

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Programación de estructuras de datos y algoritmos
fundamentales

Algoritmos de Búsqueda y Ordenamiento

Presenta:

Miguel Ángel Pérez Ávila

Profesor:

Dr. Mauricio Paletta Nannarone

Toluca, Estado de México a 14 de septiembre del 2023

- **Orden (O) del programa.**

Después de realizar un análisis minucioso de la complejidad que tiene cada fragmento del programa en su totalidad, puedo afirmar que el orden de complejidad final para el peor caso de este es de tipo $O(n^2)$ debido a que los algoritmos de mayor complejidad que se utilizan son los algoritmos de intercambio y de Burbuja que tienen ambos el orden previamente mencionado.

- **Ejemplos de la ejecución del programa.**

1. Ejemplo 1:

Para el primer caso se generó un vector de tamaño 491 con valores aleatorios. Se aplicaron los métodos de ordenamiento de Intercambio ($O(n^2)$), Burbuja ($O(n^2)$) y Merge ($O(n \log n)$) para finalmente obtener el mismo vector ordenado. En la siguiente imagen se muestra el vector desordenado y el cumplimiento de la condición que evalúa la comparación entre los vectores ordenados que resultan de cada método de ordenamiento:

```
===== INICIO CASO 1 - Vector tamaño: 491 : =====
Arreglo original:
5197 9947 8257 8666 4656 356 2134 7626 5029 6759 9739 8907 5809 1480 7215 3303 4257 3835 8567 1888 3347 6636 682 2793 3013 7007 9869 1384 9418 7987 7201 662
1 3492 4624 4943 1539 2318 3428 4853 3589 8180 359 1980 5745 7995 3209 256 6533 4381 1227 6402 398 493 2291 1785 2698 2104 3058 1244 2772 8796 7223 564 7393
9326 5935 9512 1813 639 4112 7327 5471 2997 5609 5843 6501 5785 3993 5999 6822 4834 6163 8330 8783 153 7142 7751 8968 962 8535 9745 32 339 1001 3746 2685 8
227 6577 4372 7212 3801 1954 2196 3266 9646 4486 537 7797 5348 6139 4784 6574 4293 6858 8297 7525 1877 5555 7885 5177 7335 3006 970 4805 2827 1774 947 6358
1782 960 5772 3403 9510 1017 2819 3142 3890 6987 9774 9432 5254 5677 7555 9559 635 1929 3213 440 7211 5369 2357 3218 3898 9053 8919 1216 8560 5114 5586 2053
6145 1958 1098 906 8005 6863 8053 9441 8623 2488 1653 3279 5223 5491 4250 4854 9558 1305 9679 8778 7378 1370 691 1881 8955 5031 9692 7597 542 9700 2738 557
5 2343 9099 5181 2803 288 5499 5716 6667 4008 8457 6500 3066 6101 4869 7219 8098 1436 7218 282 8547 603 7920 7123 4755 2612 1310 6312 7908 4707 4795 3038 99
41 2748 2973 6155 9752 3898 6512 7302 6712 8428 1231 9328 6798 6149 6290 8262 1057 8500 4974 2431 7400 8585 9274 3860 9216 424 1710 6953 335 5973 733 1180 4
732 2206 6579 8671 743 2848 1740 6689 4831 4674 952 4709 9733 1401 8108 9494 1819 9375 5386 7391 7941 4634 9017 6608 109 5452 9161 3157 7947 4351 7538 4279
7512 9439 5109 4575 583 6770 7042 2378 7770 7081 6381 5218 8139 1313 6760 8874 9021 1233 19 427 7793 8026 2253 832 865 3017 1602 7781 7176 151 2419 7247 908
5 925 6855 5805 8258 5221 169 9694 176 2416 8021 2334 8376 1265 5486 9648 4296 1174 277 1801 2590 98 7482 1070 209 1057 9872 6749 362 5148 7407 2714 5155 91
80 7528 7901 8550 6657 9068 9035 1742 9911 5118 3190 3581 666 8284 3779 2774 1905 5205 3768 7603 468 8394 819 5421 498 3715 5196 6045 5275 2231 4221 2575 98
32 1015 8241 1570 899 4387 2238 1765 2260 8797 3381 58 7922 1320 3812 3596 2400 8678 3437 1014 3035 6010 8212 5151 6066 1289 2568 5945 659 8580 3610 9409 58
62 5612 1251 4748 1606 2905 3935 2522 1353 4149 7022 3796 7282 2549 9488 789 4645 4062 5770 2311 1446 2418 5921 6772 1592 16 3181 7843 4705 3964 968 3670 39
37 1684 1473 5813 4165 7808 4189 1638 737 6205 8030 3241 6989 674 2489 6448 4199 5776 1214 8152 2883 195 2249 8243 1300 8804 7076 8748 9157 2322 7921 5998 8
163 586 7530 9602 1576 7045 1122 56 1492 6546 798

Los vectores resultantes a los tres algoritmos de ordenamiento son IGUALES : =====
```

Posteriormente se muestra el vector final ordenado:

```
Los vectores resultantes a los tres algoritmos de ordenamiento son IGUALES : =====
Vector ordenado :
16 19 32 56 58 98 109 151 153 169 176 195 256 277 280 282 299 335 339 356 359 362 398 424 427 440 468 493 498 537 542 564 583 586 603 635 639 659 666 674 68
2 691 733 737 743 789 798 819 865 882 899 906 925 947 952 960 962 968 970 1001 1014 1015 1017 1057 1098 1122 1174 1180 1214 1216 1227 1231 1233 1244 1251 12
65 1289 1300 1305 1310 1313 1320 1353 1370 1384 1401 1436 1446 1473 1480 1491 1532 1539 1570 1576 1592 1602 1606 1638 1653 1684 1710 1740 1742 1765 1774 1782 178
5 1801 1813 1819 1870 1877 1881 1888 1905 1929 1954 1957 1958 1980 2053 2104 2134 2196 2206 2231 2238 2249 2253 2260 2291 2311 2318 2322 2334 2343 2357 2378
2410 2418 2431 2480 2488 2489 2522 2549 2568 2575 2590 2612 2685 2698 2714 2738 2748 2772 2774 2793 2803 2819 2827 2840 2883 2905 2973 2997 3001 3006 3013
3035 3038 3058 3066 3098 3142 3157 3181 3190 3209 3213 3218 3241 3266 3279 3303 3347 3381 3403 3416 3428 3457 3492 3501 3589 3596 3610 3670 3715 3746 3760 3
779 3796 3812 3817 3835 3860 3890 3898 3935 3937 3964 3992 4008 4062 4112 4149 4165 4189 4199 4221 4250 4257 4279 4293 4296 4351 4372 4381 4387 4405 4575 46
24 4634 4645 4656 4674 4705 4707 4709 4732 4748 4755 4784 4795 4805 4831 4834 4853 4854 4869 4943 4974 5013 5029 5031 5114 5118 5149 5151 5155 5177 518
1 5196 5197 5205 5218 5223 5231 5254 5275 5348 5369 5386 5421 5452 5471 5486 5491 5499 5555 5575 5586 5609 5612 5677 5716 5745 5770 5772 5776 5785 5805 5809
5843 5862 5921 5935 5945 5973 5990 5999 6010 6045 6055 6066 6101 6139 6145 6149 6155 6163 6205 6290 6312 6358 6381 6402 6448 6500 6501 6512 6533 6546 6574
6577 6579 6608 6621 6636 6657 6667 6689 6712 6749 6759 6760 6772 6798 6822 6858 6863 6953 6987 6989 7007 7008 7022 7042 7045 7076 7123 7142 7176 7201 7211 7
212 7215 7218 7219 7223 7247 7282 7302 7327 7335 7378 7391 7393 7400 7407 7482 7512 7525 7528 7530 7538 7555 7597 7603 7626 7720 7751 7781 7793 7797 7843 78
85 7901 7908 7920 7921 7922 7941 7947 7981 7987 7995 8005 8026 8030 8053 8098 8108 8139 8152 8163 8180 8212 8227 8241 8243 8257 8258 8262 8284 8297 8330 837
6 8394 8423 8428 8457 8500 8535 8547 8558 8560 8567 8580 8585 8623 8666 8671 8678 8748 8770 8778 8783 8796 8797 8804 8874 8907 8919 8955 8968 9005 9017 9021
9035 9053 9068 9099 9157 9161 9180 9216 9274 9326 9328 9375 9409 9418 9432 9439 9441 9488 9494 9510 9512 9558 9559 9602 9646 9648 9679 9692 9694 9700 9733
9739 9745 9752 9774 9832 9869 9872 9911 9941 9947
```

