

CAPÍTULO 5

PRUEBAS DEL SISTEMA

1 INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo se va a realizar una comparativa entre los resultados obtenidos mediante reasignación centralizada pura de recursos sin desaparición de DMUs y los obtenidos mediante los distintos tipos de desaparición de unidades productivas. Para ello nos vamos a servir de los casos XY que tiene una entrada y una salida, XX1 que tiene dos entradas y una salida constante igual a 1, y GOLANY et al (1993) que es un ejemplo cogido de la bibliografía que consta de dos entradas y dos salidas. Los dos primeros casos se han elegido porque pueden representarse gráficamente, permitiéndonos sacar las conclusiones que se verán a lo largo del capítulo.

Solamente para el primer caso y en el apartado 2.1.1 se visualizará el programa creado paso a paso mostrando todas las pantallas que aparecen. En los apartados 2.1.2 y 2.1.3 se mostrará sólo la captura de pantalla en la que se elige la opción de desaparición que corresponda.

2 CASO XY.

Los datos de entrada son los que se reflejan en la siguiente tabla:

DMU	X	Y
A	3	3
B	4	8
C	5	5
D	5	10
E	6	8
F	7	11
G	8	9
TOTAL	38	54

Tabla 5: Datos de entrada caso XY

1.1. Orientación de entrada.

Al resolver el modelo VRS-Input Centralizado se ha obtenido la siguiente solución:

DMU	X	Y
A	3,6	6
B	4	8
C	4	8
D	4	8
E	4	8
F	4	8
G	4	8
TOTAL	27,6	54
θ^*	0,7263	

Tabla 5-1: Resultados VRS-Input Centralizado

Puede apreciarse una reducción de las entradas del 27,37%.

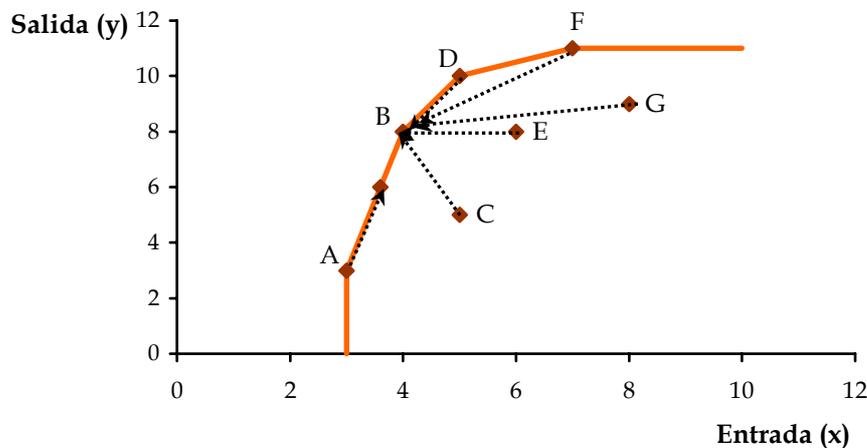


Figura 5.1: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY. del Modelo VRS-Input Centralizado

Las DMUs eficientes son A, B, D y F. Ninguna de estas unidades productivas podrá desaparecer en los modelos con opción de desaparición de unidades productivas con orientación de entrada de este caso antes que las ineficientes.

1.1.1. Modelo con desaparición de unidades productivas.

En este apartado se va a ir viendo paso a paso los procedimientos necesarios para ejecutar el modelo VRS-I puro Centralizado con posibilidad de desaparición de unidades productivas (desaparición general).

En primer lugar, aparece la siguiente ventana. Se pulsa el botón “Abrir Archivo” y se elige el archivo con los datos de entrada:

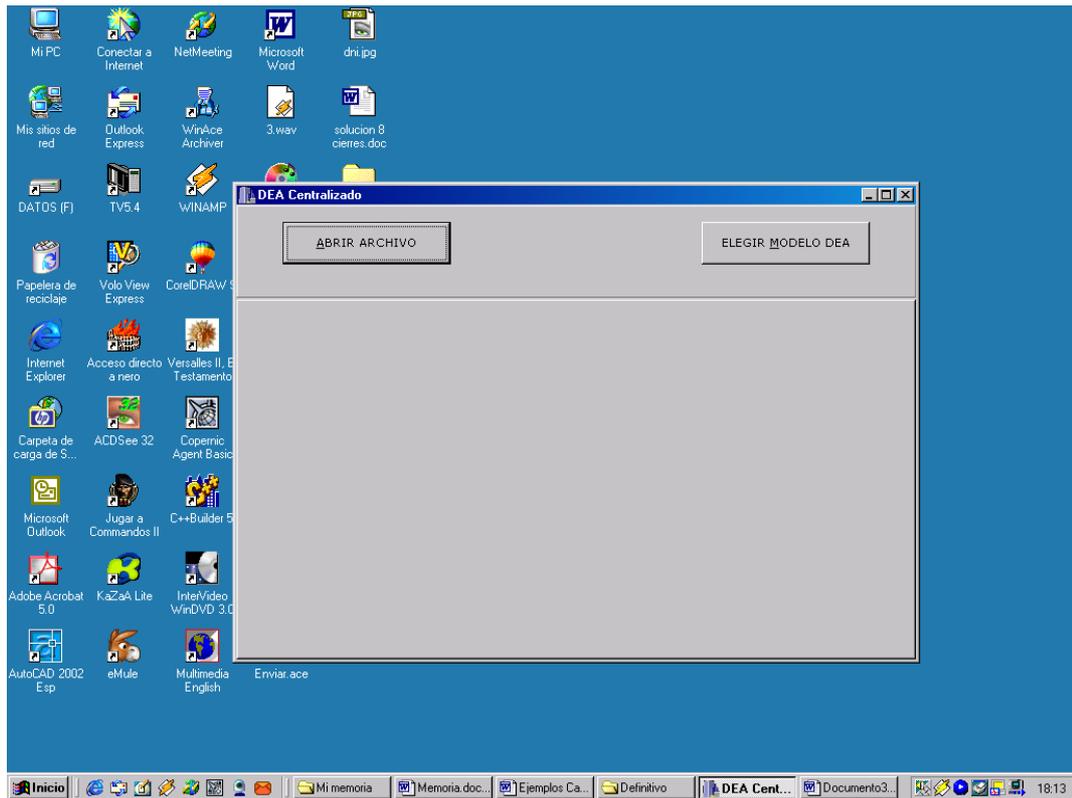


Figura 5.2. Primera ventana del programa

Una vez pulsado “Abrir Archivo” seleccionamos el archivo de entrada, el caso XY:

