

# APÉNDICE D

## MANUAL DEL USUARIO

En este manual se describe la forma como se pueden utilizar los programas que se crearon para resolver el problema de ruta corta estocástico multiobjetivo, cuyos códigos originales se encuentran en el C.D. anexo. Se crearon tres programas:

- Uno en C++ que se encarga de leer de un archivo los datos hasta obtener los conjuntos de los óptimos de Pareto (`paths3.cpp`).
- Otro en C++ que crea redes de cierto número de nodos para probar la aplicación (`redes3.cpp`).
- Una aplicación en Excel que llama a los dos anteriores para que sea más sencillo el uso, además de que es una herramienta para poder graficar y obtener algunos datos estadísticos (`presenta.xls`).

De los programas que más se va a hablar es del primero y del último, ya que son los más importantes dentro de este trabajo.

### D.1. Programa “`paths3.cpp`”

Este programa se encarga de leer los datos desde un archivo de texto previamente existente, a partir de los cuales se obtienen los óptimos de Pareto que son impresos en dos tipos de archivos: uno que puede ser abierto en Excel para poder graficar los frentes y otro en latex para poder utilizar los datos de los frentes en documentos.

Este programa puede correrse desde una ventana de comandos. La forma para correr el programa es la siguiente:

```
paths3 input output estocastico
```

donde “input” se refiere al nombre del archivo de entrada. “output” es el nombre del archivo en el cual se desea obtener los resultados. La opción “estocástico” da a escoger si se desea que se resuelva de forma determinística o estocástica el problema y tiene dos opciones, que son “true” si es estocástico o “false” en caso contrario.

Si se desea resolver en forma determinística el problema se debe escribir:

```
paths3 entrada resultados false
```

donde “entrada” es el nombre del archivo de texto que contiene los datos de la red; “resultados” es el nombre de los archivos de salida (uno para abrir en Excel y otro para latex).

#### **D.1.1. Objetivos**

El programa está hecho de tal forma que resuelve problemas de uno o más objetivos. Esta opción se puede cambiar en el código directamente, en la parte que dice como sigue:

```
#define Obj 2
```

La instrucción anterior indica que se tienen dos objetivos. Si se quisiera cambiar el número de objetivos, sólo se escribe el número correspondiente a ellos en el lugar del 2.

Como se trató de resolver problemas multiobjetivo, se eliminó la opción de un objetivo y se consideraron dos, ya que para la investigación y graficación en Excel es más comprensible, además de que es imposible graficar más de tres objetivos.

#### **D.1.2. Restricciones de las Redes**

Por el tipo de problema, el usuario se debe asegurar de no trabajar con redes cíclicas. Por otro lado en el programa se puso la restricción de no trabajar con redes mayores a 1000 nodos, instrucción que se representa de la siguiente manera:

```
#define MAX 1000
```

Sin embargo, si se quisiera cambiar y aumentar o disminuir dicho límite, basta con cambiar el número en la instrucción.

### D.1.3. Cambio en los Parámetros

Los parámetros de la forma como se correrá el programa están especificados en un archivo llamado “params.cnf”. En él se indica el número de generaciones que se desean realizar, el tamaño de la población, cuantas corridas del programa se desean, el porcentaje de mutación y el de recombinación, como se puede ver en el ejemplo siguiente:

```
1000 20 10  
0.3 0.5
```

Este archivo se puede abrir en un “Notepad” donde se pueden hacer las modificaciones que se deseen.

### D.1.4. Formato del Archivo de Entrada

Dentro del problema multiobjetivo de ruta corta estocástico, se tienen muchos datos de entrada, por lo que el programa que se desarrolló lee de un archivo toda la información necesaria para poder resolver el problema. La primera línea que lee es el nombre del archivo. En la siguiente línea se tiene la descripción del grafo que se va a trabajar, leyéndose el número de nodos ( $m$ ) que contiene la red y el número de arcos que unen los nodos ( $n$ ). A partir de la siguiente línea, se lee en cada línea la descripción de cada uno de los arcos que forman el grafo.