Una vez obteniendo el vector ordenado, podemos observar los siguientes resultados del análisis de tiempo de ejecución:

METODO	Tiempo(ms)
Intercambio	0.000000 ms
Burbujas	0.0050310000000000 ms
Merge	0.0000000000000000 ms

Se realizó una búsqueda secuencial y una búsqueda binaria sobre el vector ordenado y se comparó el resultado de ambas búsquedas sobre la misma clave. Operación de la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

```
El indice de la clave encontrada con ambos algoritmos es IGUAL : =
Clave deseada : 819
Indice       : 47
```

De ambos algoritmos se obtuvo el tiempo de ejecución y se muestra en la siguiente tabla:

METODO	Tiempo(ms)
=====	=====
Secuencial	0.0000000000000000 ms
Binaria	0.0000000000000000 ms

Finalmente se realizó el mismo ejercicio de búsqueda, sin embargo se utilizó el vector desordenado con el fin de establecer una relación y comparar los resultados con los anteriormente reportados. La búsqueda se realizó sobre la misma clave y únicamente se realizó mediante el algoritmo de búsqueda secuencial debido al desorden en los datos. Los resultados y el tiempo de ejecución medido para esta operación fue el siguiente:

```
Busqueda en arreglo NO ORDENADO : =====
Clave deseada : 819
Indice       : 374

METODO      Tiempo(ms)
=====
Secuencial  0.0000000000000000 ms
```

Sobre este caso puedo concluir que los resultados obtenidos en cuanto a tiempo de ejecución podrían parecer ambiguos, sin embargo, considerando la longitud del arreglo, es claro que los algoritmos de ordenamiento no resultan ser significativamente costosos, incluso siendo que el único algoritmo que utilizó más tiempo para su ejecución fue el ordenamiento Burbuja. Por esto podríamos decir que los algoritmos de Mezcla e Intercambio resultan ser los más efectivos.

En cuanto a las búsquedas realizadas sobre el vector ordenado, se obtuvo el mismo índice como resultado partiendo de la misma clave a buscar, podríamos decir que, para la longitud considerada, resultan ambos métodos eficientes, sin embargo, es evidente que la búsqueda binaria podría involucrar menos ciclos por lo que involucra menos costo computacional. Por otro lado, en el caso de la búsqueda realizada sobre el vector desordenado: podemos visualizar que en realidad no se utiliza un tiempo de ejecución significativo a pesar de buscar en un arreglo sin orden, lo cual podría soportar la idea de no aplicar un algoritmo de ordenamiento y

simplemente realizar una búsqueda secuencial sobre un arreglo de longitud similar a la utilizada.