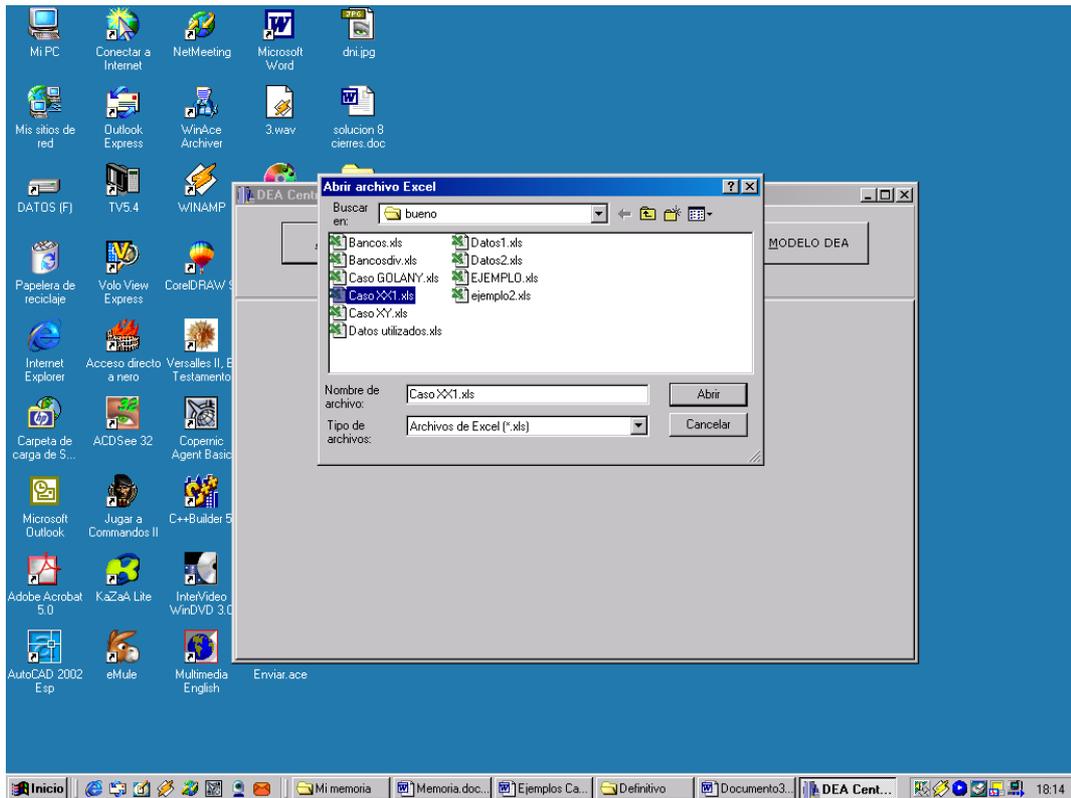


Figura 5.3. Elección del archivo

Se muestran los datos de entrada (ver tabla 5-1):

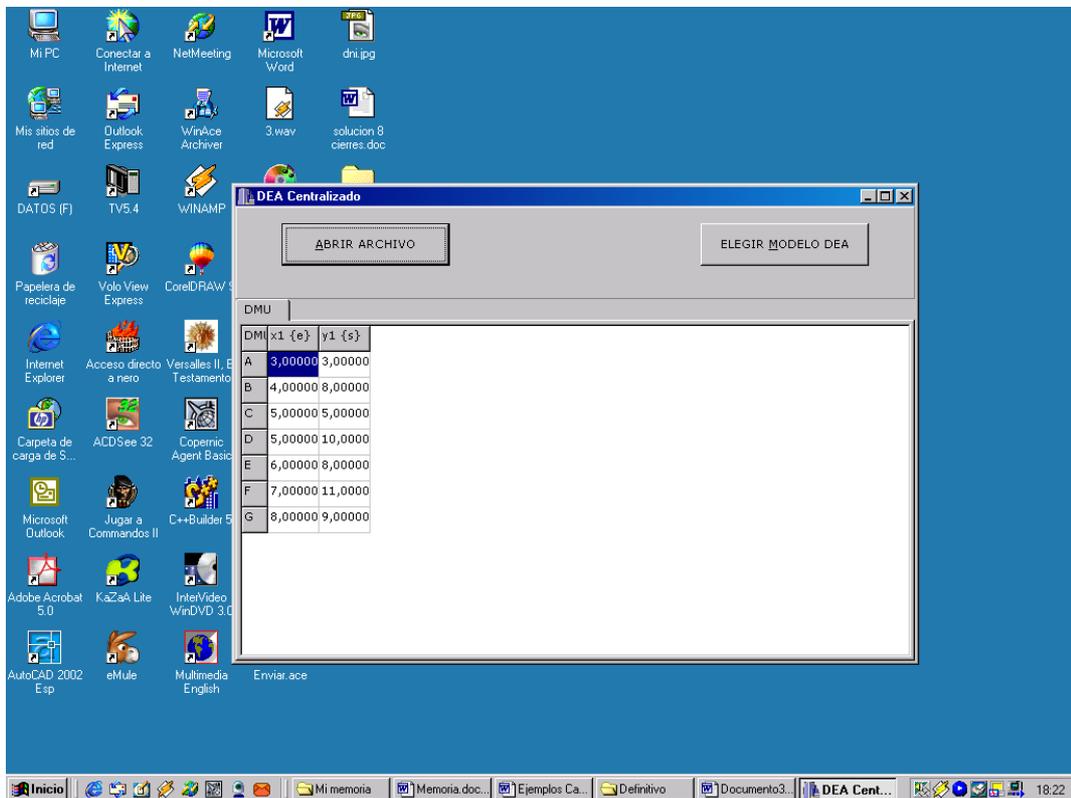


Figura 5.4. Visualización de los datos de entrada

A continuación se muestra el siguiente formulario:

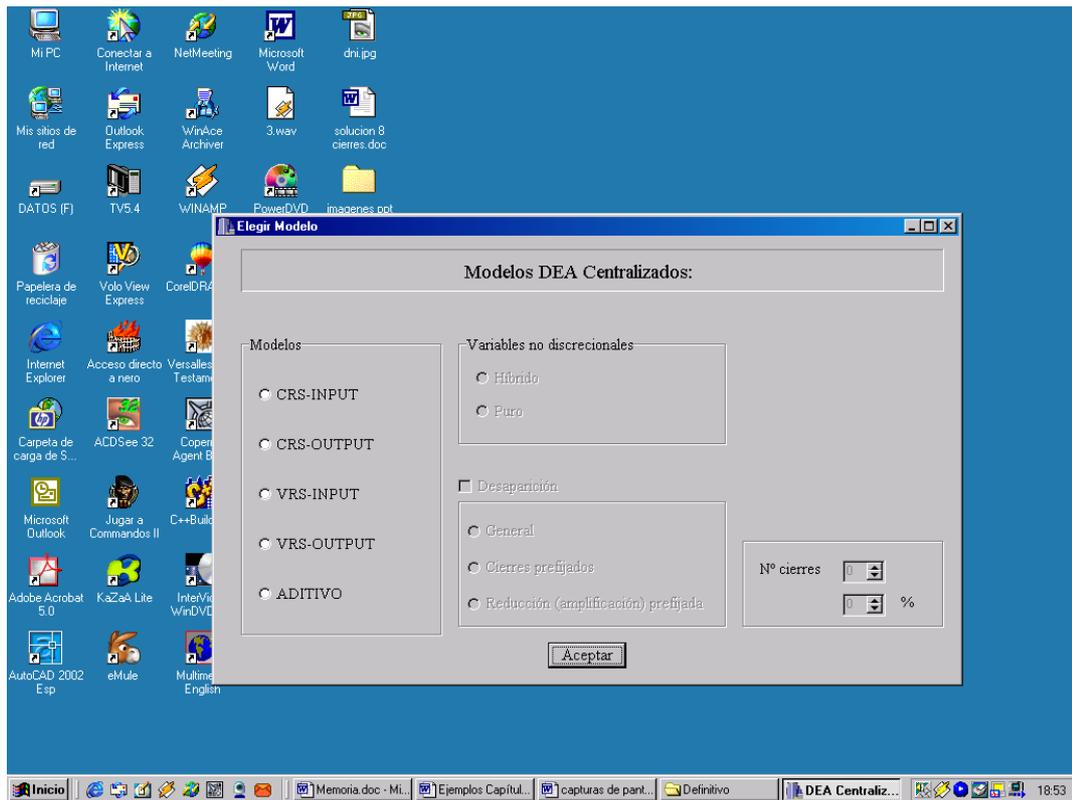


Figura 5.5. Formulario de elección del Modelo

Se eligen las opciones VRS-INPUT, Puro, Desaparición y General:

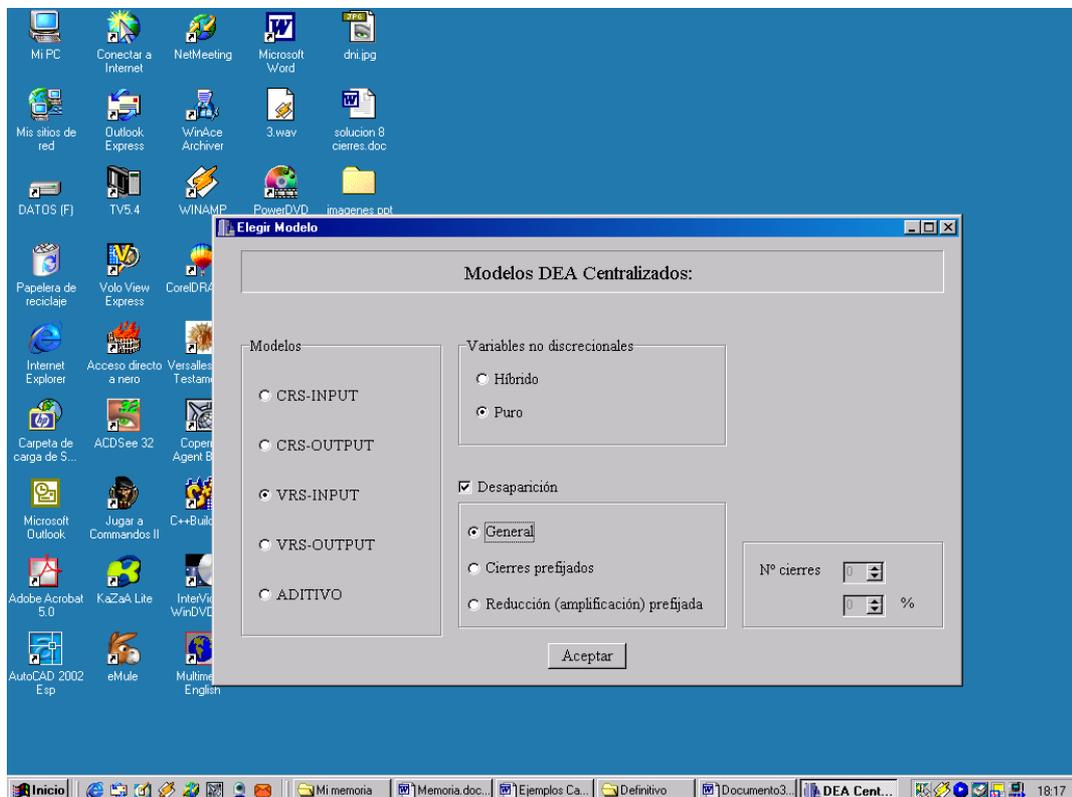


Figura 5.6 Elección del Modelo VRS Puro con Desaparición General

El programa llamando al XA muestra los resultados numéricos del modelo planteado:

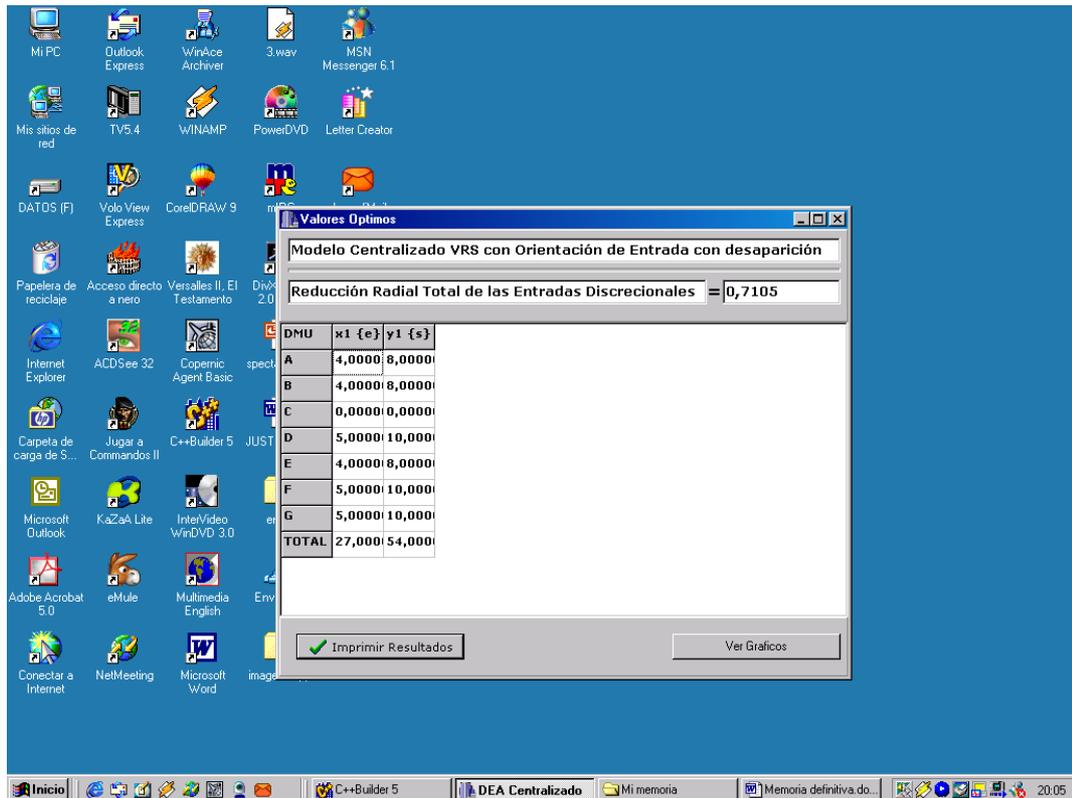


Figura 5.7. Resultados numéricos del Modelo VRS Puro con Desaparición General

Estos resultados se ven de forma más clara en la siguiente tabla:

DMU	X	Y
A	4	8
B	4	8
C	0	0
D	5	10
E	4	8
F	5	10
G	5	10
TOTAL	27	54
θ^*	0,7105	

Tabla 5-2: Resultados desaparición general

La reducción de entrada que proporciona este modelo es de 28,95 resultado coherente ya que dicha reducción debe ser \geq que 27,37 % (ver tabla 5-1).

Se puede ver que el modelo plantea la desaparición de la unidad no eficiente C y no ha desaparecido ninguna de las unidades eficientes A, B, D y F.

