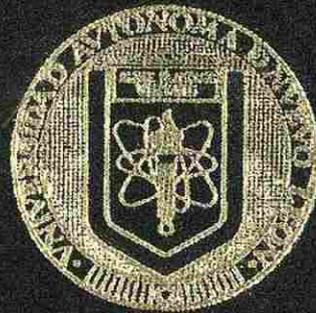


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MODELO MATEMATICO PARA PROGRAMACION DE LA  
PRODUCCION BUSCANDO OPTIMIZAR EL USO DE LA  
ENERGIA ELECTRICA EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN  
INVESTIGACION DE OPERACIONES

P R E S E N T A :

ING. MARIO ALBERTO SOLANO GUEVARA

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 1994

TM

Z5853

.M2

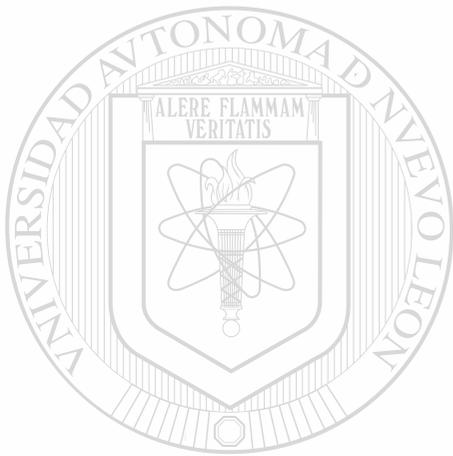
FIME

1994

56



1020091166



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

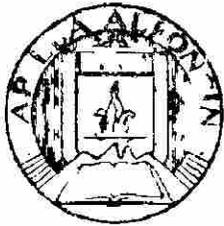


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



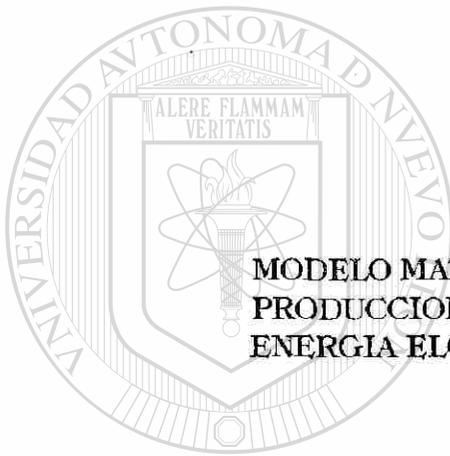
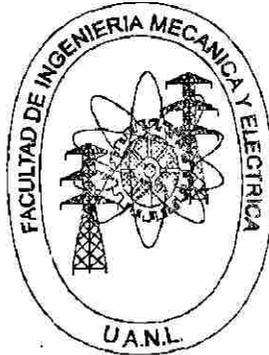
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CON O TESIS

167324

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



MODELO MATEMATICO PARA PROGRAMACION DE LA  
PRODUCCION BUSCAN OPTIMIZAR EL USO DE LA  
ENERGIA ELCTRICA EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TESIS

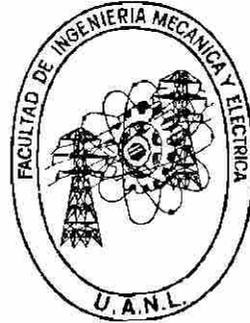
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
EN OPCION AL GRAD DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN  
INVESTIGACION DE OPERACIONES

PRESENTA:  
ING. MARIO ALBERTO SOLANO GUEVARA

MONTERREY, N. L.

