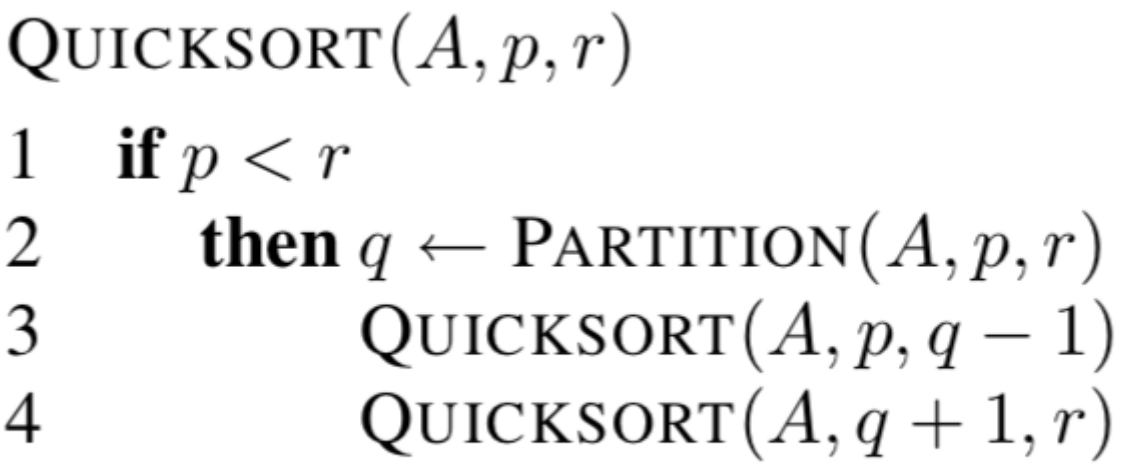
Quick Sort

Algoritmo a confronti e ricorsivo



Partition è la chiave di quick sort.

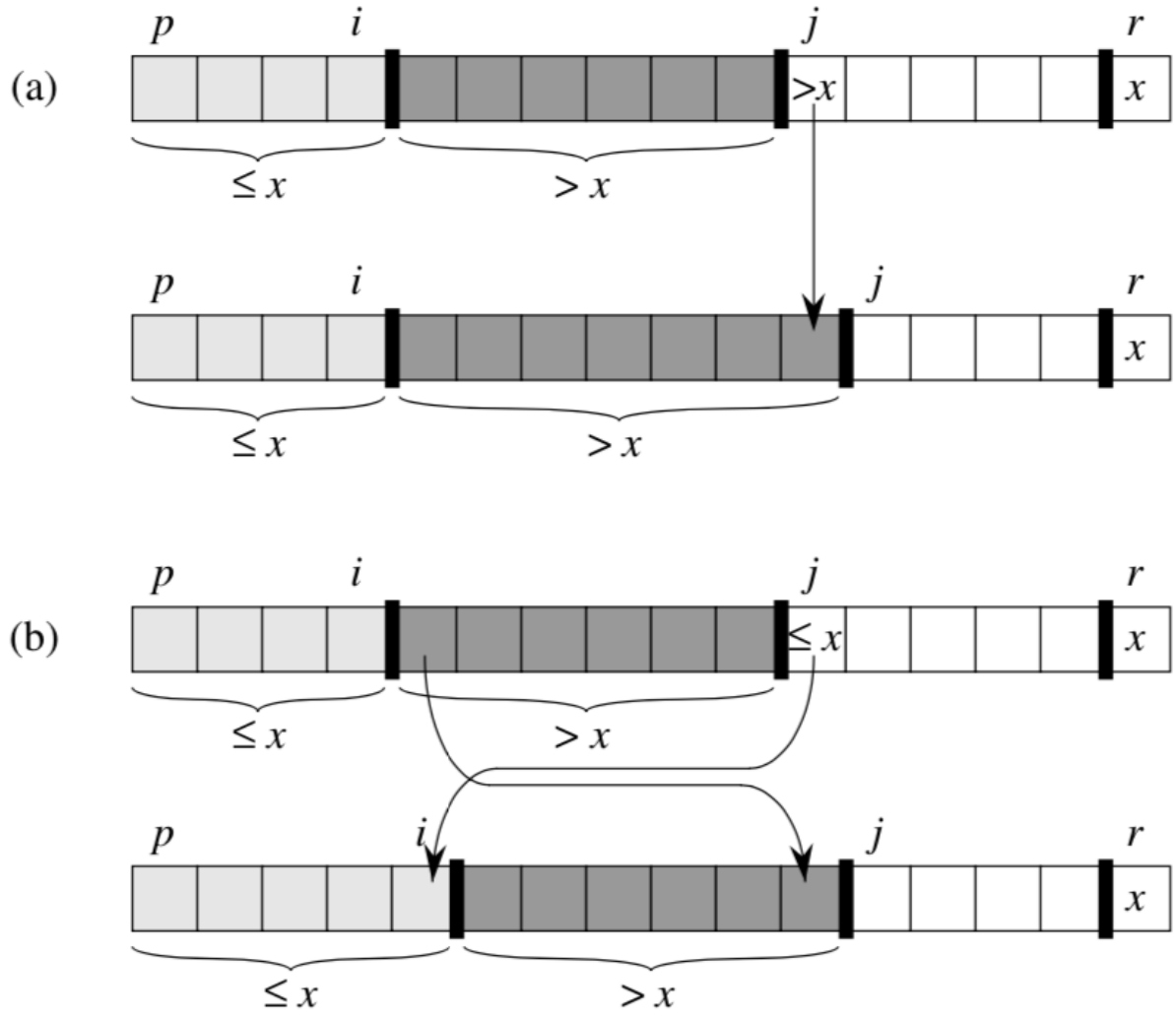
Partition restituirà un valore tramite cui divideremo l'array. Il punto di divisione dell'array dipenderà dai nostri dati.