La matriz de Medidas de Proximidad generada en la tercera fase es la siguiente:

$$MP(j, \ell) = \begin{bmatrix} 0,55 & 0,55 & 0,437 & 0,437 & 0,437 & 0,55 \\ 0,2 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0,2 \\ 0,25 & 0,25 & 0,287 & 0,287 & 0,287 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0,2 & 0,2 & 0,2 & 0 \\ 0,183 & 0,183 & 0,167 & 0,167 & 0,167 & 0,183 \\ 0,188 & 0,188 & 0,351 & 0,351 & 0,351 & 0,188 \\ 0,237 & 0,237 & 0,305 & 0,305 & 0,305 & 0,237 \end{bmatrix}$$

Si se pulsa el botón “Gráfico” y elegimos una DMU como la A que no desaparece queda:

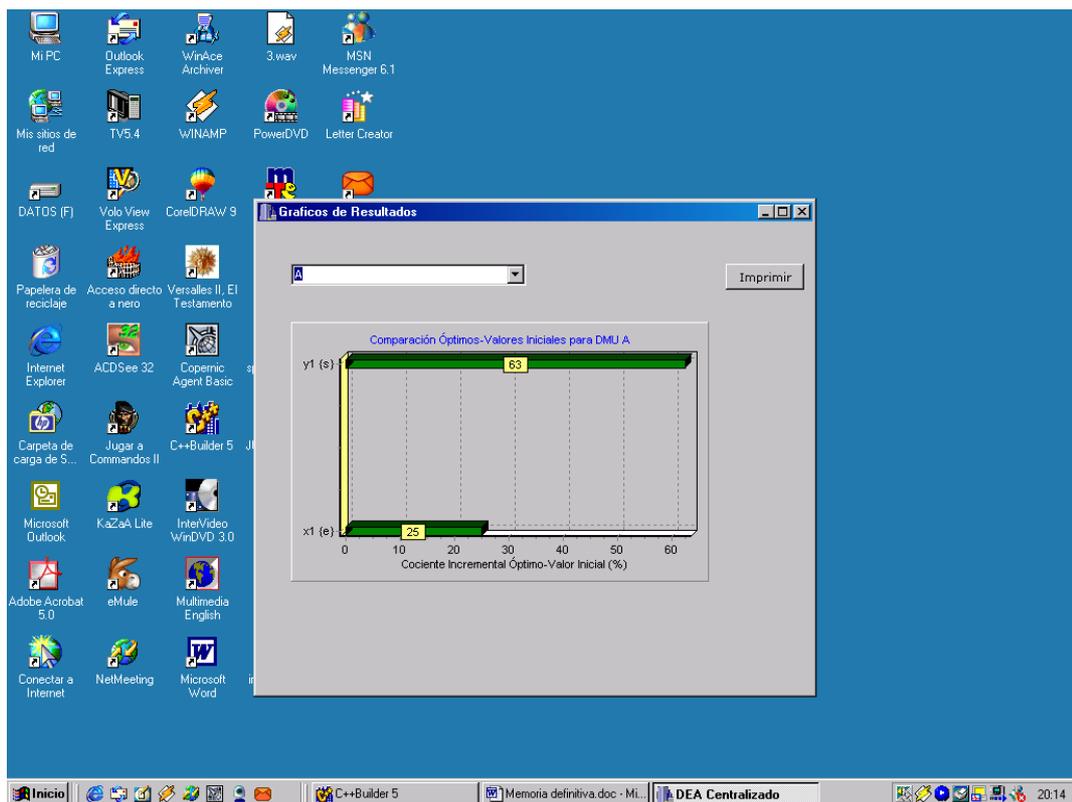


Figura 5.8. Ventana de resultados gráficos de la DMU_A del Modelo VRS Puro con Desaparición General

Mientras que si hubiésemos elegido la DMU C que desaparece, observamos una reducción del 100%:

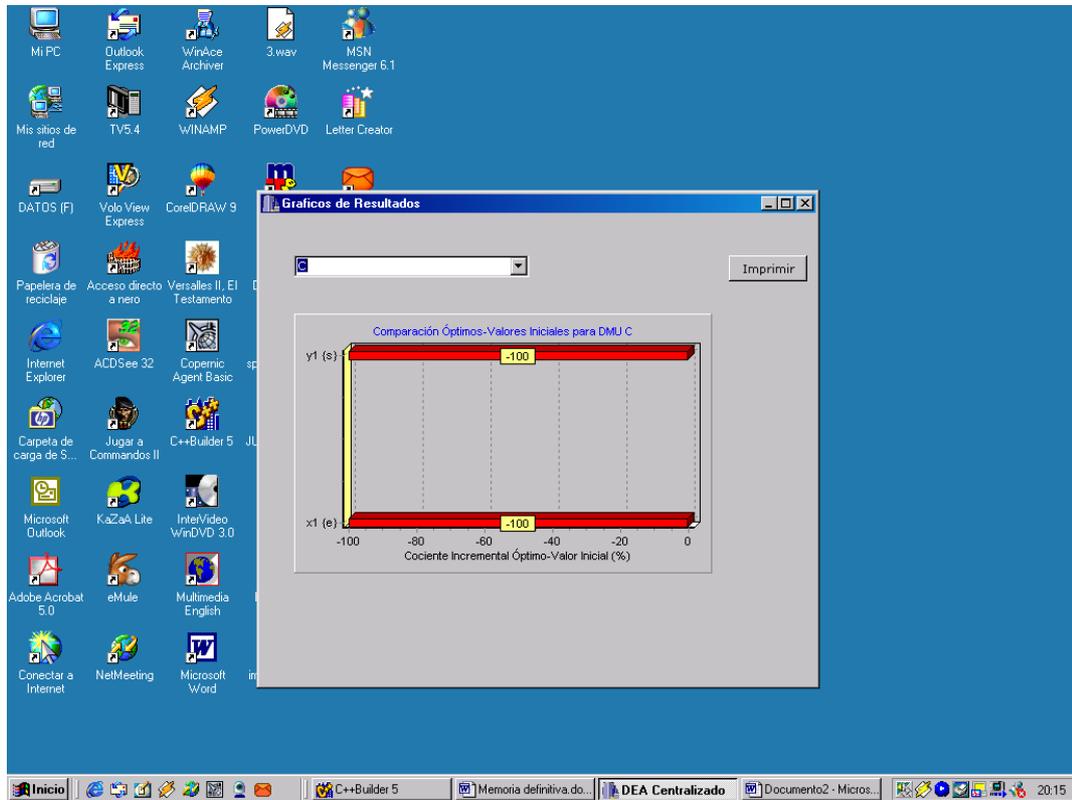


Figura 5.9. Ventana de resultados gráficos de la DMU_c del Modelo VRS Puro con Desaparición General

Al tener sólo una entrada y una salida podemos ilustrar estos resultados gráficamente:

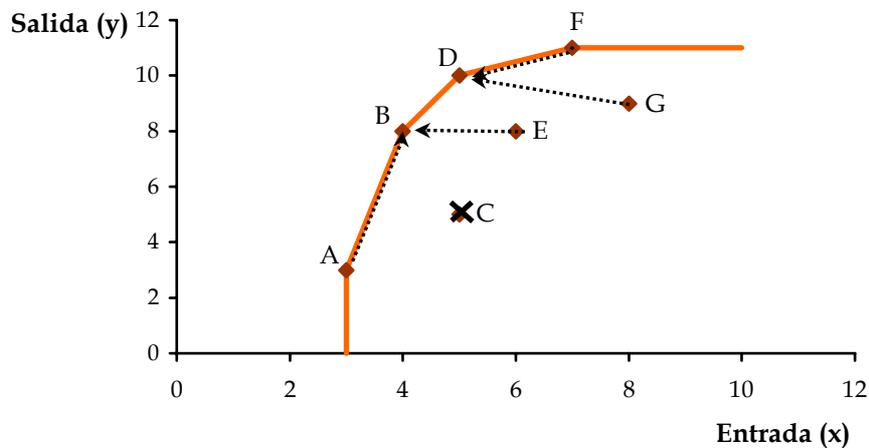


Figura 5.10: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY, del Modelo VRS Puro con Desaparición General

1.1.2. Modelo con cierres prefijados.

Como se observa en la captura de pantalla, la entidad superior se plantea el cierre de dos unidades productivas.