DICIMBRE DE 1994

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



MODELO MATEMÁTICO PARA PROGRAMACIÓN DE LA  
PRODUCCIÓN BUSCANDO OPTIMIZAR EL USO DE LA  
ENERGIA ELÉCTRICA EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN  
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

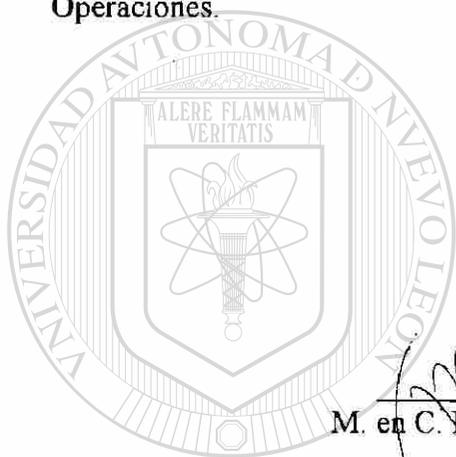
QUE PRESENTA

ING. MARIO ALBERTO SOLANO GUEVARA

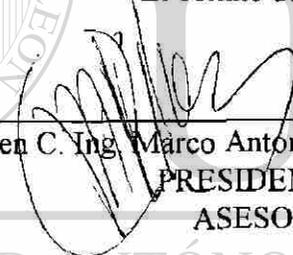
MONTERREY, N.L. DICIEMBRE 1994

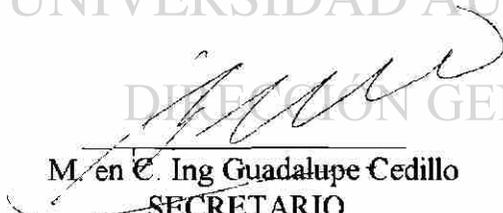
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis realizada por el Ing. Mario Alberto Solano Guevara sea aceptada como opción para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Investigación de Operaciones.



El comité de tesis

  
M. en C. Ing. Marco Antonio Méndez Cavazos  
PRESIDENTE  
ASESOR

  
M. en C. Ing. Guadalupe Cedillo  
SECRETARIO

  
M. en C. Ing. Victoriano Eco Alatorre Gonzalez  
VOCAL

  
División de Estudios de Postgrado  
Vo. Bo.

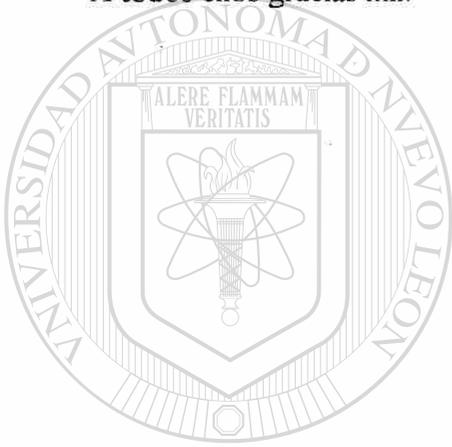
San Nicolas de los Garza, N. L. a Diciembre de 1994

# DEDICATORIA

Esta tesis la quiero dedicar a las personas que siempre me han apoyado como lo son mi mamá Bertha Guevara de Solano, a mi papá que siempre me alentó Manuel Solano López ( Q.E.P.D. ), a mi hermano Manuel de Jesús Solano Guevara que siempre ha sido y será un ejemplo para mí, a Patricia Esquer Flores mi esposa por su apoyo y comprensión, a mi hijo Mario Alberto Solano Esquer para que cuando sea mayor y pueda leer comprenda porque iba a la escuela, a Diego Sebastian Solano Esquer que está por nacer para que puede seguir los pasos de su padre y por qué no, mejorarlos.

A todos ellos gracias mil.

Mario Alberto Solano Guevara



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# PRÓLOGO

El presente trabajo fue desarrollado buscando una solución a un problema real del sector industrial como lo es la programación óptima de la operación de los equipos buscando la **reducción** de costos ocasionados por el uso de la **energía eléctrica**.

En el medio existen escasos modelos desarrollados con el enfoque de **reducción** de costos por el uso de **energía eléctrica** siendo ésto un área de oportunidad muy grande para la aplicación de la investigación de operaciones.

El modelo aquí presentado utiliza además de **datos propios** de la empresa, otros datos que deben ser proporcionados por la o las compañías proveedoras de **energía eléctrica**.

Los resultados que genera la solución del modelo son las **horas de operación** de cada uno de los equipos de la planta, el **horario** en el cual deberán operar así como el **costo mínimo óptimo** para el período analizado.