Partition costo O(n) e dato che siamo in un algoritmo dividi et impera (divide e conquista), il costo totale sarà O(n*log(n))

Costo Quick Sort

- Caso Peggiore: O(n^2)
- Caso Medio: O(n*log(n))

Partition



Con partition divido l'array in 2 parti, una parte con elementi minori di pivot e una parte con elementi maggiori di pivot.

$$
\begin{array}{ll}
\textsc{Partition}(A, p, r) & \\
1 & x \leftarrow A[r] \\
2 & i \leftarrow p - 1 \\
3 & \textbf{for } j \leftarrow p \textbf{ to } r - 1 \\
4 & \qquad \textbf{do if } A[j] \leq x \\
5 & \qquad\qquad \textbf{then } i \leftarrow i + 1 \\
6 & \qquad\qquad\qquad \text{scambia } A[i] \leftrightarrow A[j] \\
7 & \text{scambia } A[i + 1] \leftrightarrow A[r] \\
8 & \textbf{return } i + 1
\end{array}
$$

Traduzione in C++

```
int partition(int* A, int p, int r){

  /// copia valori delle due meta p..q e q+1..r
  ct_read++;
  int x=A[r];
  int i=p-1;

  for (int j=p;j<r;j++){
    if (A[j]<=x){
      i++;
      swap(A[i],A[j]);
    }
  }
  swap(A[i+1],A[r]);

  return i+1;
}
```