2. Ejemplo 2:

Para el caso número dos de nuestra ejecución se generó un vector de tamaño 956 con valores aleatorios. Se aplicaron los métodos de ordenamiento de Intercambio ($O(n^2)$), Burbuja ($O(n^2)$) y Merge ($O(n \log n)$) para finalmente obtener el mismo vector ordenado. En la siguiente imagen se muestra el vector desordenado y el cumplimiento de la condición que evalúa la comparación entre los vectores ordenados que resultan de cada método de ordenamiento:

```
Arreglo original:
2638 1172 8850 6028 8746 5455 6708 4983 6998 9223 3639 5262 1749 6376 6344 4256 3544 4490 6638 4910 7003 1769 1628 828 5594 9639 7053 4173 9064 3127 8244 56
92 5750 6087 1284 2454 67 9845 1516 3392 8848 9547 1131 1918 4156 4438 5026 6390 7225 6582 2978 7463 9256 9011 9800 9494 2751 2594 2831 5723 4559 56 7088 56
95 8986 3323 3798 9825 3471 4609 9938 4774 6586 9319 9933 2469 7060 4625 2136 7699 8759 9798 3903 9699 7204 735 703 7139 6864 2677 9858 5583 504 2503 7504 2
004 9498 3324 7499 5596 3663 3863 6054 5719 26 6017 431 3926 9436 4122 3281 7407 8908 6712 719 3657 2561 8279 2446 7833 8692 1549 5350 8932 7324 5766 450 88
77 2615 7760 5047 6548 5727 8293 5974 533 2798 3716 3901 7714 9364 12 7239 6700 9134 7447 8012 9481 2149 9369 315 4660 7776 2571 1669 5312 2176 3942 519 481
5 9232 5044 7435 9847 22 6902 2332 7990 2601 6015 2409 9453 2360 1589 7667 862 6510 7732 9896 9540 3643 8212 8405 8734 1121 3634 4737 2379 8365 2034 8109 50
93 7456 1267 9517 419 9354 2209 830 428 7757 8562 2977 9399 9518 1478 8603 87 7432 9856 8756 5275 8581 2468 1198 3788 5822 3375 3354 5402 614 2785 3746 223
4109 8060 1597 3287 2300 4050 7903 4771 6496 9052 7102 5309 4059 6714 940 9100 8070 71 5808 4486 1968 5176 1225 2594 2922 3304 3046 3703
8493 2885 6914 6800 1572 8204 5752 3161 1793 5950 9748 9409 6737 9068 6661 740 8389 5170 7960 7647 3430 1035 6777 4049 4007 1730 2623 5816 4453 9402 5456 3
873 4975 8147 5278 4071 8739 472 9262 6014 2862 4135 3671 8145 8809 9566 5530 3169 4567 6634 8702 1467 953 8526 9930 1155 4068 7694 5234 678 4816 207 6047 3
038 997 6130 364 8961 7261 8864 2180 5503 3242 4132 31 2867 6836 7532 25 1352 6763 8678 2097 4154 8105 5313 1797 4439 3286 9042 8007 4483 169 846 3284 9380
7381 5611 5963 9679 9026 711 1250 6040 7026 547 4393 7899 1049 7885 9735 8065 9729 8150 6503 5472 3353 8519 7469 4837 1427 7651 2612 9884 9081 5721 5269 936
2 3641 883 4978 6481 5558 4313 2329 1671 2732 7448 2301 429 5486 7120 6798 3547 8391 5277 4100 7980 1699 6683 9923 7631 4743 3109 5991 782 1323 8444 9180 27
64 2164 9155 9046 6568 800 6393 870 812 1691 1238 9640 3285 6969 6721 568 856 6096 3932 7567 8786 4201 3430 2096 4221 5606 1262 1396 7572 1896 62 8657 5333
801 1400 9841 4242 1665 3726 2637 3218 7218 4751 1584 1429 7766 3222 971 2888 94 9991 5010 6944 6886 1661 5410 7668 6768 7905 8905 6419 4423 6362 6630 3954
9346 8123 5985 2396 581 1045 6266 8529 985 7991 3170 3899 976 4932 1298 7280 3270 1281 7397 2530 1736 2121 5447 8255 7327 5261 4853 237 7122 2380 5062 8175
8723 6352 6441 7848 2148 6463 6341 9489 4987 7346 7678 2974 5356 5306 6056 4404 8382 7976 1135 6422 2076 1970 8716 89 5768 9217 9977 6319 8543 9536 9035 299
4 2232 9713 2419 7674 6846 3693 5953 2424 9574 1922 923 7778 7146 1116 3131 1485 5774 7037 1616 6922 8208 9525 1071 9921 6339 3781 4130 8101 4175 2306 8362
5909 6293 1973 2536 9373 2859 3411 7073 7788 2418 9613 7663 9988 7971 858 2853 4086 3111 5308 6075 8637 3492 3940 5118 9415 9230 6211 8768 9347 3818 6556 68
38 6975 8386 382 6660 5069 6329 3965 9041 1824 4892 2188 5588 8477 380 4015 8975 1566 868 1327 666 3486 5061 9381 3133 4871 8356 664 75 2115 152 3845 6887 3
7 529 5666 4947 7794 5464 283 7545 4638 7171 6558 1241 9469 705 45 9554 4583 699 3389 5509 7483 4747 214 6501 4828 1390 8585 4362 6005 1539 9949 8303 6926 701
2 7632 1400 4168 7268 5966 360 4187 5233 5616 9820 7317 7176 9869 6527 5006 967 8684 6007 8436 4819 6217 6450 2938 9634 2186 1060 6792 6196 7736 6011 2628 8
280 1518 1524 2441 396 5892 3777 6903 2700 915 2373 256 5844 4888 4880 2464 3580 6238 1271 1632 6243 5480 902 2245 9236 529 4885 3815 7858 5535 1721 4877 41
36 9625 7625 220 164 6240 3232 936 2235 2685 3006 7149 3366 2781 8589 8887 1708 4319 1166 1129 1037 7614 7182 1681 4735 6826 9817 5733 6876 5415 1853 7455 4
670 9500 5813 2996 1329 9365 3918 3581 6236 8688 8275 4694 8355 8978 2652 1151 6786 1798 9396 5945 3480 2168 7743 4519 4124 5190 3545 9587 6233 9385 1207 58
14 3672 7505 5837 8069 2614 3883 9940 47 4766 7394 6904 3753 1733 3769 1838 3013 946 3104 3894 3014 1255 8881 3990 2434 9348 6485 6520 1383 8454 6179 9257 6
960 7248 7183 6377 5648 1639 7376 6113 1640 2348 5524 3299 6368 1130 2598 1895 1905 7478 7603 5613 5310 5326 9060 9968 8563 7401 388 4566 7807 5345 9973 595
5 9643 4102 9314 8585 4101 8226 9509 4575 301 2144 4174 7608 7178 5279 5525 9031 8638 5384 9556 72 2049 5030 4474 9546 613 7715 9468 5598 3747 1745 6941 199
4 6693 5549 7826 4287 6631 9067 1755 4852 4466 7426 9121 2477 9823 1377 3655 6525 4419 1992 6815 2663 1859 5910 1425 3662 1390 4234 2172 2225 4790 2552 6642
9604 3213 5669 6736 8552 4317 6898 8455 17 7559 7228 4798 4708 2988 5781 844 3694 8680 9667 2019 8937 4408 5641 3727 3274 5656 3715 147 3466 9000 9965

Los vectores resultantes a los tres algoritmos de ordenamiento son IGUALES : =====
```