Al comparar el resultado de la aplicación de la solución obtenida con el modelo contra los resultados obtenidos con el método de programación antes utilizado en la empresa se puede concluir que el beneficio es muy grande y puede representar una ventaja competitiva.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# INDICE

CAPITULO I. Síntesis.	3
CAPITULO II. Introducción.	5
CAPITULO III. Panorama de la industria cementera local.	6
CAPITULO IV. Método de programación utilizado.	8
CAPITULO V. Equipos de producción de la planta.	9
CAPITULO VI. Definición de variables del programa.	10
CAPITULO VII. Formulación del modelo matemático. Función objetivo. Restricciones.	16 18
CAPITULO VIII. Aplicación de datos reales al modelo propuesto y sus resultados.	42
CAPITULO IX. Conclusiones y recomendaciones.	46

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CAPITULO VI.

10

Definición de variables del programa.

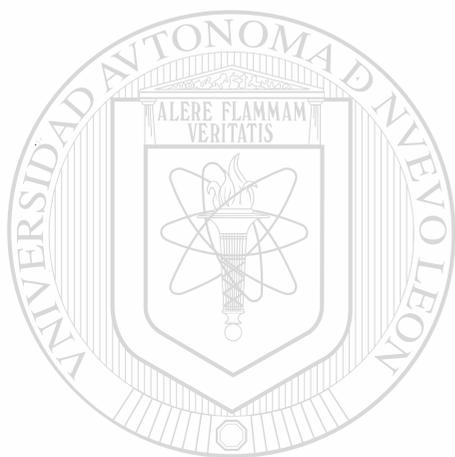
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

## CAPITULO X.

## Apendices:

A- Caso de análisis.	48
B- Recibos de energía eléctrica de un período anterior a la programación con el modelo matemático.	59
C- Recibos de energía eléctrica de un período aplicando la solución del modelo matemático.	62
D- Glosario de términos.	65
E- Bibliografía.	67



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CAPITULO I

## SÍNTESIS

Esta tesis fue desarrollada con la finalidad de ofrecer una opción para la programación de la operación de los equipos de producción de una industria cementera local buscando reducir al mínimo el costo de la energía eléctrica empleada. El cual en algunos casos llega a representar hasta el 40 % del costo total de producción.

Este modelo de programación es ya una opción real y es aplicada en la actualidad con resultados satisfactorios.

La alternativa aquí presentada de acuerdo con la investigación bibliográfica realizada puede considerarse pionera en su género dado que hasta ahora existen escasos modelos desarrollados que busquen resolver la programación de la operación buscando minimizar el costo de la energía eléctrica en éste sector industrial.

La tesis es desarrollada para una industria cementera local y a través de la solución, de un modelo matemático y dada una demanda de cemento, nos genera la cantidad de horas que deberán trabajar los equipos en cada horario tomando energía de C. F. E. ( Comisión Federal de Electricidad ) y las horas que trabajarán los equipos tomando energía de P. E. G. I. ( Planta Eléctrica Grupo Industrial ) para que el costo total de la energía eléctrica sea el menor posible.

Desarrollar un modelo de este tipo puede resultar complejo si no se analizan adecuadamente los procesos que se llevan a cabo en la industria en cuestión.

Contando con información precisa de los métodos de producción es posible el desarrollo del modelo.

En la resolución del modelo matemático el utilizar una computadora y un programa adecuado, en este caso MILP88, facilita el desarrollo de éste.

Son necesarios los datos iniciales de:

Demandas de cada tipo de cemento.

Equipos a operar en el período a analizar.

Limitaciones de operación de los equipos.

Máximo permitido de horas de operación por equipo en el período.

Diferentes costos de la energía eléctrica por demanda, por horario y por compañía proveedora.

Los resultados que se generan son:

Horas de operación de cada equipo conectado a C. F. E. en horario base.

Horas de operación de cada equipo conectado a C. F. E. en horario pico.

