

## ANEXO 2

En el presente anexo, incluye los datos con los cuales se solucionaron cada uno de los modelos, además de mostrar un resumen de los resultados más importantes obtenidos en GAMS. Inicialmente se muestra de manera genérica los datos de entrada, dado que para la mayoría son similares; luego para cada modelo se presenta el código en GAMS, de las ecuaciones con las cuales se obtuvo solución, por último se resume parte de la solución de algunos modelos

### DATOS DE ENTRADA

\$title MRP-I

\*\* EL MODELO SOLO ENCUENTRA SOLUCION PARA X1, DADO QUE LA DEMANDA DEPENDIENTE NO SE COMO EXPRESARLA.

#### SETS

i componente hijo i/i1\*i26/

\*\*j componente padre j/j1\*j5/

t mes t/t1\*t15/

\*\*f auxliar f/1\*15/

k recursos k/k1\*k5/

alias (i,j)

(t,f)

#### PARAMETERS

Ts(i) tiempo de suministro componente i

i1	0	i15	3
i2	2	i16	3
i3	1	i17	3
i4	0	i18	3
i5	1	i19	3
i6	2	i20	3
i7	0	i21	3
i8	3	i22	3
i9	0	i23	2
i10	3	i24	2
i11	2	i25	2
i12	0	i26	2
i13	2		
i14	0		
/			

In(i) inventario del componente i en el periodo 0

/			
i1	0	i14	0
i2	20	i15	0
i3	12	i16	0
i4	12	i17	0
i5	44	i18	0
i6	100	i19	0
i7	10	i20	0
i8	10	i21	0
i9	5	i22	0
i10	50	i23	0
i11	0	i24	0
i12	0	i25	0
i13	0	i26	0

/

Cretraso(i) Costo de retraso del producto i

/	
i1	250
/	

CAAlmacenam(i) Costo de almacenam del producto i/

i1	12	i6	0.01
i2	5	i7	0.01
i3	0.01	i8	2
i4	3.5	i9	0.01
i5	0.01	i10	0.01

i11	1	i20	0.01
i12	0.02	i21	0.01
i13	0.3	i22	0.01
i14	0.01	i23	0.01
i15	0.01	i24	0.01
i16	0.01	i25	0.01
i17	0.01	i26	0.01
i18	0.01		
i19	0.01	/	

CPedido(i) Costo de Pedido del producto i

i1	0
i2	10
i3	2
i4	5
i5	1
i6	1
i7	1
i8	3
i9	1
i10	1
i11	1.5
i12	1
i13	1
i14	1
i15	1
i16	1
i17	1
i18	1
i19	1
i20	1
i21	1
i22	1
i23	1
i24	1
i25	1
i26	1



i24		1	
i25			1
i26			1

Table UFracc(i,k) Fraccion del recurso k necesario para fabricar i

	k1	k2	k3	k4	k5
i1	0.002778				
i2					

Table FMaxFracc(k,t) Fraccion del recurso k necesario para Cambiar a i

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
t13	t14	t15										
k1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10							
k3												
k4												
k5												

## SOLUCIÓN DE MODELOS

### 1. CF D-P-1

#### VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

Imas(i,t) Inventario del producto i en t

Imenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

BINARY VARIABLE LAN

POSITIVE VARIABLE X, Imenos, Imas, y

EQUATIONS

COSTO COSTO TOTAL  
 CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
 INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
 DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
 MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
 CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL;

COSTO..

$CT=e=SUM[(i,t), Cretraso(i)*Imenos(i,t)+Imas(i,t)*Calmacenam(i)+Cpedido(i)*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800*y(k,t)];$   
 CAPACIDAD(k,t)..  $sum[(i), UFRACC(i,k)*X(i,t)]=L=1+y(k,t)-(0.9)*0.01;$   
 INVENTARIO(i,t)..  $Imas(i,t)-Imenos(i,t)=e=sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-Sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+0.9*da(i,f)+sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]];$   
 DEMANDA(i,t)..  $sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-Sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]]]=G=0;$   
 MAXCAPA(k,t)..  $y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);$   
 CONTROLes(i,t)..  $40000*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;$