Cada arco tiene un nodo origen y un nodo final, que en el archivo están representados por números, es decir el nodo del que se desea partir es el número 1 y el último nodo, al

Tabla D.1: Claves de las distribuciones.

Clave	Distribución	Parámetros
a	Exponencial	$\lambda$
b	Gama	$n, \lambda$
c	Normal(0, 1)	
d	Normal	$\mu, \sigma^2$
e	Uniforme continua(0, 1)	
f	Uniforme continua	$a, b$
g	$\chi^2$	grados de libertad
h	Poisson	$\lambda$
i	Hipergeométrica	$M, K, n$
j	Geométrica	$p$
k	Binomial	$n, p$
l	Uniforme discreta	$n$
m	Bernoulli	$p$
n	Binomial Negativa	$r, p$

Tabla D.2: Representación del archivo de entrada

Nodos		Costo 1			.....	Costo $p$		
	Fijo		Estocástico		Fijo		Estocástico	
1	$i$	$cf_{1,1,i}$	clave	parámetros	.....	$cf_{p,1,i}$	clave	parámetros
	$i$	$cf_{1,i,j}$	clave	parámetros	.....	$cf_{p,i,j}$	clave	parámetros
	...				.....			
	$k$	$cf_{1,k,m}$	clave	parámetros	.....	$cf_{p,k,m}$	clave	parámetros

que se desea llegar, es el  $m$ -ésimo. Los datos que entran desde el archivo, son aquéllos que describen el arco, como ya se mencionó, los nodos que lo forman y los  $p$  costos, de la siguiente forma. El primer número es el nodo inicial  $i$ , el segundo es el nodo final  $j$ , luego el costo fijo del primer objetivo, una clave que tiene asignada cada distribución que debe estar seguida de los valores de sus parámetros según la tabla D.1; el costo fijo del segundo objetivo, una clave de la distribución y valores de los parámetros; el costo fijo ... y así hasta el  $p$ -ésimo objetivo.

La representación de la entrada de los arcos es como se muestra en la tabla D.2 donde  $cf_{ij}$  es el costo fijo de ir del nodo  $i$  al  $j$  y  $cv_{ij}$  es el costo variable de ir del nodo  $i$  al  $j$ . La siguiente es una muestra de las primeras líneas de un archivo de entrada que

describe una red de 50 nodos con 226 arcos y diversos costos variables asociados a ellos.

```
nombre.txt
```

```
50 226
```

```
1 2 5 L 65 5 M 0.792617
```

```
1 3 3 M 0.611674 5 M 0.505015
```

```
1 4 1 G 10 9 A 0.709064
```

```
1 5 8 I 96 68 13 7 G 10
```

```
1 6 7 I 28 25 18 4 A 1.59396
```

```
1 7 2 C 9 G 9
```

La definición de la red siempre debe ser de la forma anterior, incluyendo ambos tipos de costos. Cuando se resuelve el problema en forma determinística, el programa no toma en cuenta los costos variables, y únicamente calcula los totales con los costos fijos.

## D.2. Programa “redes3.cpp”

Este programa se encarga de crear un archivo de texto que contiene la información de una red creada aleatoriamente. Este se creó con el fin de poder probar el programa anterior y ver su funcionamiento en situaciones que se parecieran a las reales, en cuanto al número de nodos y arcos existentes.

Este programa puede correrse desde una ventana de comandos de la manera siguiente:

```
redes3 nodos > salida
```

donde “nodos” se refiere al número de nodos que se desea que tenga la red y “salida” al nombre del archivo de texto donde se escribirá la descripción de la red. Por ejemplo,

si se desea una red creada de forma aleatoria de 50 nodos, la instrucción que se tiene que utilizar es:

```
redes3 50 > salida
```

### D.2.1. Tipo y Tamaño de las Redes

Por el tipo de problema, el usuario se debe asegurar de no trabajar con redes cíclicas. Por otro lado en el programa se puso la restricción de no trabajar con redes mayores a 1000 nodos, instrucción que se representa de la siguiente manera:

```
#define MAX 1000
```

Sin embargo, si se quisiera cambiar y aumentar o disminuir dicho límite, basta con cambiar el número en la instrucción.