Horas de operación de cada equipo conectado a P. E. G. I.

Costo mínimo de energía eléctrica.

Este trabajo toma en cuenta sólo los equipos de producción conectados a las redes de alimentación de energía eléctrica y desprecia los equipos no productivos instalados, tales como oficinas, alumbrados, climas, etc., ya que proporcionalmente representan un consumo despreciable.

El modelo matemático fue desarrollado para una industria en particular pero puede ser adaptado a otras industrias. Los datos empleados son reales de la industria seleccionada.

El resultado que se obtiene de la solución del modelo puede ser utilizado directamente para la programación de los equipos de producción, debido a que el resultado está dado en horas a operar en cada una de las opciones posibles.

Al final del trabajo se presenta la comparación del costo mínimo obtenido matemáticamente contra el costo real que se obtuvo al emplear la programación que nos dio como óptima la solución del modelo en donde se puede observar que la similitud de los valores es del 99.37 %, además se presenta el ahorro logrado al programar el trabajo de los equipos de acuerdo a la solución del modelo, siendo éste del 43.12 %.

Esto último se prueba con copias de los recibos pagados a las compañías eléctricas C. F. E. y P. E. G. I. páginas de la 59 a la 64

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CAPITULO II

## INTRODUCCIÓN

**OBJETIVO DE LA TESIS:** Desarrollar un modelo matemático que ayude a la industria cementera local a programar las operaciones de los equipos, que busque reducir al mínimo el costo de la energía eléctrica.

Este modelo está desarrollado para una industria en particular, pero la metodología puede ser adaptada por cualquier otra.

El procedimiento de solución del problema se basa en el método simplex y programación por metas.

Esta tesis no busca aclarar los métodos de programación utilizados, sino más bien una aplicación de ellos.

Para el desarrollo del modelo fue necesario tener en consideración las dos alimentaciones de energía eléctrica que tiene la industria en cuestión.

En la función objetivo están contenidos todos los equipos de producción con su aportación al costo total considerando cada uno de los cargos efectuados por las compañías abastecedoras de energía eléctrica.

Las restricciones representan todas las limitantes existentes en el proceso productivo, como lo es la aportación expresada en toneladas producidas por los equipos, cuáles equipos están en condiciones de operar en un período dado, las horas operables durante el período, así como unos coeficientes de variables de valor negativo muy grande para forzar a la solución del modelo a no utilizar algún equipo, esto debido a que existen equipos que no es posible operarlos en cierto período de tiempo.

## CAPITULO III

### PANORAMA DE LA INDUSTRIA CEMENTERA LOCAL

La industria cementera, dado los equipos que utiliza en el proceso, requiere de una potencia eléctrica muy elevada para moverse, aunado a que es un proceso continuo en algunas partes del mismo y a las tarifas por energía eléctrica actuales de acuerdo al nivel de alimentación de la planta, provocan que del costo total de operación el de la energía eléctrica sea considerablemente alto, llegando en algunos casos a ser hasta del 40 % del total de producción.

Teniendo en cuenta que C. F. E. divide el mes en dos horarios los cuales son:

- Horario pico mensual. Son las horas del mes comprendidas de las 18:00 a las 22:00 hrs. de lunes a sábado exceptuando los días festivos que marca la ley.

- Horario base mensual. Es el resultado de restar del total de las horas del mes las horas pico.

El cobro que efectua C. F. E. se puede desglosar en tres partes:

- Cargo por demanda.
- Cargo por consumo base.
- Cargo por consumo pico.

#### CARGO POR DEMANDA

Resulta de aplicar la siguiente fórmula proporcionada por C. F. E.:

$$26.441 ( 0.2 * DB + 0.8 * DP ) = N\$$$

Donde

DB- Es la demanda máxima medida en horario base en Kw.

DP- Es la demanda máxima medida en horario pico en Kw.

Y representa el cargo por la energía máxima exigida en un instante por la empresa.

