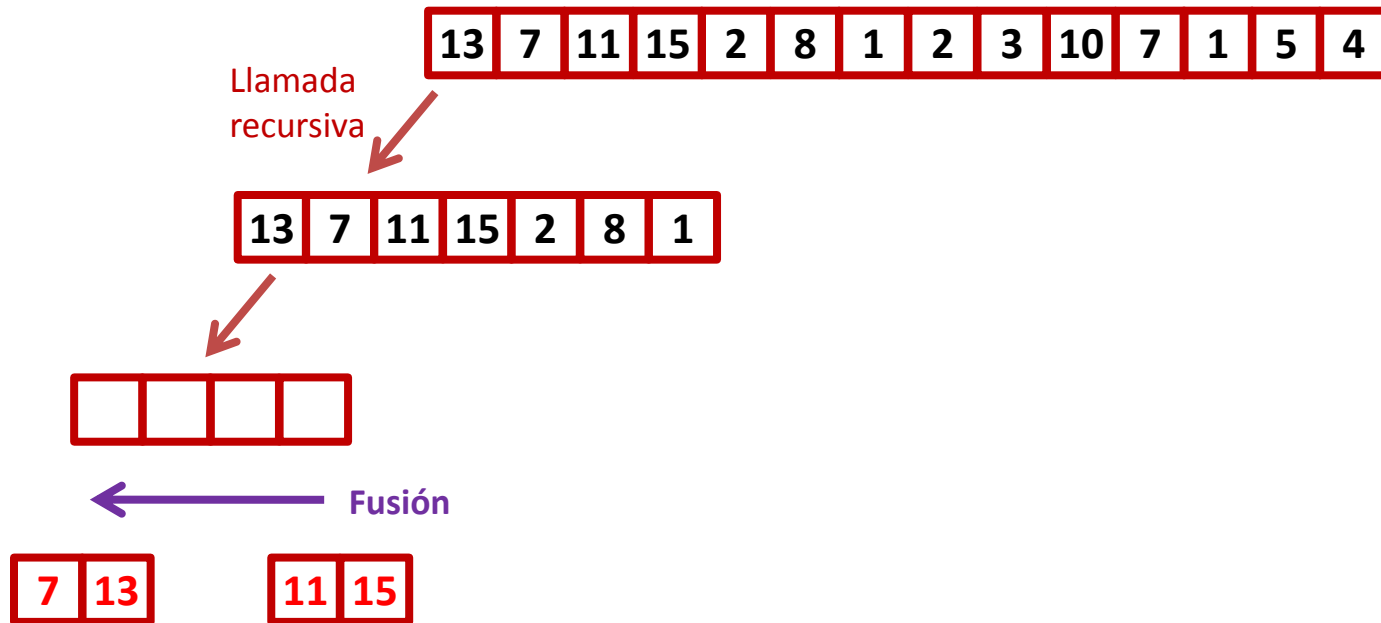
# Ordenación por fusión

- Solución:



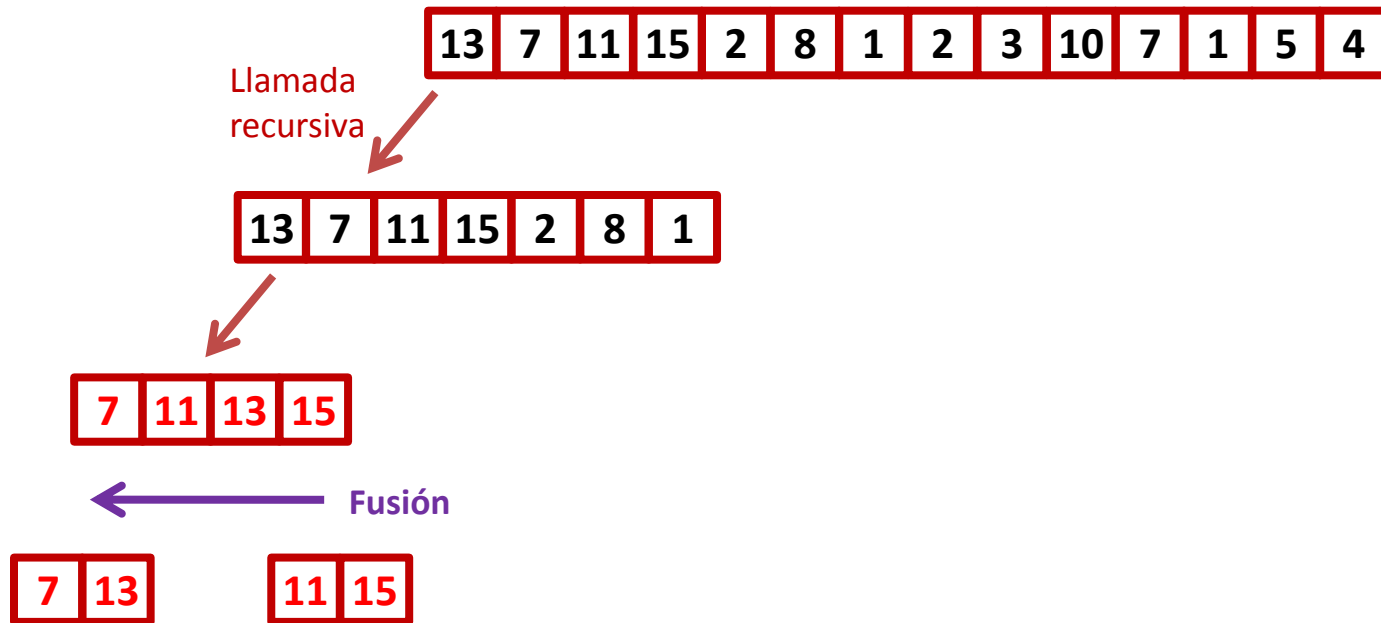
# Ordenación por fusión

- Solución:



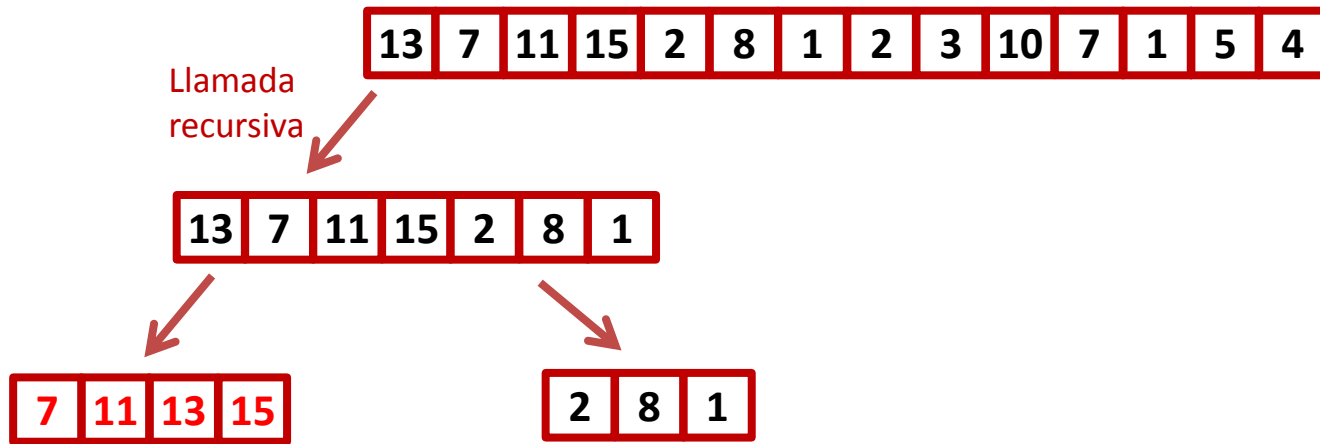
# Ordenación por fusión

- Solución:



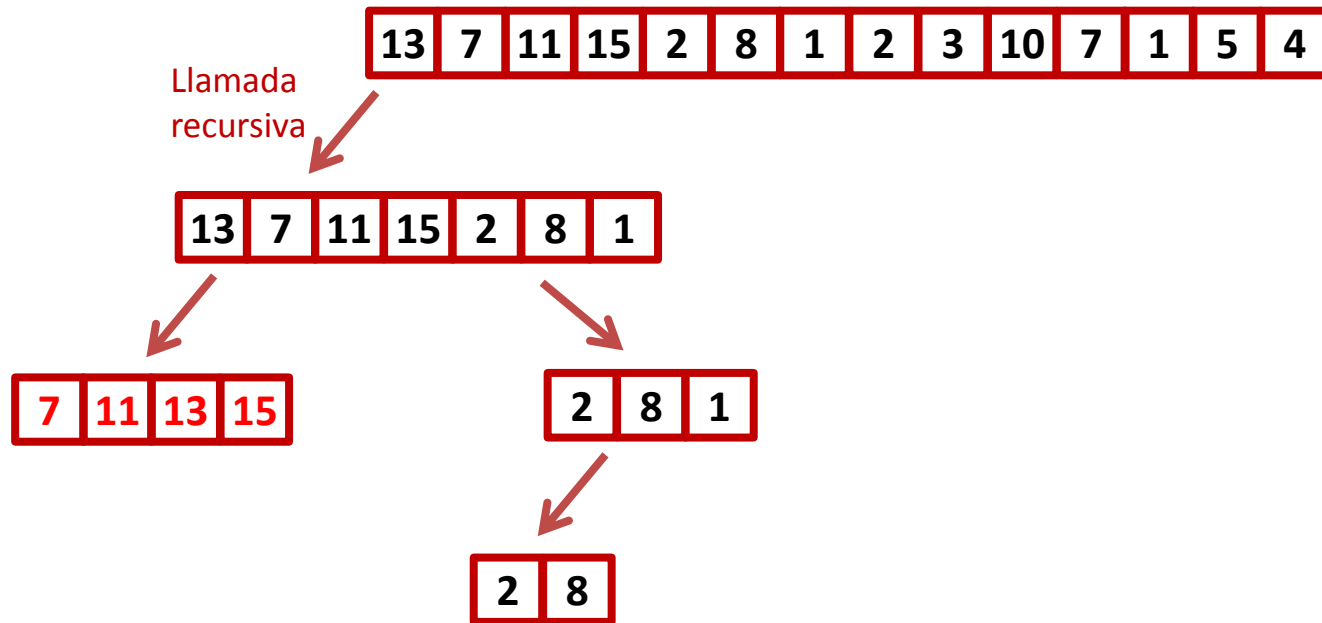
# Ordenación por fusión

- Solución:



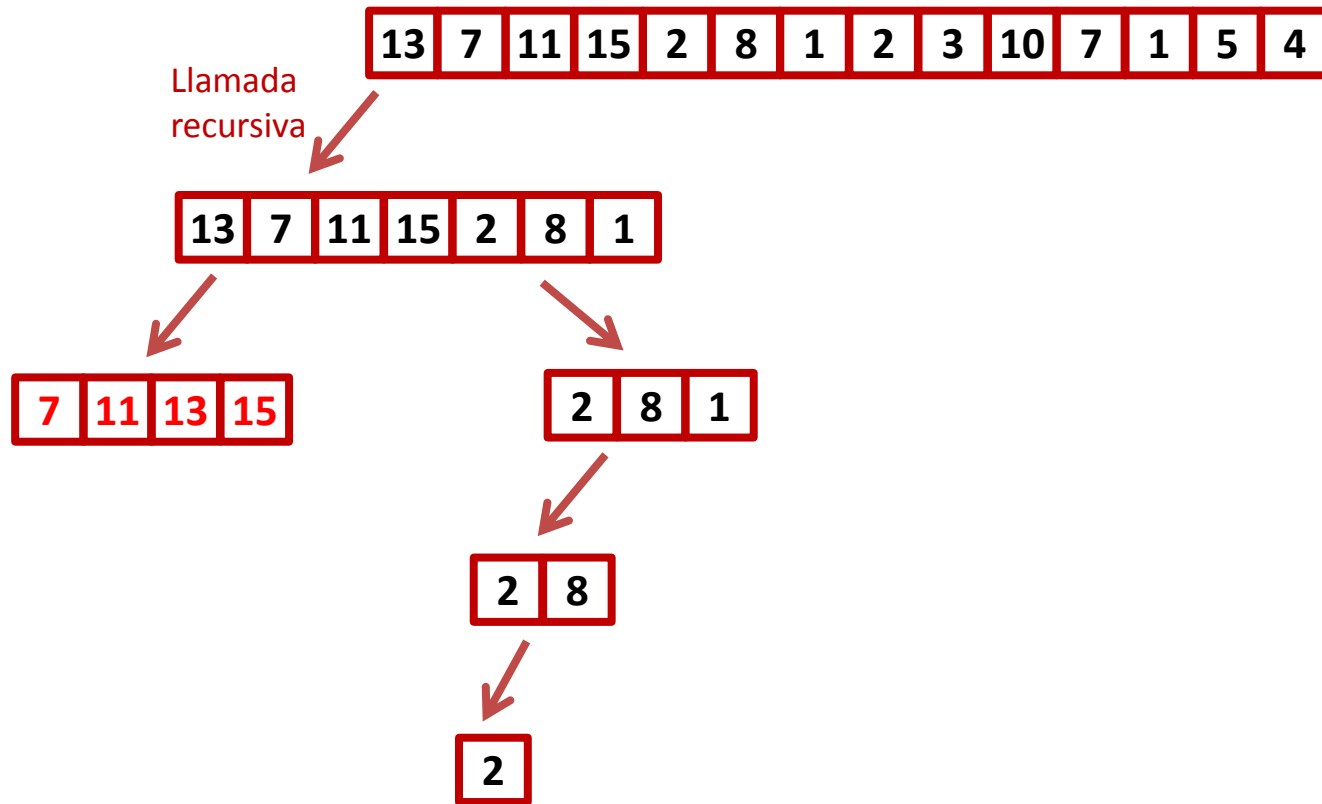
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

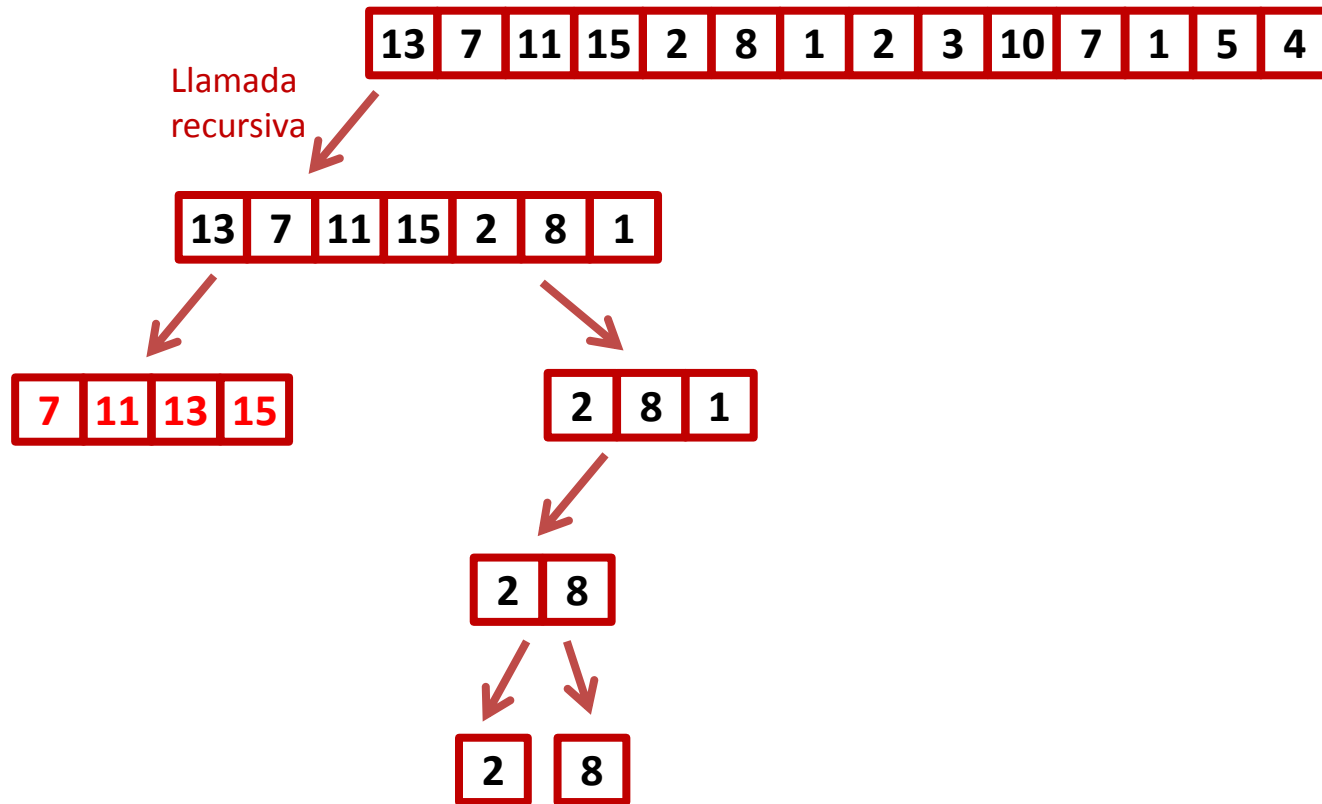
- Solución:





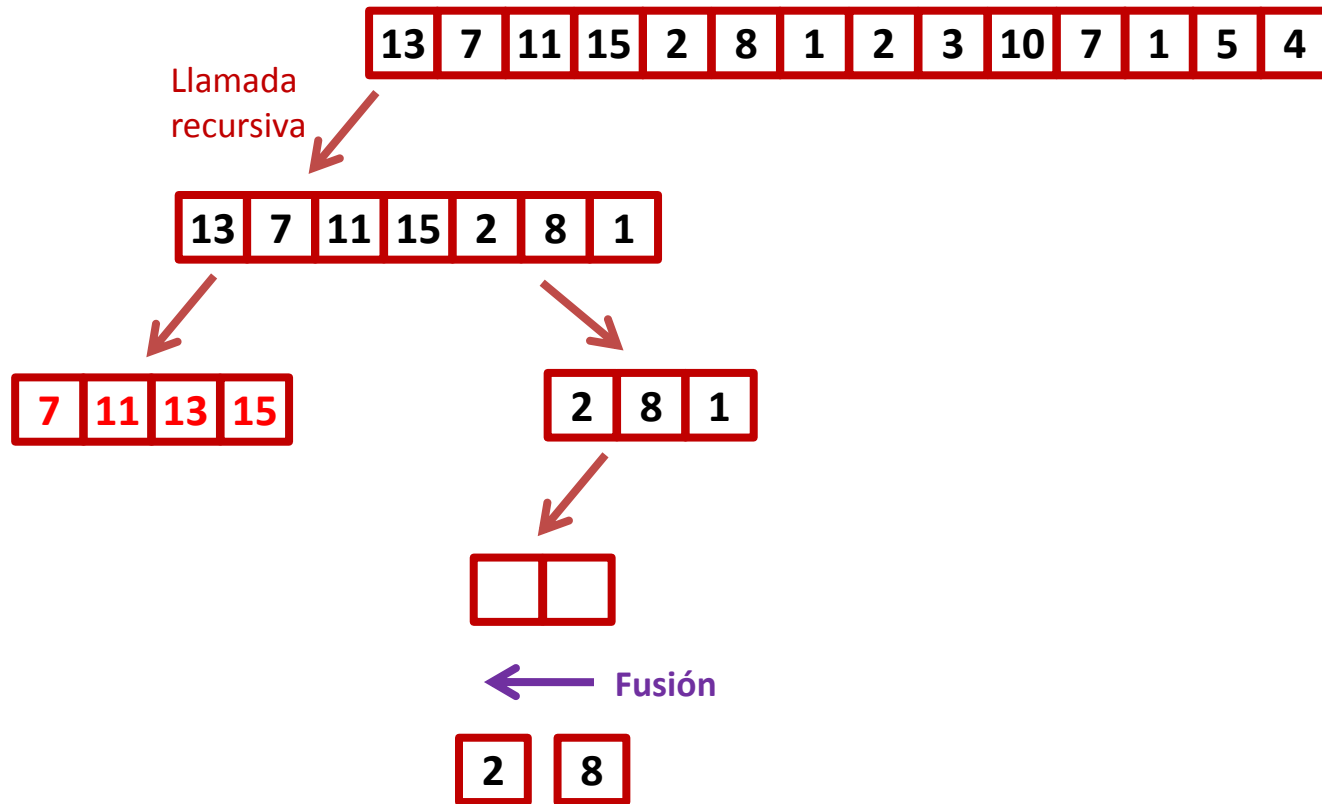
# Ordenación por fusión

- Solución:



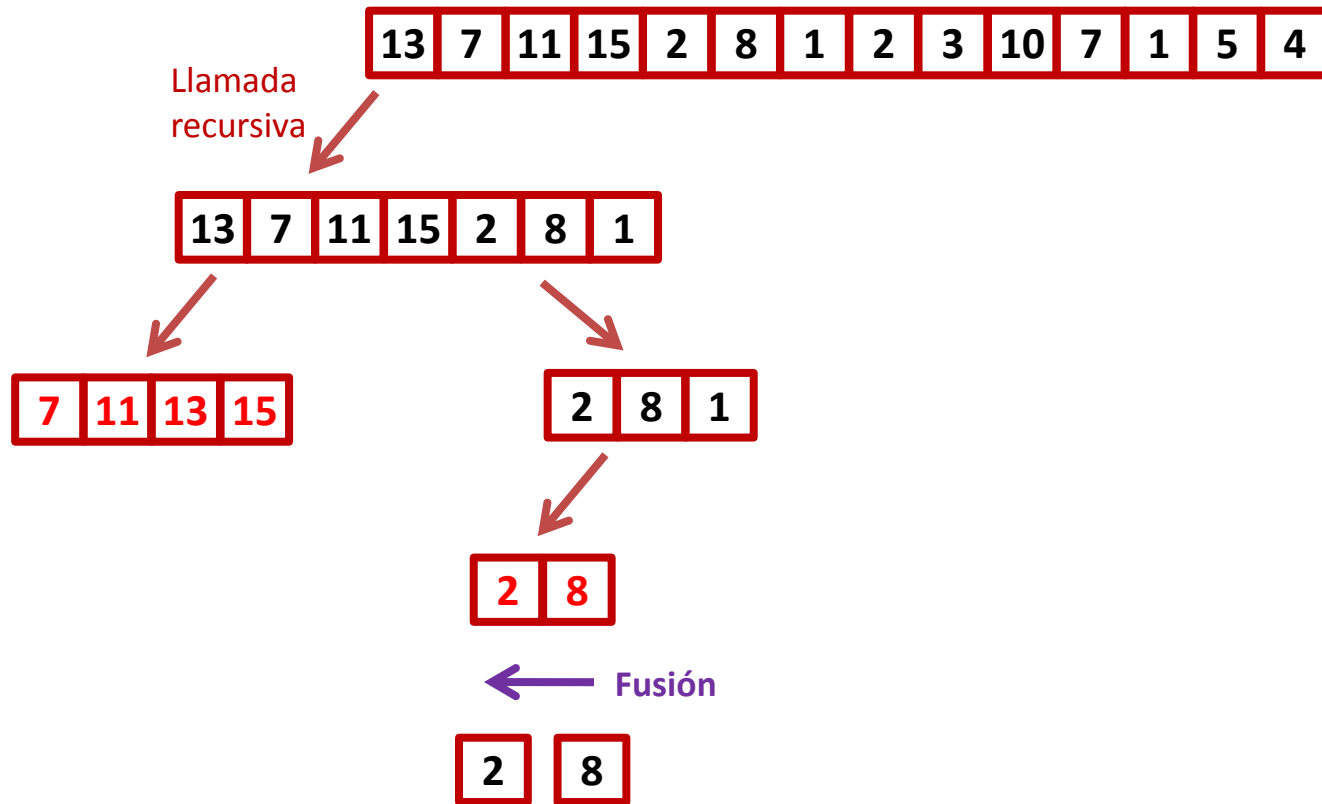
# Ordenación por fusión

- Solución:



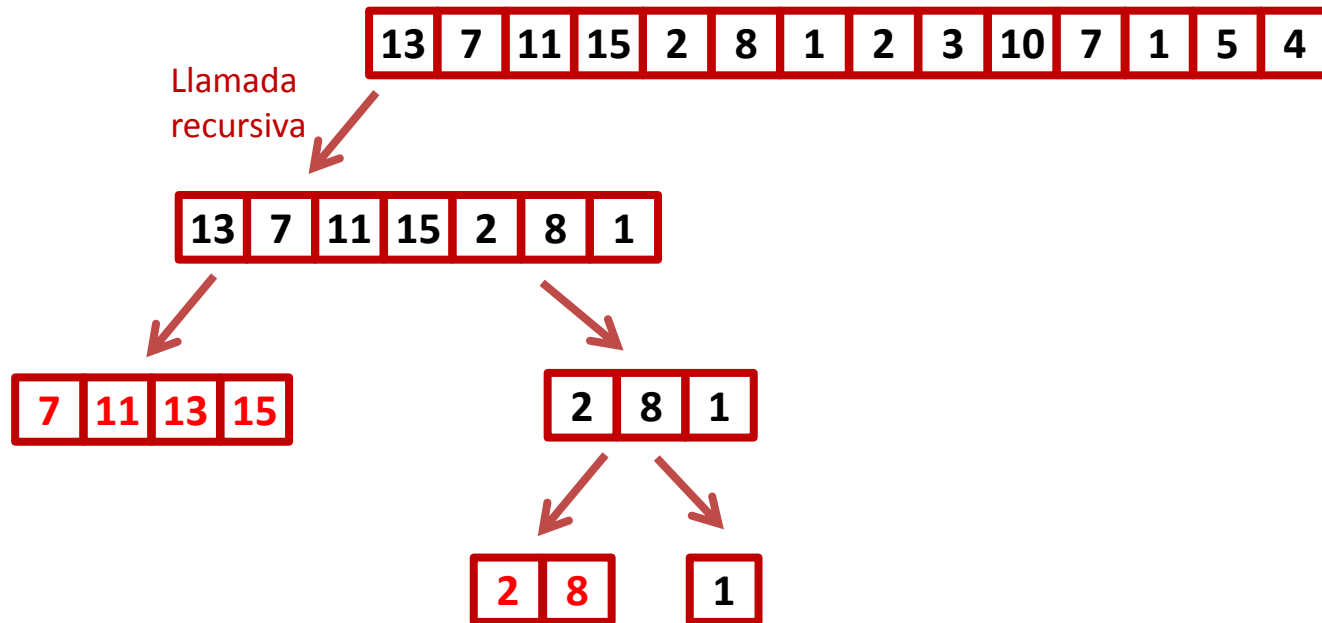
# Ordenación por fusión

- Solución:



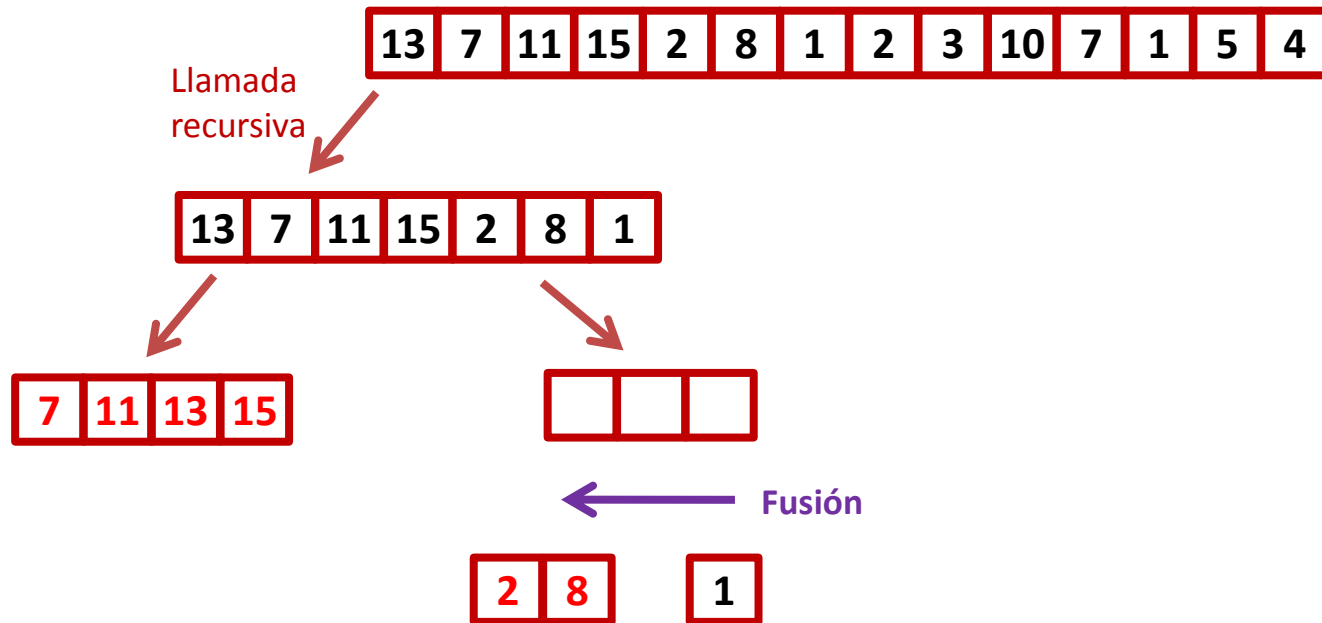
# Ordenación por fusión

- Solución:



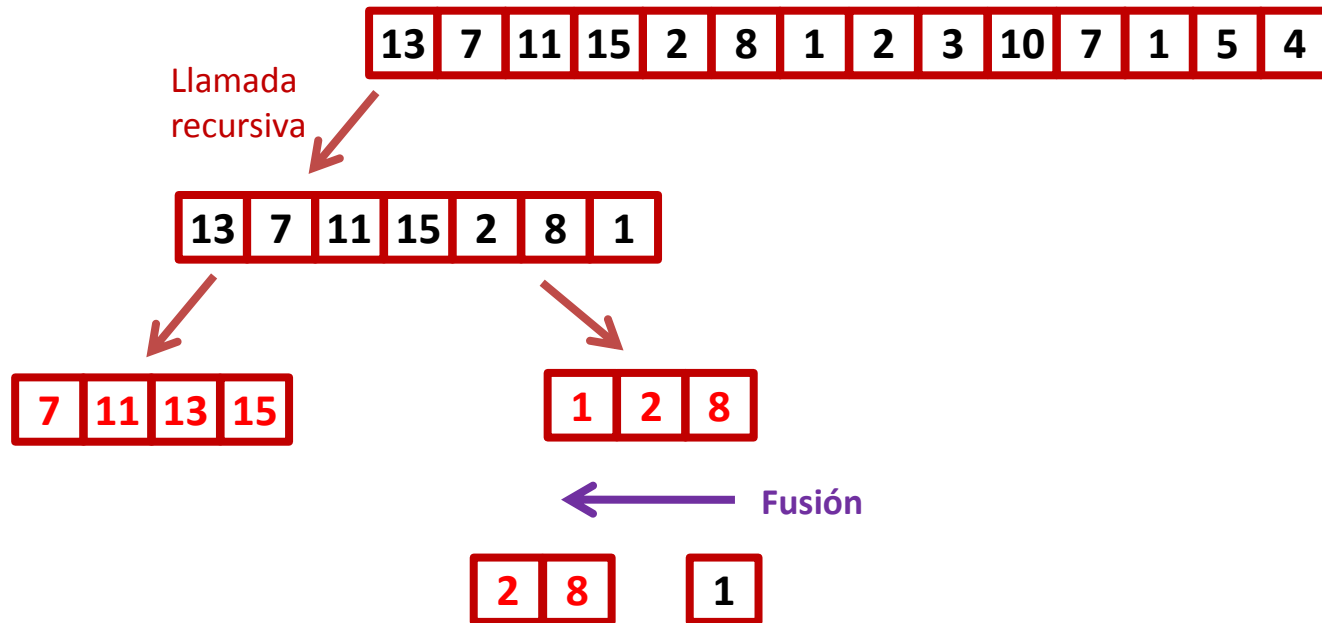
# Ordenación por fusión

- Solución:



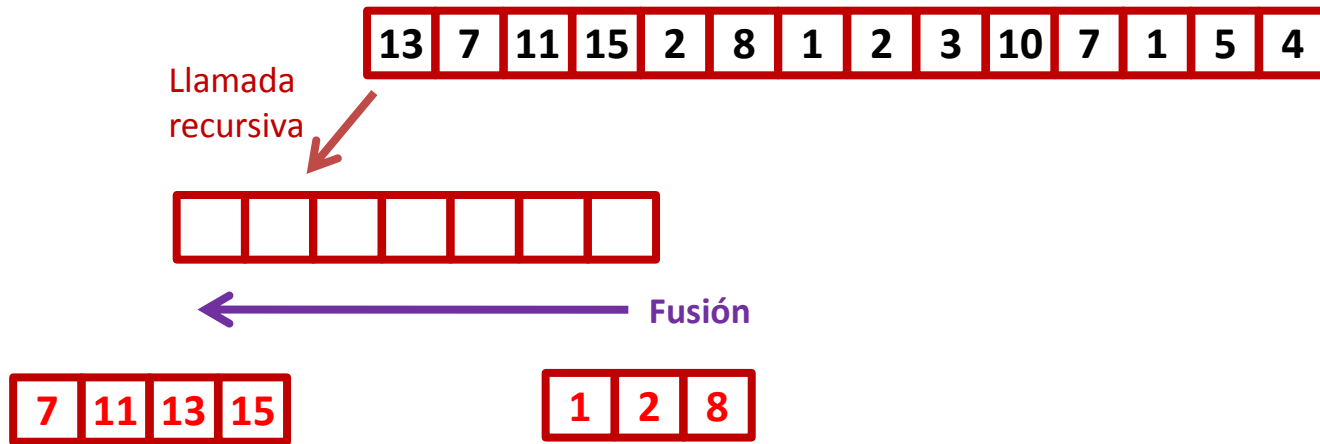
# Ordenación por fusión

- Solución:



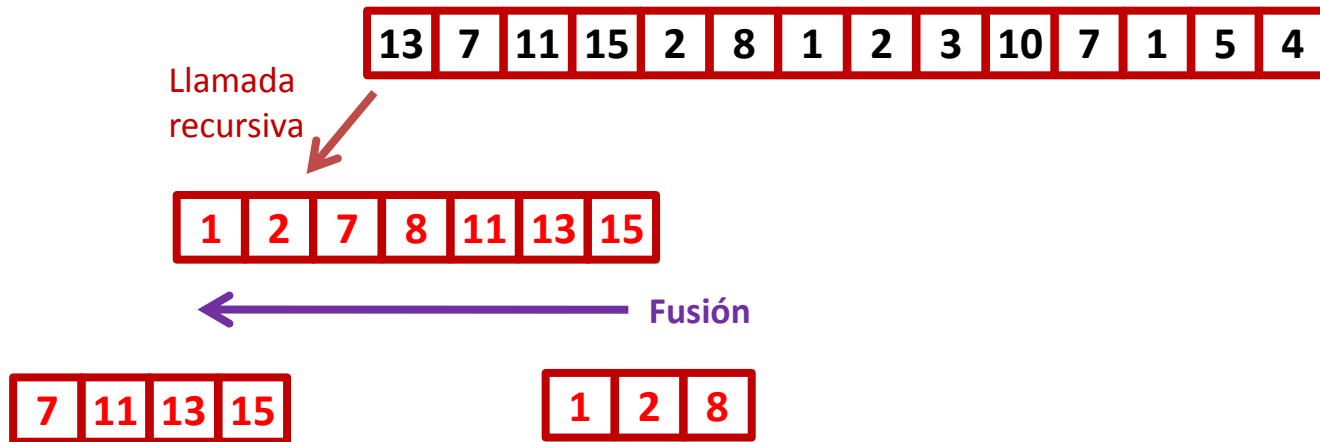
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

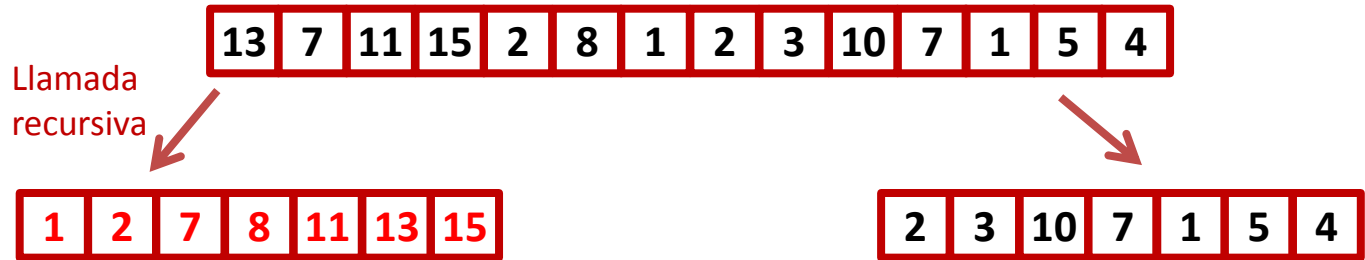
- Solución:





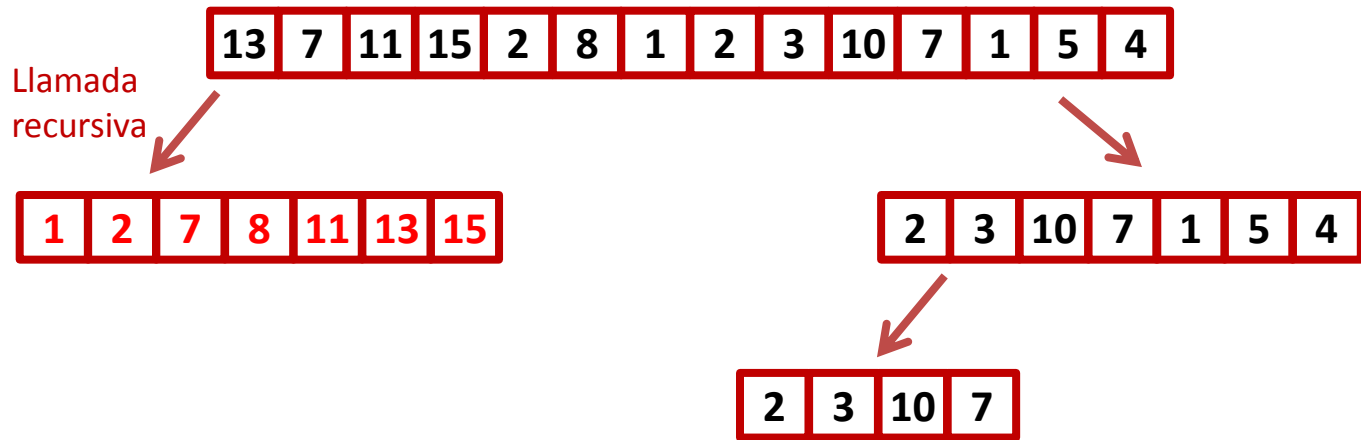
# Ordenación por fusión

- Solución:



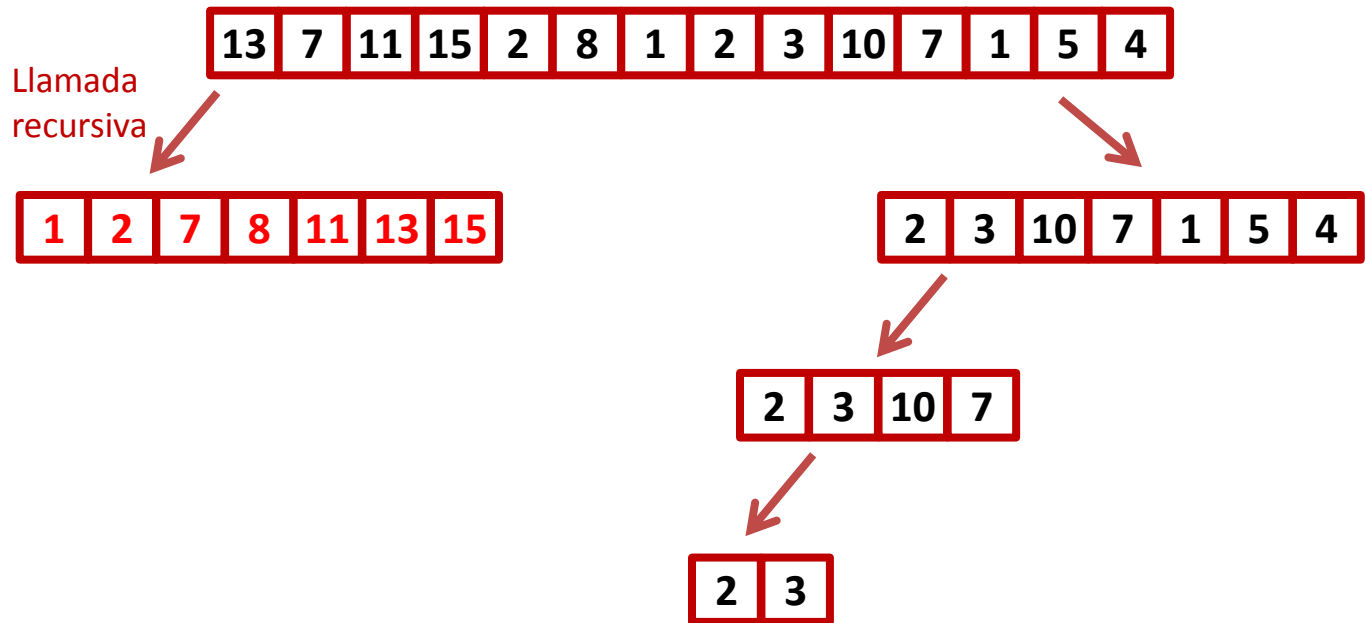
# Ordenación por fusión

- Solución:



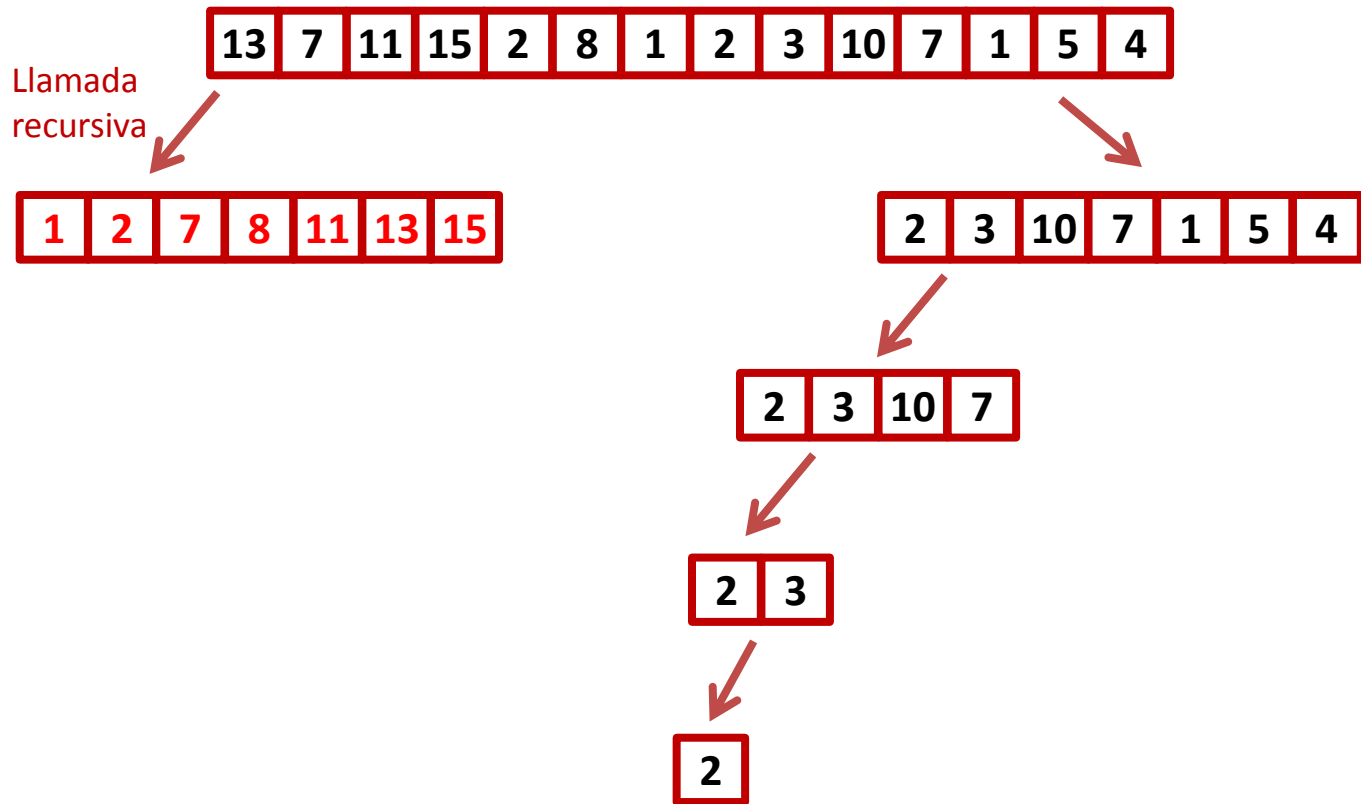
# Ordenación por fusión

- Solución:



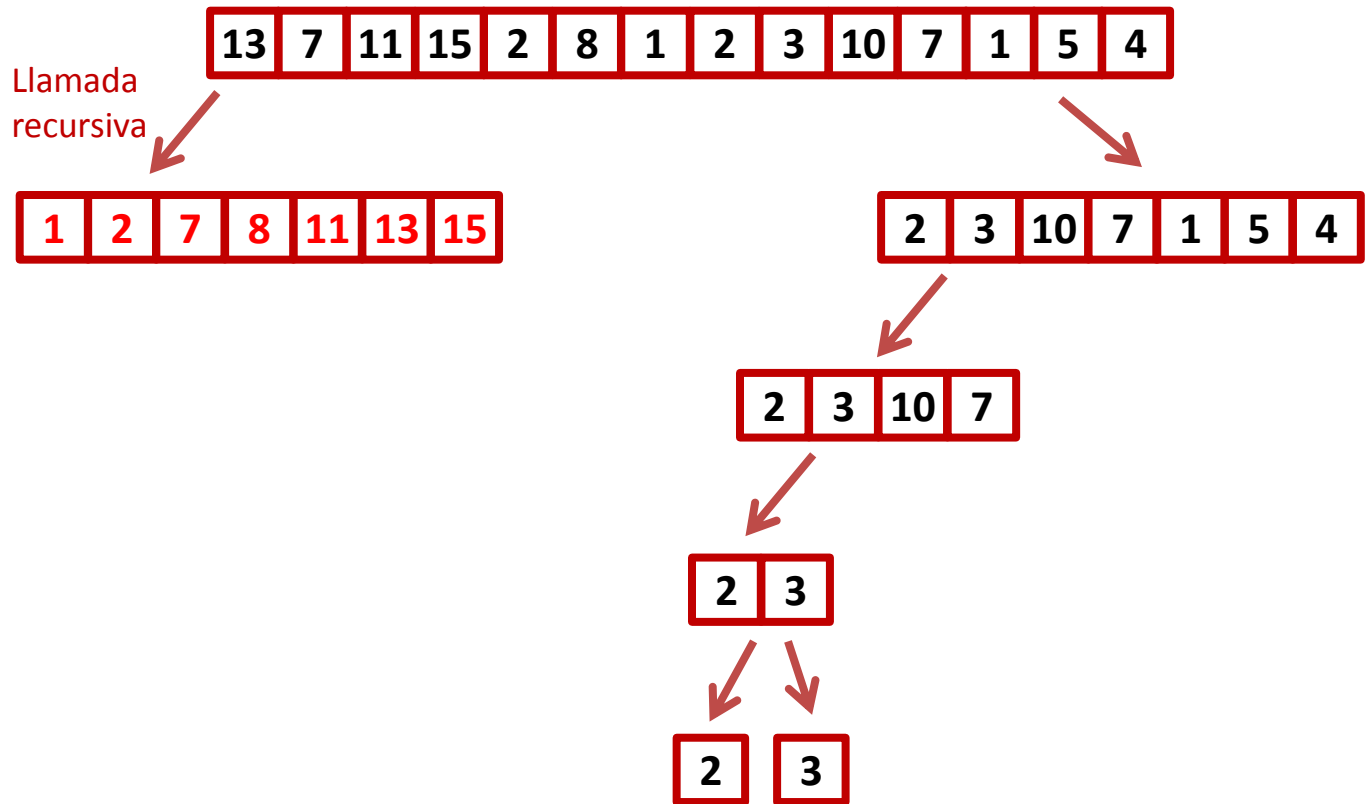
# Ordenación por fusión

- Solución:



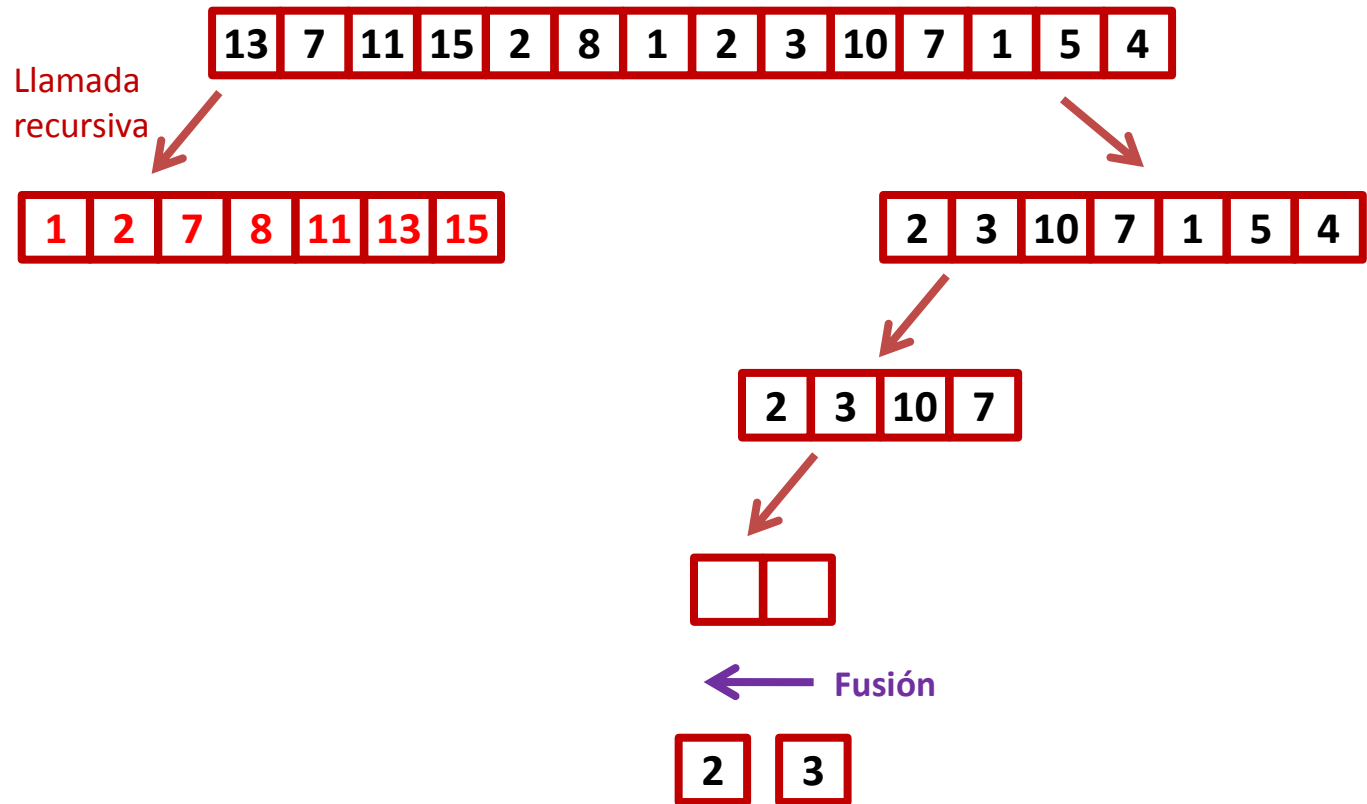
# Ordenación por fusión

- Solución:



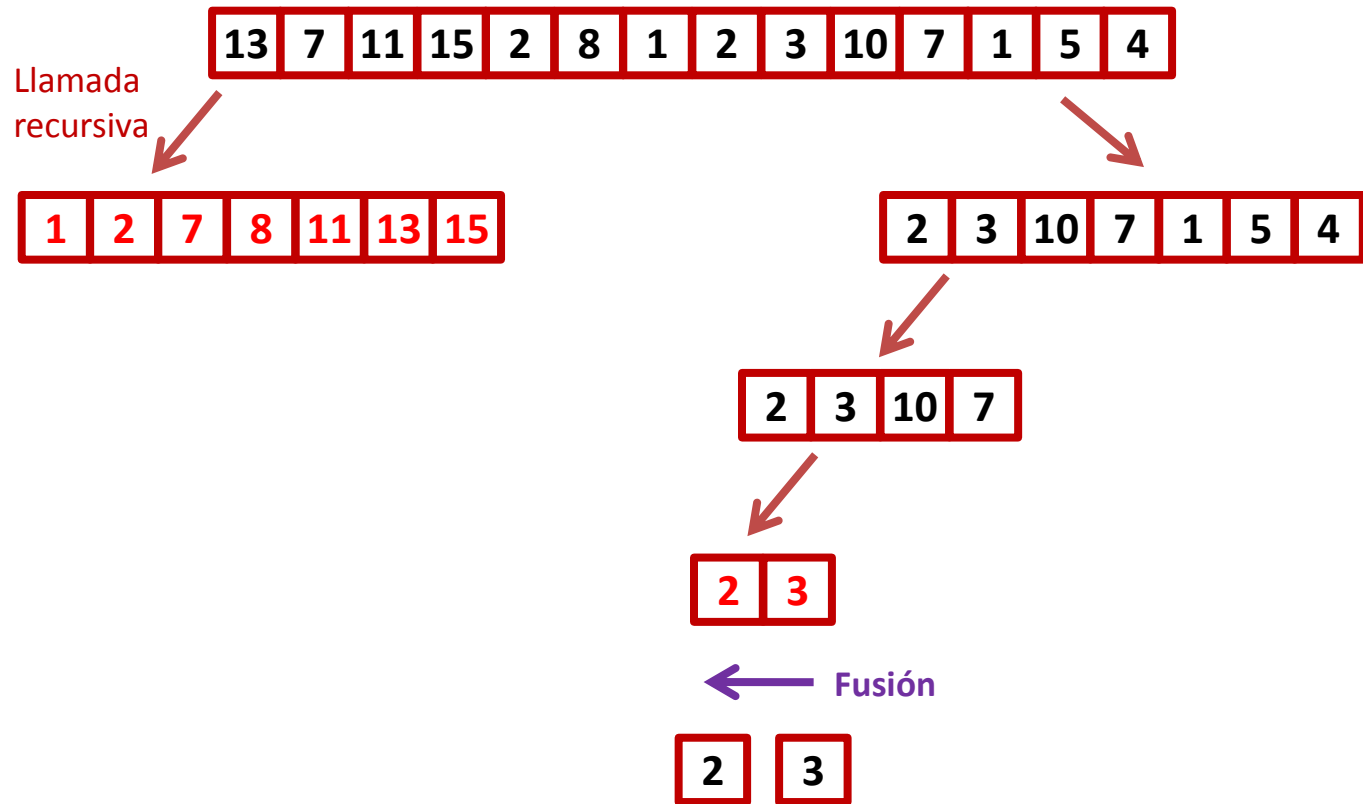
# Ordenación por fusión

- Solución:



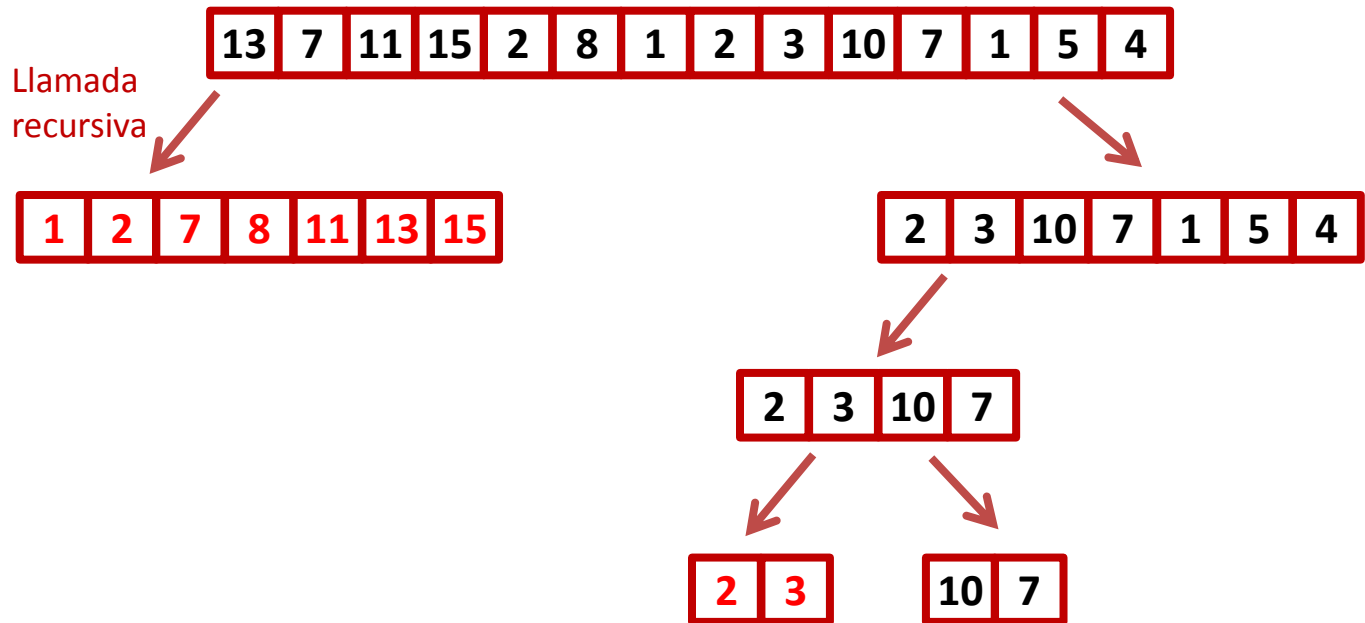
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

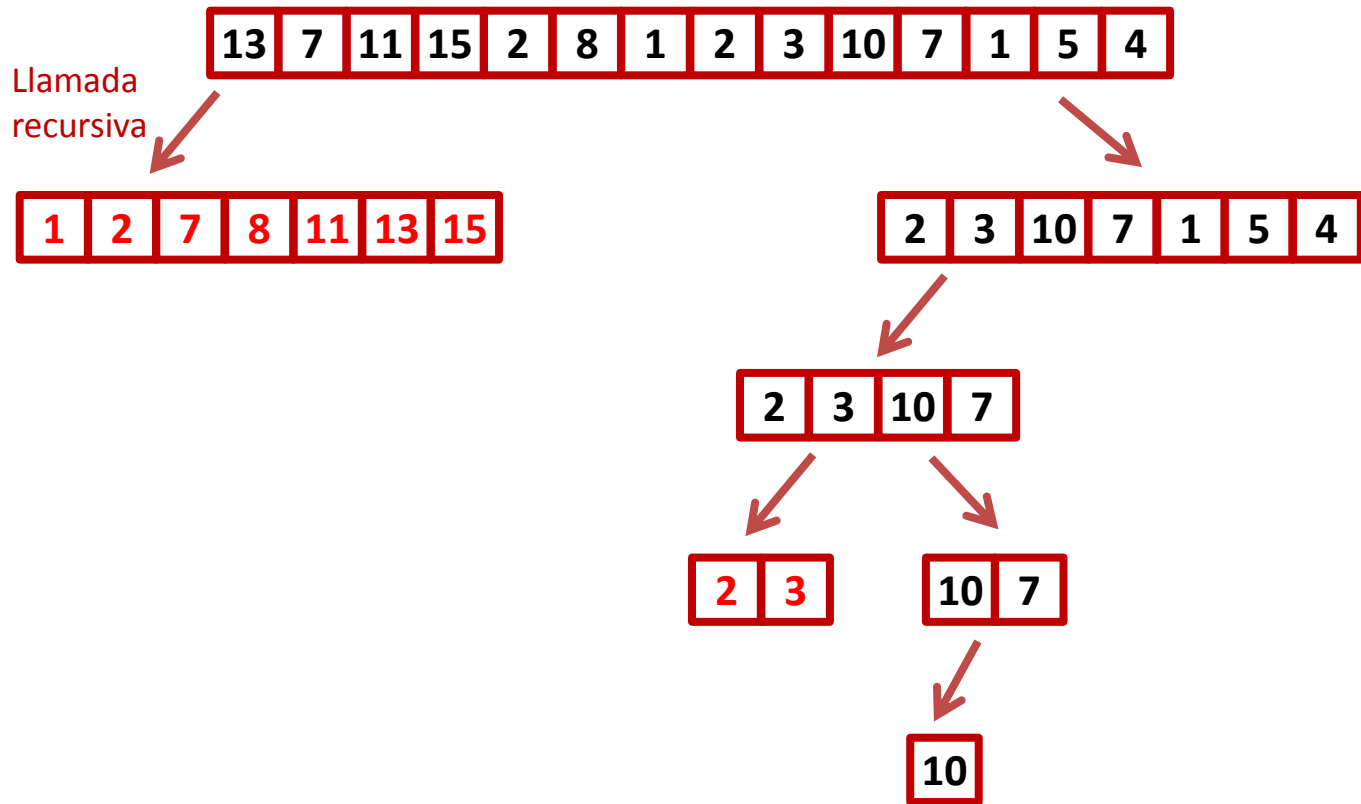
- Solución:





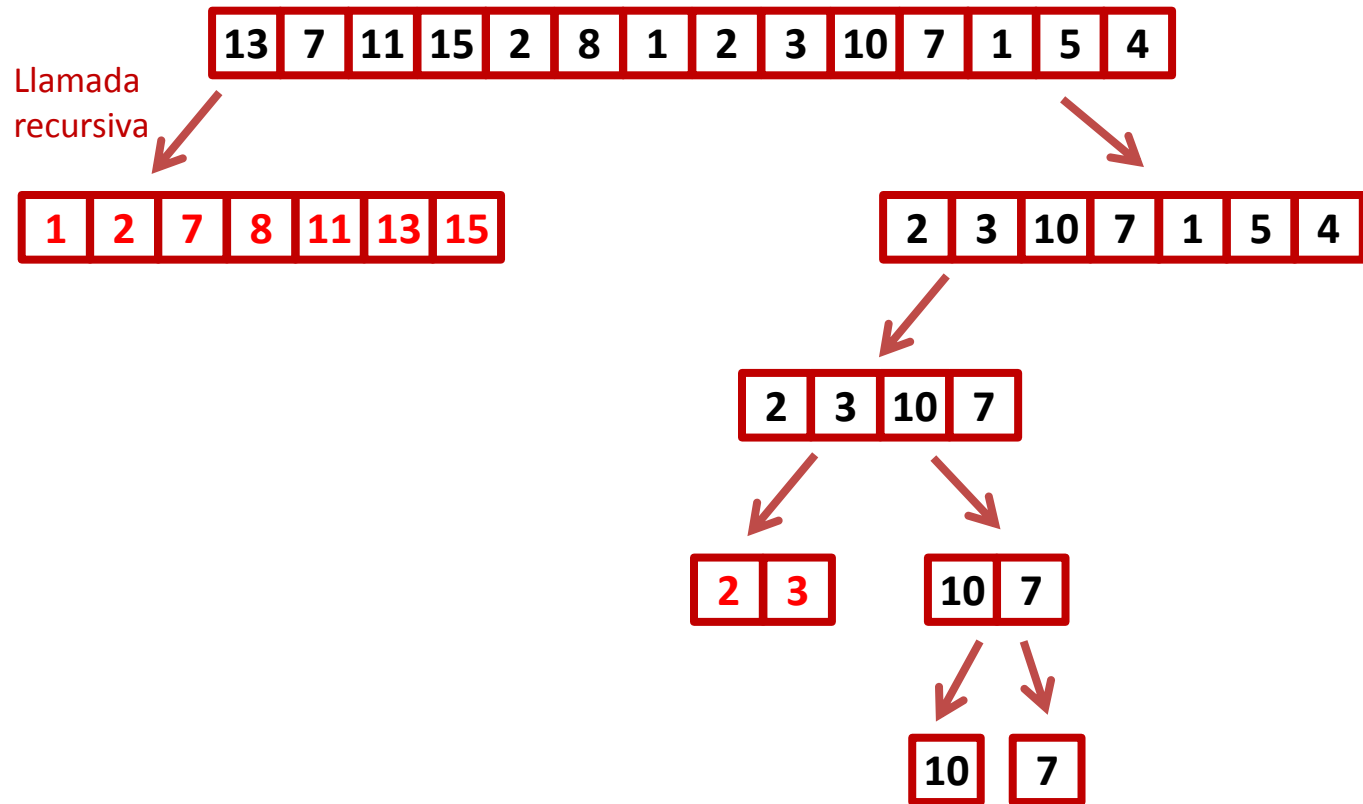
# Ordenación por fusión

- Solución:



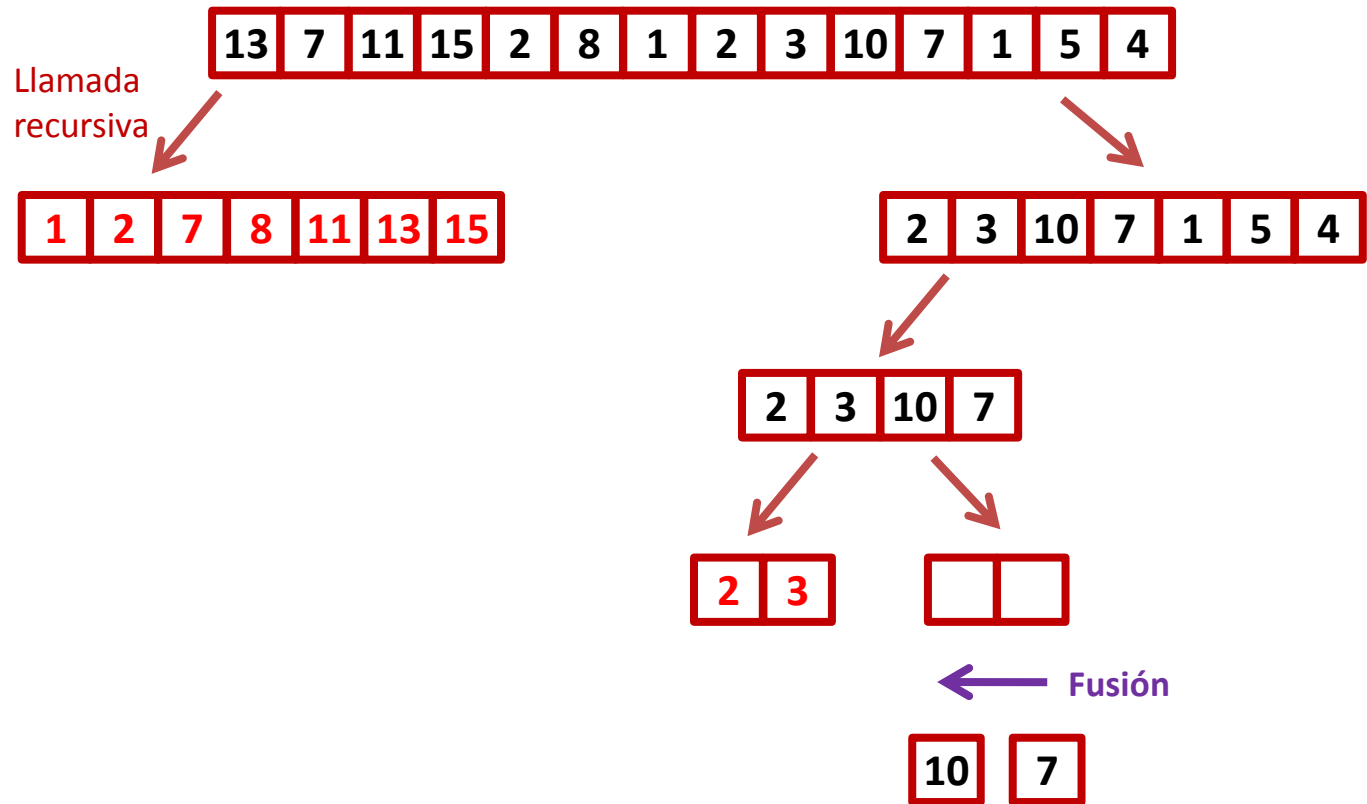
# Ordenación por fusión

- Solución:



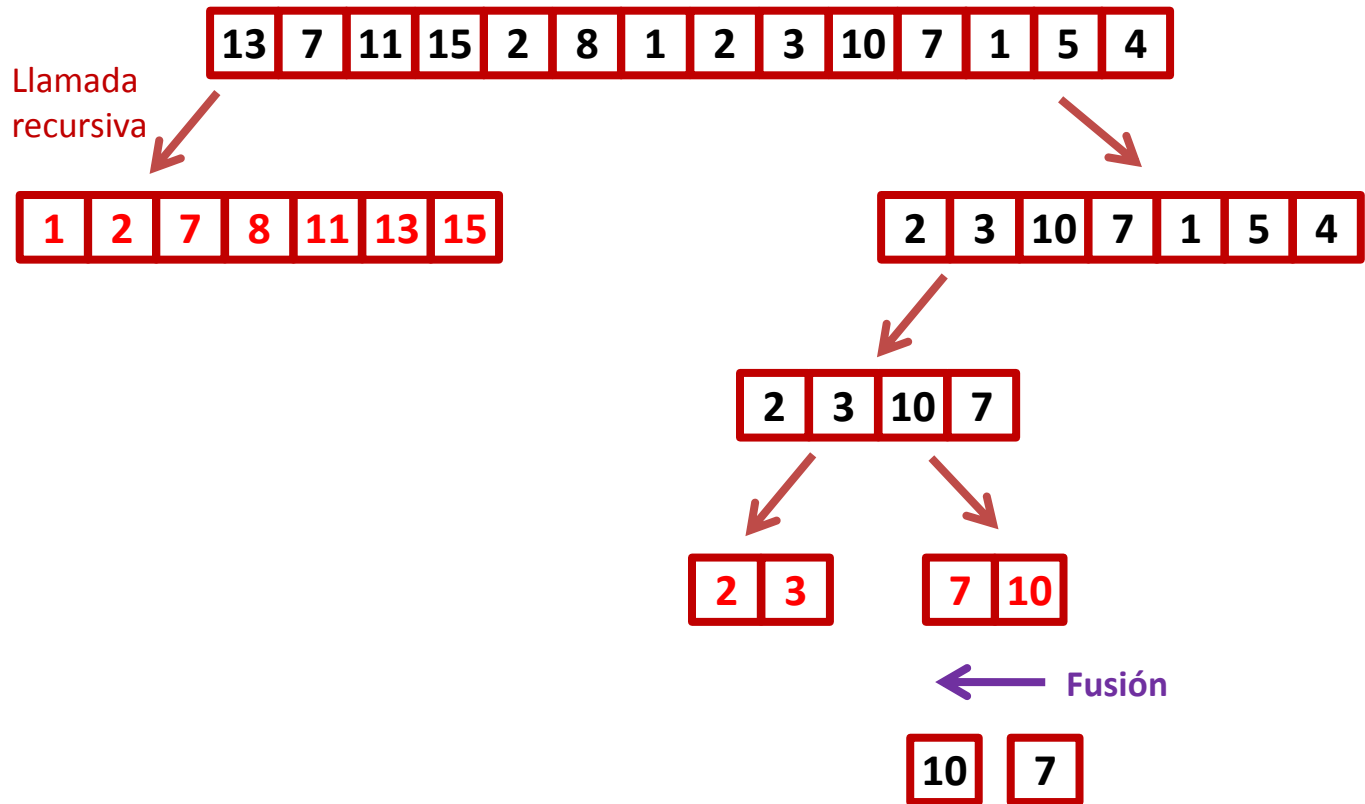
# Ordenación por fusión

- Solución:



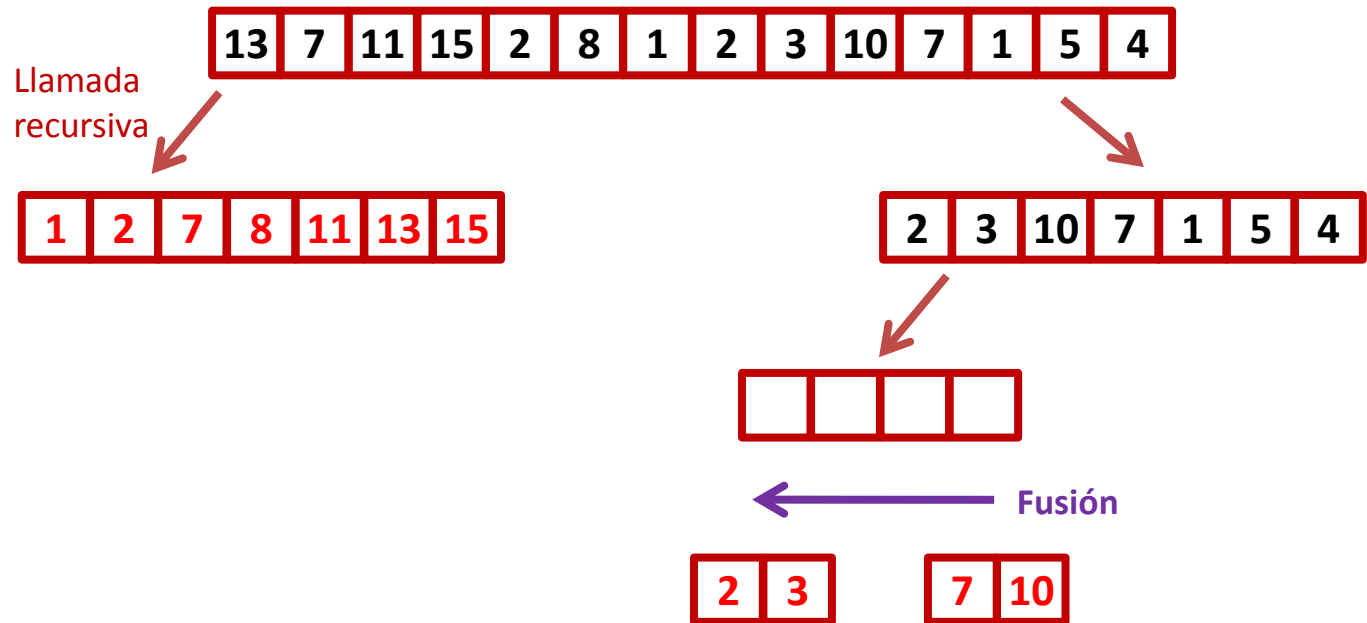
# Ordenación por fusión

- Solución:



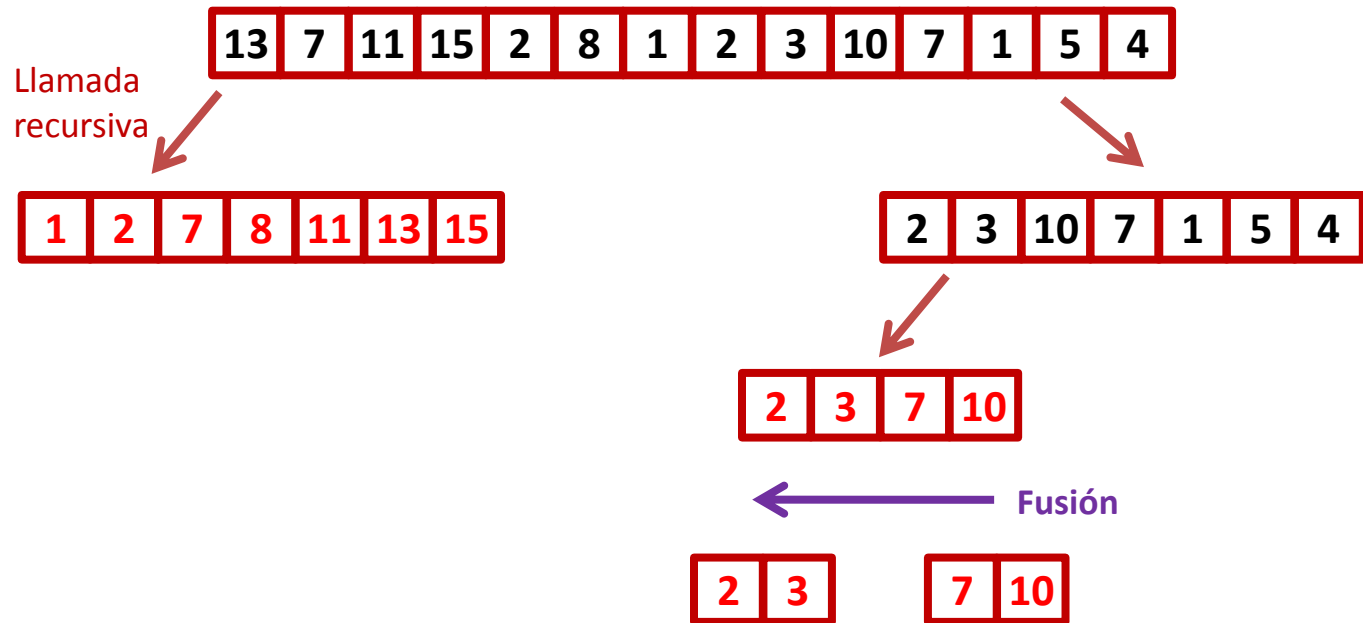
# Ordenación por fusión

- Solución:



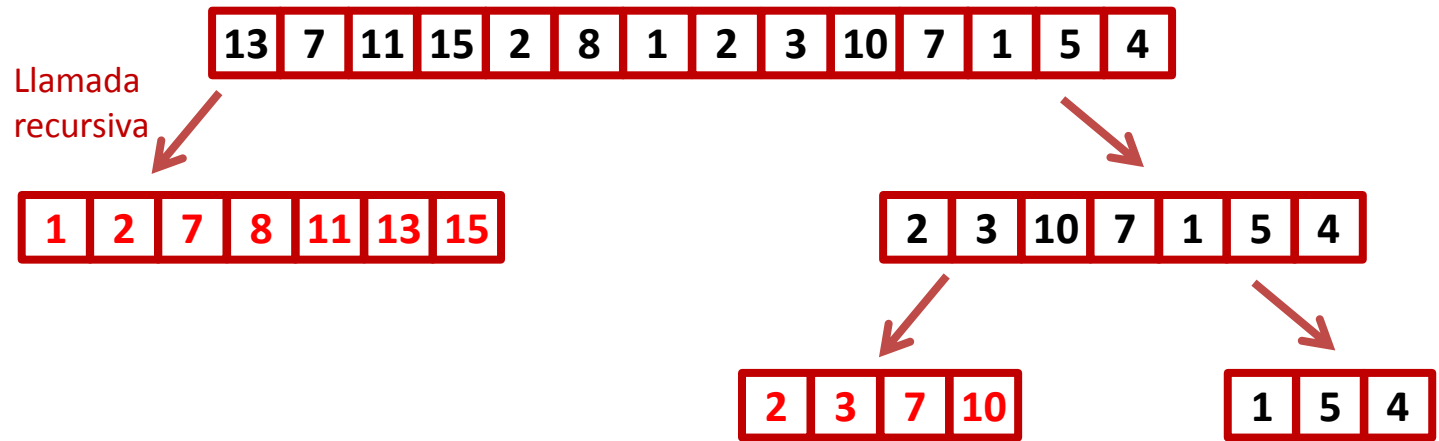
# Ordenación por fusión

- Solución:



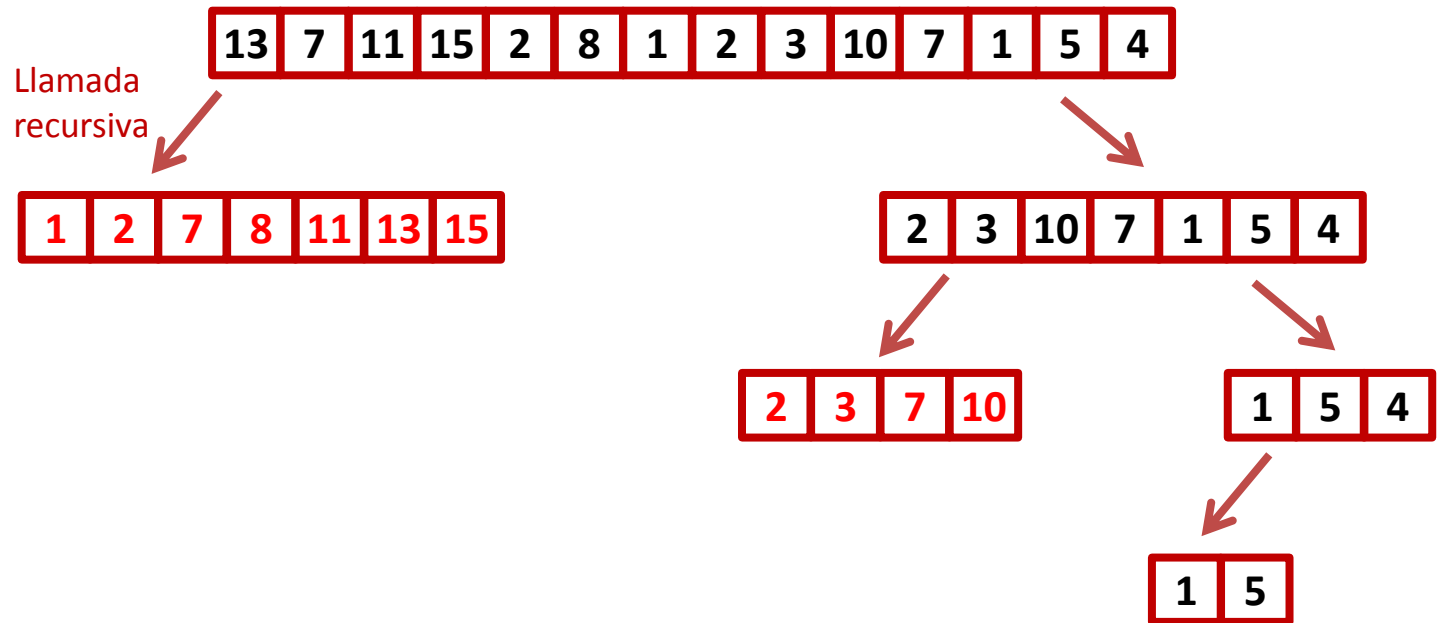
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

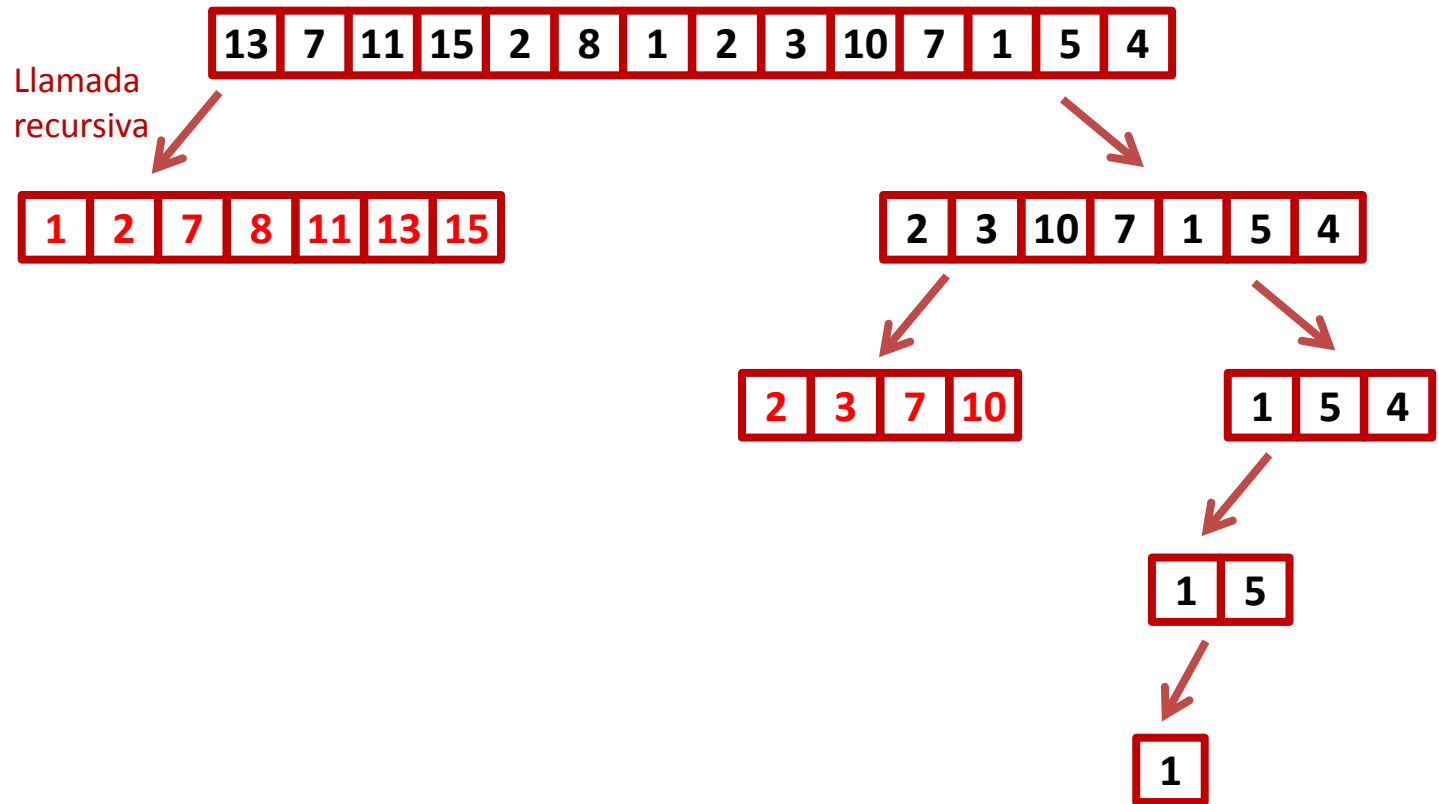
- Solución:





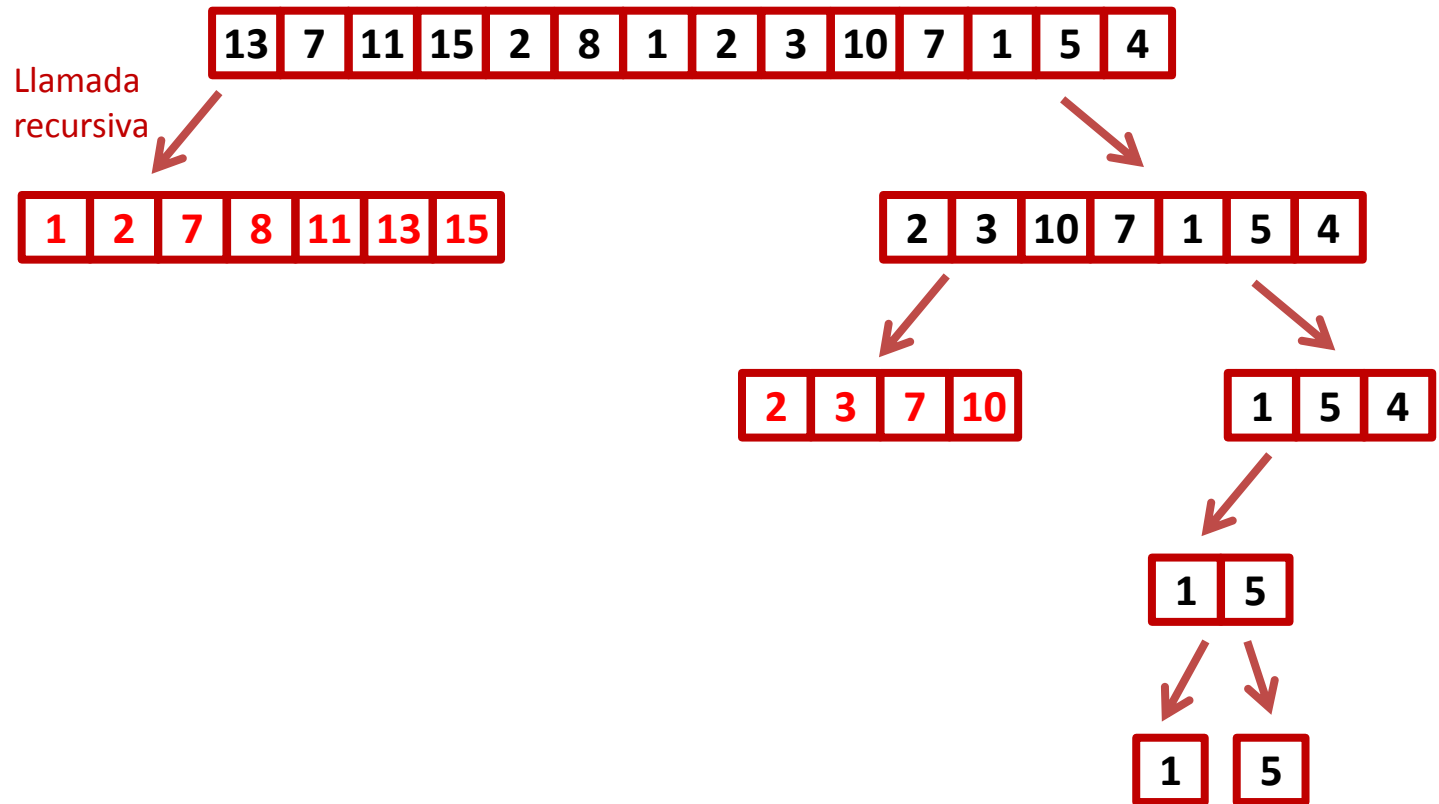
# Ordenación por fusión

- Solución:



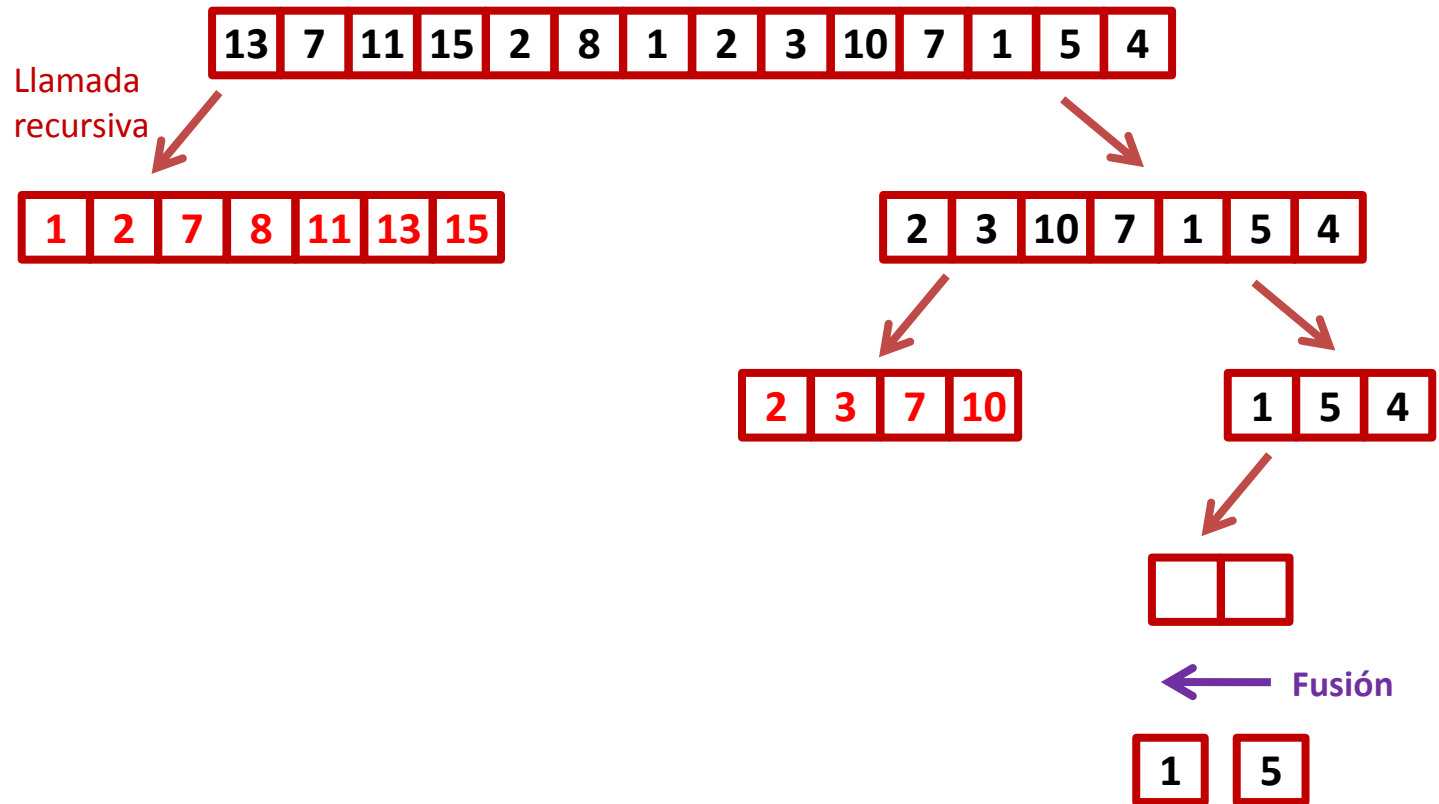
# Ordenación por fusión

- Solución:



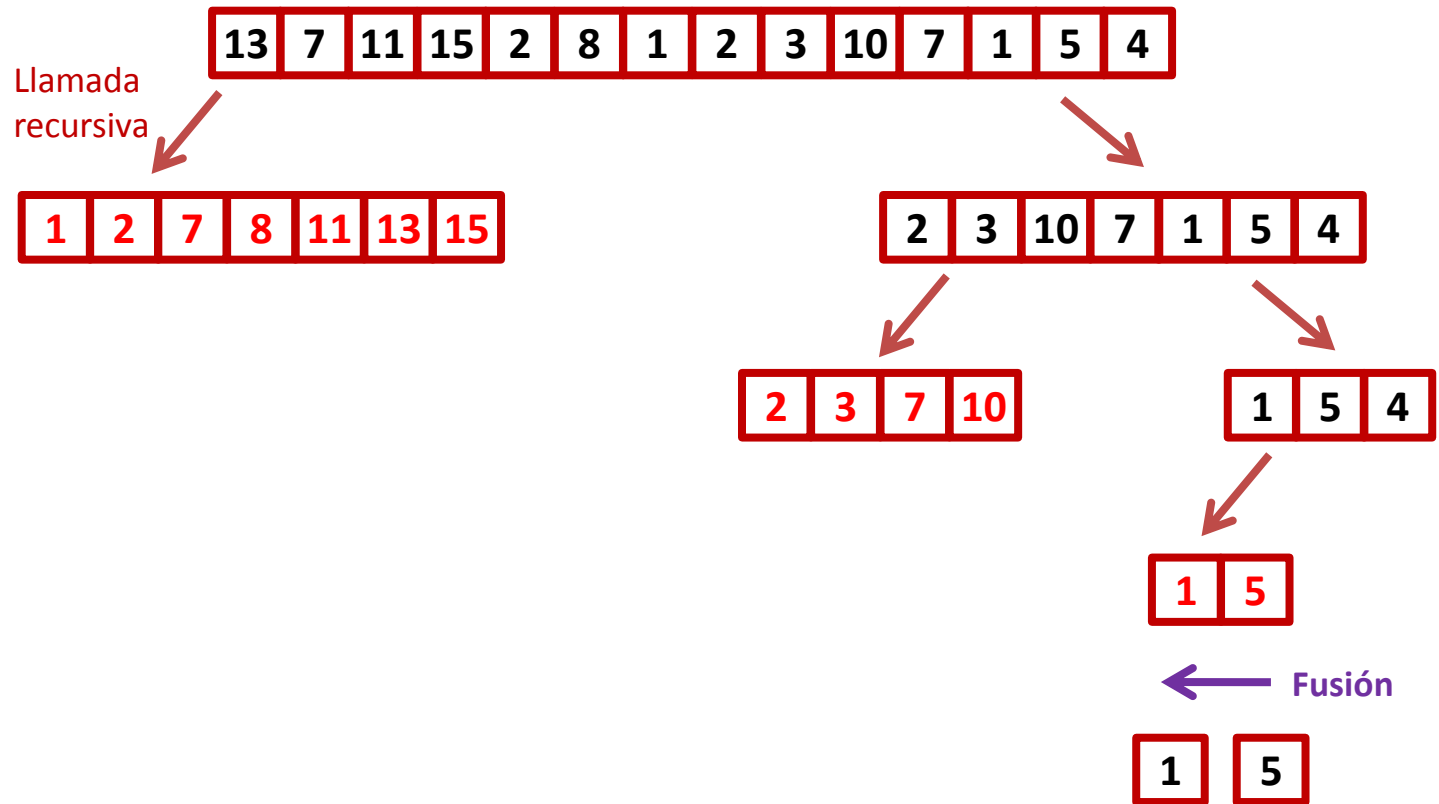
# Ordenación por fusión

- Solución:



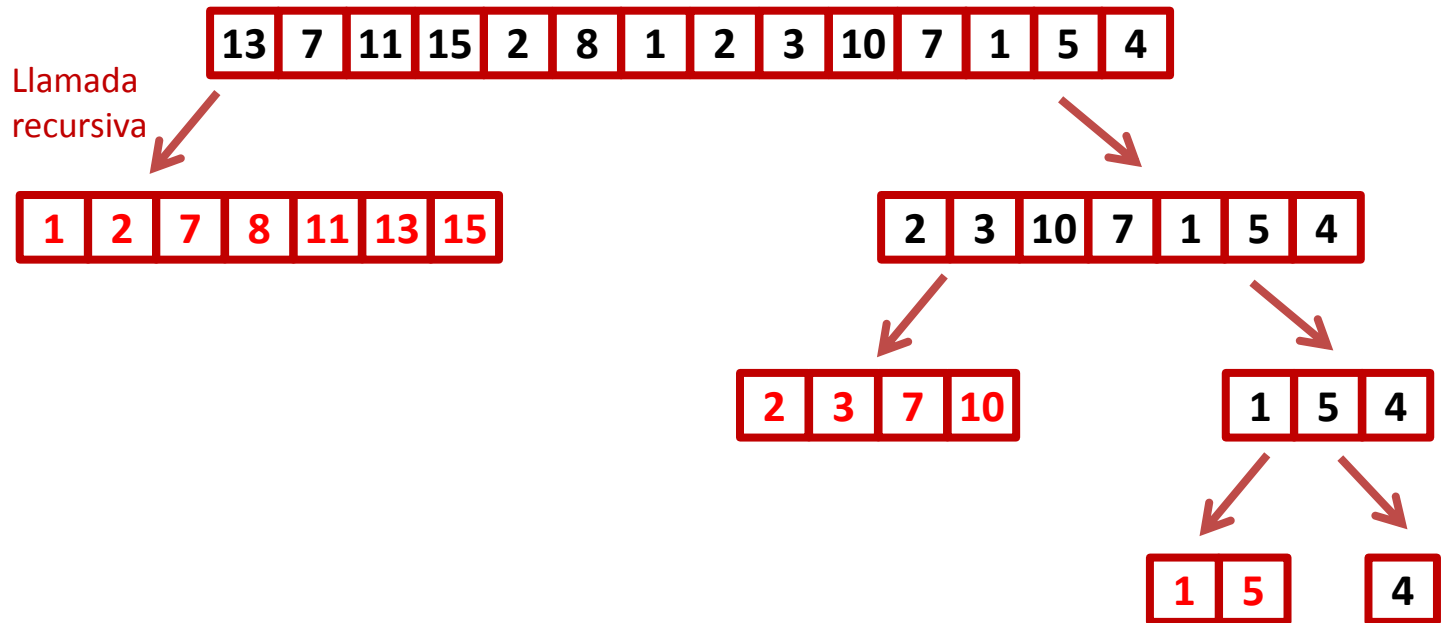
# Ordenación por fusión

- Solución:



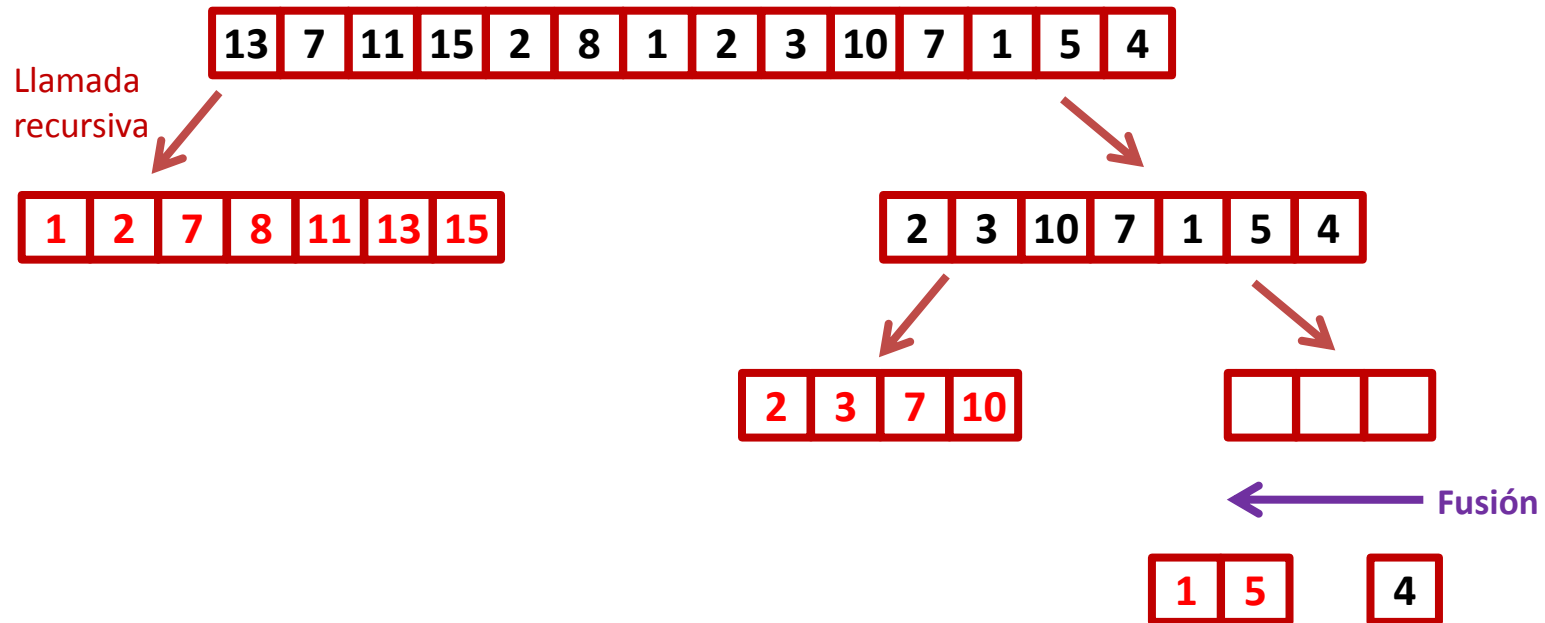
# Ordenación por fusión

- Solución:



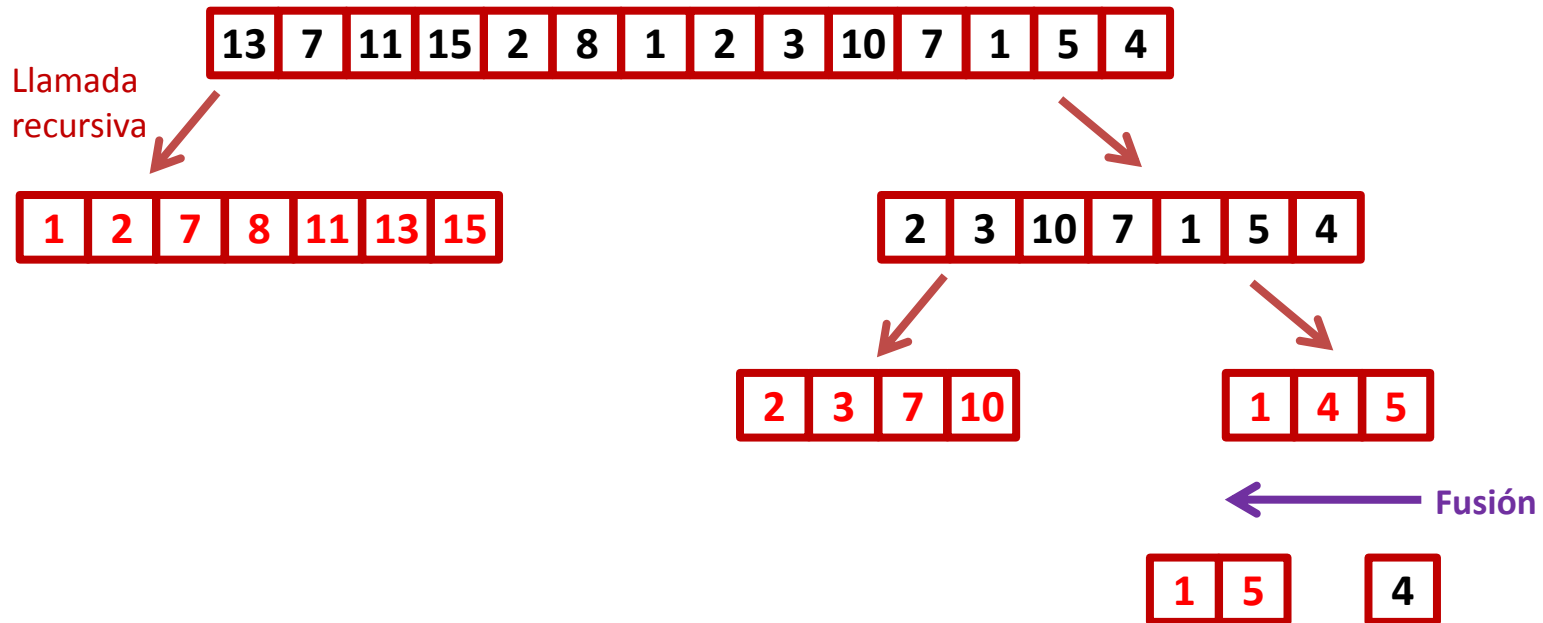
# Ordenación por fusión

- Solución:



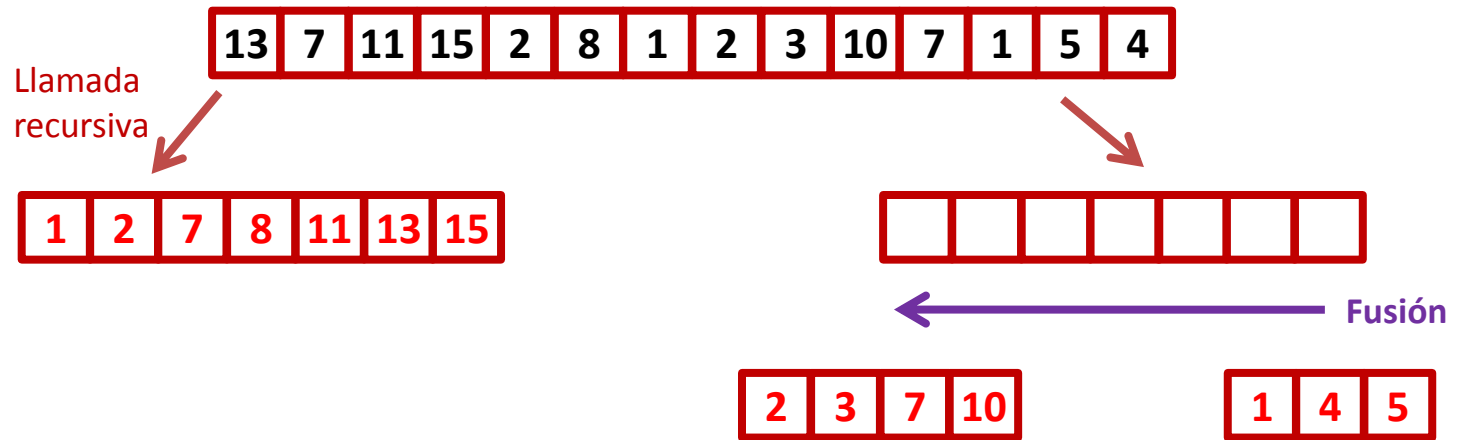
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

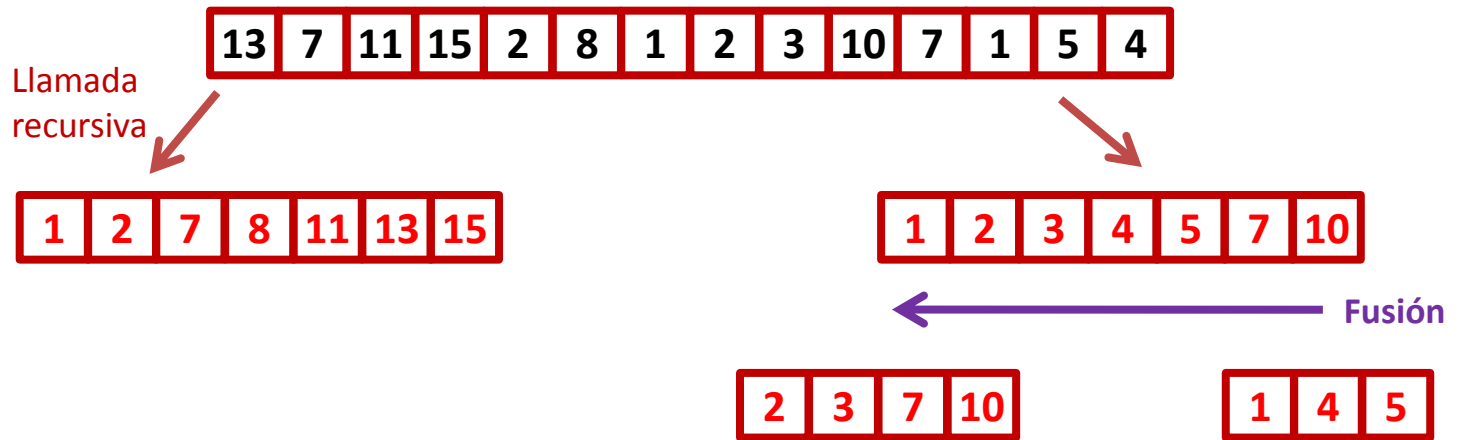
- Solución:





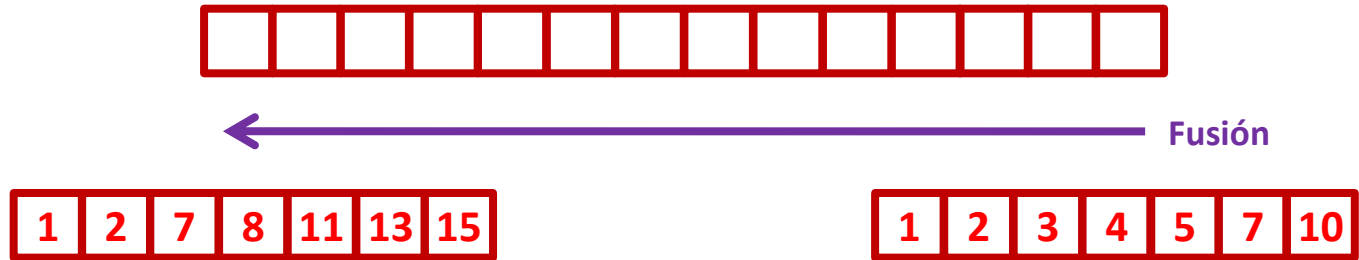
# Ordenación por fusión

- Solución:



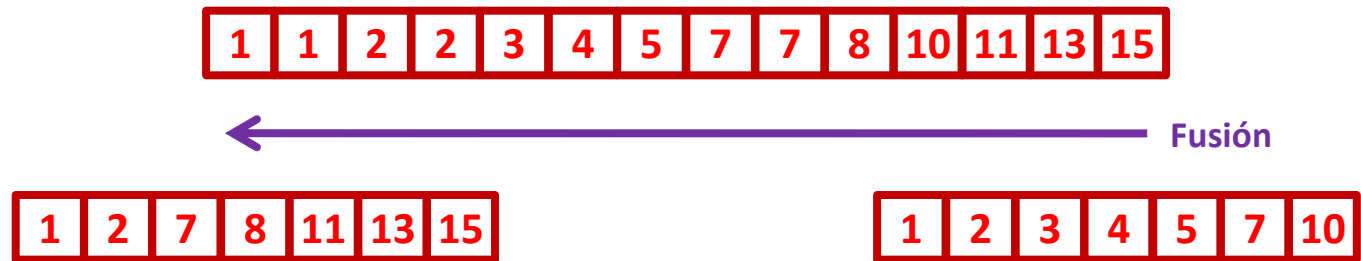
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Ejercicio 2: construir el árbol recursivo que genera el algoritmo por fusión puramente recursivo (umbral = 0) para el siguiente vector de datos.

15	10	3	6	7	7	8	1	4	9	11	5
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---

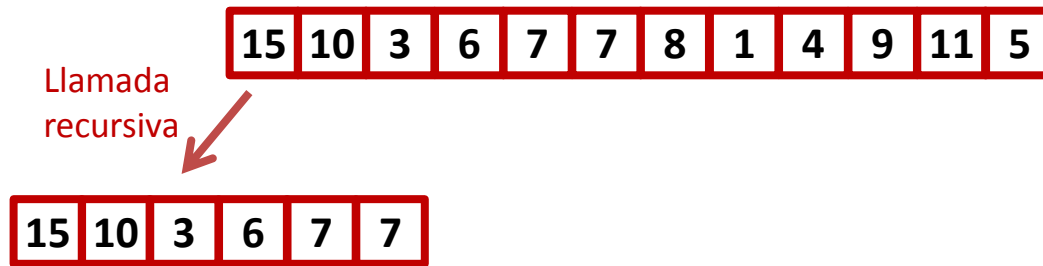
# Ordenación por fusión

- Solución:

15	10	3	6	7	7	8	1	4	9	11	5
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---

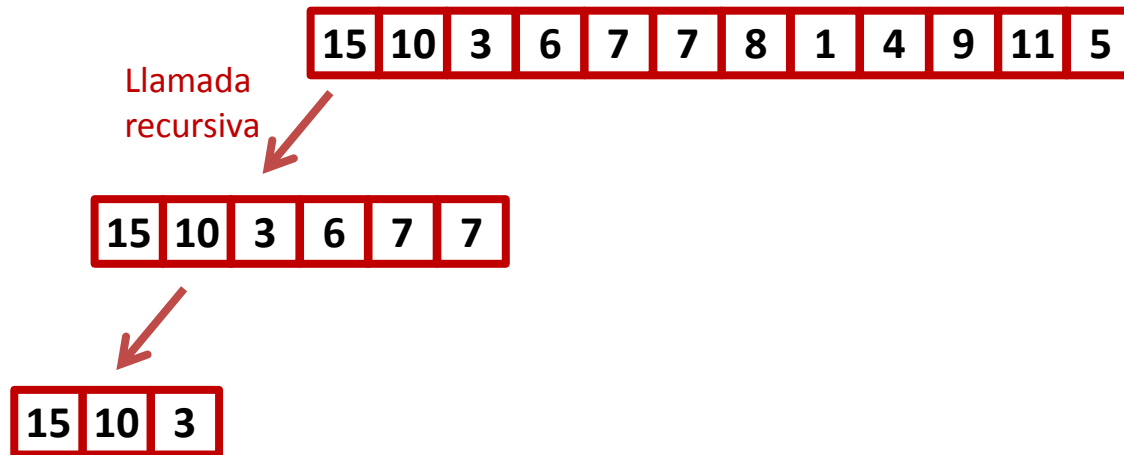
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

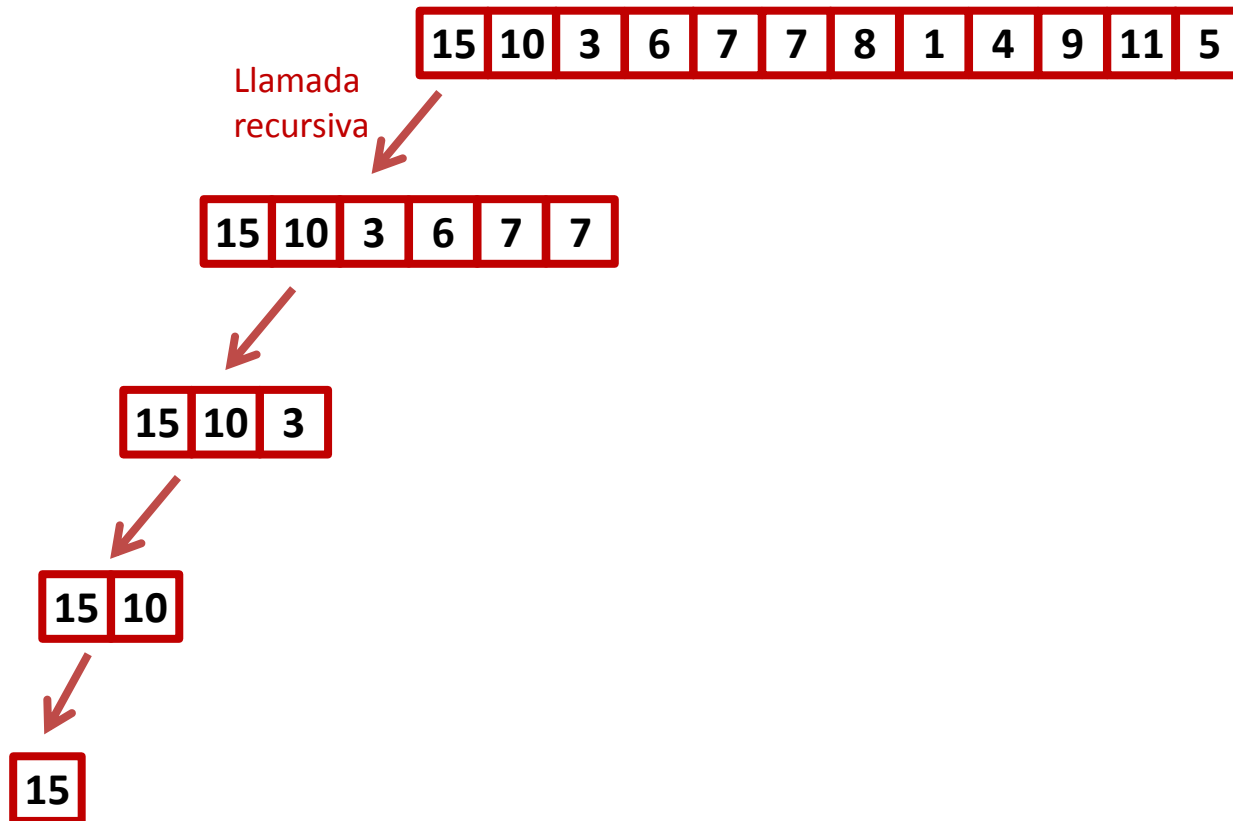
- Solución:





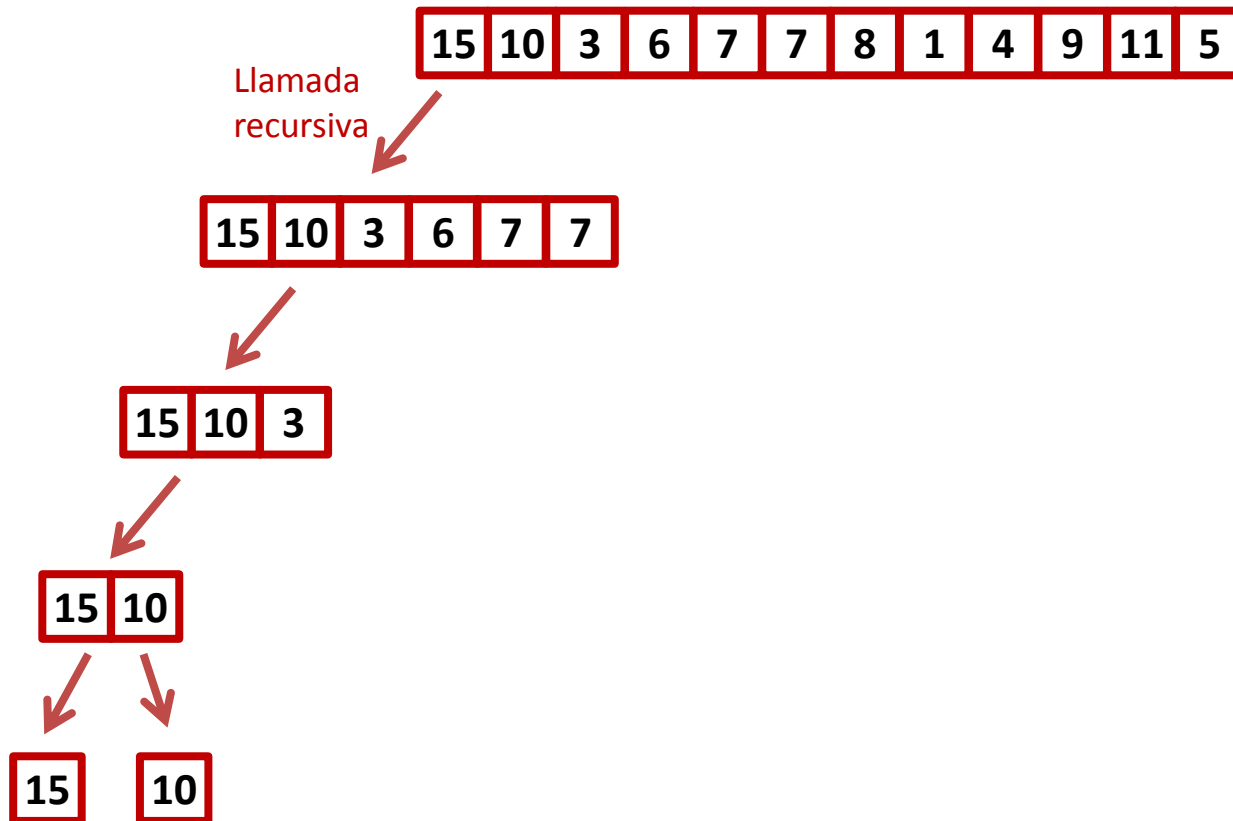
# Ordenación por fusión

- Solución:



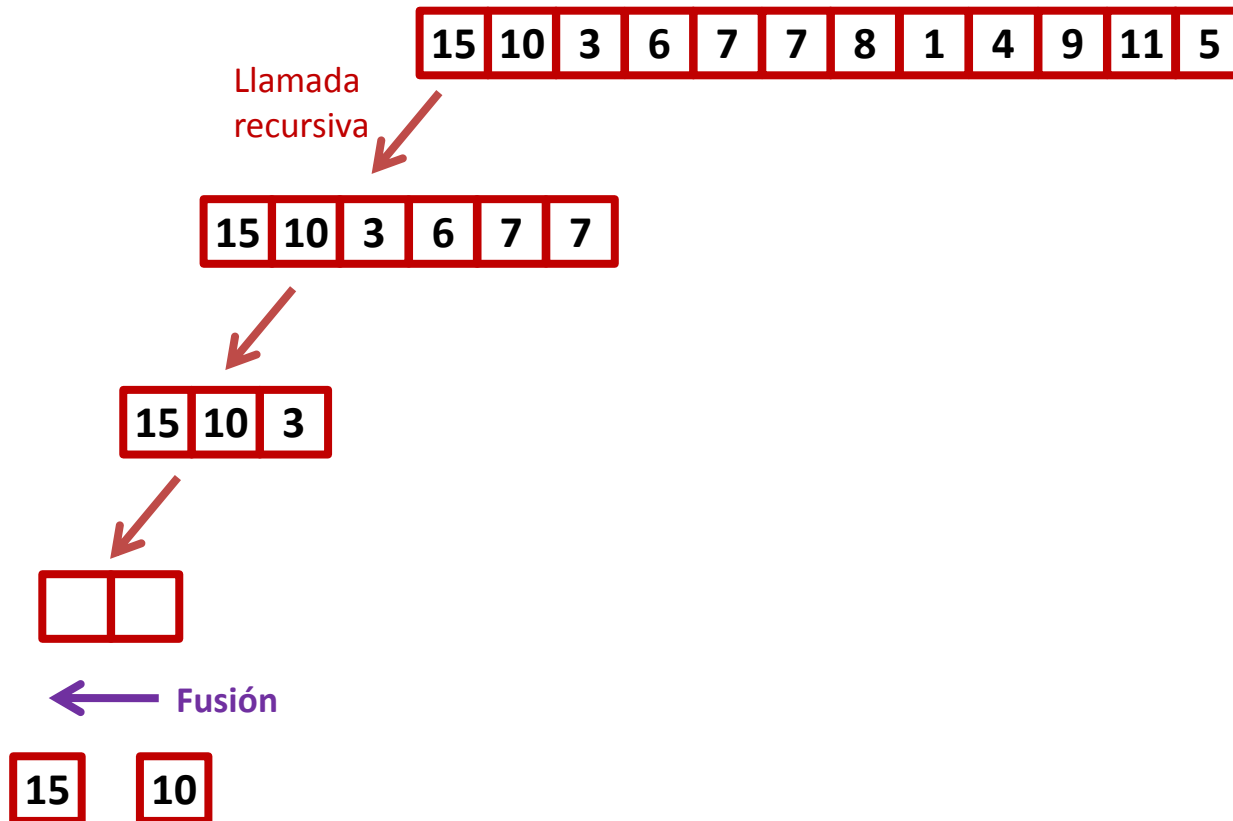
# Ordenación por fusión

- Solución:



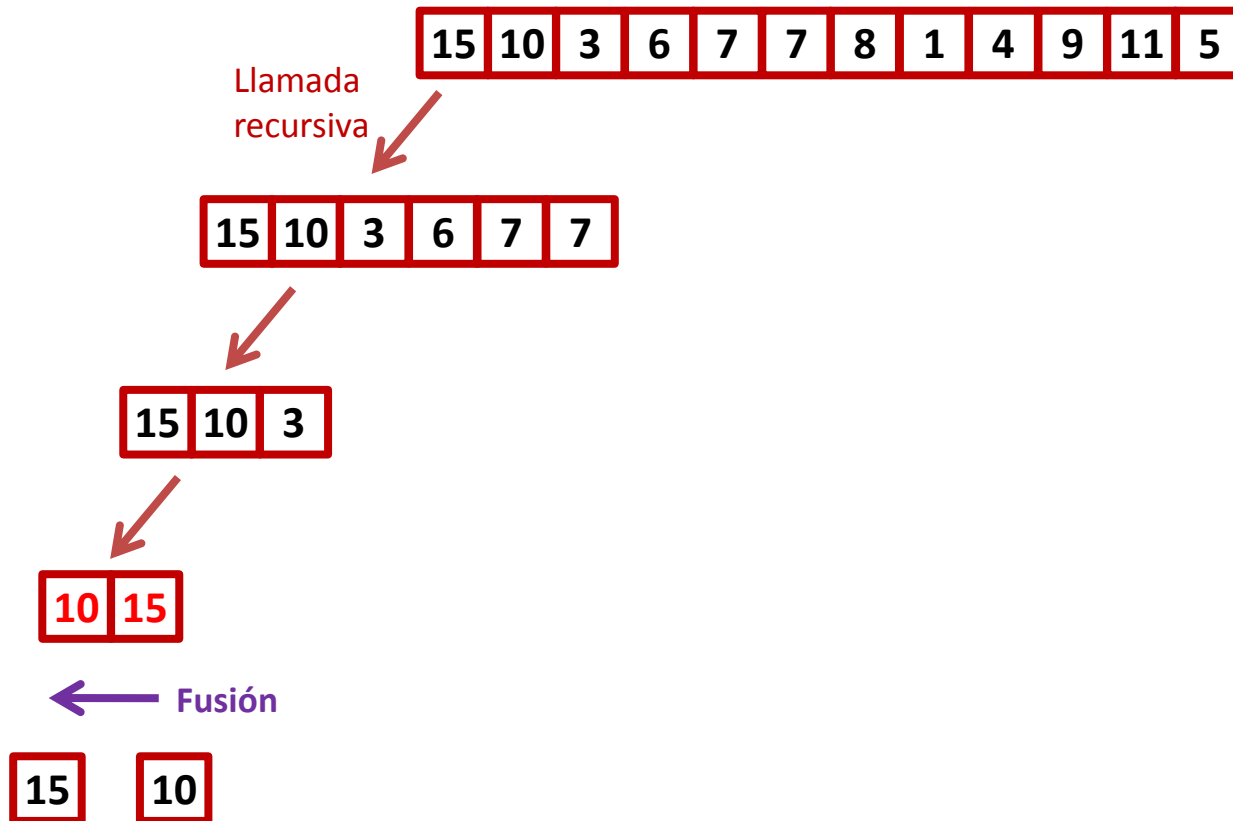
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

- Solución:



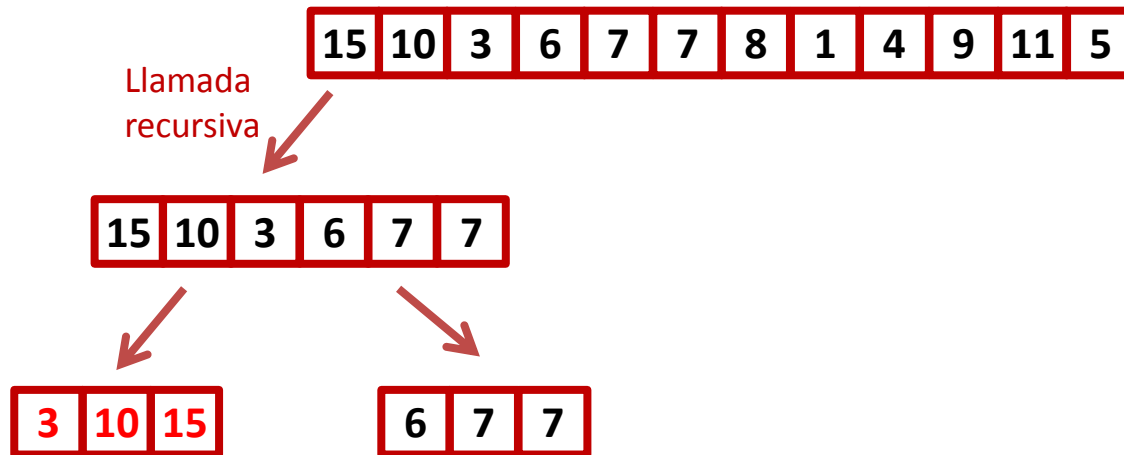
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

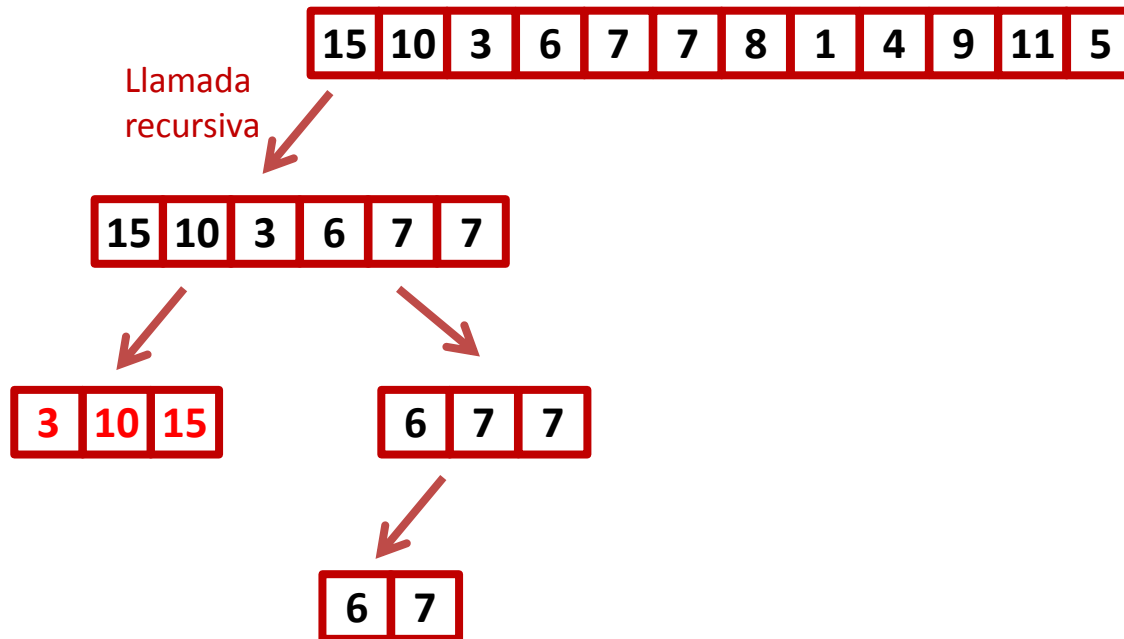
- Solución:





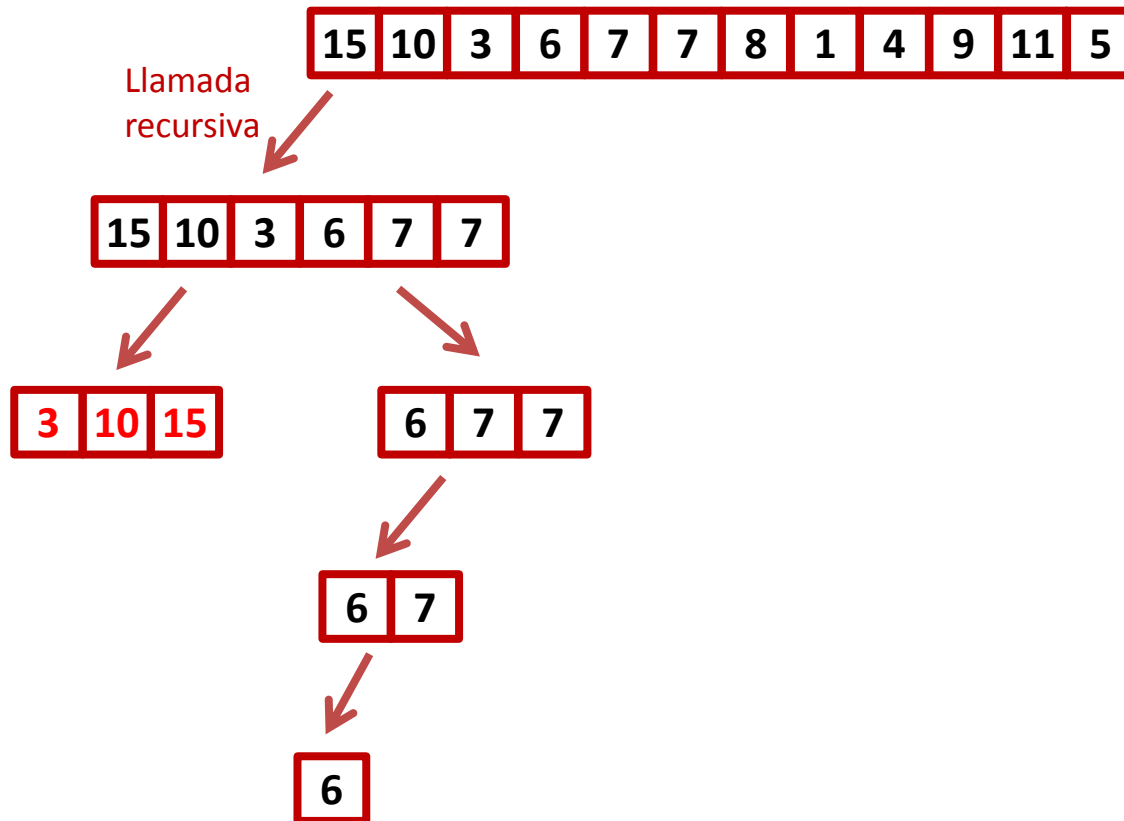
# Ordenación por fusión

- Solución:



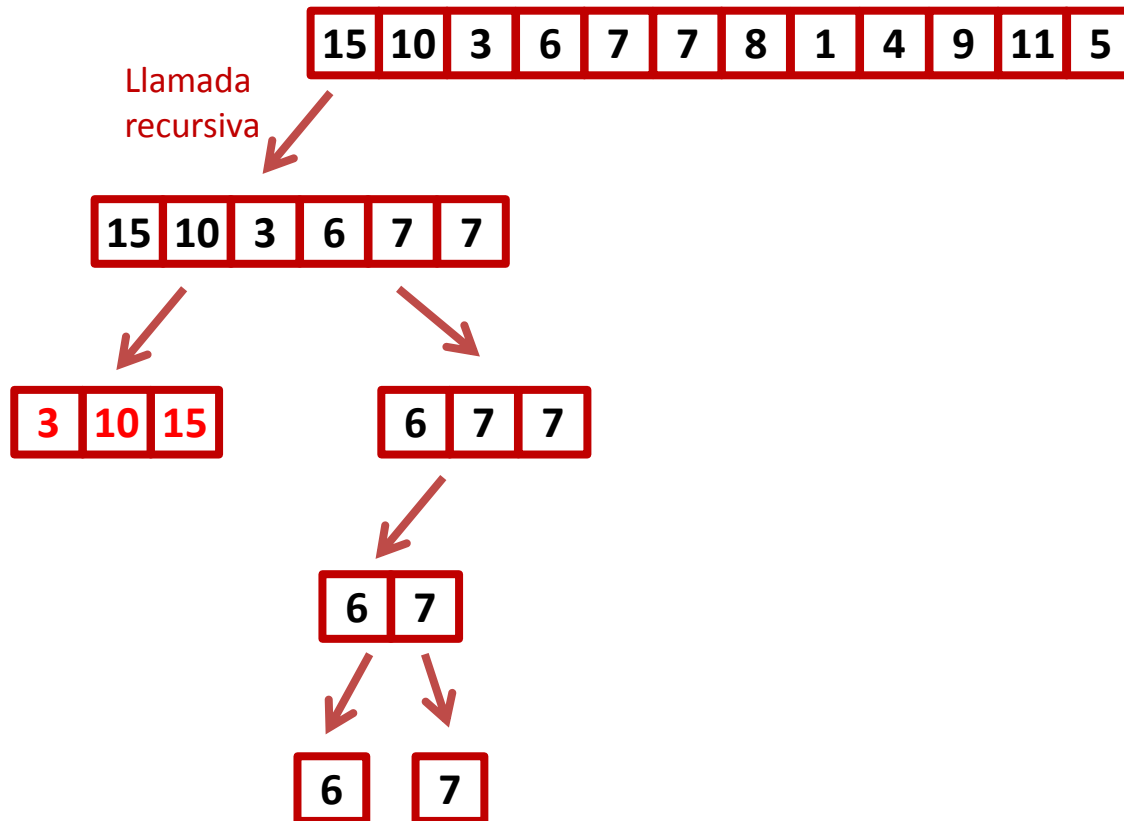
# Ordenación por fusión

- Solución:



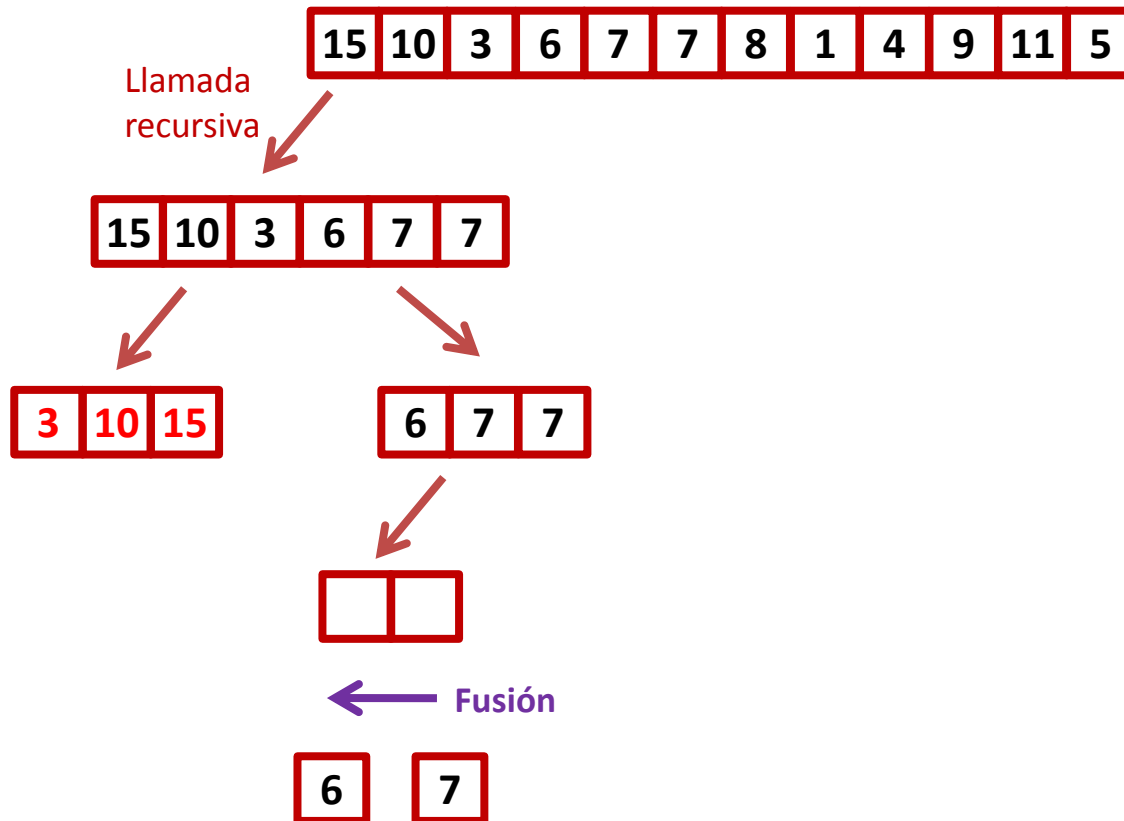
# Ordenación por fusión

- Solución:



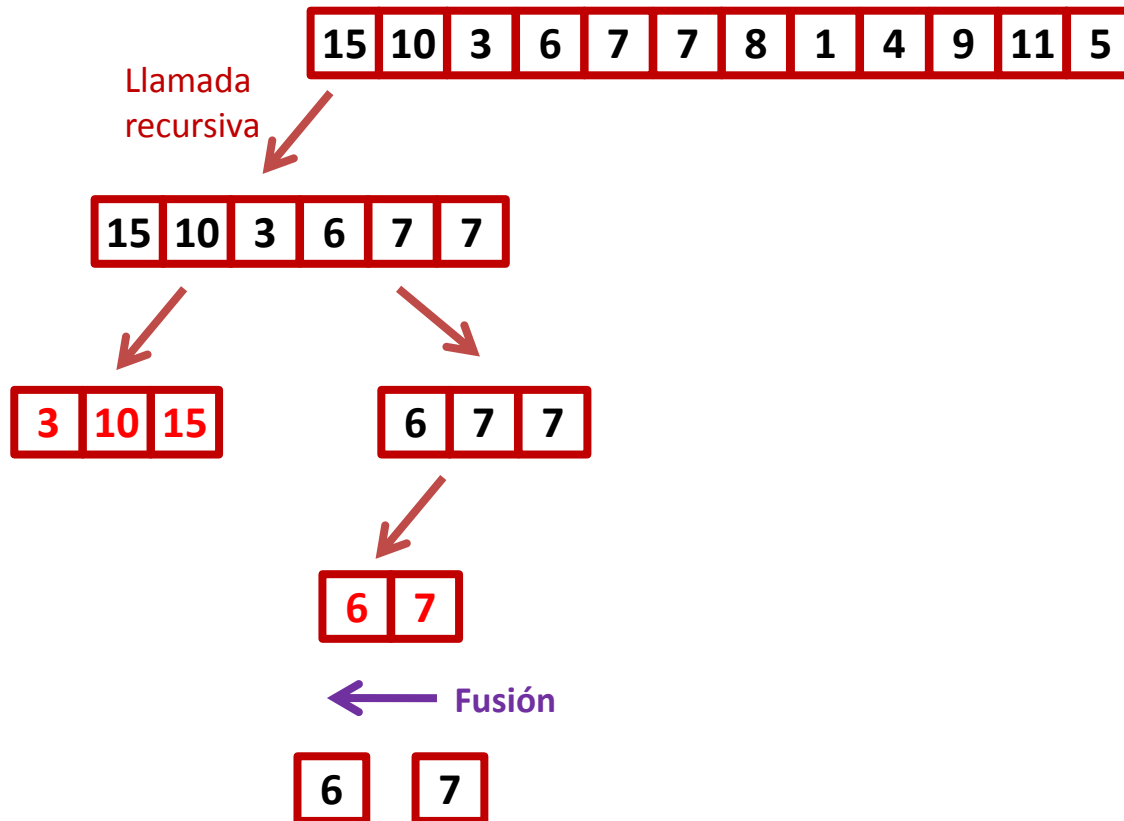
# Ordenación por fusión

- Solución:



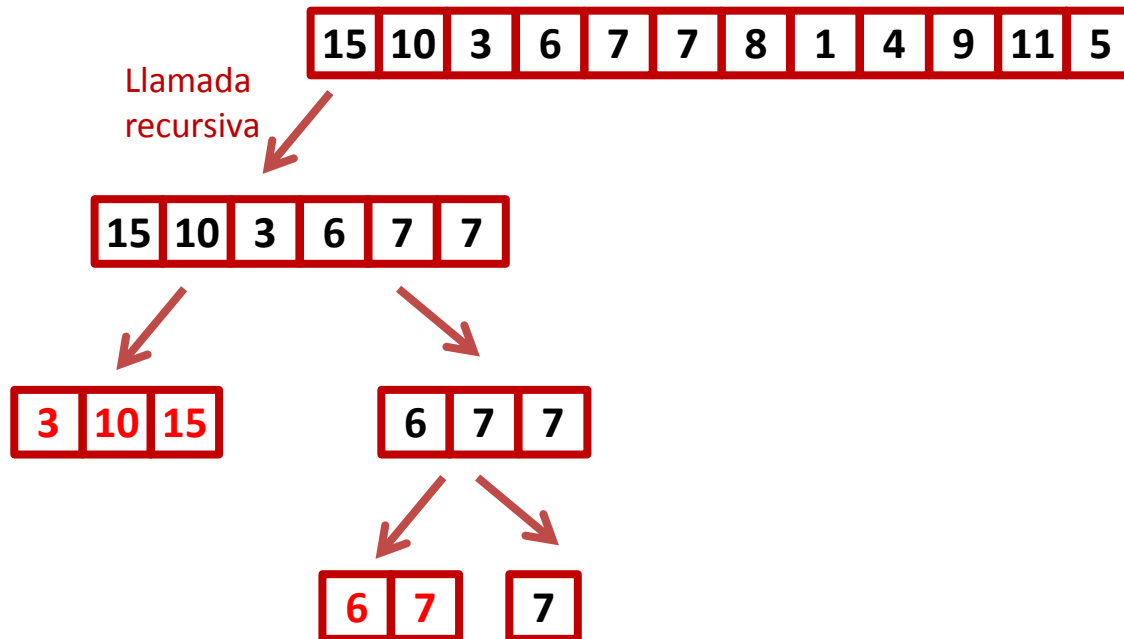
# Ordenación por fusión

- Solución:



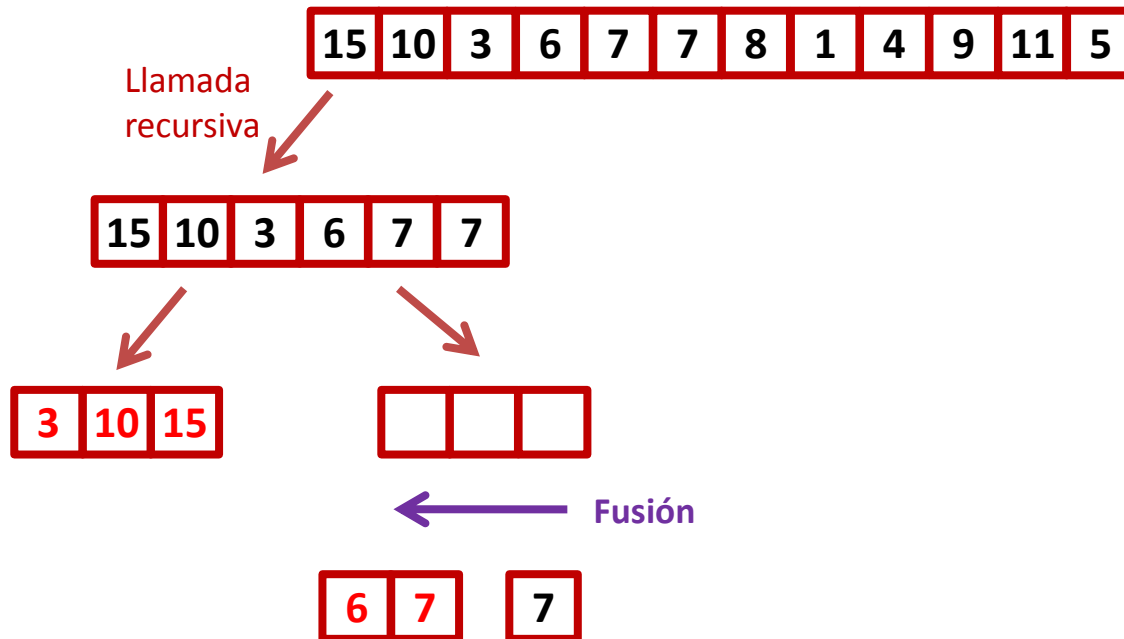
# Ordenación por fusión

- Solución:



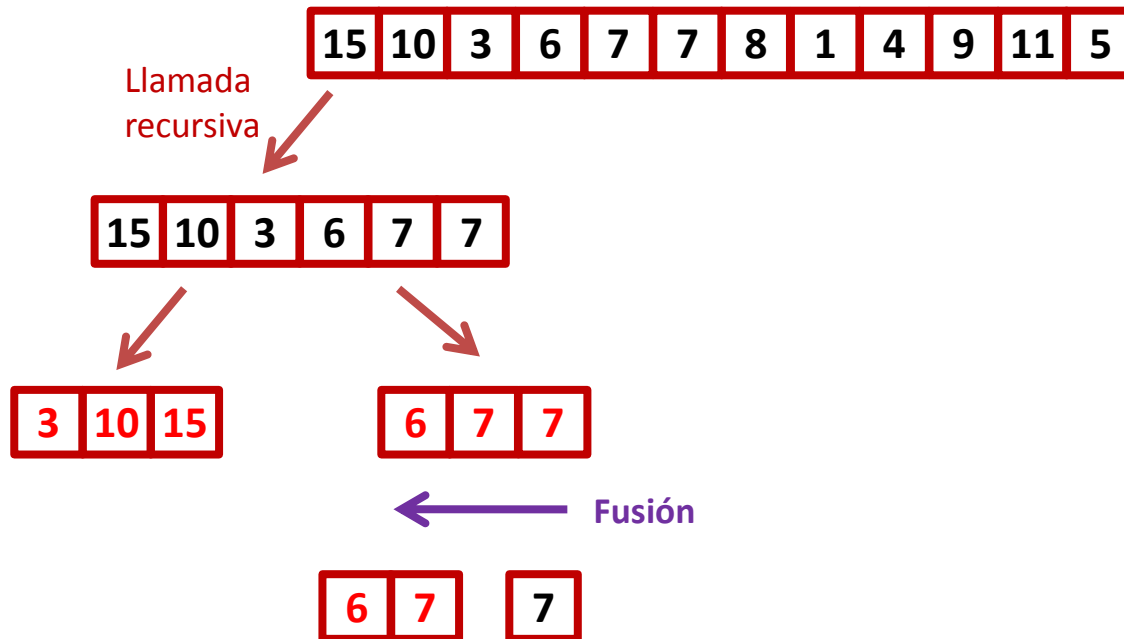
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

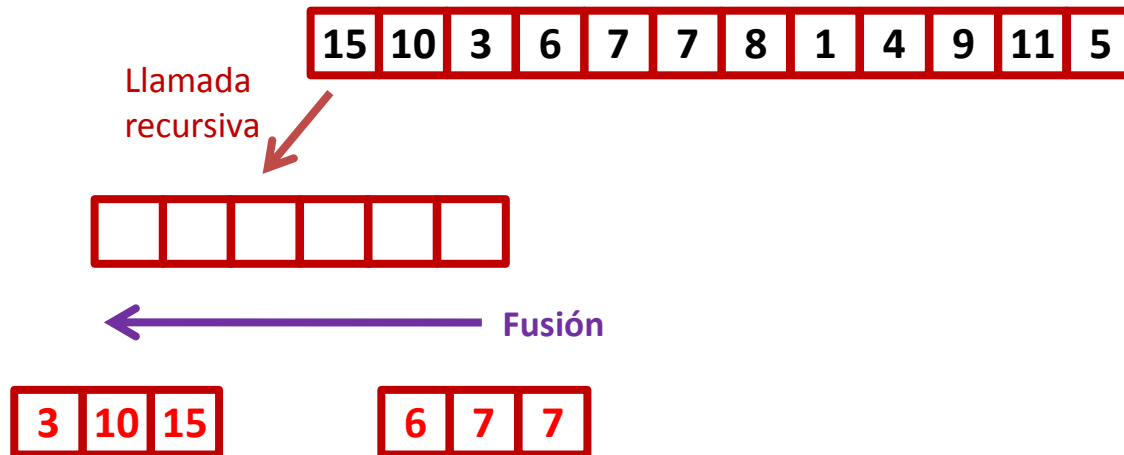
- Solución:





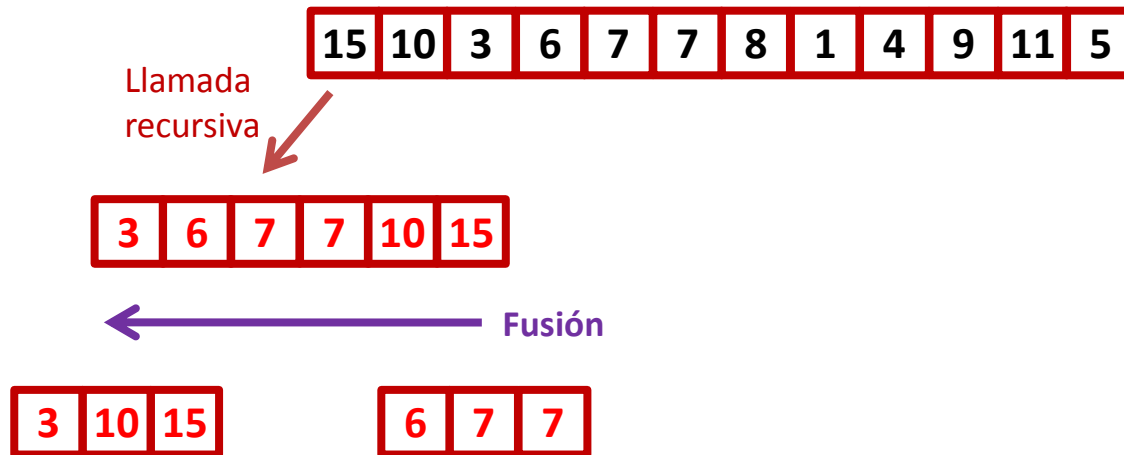
# Ordenación por fusión

- Solución:



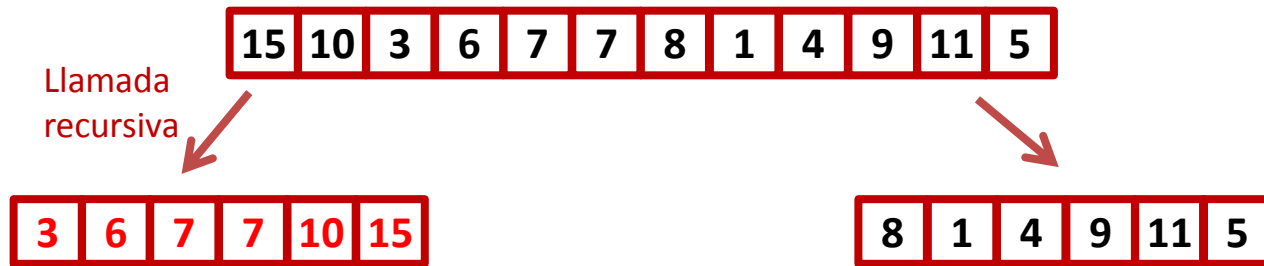
# Ordenación por fusión

- Solución:



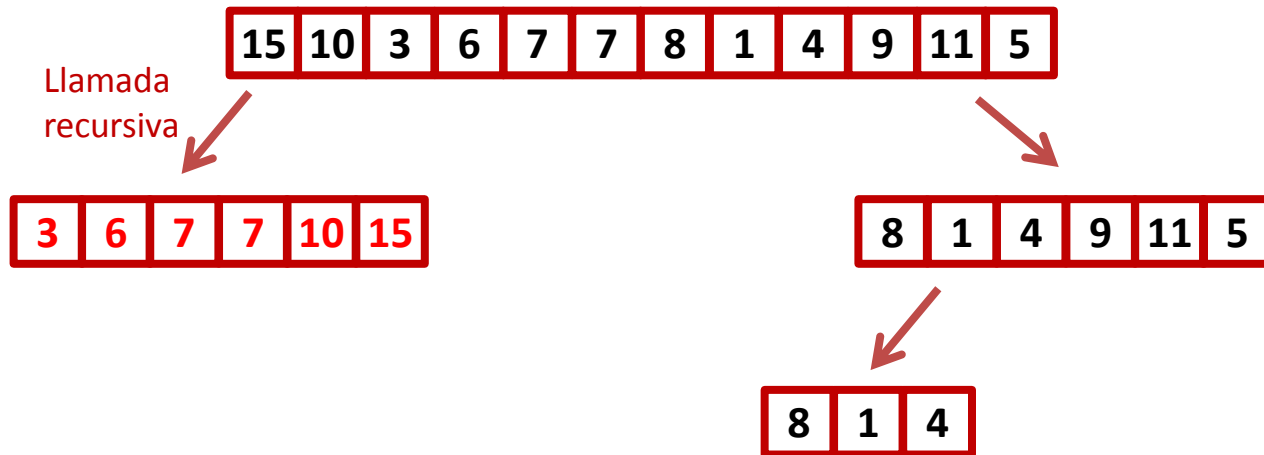
# Ordenación por fusión

- Solución:



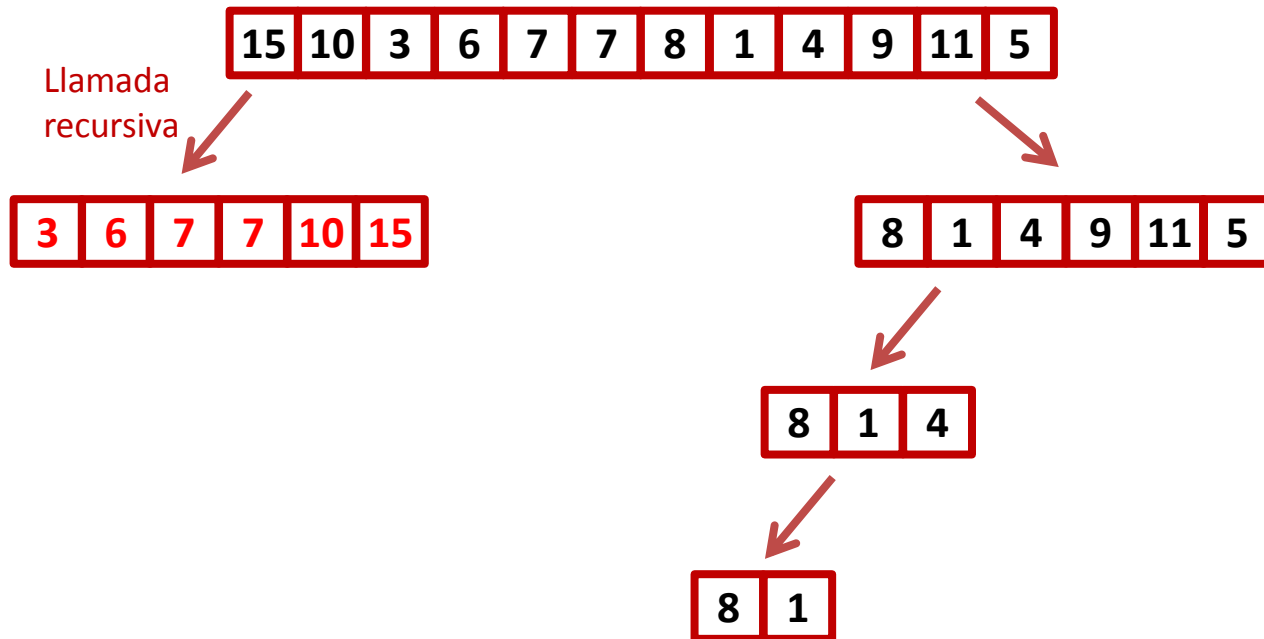
# Ordenación por fusión

- Solución:



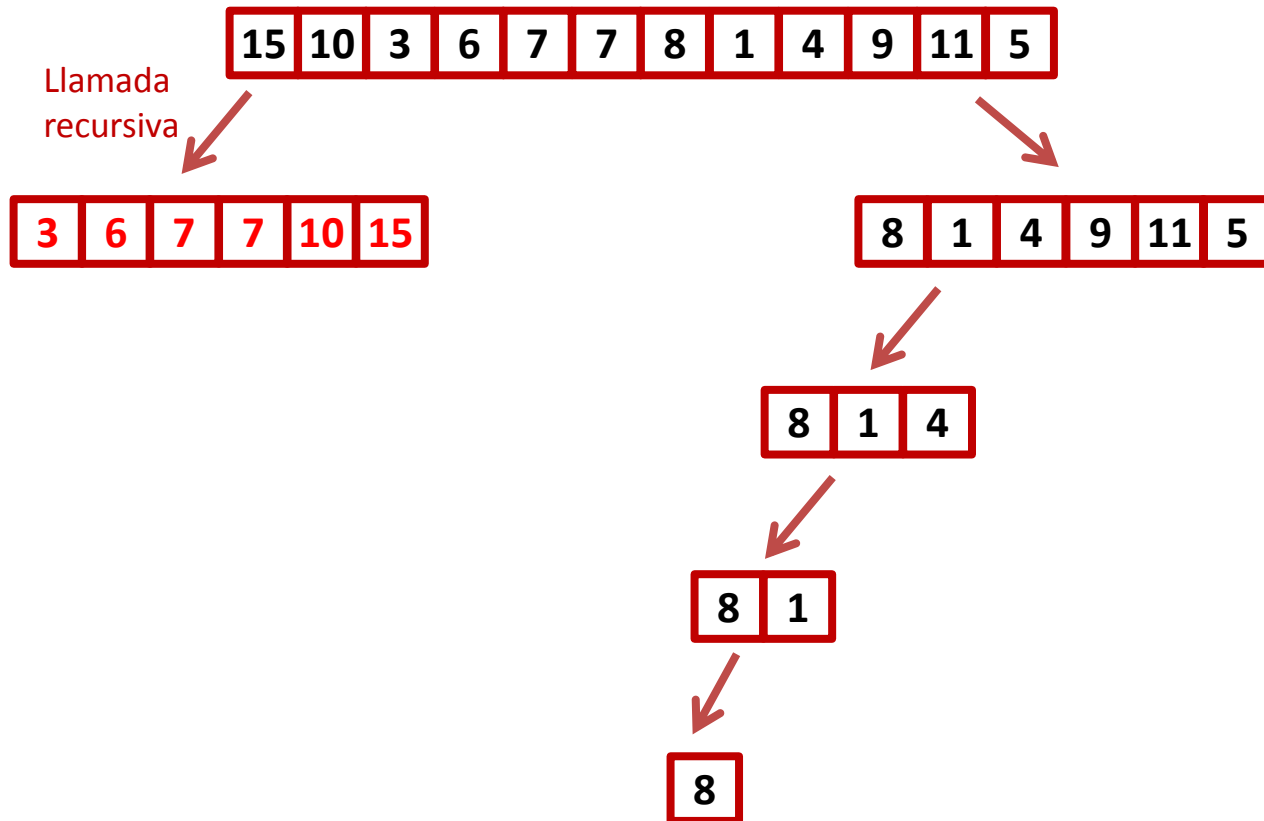
# Ordenación por fusión

- Solución:



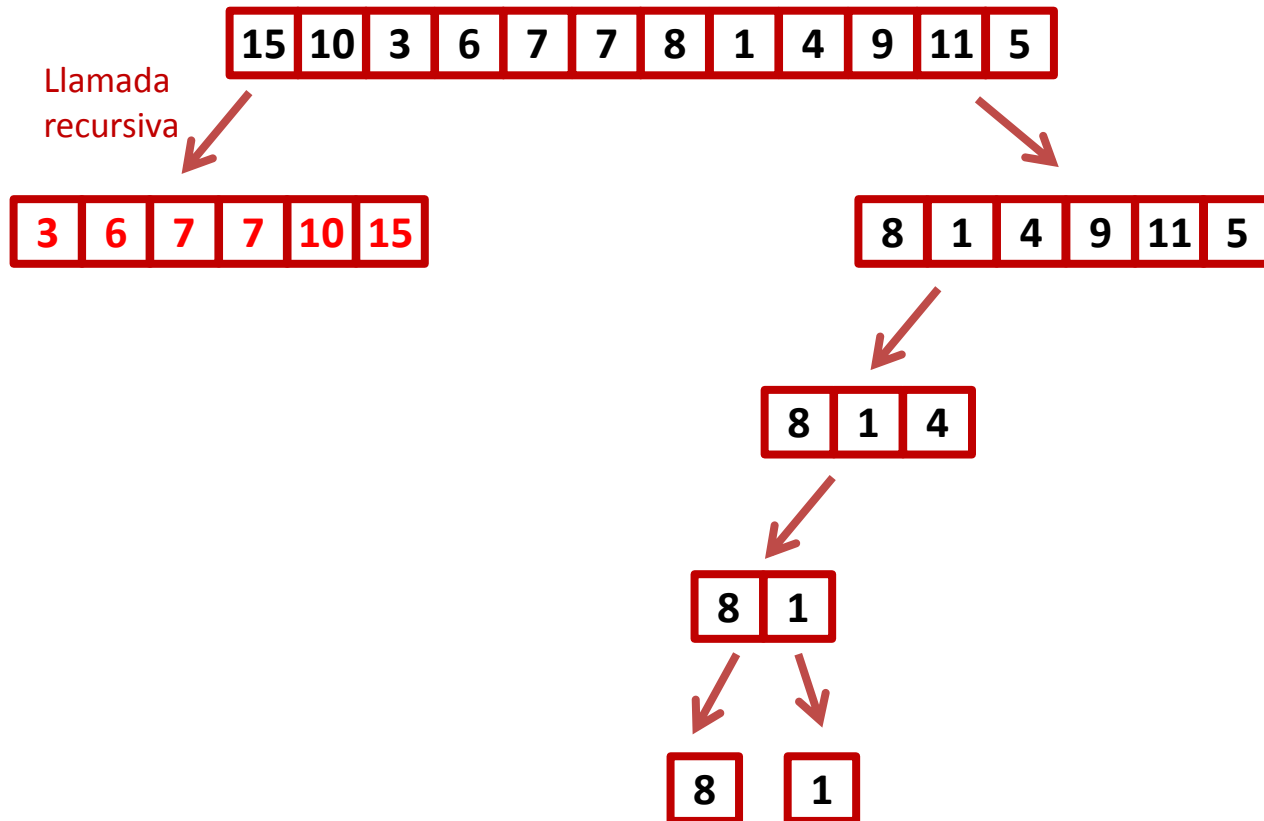
# Ordenación por fusión

- Solución:



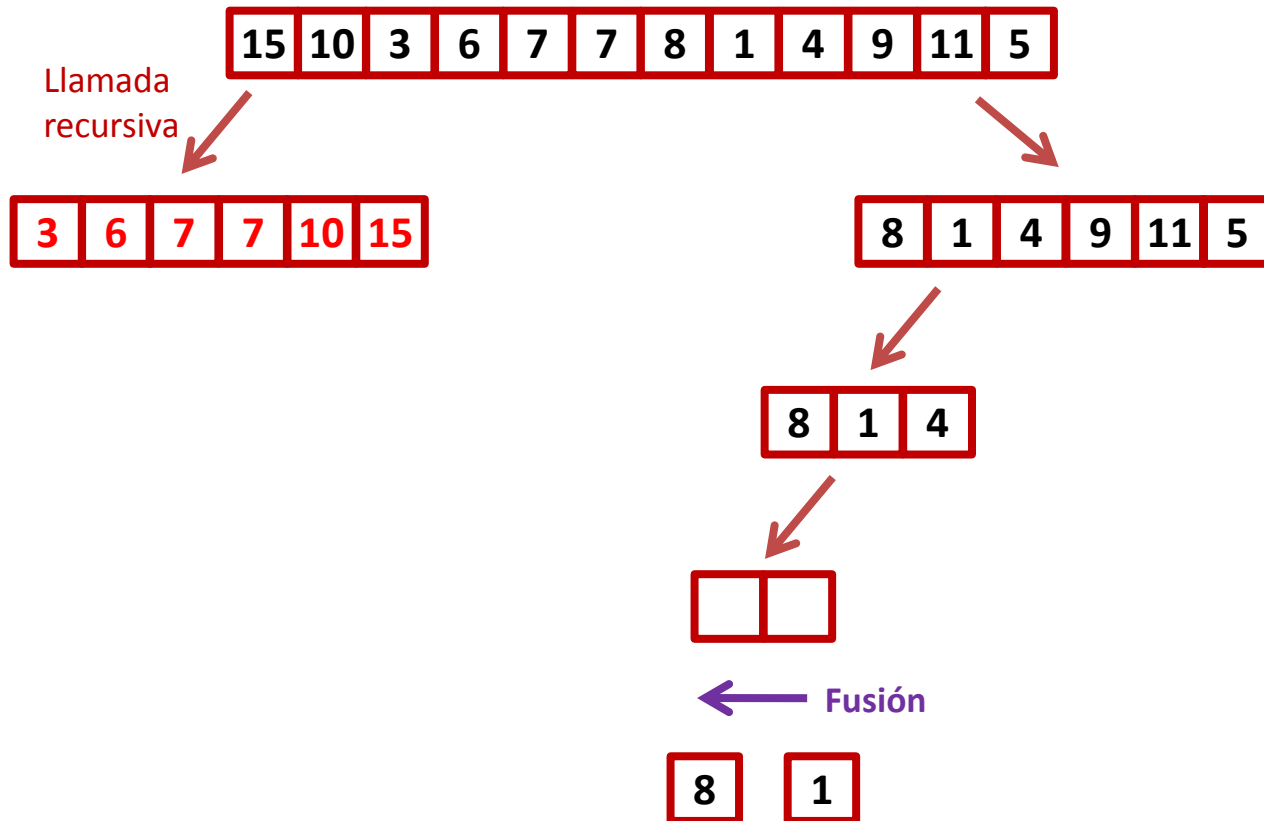
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

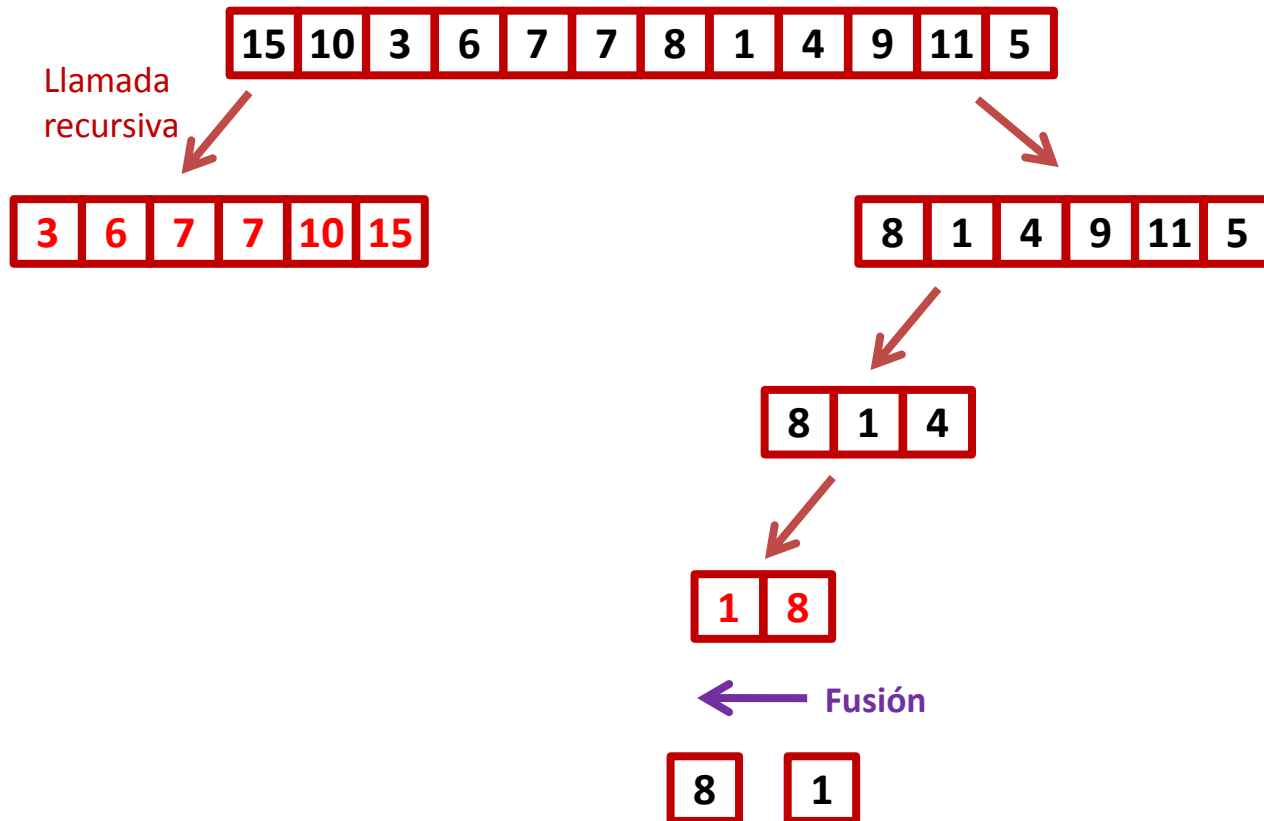
- Solución:





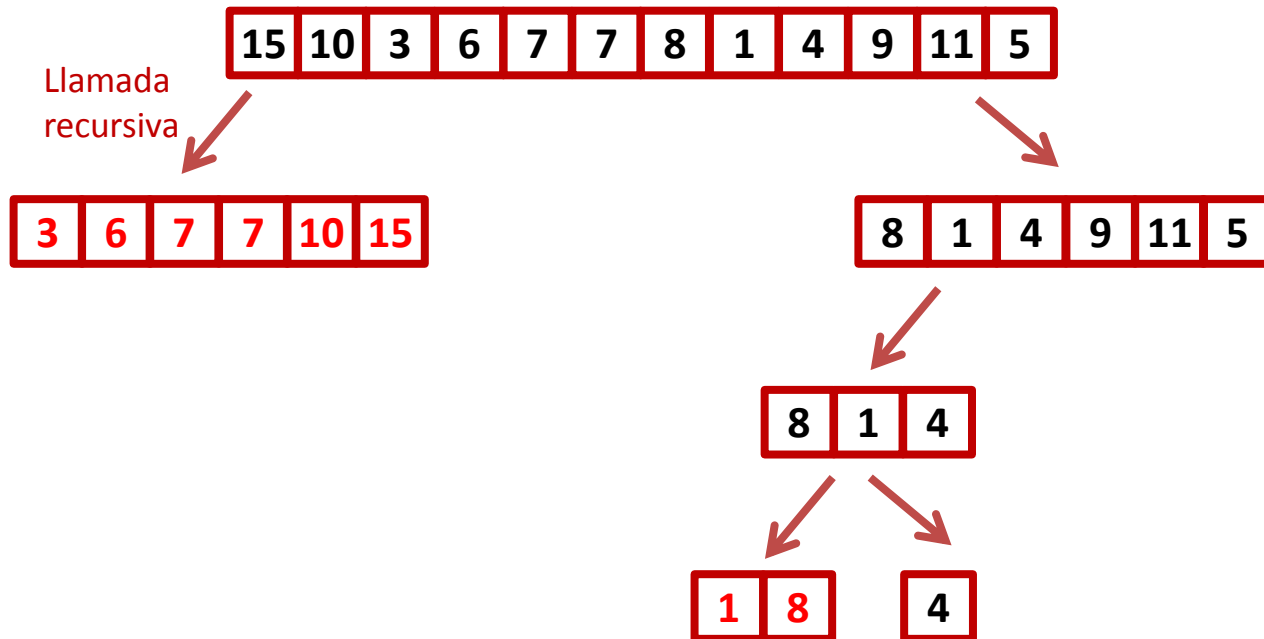
# Ordenación por fusión

- Solución:



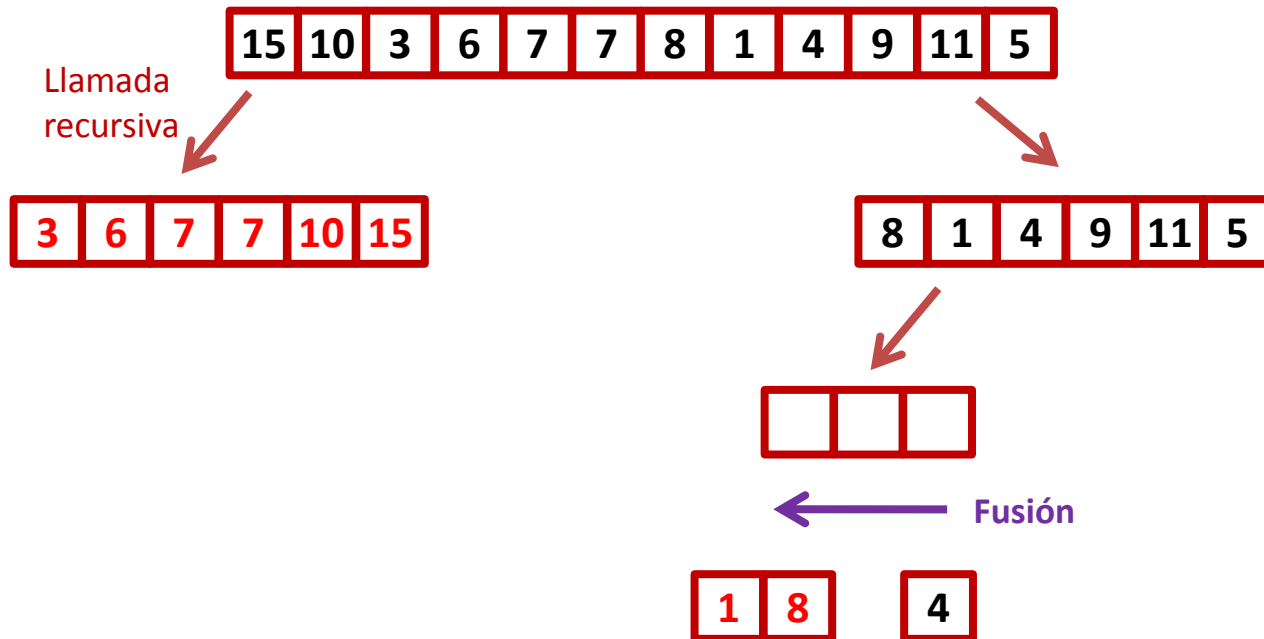
# Ordenación por fusión

- Solución:



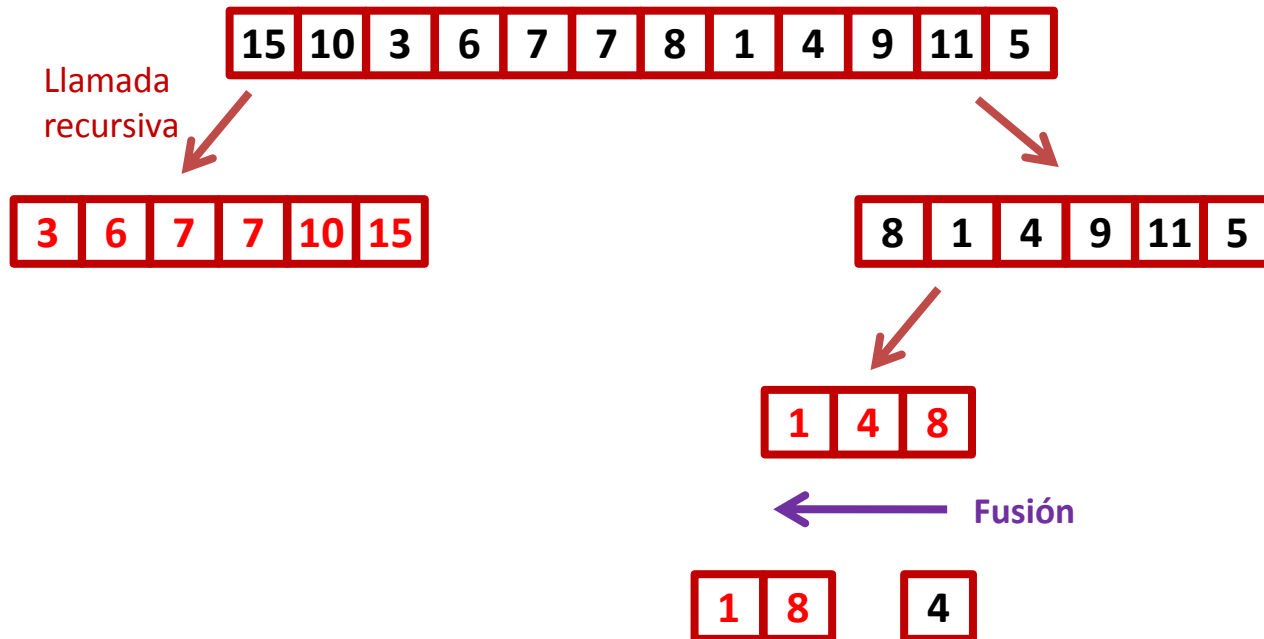
# Ordenación por fusión

- Solución:



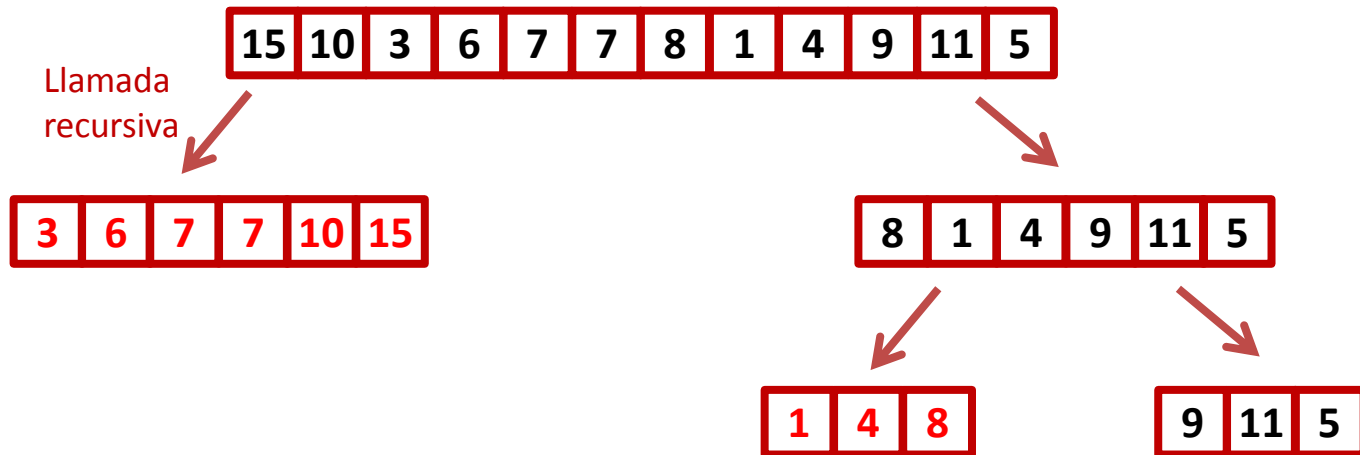
# Ordenación por fusión

- Solución:



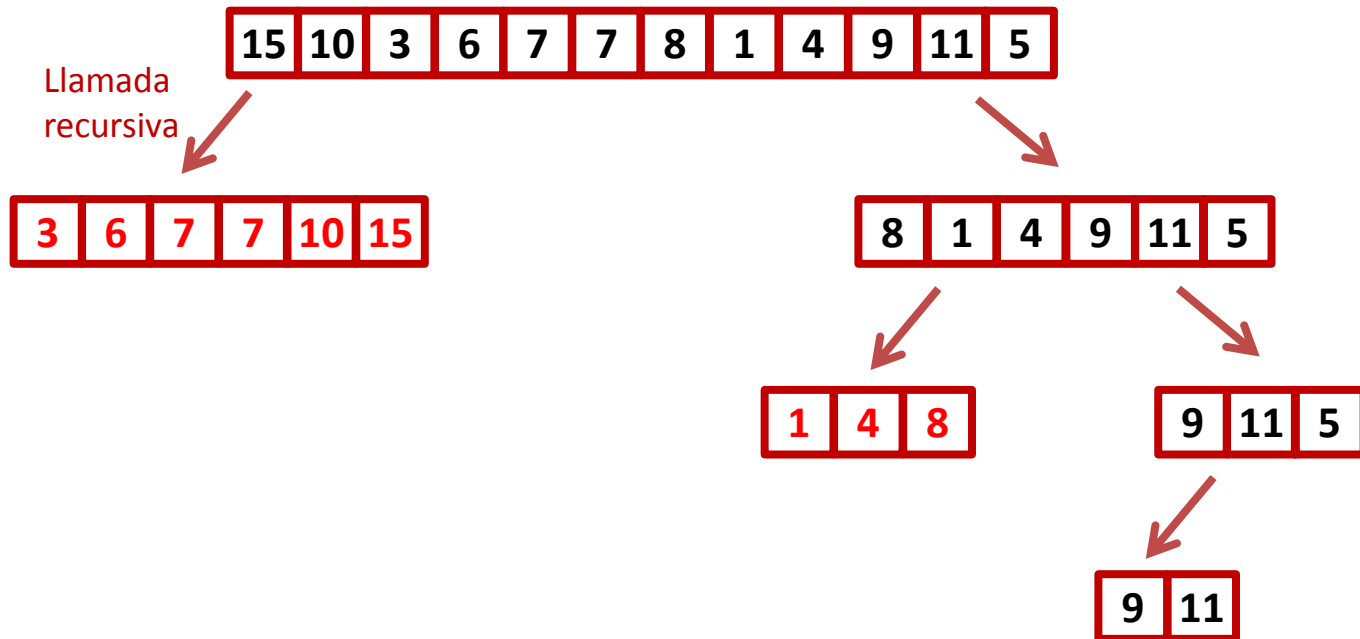
# Ordenación por fusión

- Solución:



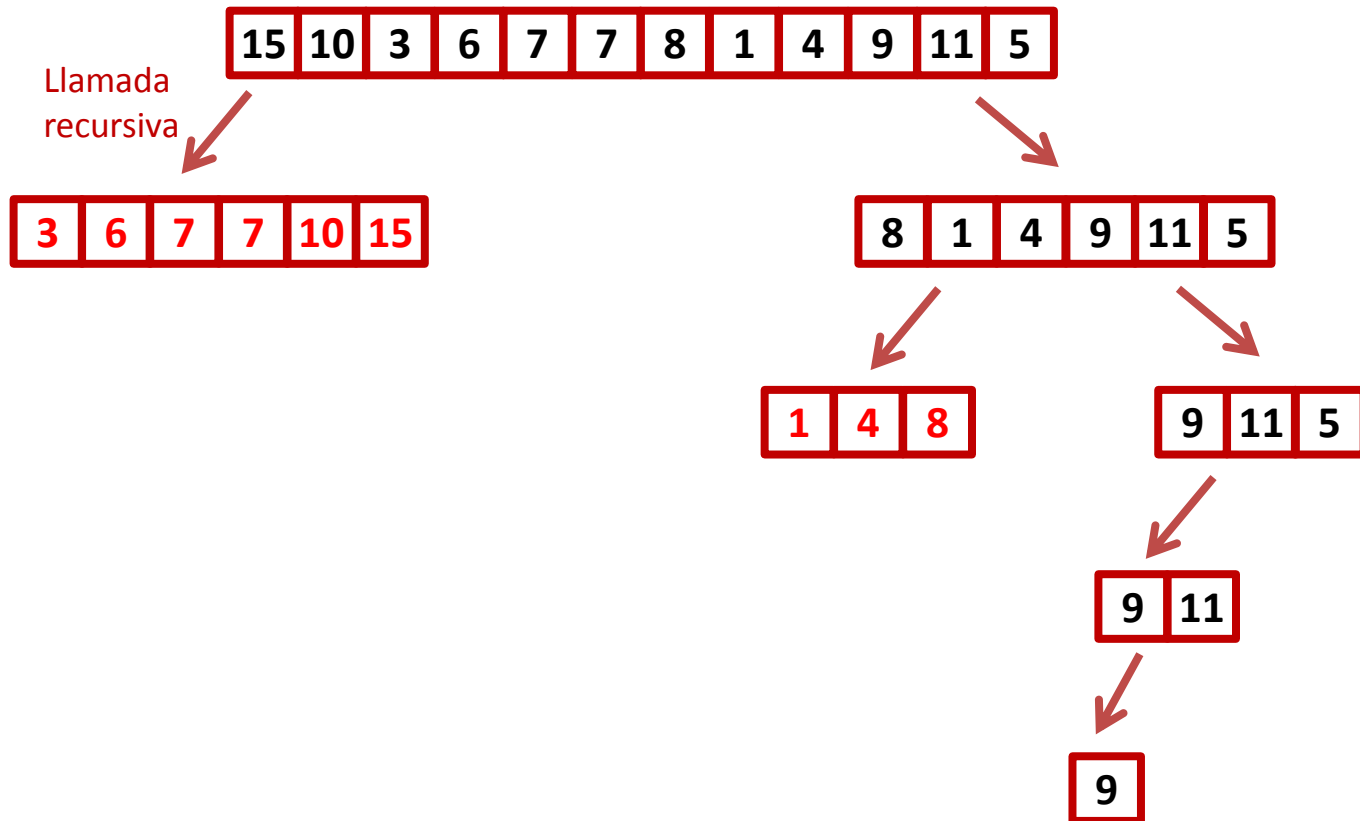
# Ordenación por fusión

- Solución:



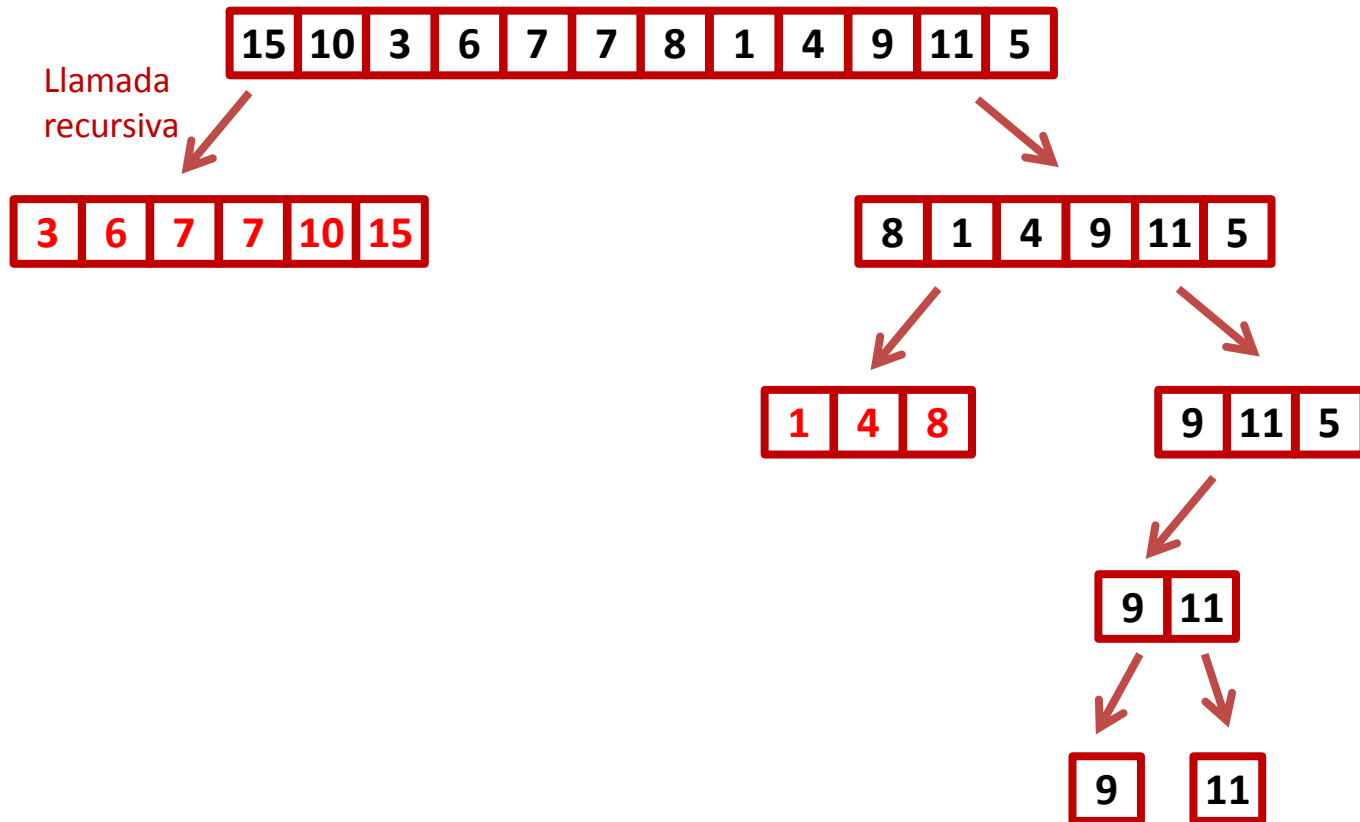
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