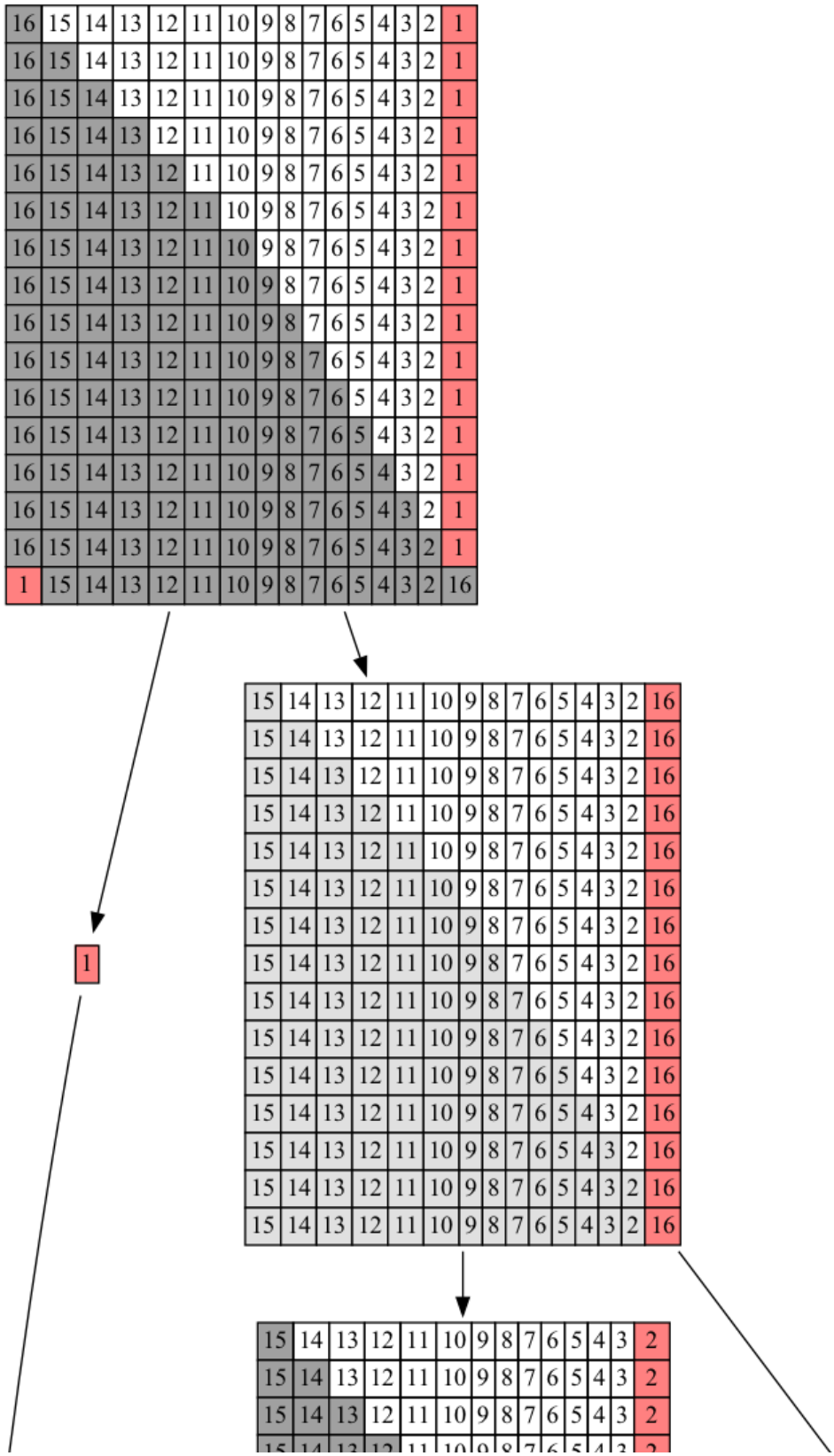
Quick Sort con la chiamata ricorsiva

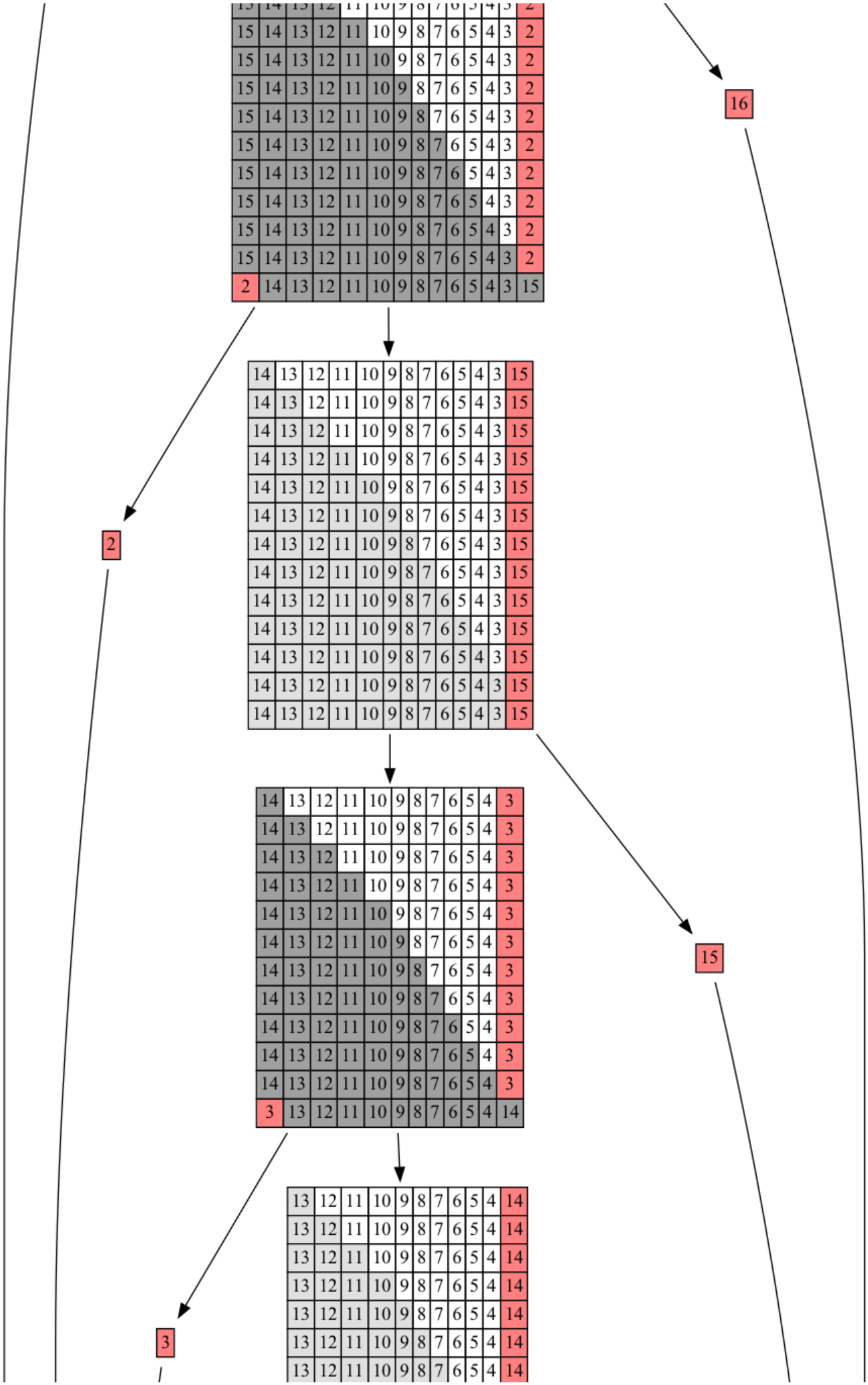
```
void quick_sort(int* A, int p, int r) {
  /// gli array L e R sono utilizzati come appoggio per copiare i valori:
evita le allocazioni nella fase di merge
  if (p<r) {
    int q= partition(A,p,r);
```