MODEL MRP/ COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA, MAXCAPA,  
 CONTROLes/;  
 SOLVE MRP USING MIP MINIMIZING CT;

```

      SOLVE SUMMARY
MODEL CF D-P-1          OBJECTIVE CT
TYPE MIP                DIRECTION MINIMIZE
SOLVER CPLEX           FROM LINE 287
**** SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS     8 INTEGER SOLUTION
**** OBJECTIVE VALUE   21453.6021
RESOURCE USAGE, LIMIT  0.751 1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 1107 10000
GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1
Cplex 8.1.0, GAMS Link 23
Solution satisfies tolerances.
MIP Solution: 21453.602093 (774 iterations, 0 nodes)
Final Solve: 21453.602093 (333 iterations)
Best integer solution possible: 20960.422312
Absolute gap: 493.179781
Relative gap: 0.022988
  
```

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

---- VAR CT -INF 21453.602 +INF .

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

---- VAR X Total producto i solicitado en el periodo t

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

i1 .t1	.	.	+INF	2.880
i1 .t2	.	.	+INF	1.440
i1 .t3	.	5.000	+INF	.
i1 .t4	.	394.168	+INF	.
i1 .t5	.	394.168	+INF	.
i1 .t6	.	394.168	+INF	.
i1 .t7	.	394.168	+INF	.
i1 .t8	.	370.826	+INF	.
i1 .t9	.	369.158	+INF	.
i1 .t10	.	394.168	+INF	.
i1 .t11	.	394.168	+INF	.
i1 .t12	.	394.168	+INF	.
i1 .t13	.	394.168	+INF	.
i1 .t14	.	394.168	+INF	.
i1 .t15	.	370.000	+INF	.

## 2. CFD-P-2

VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

Imas(i,t) Inventario del producto i en t

Imenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

Z Nivel de satisfaccion

H VARIABLE DE SATISFACCION  
U VARIABLE AUXILIAR

BINARY VARIABLE LAN  
POSITIVE VARIABLE X, lmenos, lmas, y

EQUATIONS  
COSTO COSTO TOTAL  
CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL  
OBJ  
AUX  
;

OBJ.. Z=E=H;

COSTO..

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*lmenos(i,t)+lmas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]=L=9441.7396+(1-H)\*98733.3690;

CAPACIDAD(k,t).. sum[(i), UFRACC(i,k)\*X(i,t)]=L=1+y(k,t)-H\*0.01;

INVENTARIO(i,t).. lmas(i,t)-lmenos(i,t)=e=sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)- sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ H\*da(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]];

DEMANDA(i,t).. sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-

sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]]]=G=0;

MAXCAPA(k,t).. y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);

CONTROLes(i,t).. 40000\*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;

AUX.. U=E=

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*lmenos(i,t)+lmas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]

MODEL MRP/ AUX, OBJ, COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA,  
MAXCAPA, CONTROLes/;

SOLVE MRP USING MIP MAXIMIZING Z;



```

      SOLVE SUMMARY
MODEL CFD-P-2          OBJECTIVE Z
TYPE MIP              DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER CPLEX          FROM LINE 295
**** SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS     8 INTEGER SOLUTION
**** OBJECTIVE VALUE      0.7527
RESOURCE USAGE, LIMIT  31.985  1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 4818   10000
GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1
Cplex 8.1.0, GAMS Link 23
Solution satisfies tolerances.
MIP Solution:         0.752703 (3050 iterations, 290 nodes)
Final Solve:          0.752703 (1768 iterations)
Best integer solution possible: 0.754372

```

VAR X Total producto i solicitado en el periodo t

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
i1 .t1	.	.	+INF	-9.796E-6
i1 .t2	.	.	+INF	-4.898E-6
i1 .t3	.	5.000	+INF	.
i1 .t4	.	393.259	+INF	.
i1 .t5	.	393.259	+INF	.
i1 .t6	.	393.259	+INF	.
i1 .t7	.	393.259	+INF	.
i1 .t8	.	393.259	+INF	.
i1 .t9	.	393.259	+INF	.
i1 .t10	.	393.259	+INF	.
i1 .t11	.	393.259	+INF	.
i1 .t12	.	393.259	+INF	.
i1 .t13	.	393.259	+INF	.
i1 .t14	.	393.259	+INF	.
i1 .t15	.	393.259	+INF	.