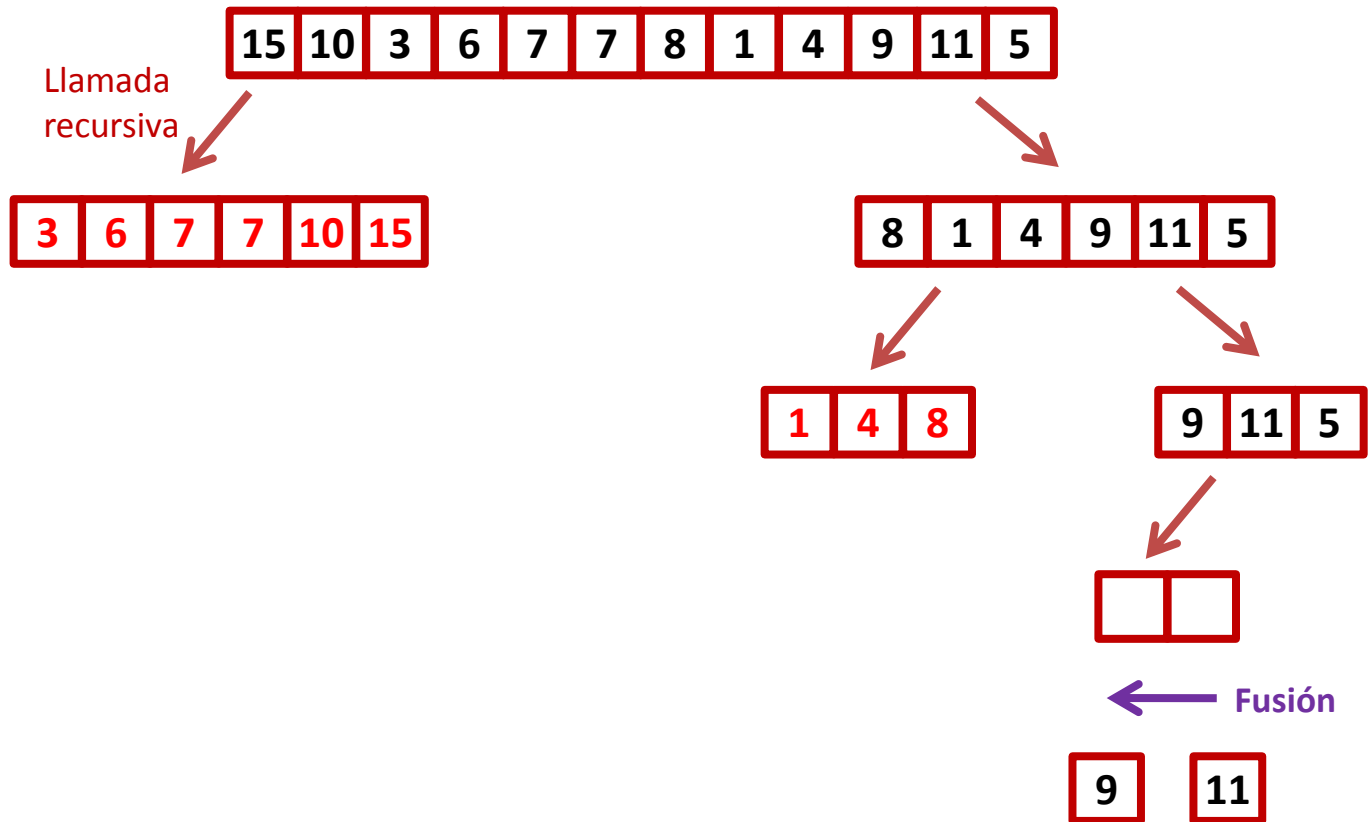
- Solución:





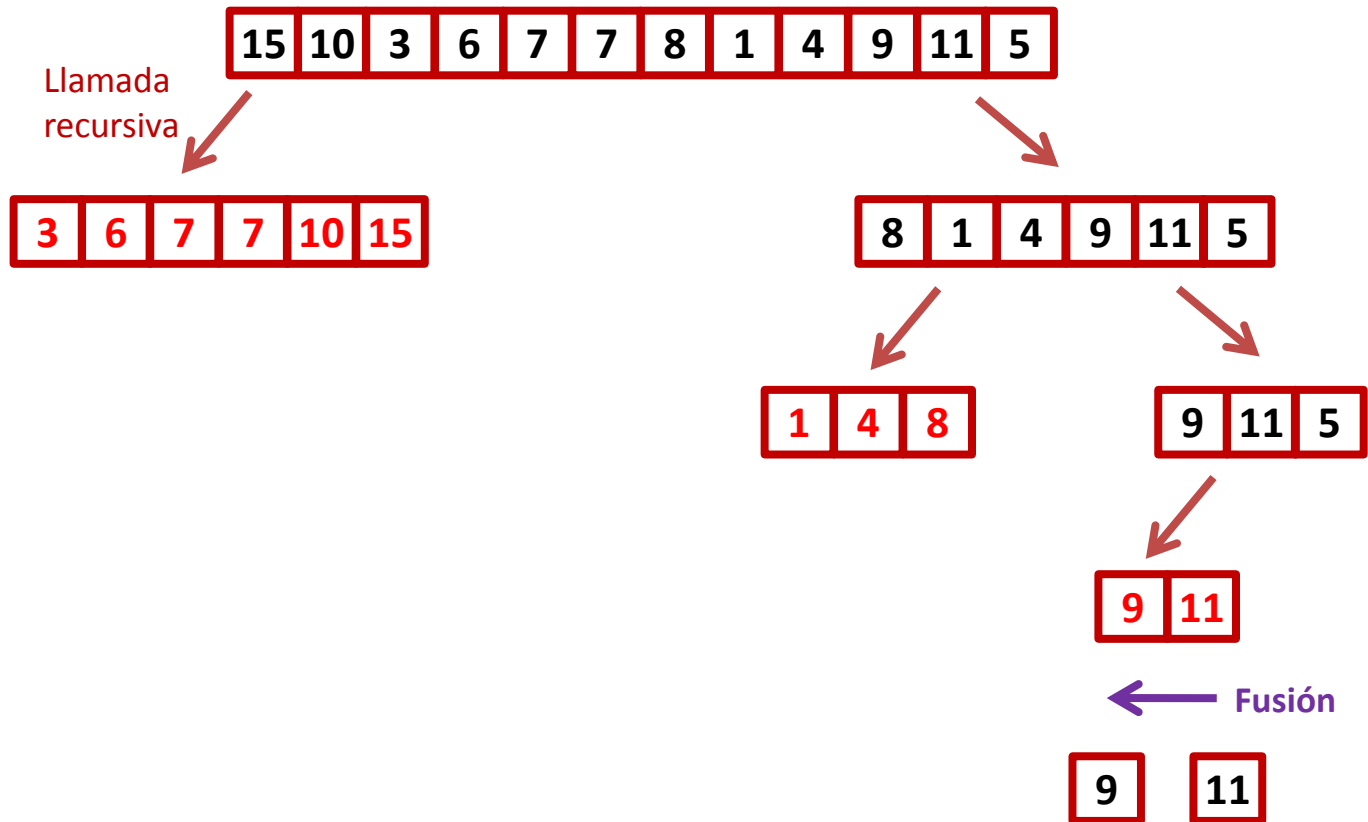
# Ordenación por fusión

- Solución:



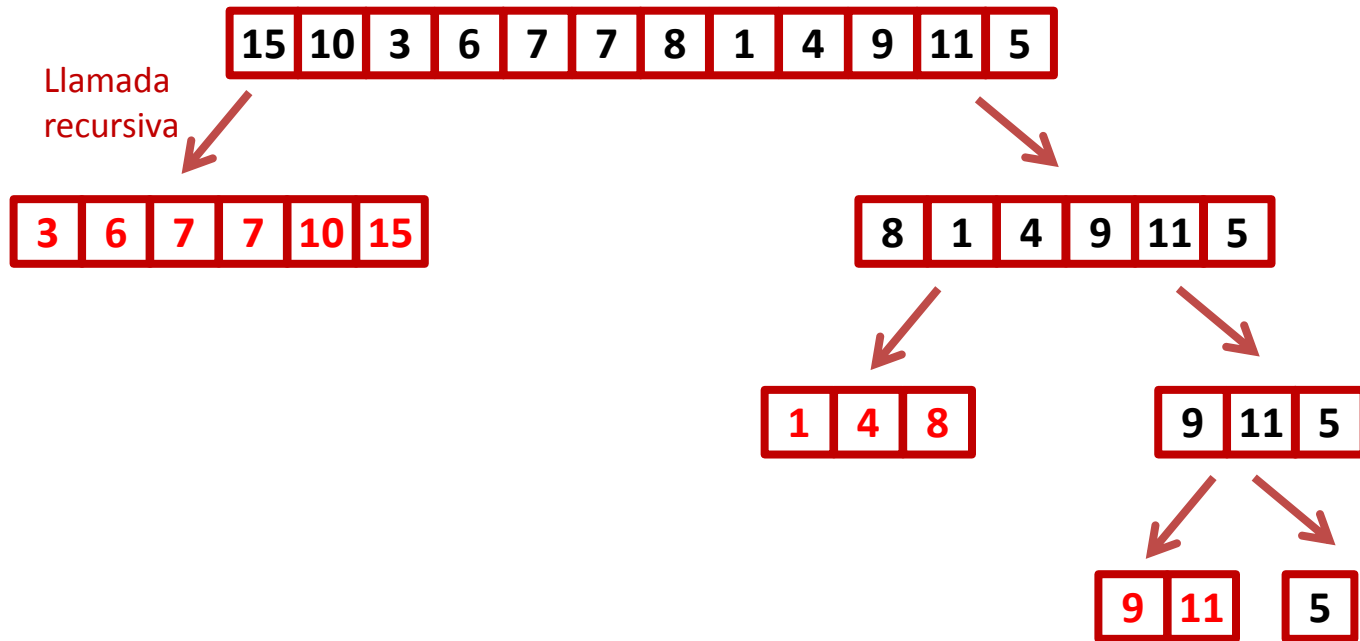
# Ordenación por fusión

- Solución:



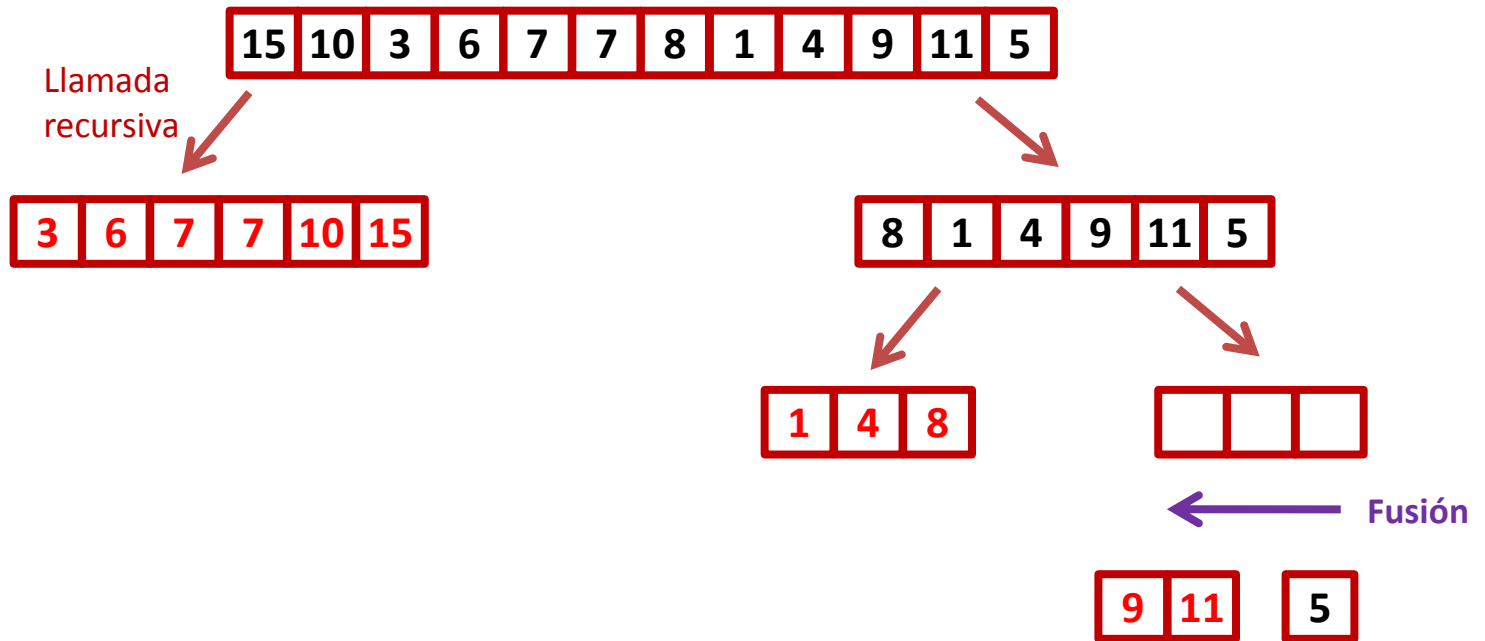
# Ordenación por fusión

- Solución:



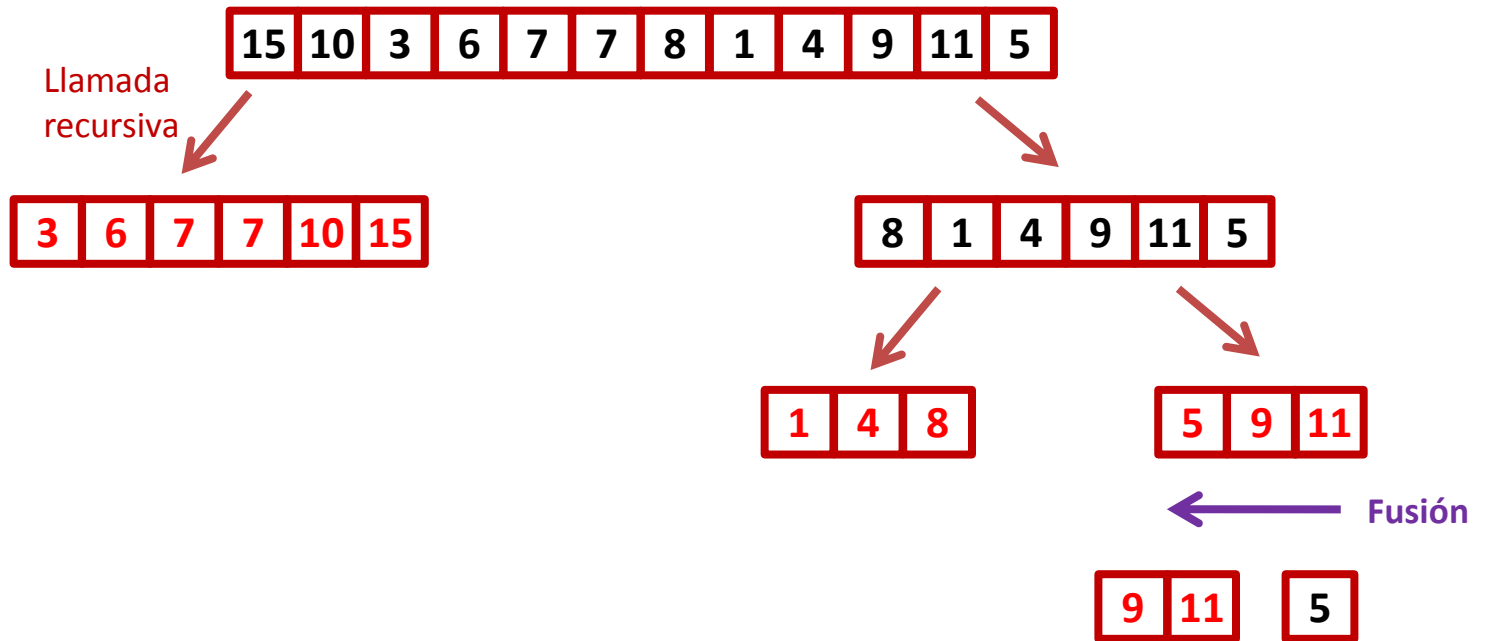
# Ordenación por fusión

- Solución:



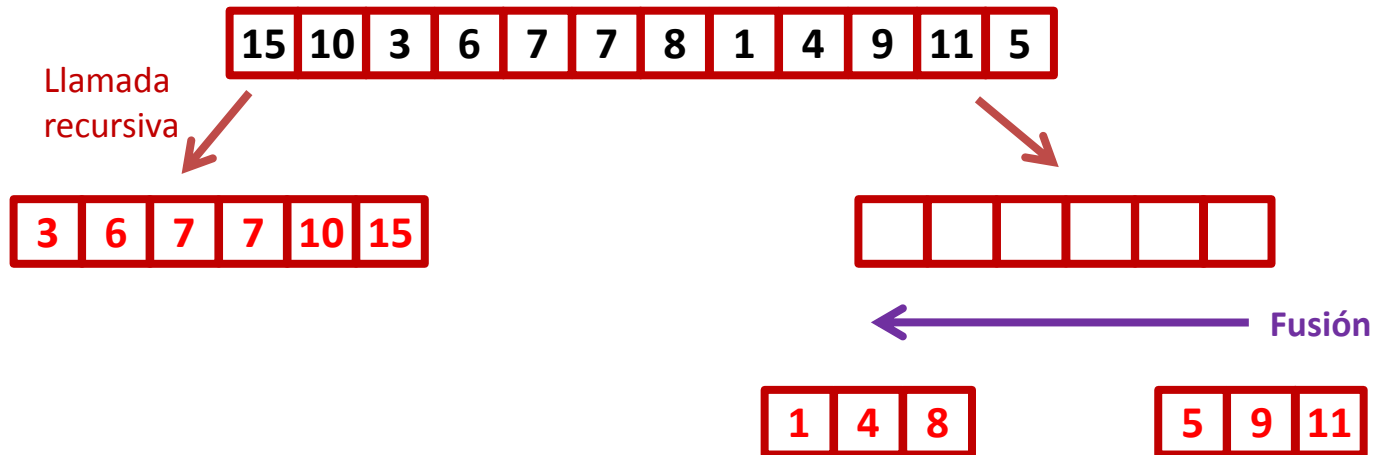
# Ordenación por fusión

- Solución:



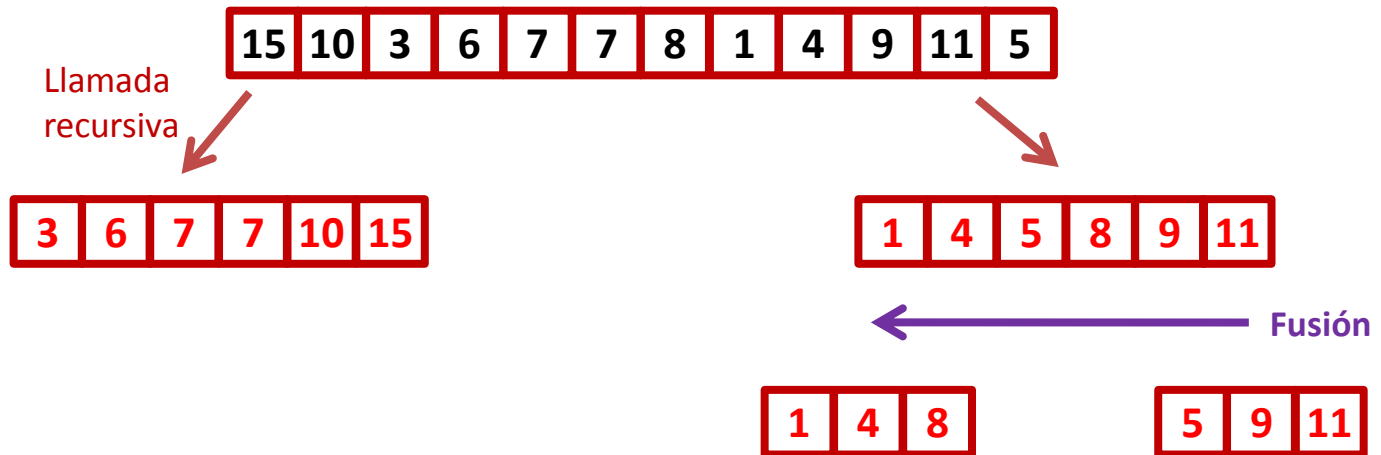
# Ordenación por fusión

- Solución:



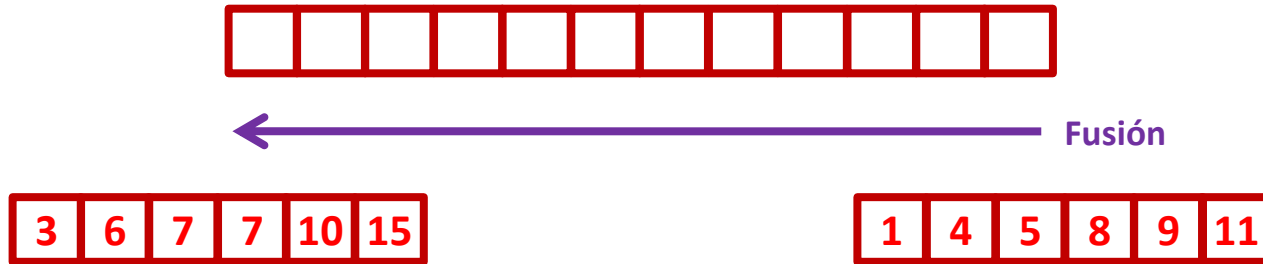
# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación por fusión

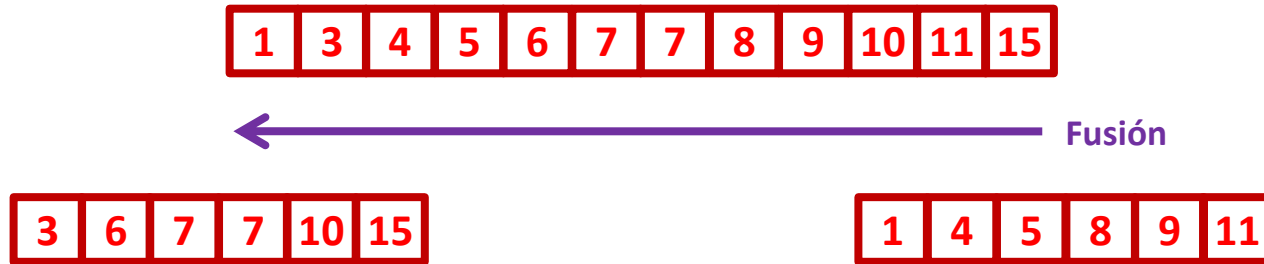
- Solución:





# Ordenación por fusión

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Ejercicio 1: construir el árbol recursivo que genera el algoritmo de ordenación rápida (*quicksort*), con mediana de 3 en la selección del pivote y umbral=3, para el siguiente vector de datos.

8	14	6	1	7	9	4	2	11	13	10	3	5	12
---	----	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----

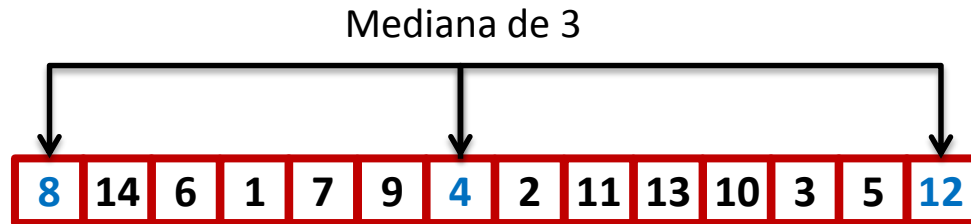
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

8	14	6	1	7	9	4	2	11	13	10	3	5	12
---	----	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----

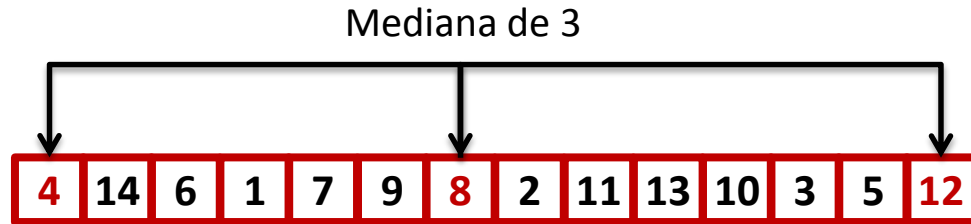
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



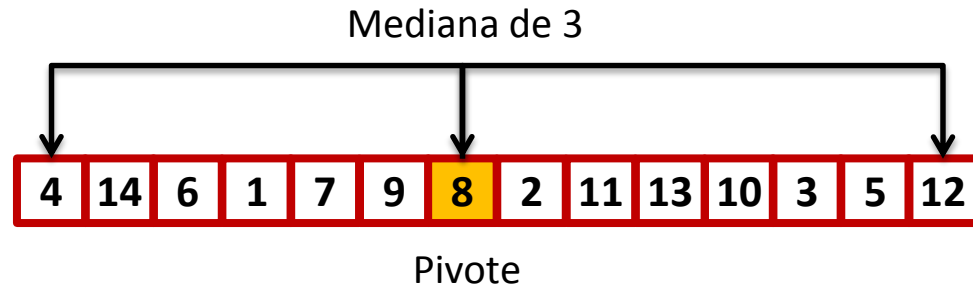
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



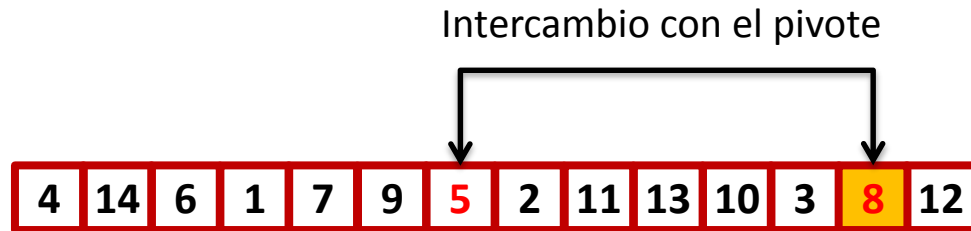
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



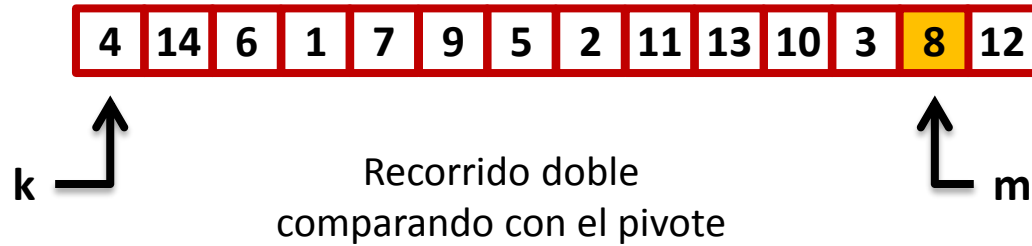
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

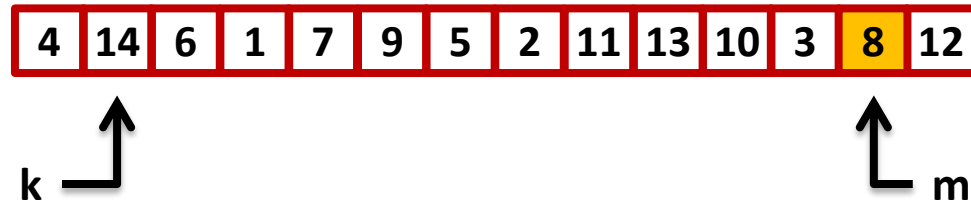
- Solución:





# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

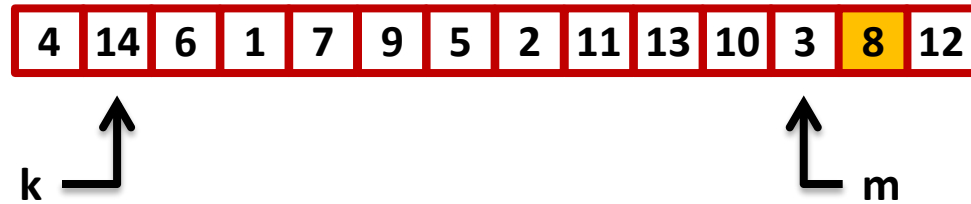
- Solución:



Cuando  $\text{vector}[k] \geq \text{pivote}$  se detiene el recorrido

# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

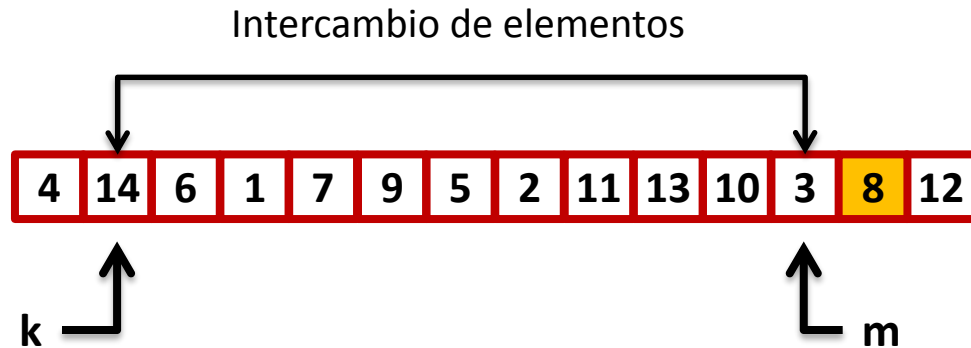
- Solución:



Cuando  $\text{vector}[m] \leq \text{pivote}$  se detiene el recorrido

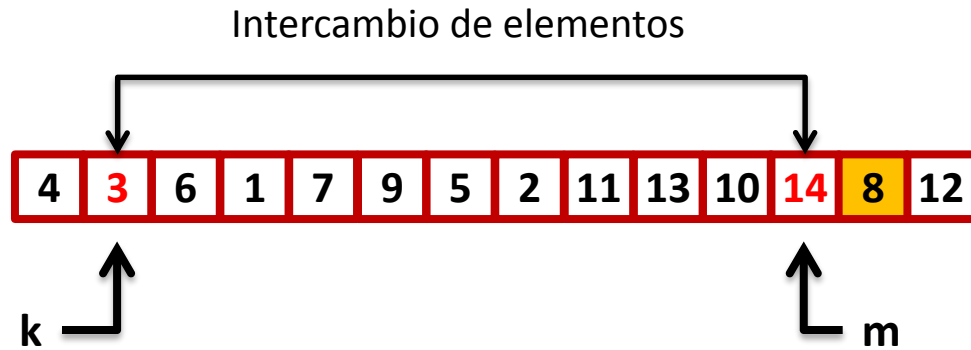
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



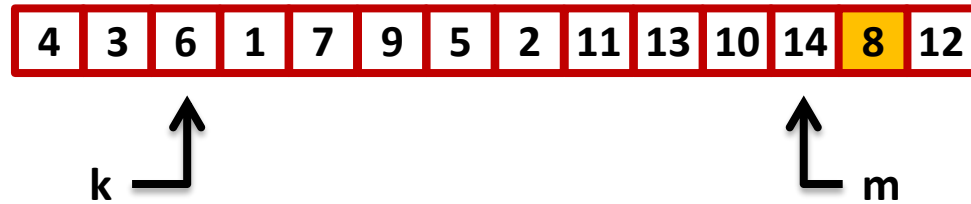
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



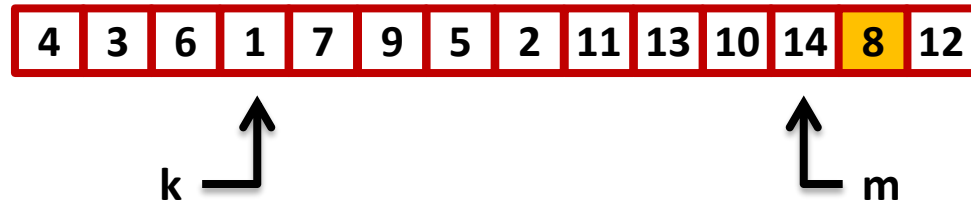
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



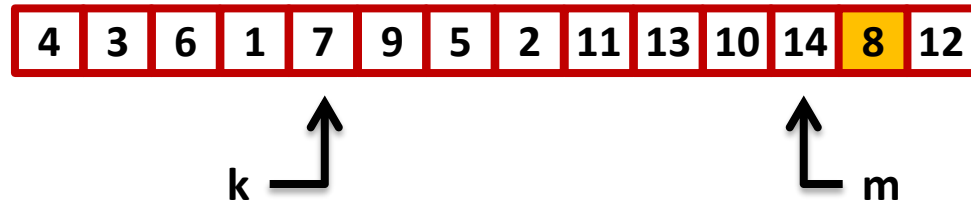
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



k

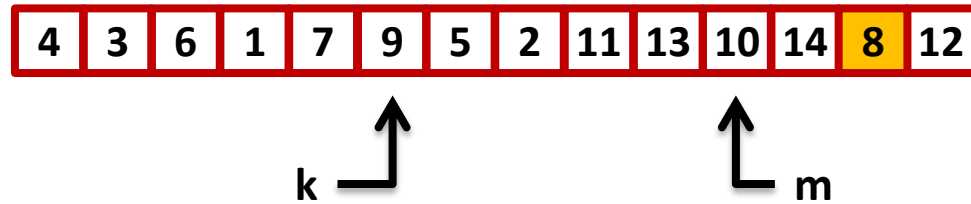
m

$\text{vector}[k] \geq \text{pivote}$



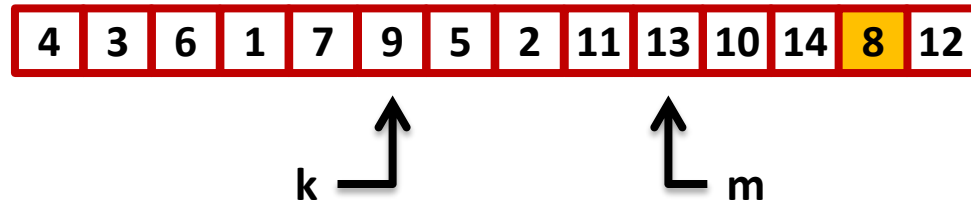
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



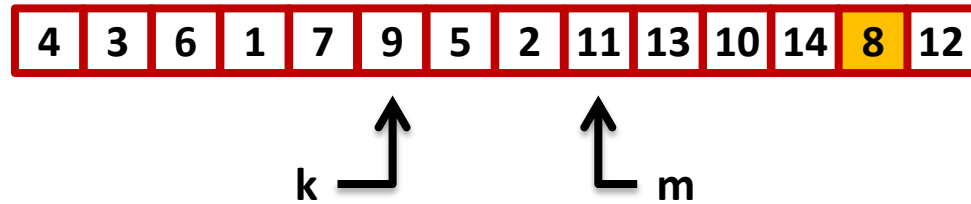
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

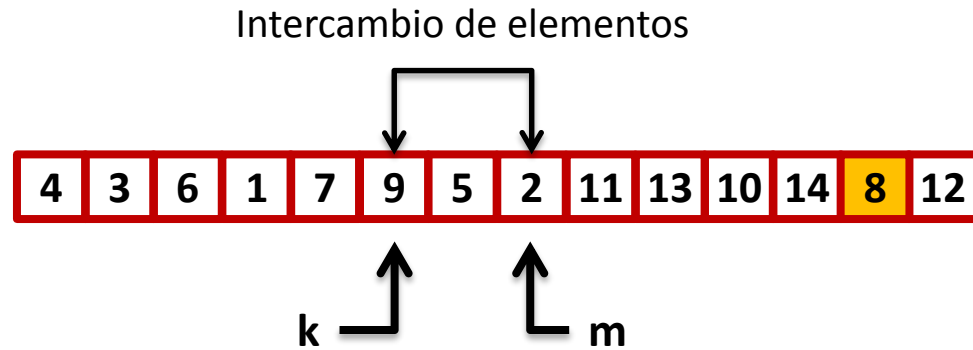
4	3	6	1	7	9	5	2	11	13	10	14	8	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	----



$\text{vector}[m] \leq \text{pivote}$

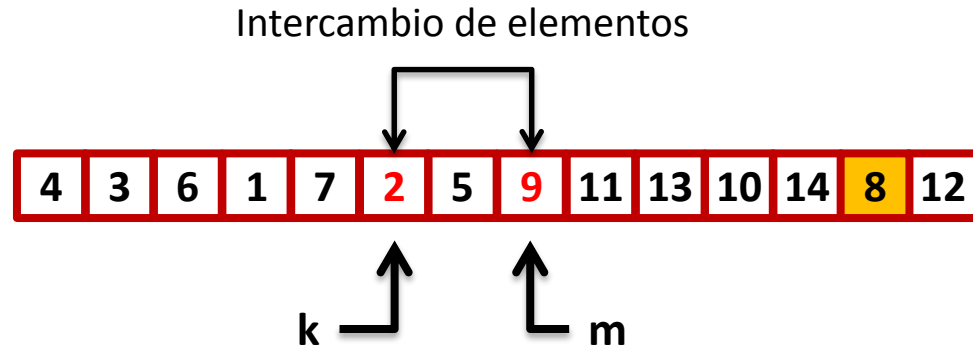
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



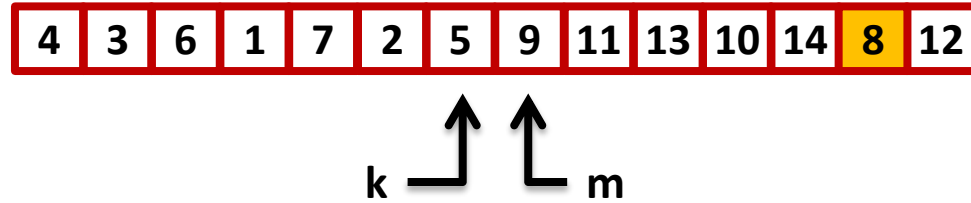
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado


- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

4	3	6	1	7	2	5	9	11	13	10	14	8	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	----

k  m

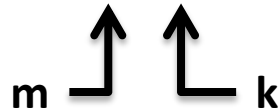
vector[k]  $\geq$  pivote



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

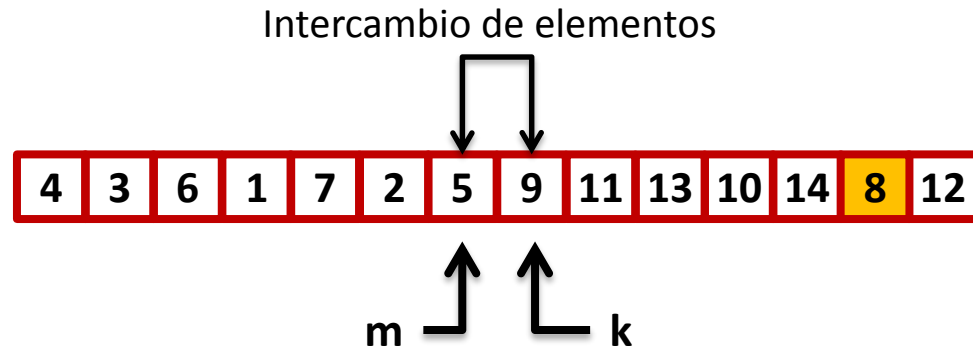
4	3	6	1	7	2	5	9	11	13	10	14	8	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	----



$\text{vector}[m] \leq \text{pivote}$

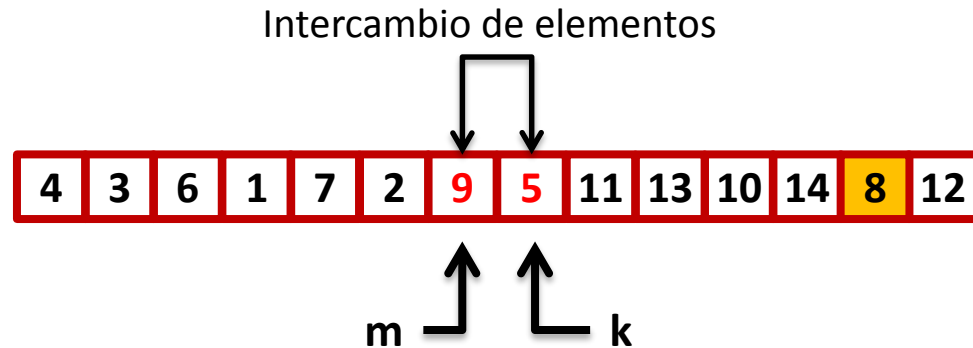
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

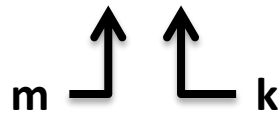
- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

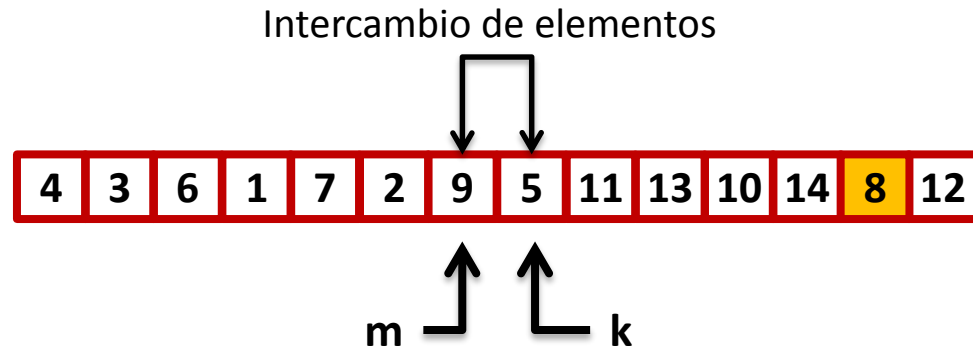
4	3	6	1	7	2	9	5	11	13	10	14	8	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	----



Si  $k > m \rightarrow$   
Finaliza el recorrido

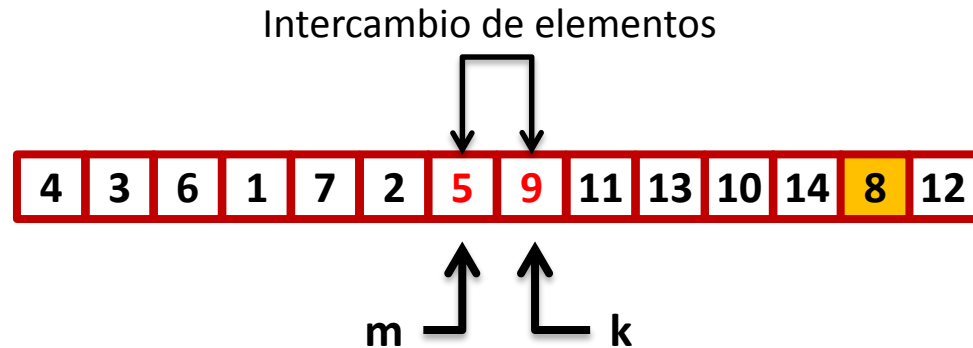
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



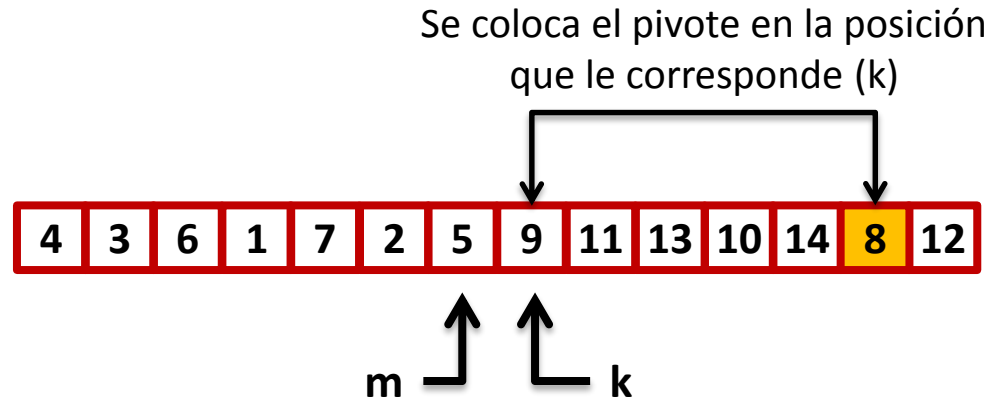
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



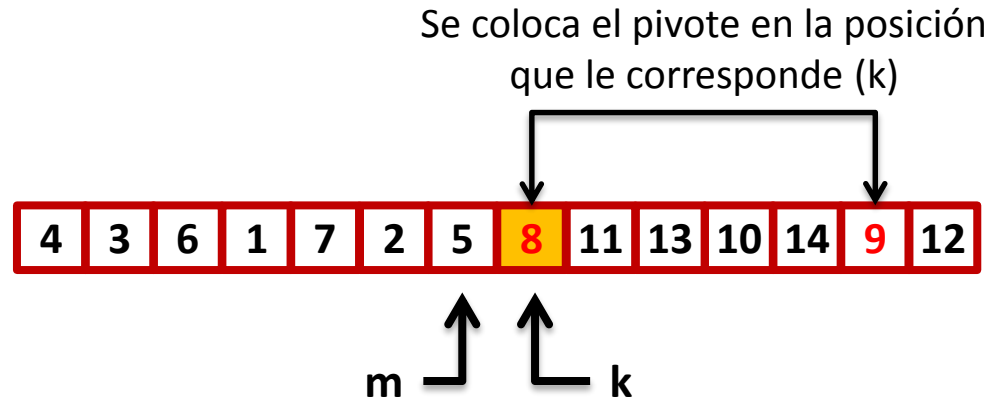
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:





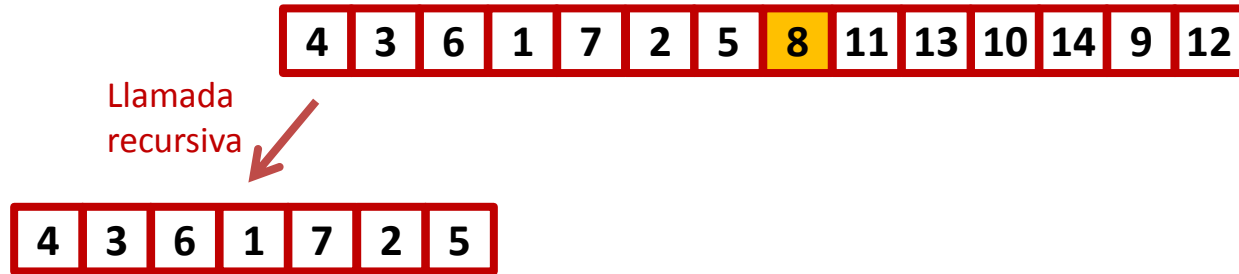
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:

4	3	6	1	7	2	5	8	11	13	10	14	9	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	----

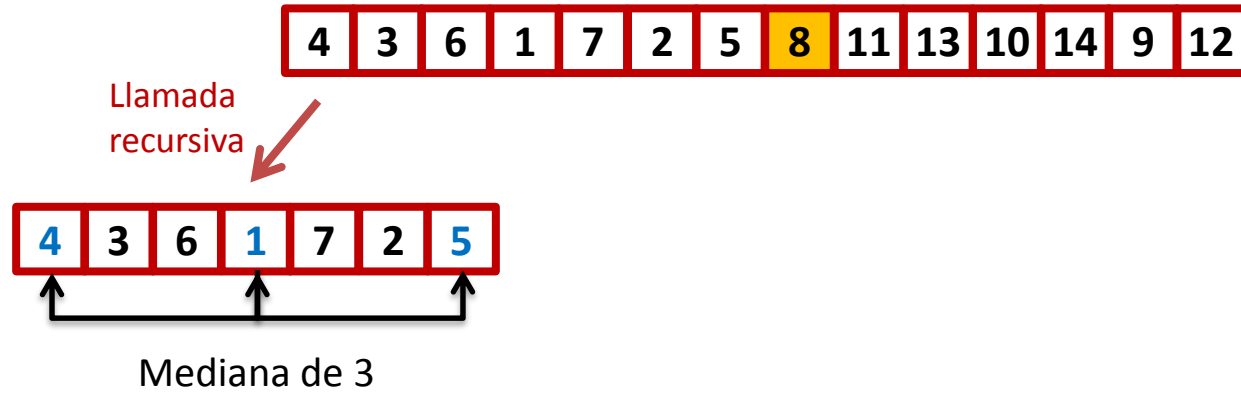
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



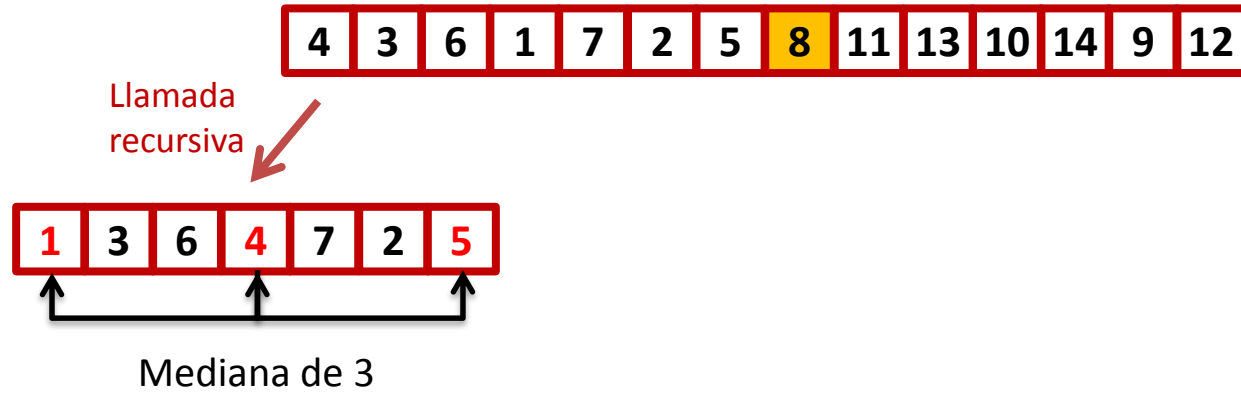
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



