Memoria de eficiencia

Rubén Morales Pérez Francisco Javier Morales Piqueras
Bruno Santindrian Manzanedo Ignacio de Loyola Barragan Lozano
Francisco Leopoldo Gallego Salido

16 de marzo de 2016

Índice

1. Explicación del método utilizado

Para la obtención de los datos deseados hemos realizado un script de bash que genera las tablas de datos y las gráficas con su correspondiente ajuste.

```
#!/bin/bash

if [ $# -ne 1 ]
then
    echo "Uso: $0 <nombre>"
    exit 1
fi

# HEAPSORT
g++ -std=c++11 ../src/heapsort.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/heapsort.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Heapsort 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Heapsort/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Heapsort/heapsort00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Heapsort/Datos/heapsort00_$1.dat
echo "Heapsort completado"


# MERGESORT
g++ -std=c++11 ../src/mergesort.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/mergesort.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Mergesort 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Mergesort/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Mergesort/mergesort00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Mergesort/Datos/mergesort00_$1.dat
echo "Mergesort completado"


# INSERCION
g++ -std=c++11 ../src/insercion.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
```

```
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/insercion.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Insercion 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Insercion/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Insercion/insercion00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Insercion/Datos/insercion00_$1.dat
echo "Insercion completado"


# SELECCION
g++ -std=c++11 ../src/seleccion.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/insercion.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Seleccion 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Seleccion/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Seleccion/seleccion00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Seleccion/Datos/seleccion00_$1.dat
echo "Seleccion completado"


# QUICKSORT
g++ -std=c++11 ../src/quicksort.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/quicksort.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Quicksort 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Quicksort/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Quicksort/quicksort00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Quicksort/Datos/quicksort00_$1.dat
echo "Quicksort completado"


# BURBUJA
g++ -std=c++11 ../src/burbuja.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
```

```
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+100
done

gnuplot ./gnuplot/burbuja.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Burbuja 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Burbuja/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Burbuja/burbuja00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Burbuja/Datos/burbuja00_$1.dat
echo "Burbuja completado"


# FIBONACCI
g++ -std=c++11 ../src/fibonacci.cpp
nelementos=1
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 50 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+2
done

gnuplot ./gnuplot/fibonacci.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Fibonacci 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Fibonacci/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Fibonacci/fibonacci00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Fibonacci/Datos/fibonacci00_$1.dat
echo "Fibonacci completado"


# HANOI
g++ -std=c++11 ../src/hanoi.cpp
nelementos=3
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 30 ]; do
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+1
done

gnuplot ./gnuplot/hanoi.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Hanoi 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Hanoi/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Hanoi/hanoi00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Hanoi/Datos/hanoi00_$1.dat
echo "Hanoi completado"


# FLOYD
g++ -std=c++11 ../src/floyd.cpp
nelementos=200
echo "" > datos.dat
while [ $nelementos -lt 1000 ]; do
```

```
    ./a.out $nelementos >> datos.dat
    let nelementos=nelementos+10
done

gnuplot ./gnuplot/floyd.gp # Salida: "fichero.jpeg"

mkdir ../Graficas/Floyd 2> /dev/null
mkdir ../Graficas/Floyd/Datos 2> /dev/null
mv fichero.jpeg ../Graficas/Floyd/floyd00_$1.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Floyd/Datos/floyd00_$1.dat
echo "Floyd completado"

rm a.out
rm fit.log
```

Para la obtención de las gráficas de forma directa utilizamos script de gnuplot que tienen la forma siguiente, en este caso adjuntamos "burbuja.gp".

```
set terminal jpeg
set output "fichero.jpeg"

set title "Eficiencia burbuja"
set xlabel "Tamano del vector"
set ylabel "Tiempo (s)"
set fit quiet
f(x) = a*x*x+b*x+c
fit f(x) "datos.dat" via a, b, c
plot "datos.dat", f(x)
```

Los diferentes ajustes se han conseguido así:

```
f(x) = a*x*x*x+b*x*x+c*x+d
g(x) = a*x*x+b*x+c
h(x) = a*x*(log(x)/log(2))
i(x) = a*(((1+sqrt(5))/2)**x)
```

1.1. Comparativa entre diferentes ordenadores

Para conseguir las gráficas con todos los datos hemos usado otro script de bash.

```
\#!/bin/bash
for DIR in `ls Graficas/`; do
  if [ $DIR != Ajustes ] && [ -d Graficas/$DIR ]
    then
    archivo="temporal.gp"

    echo "set terminal jpeg" > \$archivo
    echo "set output \"fichero.jpeg\"" >> $archivo
    echo "set title \"Eficiencia $DIR\"" >> $archivo
    echo "set xlabel \"Tamano del vector\"" >> $archivo
    echo "set ylabel \"Tiempo (s)\"" >> $archivo
    echo "set fit quiet" >> $archivo
```

```
13      echo "unset key" >> $archivo
14
15      num=0
16      dir="Graficas/$DIR/Datos"
17
18      for FILE in `ls $dir`; do
19        if [ $DIR == Burbuja ] || [ $DIR == Insercion ] || [ $DIR == Seleccion
              ]
20          then
21          echo "f$num(x) = a*x*x+b*x+c" >> $archivo
22          echo "fit f$num(x) \"$dir/$FILE\" via a, b, c" >> $archivo
23        elif [ $DIR == Mergesort ] || [ $DIR == Quicksort ] || [ $DIR ==
             Heapsort ]
24          then
25          echo "f$num(x) = a*x*(log(x)/log(2))" >> $archivo
26          echo "fit f$num(x) \"$dir/$FILE\" via a" >> $archivo
27        elif [ $DIR == Fibonacci ]
28          then
29          echo "f$num(x) = a*(((1+sqrt(5))/2)**x)" >> $archivo
30          echo "fit f$num(x) \"$dir/$FILE\" via a" >> $archivo
31        elif [ $DIR == Floyd ]
32          then
33          echo "f$num(x) = a*x*x*x+b*x*x+c*x+d" >> $archivo
34          echo "fit f$num(x) \"$dir/$FILE\" via a, b, c, d" >> $archivo
35        elif [ $DIR == Hanoi ]
36          then
37          echo "f$num(x) = a*(2**x)" >> $archivo
38          echo "fit f$num(x) \"$dir/$FILE\" via a" >> $archivo
39        fi
40
41        let num=num+1
42      done
43
44      num=0
45      printf "plot" >> $archivo
46
47      for FILE in `ls $dir`; do
48        if [ $num == 0 ]
49          then
50          printf  " \"$dir/$FILE\", f$num(x)" >> $archivo
51        else printf ", \"$dir/$FILE\", f$num(x)" >> $archivo
52        fi
53
54        let num=num+1
55      done
56
57      gnuplot ./temporal.gp
58      mv fichero.jpeg ./Graficas/$DIR/total_$DIR.jpeg
59    fi
60  done
61
62  rm temporal.gp
63  rm fit.log
```