## D.3. Programa “presenta.xls”

Como se ha visto en la descripción anterior, para realizar pequeños cambios se tendría que buscar el lugar adecuado para hacerlos, lo que sería muy peligroso, ya que si una persona que no sabe programar modificara el código, se obtendrían muchos errores en vez de resultados. Es por esto que se decidió crear una aplicación en Excel que en conjunto con las anteriores se obtuvieran mejores resultados y con un riesgo mucho menor.

Al juntar los tres programas, como resultado final se obtiene una hoja en donde están escritos todos los conjuntos de óptimos de Pareto; en otra las rutas ordenadas por número de aparición en las corridas que se realizaron, con las medias y desviaciones estándar muestrales obtenidas; y las gráficas de los frentes de Pareto, tanto de forma individual, como una en la que se integran todos los frentes obtenidos de las corridas.

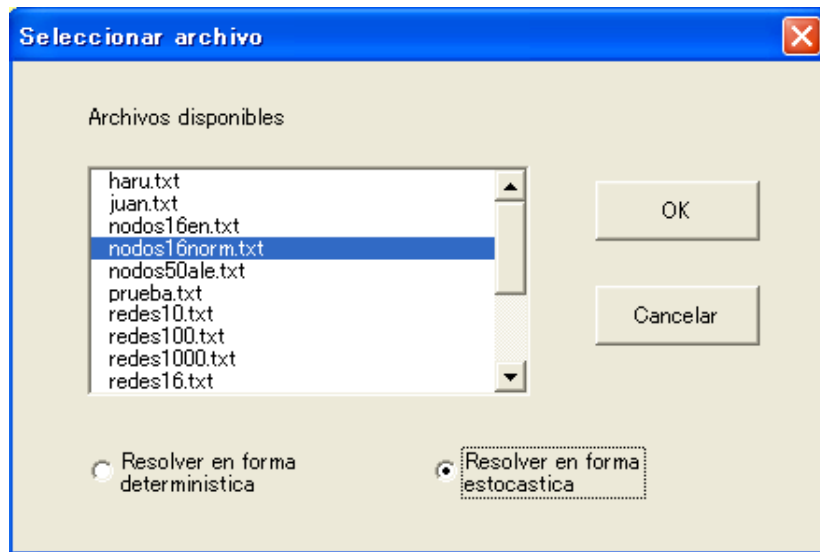


Figura D.1: Elección de archivo

La aplicación actual únicamente puede crear gráficas en dos dimensiones, pero el código en C++ puede ser fácilmente cambiado para trabajar con más de dos objetivos, sin embargo en Excel no se pueden graficar más de dos objetivos de forma clara, por lo que los ejemplos que se pueden resolver deben de ser de dos objetivos.

### D.3.1. Forma de Uso

Al abrir el archivo “presenta.xls”, se puede ver un botón que dice “Correr el programa”. Al oprimir dicho botón, aparece una ventana que pregunta si se desea resolver un problema que ya está en un archivo de texto o si se desea resolver uno nuevo. Si se escoge la primera opción aparece una ventana como la que se muestra en la figura D.1 donde se puede escoger el archivo que contiene la información de la red y si se desea resolver en forma estocástica o determinística.

Si se le da “OK”, sale una ventana como en la figura D.2 en la que se pueden cambiar algunos parámetros para correr el programa como son el número de generaciones, tamaño de la población, número de corridas, porcentajes de recombinación y mutación.

