COMPARACIÓN DE ALGORITMOS DE ORDENAMIENTO

En este documento se harán la comparación de los siguientes algoritmos de ordenamiento:

Bubble sort
Selection sort
Insertion sort
Heap srot
Merge sort
Quick sort

Se probará con un n = 500, 1000, 5000, 10000, 50000, 100000 y 500000, siendo n el tamaño del array.

Bubble sort: La complejidad del algoritmo bubble sort es de O(n^2)

```
BUBBLESORT(A)
1 for i ← 1 to length[A]
2     do for j ← length[A] downto i + 1
3            do if A[j] < A[j - 1]
4                   then exchange A[j] ↔ A[j - 1]
```

```
void bubble_sort(int n, int *arr){
  int temp;
  for(int i = 0; i < n; ++i) {
     for(int j = i + 1; j < n; ++j){
        if(arr[j] < arr[i])
          swap(arr[i], arr[j]);
    }
  }
}
```

Selection sort: La complejidad del algoritmo selection sort es de O(n^2)

```
para i=0 hasta n-2
    mínimo = i;
    para j=i+1 hasta n-1
        si lista[j] < lista[mínimo] entonces
            mínimo = j /* (!) */
        fin si
    fin para
    intercambiar(lista[i], lista[mínimo])
fin para
```

```
void selection_sort(int n, int *arr){
  int min;
  for (int i = 0; i < n-1; ++i){
    min = i;
    for (int j = i+1; j < n; ++j)
      if (arr[j] < arr[min])
        min = j;
      swap(arr[min], arr[i]);
    }
}
```

Insertion sort: La complejidad del algoritmo selection sort es de O(n^2)

```
algoritmo insertSort( A : lista de elementos ordenables )
   para i=1 hasta longitud(A) hacer
      index=A[i]
      j=i-1
      mientras  j>=0 y A[j]>index hacer
         A[j+1] = A[j]
         j = j - 1
      fin mientras
      A[j+1] = index
   fin para
fin algoritmo
```

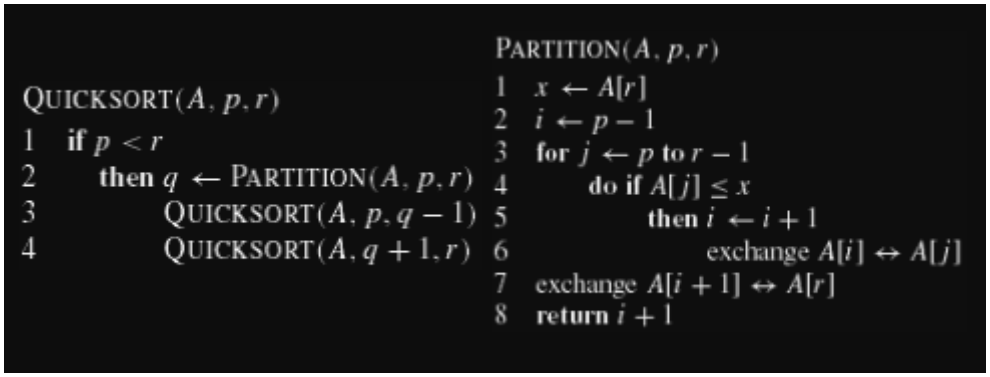
```
void insertion_sort(int n, int *arr){
  int key;
  for (int i = 1; i < n; ++i){
    key = arr[i];
    int j = i - 1;
    while (j >= 0 and arr[j] > key){
      arr[j + 1] = arr[j];
      j = j - 1;
    }
    arr[j + 1] = key;
  }
}
```