2. Cálculo de la eficiencia empírica

2.1. Tabla con los algorítmos cuadráticos

N	BURBUJA	INSERCIÓN	SELECCIÓN
200	0.000144071	4.7705e-05	8.5147e-05
300	0.000231713	0.000115954	0.000178518
400	0.000426816	0.000245951	0.000301316
500	0.000702491	0.000374198	0.000470279
600	0.00105612	0.000513312	0.000632222
700	0.00140341	0.000550801	0.000675113
800	0.00183138	0.000752914	0.000886985
900	0.00222473	0.000898051	0.0011041
1000	0.0027604	0.00111676	0.00134688
1100	0.00354976	0.00134434	0.00158277
1200	0.00406315	0.00160836	0.00190872
1300	0.00471413	0.00196183	0.00218885
1400	0.00569382	0.00219148	0.00250872
1500	0.00634717	0.00249123	0.00291645
1600	0.00741644	0.00289297	0.00336508
1700	0.00838426	0.00324374	0.00371176
1800	0.00925945	0.00356608	0.0041016
1900	0.0103737	0.00403539	0.00456578
2000	0.0113986	0.00429669	0.00522582
2100	0.0125963	0.00479624	0.00552838
2200	0.0137679	0.00529551	0.00619605
2300	0.0150761	0.00579104	0.00667429
2400	0.01632	0.00625809	0.00726558
2500	0.0178993	0.006999	0.00789763
2600	0.019347	0.00733744	0.00845852
2700	0.0215196	0.00795048	0.00918807
2800	0.0229786	0.00854829	0.00982301
2900	0.0241723	0.00942415	0.0105492
3000	0.0256532	0.0100209	0.011249
3100	0.0275161	0.010457	0.0120472
3200	0.0295651	0.011138	0.012849
3300	0.0311401	0.0117862	0.0135953
3400	0.0332632	0.0125172	0.0144005
3500	0.0352209	0.0132863	0.0151668
3600	0.0372677	0.0140734	0.0161134
3700	0.039705	0.0148475	0.0170161
3800	0.0417078	0.0156604	0.0179772
3900	0.0435252	0.0197043	0.0188737
4000	0.0458737	0.0181161	0.0199172
4100	0.0478526	0.0181901	0.0207891
4200	0.0507376	0.0190718	0.0218186

4300	0.053108	0.0202904	0.0229509
4400	0.0558002	0.0210508	0.0239336
4500	0.0582709	0.0217675	0.0251007
4600	0.0602694	0.0229438	0.0262614
4700	0.0642321	0.0237263	0.0279806
4800	0.0663165	0.0258871	0.0290361
4900	0.0686783	0.0262065	0.0296667
5000	0.0730717	0.0270327	0.0308016
5100	0.0753673	0.0279962	0.0325486
5200	0.0780246	0.0290147	0.0335079
5300	0.0812102	0.0303489	0.0349218
5400	0.0844811	0.0316631	0.0359627
5500	0.0875461	0.0326034	0.0371967
5600	0.0907043	0.0339502	0.0386688
5700	0.0936372	0.0349033	0.0413719
5800	0.0974524	0.036554	0.0413017
5900	0.101436	0.0373498	0.0427043
6000	0.105026	0.0390757	0.0442229
6100	0.108229	0.0399669	0.04555
6200	0.111798	0.0413162	0.0469907
6300	0.115903	0.0425839	0.0487687
6400	0.119014	0.0439065	0.0503498
6500	0.122901	0.0453498	0.0518471
6600	0.126966	0.0467314	0.0544042
6700	0.131135	0.0485703	0.0547511
6800	0.135234	0.0500184	0.0563988
6900	0.138634	0.0521562	0.0582125
7000	0.142301	0.0531162	0.0597989
7100	0.147276	0.054612	0.0615253
7200	0.152644	0.055705	0.0640121
7300	0.156869	0.058406	0.0654828
7400	0.16054	0.0587351	0.066994
7500	0.164664	0.0604273	0.0693313
7600	0.169748	0.060933	0.070662
7700	0.175759	0.0626671	0.0723676
7800	0.178235	0.0641131	0.0740058
7900	0.182312	0.0657378	0.0763002
8000	0.187312	0.067387	0.0779757
8100	0.194597	0.068966	0.0798569
8200	0.195945	0.0718069	0.0819951
8300	0.199926	0.0721047	0.0841523
8400	0.206182	0.074008	0.0858795
8500	0.215875	0.0766523	0.088084
8600	0.21779	0.0784634	0.0907394
8700	0.223402	0.0801562	0.0922715

8800	0.227181	0.0847167	0.0953117
8900	0.231457	0.0836375	0.0965082
9000	0.239053	0.0844739	0.0987032
9100	0.246142	0.0863213	0.100973
9200	0.249883	0.0894488	0.102804
9300	0.252749	0.0911851	0.105066
9400	0.257921	0.0923835	0.10754
9500	0.262532	0.0946217	0.10974
9600	0.267105	0.0967365	0.11298
9700	0.273158	0.0994994	0.115105
9800	0.278323	0.100605	0.116899
9900	0.287314	0.10429	0.119566

2.2. Tabla con los algorítmos cúbicos

N	FLOYD
200	0.0442583
210	0.0513714
220	0.0589416
230	0.0668977
240	0.0757302
250	0.0858017
260	0.0960106
270	0.107465
280	0.120661
290	0.134007
300	0.147061
310	0.1623
320	0.178652
330	0.194952
340	0.21375
350	0.233218
360	0.252005
370	0.274844
380	0.296044
390	0.321653
400	0.347014
410	0.371958
420	0.400566
430	0.429389
440	0.462065
450	0.493342
460	0.52677

470	0.560923
480	0.596832
490	0.635627
500	0.673687
510	0.714774
520	0.756145
530	0.802071
540	0.850585
550	0.895673
560	0.945186
570	0.995442
580	1.05703
590	1.10411
600	1.16072
610	1.21977
620	1.28168
630	1.34274
640	1.40762
650	1.47537
660	1.54909
670	1.6142
680	1.68924
690	1.76559
700	1.84151
710	1.92249
720	2.00591
730	2.09106
740	2.17425
750	2.26023
760	2.35298
770	2.46218
780	2.55762
790	2.63949
800	2.74764
810	2.84726
820	2.95339
830	3.06594
840	3.17409
850	3.29366
860	3.41697
870	3.52504
880	3.65636
890	3.77878
900	3.90445
910	4.03874

920	4.17203
930	4.31197
940	4.45734
950	4.5962
960	4.74674
970	4.89434
980	5.05084
990	5.19035