**CARGO POR CONSUMO PICO:**

Resulta de aplicar la fórmula proporcionada por C. F. E.:

$$0.24901 ( 0.8 * HRP * DP ) = N\$$$

Donde:

DP- Es la demanda máxima medida en horario pico en Kw.

HRP - Es el total de horas pico en el mes.

Y representa el cargo de la energía empleada por la empresa durante un período de tiempo dentro del horario pico.

**CARGO POR CONSUMO BASE:**

Resulta de aplicar la fórmula proporcionada por C. F. E.:

$$0.6689 ( HRB * DB ) = N\$$$

Donde:

DB- Es la demanda máxima medida en horario base en Kw.

HRB- Es el total de horas base en el mes.

Y representa el cargo por la energía empleada por la empresa durante un período de tiempo dentro del horario base.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

CARGO DE PLANTA ELÉCTRICA GRUPO INDUSTRIAL: ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Esta dado por la fórmula proporcionada por P. E. G. I.:

$$0.137 ( DEM ) = N\$$$

Donde:

DEM- Es la demanda de cada equipo en Kw.

Y representa el cargo de la energía empleada por la planta de los equipos conectados a P. E. G. I.

# CAPITULO IV

## MÉTODO DE PROGRAMACIÓN UTILIZADO

En el desarrollo de esta tesis se emplean para su solución dos métodos:

- Método Simplex.
- Programación por metas.

### METODO SIMPLEX:

Es empleada para plantear el problema básico del cálculo del número de horas de cada equipo en cada alimentación de energía ( C. F. E. o P. E. G. I. ) y para cada horario ( base o pico ) las cuales deben cumplir con una demanda de cemento dada y una serie de restricciones como son :

- Aportación ( Insumos y productos del proceso ).
- Operabilidad ( Equipos a operar en un período dado ).
- Eliminación ( Representan períodos de inoperabilidad ).
- Horas ( Tiempo en horas que un equipo puede operar en un periodo dado ).

### PROGRAMACIÓN POR METAS:

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Es utilizada en este caso para redefinir las restricciones de las horas de trabajo por equipos para que el modelo ajuste los resultados hasta un nivel determinado como el máximo de horas que un equipo puede operar en un periodo dado.

# CAPITULO V

## EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

Durante el proceso de la elaboración del cemento se pasa por una fase en la cual se requiere de unas reacciones que sólo se pueden realizar con altas temperaturas y son realizadas en hornos rotatorios; los cuales no pueden detener su movimiento por períodos mayores a 15 minutos porque causaría una deformación irreversible en el horno mismo con la cual no podría operar. Esta condición vital produce una restricción en los equipos que tienen posibilidades de parar durante el horario pico.

Dada la configuración del circuito de alimentación eléctrica de la planta algunos equipos están conectados continuamente a C. F. E. y otros a P. E. G. I., pero existen algunos que tienen la posibilidad de intercambiarse de una a otra según sea más conveniente.

En la siguiente tabla están representadas las cargas de la planta y sus alimentaciones posibles:

EQUIPO	C. F. E.	P. E. G. I.
Triturador de caliza 2	2.25	2.25
Triturador de yeso		0.23
Triturador williams		0.11
Triturador de arcilla		0.71
Molino de materia prima # 5		1.20
Molino de materia prima # 6	3.25	3.25
Molino de materia prima # 7	3.45	3.45
Molino de materia prima # 8		3.35
Horno # 5		1.15
Horno # 6		0.63
Horno # 8		1.43
Horno # 9	1.67	
Horno # 10	3.9	
Molino de cemento blanco # 3		1.12
Molino de cemento blanco # 5		1.25
Molino de cemento gris # 6	3.25	
Molino de cemento gris # 7	6.10	
Molino de cemento gris # 8	6.10	

# CAPITULO VI

## DEFINICION DE VARIABLES DEL PROGRAMA

### HORAS DE TRABAJO:

Representan cuántas horas del total de las del mes deberá de trabajar un equipo dado en un horario definido y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I. para poder cumplir con una demanda para cada tipo de cemento dada.

Para conocer los valores que tendrán las variables de horas de trabajo se requiere solucionar el modelo matemático y éstos puede ser empleados para la programación óptima de los equipos.