Heap sort: Este algoritmo alcanza esta complejidad temporal de O(n log n) debido esencialmente a que utiliza una estructura de datos de modo que cada operación de salida requiere a lo sumo log i pasos, donde i es el número de elementos restantes.

```
function heapsort(array A[0..n]):
  montículo M
  integer i; // declaro variable i
  for i = 0..n:
    insertar_en_monticulo(M, A[i])
  for i = 0..n:
    A[i] = extraer_cima_del_monticulo(M)
  return A
```

```
void heapify(int *arr, int n, int i){
    int largest = i;
    int l = 2 * i + 1;
    int r = 2 * i + 2;

    if (l < n && arr[l] > arr[largest])
        largest = l;
    if (r < n && arr[r] > arr[largest])
        largest = r;
    if (largest != i) {
        swap(arr[i], arr[largest]);
         heapify(arr, n, largest);
    }
}

void heap_sort(int n, int *arr){
    for (int i = n / 2 - 1; i >= 0; --i)
        heapify(arr, n, i);

    for (int i = n - 1; i > 0; --i) {
        swap(arr[0], arr[i]);

        heapify(arr, i, 0);
    }
}
```

Quick sort: Quicksort es un algoritmo en O(n^2), sin embargo, en promedio se comporta como un algoritmo O(n logn)



```
QUICKSORT(A, p, r)
1  if p < r
2     then q ← PARTITION(A, p, r)
3          QUICKSORT(A, p, q − 1)
4          QUICKSORT(A, q + 1, r)

PARTITION(A, p, r)
1  x ← A[r]
2  i ← p − 1
3  for j ← p to r − 1
4       do if A[j] ≤ x
5             then i ← i + 1
6                  exchange A[i] ↔ A[j]
7  exchange A[i + 1] ↔ A[r]
8  return i + 1
```

```
int particion(int *arreglo, int izquierda, int derecha) {
  int pivote = arreglo[izquierda];
  while (1) {

    while (arreglo[izquierda] < pivote)
      izquierda++;


    while (arreglo[derecha] > pivote)
      derecha--;

    if (izquierda >= derecha)
      return derecha;
    else {
      swap(arreglo[izquierda], arreglo[derecha]);
      izquierda++;
      derecha--;
    }
  }
}

void quicksort(int *arreglo, int izquierda, int derecha) {
  if (izquierda < derecha) {
    int indiceParticion = particion(arreglo, izquierda,
derecha);
    quicksort (arreglo, izquierda, indiceParticion);
    quicksort (arreglo, indiceParticion + 1, derecha);
  }
}
```

Merge sort: El algoritmo de ordenamiento por mezcla (merge sort en inglés) es un algoritmo de ordenamiento externo estable basado en la técnica divide y vencerás. Es de complejidad O(n log n).

```
function mergesort(m)
  var list left, right, result
  if length(m) ≤ 1
      return m
  else
      var middle = length(m) / 2
      for each x in m up to middle - 1
          add x to left
      for each x in m at and after middle
          add x to right
      left = mergesort(left)
      right = mergesort(right)
      if last(left) ≤ first(right)
         append right to left
         return left
      result = merge(left, right)
      return result
```

```
function merge(left, right)
  var list result
  while length(left) > 0 and length(right) > 0
      if first(left) ≤ first(right)
          append first(left) to result
          left = rest(left)
      else
          append first(right) to result
          right = rest(right)
  if length(left) > 0
      append rest(left) to result
  if length(right) > 0
      append rest(right) to result
  return result
```

```
void merge(int *array, int const left, int const mid, int const
right){

    auto const subArrayOne = mid - left + 1;
    auto const subArrayTwo = right - mid;

    auto *leftArray = new int[subArrayOne],
         *rightArray = new int[subArrayTwo];

    for (auto i = 0; i < subArrayOne; i++)
        leftArray[i] = array[left + i];
    for (auto j = 0; j < subArrayTwo; j++)
        rightArray[j] = array[mid + 1 + j];

    auto indexOfSubArrayOne = 0,
```