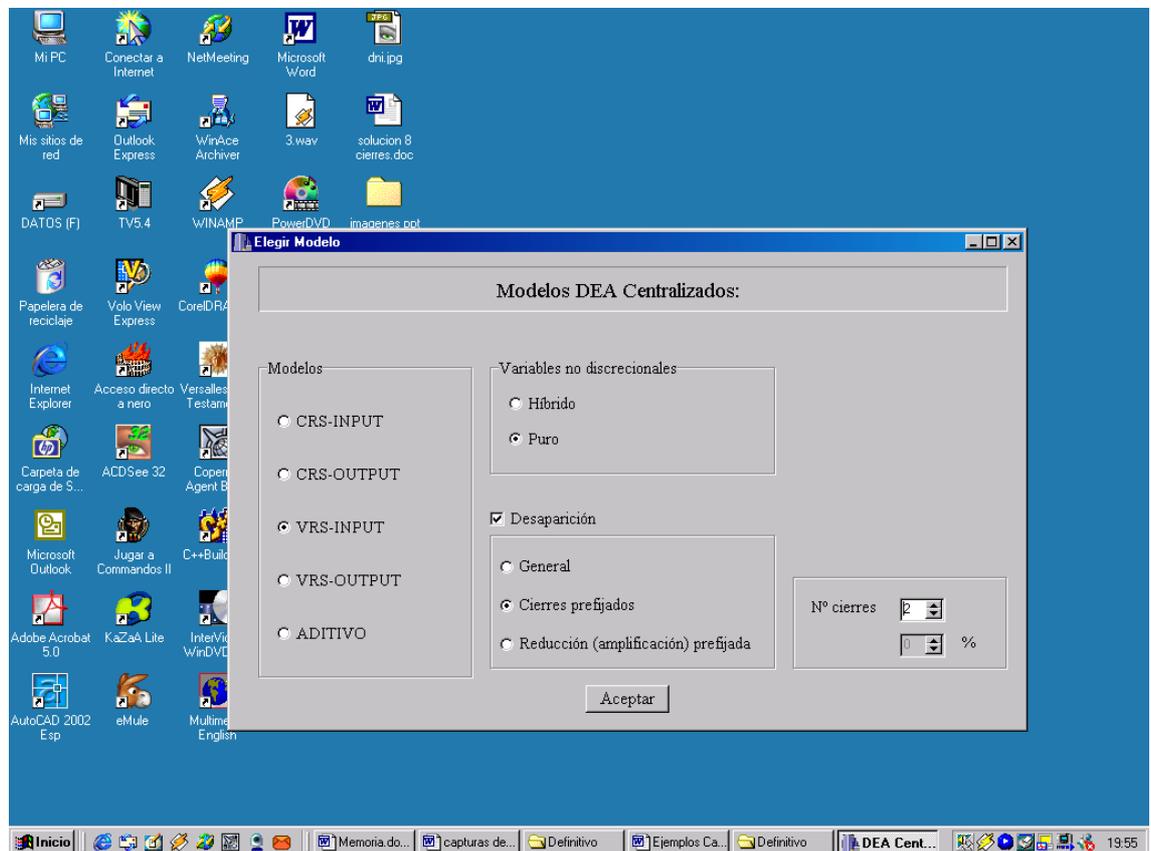


Figura 5.11. Elección del Modelo VRS-I Puro con 2 Cierres Prefijados

El número de cierres es introducido en un elemento SpinEdit programado de forma que sólo acepte caracteres numéricos. La forma de introducir dicho número es mediante el teclado o pulsando la flecha que partiendo de un valor inicial cero se incrementa de forma unitaria. El valor introducido debe ser inferior al número de DMUs del problema ya que en caso contrario nos aparecerá un mensaje de error y nos permitirá volver a introducir el número de cierres deseado.

El resultado obtenido en el problema que estamos tratando es:

DMU	X	Y
A	7	11
B	7	11
C	0	0
D	5	10
E	0	0
F	7	11
G	7	11
TOTAL	33	54
θ^*	0,8684	

Tabla 5-3: Resultados con dos cierres prefijados

Como puede observarse las unidades no eficientes a cerrar son la C y la E y la reducción de las entradas es de 13,16%. Es una reducción inferior a la que obtendríamos si no se hiciese desaparición (27,37 %) pero se posee una solución admisible. Al igual que en el apartado anterior no desaparece ninguna unidad eficiente.

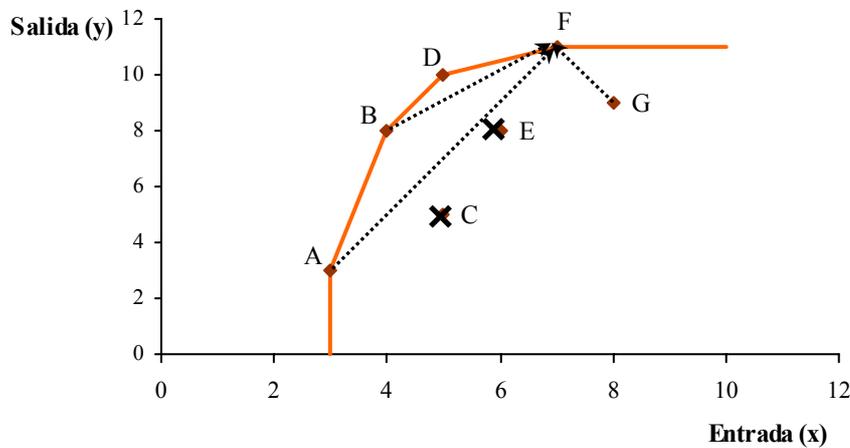


Figura 5.13: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY. del Modelo VRS-I Puro con 2 Cierres Prefijados

Se ha comprobado que en este caso, no es posible eliminar tres unidades productivas.