### 3. DTR-P-1

#### VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

Imas(i,t) Inventario del producto i en t

Imenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

Z Nivel de satisfaccion

H VARIABLE DE SATISFACCION

BINARY VARIABLE LAN

POSITIVE VARIABLE X, Imenos, Imas, y

#### EQUATIONS

COSTO COSTO TOTAL

CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD

INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO

DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA

MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD

CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL

OBJ

;

\*\*CORREGIR LOS ZMAS Y ZMENOS =L=

OBJ.. Z=E=H;

COSTO..

+H\*(37260.8776)+SUM[(i,t),Cretraso(i)\*Imenos(i,t)+Imas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cped

ido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]=L=46702.6172;

CAPACIDAD(k,t).. sum[(i), (UFRACC(i,k)+0.000022\*H-

0.000022\*H)\*X(i,t)]=G=1+y(k,t);

INVENTARIO(i,t).. Imas(i,t)-Imenos(i,t)=e=sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-

ts(i)),X(i,f)]+ln(i)- sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]];

DEMANDA(i,t).. sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i)),X(i,f)]+ln(i)-

sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]]]=G=0;

MAXCAPA(k,t).. y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);

CONTROLes(i,t).. 40000\*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;

MODEL MRP/ OBJ, COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA,  
MAXCAPA, CONTROLes/;  
SOLVE MRP USING MINLP MAXIMIZING Z;

SOLVE SUMMARY

```
MODEL DTR-P-1          OBJECTIVE Z
TYPE MINLP             DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER CPLEX          FROM LINE 284
**** SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS     8 INTEGER SOLUTION
**** OBJECTIVE VALUE      0.5854
RESOURCE USAGE, LIMIT  72.985  1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 6613   10000
GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1
Cplex 8.1.0, GAMS Link 23
Solution satisfies tolerances.
MIP Solution:         0.58539 (4015 iterations, 410 nodes)
Final Solve:         0.585390 (2598 iterations)
Best integer solution possible: 0.58841
Absolute gap:         0.001669
Relative gap:         0.002217
```

**4. MED-P -1**

VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t  
y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t  
Imas(i,t) Inventario del producto i en t  
Imenos(i,t) Inventario faltante de i en t  
Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i  
\*\*ALFA Nivel de satisfaccion  
\*\*A VARIABLE DE SATISFACCION

BINARY VARIABLE LAN  
POSITIVE VARIABLE X, Imenos, Imas, y

EQUATIONS  
COSTO COSTO TOTAL  
CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL  
\*\*OBJ

;  
\*\* VERIFICAR CON MAXIMIZAR  
\*\*OBJ.. ALFA=E=A  
COSTO..  

$$CT=e+ \sum[(i,t), Des(i)*Imenos(i,t)+Dpr(i)*Imenos(i,t)]*SUM[(i,t), Cretraso(i)*Imenos(i,t)+Des(i)*Imenos(i,t)-Dpr(i)*Imenos(i,t)+Imas(i,t)*Calmacenam(i)+Cpedido(i)*Lan(i,t)]+\sum[(k,t), 3800*y(k,t)]/6;$$
CAPACIDAD(k,t)..  $\sum[(i), UFRACC(i,k)*X(i,t)]=L=1+y(k,t);$   
INVENTARIO(i,t)..  $Imas(i,t)-Imenos(i,t)=e=\sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))), X(i,f)]+\ln(i)-\sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t)-ts(i))), D(i,f)+\sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]];$   
DEMANDA(i,t)..  $\sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t)-ts(i))), X(i,f)]+\ln(i)-\sum[(f)\$(ord(f)<=(ord(t))), \sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]]]=G=0;$   
MAXCAPA(k,t)..  $y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);$   
CONTROLes(i,t)..  $40000*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;$