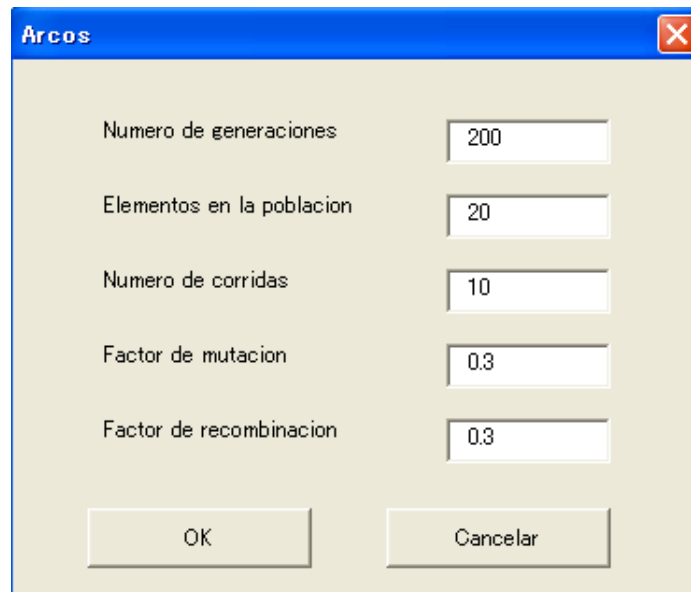


Figura D.2: Cambio de parámetros

Al apretar el botón de “OK”, se resuelve el problema escogido y se abre una hoja de resultados en la que se pueden ver los frentes de Pareto y las rutas que más aparecieron con sus respectivas medias y desviaciones estándar.

Si se opta por la opción de correr el programa con una red nueva, hay también dos opciones: una que crea una red aleatoria y de ella se obtienen los resultados después de escoger si se resolverá estocásticamente y los parámetros a utilizar; o de alguna que está escrita en la hoja llamada “Red” en Excel.

Es muy sencillo escribir los datos ya que están los títulos necesarios. Si falta ayuda para la parte de los costos variables, se creó un menú que estando en las casillas que se encuentran debajo de los títulos “Costo variable”, puede llenar las celdas correspondientes a dicho costo.

La hoja se ve como en la figura D.3. Si no se conociera la clave de la distribución que se desea utilizar, al apretar el menú llamado “Ayuda llenado”, aparece una ventana como la de la figura D.4 en la que se puede escoger la distribución y aparecen los



Nombre del archivo	Estocástico	TRUE	Parámetros				Parámetros	
Número de nodos	16		Arco inicial	Arco consecutivo	Costo fijo I	Costo Variable I	Costo fijo II	Costo Variable II
1	1	2	2 c				3 c	
2	1	3	3 c				3 c	
3	1	7	9 c				9 c	
4	2	5	3 c				2 c	
5	2	6	4 c				1 c	
6	3	4	4 c				2 c	
7	3	6	3 c				3 c	
8	4	7	4 c				2 c	
9	5	7	5 c				1 c	
10	5	8	4 c				2 c	
11	6	7	6 c				3 c	
12	6	8	3 c				3 c	
13	6	9	3 c				2 c	
14	7	10	2 c				3 c	
15	7	11	3 c				2 c	
16	8	11	3 c				2 c	
17	8	11	4 c				1 c	
18	9	12	3 c				2 c	
19	9	12	3 c				2 c	
20	10	13	2 c				1 c	
21	11	13	3 c				2 c	
22	11	14	2 c				3 c	
23	12	13	2 c				2 c	
24	12	14	3 c				2 c	

Figura D.3: Hoja con descripción de red

parámetros que son necesarios. Al dar “OK” automáticamente son llenadas las celdas del costo variable para ese arco, como se puede ver en la figura D.5.

En la misma hoja, se debe especificar si se resolverá el problema de forma determinística o estocástica, con las opciones “false” y “true” respectivamente. Al dar la opción de que lea la red desde Excel, el programa pedirá los parámetros tales como el número de generaciones, tamaño de la población, ..., con los que correrá para obtener los resultados.

Es necesario guardar la hoja de resultados como un archivo con extensión “.xls” para que no se pierdan las salidas ya obtenidas de alguna corrida; de lo contrario se perderá esa información.