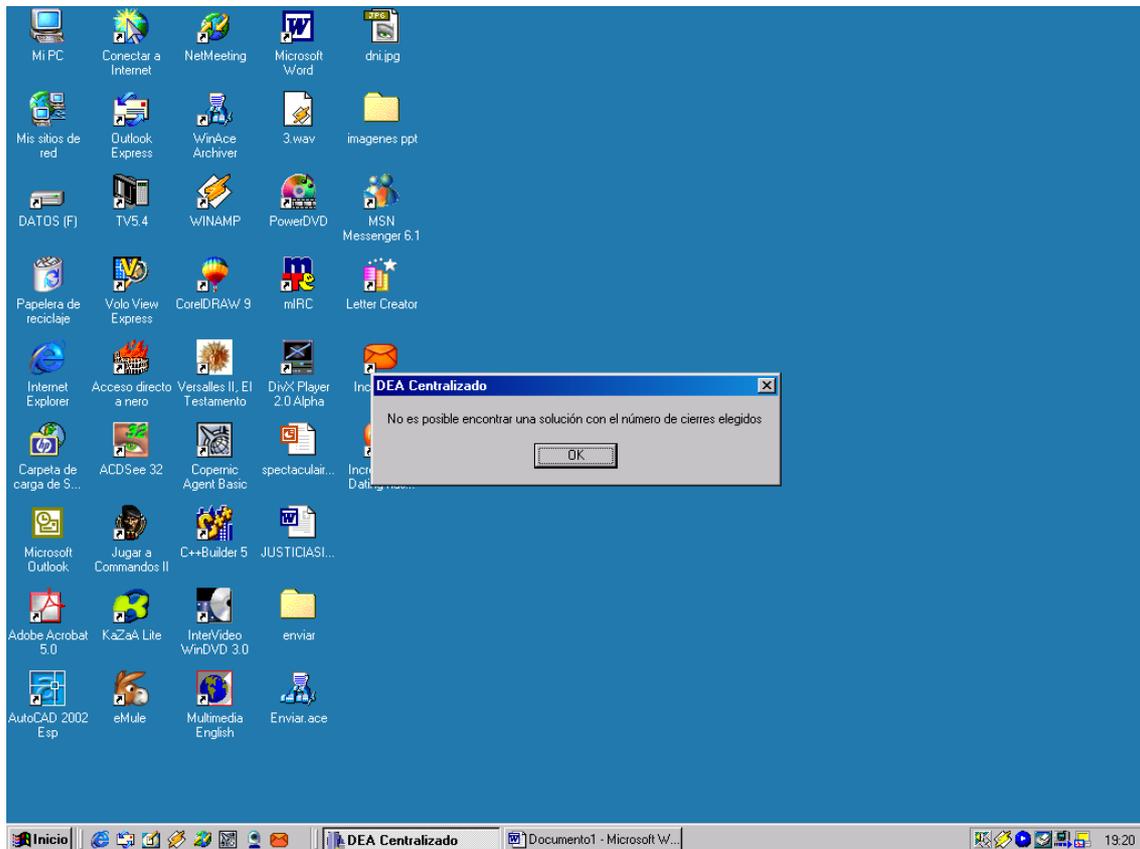


Figura 5.12.No es posible encontrar una Solución

1.1.3. Modelo con reducción radial del total de entradas prefijada.

Al plantearnos una reducción del total de entrada no menor del 25%:

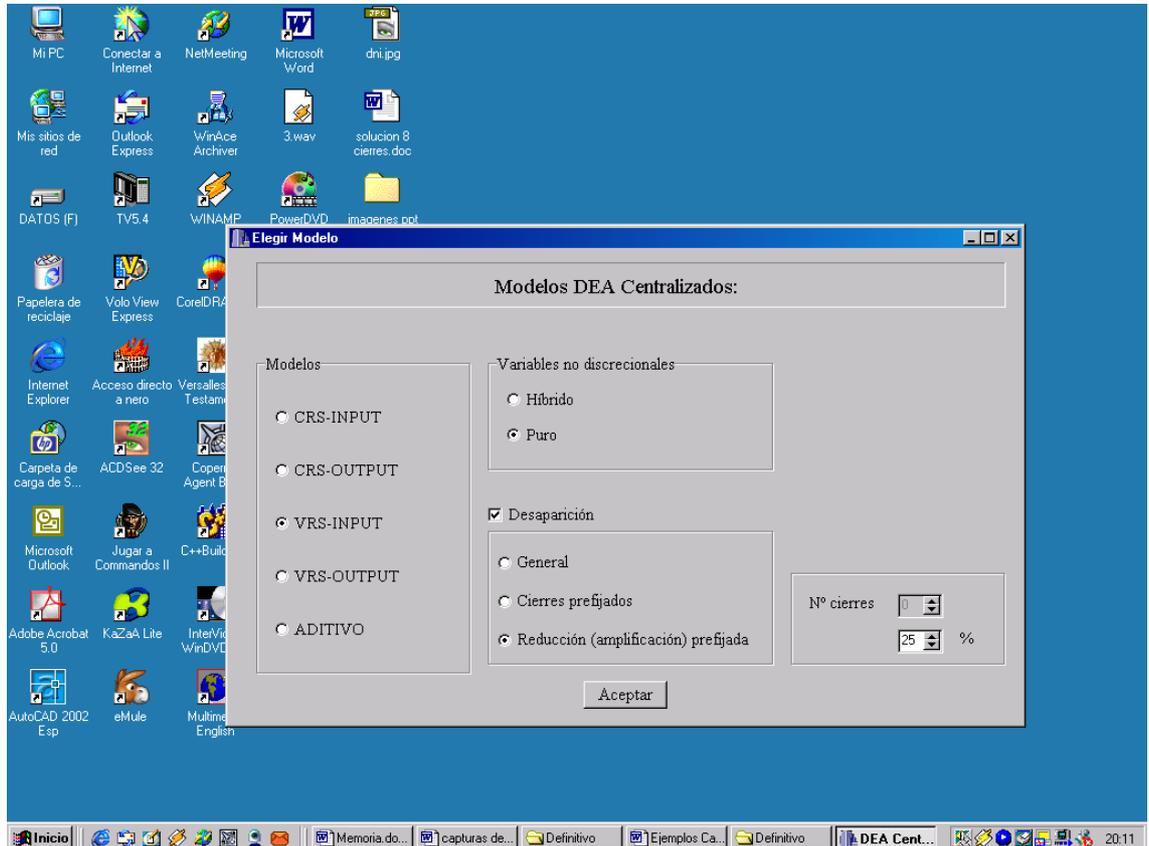


Figura 5.14. Elección del Modelo VRS-I Puro con 25% de reducción prefijada

El elemento SpinEdit es análogo al anterior salvo que el incremento es de cinco en cinco y sólo permite introducir valores entre 0 y 100 al ser un tanto por ciento.

El resultado obtenido en nuestro problema es:

DMU	X	Y
A	4	8
B	4	8
C	0	0
D	5	10
E	4	8
F	5	10
G	5	10
TOTAL	27	54
θ^*	0,7105	

Tabla 5-4: Resultados con una reducción del 25%

Se observa que la reducción es casi de un 29% y desaparece la DMU C. Para una reducción prefijada del 30% se ha comprobado que el problema resulta inadmisibile. Al igual que en los apartados anteriores no desaparece ninguna unidad eficiente.