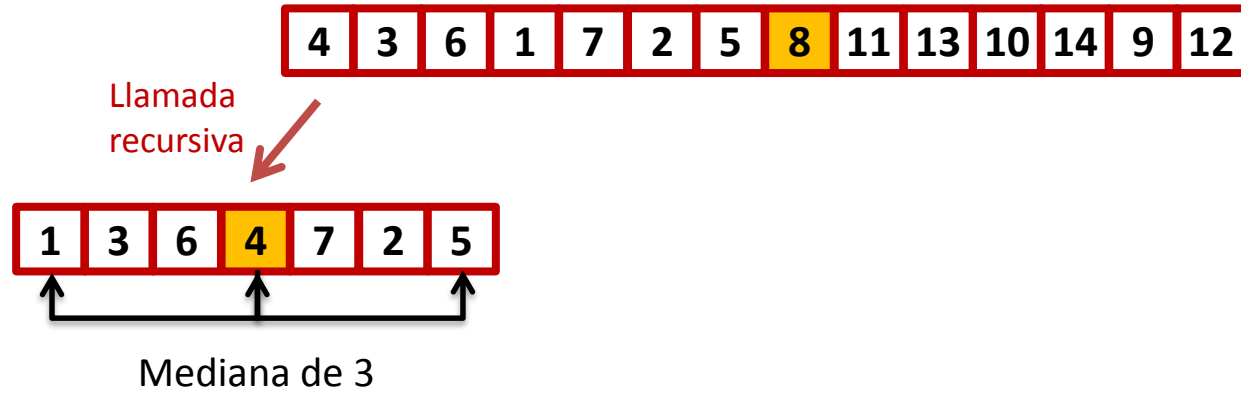
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



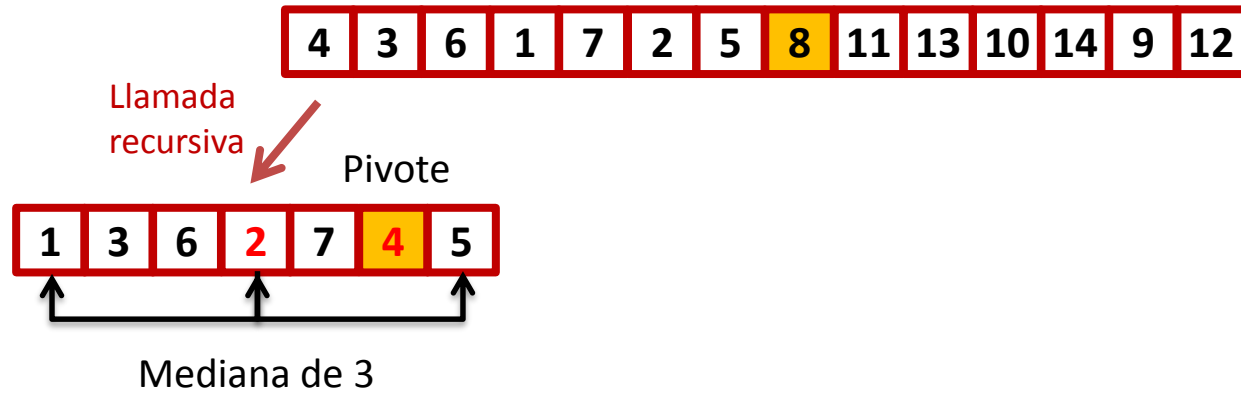
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



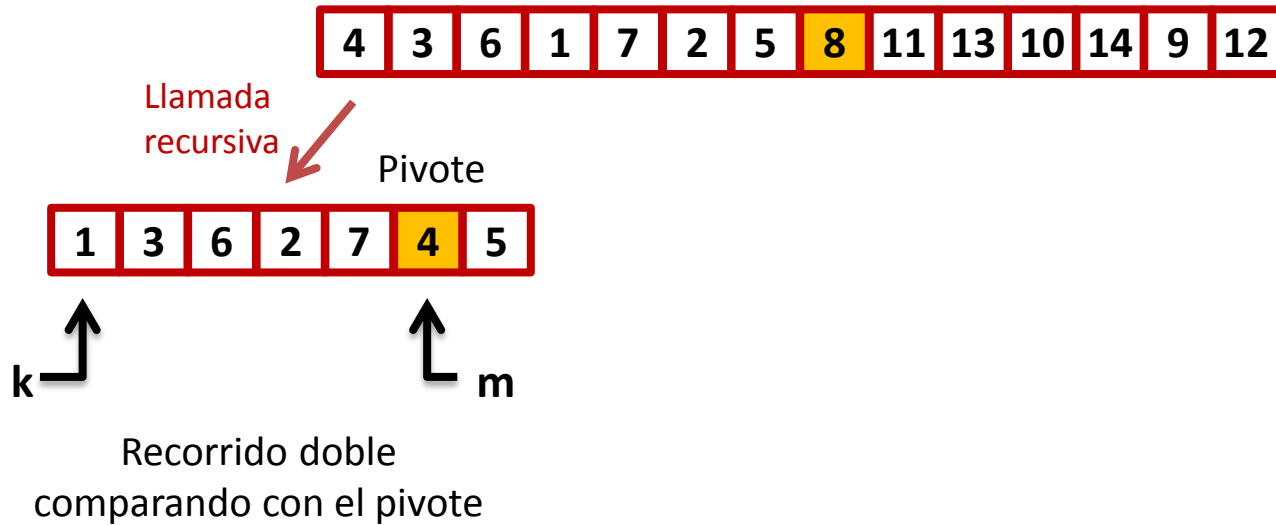
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



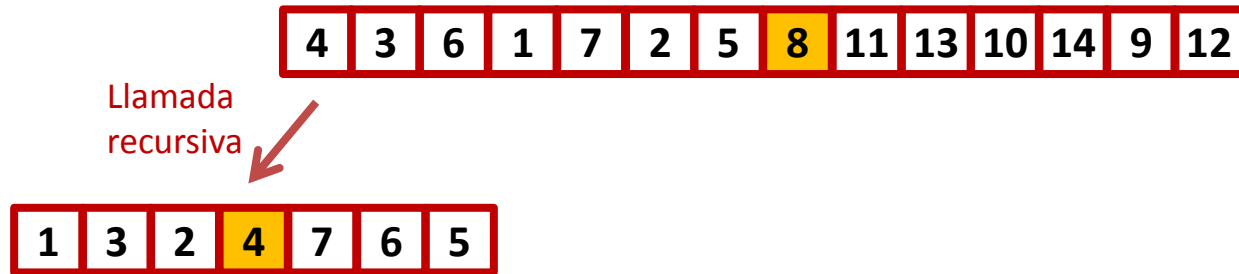
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

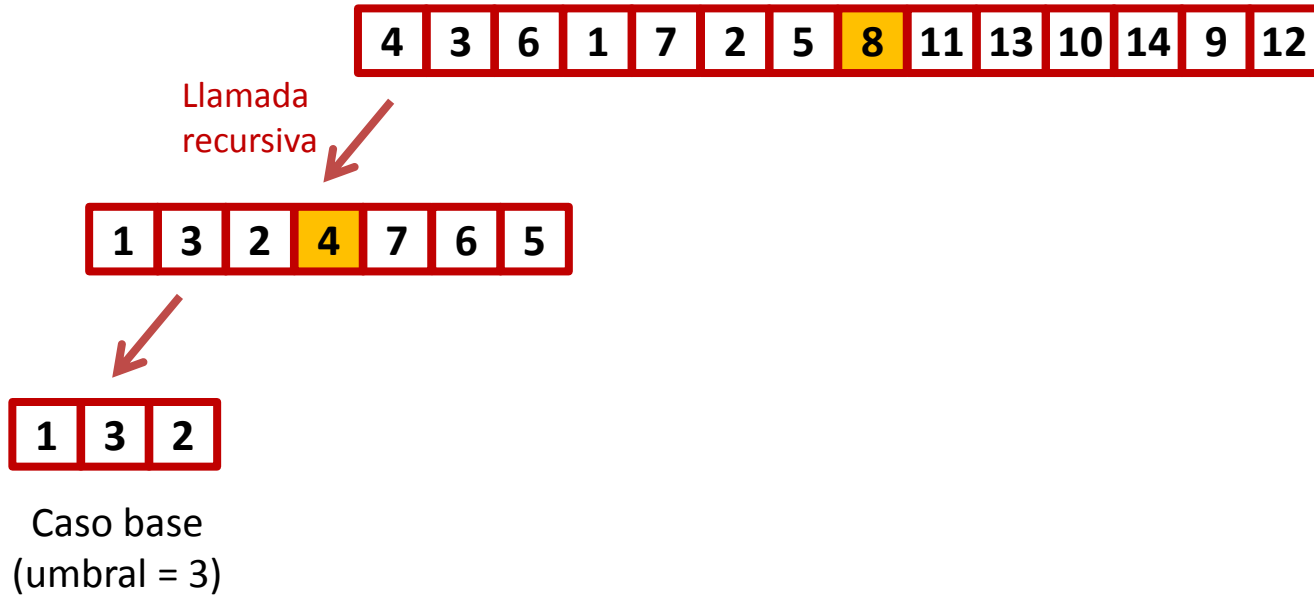
- Solución:





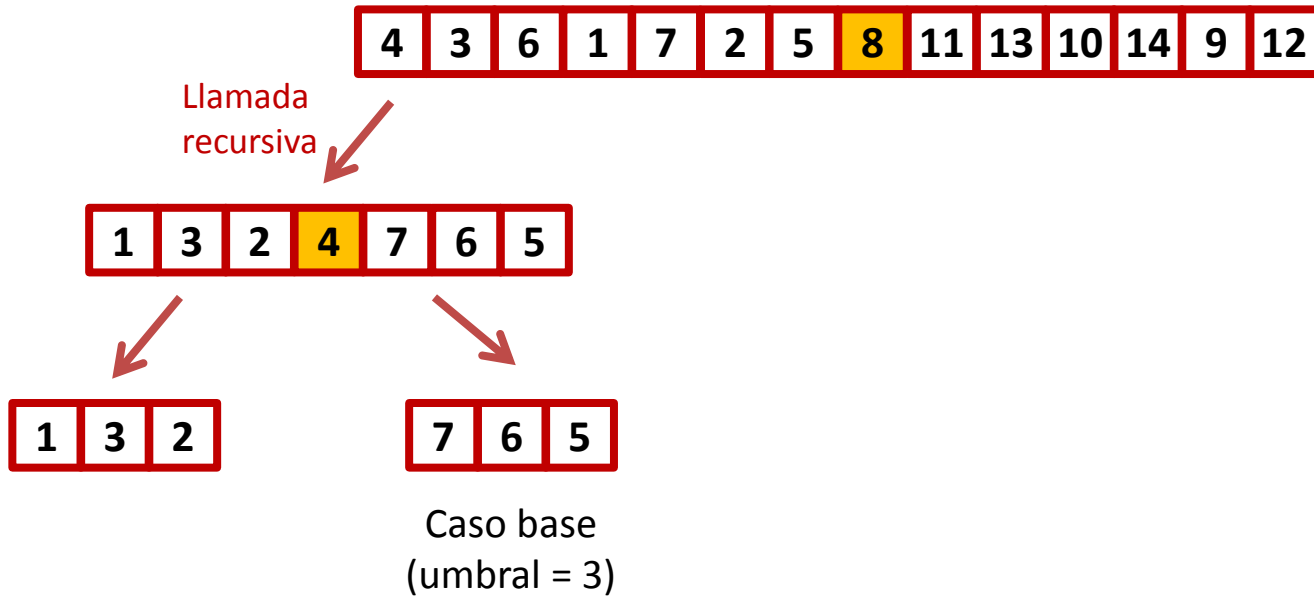
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



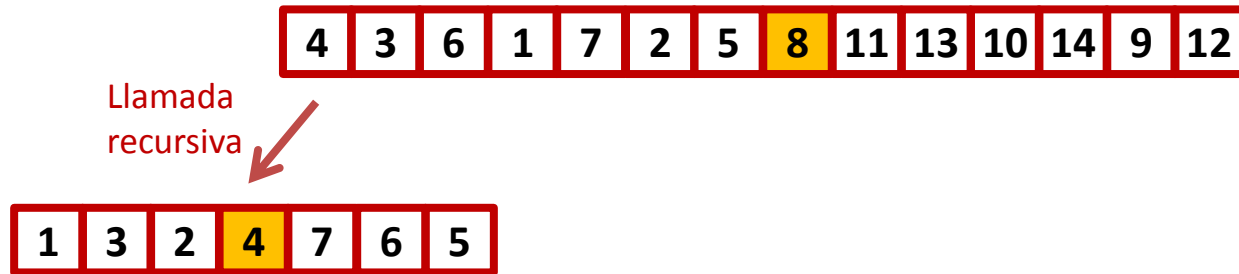
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



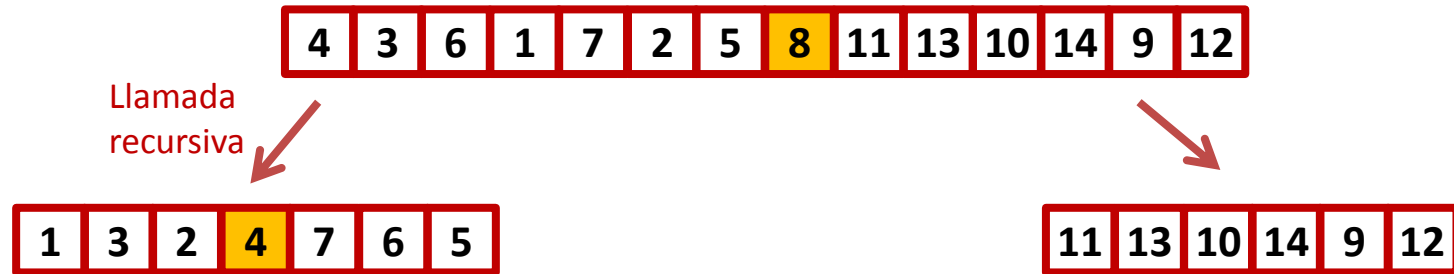
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



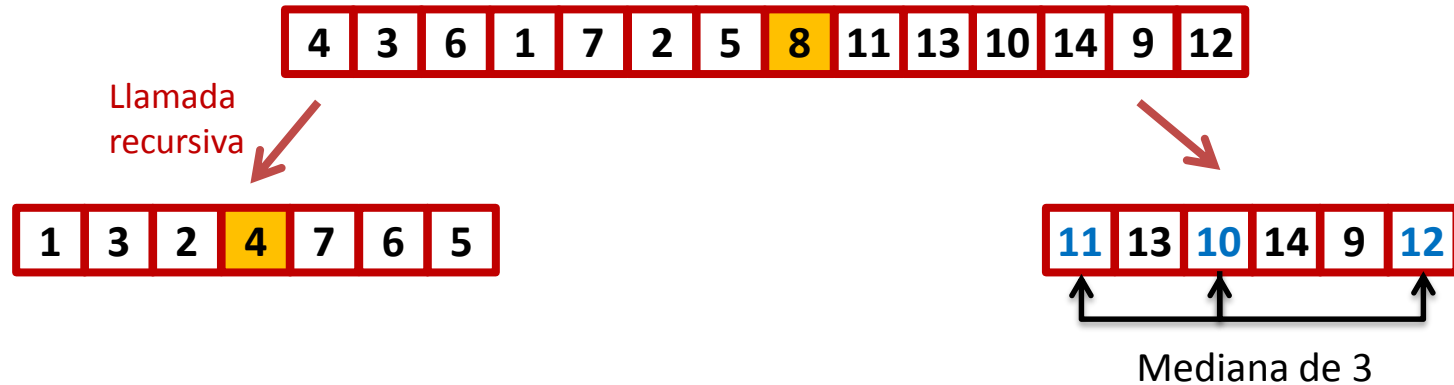
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



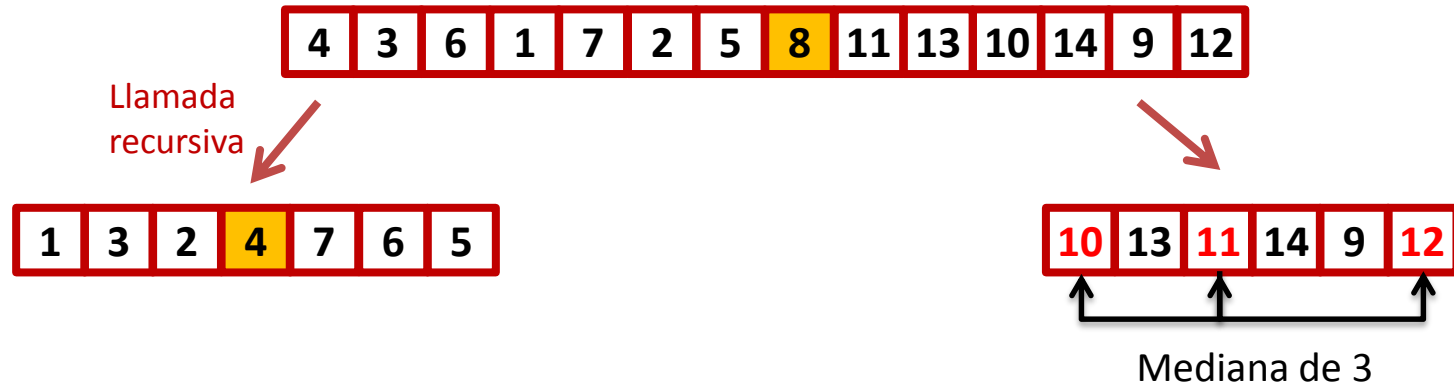
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



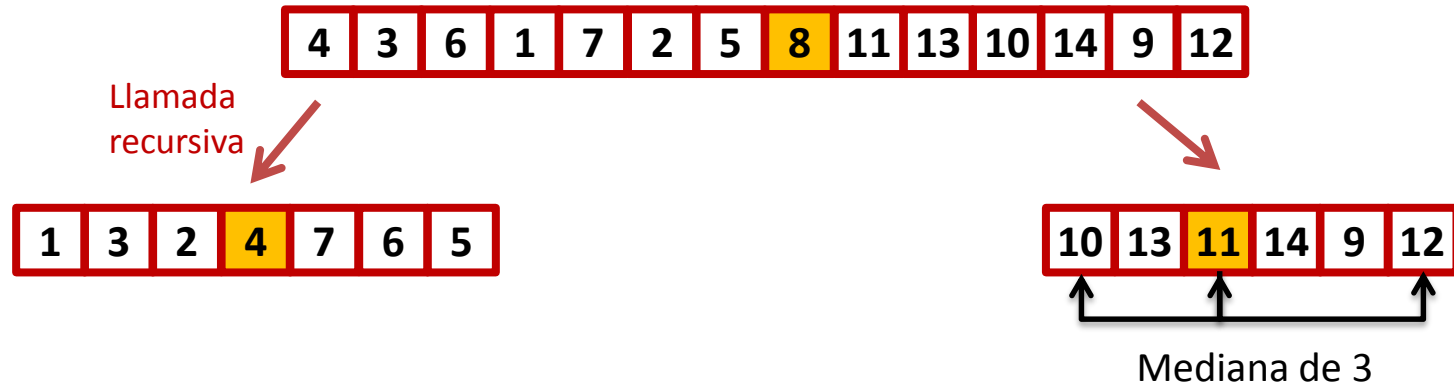
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



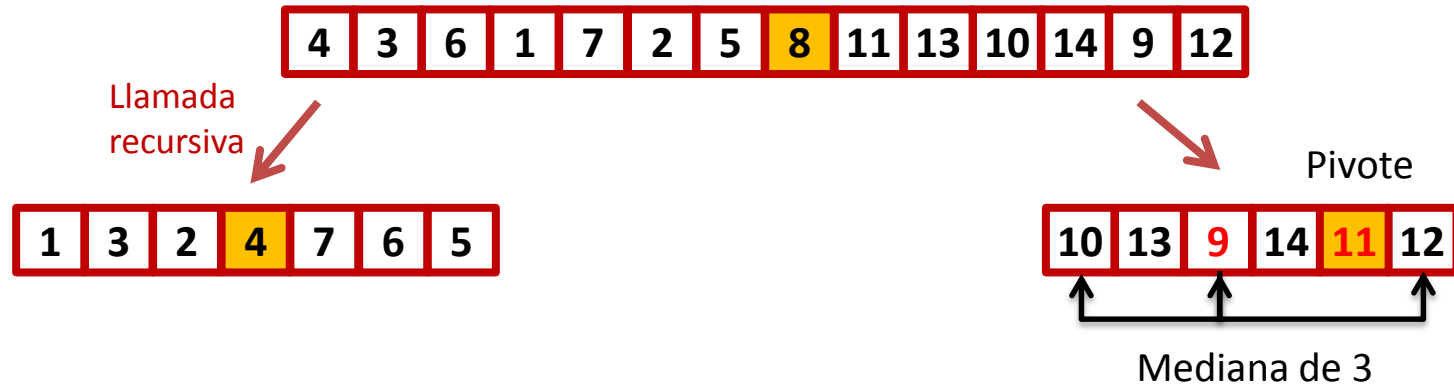
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

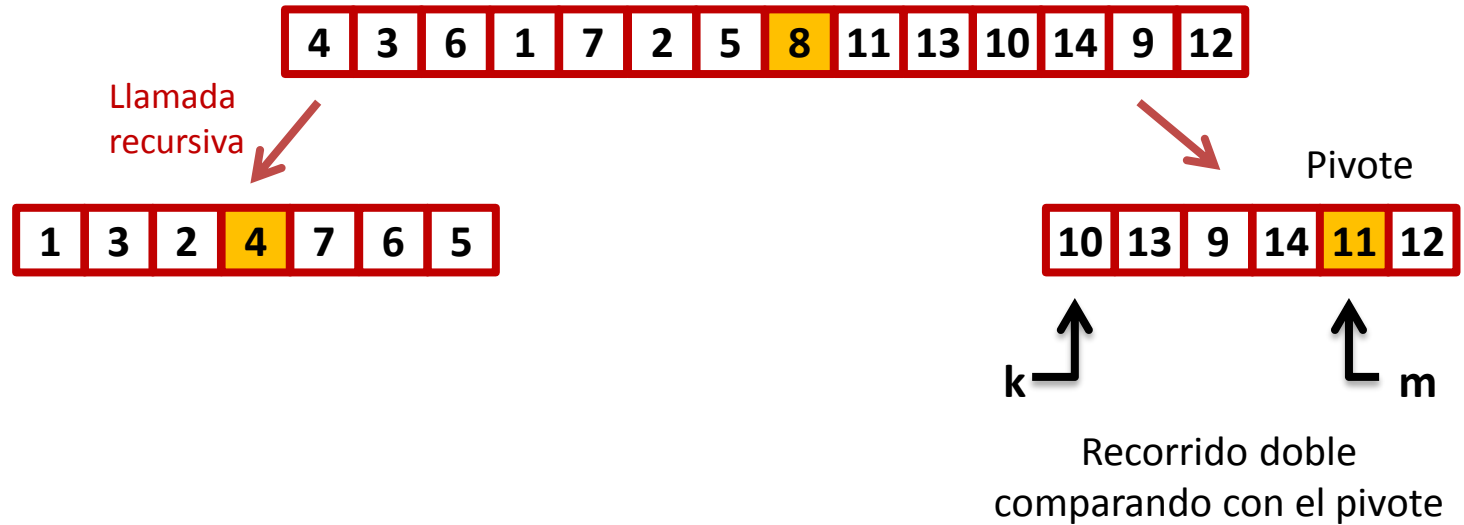
- Solución:





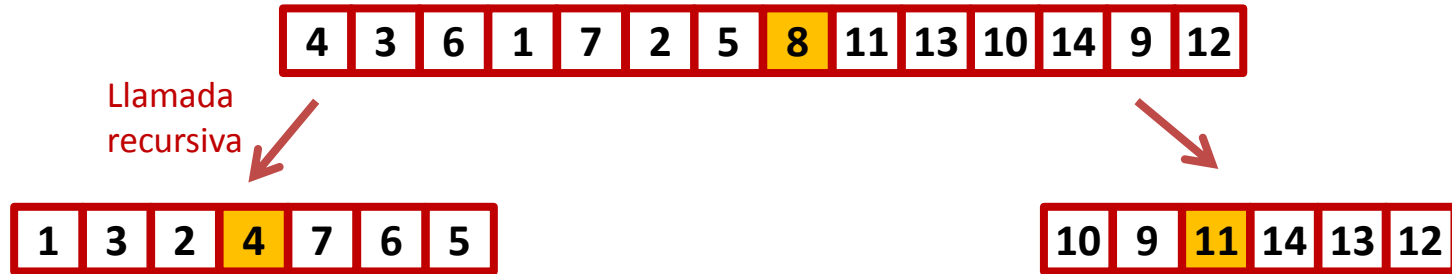
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



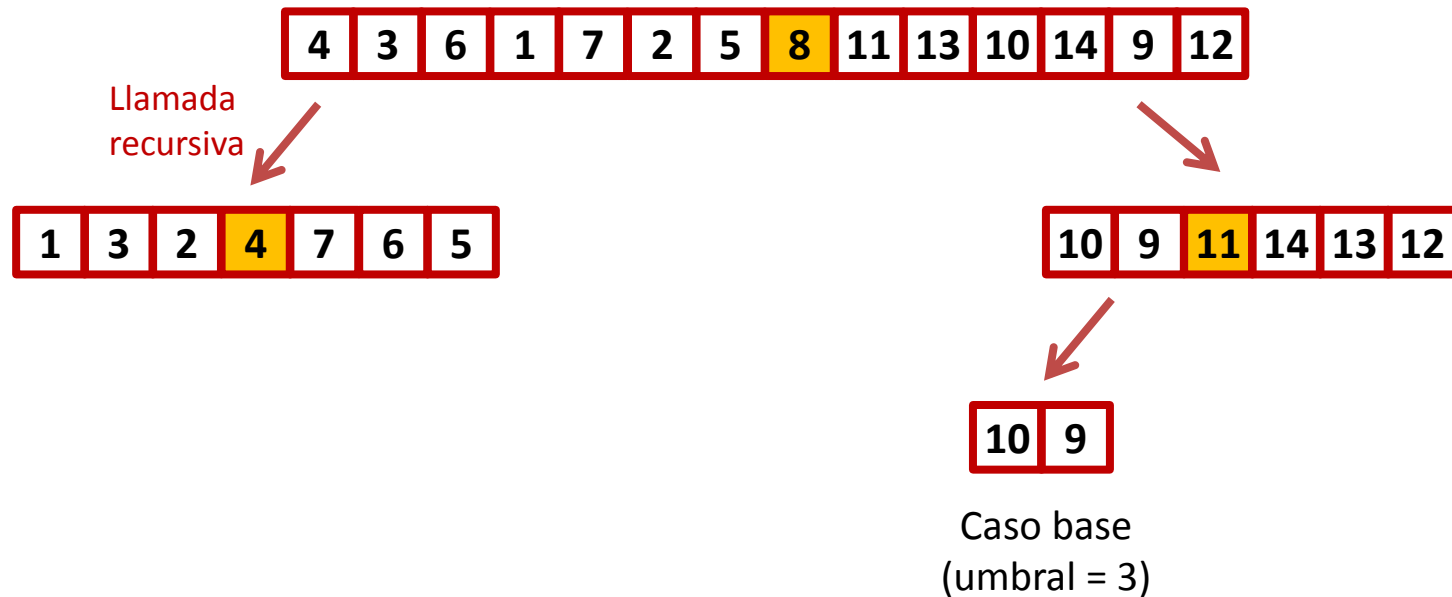
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



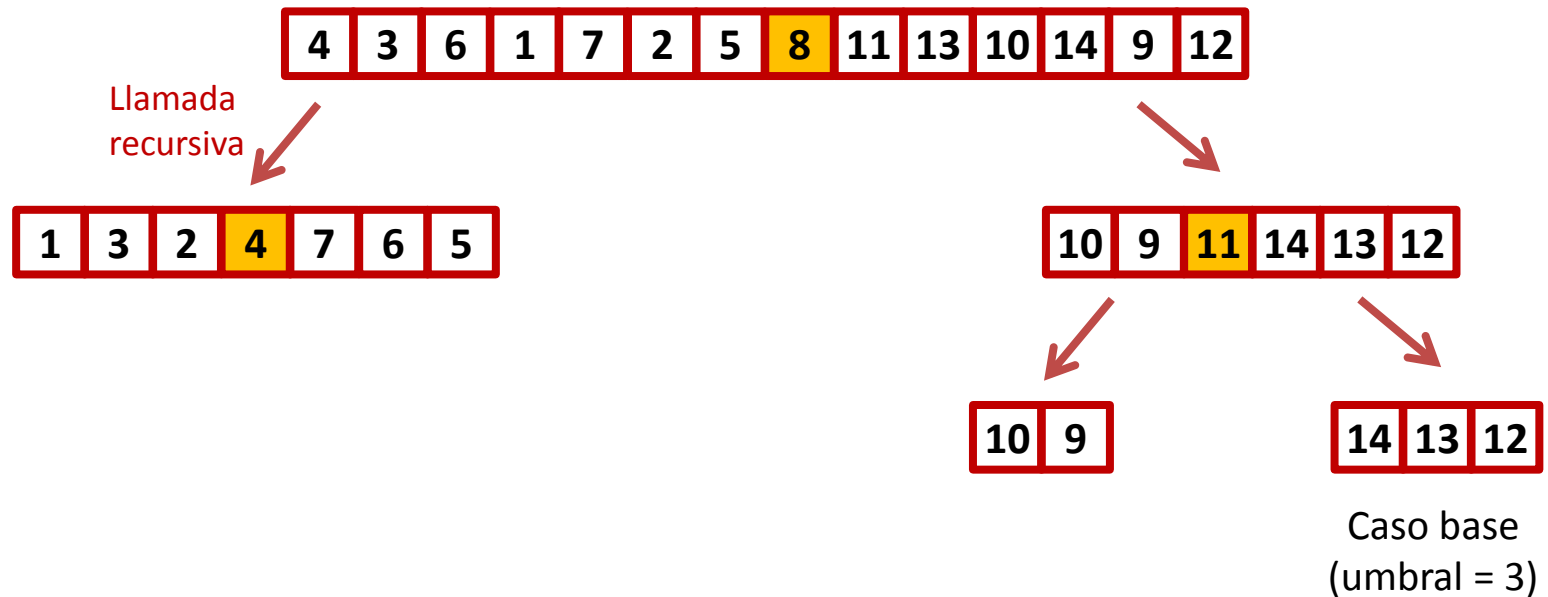
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



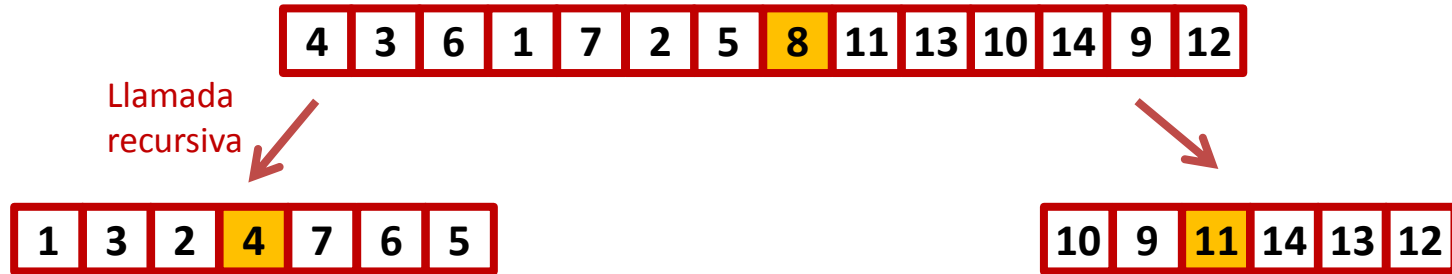
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



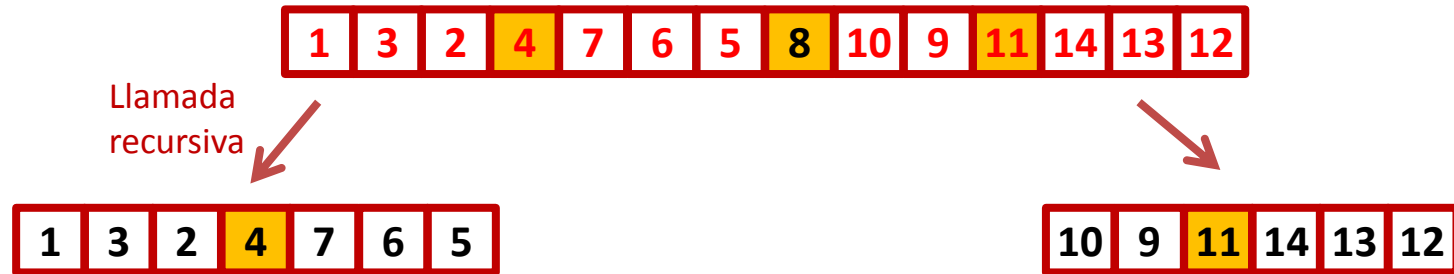
# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



Ordenación por Inserción

# Ordenación rápida: ejemplo balanceado

- Solución:



Ordenación por Inserción



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Ejercicio 2: construir el árbol recursivo que genera el algoritmo de ordenación rápida (*quicksort*), con mediana de 3 en la selección del pivote y umbral=3, para el siguiente vector de datos.

5	7	4	10	6	13	1	3	12	11	8	14	9	2
---	---	---	----	---	----	---	---	----	----	---	----	---	---

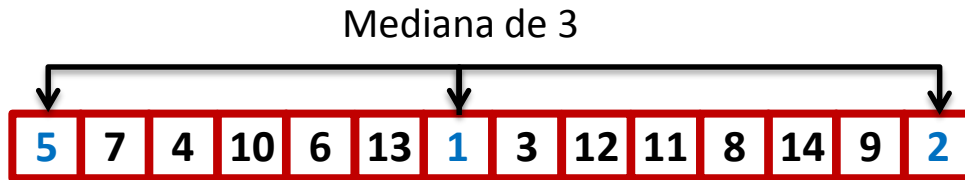
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:

5	7	4	10	6	13	1	3	12	11	8	14	9	2
---	---	---	----	---	----	---	---	----	----	---	----	---	---

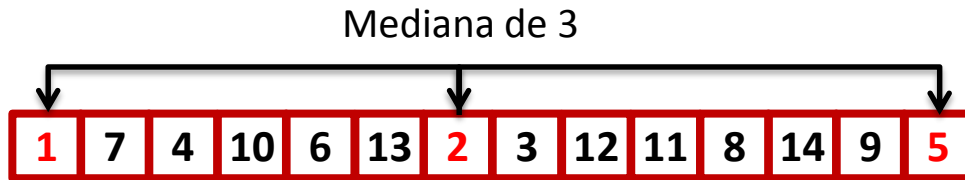
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



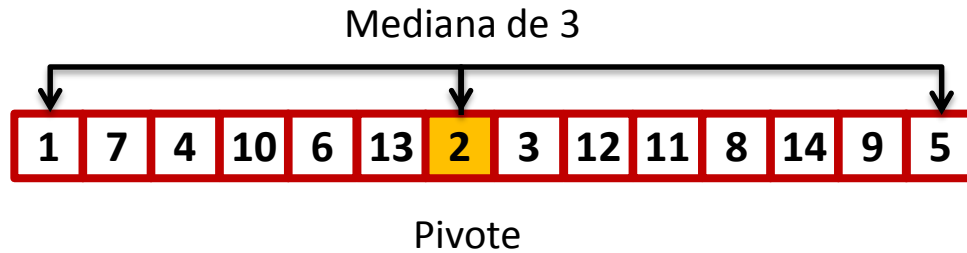
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



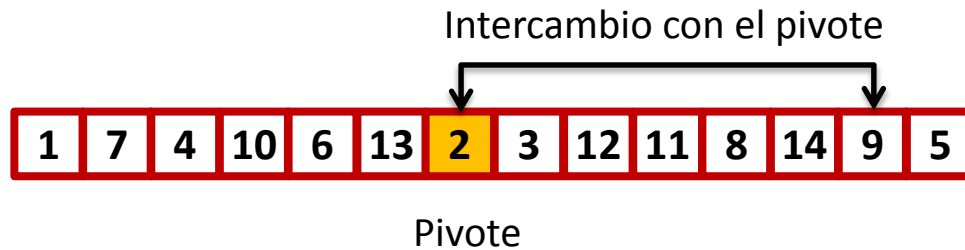
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



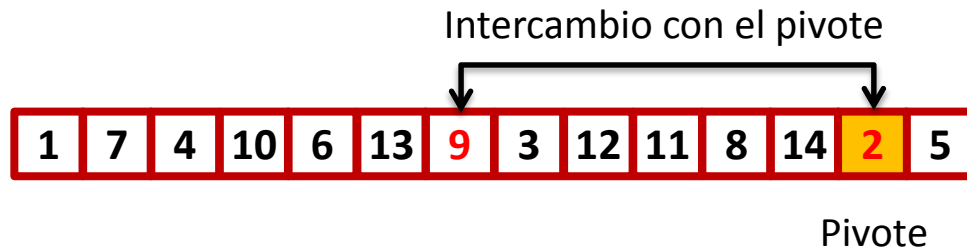
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



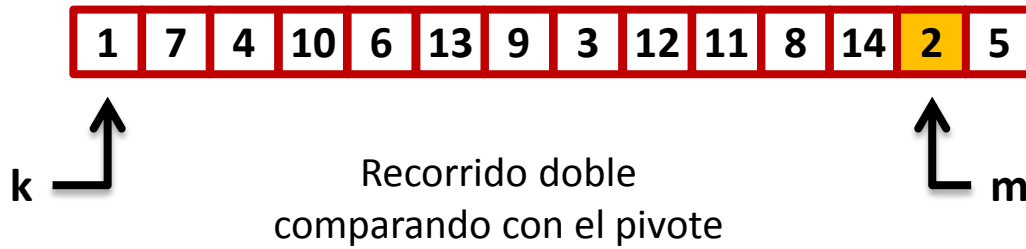
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:





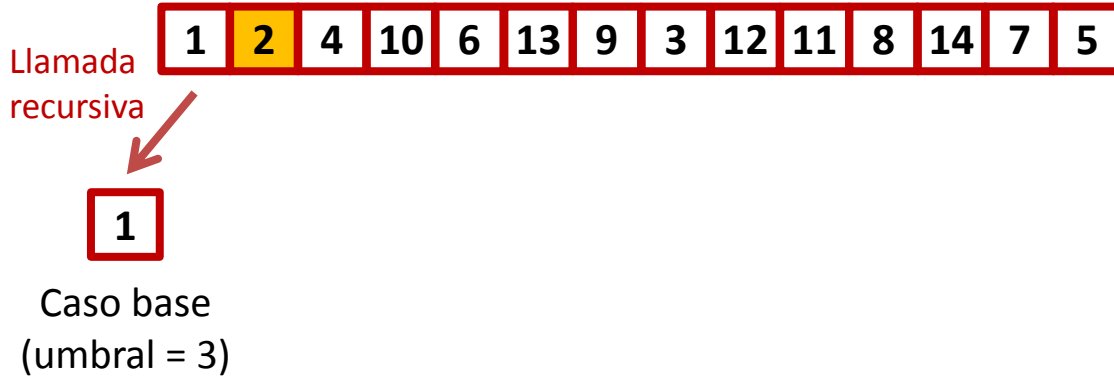
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:

1	2	4	10	6	13	9	3	12	11	8	14	7	5
---	---	---	----	---	----	---	---	----	----	---	----	---	---

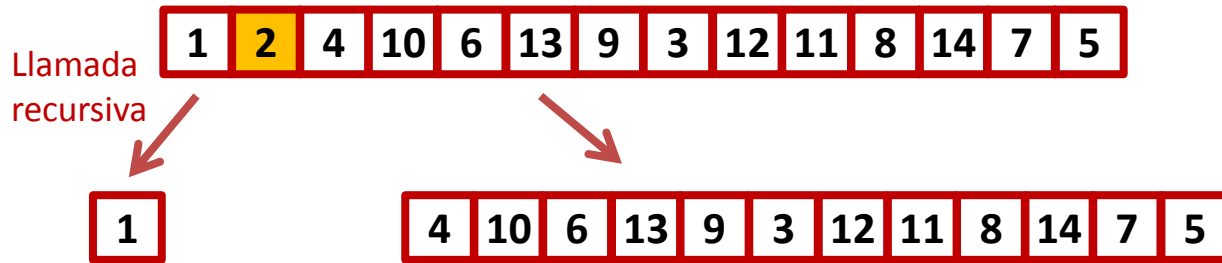
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



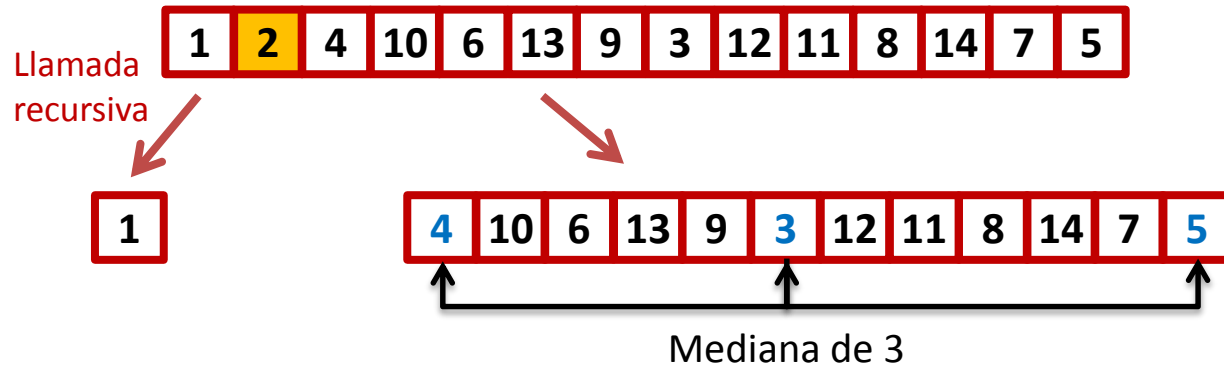
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



## Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

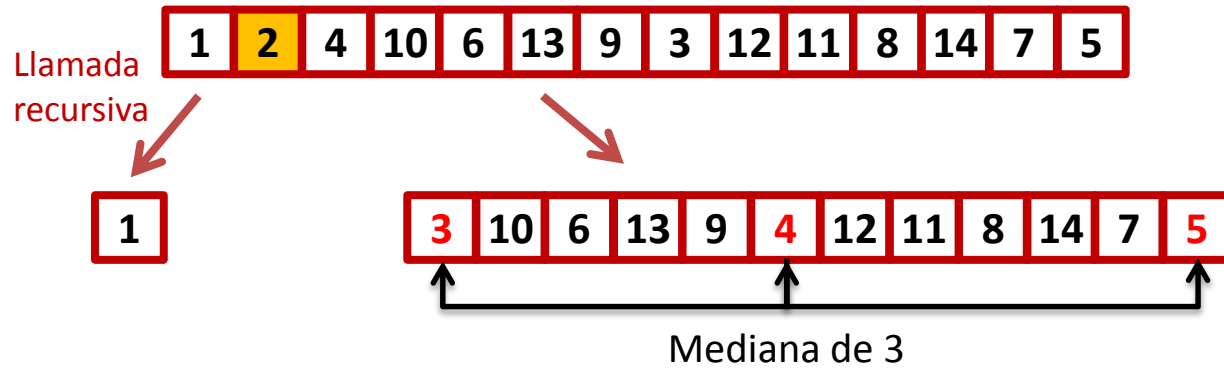
- Solución:



Mediana de 3

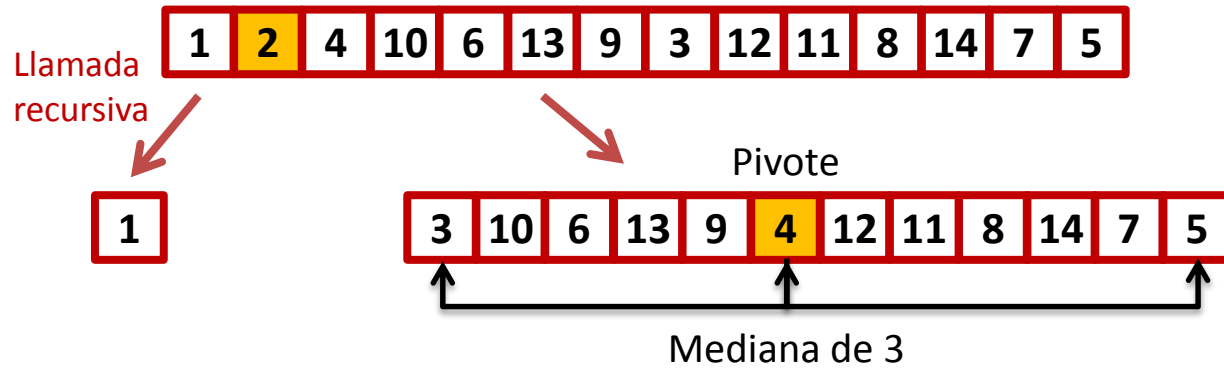
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



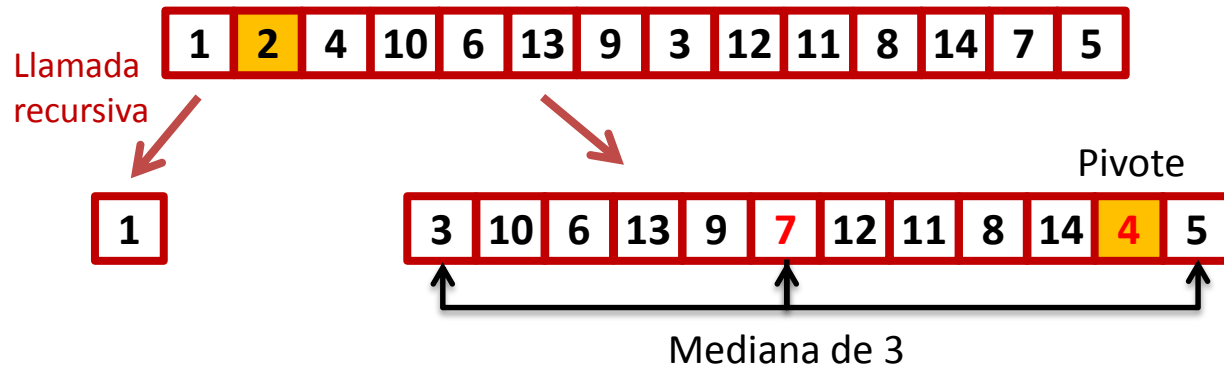
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



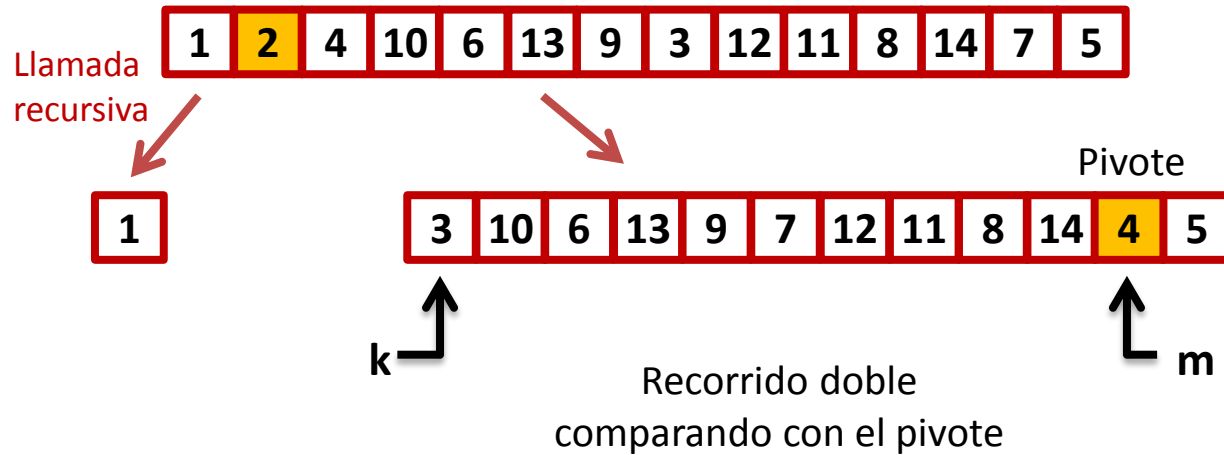
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

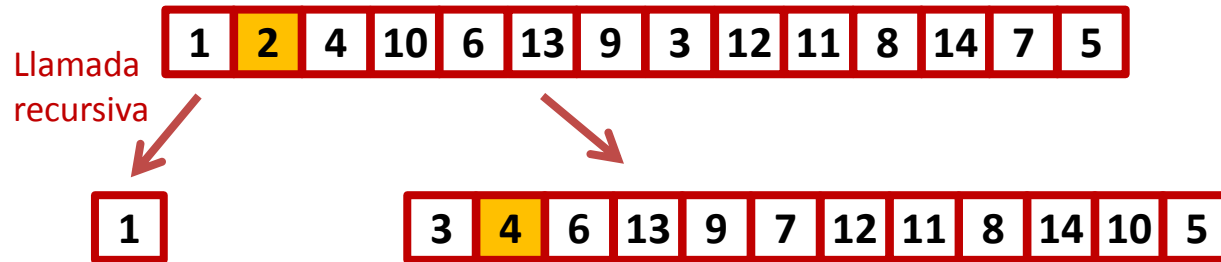
- Solución:





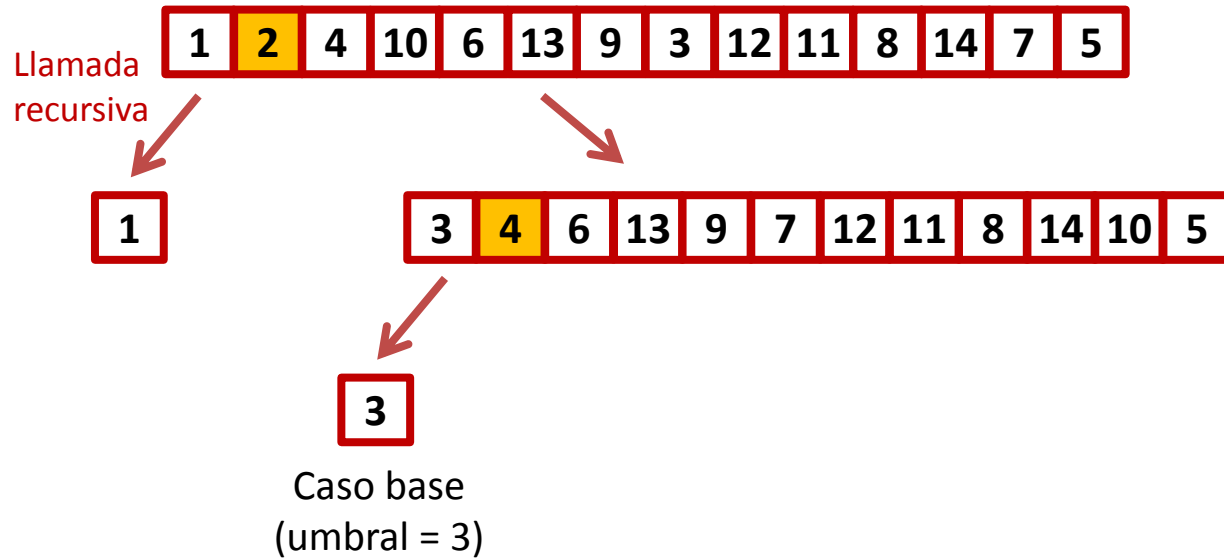
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



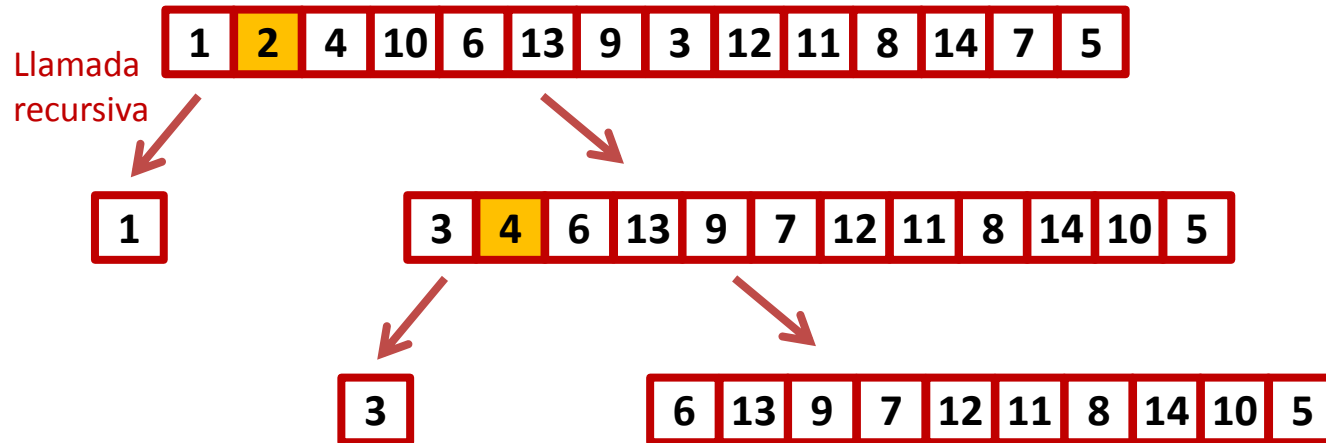
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



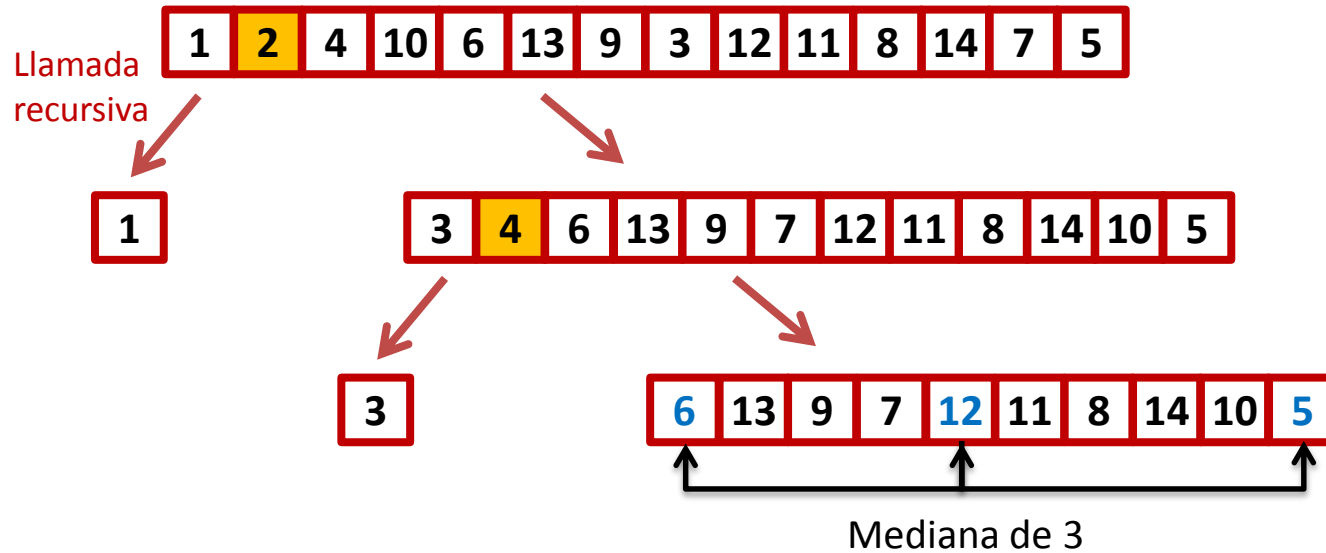
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



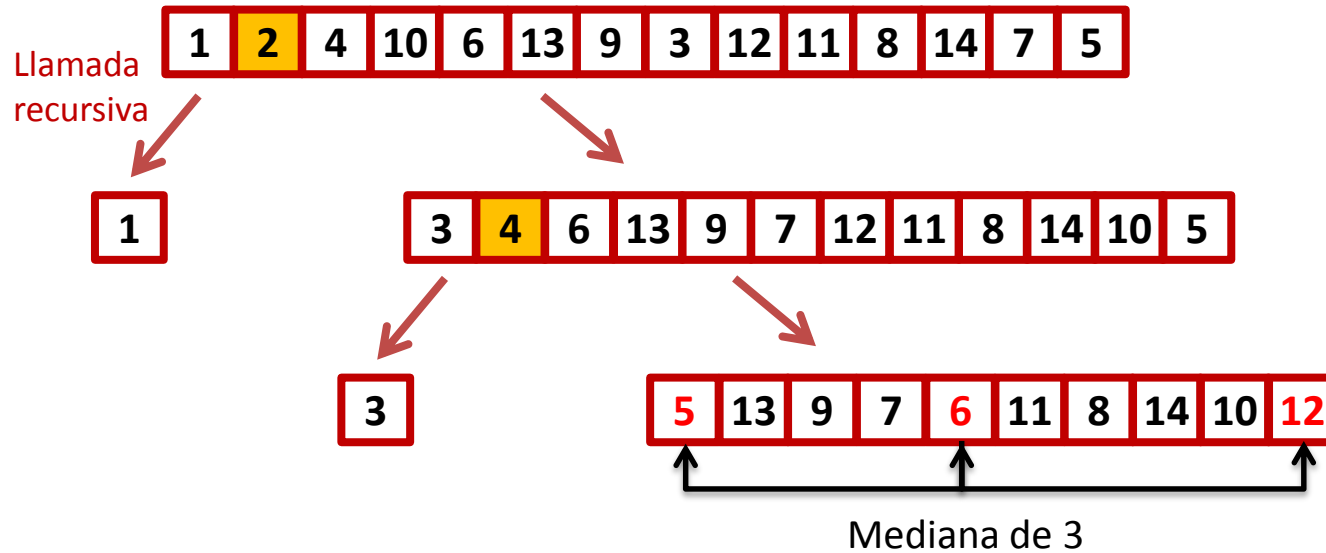
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



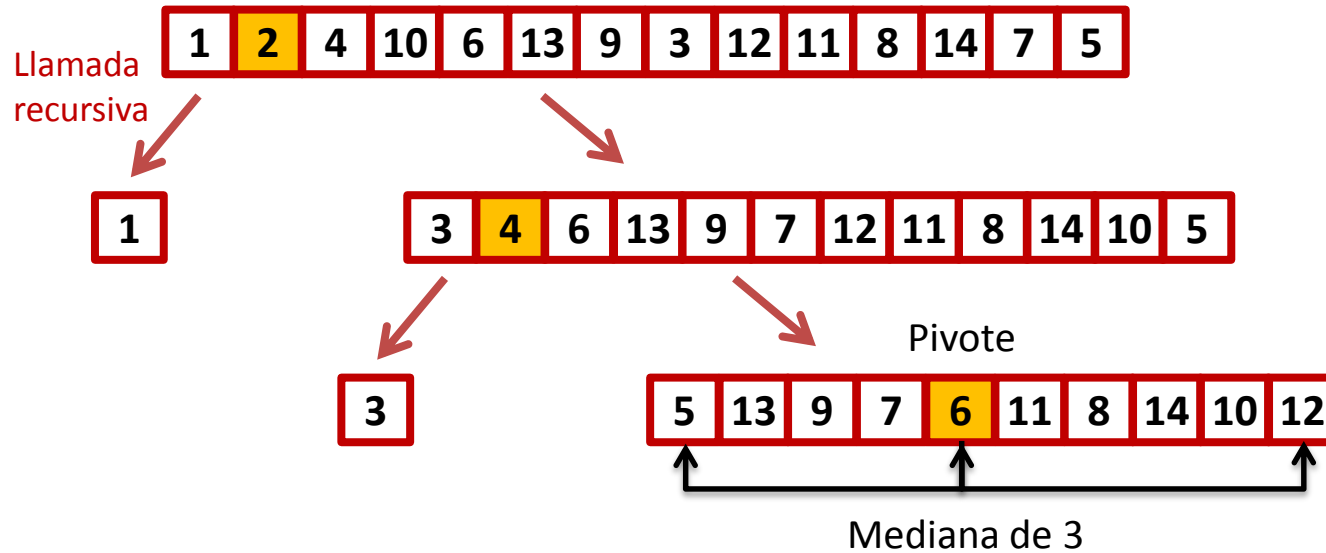
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



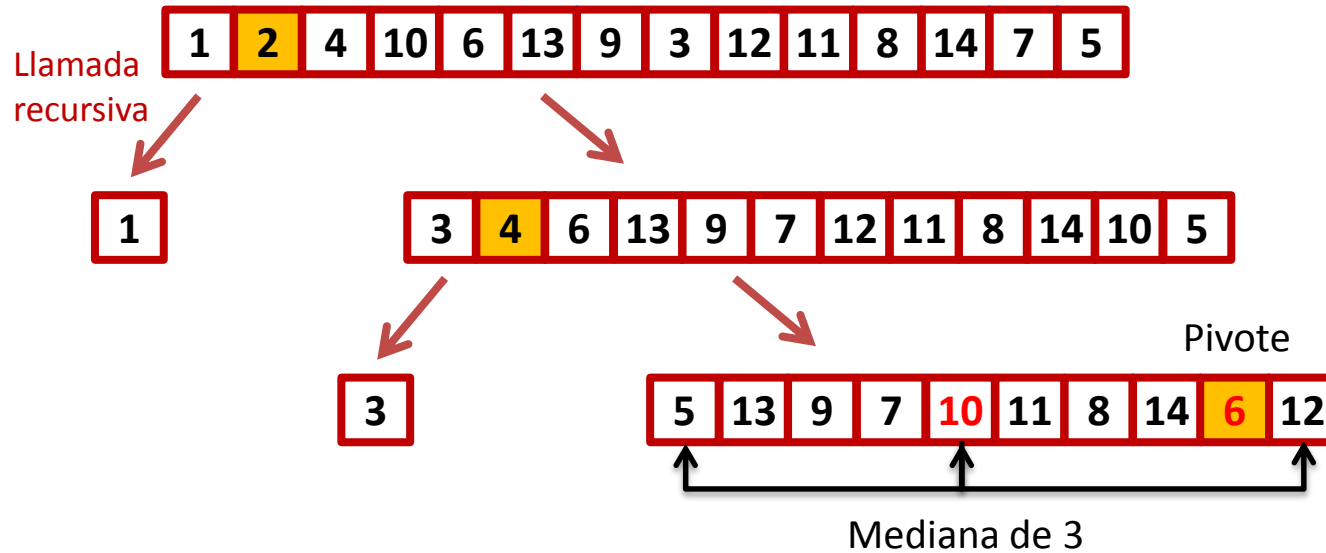
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



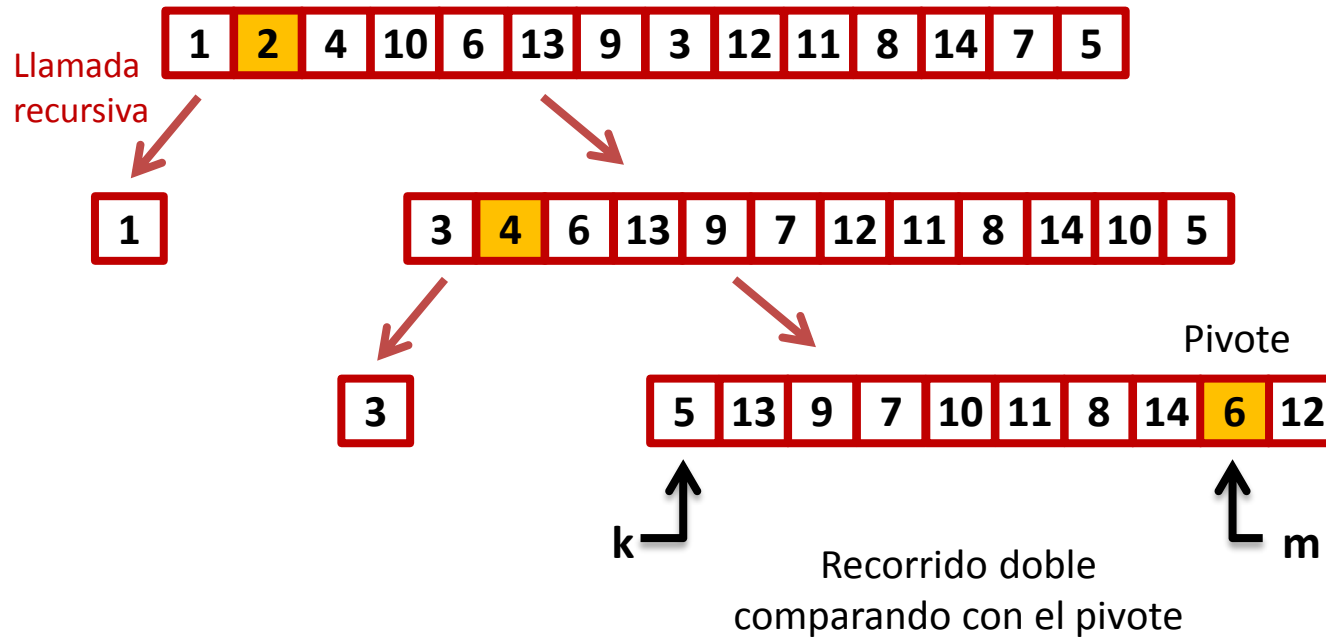
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

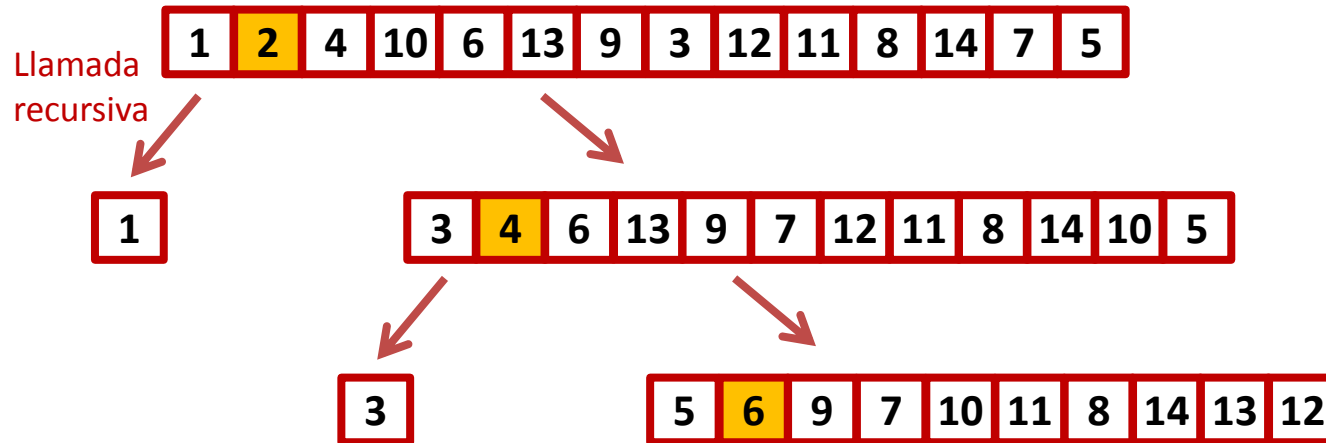
- Solución:





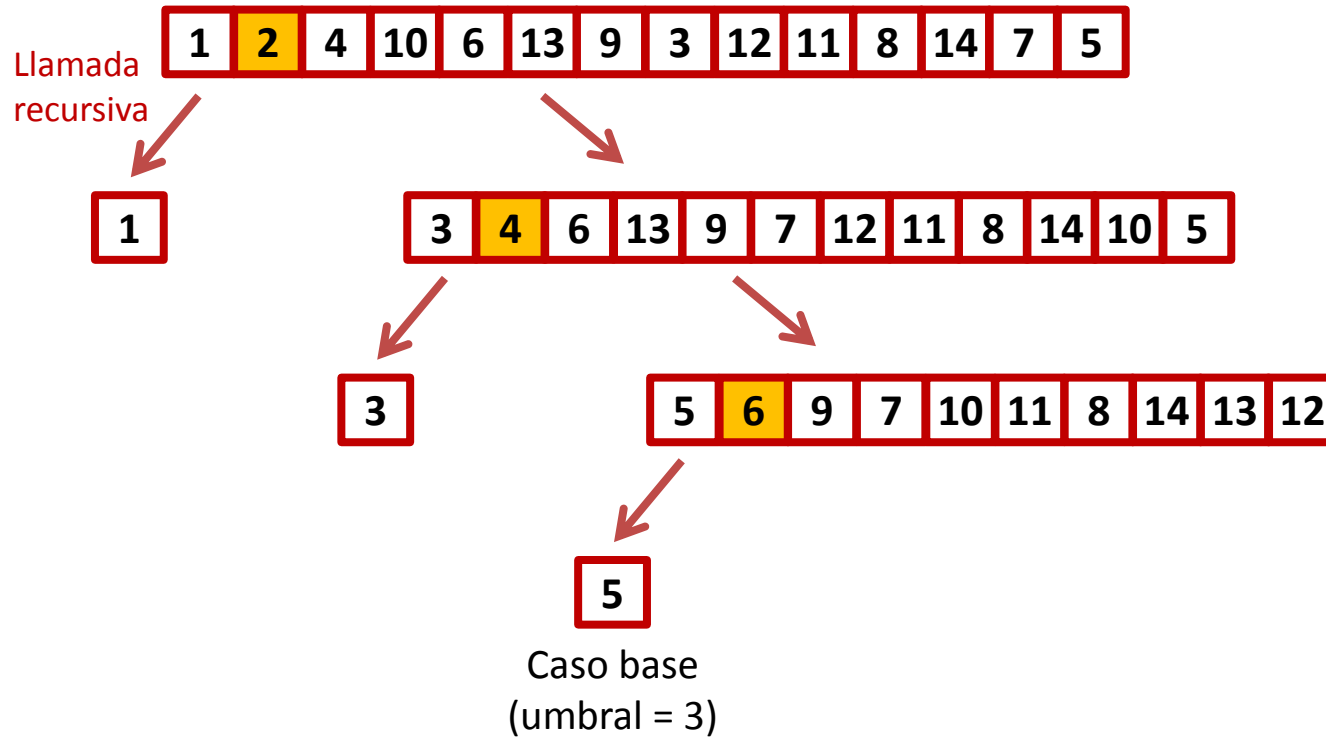
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



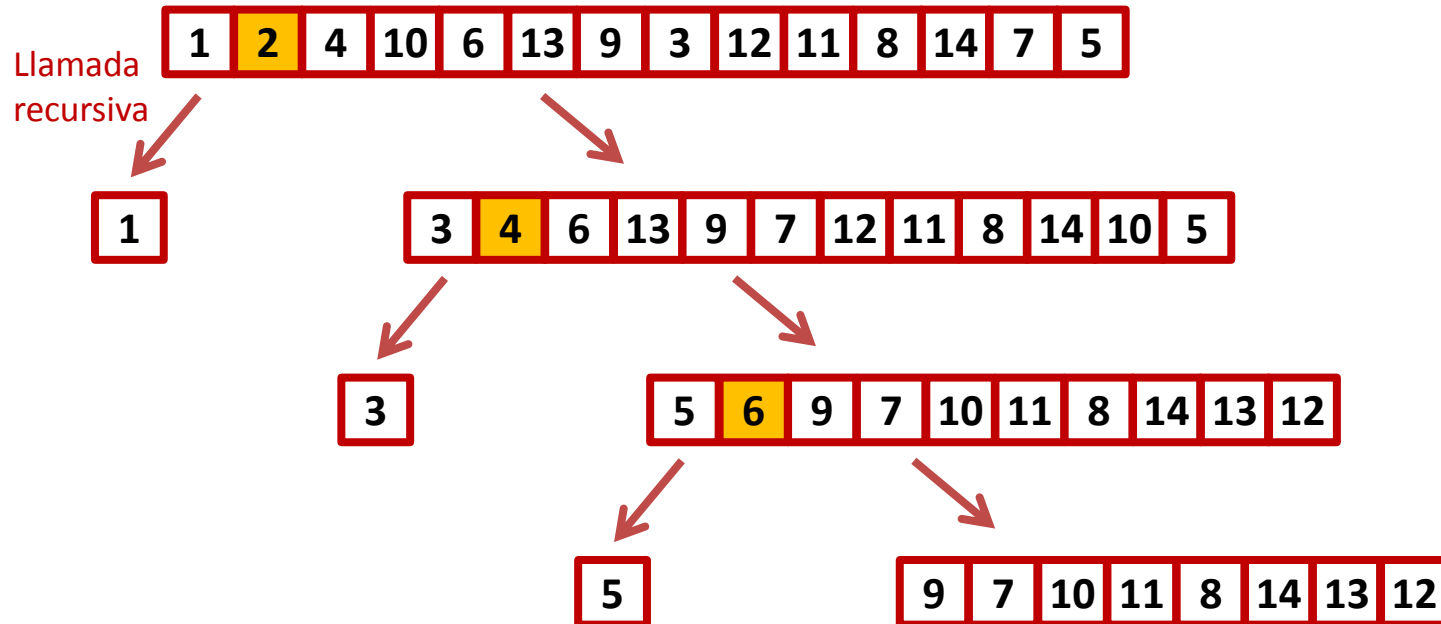
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



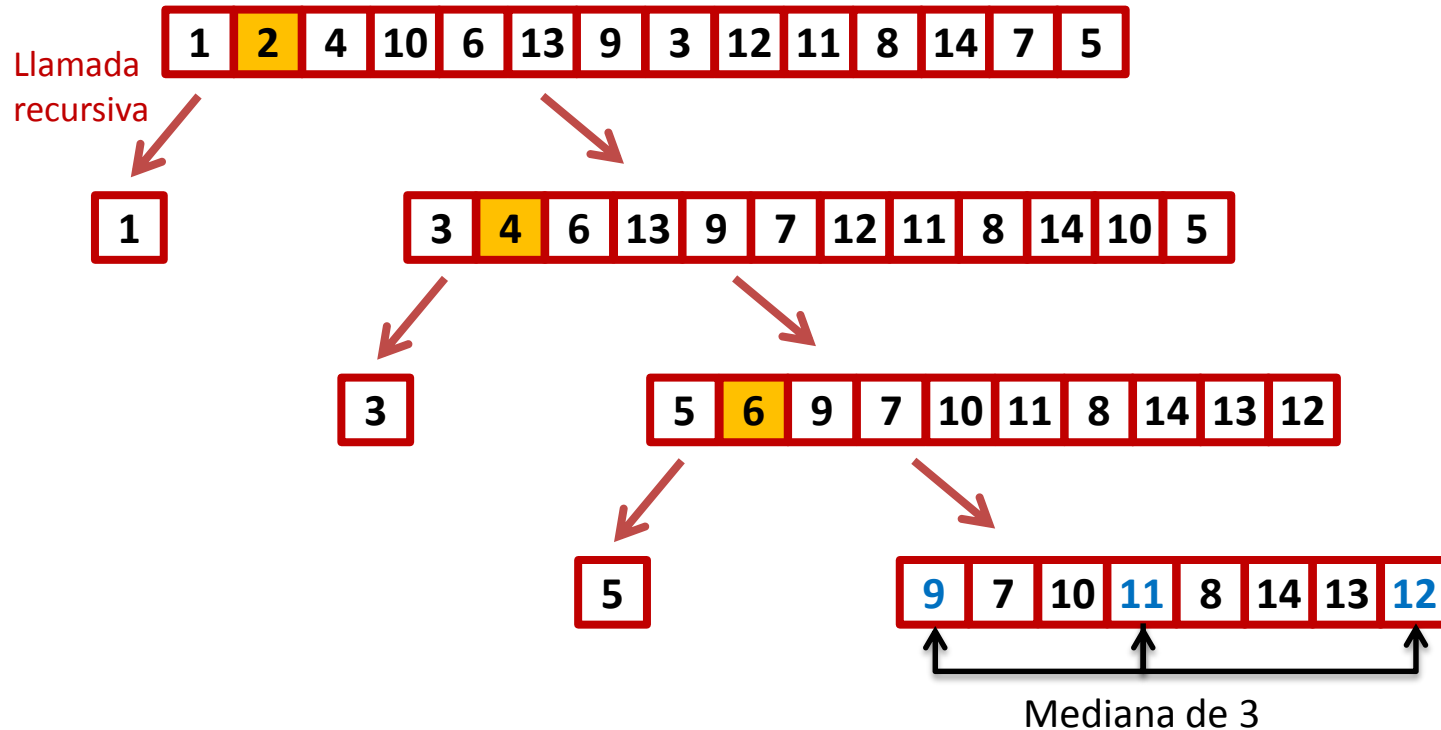
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



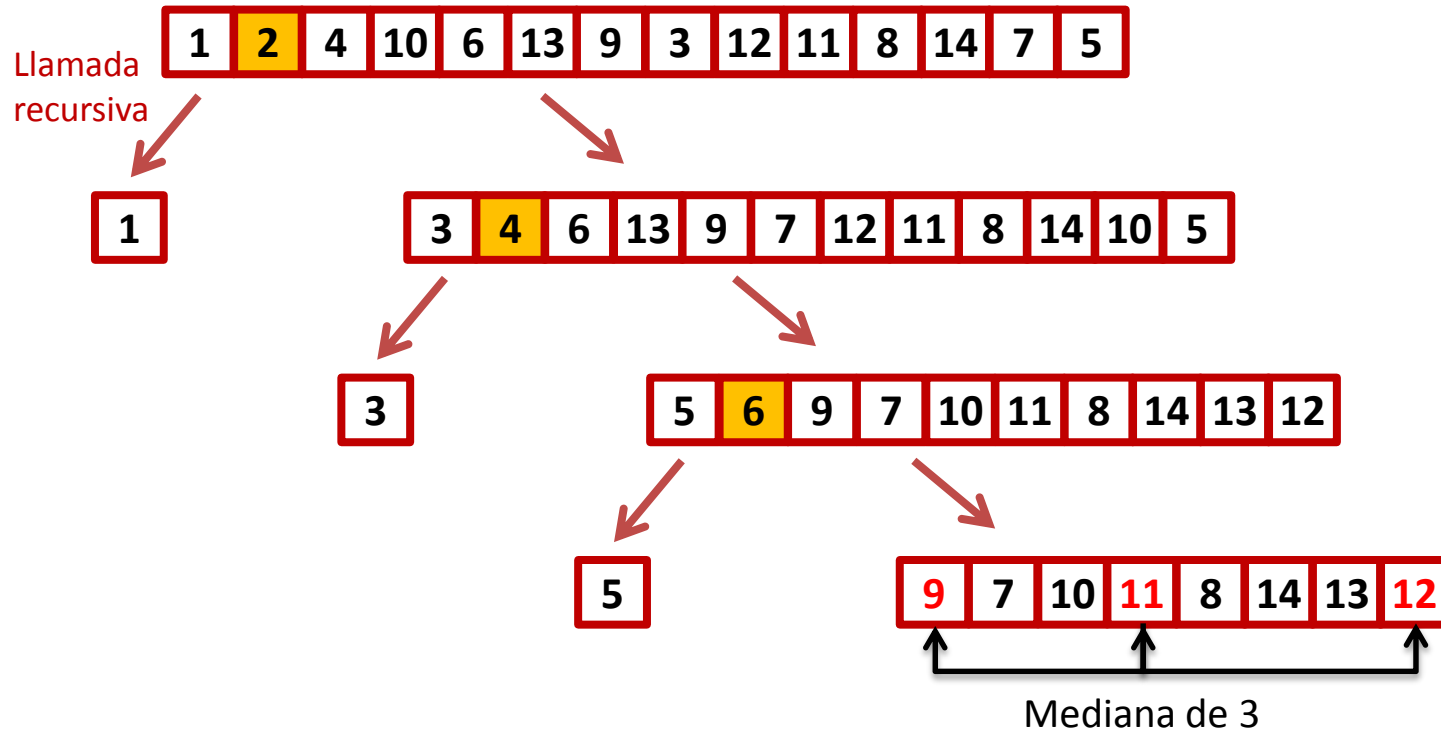
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



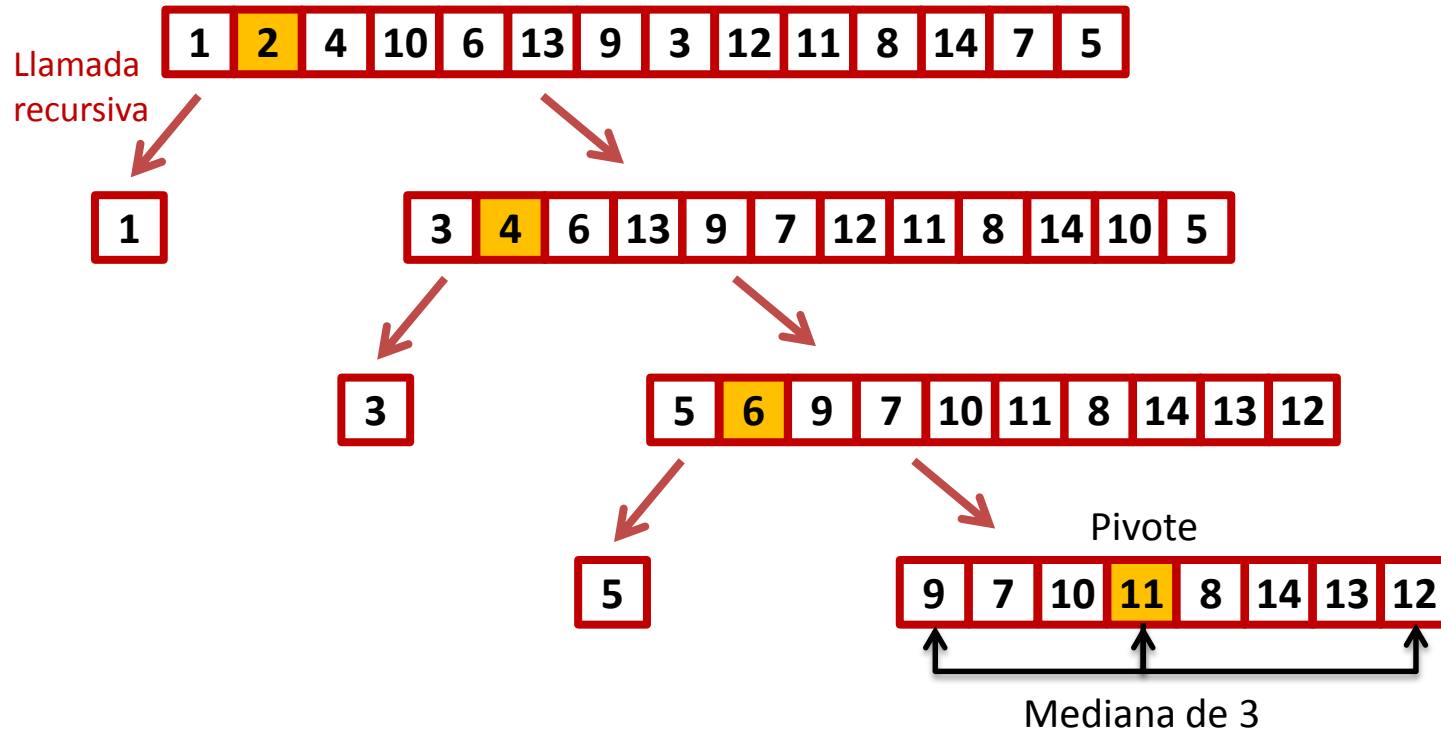
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



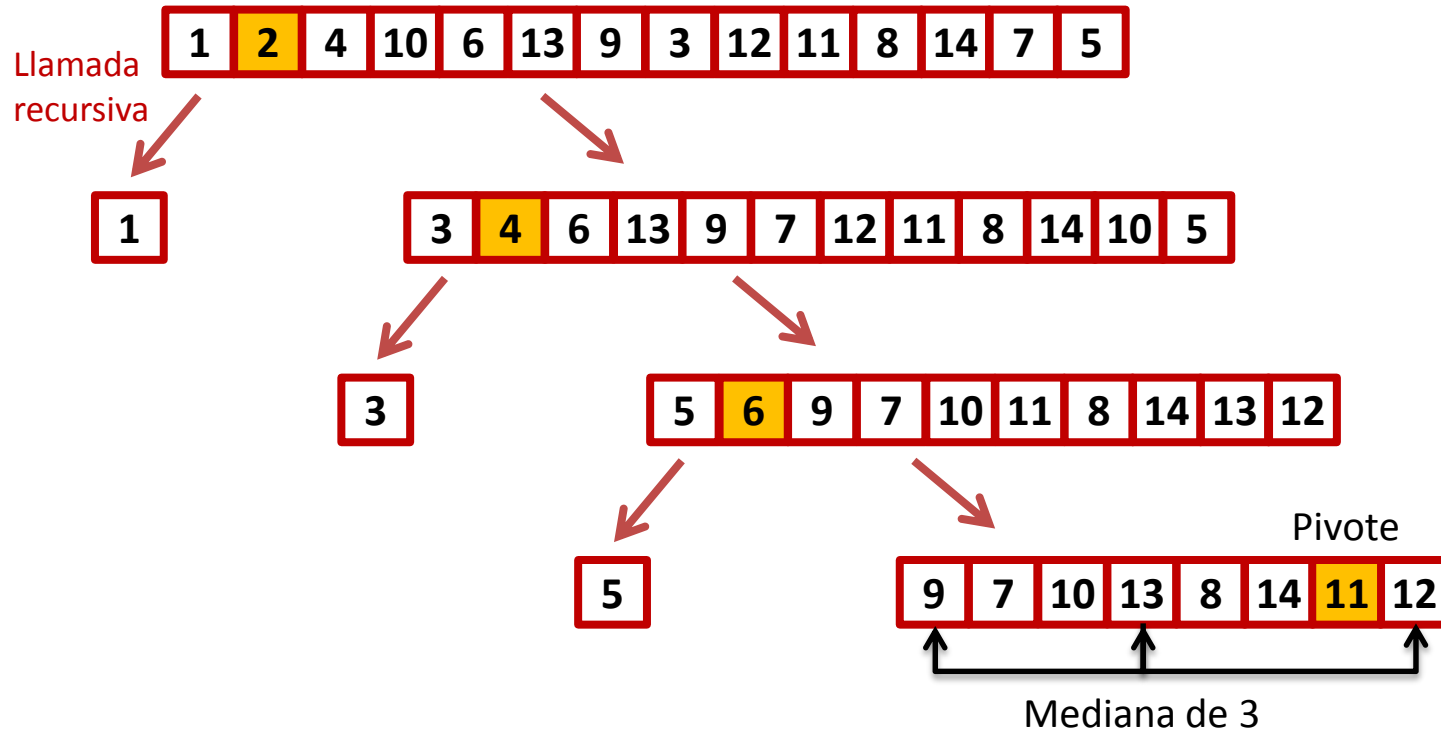
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



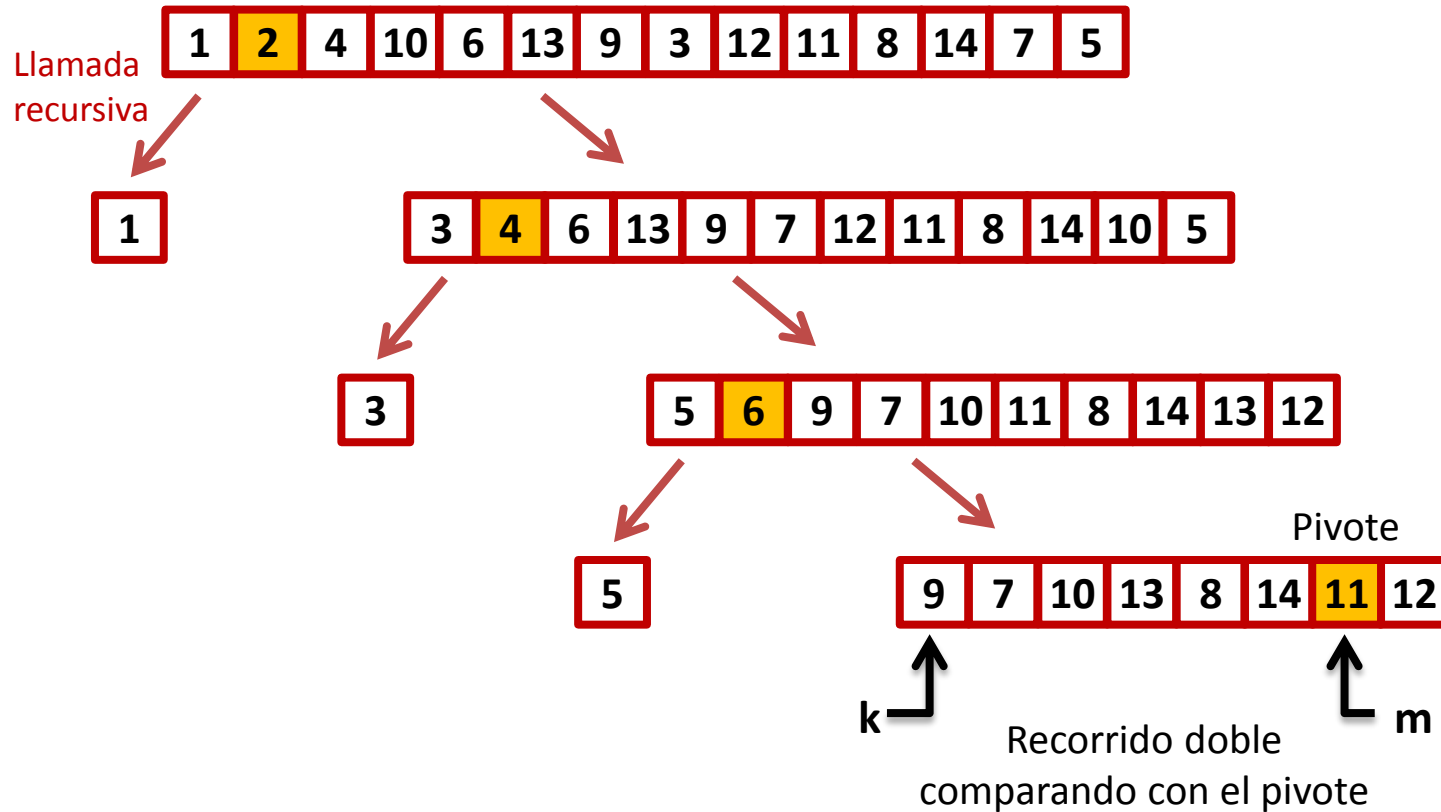
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

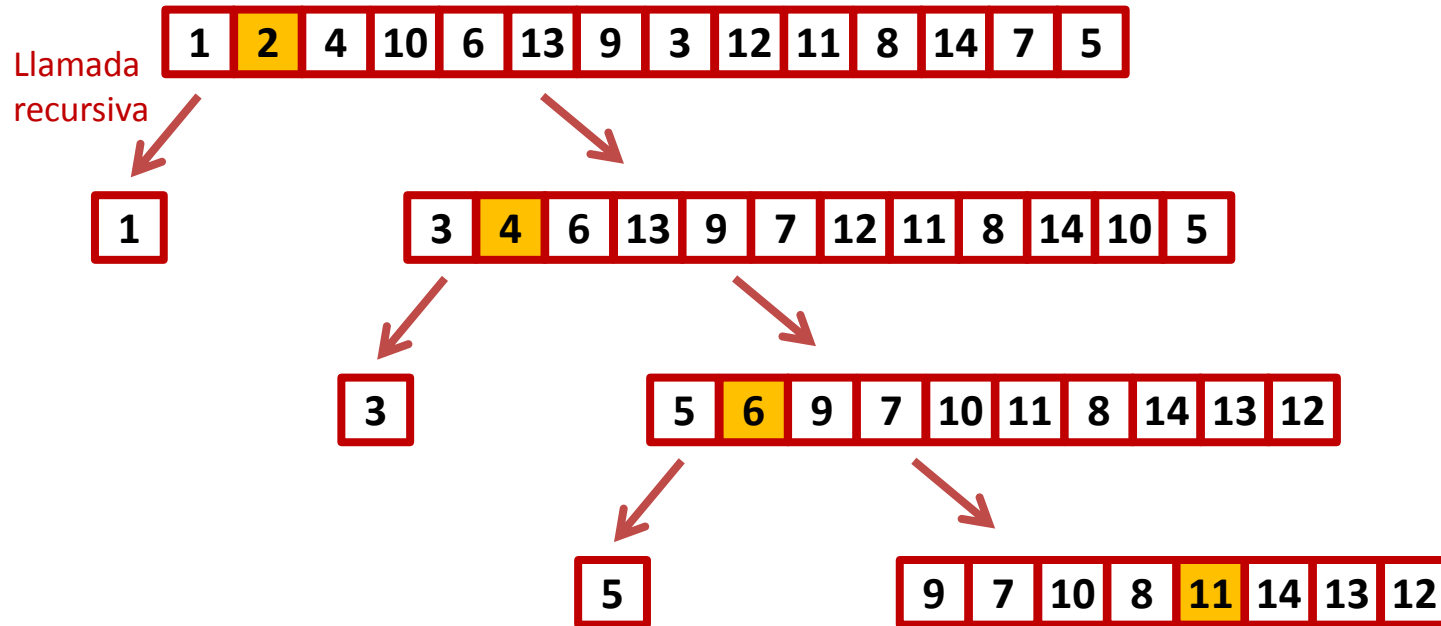
- Solución:





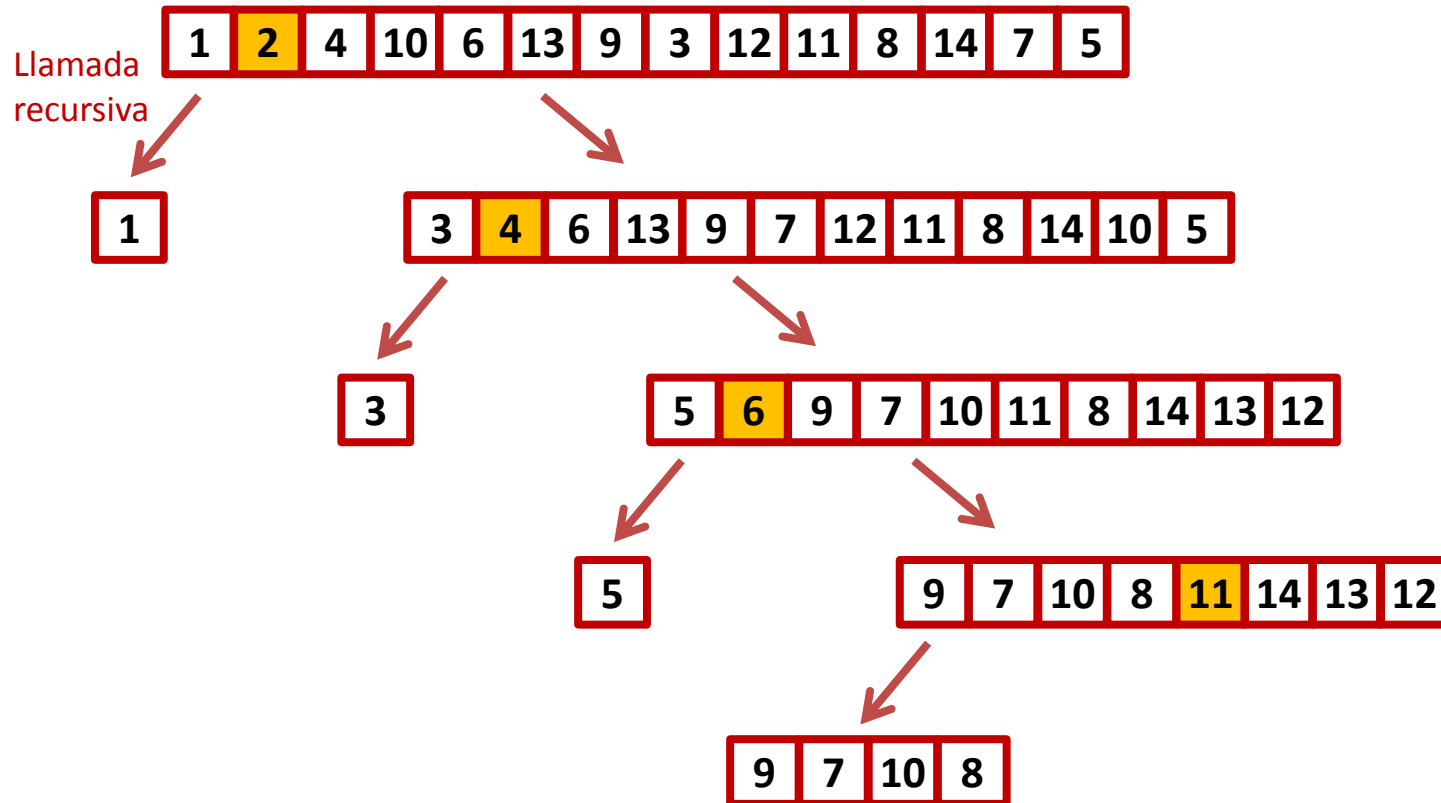
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