2.3. Tabla con los algorítmos nlog(n)

N	MERGESORT	QUICKSORT	HEAPSORT
200	2.811e-05	1.537e-05	2.38e-05
300	4.1671e-05	3.7579e-05	3.7697e-05
400	5.7326e-05	4.0751e-05	5.2458e-05
500	7.9457e-05	5.2075e-05	6.7097e-05
600	0.000108058	6.1546e-05	8.3409e-05
700	0.000133195	7.7527e-05	9.9289e-05
800	0.000125544	8.4808e-05	0.000122488
900	0.00014394	0.000112228	0.000116176
1000	0.000174416	0.000110707	0.000133301
1100	0.000177435	0.000122285	0.00014812
1200	0.000220265	0.000126147	0.000181299
1300	0.000319699	0.000151727	0.000197837
1400	0.000294186	0.0001636	0.000216136
1500	0.000353323	0.000175838	0.000249593
1600	0.000269544	0.000186107	0.000174903
1700	0.000298023	0.000182334	0.0002137
1800	0.000292966	0.000221077	0.00022832
1900	0.00032516	0.000242116	0.000264365
2000	0.000371499	0.000246042	0.000311637
2100	0.000395432	0.000208737	0.000340021
2200	0.000316749	0.000257851	0.000346472
2300	0.00036126	0.000285286	0.000364579
2400	0.000394021	0.000299793	0.000392345
2500	0.000512489	0.000289925	0.000357877
2600	0.00041303	0.000306014	0.000412794
2700	0.000468539	0.000340252	0.000451508
2800	0.000500365	0.00035774	0.000358923
2900	0.00048918	0.000345214	0.00039421
3000	0.000546319	0.000382134	0.000419731
3100	0.000575467	0.00036916	0.000424317
3200	0.000411982	0.000395165	0.000404963

3300	0.000485291	0.000423576	0.000423617
3400	0.000507359	0.000345333	0.000452982
3500	0.000573785	0.000354028	0.000474545
3600	0.000577014	0.000383184	0.000458839
3700	0.000578812	0.000424166	0.000499457
3800	0.000533333	0.000359253	0.000525961
3900	0.00058085	0.000368644	0.000491392
4000	0.000621876	0.000380553	0.000543985
4100	0.000601425	0.000391767	0.000576041
4200	0.000688336	0.000397663	0.000537713
4300	0.000645679	0.000415119	0.000587306
4400	0.000689639	0.000469366	0.00059509
4500	0.000667865	0.000432728	0.00060043
4600	0.000714004	0.000455969	0.000636158
4700	0.000769997	0.000471687	0.000607771
4800	0.000813992	0.000460221	0.000646919
4900	0.000793922	0.000468634	0.000632993
5000	0.000832036	0.000518983	0.000671492
5100	0.000839368	0.000518731	0.000697178
5200	0.000830896	0.000505479	0.000699402
5300	0.000885081	0.000528627	0.000675301
5400	0.000913885	0.000526553	0.000731172
5500	0.000896312	0.000544516	0.000780228
5600	0.00101095	0.000536096	0.000770657
5700	0.00104781	0.000577864	0.000775038
5800	0.00102008	0.000581848	0.000800087
5900	0.00110462	0.000567001	0.000811469
6000	0.00105225	0.00059598	0.000796512
6100	0.00108849	0.000601197	0.000843467
6200	0.00114631	0.000604676	0.000881287
6300	0.00118558	0.000647967	0.000840444
6400	0.000939235	0.000658389	0.000879529
6500	0.000986312	0.000693354	0.000875112
6600	0.000985385	0.000728551	0.000929513
6700	0.00103592	0.000674397	0.000975272
6800	0.00101022	0.000731193	0.000954155
6900	0.00102509	0.000704596	0.000963523
7000	0.00103072	0.000707151	0.000987945
7100	0.00109057	0.000729789	0.000958736
7200	0.00108929	0.000749555	0.00100933
7300	0.00112295	0.000778217	0.00103374
7400	0.00113418	0.000794572	0.00109315
7500	0.00116313	0.000789708	0.00107791
7600	0.0012076	0.000745235	0.00105527
7700	0.00120557	0.000813857	0.00108153

7800	0.00121141	0.000817267	0.0011014
7900	0.00124631	0.000831127	0.0011111
8000	0.00131289	0.000895214	0.00106701
8100	0.00128015	0.000844062	0.00108648
8200	0.00124485	0.00083903	0.00112579
8300	0.00133771	0.000897256	0.00116318
8400	0.00139952	0.000892044	0.00118876
8500	0.00140204	0.000928929	0.00117574
8600	0.0014206	0.000894646	0.00120477
8700	0.00136724	0.000923412	0.00125617
8800	0.00145759	0.000936178	0.00121159
8900	0.0015221	0.000942099	0.00126014
9000	0.00147866	0.00093302	0.00129923
9100	0.00159543	0.000980779	0.00130572
9200	0.00154112	0.00096401	0.00132553
9300	0.00154308	0.000964727	0.00131982
9400	0.0016254	0.0010088	0.00132537
9500	0.00156873	0.000991936	0.00133955
9600	0.00162067	0.000962664	0.00131106
9700	0.00162712	0.000988874	0.00141297
9800	0.00178961	0.00103607	0.00142979
9900	0.0017108	0.00106998	0.00142182

2.4. Tabla con el algorítmo de Fibonacci

N	FIBONACCI
1	8.8e-08
3	1.76e-07
5	2.9e-07
7	4.9e-07
9	7.94e-07
11	1.592e-06
13	2.992e-06
15	6.524e-06
17	1.5662e-05
19	3.9469e-05
21	0.000100982
23	0.000262939
25	0.000686166
27	0.00137345
29	0.00324972
31	0.00885084
33	0.0229989
35	0.0573728
37	0.149589
39	0.408668
41	1.08582
43	2.68405
45	7.15459
47	18.6515
49	48.1002

2.5. Tabla con el algorítmo de Hanoi

N	HANOI
3	2.91e-07
4	4.55e-07
5	7.52e-07
6	1.079e-06
7	1.639e-06
8	2.829e-06
9	4.861e-06
10	9.289e-06
11	1.7621e-05
12	3.4526e-05
13	6.8724e-05
14	0.000135768
15	0.000287435
16	0.000540004
17	0.000985492
18	0.00178751
19	0.00349378
20	0.00626361
21	0.012321
22	0.0246185
23	0.0492365
24	0.0981574
25	0.195977
26	0.391998
27	0.784468
28	1.56484
29	3.12918

2.6. Tabla con los algoritmos de ordenación

N	BURBUJA	INSERCIÓN	SELECCIÓN	MERGESORT	QUICKSORT	HEAPSORT
200	0.000144071	4.7705e-05	8.5147e-05	2.811e-05	1.537e-05	2.38e-05
300	0.000231713	0.000115954	0.000178518	4.1671e-05	3.7579e-05	3.7697e-05
400	0.000426816	0.000245951	0.000301316	5.7326e-05	4.0751e-05	5.2458e-05
500	0.000702491	0.000374198	0.000470279	7.9457e-05	5.2075e-05	6.7097e-05
600	0.00105612	0.000513312	0.000632222	0.000108058	6.1546e-05	8.3409e-05
700	0.00140341	0.000550801	0.000675113	0.000133195	7.7527e-05	9.9289e-05
800	0.00183138	0.000752914	0.000886985	0.000125544	8.4808e-05	0.000122488
900	0.00222473	0.000898051	0.0011041	0.00014394	0.000112228	0.000116176
1000	0.0027604	0.00111676	0.00134688	0.000174416	0.000110707	0.000133301
1100	0.00354976	0.00134434	0.00158277	0.000177435	0.000122285	0.00014812
1200	0.00406315	0.00160836	0.00190872	0.000220265	0.000126147	0.000181299
1300	0.00471413	0.00196183	0.00218885	0.000319699	0.000151727	0.000197837
1400	0.00569382	0.00219148	0.00250872	0.000294186	0.0001636	0.000216136