MODEL MRP/ COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA, MAXCAPA, CONTROLes/;  
SOLVE MRP USING MINLP MAXIMIZING CT;

## SOLVE SUMMARY

MODEL MED-P -1            OBJECTIVE Z

TYPE MINLP                DIRECTION MAXIMIZE

SOLVER CPLEX              FROM LINE 284

\*\*\*\* SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION

\*\*\*\* MODEL STATUS    8 INTEGER SOLUTION

\*\*\*\* OBJECTIVE VALUE            10340.6841

RESOURCE USAGE, LIMIT    54.587    1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT    5315    10000

GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1

Cplex 8.1.0, GAMS Link 23

Solution satisfies tolerances.

MIP Solution:            10340.6841 (3914 iterations, 120 nodes)

Final Solve:            10340.6841 (1401 iterations)

Best integer solution possible:            10258.4541

## 5. MED-P -2

### VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t  
 y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t  
 lmas(i,t) Inventario del producto i en t  
 lmenos(i,t) Inventario faltante de i en t  
 Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i  
 \*\*ALFA Nivel de satisfaccion  
 \*\*A VARIABLE DE SATISFACCION

BINARY VARIABLE LAN  
 POSITIVE VARIABLE X, lmenos, lmas, y

EQUATIONS  
 COSTO COSTO TOTAL  
 CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
 INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
 DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
 MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
 CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL  
 \*\*OBJ

;  
 \*\* EVALUAR MINIMIZAR MAXIMIZAR  
 \*\*OBJ.. ALFA=E=A  
 COSTO.. CT=e=-  
 SUM[(i,t), (Cretraso(i)/3)\*lmenos(i,t)+lmas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+  
 sum[(k,t), 3800\*y(k,t)];  
 CAPACIDAD(k,t).. sum[(i), UFRACC(i,k)\*X(i,t)]=L=1+y(k,t);  
 INVENTARIO(i,t).. lmas(i,t)-lmenos(i,t)=e=sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-  
 ts(i))),X(i,f)]+ln(i)- Sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]];  
 DEMANDA(i,t).. sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-  
 Sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]]]=G=0;  
 MAXCAPA(k,t).. y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);  
 CONTROLes(i,t).. 40000\*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;

MODEL MRP/ COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA, MAXCAPA,  
 CONTROLes/;  
 SOLVE MRP USING MINLP MAXIMIZING CT;

SOLVE SUMMARY

MODEL MED-P -2            OBJECTIVE Z

TYPE MINLP                DIRECTION MAXIMIZE

SOLVER CPLEX              FROM LINE 284

\*\*\*\* SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION

\*\*\*\* MODEL STATUS    8 INTEGER SOLUTION

\*\*\*\* OBJECTIVE VALUE        9850.473

RESOURCE USAGE, LIMIT    76.865    1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT   6444      10000

GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1

Cplex 8.1.0, GAMS Link 23

Solution satisfies tolerances.

MIP Solution:            9850.47332 (4360 iterations, 530 nodes)

Final Solve:            9850.47332 (2084 iterations)

Best integer solution possible:    9953.473

**6. MED-P -3**

VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

lmas(i,t) Inventario del producto i en t

lmenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

H Nivel de satisfaccion  
\*\*A VARIABLE DE SATISFACCION

BINARY VARIABLE LAN  
POSITIVE VARIABLE X, lmenos, lmas, y

EQUATIONS  
COSTO COSTO TOTAL  
CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL  
\*\*OBJ

;  
\*\*

\*\* VERIFICAR CON MAXIMIZAR

\*\*OBJ.. ALFA=E=A

COSTO..  $CT=e=SUM[(i,t),((Des(i)*(1-H)) +$   
 $Cretraso(i))*lmenos(i,t)+lmas(i,t)*Calmacenam(i)+Cpedido(i)*Lan(i,t)]+sum[(k,t),$   
 $3800*y(k,t)];$

CAPACIDAD(k,t)..  $sum[(i), UFRACC(i,k)*X(i,t)]=L=1+y(k,t);$

INVENTARIO(i,t)..  $lmas(i,t)-lmenos(i,t)=e=sum[(f)$ (ord(f)<=(ord(t)-$   
 $ts(i))),X(i,f)]+ln(i)- Sum[(f)$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]];$