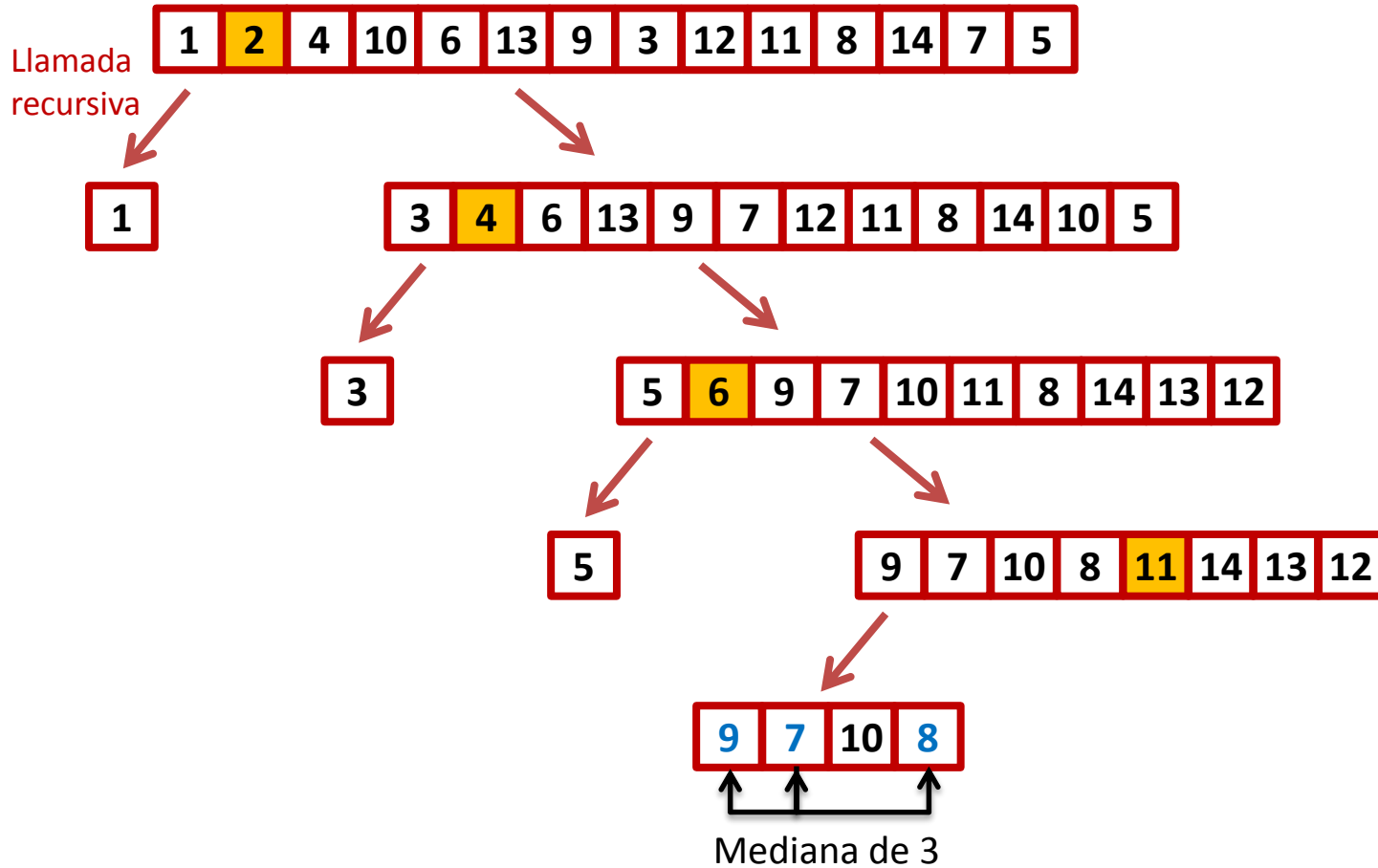
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



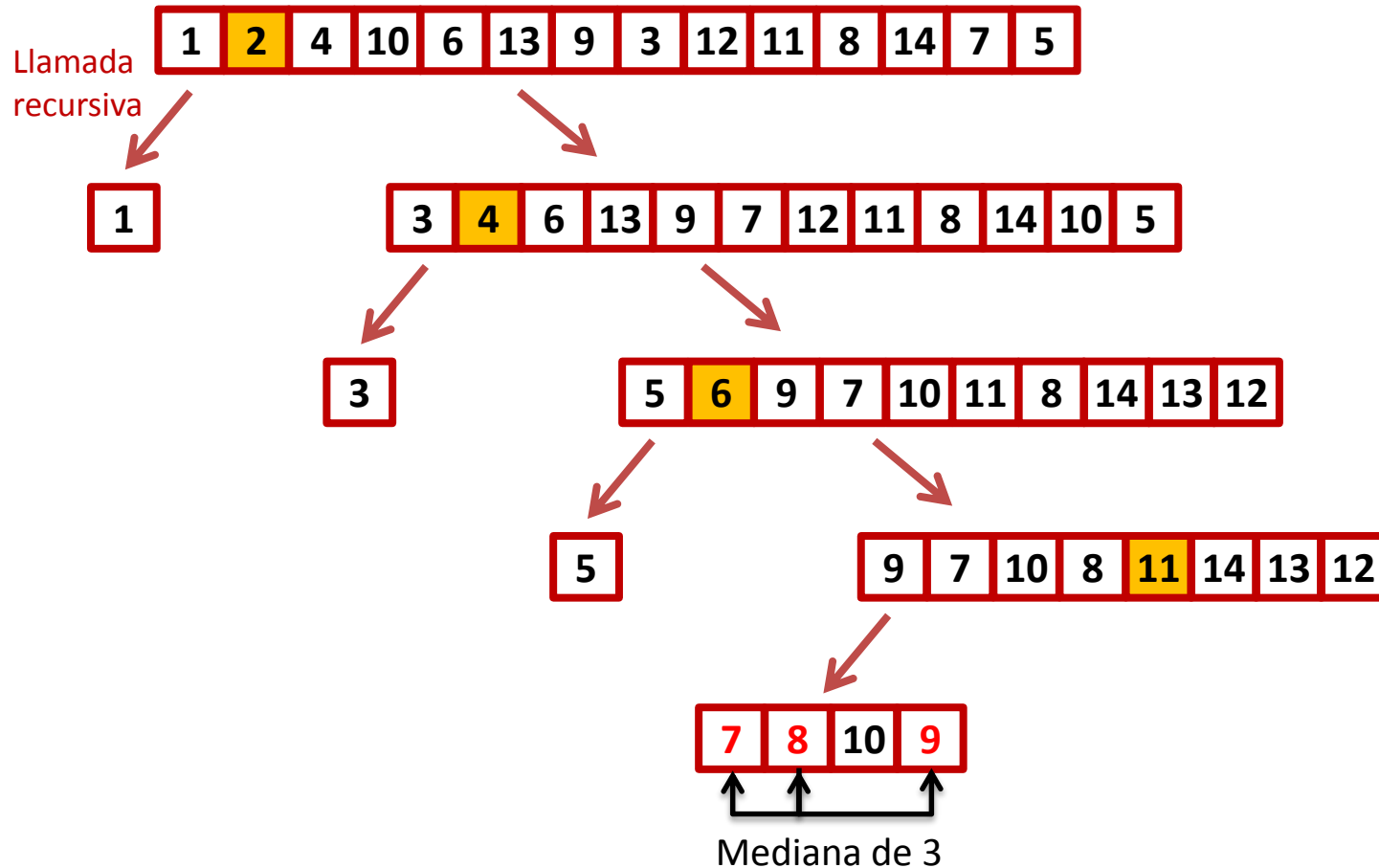
## Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



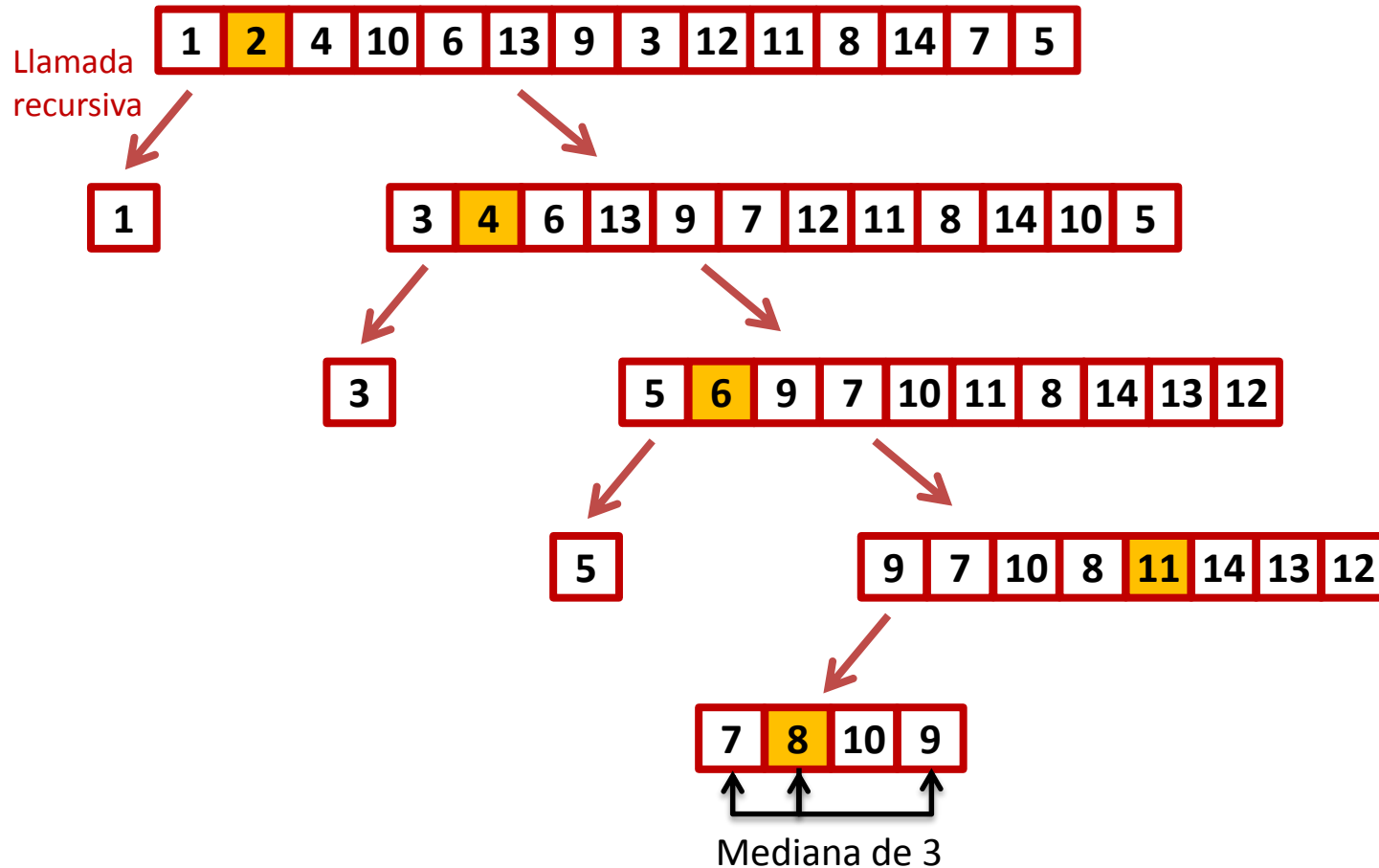
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



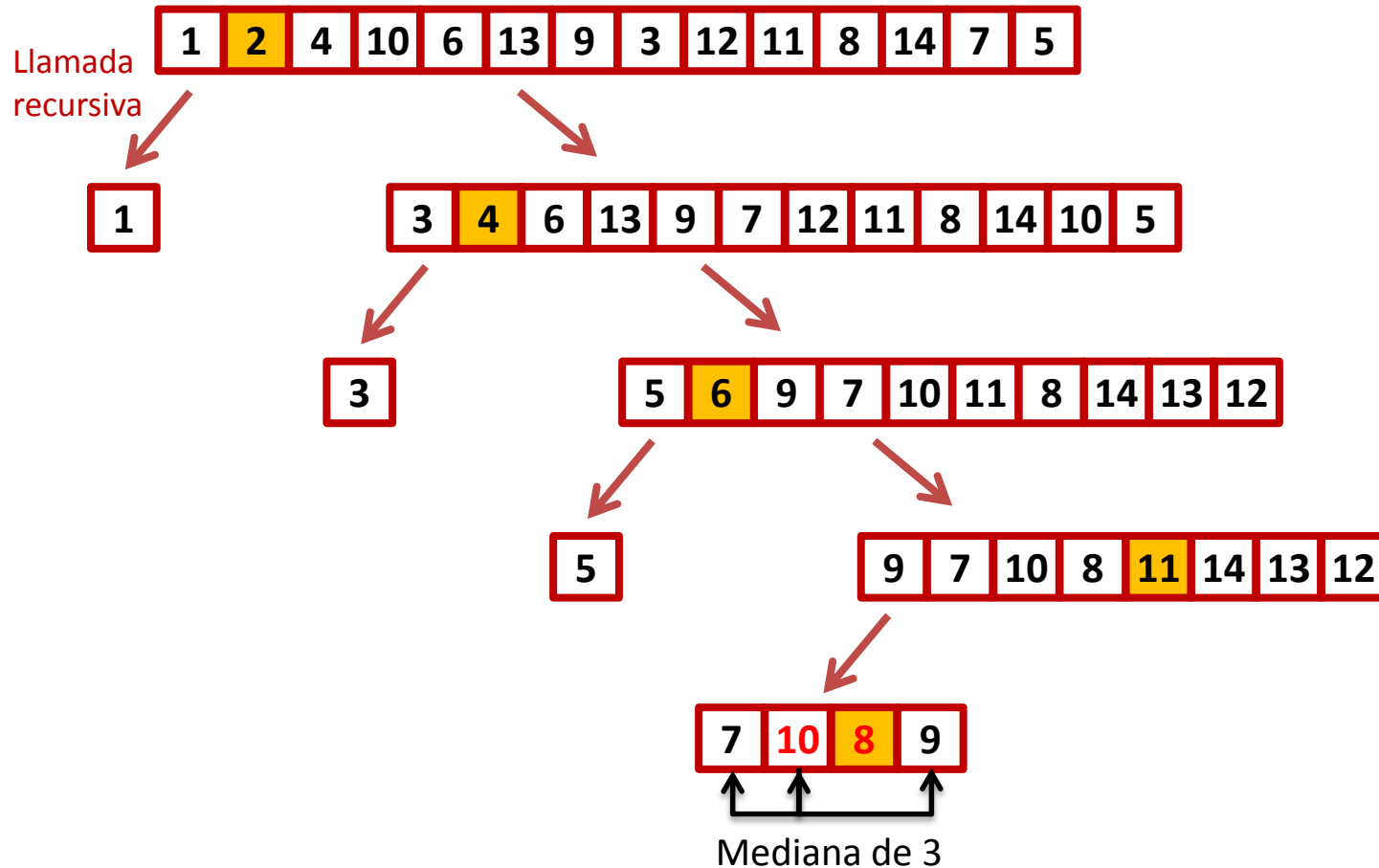
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



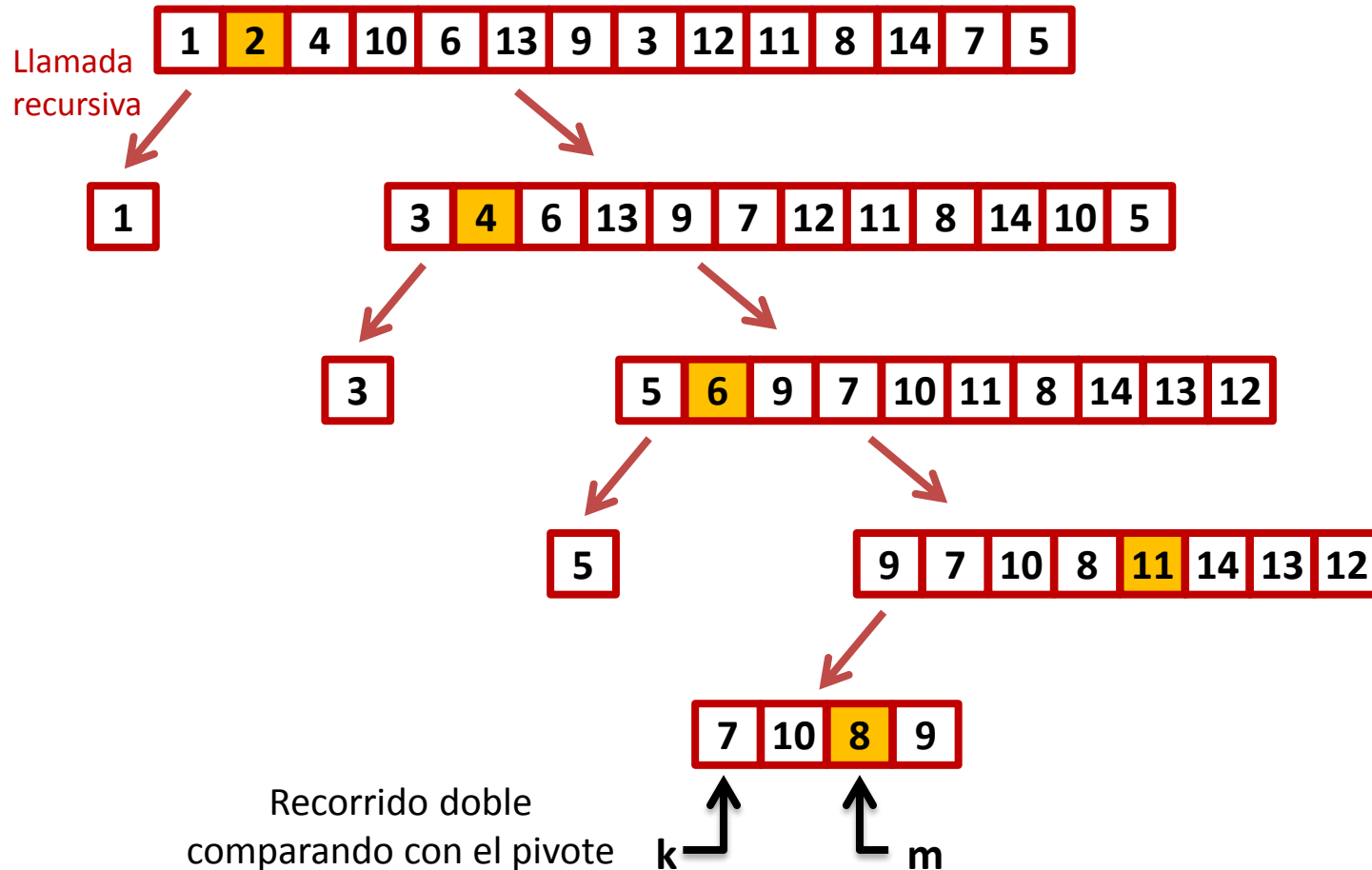
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



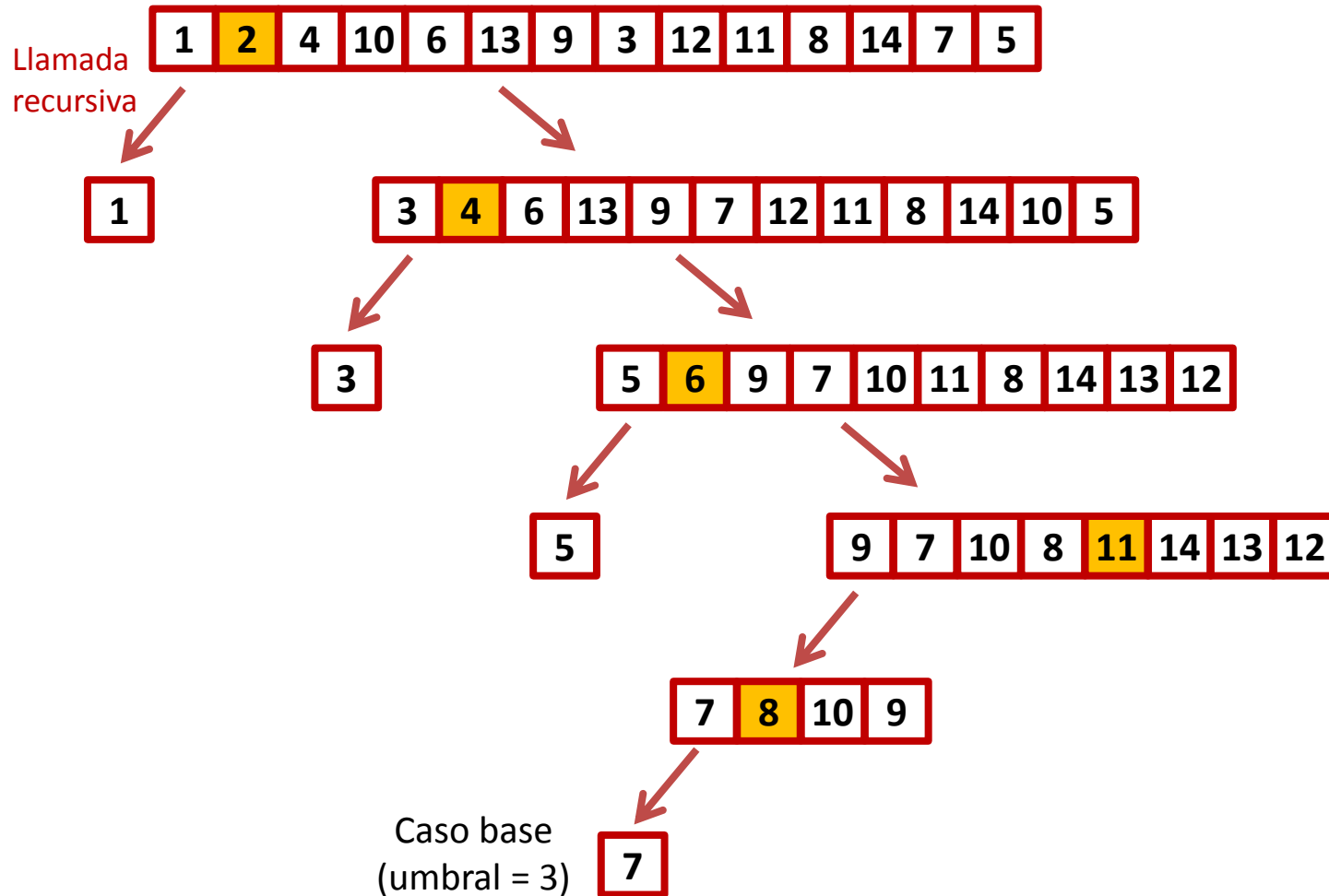
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

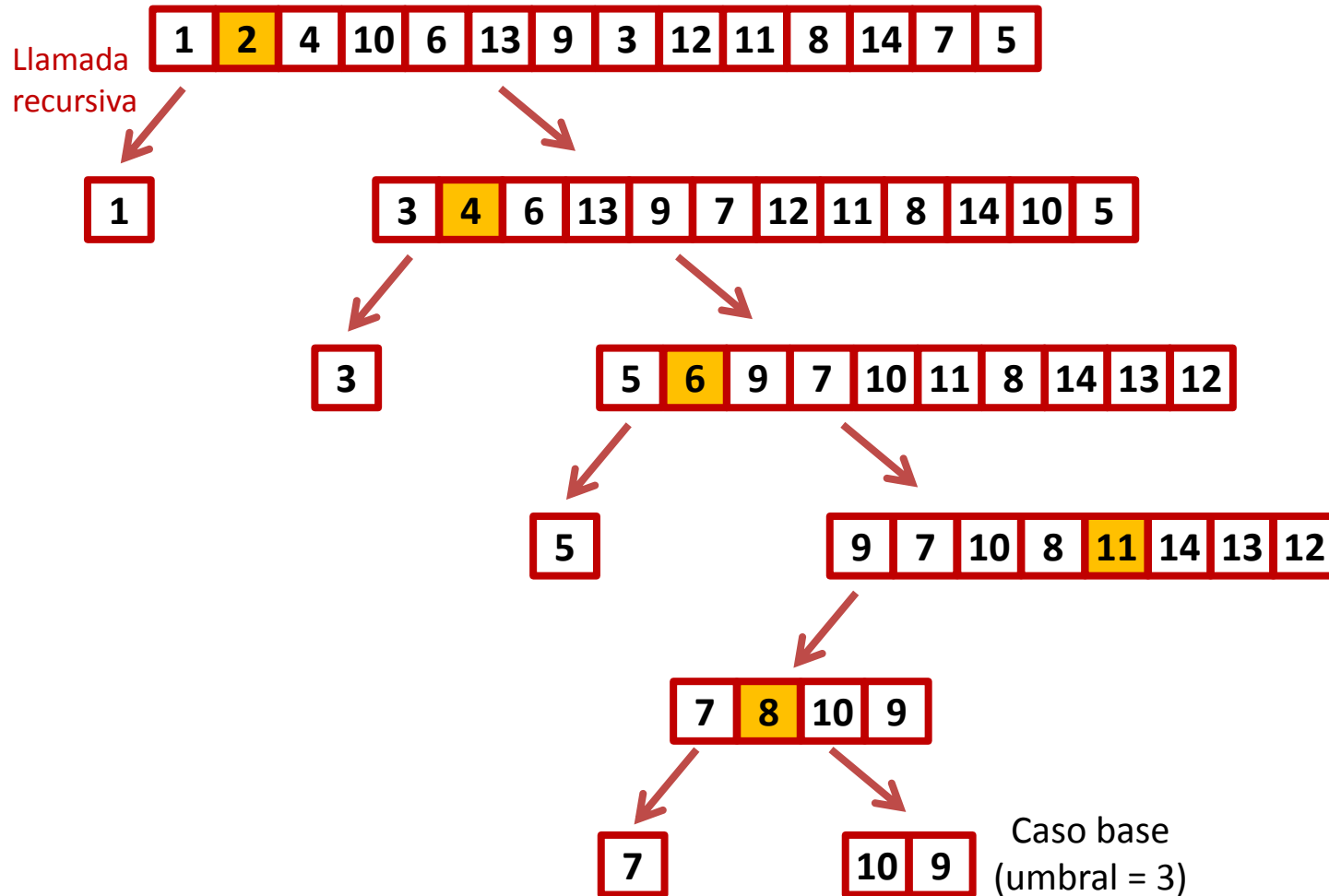
- Solución:





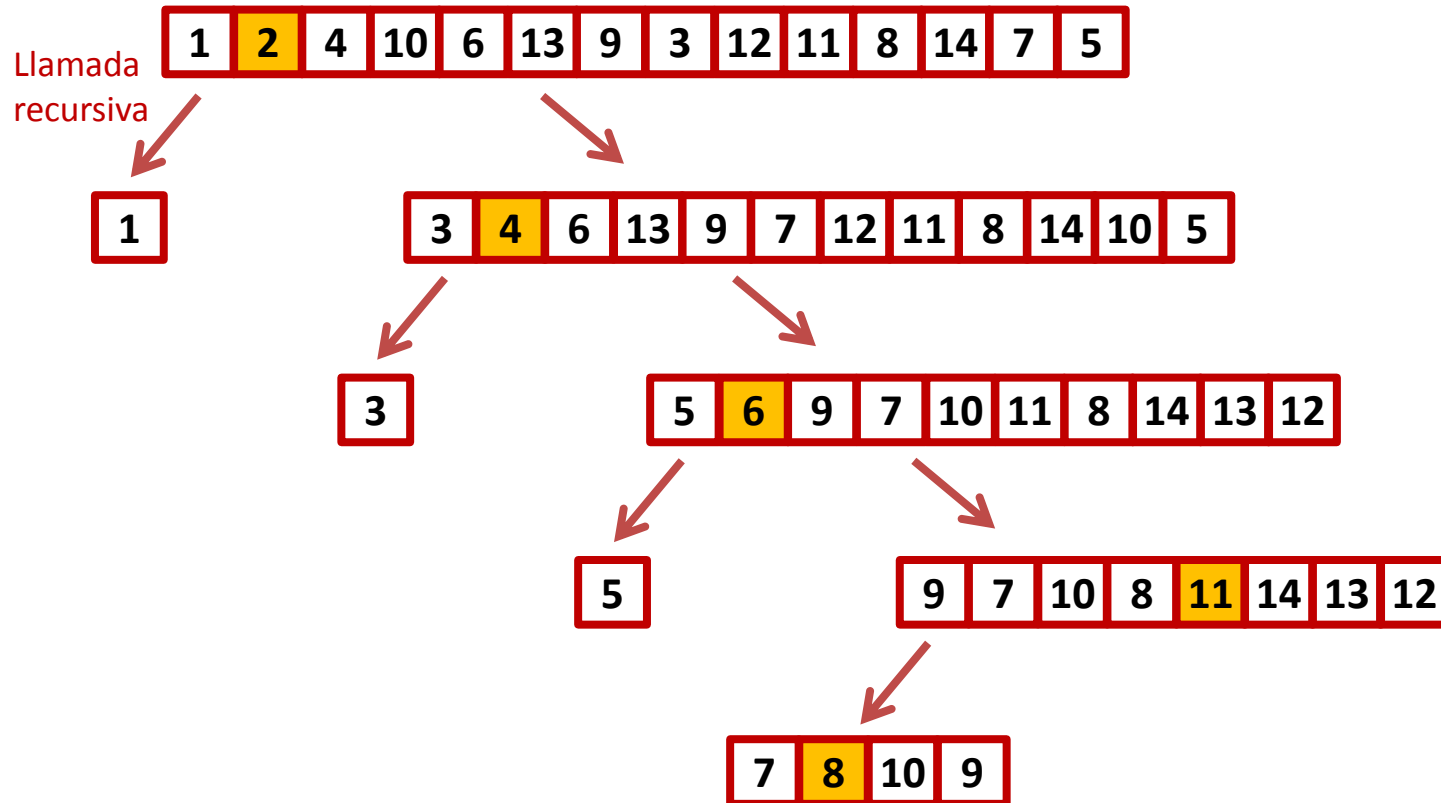
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



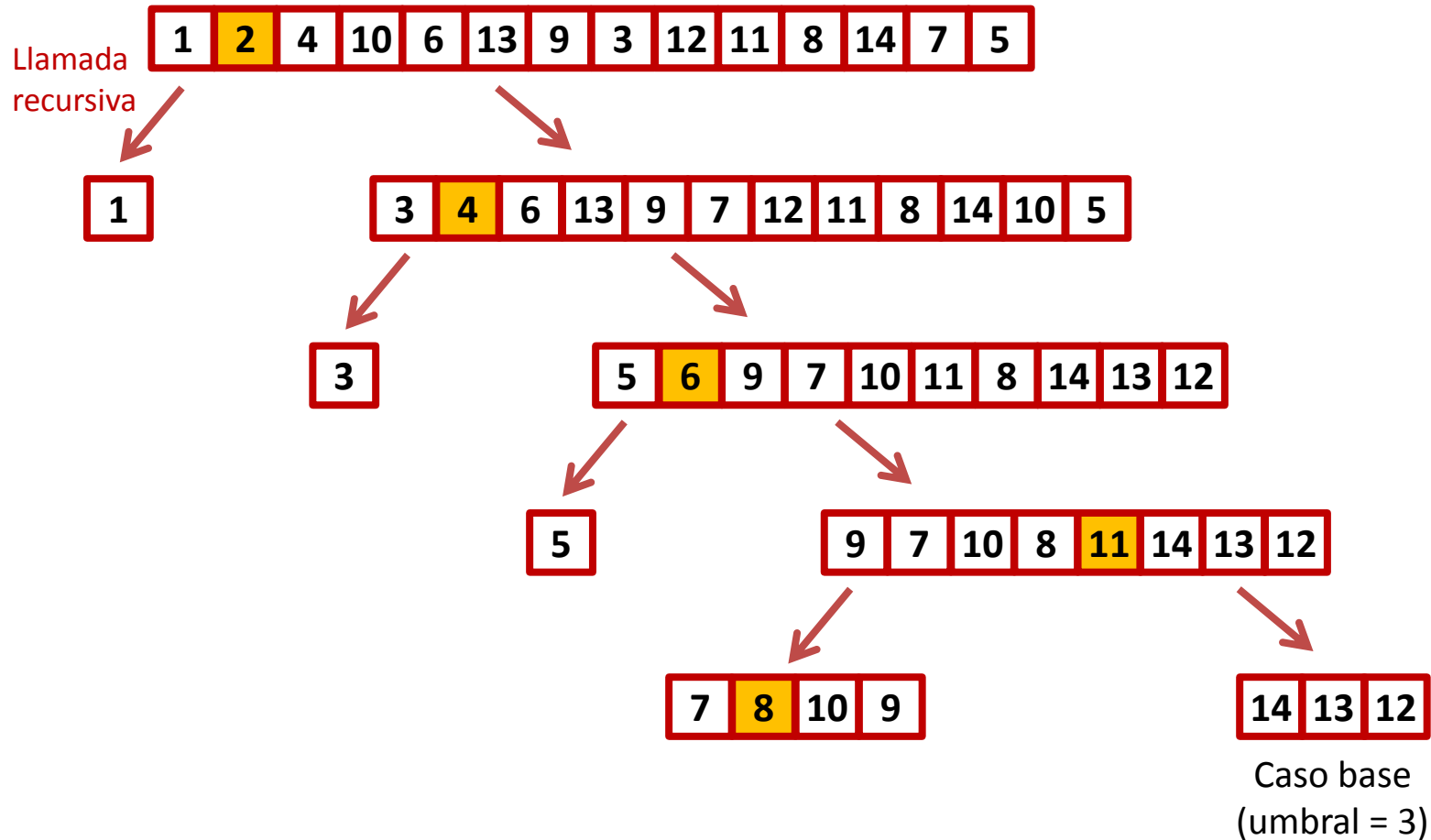
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



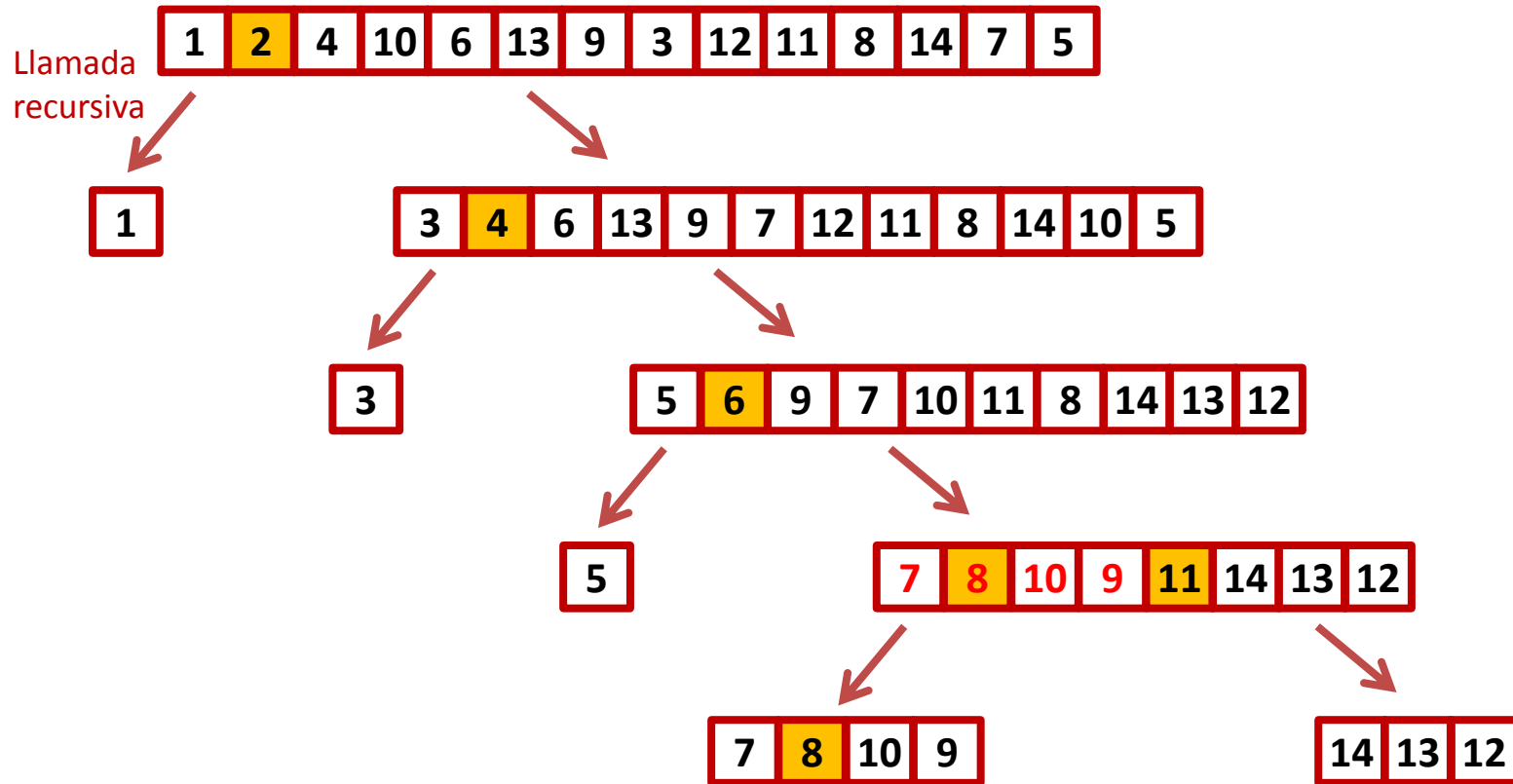
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



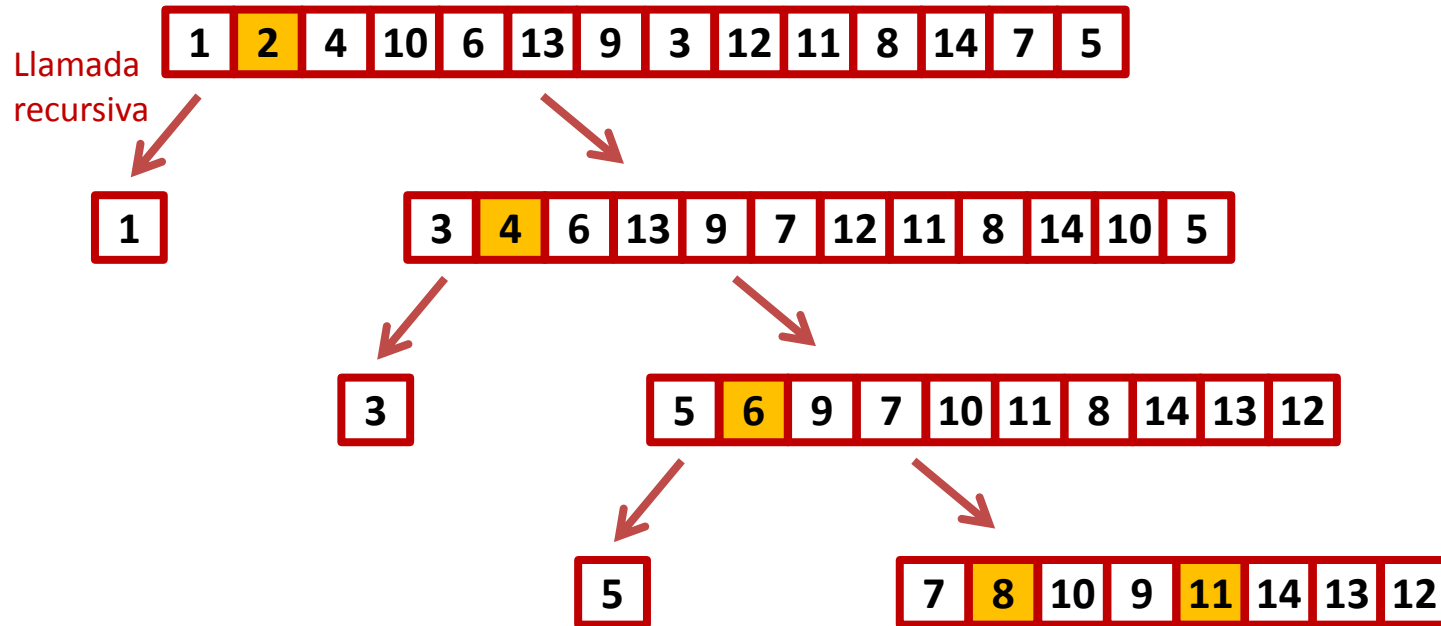
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



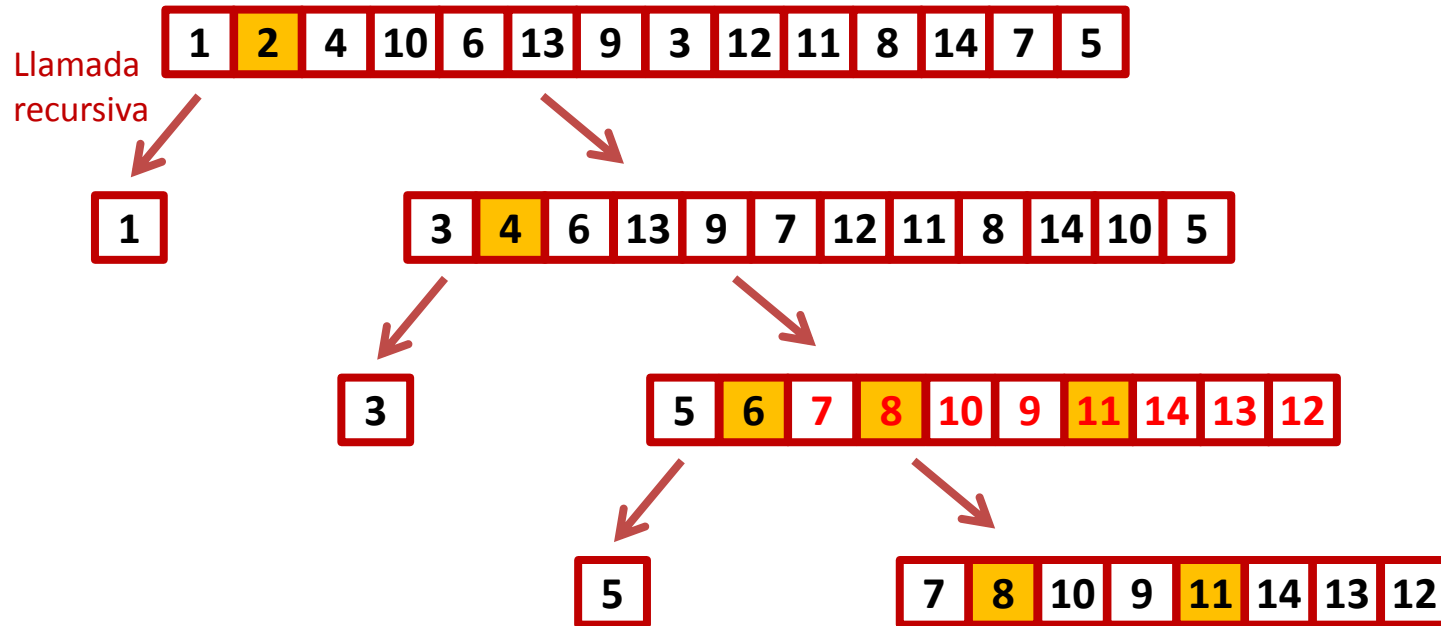
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



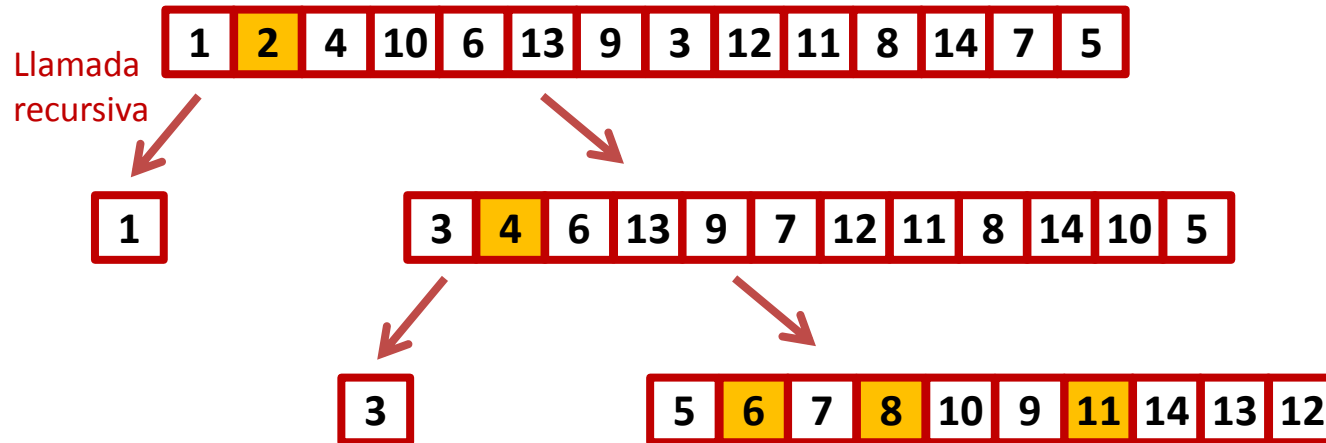
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



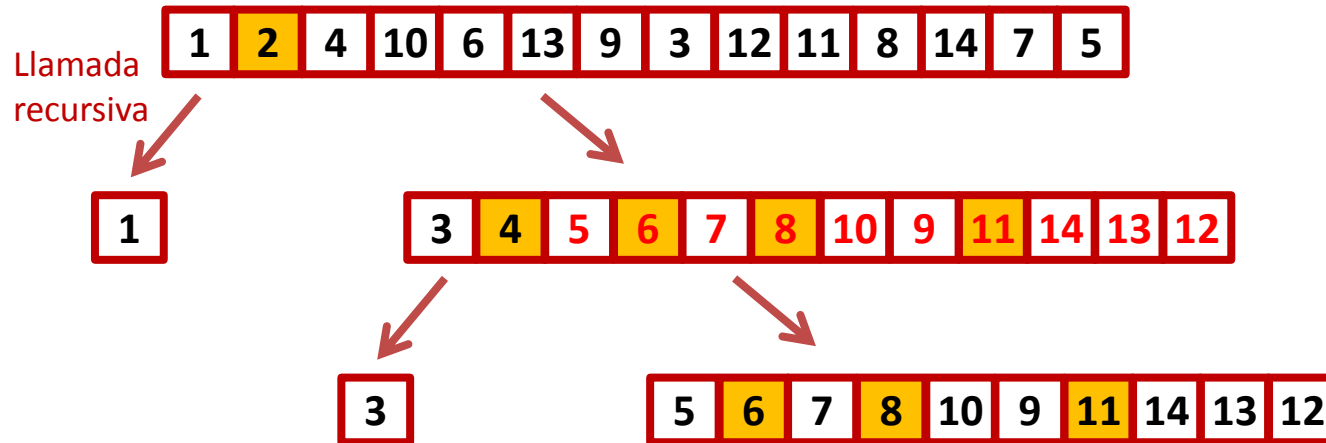
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

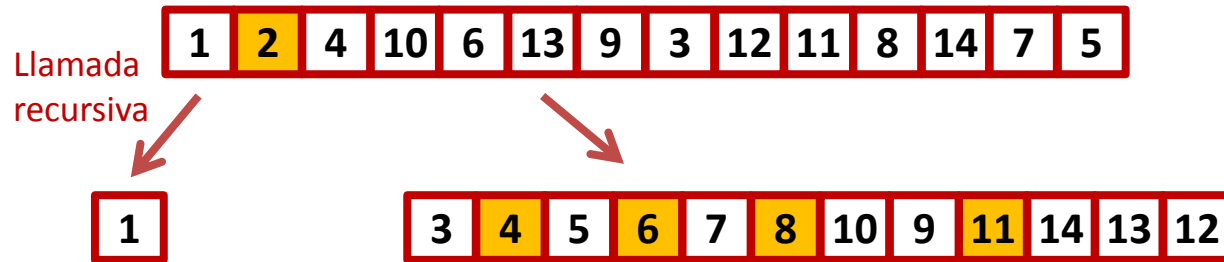
- Solución:





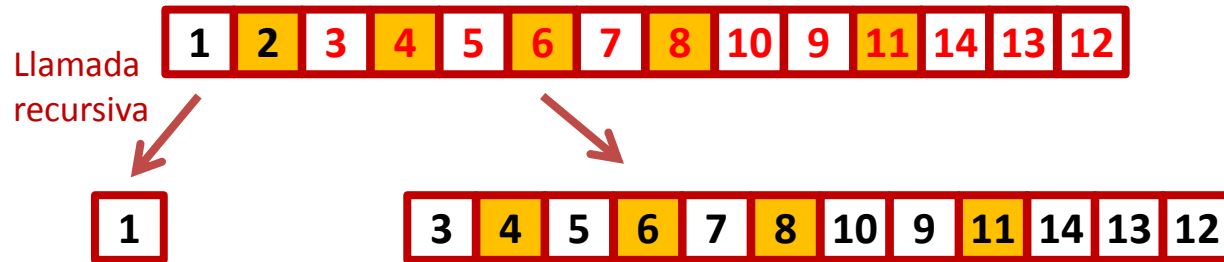
# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



Ordenación por Inserción

# Ordenación rápida: ejemplo desbalanceado

- Solución:



Ordenación por Inserción

# Animación sobre algoritmos de ordenación

<http://www.sorting-algorithms.com>

## Sorting Algorithm Animations



Problem Size: [20](#) · [30](#) · [40](#) · [50](#) Magnification: [1x](#) · [2x](#) · [3x](#)

Algorithm: [Insertion](#) · [Selection](#) · [Bubble](#) · [Shell](#) · [Merge](#) · [Heap](#) · [Quick](#) · [Quick3](#)

Initial Condition: [Random](#) · [Nearly Sorted](#) · [Reversed](#) · [Few Unique](#)

	 <a href="#">Insertion</a>	 <a href="#">Selection</a>	 <a href="#">Bubble</a>	 <a href="#">Shell</a>	 <a href="#">Merge</a>	 <a href="#">Heap</a>	 <a href="#">Quick</a>	 <a href="#">Quick3</a>
 <a href="#">Random</a>								
 <a href="#">Nearly Sorted</a>								
 <a href="#">Reversed</a>								
 <a href="#">Few Unique</a>								