TYB = Horas de trabajo del triturador de yeso en horario base alimentado por C. F. E.

TYP = Horas de trabajo del triturador de yeso en horario pico alimentado por C. F. E.

MP6B = Horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

MP6P = Horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

MP7B = Horas de trabajo del molino de materia prima # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

MP7P = Horas de trabajo del molino de materia prima # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

H9B = Horas de trabajo del horno # 9 en horario base alimentado por C. F. E.

H9P = Horas de trabajo del horno # 9 en horario pico alimentado por C. F. E.

H10B = Horas de trabajo del horno # 10 en horario base alimentado por C. F. E.

H10P = Horas de trabajo del horno # 10 en horario pico alimentado por C. F. E.

MCG6BA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG6PA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG6BG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG6PG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG6BM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

MCG6PM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

MCG7BA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG7PA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG7BG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG7PG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG7BM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

MCG7PM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

MCG8BA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG8PA = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Atlante.

MCG8BG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG8PG = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Granel.

MCG8BM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

MCG8PM = Horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E procesando cemento Monterrey.

TC2 = Horas de trabajo del triturador de caliza # 2 alimentado por P. E. G. I.

TW = Horas de trabajo del triturador Williams alimentado por P. E. G. I.

TA = Horas de trabajo del triturador de arcilla alimentado por P. E. G. I.

MP5 = Horas de trabajo del molino de materia prima # 5 alimentado por P. E. G. I.

MP6 = Horas de trabajo del molino de materia prima # 6 alimentado por P. E. G. I.

MP7 = Horas de trabajo del molino de materia prima # 7 alimentado por P. E. G. I.

MP8 = Horas de trabajo del molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

H5 = Horas de trabajo del horno # 5 alimentado por P. E. G. I.

H8 = Horas de trabajo del horno # 8 alimentado por P. E. G. I.

H6 = Horas de trabajo del horno # 6 alimentado por P. E. G. I.

MCB3 = Horas de trabajo del molino de cemento blanco # 3 alimentado por P. E. G. I.

MCB5 = Horas de trabajo del molino de cemento blanco # 5 alimentado por P. E. G. I.

## DIFERENCIA DE HORAS

Aunado a las restricciones de horas de trabajo se tienen las diferencias de horas, las cuales si son positivas representan cuántas horas habrá de sumársele a las horas de trabajo de un equipo en un horario definido alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I. para un período dado con el fin de cumplir con la demanda de cemento, si son negativas representan cuántas horas se tiene ocioso un equipo en un horario definido alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

Es necesario conocer cuál es la diferencia de horas debido a que ese tiempo serán operados los equipos y no se podrá disponer de ellos para otras actividades.

Con esto se le permite al modelo cumplir con las restricciones más importantes pudiendo romper hasta un cierto nivel las restricciones de horas de trabajo para un período dado.

DTYBP = Diferencia positiva de horas de trabajo del triturador de yeso en horario base alimentado por C. F. E.

DTYBN = Diferencia negativa de horas de trabajo del triturador de yeso en horario base alimentado por C. F. E.

DTYPP = Diferencia positiva de horas de trabajo del triturador de yeso en horario pico alimentado por C. F. E.

DTYPN = Diferencia negativa de horas de trabajo del triturador de yeso en horario pico alimentado por C. F. E.

DMP6BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

DMP6BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

DMP6PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMP6PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMP7BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

DMP7BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

DMP7PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMP7PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

DH9BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 9 en horario base alimentado por C. F. E.

DH9BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 9 en horario base alimentado por C. F. E.

DH9PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 9 en horario pico alimentado por C. F. E.

DH9PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 9 en horario pico alimentado por C. F. E.

DH10BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 10 en horario base alimentado por C. F. E.

DH10BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 10 en horario base alimentado por C. F. E.

DH10PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 10 en horario pico alimentado por C. F. E.

DH10PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 10 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC6BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC6BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC6PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC6PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC7BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC7BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC7PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC7PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC8BP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC8BN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E.