Posteriormente se muestra el vector final ordenado:

```
Los vectores resultantes a los tres algoritmos de ordenamiento son IGUALES : =====
Vector ordenado :
12 17 22 25 26 31 45 47 56 62 67 71 72 75 87 89 94 147 152 164 169 207 214 220 223 237 256 283 315 341 360 364 380 382 388 396 419 428 429 431 450 472 504 5
19 529 533 547 568 581 613 614 664 666 678 690 703 705 711 719 735 740 782 800 801 812 828 830 844 846 856 858 862 868 870 883 902 905 907 915 923 936 946 9
49 953 971 976 997 1035 1037 1045 1049 1060 1071 1116 1121 1129 1130 1131 1135 1151 1155 1166 1172 1198 1207 1225 1238 1241 1250 1255 1262 1267 1271 1281 12
84 1298 1323 1327 1329 1352 1377 1383 1390 1396 1399 1400 1425 1427 1429 1467 1478 1480 1485 1516 1518 1524 1539 1549 1559 1566 1572 1580 1589 1593 1616 162
8 1632 1639 1648 1661 1665 1669 1671 1681 1691 1699 1708 1721 1738 1733 1736 1745 1749 1755 1769 1793 1797 1798 1824 1838 1853 1895 1896 1905 1918 1922 1968
1 1970 1973 1992 1994 2000 2019 2034 2049 2062 2076 2096 2097 2115 2121 2136 2144 2148 2149 2164 2168 2172 2176 2186 2188 2225 2232 2235 2245 2300 2301 2306
2329 2332 2348 2360 2373 2379 2380 2396 2399 2409 2418 2419 2424 2434 2441 2446 2454 2464 2468 2469 2477 2503 2530 2536 2552 2561 2571 2594 2596 2598 2601 2
612 2614 2615 2623 2628 2627 2638 2652 2663 2669 2677 2685 2700 2705 2732 2751 2764 2781 2798 2831 2853 2859 2867 2885 2888 2922 2938 2974 2977 2978 2988 29
94 2996 3006 3013 3014 3038 3046 3083 3104 3109 3131 3137 3133 3161 3169 3170 3180 3213 3218 3222 3232 3242 3270 3274 3281 3284 3285 3286 3287 3299 330
4 3324 3353 3354 3366 3375 3389 3392 3411 3430 3439 3466 3471 3480 3486 3492 3529 3544 3545 3547 3580 3581 3634 3639 3641 3643 3655 3657 3662 3663 3671 3672
3693 3694 3703 3715 3716 3726 3727 3746 3747 3753 3769 3777 3781 3788 3798 3815 3818 3845 3863 3873 3894 3899 3901 3903 3918 3926 3932 3940 3942 3954 3965
3990 4007 4015 4049 4068 4071 4086 4100 4102 4109 4122 4124 4130 4132 4135 4136 4141 4154 4156 4168 4173 4174 4175 4187 4201 4221 4234 4242 4256 4287 4313 4
317 4319 4362 4393 4404 4408 4418 4423 4438 4439 4452 4453 4466 4474 4483 4486 4490 4519 4559 4566 4567 4575 4583 4609 4625 4638 4660 4665 4694 4708 4735 47
37 4743 4747 4751 4766 4771 4774 4790 4798 4815 4816 4819 4828 4837 4853 4858 4859 4871 4877 4880 4885 4888 4892 4910 4932 4947 4975 4978 4983 4987 5006 501
0 5012 5022 5026 5030 5044 5047 5061 5062 5069 5093 5118 5170 5190 5233 5234 5261 5262 5269 5275 5277 5278 5279 5306 5308 5309 5310 5312 5313 5326 5332 5345
5350 5356 5384 5410 5415 5442 5447 5455 5456 5464 5472 5480 5486 5503 5509 5524 5525 5530 5535 5549 5558 5583 5588 5594 5596 5598 5606 5611 5613 5616 5641
5648 5656 5666 5699 5692 5695 5719 5721 5723 5727 5733 5750 5752 5766 5768 5774 5781 5813 5814 5816 5837 5840 5844 5892 5909 5910 5945 5950 5953 5955 5963 5
966 5974 5985 5991 6005 6007 6011 6014 6015 6017 6028 6040 6047 6054 6056 6075 6087 6096 6113 6134 6177 6196 6211 6217 6233 6236 6238 6240 6243 6266 6293 63
919 6329 6339 6341 6344 6352 6362 6368 6376 6377 6390 6393 6419 6422 6441 6450 6463 6481 6485 6496 6501 6503 6510 6520 6525 6527 6548 6556 6558 6568 6582 658
6 6630 6631 6634 6638 6642 6660 6661 6683 6693 6700 6708 6712 6714 6721 6736 6737 6763 6768 6777 6786 6792 6798 6809 6815 6826 6836 6838 6846 6864 6876 6886
6887 6898 6902 6904 6944 6922 6926 6941 6944 6960 6969 6975 6998 7003 7008 7017 7026 7037 7053 7068 7073 7120 7122 7130 7139 7146 7149 7176 7178 7182
7183 7193 7204 7218 7225 7228 7239 7248 7261 7268 7280 7317 7324 7327 7368 7376 7381 7394 7397 7401 7407 7426 7432 7435 7447 7448 7455 7456 7463 7469 7470 7
483 7490 7504 7505 7532 7545 7550 7567 7572 7603 7608 7614 7625 7631 7632 7647 7651 7663 7667 7668 7674 7678 7694 7699 7714 7715 7732 7736 7743 7757 7760 77
66 7776 7778 7788 7794 7807 7826 7833 7848 7858 7885 7899 7903 7905 7960 7971 7976 7980 7990 7991 8007 8012 8065 8068 8069 8101 8105 8109 8123 8145 8147 815
0 8175 8204 8208 8212 8236 8244 8255 8275 8279 8280 8293 8303 8326 8355 8356 8365 8362 8386 8389 8391 8405 8436 8444 8454 8455 8477 8493 8505 8519 8526 8529
8543 8552 8562 8563 8581 8585 8589 8603 8637 8638 8657 8678 8680 8684 8688 8692 8702 8716 8723 8734 8739 8746 8753 8756 8768 8809 8808 8848 8850 8864
8877 8881 8887 8905 8908 8932 8937 8961 8975 8978 8979 8986 9011 9014 9026 9031 9035 9041 9042 9046 9060 9064 9068 9080 9081 9109 9121 9134 9155 9176 9180 9
217 9223 9230 9232 9236 9256 9257 9262 9319 9346 9347 9348 9354 9362 9364 9365 9369 9373 9380 9381 9385 9396 9399 9402 9415 9436 9453 9468 9469 9481 9489 94
94 9498 9499 9500 9509 9517 9518 9525 9536 9540 9546 9547 9554 9556 9574 9587 9596 9604 9613 9625 9634 9639 9640 9643 9667 9670 9679 9699 9713 9729 9735 974
8 9798 9800 9817 9820 9823 9825 9841 9845 9847 9852 9856 9858 9864 9867 9869 9884 9896 9921 9923 9930 9933 9938 9940 9949 9965 9968 9973 9977 9988 9991
```

Una vez obteniendo el vector ordenado, podemos observar los siguientes resultados del análisis de tiempo de ejecución:

METODO	Tiempo(ms)
===== =====	=====
Intercambio	0.004513000000000 ms
Burbujas	0.007044000000000 ms
Merge	0.000000000000000 ms

Se realizó una búsqueda secuencial y una búsqueda binaria sobre el vector ordenado y se comparó el resultado de ambas búsquedas sobre la misma clave. Operación de la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

```
El indice de la clave encontrada con ambos algoritmos es IGUAL :
Clave deseada : 6293
Indice       : 581
```

De ambos algoritmos se obtuvo el tiempo de ejecución y se muestra en la siguiente tabla:

METODO	Tiempo(ms)
===== =====	=====
Secuencial	0.000000000000000 ms
Binaria	0.000000000000000 ms

Finalmente se realizó el mismo ejercicio de búsqueda, sin embargo, se utilizó el vector desordenado con el fin de establecer una relación y comparar los resultados con los anteriormente reportados. La búsqueda se realizó sobre la misma clave y únicamente se realizó mediante el algoritmo de búsqueda secuencial debido al desorden en los datos. Los resultados y el tiempo de ejecución medido para esta operación fue el siguiente:

```
Busqueda en arreglo NO ORDENADO : =====
Clave deseada : 6293
Indice       : 576

METODO      Tiempo(ms)
=====|=====
Secuencial  0.000000000000000 ms
```

Sobre este caso puedo concluir que los resultados obtenidos en cuanto a tiempo de ejecución podrían parecer ambiguos, sin embargo, considerando la longitud del arreglo, es claro que los algoritmos de ordenamiento no resultan ser significativamente costosos, a pesar de que los algoritmos de Burbuja e Intercambio si utilizaron más tiempo en su ejecución. Por esto podríamos decir que el algoritmo de Mezcla resulta ser aún el más efectivo.