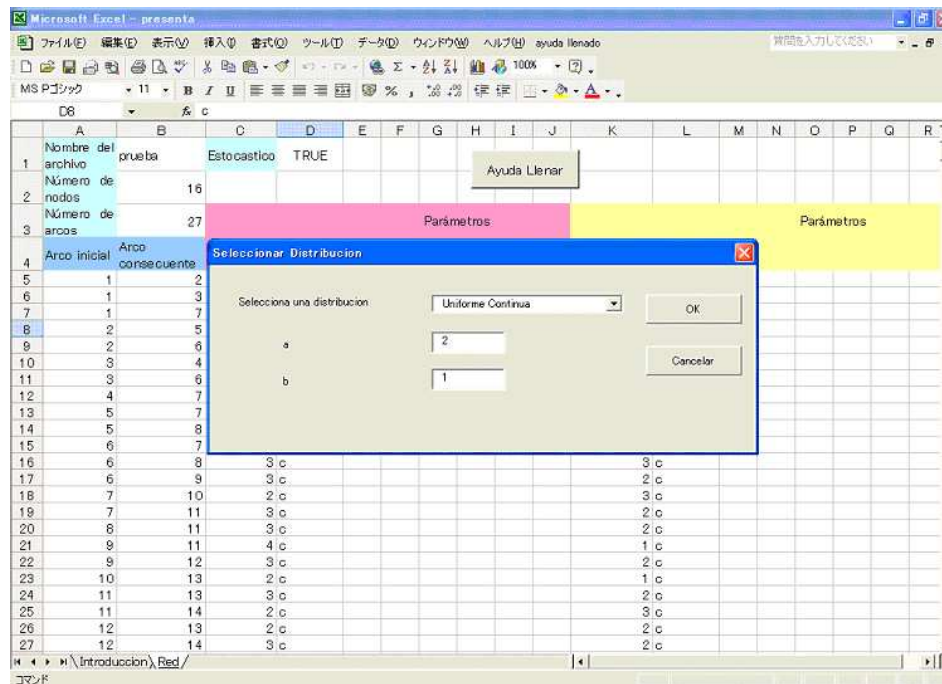


Figura D.4: Ayuda para llenado

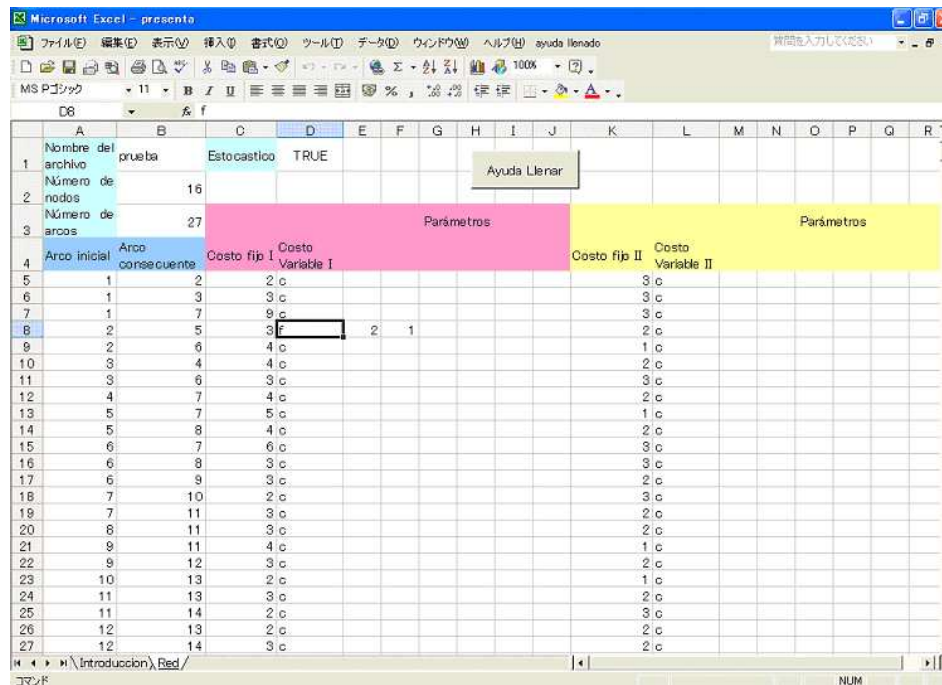


Figura D.5: Llenado automático