DMC8PP = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E.

DMC8PN = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E.

DTC2P = Diferencia positiva de horas de trabajo del triturador de caliza # 2 alimentado por P. E. G. I.

DTC2N = Diferencia negativa de horas de trabajo del triturador de caliza # 2 alimentado por P. E. G. I.

DTWP = Diferencia positiva de horas de trabajo del triturador Williams alimentado por P. E. G. I.

DTWN = Diferencia negativa de horas de trabajo del triturador Williams alimentado por P. E. G. I.

DTAP = Diferencia positiva de horas de trabajo del triturador de arcilla alimentado por P. E. G. I.

DTAN = Diferencia negativa de horas de trabajo del triturador de arcilla alimentado por P. E. G. I.

DMP5P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 5 alimentado por P. E. G. I.

DMP5N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 5 alimentado por P. E. G. I.

DMP6P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 alimentado por P. E. G. I.

DMP6N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 6 alimentado por P. E. G. I.

DMP7P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 7 alimentado por P. E. G. I.

DMP7N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 7 alimentado por P. E. G. I.

DMP8P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

DMP8N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

DH5P = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 5 alimentado por P. E. G. I.

DH5N = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 5 alimentado por P. E. G. I.

DH6P = Diferencia positiva de horas de trabajo del horno # 6 alimentado por P. E. G. I.

DH6N = Diferencia negativa de horas de trabajo del horno # 6 alimentado por P. E. G. I.

DMCB3P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento blanco # 3 alimentado por P. E. G. I.

DMCB3N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento blanco # 3 alimentado por P. E. G. I.

DMCB5P = Diferencia positiva de horas de trabajo del molino de cemento blanco # 5 alimentado por P. E. G. I.

DMCB5N = Diferencia negativa de horas de trabajo del molino de cemento blanco # 5 alimentado por P. E. G. I.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### OPERACIÓN:

Representa cuáles equipos operarán durante un período de tiempo dado en un horario definido y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

ITYB = Operación del triturador de yeso en horario base alimentado por C. F. E.

ITYP' = Operación del triturador de yeso en horario pico alimentado por C. F. E.

IMP6B = Operación del molino de materia prima # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

IMP6P = Operación del molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

IMP7B = Operación del molino de materia prima # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

IMP7P = Operación del molino de materia prima # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

IH9B = Operación del horno # 9 en horario base alimentado por C. F. E.

IH9P = Operación del horno # 9 en horario pico alimentado por C. F. E.

IH10B = Operación del horno # 10 en horario base alimentado por C. F. E.

IH10P = Operación del horno # 10 en horario pico alimentado por C. F. E.

IMCG6B = Operación del molino de cemento gris # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

IMCG6P = Operación del molino de cemento gris # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

IMCG7B = Operación del molino de cemento gris # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

IMCG7P = Operación del molino de cemento gris # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

IMCG8B = Operación del molino de cemento gris # 8 en horario base alimentado por C. F. E.

IMCG8P = Operación del molino de cemento gris # 8 en horario pico alimentado por C. F. E.

ITC2 = Operación del triturador de caliza # 2 alimentado por P. E. G. I.

ITW = Operación del triturador Williams alimentado por P. E. G. I.

ITA = Operación del triturador de arcilla alimentado por P. E. G. I.

IMP5 = Operación del molino de materia prima # 5 alimentado por P. E. G. I.

IMP6 = Operación del molino de materia prima # 6 alimentado por P. E. G. I.

IMP7 = Operación del molino de materia prima # 7 alimentado por P. E. G. I.

IMP8 = Operación del molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

IH5 = Operación del horno # 5 alimentado por P. E. G. I.

IH6 = Operación del horno # 6 alimentado por P. E. G. I.

IH8 = Operación del horno # 8 alimentado por P. E. G. I.

IMCB3 = Operación del molino de cemento blanco # 3 alimentado por P. E. G. I.