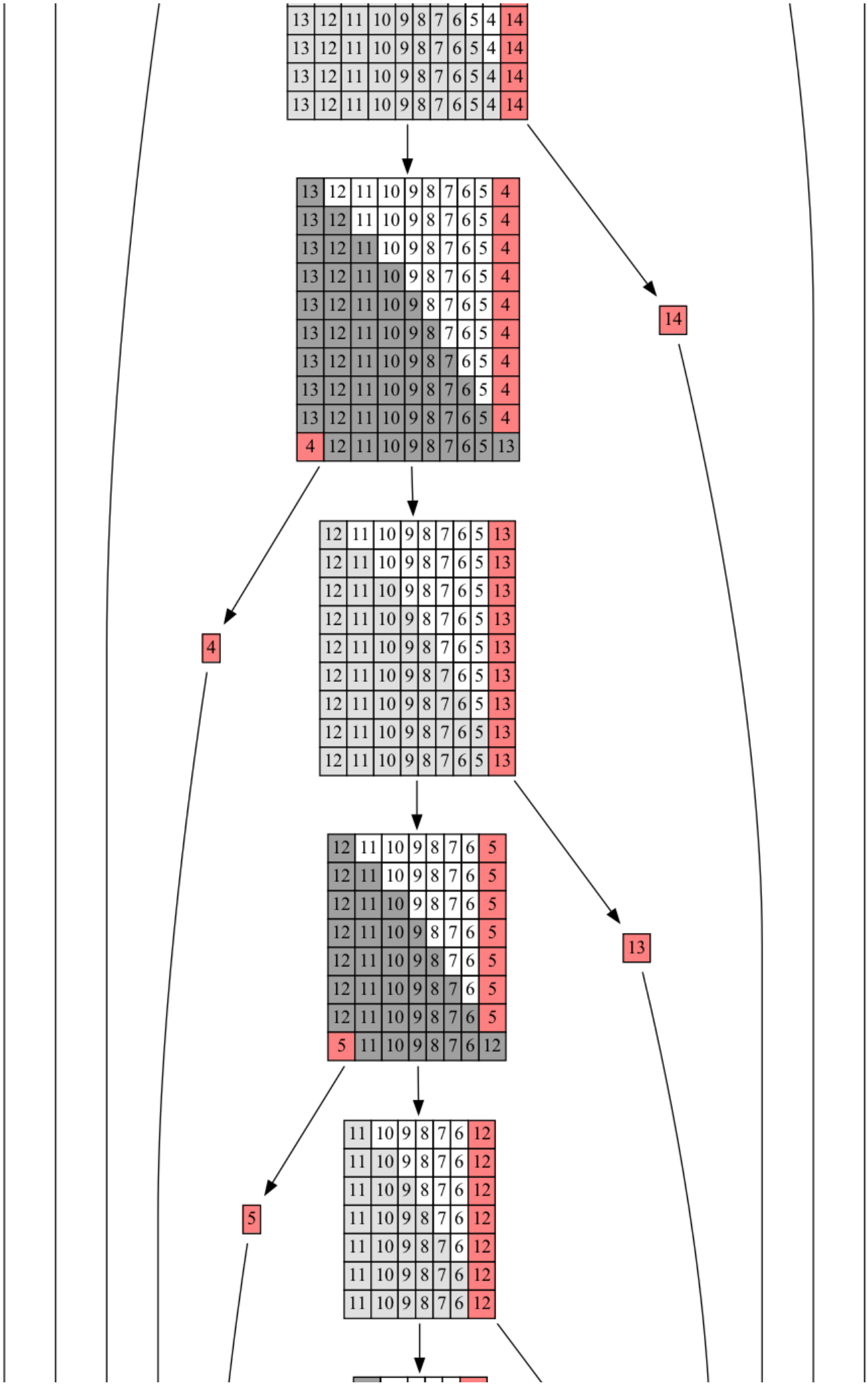
```
    quick_sort(A,p,q-1);
    quick_sort(A,q+1,r);
  }
}
```