1500	0.00634717	0.00249123	0.00291645	0.000353323	0.000175838	0.000249593
1600	0.00741644	0.00289297	0.00336508	0.000269544	0.000186107	0.000174903
1700	0.00838426	0.00324374	0.00371176	0.000298023	0.000182334	0.0002137
1800	0.00925945	0.00356608	0.0041016	0.000292966	0.000221077	0.00022832
1900	0.0103737	0.00403539	0.00456578	0.00032516	0.000242116	0.000264365
2000	0.0113986	0.00429669	0.00522582	0.000371499	0.000246042	0.000311637
2100	0.0125963	0.00479624	0.00552838	0.000395432	0.000208737	0.000340021
2200	0.0137679	0.00529551	0.00619605	0.000316749	0.000257851	0.000346472
2300	0.0150761	0.00579104	0.00667429	0.00036126	0.000285286	0.000364579
2400	0.01632	0.00625809	0.00726558	0.000394021	0.000299793	0.000392345
2500	0.0178993	0.006999	0.00789763	0.000512489	0.000289925	0.000357877
2600	0.019347	0.00733744	0.00845852	0.00041303	0.000306014	0.000412794
2700	0.0215196	0.00795048	0.00918807	0.000468539	0.000340252	0.000451508
2800	0.0229786	0.00854829	0.00982301	0.000500365	0.00035774	0.000358923
2900	0.0241723	0.00942415	0.0105492	0.00048918	0.000345214	0.00039421
3000	0.0256532	0.0100209	0.011249	0.000546319	0.000382134	0.000419731
3100	0.0275161	0.010457	0.0120472	0.000575467	0.00036916	0.000424317
3200	0.0295651	0.011138	0.012849	0.000411982	0.000395165	0.000404963
3300	0.0311401	0.0117862	0.0135953	0.000485291	0.000423576	0.000423617
3400	0.0332632	0.0125172	0.0144005	0.000507359	0.000345333	0.000452982
3500	0.0352209	0.0132863	0.0151668	0.000573785	0.000354028	0.000474545
3600	0.0372677	0.0140734	0.0161134	0.000577014	0.000383184	0.000458839
3700	0.039705	0.0148475	0.0170161	0.000578812	0.000424166	0.000499457
3800	0.0417078	0.0156604	0.0179772	0.000533333	0.000359253	0.000525961
3900	0.0435252	0.0197043	0.0188737	0.00058085	0.000368644	0.000491392
4000	0.0458737	0.0181161	0.0199172	0.000621876	0.000380553	0.000543985
4100	0.0478526	0.0181901	0.0207891	0.000601425	0.000391767	0.000576041
4200	0.0507376	0.0190718	0.0218186	0.000688336	0.000397663	0.000537713
4300	0.053108	0.0202904	0.0229509	0.000645679	0.000415119	0.000587306
4400	0.0558002	0.0210508	0.0239336	0.000689639	0.000469366	0.00059509
4500	0.0582709	0.0217675	0.0251007	0.000667865	0.000432728	0.00060043
4600	0.0602694	0.0229438	0.0262614	0.000714004	0.000455969	0.000636158
4700	0.0642321	0.0237263	0.0279806	0.000769997	0.000471687	0.000607771
4800	0.0663165	0.0258871	0.0290361	0.000813992	0.000460221	0.000646919
4900	0.0686783	0.0262065	0.0296667	0.000793922	0.000468634	0.000632993
5000	0.0730717	0.0270327	0.0308016	0.000832036	0.000518983	0.000671492
5100	0.0753673	0.0279962	0.0325486	0.000839368	0.000518731	0.000697178
5200	0.0780246	0.0290147	0.0335079	0.000830896	0.000505479	0.000699402
5300	0.0812102	0.0303489	0.0349218	0.000885081	0.000528627	0.000675301
5400	0.0844811	0.0316631	0.0359627	0.000913885	0.000526553	0.000731172
5500	0.0875461	0.0326034	0.0371967	0.000896312	0.000544516	0.000780228
5600	0.0907043	0.0339502	0.0386688	0.00101095	0.000536096	0.000770657
5700	0.0936372	0.0349033	0.0413719	0.00104781	0.000577864	0.000775038
5800	0.0974524	0.036554	0.0413017	0.00102008	0.000581848	0.000800087
5900	0.101436	0.0373498	0.0427043	0.00110462	0.000567001	0.000811469

6000	0.105026	0.0390757	0.0442229	0.00105225	0.00059598	0.000796512
6100	0.108229	0.0399669	0.04555	0.00108849	0.000601197	0.000843467
6200	0.111798	0.0413162	0.0469907	0.00114631	0.000604676	0.000881287
6300	0.115903	0.0425839	0.0487687	0.00118558	0.000647967	0.000840444
6400	0.119014	0.0439065	0.0503498	0.000939235	0.000658389	0.000879529
6500	0.122901	0.0453498	0.0518471	0.000986312	0.000693354	0.000875112
6600	0.126966	0.0467314	0.0544042	0.000985385	0.000728551	0.000929513
6700	0.131135	0.0485703	0.0547511	0.00103592	0.000674397	0.000975272
6800	0.135234	0.0500184	0.0563988	0.00101022	0.000731193	0.000954155
6900	0.138634	0.0521562	0.0582125	0.00102509	0.000704596	0.000963523
7000	0.142301	0.0531162	0.0597989	0.00103072	0.000707151	0.000987945
7100	0.147276	0.054612	0.0615253	0.00109057	0.000729789	0.000958736
7200	0.152644	0.055705	0.0640121	0.00108929	0.000749555	0.00100933
7300	0.156869	0.058406	0.0654828	0.00112295	0.000778217	0.00103374
7400	0.16054	0.0587351	0.066994	0.00113418	0.000794572	0.00109315
7500	0.164664	0.0604273	0.0693313	0.00116313	0.000789708	0.00107791
7600	0.169748	0.060933	0.070662	0.0012076	0.000745235	0.00105527
7700	0.175759	0.0626671	0.0723676	0.00120557	0.000813857	0.00108153
7800	0.178235	0.0641131	0.0740058	0.00121141	0.000817267	0.0011014
7900	0.182312	0.0657378	0.0763002	0.00124631	0.000831127	0.0011111
8000	0.187312	0.067387	0.0779757	0.00131289	0.000895214	0.00106701
8100	0.194597	0.068966	0.0798569	0.00128015	0.000844062	0.00108648
8200	0.195945	0.0718069	0.0819951	0.00124485	0.00083903	0.00112579
8300	0.199926	0.0721047	0.0841523	0.00133771	0.000897256	0.00116318
8400	0.206182	0.074008	0.0858795	0.00139952	0.000892044	0.00118876
8500	0.215875	0.0766523	0.088084	0.00140204	0.000928929	0.00117574
8600	0.21779	0.0784634	0.0907394	0.0014206	0.000894646	0.00120477
8700	0.223402	0.0801562	0.0922715	0.00136724	0.000923412	0.00125617
8800	0.227181	0.0847167	0.0953117	0.00145759	0.000936178	0.00121159
8900	0.231457	0.0836375	0.0965082	0.0015221	0.000942099	0.00126014
9000	0.239053	0.0844739	0.0987032	0.00147866	0.00093302	0.00129923
9100	0.246142	0.0863213	0.100973	0.00159543	0.000980779	0.00130572
9200	0.249883	0.0894488	0.102804	0.00154112	0.00096401	0.00132553
9300	0.252749	0.0911851	0.105066	0.00154308	0.000964727	0.00131982
9400	0.257921	0.0923835	0.10754	0.0016254	0.0010088	0.00132537
9500	0.262532	0.0946217	0.10974	0.00156873	0.000991936	0.00133955
9600	0.267105	0.0967365	0.11298	0.00162067	0.000962664	0.00131106
9700	0.273158	0.0994994	0.115105	0.00162712	0.000988874	0.00141297
9800	0.278323	0.100605	0.116899	0.00178961	0.00103607	0.00142979
9900	0.287314	0.10429	0.119566	0.0017108	0.00106998	0.00142182