DEMANDA(i,t)..  $sum[(f)$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-$   
 $Sum[(f)$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)*X(j,f)]]]=G=0;$

MAXCAPA(k,t)..  $y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);$

CONTROLes(i,t)..  $40000*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;$

MODEL MRP/ COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA, MAXCAPA,  
CONTROLes/;

SOLVE MRP USING MinIP MINIMIZING CT;



SOLVE SUMMARY

**MODEL MED-P -3                      OBJECTIVE Z**

TYPE MINLP                      DIRECTION MAXIMIZE

SOLVER CPLEX                      FROM LINE 284

\*\*\*\* SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION

\*\*\*\* MODEL STATUS    8 INTEGER SOLUTION

\*\*\*\* OBJECTIVE VALUE                      10350.1658

RESOURCE USAGE, LIMIT    16.865    1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT    2728    10000

GAMS/Cplex    Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1

Cplex 8.1.0, GAMS Link 23

Solution satisfies tolerances.

MIP Solution:                      10350.1658 (1442 iterations, 20 nodes)

Final Solve:                      10350.1658 (1286 iterations)

**7. COM-P-1**

VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

lmas(i,t) Inventario del producto i en t

lmenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

Z                      Nivel de satisfaccion

H VARIABLE DE SATISFACCION  
U VARIABLE AUXILIAR

BINARY VARIABLE LAN  
POSITIVE VARIABLE X, lmenos, lmas, y

EQUATIONS  
COSTO COSTO TOTAL  
CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD  
INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO  
DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA  
MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD  
CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL  
OBJ  
AUX  
;

OBJ.. Z=E=H;

COSTO..

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*lmenos(i,t)+lmas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]=L=10000+(1-H)\*30000;

CAPACIDAD(k,t).. sum[(i), UFRACC(i,k)\*X(i,t)]=L=1+y(k,t)-H\*0.01;

INVENTARIO(i,t).. lmas(i,t)-lmenos(i,t)=e=sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)- sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ H\*da(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]];

DEMANDA(i,t).. sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+ln(i)-

sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]]]=G=0;

MAXCAPA(k,t).. y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);

CONTROLes(i,t).. 40000\*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;

AUX.. U=E=

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*lmenos(i,t)+lmas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]

MODEL MRP/ AUX, OBJ, COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA,  
MAXCAPA, CONTROLes/;

SOLVE MRP USING MIP MAXIMIZING Z;

```

      SOLVE SUMMARY
MODEL COM-P-1          OBJECTIVE Z
TYPE MIP              DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER CPLEX          FROM LINE 295
**** SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS     8 INTEGER SOLUTION
**** OBJECTIVE VALUE   0.5521
RESOURCE USAGE, LIMIT 71.482 1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 4075 10000
GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1
Cplex 8.1.0, GAMS Link 23
Solution satisfies tolerances.
MIP Solution:         0.552098 (3305 iterations, 690 nodes)
Final Solve:          0.552098 (770 iterations)

Best integer solution possible:      0.563103
Absolute gap:                        0.011005
Relative gap:                        0.019933

```

VAR X Total producto i solicitado en el periodo t

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
i1 .t1	.	.	+INF	-5.080E-5
i1 .t2	.	.	+INF	-2.540E-5
i1 .t3	.	5.000	+INF	.
i1 .t4	.	393.981	+INF	.
i1 .t5	.	393.981	+INF	.
i1 .t6	.	393.981	+INF	.
i1 .t7	.	393.981	+INF	.
i1 .t8	.	377.047	+INF	.
i1 .t9	.	376.347	+INF	.
i1 .t10	.	393.981	+INF	.
i1 .t11	.	393.981	+INF	.
i1 .t12	.	393.981	+INF	.
i1 .t13	.	393.981	+INF	.
i1 .t14	.	393.981	+INF	.
i1 .t15	.	371.042	+INF	.