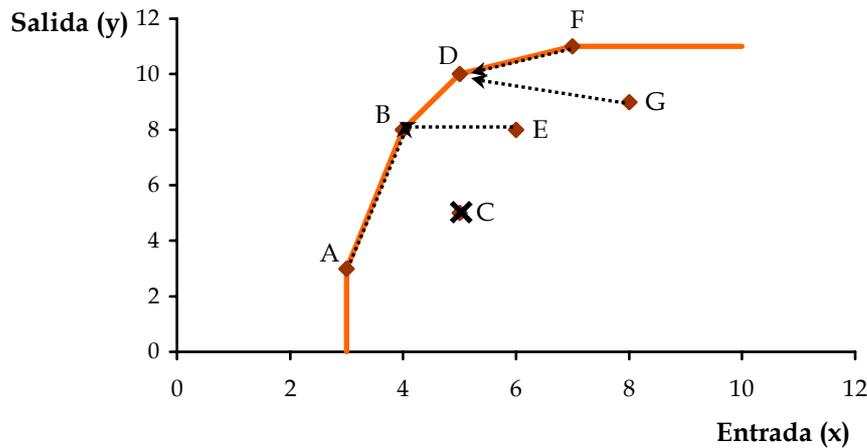


Figura 5.15: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY. del Modelo VRS-I Puro con 25% de reducción prefijada

1.2. Orientación de salida.

Al resolver el modelo de retornos de escala variables centralizado sin opción de desaparición los resultados obtenidos son:

DMU	X	Y
A	5	10
B	5	10
C	5	10
D	5	10
E	6	10,5
F	7	11
G	5	10
TOTAL	38	71,5
γ^*	1,3241	

tabla 5-5: Resultados VRS-O centralizado

Se observa un aumento de las salidas del 32,41%.

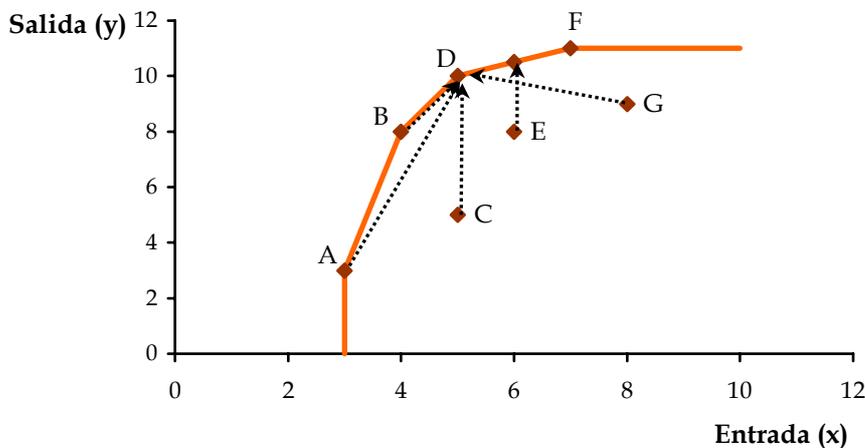


Figura 5.16: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY, del Modelo VRS-Output

Las DMUs eficientes son A, B, D y F. Ninguna de estas unidades productivas podrá desaparecer en los modelos con opción de desaparición de unidades productivas con orientación de salida de este caso antes que las ineficientes.

1.2.1. Modelo con desaparición de unidades productivas.

Al plantear la desaparición general de unidades productivas se observa que aparecen los mismos resultados que en la tabla anterior ya que al desaparecer alguna DMU la amplificación de las salidas saldría inferior al 32,41%, resultado no válido para este modelo.

1.2.2. Modelo con cierres prefijados.

Con $N^{obj}= 5$ planteamos la desaparición de 2 DMUs y los resultados obtenidos son:

DMU	X	Y
A	7	11
B	7	11
C	0	0
D	7	11
E	0	0
F	7	11
G	7	11
TOTAL	35	55
γ^*	1,0185	

Tabla 5-6:Resultados con 2 cierres prefijados

Como puede observarse la amplificación de las entradas es bastante inferior al 32,41% del caso 2.2. y no desaparece ninguna unidad eficiente.

Si planteamos la desaparición de tres unidades productivas el problema se vuelve incompatible.

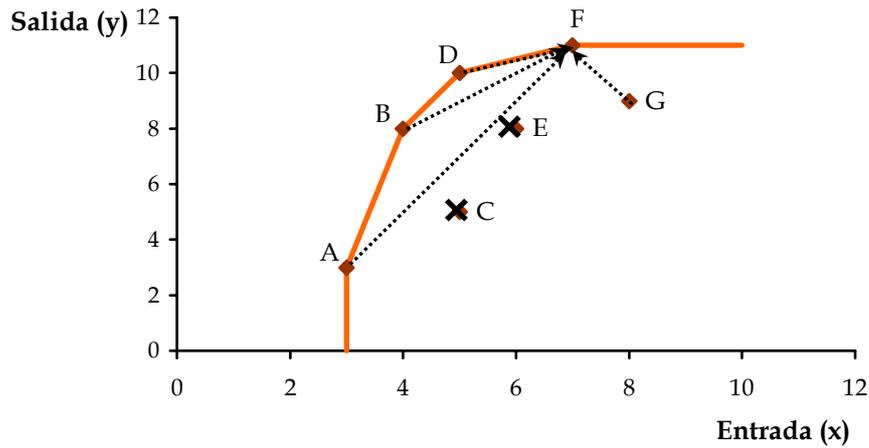


Figura 5.17: Ilustración de la solución propuesta para el caso XY. del Modelo VRS-O Puro con 2 Cierres Prefijados

1.2.3. Modelo con amplificación radial del total de salidas prefijada.

Se plantea una amplificación del 25% del total de las salidas pero no obtenemos solución alguna.

2. CASO XX1.

Los datos de entrada son los que se reflejan a continuación:

DMU	X1	X2	Y
A	6	2	1
B	4	3	1
C	3	4	1
D	2	5	1
E	4	7	1
F	5	5	1
G	5	3	1
TOTAL	29	29	7

Tabla 5-7: Datos del caso XX1

2.1. Orientación de entrada.

Los resultados obtenidos con el modelo VRS-INPUT centralizado son:

DMU	X1	X2	Y
A	4	3	1
B	4	3	1
C	3	4	1
D	2	5	1
E	4	3	1
F	3,5	3,5	1
G	4	3	1
TOTAL	24,5	24,5	7
θ^*	0,8445		

Tabla 5-8: Solución del modelo VRS-I Centralizado

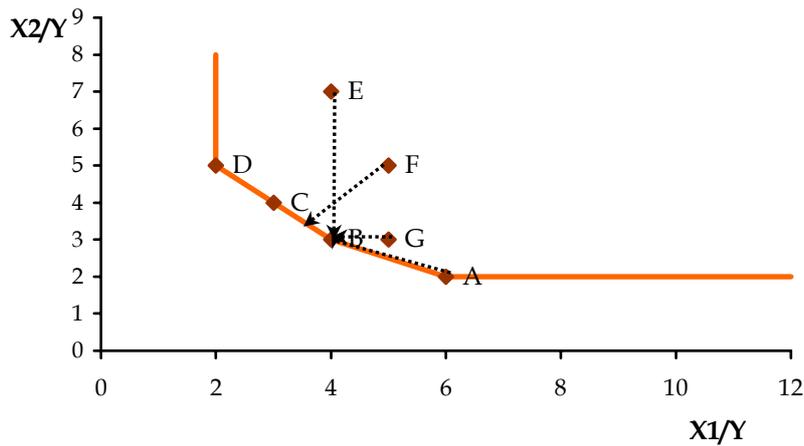


Figura 5.18: Ilustración de la solución propuesta para el caso XX1. del Modelo VRS-Input Centralizado

Las DMUs eficientes son A, B, C, y D.