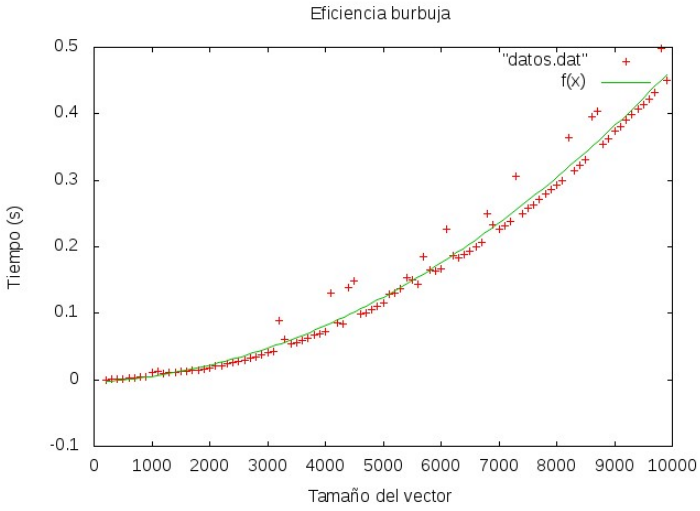
3. Gráficas

3.1. Ordenaciíon

En este apartado compararemos 6 algoritmos diferentes de ordenación dentro de un vector. Cada algoritmo lleva su ajuste correspondiente.

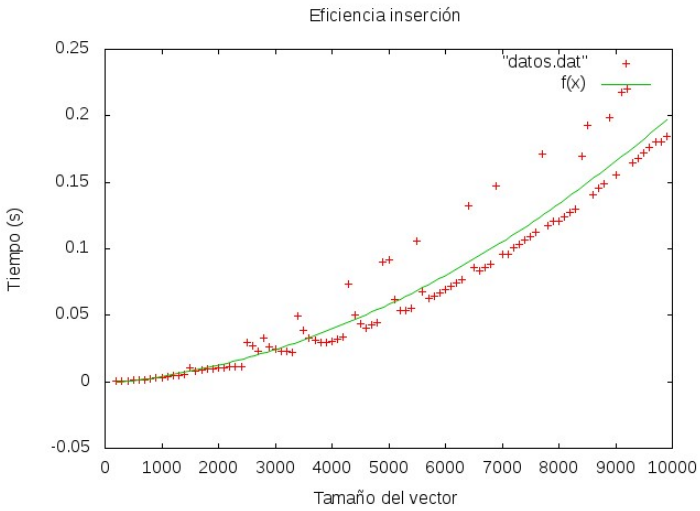
3.1.1. Burbuja

$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \implies \begin{cases} a = 4{,}31433 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}378 \cdot 10^{-10} (5{,}511\,\%) \\ b = 3{,}94506 \cdot 10^{-6} \pm 2{,}476 \cdot 10^{-6} (62{,}75\,\%) \\ c = -0{,}00311235 \pm 0{,}005425 (174{,}3\,\%) \end{cases}$$



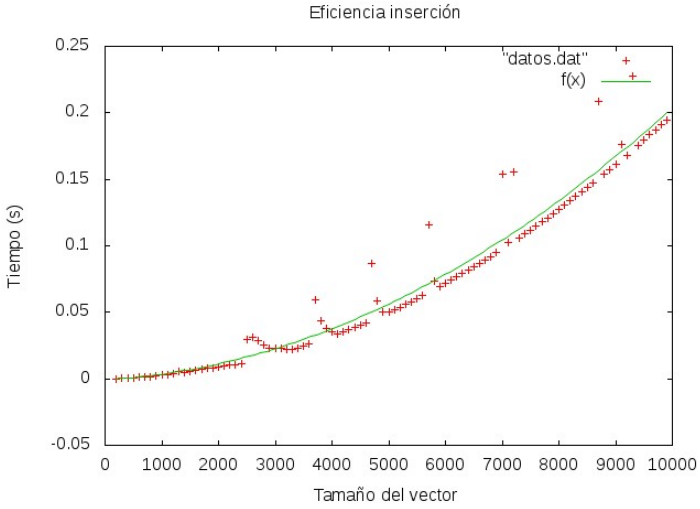
3.1.2. Inserción

$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \implies \begin{cases} a = 2{,}36229 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}503 \cdot 10^{-10} (10{,}6\,\%) \\ b = -2{,}27723 \cdot 10^{-6} \pm 2{,}606 \cdot 10^{-6} (114{,}5\,\%) \\ c = 0{,}00096037 \pm 0{,}005712 (594{,}8\,\%) \end{cases}$$



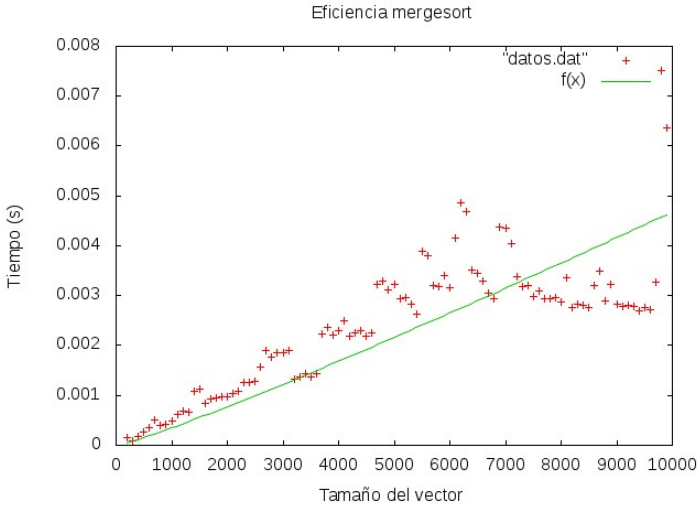
3.1.3. Selección

$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \implies a = 2{,}36327 \cdot 10^{-9} \pm 3{,}232 \cdot 10^{-11} (1{,}368\,\%)$