En cuanto a las búsquedas realizadas sobre el vector ordenado, se obtuvo el mismo índice como resultado partiendo de la misma clave a buscar, podríamos decir que, para la longitud

considerada, resultan ambos métodos eficientes, sin embargo, es evidente que la búsqueda binaria podría involucrar menos ciclos por lo que involucra menos costo computacional. Por otro lado, en el caso de la búsqueda realizada sobre el vector desordenado: podemos visualizar que en realidad no se utiliza un tiempo de ejecución significativo a pesar de buscar en un arreglo sin orden, lo cual podría soportar la idea de no aplicar un algoritmo de ordenamiento y simplemente realizar una búsqueda secuencial sobre un arreglo de longitud similar a la utilizada, incluso siendo que la longitud incrementó aproximadamente al doble del caso anterior.

3. Ejemplo 3:

Para el caso número tres de nuestra ejecución se generó un vector de tamaño 9026 con valores aleatorios. Se aplicaron los métodos de ordenamiento de Intercambio ($O(n^2)$), Burbuja ($O(n^2)$) y Merge ($O(n \log n)$) para finalmente obtener el mismo vector ordenado. En la siguiente imagen se muestra el vector desordenado y el cumplimiento de la condición que evalúa la comparación entre los vectores ordenados que resultan de cada método de ordenamiento:

```
35123 94036 1547 8249 42511 62328 21263 54718 21385 17459 98556 79183 83226 41104 8111 38362 74655 87566 71855 76778 94080 87933 160 92251 17662 39581 15296
84648 25116 11548 93898 93651 45596 2580 25684 69265 5762 47418 38377 41790 53733 71957 64586 21411 57112 55922 56453 71398 26666 72361 31037 25759 68709 55
879 33661 21010 32702 13577 66618 43249 60236 49063 82154 22583 311 32946 11286 86582 37709 57953 80787 41741 15640 55836 11013 94075 68858 59272 50263 5304
1 48271 12676 38247 6564 25273 47183 38667 52715 53471 68083 88560 35763 40973 67166 16890 75277 45155 97804 30491 50619 25647 43223 27090 95410 10079 97875
23771 11945 44639 61918 21564 27380 65800 58162 3331 90038 19591 60634 43115 22879 13002 26329 97132 43114 95654 95452 15359 30881 1864 35505 10451 84793 6
4434 56234 99849 11937 26528 54032 81128 81472 51089 21103 68038 79708 15505 97006 24521 39216 91570 65928 25293 74689 65615 7741 1812 90103 7952 52681 8827
9 56171 41248 97288 61998 64934 15178 98456 46117 58605 45371 25769 88110 68799 23187 4640 94325 74380 71292 61401 31515 60320 66433 99202 30882 18988 85348
92164 46553 92086 91855 53189 19927 3629 92660 79085 87066 74362 53783 4871 79201 83119 32377 43970 77848 56211 9456 36066 50771 89207 58727 97239 34855 96
489 33295 71288 97531 51627 65286 22704 85777 4961 87798 70393 54194 17828 31549 34840 44999 76935 3225 9379 28879 62168 19234 54283 1834 27093 44735 40144
12092 30737 76808 65316 34329 60909 60525 18354 76960 32226 13775 7933 31553 95525 36393 38360 92891 73433 50827 27303 64704 46895 36673 91519 13050 34292 1
4155 669 53972 28880 79778 79259 66258 64633 53378 2903 90532 21588 29006 89755 56481 52153 6357 48157 43790 63074 53146 98992 2967 74997 34126 33839 20472
68394 71832 44968 63257 25731 58543 94393 10752 8206 18532 59236 50934 24263 88091 97931 66374 17919 65160 16885 81427 96617 81021 81571 19013 54670 3002 52
952 44628 46749 94362 7901 89720 71375 68728 72428 51509 91046 57958 65226 15933 88325 14530 98678 16694 78376 28441 39843 21638 64132 39897 31354 48320 868
56 20247 89589 72934 54116 1770 58017 6494 27122 37260 10457 52310 52871 72139 6839 53581 9258 2670 86507 79346 28377 27905 88551 28820 59271 32987 94801 60
386 75161 92035 87777 28971 98567 55040 37324 92695 76578 88092 67017 23038 1081 73812 25754 35485 75190 81009 66242 93544 34318 21395 76744 98817 53632 725
33 15316 64847 52967 83037 50852 43685 90725 63489 24451 44474 45732 99543 66506 31328 19482 31598 15566 36649 67069 822 26614 86197 70363 46338 78143 99952
44320 65857 27748 59263 6355 13385 66273 16024 18131 28139 29012 97854 82720 23983 35793 57277 33438 30962 64208 10362 57811 93681 50745 43268 93405 12703
717 58620 1608 25508 598 57578 85707 34532 64195 96702 10424 90583 31303 98139 71160 54516 27092 18203 27041 73935 88148 49802 5163 84068 82941 46092 51608
46313 55458 59704 14320 72993 47898 99113 39542 59304 97706 95981 96486 84988 41136 48118 87824 6234 75233 98179 44611 62802 85024 49271 68332 14853 35031 4
7711 49520 57434 45309 81039 84611 14785 94989 19570 13490 31906 33107 7742 18956 81069 79316 18374 7401 94412 30568 42074 23297 46497 44770 28662 9876 8994
8 98844 21481 17353 43631 83137 44425 26581 44330 33215 23472 80779 7990 89514 18097 61238 2481 1898 6276 82420 86947 63723 59398 66212 91869 96332 91240 18
613 30441 70211 4746 76056 38383 89930 3807 88868 61281 26147 43480 52394 66868 9551 24885 39835 92258 34033 74954 10832 53458 41169 15690 293 33124 3852 51
172 18074 71302 29494 51430 53966 36286 41735 20366 80573 49625 16691 26892 59718 52628 25474 28707 75708 91362 68633 83517 23452 47411 16443 54133 78136 80
931 70254 22358 60004 48223 62635 77682 63205 48004 82449 81948 52593 9253 23889 821 5049 64421 86342 1586 71258 99509 89171 51773 26075 28666 77997 55393 6
0886 74636 63559 98703 45362 72962 18709 30888 20246 86058 22823 41085 63942 37282 76684 46075 62952 3840 42162 96215 26686 10800 24840 71192 89855 48569 82
333 21635 11953 90619 86232 73756 80961 50470 78408 71725 58008 31771 61006 19770 51432 87422 58508 22356 34095 61845 82194 92631 5037 58615 16047 1792 2097
4 10874 61160 85125 53633 76070 70390 63758 52588 15017 90539 32698 40677 67392 20572 42068 26134 31164 55816 79006 11777 55440 51795 88336 18265 81546 9405
1 58004 38492 17708 9849 38099 9334 79372 13222 15367 75258 18904 67031 61220 90591 10586 25219 40821 60107 56170 21060 43221 19846 45121 31854 38515 4522 9
9263 53346 62781 33695 4805 69858 64568 60468 47940 11993 61512 7967 99868 25162 92427 63555 39111 336 56606 41143 65003 20600 23221 70316 92798 5231 19792
41681 14664 48962 77078 5364 39255 42643 81371 56487 54141 27890 43352 46768 7813 10356 56662 86153 32000 3097 56351 62285 91396 43132 6929 61053 81401 6844
4 6475 21118 98433 98455 70607 55542 67656 51948 61487 72792 72695 46828 10488 32514 6620 59256 15485 50428 75589 89561 43850 61388 24017 51558 4765 91714 8
6225 41586 10253 23469 32663 53131 54674 74684 68093 7091 85714 49658 71905 75430 7999 43366 40553 52904 30235 53360 4300 81096 44187 26222 3450 86678 45490
23615 88822 88724 28543 4233 87499 44664 42617 42244 81656 48481 2827 26088 52923 48624 94736 75901 33778 98189 10428 67074 70545 15479 61067 25030 74020 2
2352 70401 98396 84052 17655 28071 78047 95578 23901 97230 85307 6661 48996
```