2.1.1. Modelo con desaparición de unidades productivas.

En este caso el modelo no puede eliminar ninguna unidad productiva si quiere mantener el mismo nivel de salida total que se tenía inicialmente, por lo que la solución obtenida es esencialmente la misma que la reflejada en el apartado anterior, ver tabla 5.8.

2.1.2. Modelo con cierres prefijados.

El problema de cerrar una DMU es incompatible.

2.1.3. Modelo con reducción radial del total de entradas prefijada.

No es posible que desaparezca ninguna unidad productiva según este modelo.

2.2. Orientación de salida.

Es imposible aumentar las salidas más de lo que se genera en la situación inicial. Por esto no se resuelven los modelos de cierres prefijados amplificación radial de las salidas.

3. CASO GOLANY ET AL.

Los datos de entrada son:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	9	9	2	1
B	12	8	3	1
C	7	12	2	2
D	6	10	5	3
E	10	5	4	4
F	8	10	3	3
G	12	10	6	6
H	14	6	8	2
I	12	12	1	6
J	8	8	3	5
TOTAL	98	90	37	33

Tabla 5-9: Datos de entrada del caso Golany et al

3.1. Orientación de entrada.

Los resultados obtenidos al aplicar el modelo centralizado de retorno de escala variable con orientación de entrada a los datos de la tabla 5-11 son:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	6,7059	9,1177	4,8235	3,1765
B	10	5	4	4
C	6	10	5	3
D	6	10	5	3
E	10	5	4	4
F	6	10	5	3
G	6	10	5	3
H	10	5	4	4
I	10	5	4	4
J	10	5	4	4
TOTAL	80,705	74,117	44,823	35,176
θ^*	0,8235			

Tabla 5-10: Resultados VRS-I centralizado

Como puede observarse la reducción de las entradas es del 17,65%.

Las DMUs eficientes son D, E, G, H y J. Ninguna de estas unidades productivas podrá desaparecer en los modelos con opción de desaparición de unidades productivas con orientación de entrada de este caso, mientras hayan unidades ineficientes.

3.1.1. Modelo con desaparición de unidades productivas.

Los resultados obtenidos son:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	6	10	5	3
E	9,4864	5,6420	4,1284	3,8716
F	6,1284	9,8716	4,8716	3,1284
G	12	10	6	6
H	11	7,5	5	5
I	12	10	6	6
J	12	10	6	6
TOTAL	68,614	63,013	37	33
θ^*	0,7002			

Tabla 5-11: Resultados del modelo centralizado con posibilidad de desaparición de DMUs

A la vista de estos resultados el modelo plantea la desaparición de tres de las diez unidades productivas, estas son las DMUs ineficientes A, B y C. También puede observarse que si se eliminasen estas DMUs la solución mejoraría ya que tendríamos una reducción de las entradas del 29,98% frente al 17,65% que obtuvimos en la tabla 5-10.

3.1.2. Modelo con cierres prefijados.

Los resultados al resolver este modelo planteando el cierre de cuatro unidades productivas es:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	12	10	6	6
E	12	10	6	6
F	12	10	6	6
G	12	10	6	6
H	12	7,6	7	3
I	0	0	0	0
J	12	10	6	6
TOTAL	72	57,6	37	33
θ^*	0,7347			

Tabla 5-12: Resultado del modelo con cuatro cierres prefijados

Como puede observarse las cuatro DMUs ineficientes a desaparecer son A, B, C e I. La reducción es de 26,53 superior a la obtenida si no se hace desaparición pero lógicamente inferior a la obtenida en el caso anterior.

No es posible encontrar una solución en el caso de plantearse el cierre de 5 DMUs.

3.1.3. Modelo con reducción radial del total de entradas prefijada.

Si la entidad superior se plantease una reducción radial prefijada de al menos el 25% obtendría los mismos resultados que en la tabla anterior, donde puede observarse que la reducción de las entradas obtenida es superior al mínimo pretendido.

3.2. Orientación de salida.

Al resolver el problema VRS-Output centralizado los resultados fueron:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	12	10	6	6
B	12	10	6	6
C	6,1	9,9	4,9	3,1
D	6	10	5	3
E	10	5	4	4
F	6	10	5	3
G	12	10	6	6
H	12	10	6	6
I	12	10	6	6
J	9,9	5,1	3,95	4,03
TOTAL	98	90	52,85	47,13
γ^*	1,4282			

Tabla 5-13: Resultados VRS_output centralizado

La amplificación radial del total de las salidas es del 42,28%.

Las DMUs eficientes son D, E, G, H y J. Ninguna de estas unidades productivas podrá desaparecer en los modelos con opción de desaparición de unidades productivas con orientación de salida de este caso antes que las ineficientes.

3.2.1. Modelo con desaparición de unidades productivas.

Los resultados obtenidos al aplicar este modelo son:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	8,866	8,566	6,075	2,642
B	12	10	6	6
C	0	0	0	0
D	6	10	5	3
E	11,134	10	5,855	5,566
F	12	10	6	6
G	12	10	6	6
H	12	10	6	6
I	12	10	6	6
J	12	10	6	6
TOTAL	98	88,566	52,930	47,208
γ^*	1,4306			

Tabla 5-14: Resultados Modelo centralizado con posibilidad de desaparición de DMUs

La amplificación del total de las salidas es algo superior a la obtenida en la tabla 5-16. La unidad productiva ineficiente que el modelo pretende eliminar es la C.

3.2.2. Modelo con cierres prefijados.

Al plantearse la entidad superior el cierre de tres unidades productivas obtiene el siguiente resultado:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	12	10	6	6
E	12	10	6	6
F	12	10	6	6
G	12	10	6	6
H	13,570	6,8598	7,5701	2,8598
I	12	10	6	6
J	12	10	6	6
TOTAL	85,570	66,859	43,570	38,859
γ^*	1,1776			

Tabla 5-15: Resultado del modelo con tres cierres prefijados

Pese a empeorar bastante la solución con respecto a los dos casos anteriores, es posible encontrar una solución en la que las unidades ineficientes a desaparecer serían la A, la B y la C.

Sería posible plantear la desaparición de cuatro unidades productivas obteniendo una amplificación del total de las entradas del 0,93% pero para la desaparición de cinco unidades obtendríamos que la solución no es admisible.

3.2.3. Modelo con amplificación radial del total de salidas prefijada.

Para una amplificación prefijada de las salidas del 5% se obtendría la siguiente solución:

DMU	X1	X2	Y1	Y2
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	12	10	6	6
E	12	10	6	6
F	0	0	0	0
G	12	10	6	6
H	13,345	7,308	7,345	3,308
I	12	10	6	6
J	12	10	6	6
TOTAL	73,345	57,308	37,345	33,308
γ^*	1,0093			

Tabla 5-16. Resultados con una amplificación prefijada del 5%

Como puede observarse las DMUs ineficientes a desaparecer son A, B, C y F. Es posible plantearse una amplificación radial del total de las entradas de hasta un 15%.

4. CONCLUSIONES

Gracias a las pruebas realizadas se ha confirmado que el programa produce muy buenos resultados en un tiempo computacional muy pequeño.

Hay otros modelos dentro del software cuyas pruebas no han sido incluidas porque son objeto de un proyecto anterior.

Además, cabe destacar que la interfaz es de fácil manejo para el usuario. Por lo tanto, la elección de C++ Builder como lenguaje de programación resulta ser acertada.