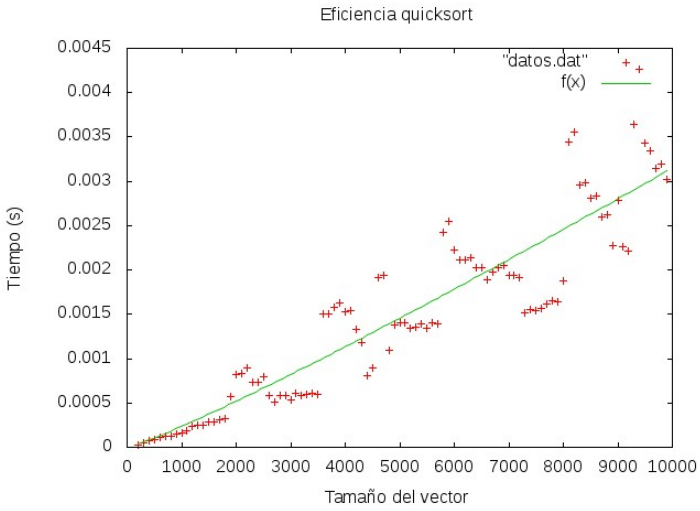
3.1.4. Mergesort

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x) \implies a = 3{,}5231 \cdot 10^{-8} \pm 1{,}191 \cdot 10^{-9} (3{,}382\,\%)$



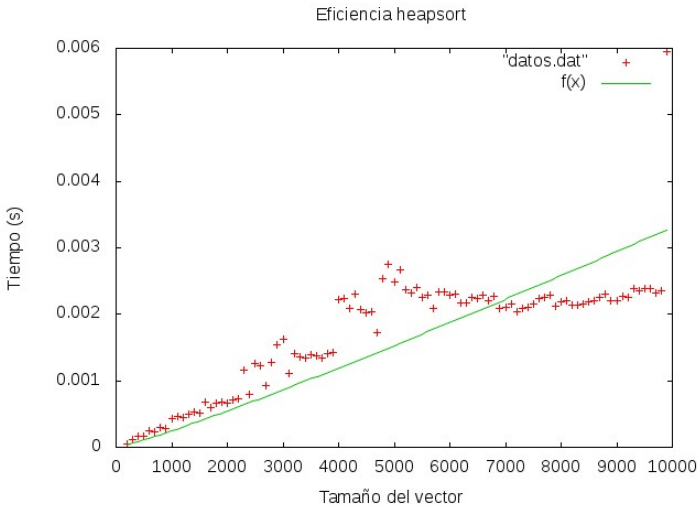
3.1.5. Quicksort

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x) \implies a = 2{,}3704 \cdot 10^{-8} \pm 5{,}497 \cdot 10^{-10} (2{,}319\,\%)$



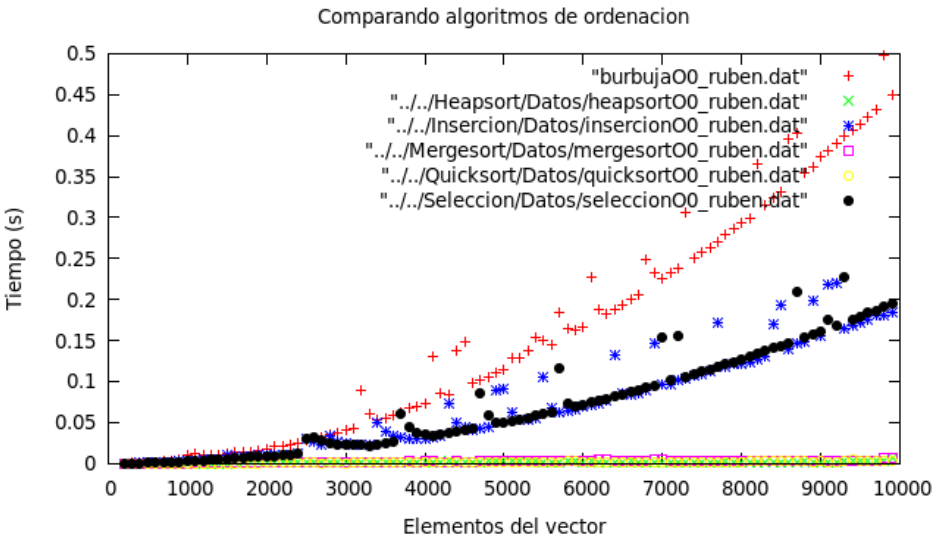
3.1.6. Heapsort

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x) \implies a = 2{,}49016 \cdot 10^{-8} \pm 7{,}983 \cdot 10^{-10} (3{,}206\,\%)$



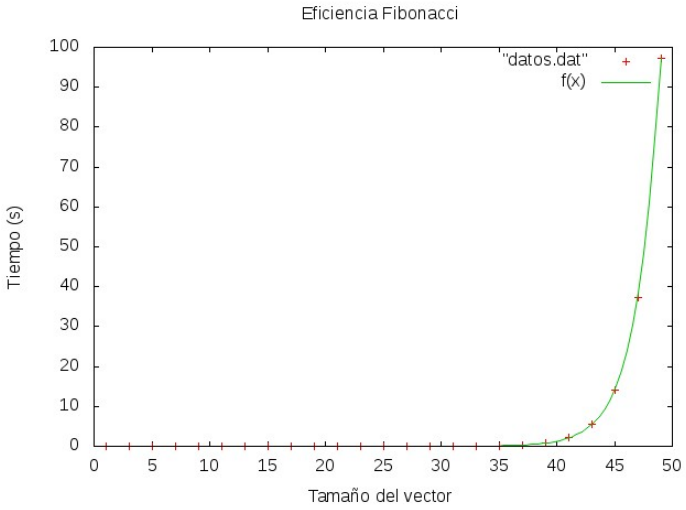
3.1.7. Comparativa algoritmos de ordenaciíon

En este apartado comprobamos empíricamente las diferencias de eficiencia entre diferentes algoritmos de ordenación de un vector. Se observa una diferencia notable entre los algoritmos $O(nlog_2(n))$ y los $O(n^2)$, casi no se aprecian los primeros.
También nos percatamos de la diferencia dentro de los mismos algoritmos con eficiencia $O(n^2)$, debido a la constante multiplicativa que los acompaña, inserción y selección son parecidos y burbuja tarda bastante más que los anteriores.