Los vectores resultantes a los tres algoritmos de ordenamiento son IGUALES : =====

Posteriormente se muestra un fragmento del vector final ordenado:

Vector ordenado :

```

9 44 54 55 59 67 74 77 86 95 97 98 104 128 142 160 165 167 173 215 221 223 225 231 236 253 256 259 293 301 307 310 311 319 323 327 336 359 371 380 387 407 4
21 444 459 471 491 502 508 537 540 596 598 641 649 669 677 696 697 705 708 711 717 720 721 733 735 743 768 774 784 821 822 823 828 842 868 886 896 909 917 9
18 939 943 949 950 957 970 980 983 991 1045 1054 1062 1081 1084 1097 1107 1111 1121 1135 1151 1173 1195 1208 1217 1219 1224 1227 1235 1237 1246 1293 1298 12
99 1307 1309 1314 1349 1369 1377 1386 1396 1400 1424 1434 1441 1460 1461 1471 1486 1494 1504 1522 1534 1547 1548 1557 1581 1586 1590 1592 1608 1616 1630 163
6 1648 1682 1711 1769 1770 1771 1792 1793 1806 1809 1812 1822 1831 1834 1845 1858 1864 1877 1898 1915 1930 1937 1990 2023 2024 2049 2056 2075 2089 2093 2099
2100 2102 2105 2110 2124 2136 2148 2153 2164 2167 2179 2185 2187 2200 2201 2210 2223 2238 2241 2250 2255 2265 2275 2285 2296 2300 2311 2312 2325 2338
2344 2350 2383 2413 2451 2455 2476 2481 2492 2494 2497 2500 2503 2508 2521 2531 2544 2561 2572 2578 2584 2587 2594 2597 2598 2617 2649 2665 2663 2670 2684 2
687 2715 2723 2754 2757 2762 2764 2771 2778 2783 2795 2798 2812 2817 2827 2848 2849 2869 2872 2881 2883 2886 2903 2906 2922 2939 2948 2967 2992 2999 3002 30
04 3034 3036 3052 3056 3060 3061 3073 3076 3088 3097 3104 3118 3121 3122 3127 3128 3150 3156 3163 3191 3194 3198 3206 3225 3234 3258 3263 3267 3269 3311 333
1 3336 3337 3338 3339 3341 3344 3371 3386 3411 3427 3430 3433 3446 3447 3450 3452 3464 3468 3500 3531 3549 3552 3566 3576 3583 3589 3595 3602 3611 3615 3622
3626 3629 3633 3637 3661 3681 3683 3689 3694 3708 3737 3765 3785 3786 3799 3803 3807 3812 3814 3832 3848 3851 3852 3865 3873 3876 3877 3905 3941 3942 3948
3976 3990 3996 4013 4022 4036 4040 4056 4084 4089 4102 4113 4120 4126 4128 4131 4132 4135 4151 4177 4194 4210 4218 4233 4241 4243 4248 4255 4265 4288 4300 4
318 4319 4354 4357 4369 4370 4372 4391 4441 4453 4522 4523 4528 4532 4534 4545 4558 4613 4625 4640 4643 4649 4655 4667 4671 4679 4696 4704 4710 4714 4715 47
36 4741 4746 4747 4753 4758 4765 4769 4790 4794 4805 4820 4838 4854 4859 4860 4864 4871 4902 4920 4937 4944 4952 4961 4964 4976 4984 4998 5020 5037 5043 504
9 5060 5061 5087 5105 5115 5125 5163 5171 5172 5179 5182 5194 5199 5207 5208 5223 5231 5238 5252 5253 5265 5310 5316 5326 5335 5336 5348 5354 5364 5365 5366
5372 5398 5402 5404 5406 5409 5430 5438 5463 5478 5481 5490 5495 5541 5547 5557 5584 5607 5608 5614 5615 5659 5664 5695 5722 5734 5739 5745 5756 5758 5762
5766 5783 5794 5801 5813 5832 5838 5843 5863 5888 5904 5918 5932 5933 5943 5958 5964 5976 5979 5980 5987 5999 6003 6006 6007 6013 6014 6019 6022 6047 6049 6
054 6075 6089 6103 6115 6148 6166 6175 6185 6186 6193 6200 6207 6210 6216 6218 6219 6231 6234 6239 6248 6257 6276 6278 6282 6289 6310 6313 6330 6332 6337 63
39 6347 6348 6354 6355 6357 6369 6378 6384 6386 6387 6398 6437 6453 6464 6475 6494 6506 6521 6552 6558 6564 6571 6576 6577 6596 6597 6599 6613 6620 6629 663
5 6641 6643 6661 6680 6694 6700 6711 6716 6722 6732 6737 6757 6771 6782 6793 6798 6814 6815 6827 6839 6861 6870 6885 6891 6900 6929 6964 6969 6974 6976 6985
6991 6999 7015 7036 7042 7045 7047 7050 7064 7091 7095 7112 7131 7134 7148 7150 7157 7165 7166 7171 7177 7182 7187 7189 7222 7255 7257 7273 7289 7315 7321
7326 7363 7368 7378 7386 7390 7397 7398 7401 7403 7423 7428 7436 7442 7456 7459 7463 7471 7477 7486 7493 7495 7497 7503 7547 7553 7559 7569 7572 7611 7621 7
622 7642 7647 7654 7655 7662 7680 7694 7701 7704 7711 7713 7723 7727 7732 7733 7740 7741 7742 7750 7762 7772 7782 7783 7790 7791 7795 7807 7813 7814 7815 78
19 7820 7848 7855 7856 7875 7901 7914 7917 7918 7929 7933 7952 7960 7965 7967 7975 7976 7981 7989 7990 7996 7999 8010 8018 8038 8046 8053 8055 8063 8066 8067
0 8079 8111 8128 8131 8154 8181 8185 8187 8195 8199 8206 8218 8235 8237 8239 8241 8249 8265 8274 8294 8313 8338 8343 8347 8348 8350 8385 8393 8420 8434 8453
8461 8476 8477 8498 8527 8542 8547 8554 8559 8569 8576 8585 8589 8594 8618 8619 8629 8633 8634 8642 8654 8657 8669 8673 8675 8685 8755 8779 8808 8812 8881
8885 8887 8910 8912 8918 8942 8943 8975 8976 8977 8987 8988 8996 9007 9033 9037 9044 9046 9056 9059 9082 9126 9130 9143 9148 9154 9172 9190 9199 9206 9251 9
252 9253 9255 9258 9263 9279 9304 9324 9334 9353 9365 9379 9400 9404 9414 9419 9421 9422 9429 9456 9482 9483 9487 9491 9494 9496 9499 9519 9532 9537 9538 95
46 9551 9596 9597 9600 9620 9630 9642 9644 9647 9648 9668 9670 9676 9678 9689 9695 9697 9707 9726 9739 9764 9793 9807 9827 9836 9849 9856 9869 9873 9876 987
9 9887 9902 9903 9915 9918 9947 9963 9969 9992 9994 9997 10032 10043 10079 10095 10103 10112 10118 10121 10132 10144 10151 10162 10170 10185 10197 10206 102
12 10230 10239 10243 10253 10264 10277 10282 10293 10322 10356 10362 10363 10379 10388 10396 10402 10405 10415 10416 10424 10428 10435 10438 10441 10445 104
51 10457 10461 10481 10482 10488 10498 10499 10496 10511 10540 10542 10545 10548 10580 10617 10630 10641 10674 10675 10704 10728 10735 10747 10752 10754 107
60 10782 10800 10813 10818 10821 10832 10847 10854 10859 10870 10873 10874 10878 10882 10892 10910 10911 10920 10930 10932 10939 10941 10950 10957 10958 109
60 10966 10976 10973 10982 10994 11009 11013 11020 11056 11068 11074 11099 11118 11125 11143 11145 11152 11153 11156 11160 11166 11177 11211 11218 11224 112
63 11264 11276 11286 11301 11304 11334 11342 11349 11354 11359 11380 11386 11394 11400 11402 11411 11424 11436 11438 11461 11475 11495 11510 11517 11519 115