VARIABLES

TP TIEMPO PRODUCTO MRP FUNCION OBJETIVO

CT COSTO TOTAL DEL PLAN

X(i,t) Total producto i solicitado en el periodo t

LAN(i,t) Produccion de i en t

y(k,t) Fraccion adicionada del recurso k en el periodo t

Imas(i,t) Inventario del producto i en t

Imenos(i,t) Inventario faltante de i en t

Invent(i,t) Inventario en el periodod t de i

Z Nivel de satisfaccion

H VARIABLE DE SATISFACCION

U VARIABLE AUXILIAR

BINARY VARIABLE LAN

POSITIVE VARIABLE X, Imenos, Imas, y

EQUATIONS

COSTO COSTO TOTAL

CAPACIDAD(k,t) ECUACION DE CAPACIDAD

INVENTARIO(i,t) BALANCE DE INVENTARIO

DEMANDA(i,t) ECUACION DE BALANCE DE DEMANDA

MAXCAPA(k,t) MAXIMA CAPACIDAD

CONTROLes(i,t) RESTRICCION DEL TAMANO DE CONTROL

OBJ

AUX

;

OBJ.. Z=E=H;

COSTO..

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*Imenos(i,t)+Imas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]=L=21453.6021+(1-H)\*12011.8625;

CAPACIDAD(k,t).. sum[(i), UFRACC(i,k)\*X(i,t)]=L=1+y(k,t)-H\*0.01;

INVENTARIO(i,t).. Imas(i,t)-Imenos(i,t)=e=sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+In(i)- Sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), D(i,f)+ H\*da(i,f)+ sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]];

DEMANDA(i,t).. sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t)-ts(i))),X(i,f)]+In(i)-

Sum[(f)\$ (ord(f)<=(ord(t))), sum[(j), Bom(i,j)\*X(j,f)]]]=G=0;

MAXCAPA(k,t).. y(k,t)=L=FMaxFracc(k,t);

CONTROLes(i,t).. 40000\*LAN(i,t)-X(i,t)=G=0;

AUX.. U=E=

SUM[(i,t),Cretraso(i)\*Imenos(i,t)+Imas(i,t)\*Calmacenam(i)+Cpedido(i)\*Lan(i,t)]+sum[(k,t), 3800\*y(k,t)]

MODEL MRP/ AUX, OBJ, COSTO, CAPACIDAD, INVENTARIO, DEMANDA, MAXCAPA, CONTROLes/;

SOLVE MRP USING MIP MAXIMIZING Z;

```

      SOLVE SUMMARY
MODEL COM-P-2          OBJECTIVE Z
TYPE MIP              DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER CPLEX          FROM LINE 295
**** SOLVER STATUS    1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS     8 INTEGER SOLUTION
**** OBJECTIVE VALUE      0.6531
RESOURCE USAGE, LIMIT  25.957  1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT 2768   10000
GAMS/Cplex Jun 2, 2003 WIN.CP.CP 21.1 023.025.041.VIS For Cplex 8.1
Cplex 8.1.0, GAMS Link 23
Cplex licensed for 1 use of lp, mip and barrier.
Solution satisfies tolerances.
MIP Solution:         0.654862 (2347 iterations, 300 nodes)
Final Solve:          0.653144 (421 iterations)
Best integer solution possible: 0.667262
Absolute gap:         0.012399
Relative gap:         0.018934

```

---- VAR X Total producto i solicitado en el periodo t

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
i1 .t1	.	.	+INF	-7.441E-5
i1 .t2	.	.	+INF	-3.721E-5
i1 .t3	.	5.000	+INF	.
i1 .t4	.	393.617	+INF	.
i1 .t5	.	393.617	+INF	.
i1 .t6	.	393.617	+INF	.
i1 .t7	.	393.617	+INF	.
i1 .t8	.	389.111	+INF	.
i1 .t9	.	390.291	+INF	.
i1 .t10	.	393.617	+INF	.
i1 .t11	.	393.617	+INF	.
i1 .t12	.	393.617	+INF	.
i1 .t13	.	393.617	+INF	.
i1 .t14	.	393.617	+INF	.
i1 .t15	.	373.063	+INF	.