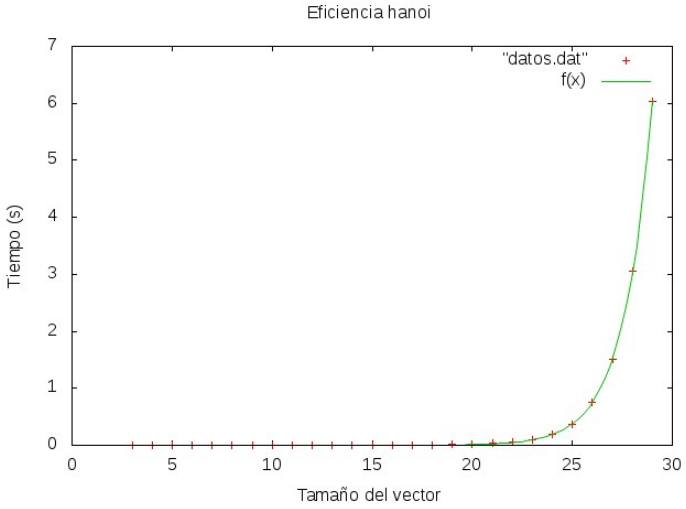
3.2. Fibonacci

$f(x) = a \cdot ((1+\sqrt{(}5))/2)^x \implies a = 5{,}59738 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}093 \cdot 10^{-12} (0{,}0374\,\%)$



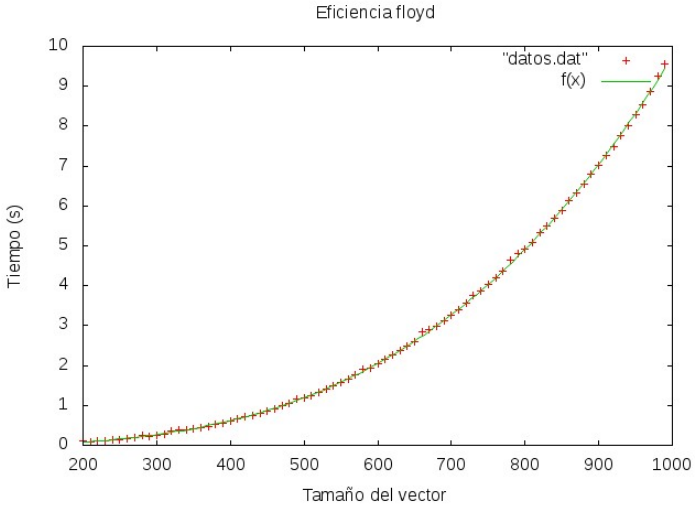
3.3. Hanoi

$f(x) = a \cdot (2^x) \implies a = 1{,}12636 \cdot 10^{-8} \pm 1{,}391 \cdot 10^{-11} (0{,}1235\,\%)$



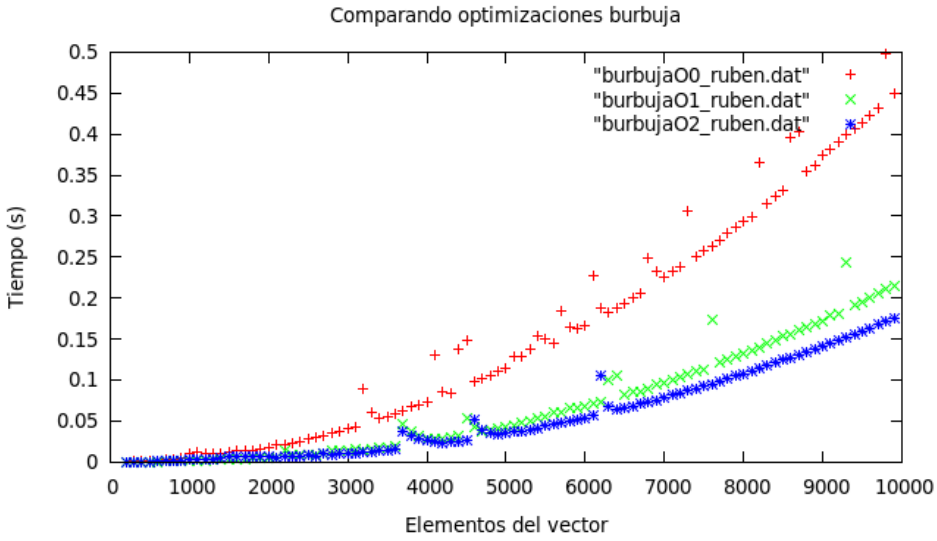
3.4. Floyd

$$f(x) = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d \implies \begin{cases} a = 1{,}11725 \cdot 10^{-8} \pm 3{,}725 \cdot 10^{-10} (3{,}334\,\%) \\ b = -2{,}27723 \cdot 10^{-6} \pm 6{,}692 \cdot 10^{-7} (29{,}39\,\%) \\ c = 0{,}00096037 \pm 0{,}0003713 (38{,}66\,\%) \\ d = -0{,}115743 \pm 0{,}06234 (53{,}86\,\%) \end{cases}$$