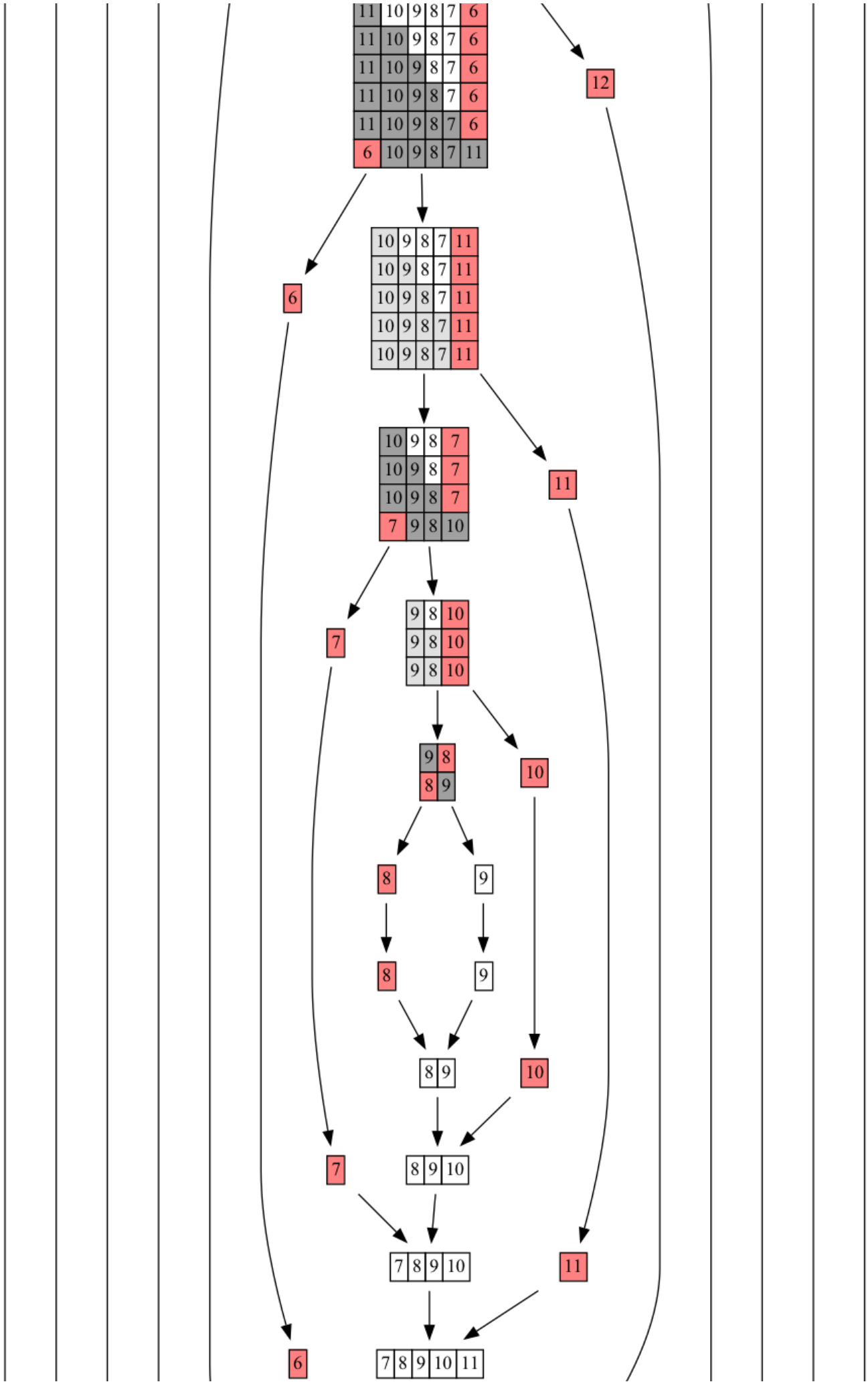
La chiamata ricorsiva esclude sempre il pivot