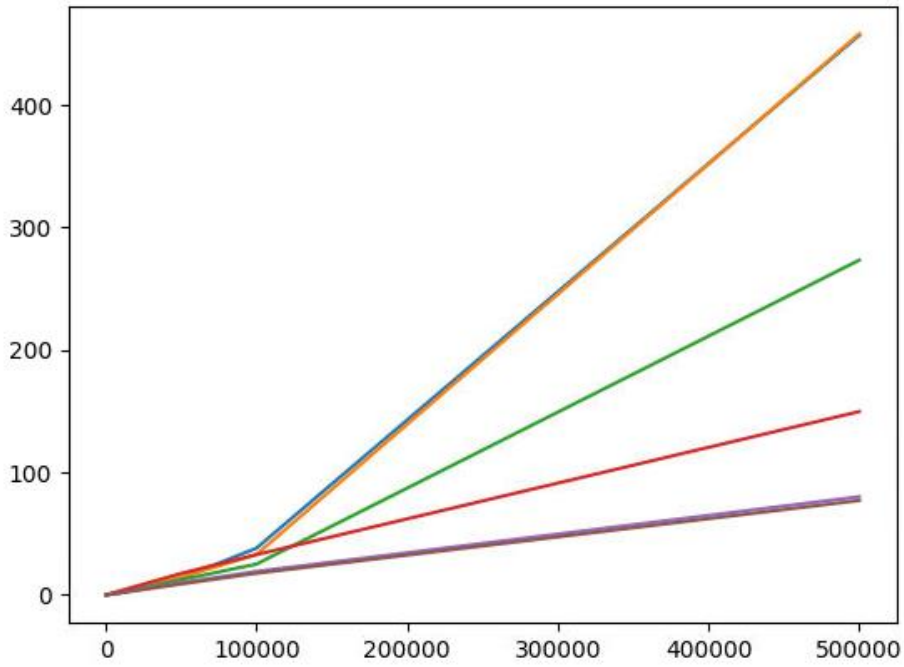
```
        indexOfSubArrayTwo = 0;
    int indexOfMergedArray = left;

    while (indexOfSubArrayOne < subArrayOne &&
indexOfSubArrayTwo < subArrayTwo) {
        if (leftArray[indexOfSubArrayOne] <=
rightArray[indexOfSubArrayTwo]) {
            array[indexOfMergedArray] =
leftArray[indexOfSubArrayOne];
            indexOfSubArrayOne++;
        }
        else {
            array[indexOfMergedArray] =
rightArray[indexOfSubArrayTwo];
            indexOfSubArrayTwo++;
        }
        indexOfMergedArray++;
    }
    while (indexOfSubArrayOne < subArrayOne) {
        array[indexOfMergedArray] =
leftArray[indexOfSubArrayOne];
        indexOfSubArrayOne++;
        indexOfMergedArray++;
    }
    while (indexOfSubArrayTwo < subArrayTwo) {
        array[indexOfMergedArray] =
rightArray[indexOfSubArrayTwo];
        indexOfSubArrayTwo++;
        indexOfMergedArray++;
    }
}

void mergeSort(int *array, int const begin, int const end){
    if (begin >= end)
        return;

    auto mid = begin + (end - begin) / 2;
    mergeSort(array, begin, mid);
    mergeSort(array, mid + 1, end);
    merge(array, begin, mid, end);
}
```

GRAFICCO DE COMPARACION DE TIEMPOS:

Eje x: tamaño del array
Eje y: tiempo de ejecución

Tamaño	Bubble	Selection	Insertion	Heap	Quick	Merge
500	0.081s	0.08s	0.077s	0.142s	0.082s	0.066s
1000	0.175s	0.168s	0.18s	0.331s	0.184s	0.174s
5000	1.001s	0.92s	0.96s	1.732s	0.954s	0.869s
10000	1.986s	1.956s	1.887s	3.491s	1.971s	1.733s
50000	13.654s	14.456s	12.368s	17.519s	9.926s	8.905s
100000	38.149s	32.948s	25.122s	32.881s	19.164s	17.671s
5000000	457.112s	458.333s	273.485s	149.752s	80.166s	77.119s

Bubble sort
Selection sort
Insertion sort
Heap sort
Quick sort
Merge sort



Como se observa en el primer grafico, el algoritmo quick sort y merge sort son los mas rapidos en tiempo de ejecucion, por otro lado podemos notar que se empiezan a ver los cambios a partir de los 100000 elementos.