```

Una vez obteniendo el vector ordenado, podemos observar los siguientes resultados del análisis de tiempo de ejecución:

METODO	Tiempo(ms)
Intercambio	0.5025020000000000 ms
Burbujas	0.7372030000000000 ms
Merge	0.0000000000000000 ms

Se realizó una búsqueda secuencial y una búsqueda binaria sobre el vector ordenado y se comparó el resultado de ambas búsquedas sobre la misma clave. Operación de la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

```

El indice de la clave encontrada con ambos algoritmos es IGUAL :
Clave deseada : 20868
Indice : 1874

```

De ambos algoritmos se obtuvo el tiempo de ejecución y se muestra en la siguiente tabla:

METODO	Tiempo(ms)
Secuencial	0.0000000000000000 ms
Binaria	0.0000000000000000 ms

Finalmente se realizó el mismo ejercicio de búsqueda, sin embargo, se utilizó el vector desordenado con el fin de establecer una relación y comparar los resultados con los

anteriormente reportados. La búsqueda se realizó sobre la misma clave y únicamente se realizó mediante el algoritmo de búsqueda secuencial debido al desorden en los datos. Los resultados y el tiempo de ejecución medido para esta operación fue el siguiente:

```

Busqueda en arreglo NO ORDENADO : =====
Clave deseada : 20868
Indice          : 7294

METODO          Tiempo(ms)
=====|=====
Secuencial      0.0000000000000000 ms

```

Sobre este caso puedo concluir que los resultados obtenidos en cuanto a tiempo de ejecución son claros, por lo que, relacionándolo de igual manera con la longitud del arreglo, es claro que los algoritmos de ordenamiento ya representan un costo, a pesar de que el algoritmo Merge no utilizó un tiempo significativo en su ejecución, se puede visualizar que los algoritmos de Intercambio y Burbuja no nos brindan gran eficiencia.

En cuanto a las búsquedas realizadas sobre el vector ordenado, se puede concluir que se obtuvo el mismo índice como resultado partiendo de la misma clave a buscar, podríamos decir que, para la longitud considerada, resultan ambos métodos eficientes, sin embargo, es evidente que la búsqueda binaria podría involucrar menos ciclos por lo que involucra menos costo computacional. Por otro lado, en el caso de la búsqueda realizada sobre el vector desordenado: podemos visualizar que en realidad no se utiliza un tiempo de ejecución significativo a pesar de buscar en un arreglo sin orden, lo que podríamos atribuir a que un arreglo cercano a los 10,000 elementos no representa aún una longitud considerable para observar un tiempo de ejecución más prolongado en las operaciones.

4. Ejemplo 4:

Para el caso número cuatro de nuestra ejecución se generó un vector de tamaño 49,402 con valores aleatorios. Se aplicaron los métodos de ordenamiento de Intercambio ($O(n^2)$), Burbuja ($O(n^2)$) y Merge ($O(n \log n)$) para finalmente obtener el mismo vector ordenado. En la siguiente imagen se muestra el vector desordenado y el cumplimiento de la condición que evalúa la comparación entre los vectores ordenados que resultan de cada método de ordenamiento:

Algoritmos de Búsqueda y Ordenamiento

```
===== INICIO CASO 4 - Vector tamaño: 49002 : =====
Arreglo original:
184779 1436446 1685064 1230882 727170 1111982 176815 1608662 1376538 1499246 422032 196201 1782455 1336490 884008 1260250 389979 1855169 289418 902755 92569
1 1356595 552512 1656111 1038953 1631452 879043 1874388 1080551 280594 699619 389375 1706773 1881610 60357 1721278 1538710 1241505 1560825 664437 1492057 16
87135 98309 1142763 1158046 1528481 1436399 881258 1071361 1931364 13583 144148 1023078 999137 897479 1515471 926023 929990 1556712 1587160 986068 1409232 6
04662 1544080 808045 1444150 1078192 296832 1425391 9479 1211962 1386753 1665670 355452 1962980 1021851 393907 1838698 1648396 1460772 247360 509857 1249046
1333891 1231014 1360940 1517887 1518300 75950 1623160 1605766 1479027 838317 1874258 899217 699328 1496875 597751 1477498 1156432 726278 123583 1638467 330
777 1531808 1321996 1450067 439069 340789 1699265 1817525 42957 1494573 1950800 1730735 375354 223364 1493999 310201 1949480 282000 299838 1985946 1111444 1
140967 993090 1336977 1049013 583413 664970 438920 1841990 950761 409379 1688156 1245565 1758644 1115356 838730 800181 1366633 1145202 125985 1980040 155373
7 1617974 512877 1974476 99418 1777442 836095 553319 1219753 231328 1259934 1092027 1035105 997993 1682281 571253 424726 1442038 1600482 730582 409442 73949
0 28055 1203248 1031430 1280019 417907 915455 1425178 431883 1660120 368165 1488953 1551557 1018624 198623 1958755 51163 1313242 417310 897987 53844 332407
919451 549558 49908 229585 1978555 612702 569320 1966378 93975 350924 1910952 1193316 213464 1211711 1164164 587107 705895 1795590 1638952 847768 608775 628
835 1539728 344366 1770893 845106 1896538 1093279 59471 847317 1021161 797213 1511681 1282611 1951329 1345531 728972 1384535 1816334 43360 251440 1042171 16
79781 583808 1291849 1116929 1267000 1762319 839783 489126 1075193 293839 1154869 498069 1106366 1859709 545965 1710766 983434 1172567 1728855 428516 110388
7 218847 1637171 929807 475193 1051866 506708 370584 108985 449537 164874 1136790 832834 1786303 1667776 949428 12290 420497 427210 1171912 178572 707614 65
7326 59091 468595 249442 1482519 1488748 114381 1089714 170683 700164 1531065 844242 1385141 1987069 1609343 1547898 1565772 1753401 1053460 1276037 1540463
683466 1090302 61009 686089 1133397 1858859 259764 840897 1207825 1899060 1454050 137115 1367059 288395 1715496 427382 54719 1027600 955116 1547147 951729
667180 1556922 1114006 172791 103726 128488 16367 896282 1417678 462641 242384 950020 1960106 743369 1186870 1955914 338199 185484 1284149 1798043 836656 1
97452 1204592 1608756 1325870 580804 134944 438091 1914359 487211 1268279 1251485 1194107 1493818 1269160 49881 1785778 843742 984023 1061561 1345106 15790
13 146619 524028 1268474 530706 1419762 1460114 1193392 1489386 821735 1360970 31616 1013358 1758358 1959869 771929 862204 1056966 163234 1582894 1320909 11
95307 1652104 1730417 1033208 1005130 1565695 466952 656105 1545999 1669883 336809 854193 512662 367476 1906309 1203318 208480 1580802 839818 1083621 184614
8 782974 368540 1785362 1860803 921789 1809767 1742362 1652242 47487 1578727 1346643 1408380 384755 118397 536982 829356 1367301 367177 896296 1653101 48857
0 1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225854 1309584 978015 1270705 1097942 224504 634639 1014500 1087106 1421837
312006 269349 1823410 10180857 667290 1401568 1886583 1904402 526614 6944410 886778 1783383 619540 1419121 705206 224203 1592912 1586683 178346 1397524 197189
1790404 1973693 942559 656450 1348145 628386 1989299 1054536 1356049 1453949 1655526 1211657 260689 387729 75491 1916455 1610425 1716634 1542404 795212 19
06605 171771 970681 972512 1734098 854444 725713 632065 1223357 724408 681637 361454 768409 1245364 303214 229706 2592 150612 1182205 950517 1394192 122728
4 680021 1051608 689251 254976 433206 1384022 1890565 700516 1082824 1020321 700243 857909 442860 500064 1801216 123388 338820 614202 1202244 1800180 799016
1793993 816759 1799285 1695920 99757 1464617 820577 1919081 335479 51563 23940 225
```

```

El índice de la clave encontrada con ambos algoritmos es IGUAL :
Clave deseada : 251115
Indice       : 6242

```

De ambos algoritmos se obtuvo el tiempo de ejecución y se muestra en la siguiente tabla:

METODO	Tiempo(ms)
===== =====	=====
Secuencial	0.0000000000000000 ms
Binaria	0.0000000000000000 ms

Finalmente se realizó el mismo ejercicio de búsqueda, sin embargo, se utilizó el vector desordenado con el fin de establecer una relación y comparar los resultados con los anteriormente reportados. La búsqueda se realizó sobre la misma clave y únicamente se realizó mediante el algoritmo de búsqueda secuencial debido al desorden en los datos. Los resultados y el tiempo de ejecución medido para esta operación fue el siguiente:

```

Busqueda en arreglo NO ORDENADO : =====
Clave deseada : 251115
Indice       : 7580

METODO      Tiempo(ms)
=====|=====
Secuencial  0.0010010000000000 ms

```

Sobre este caso puedo concluir que los resultados obtenidos en cuanto a tiempo de ejecución ya representan un costo significativo, se puede observar que para el ordenamiento de Intercambio y Burbuja ya se utilizan entre 9 y 12 milisegundos, siendo hasta ahora el mayor tiempo utilizado en comparación con los tres casos anteriores, además podemos observar que el método Merge sigue siendo el más efectivo de los 3 a pesar de haber incrementado, al igual que los otros algoritmos, en tiempo de ejecución.

En cuanto a las búsquedas realizadas sobre el vector ordenado, se puede concluir que se obtuvo el mismo índice como resultado partiendo de la misma clave a buscar, podríamos decir que, para la longitud considerada, resultan ambos métodos eficientes, sin embargo, es evidente que la búsqueda binaria podría involucrar menos ciclos por lo que involucra menos costo computacional. Por otro lado, en el caso de la búsqueda realizada sobre el vector desordenado: podemos visualizar que ya se utiliza un tiempo de ejecución significativo, lo que podríamos atribuir a que un arreglo cercano o mayor a los 50,000 elementos ya representa una longitud considerable para observar un tiempo de ejecución más prolongado en las operaciones.

- **Reflexión final.**

En conclusión, después de realizar el ejercicio de análisis para los 4 conjuntos de datos, y además revisando los tiempos de ejecución obtenidos y la complejidad algorítmica resultante, podría decir que se podría tomar la decisión de realizar una búsqueda sobre un vector ordenado o un vector desordenado dependiendo de la situación, la necesidad existente y el objetivo planteado, sin embargo, me parece que la dimensión del conjunto de datos es el factor determinante para este dilema.

Quisiera hacer énfasis en la importancia de la dimensión del vector, ya que entre más largo sea, el ordenamiento resulta ser mucho más costoso en términos de tiempo de ejecución, esto lo podemos visualizar en el caso realizado para un vector de aproximadamente 10,000 elementos, donde el tiempo de ejecución destinado al ordenamiento ya es notorio, siendo que en vectores con menos elementos en realidad podría incluso considerarse irrelevante el tiempo que se utiliza para ordenar. Además, es necesario comentar que el único método de búsqueda que podremos comparar en su aplicación a un vector ordenado y uno desordenado es el de búsqueda secuencial, esto porque el método de búsqueda binaria no es útil para vectores desordenados, sin embargo es claro que el método binario es considerablemente más eficiente que el secuencial.

Me parece necesario mencionar que en la decisión de realizar un ordenamiento se debe considerar el uso que se le va a dar al arreglo con el que se está trabajando, ya que si se planea realizar una serie de búsquedas incluso indefinidas sobre el arreglo, va a resultar más eficiente realizar un ordenamiento en primera instancia y ya se podrá utilizar el arreglo indefinidamente asegurando tiempos de búsqueda ágiles y efectivos, de modo contrario puede considerarse con mayor razón el hecho de omitir el ordenamiento.

Una vez dicho lo anterior y mencionando los resultados obtenidos, podría finalmente decir que resulta ser más eficiente la aplicación de algún algoritmo de ordenamiento optimizado, tal como el mergesort en comparación con los restantes, para realizar búsquedas sobre arreglos de una longitud mayor a los 10,000 datos, mientras que la aplicación de un algoritmo de ordenamiento para una búsqueda sobre un arreglo de longitud menor resulta conveniente omitir el ordenamiento y directamente realizar una búsqueda secuencial sobre los datos desordenados.