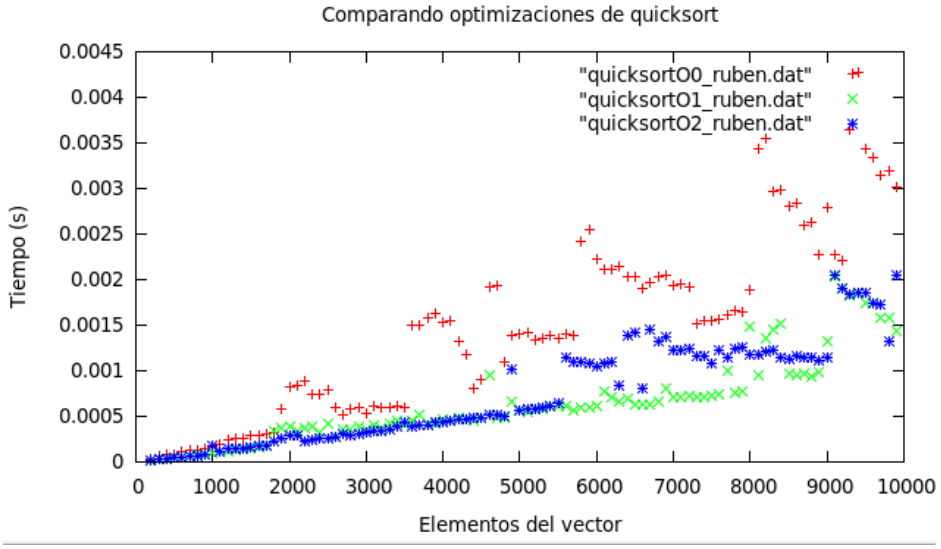


3.5. Optimización de algunos algoritmos

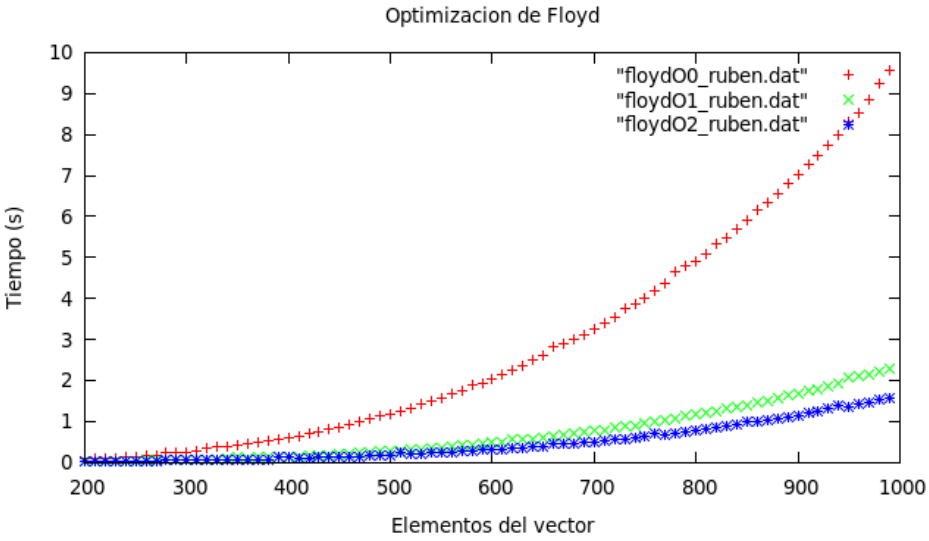
Como podemos comprobar, por mucho que optimicemos el algoritmo de burbuja no llega a igualarse al mejor algoritmo de ordenación (en término medio), quicksort. La optimización más agresiva sin riesgo de pérdida de información es -O2 y llega a ser 10 veces más lento que quicksort sin optimización (con 10.000 elementos).
Esto es una prueba gráfica de que hay que tener en cuenta la eficiencia de los algoritmos, ya que la mejora hardware no es suficiente en caso de que tengamos restricciones de tiempo.



Una observación curiosa es que el algoritmo Quicksort realmente es un algoritmo con eficiencia en el caso peor de $O(n^2)$, ya que si le pasamos un vector que está ordenado es cuadrático. Por otro lado Heapsort es un $O(nlog_2(n))$ puro, pero en término medio es peor que Quicksort, ya que los datos que se suelen pasar a estos algoritmos no están ordenados.

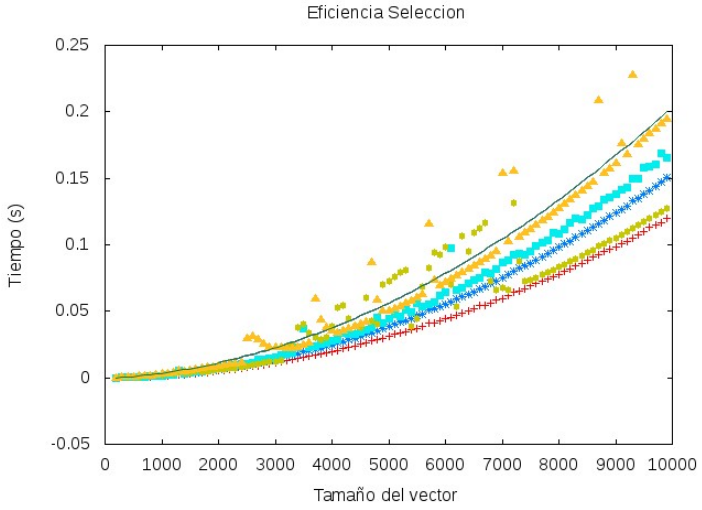


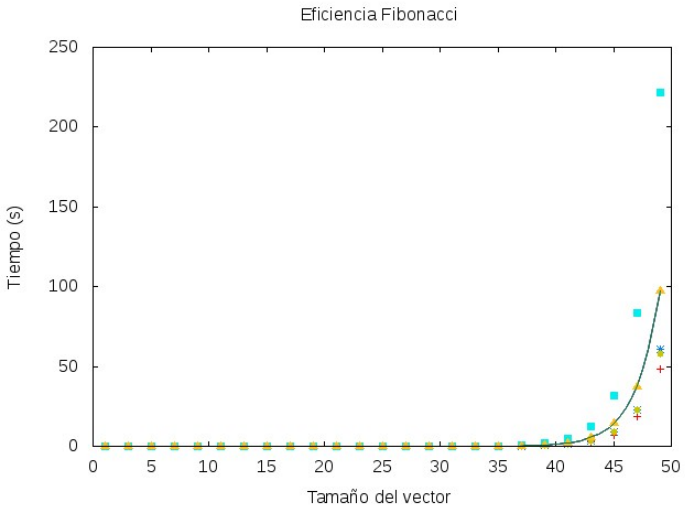
Después de comparar dichos algoritmos de ordenación optimizaremos el algoritmo floyd, tipo de algoritmo con programación dinámica para encontrar el camino mínimo en grafos ponderados.

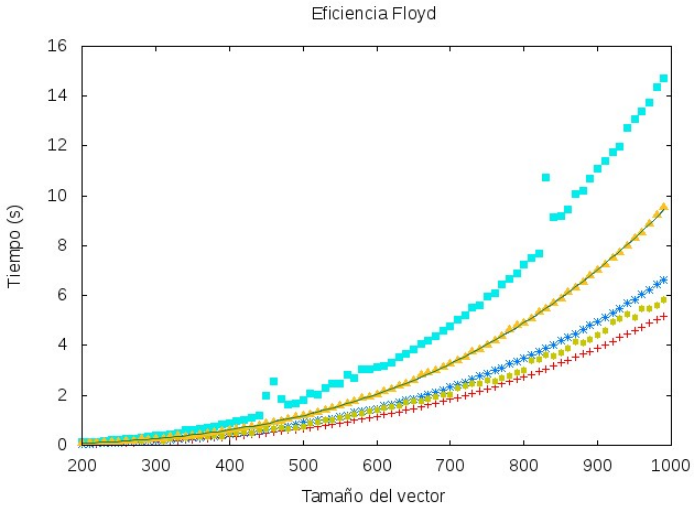


3.6. Diferentes ordenadores

Si ejecutamos el mismo programa en diferentes ordenadores este será el resultado.







4. Ordenador usado para la ejecución

HP Pavilion g series (Pavilion g6)
Sistema operativo: ubuntu 14.04 LTS
Memoria: 3.8 GiB (4Gb)
Procesador: Inter Core i3-2330M CPU @ 2.20GHz x 4
Gráficos: Intel Sandybridge Mobile
Tipo de SO: 64 bits
Disco: 487.9 GB

5. Bibliografia

http://www.rinconmatematico.com/instructivolatex/formulas.htm
http://osl.ugr.es/CTAN/macros/latex/contrib/beamer/doc/beameruserguide.pdf
https://github.com/dgiim/beamer
http://www.tablesgenerator.com/
https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_Floyd-Warshall