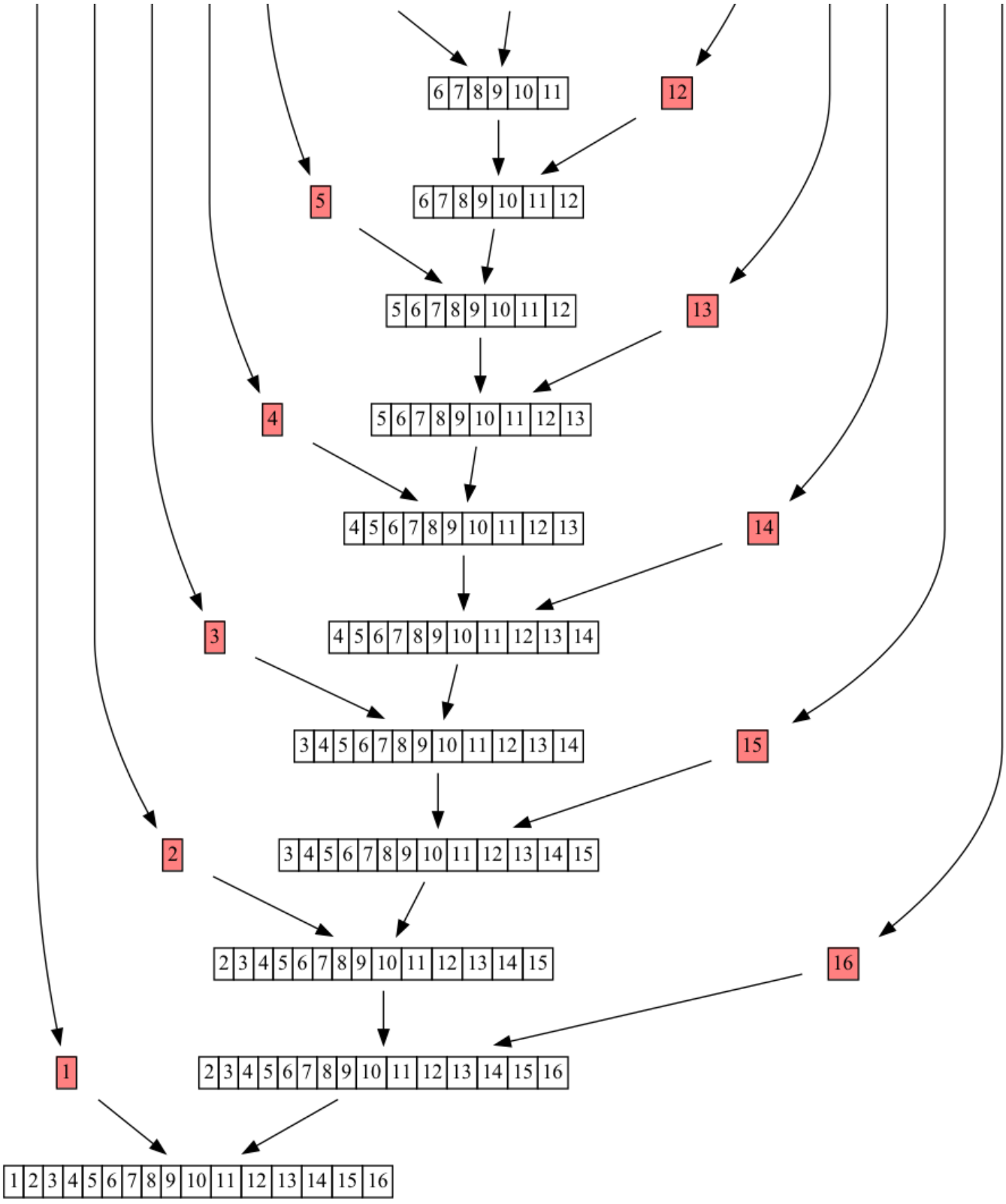
Caso pessimo:




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


13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 14
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 14
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 14
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 14
14
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4
4 12 11 10 9 8 7 6 5 13
4
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
12 11 10 9 8 7 6 5 13
13
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
12 11 10 9 8 7 6 5
5 11 10 9 8 7 6 12
5
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12
11 10 9 8 7 6 12


11 10 9 8 7 6
11 10 9 8 7 6
11 10 9 8 7 6
11 10 9 8 7 6
11 10 9 8 7 6
6 10 9 8 7 11
12
6
10 9 8 7 11
10 9 8 7 11
10 9 8 7 11
10 9 8 7 11
10 9 8 7 11
11
10 9 8 7
10 9 8 7
10 9 8 7
7 9 8 10
7
9 8 10
9 8 10
9 8 10
10
9 8
8 9
8
9
8
9
8 9
10
7
8 9 10
7 8 9 10
11
6
7 8 9 10 11



Caso medio:

84	41	16	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
84	41	16	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	41	84	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	41	84	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	41	84	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	41	84	79	35	122	16	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	16	84	79	35	122	41	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	16	84	79	35	122	41	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	16	84	79	35	122	41	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	16	84	79	35	122	41	87	142	44	20	149	36	69	143	22
16	16	20	79	35	122	41	87	142	44	84	149	36	69	143	22