IMCB5 = Operación del molino de cemento blanco # 5 alimentado por P. E. G. I.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CAPITULO VII

## FORMULACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

### FUNCIÓN OBJETIVO:

La función objetivo es la representación matemática de las aportaciones de cada uno de los equipos productivos de la planta al costo total de la energía eléctrica ya sean de C. F. E. y/o de P. E. G. I.

Por ejemplo podemos calcular la aportación del Triturador de yeso en horario base y en horario pico.

#### CARGO POR DEMANDA BASE:

De la fórmula proporcionada por C. F. E. vista en el capítulo III tenemos

$$26.441 * 0.23 * 0.2 = 1.2161$$

#### CARGO POR DEMANDA PICO:

De la fórmula proporcionada por C. F. E. vista en el capítulo III tenemos

$$26.441 * 0.23 * 0.8 = 4.8651$$

#### CARGO POR CONSUMO PICO:

De la fórmula proporcionada por C. F. E. vista en el capítulo III tenemos

$$0.8 * 0.24901 * 1 * 0.23 = 0.458$$

#### CARGO POR CONSUMO BASE:

De la fórmula proporcionada por C. F. E. vista en el capítulo III tenemos

$$0.6689 * 1 * 0.23 = 0.0154$$

Las prioridades que toman en la programación por metas las variables de diferencia de horas vienen a representar un cargo por consumo base y pico a los equipos alimentados por C. F. E. y un cargo por consumo a los equipos alimentados por P. E. G. I., la forma de calcularlos es igual a la señalada al inicio de este capítulo.

De igual manera se calcula para las demás variables su contribución a la función objetivo dándonos:

$$Z_{\min} =$$

$$\begin{aligned}
 & 0.0154TYB + 0.0458TYP + 0.1505TC2B + 0.4482TC2P + 0.2174MP6B + \\
 & 0.6474MP6P + 0.2308MP7B + 0.6873MP7P + 0.1117H9B + 0.3327H9P + \\
 & 0.2609H10B + 0.7769H10P + 0.2174MCG6BA + 0.6474MCG6PA + 0.2174MCG6BG \\
 & + 0.6474MCG6PG + 0.2174MCG6BM + 0.6474MCG6PM + 0.408MCG7BA + \\
 & 1.36MCG7PA + 0.408MCG7BG + 1.36MCG7PG + 0.408MCG7BM + 1.36MCG7PM \\
 & + 0.408MCG8BA + 1.36MCG8PA + 0.408MCG8BG + 1.36MCG8PG + .408MCG8BM \\
 & + 1.36MCG8PM + 0.3083TC2 + 0.0151TW + 0.0973TA + 0.1644MP5 + 0.4453MP6 + \\
 & 0.4723MP7 + 0.459MP8 + 0.1575H5 + 0.0863H6 + 0.1959H8 + 0.1534MCB3 + \\
 & 0.1713MCB5 + 0.0154DTYBP + 0.048DTYPP + 0.1505DTC2BP + 0.4482DTC2PP + \\
 & 0.2174DMP6BP + 0.6474DMP6PP + 0.2131DMP7BP + 0.6872DMP7PP + \\
 & 0.2174DMC6BP + 0.6474DMCPP + 0.408DMC7BP + 1.36DMC7PP + 0.408DMC8BP \\
 & + 1.36DMC8PP + 0.308DTC2P + 0.015DTWP + 0.0973DTAP + 0.1644DMP5P + \\
 & 0.4453DMP6P + 0.459DMP8P + 0.1534DMCB3P + 0.1713DMCB5P + 1.216ITYB + \\
 & 4.865ITYP + 11.9ITC2B + 47.6ITC2P + 17.19IMP6B + 68.75IMP6P + 18.24IMP7B + \\
 & 72.98IMP7P + 8.831IH9B + 35.33IH9P + 20.62IH10B + 82.49IH10P + 17.19IMCG6B \\
 & + 68.75IMCG6P + 32.26IMCG7B + 129IMCG7P + 32.26IMCG8B + 129IMCG8P
 \end{aligned}$$

### RESTRICCIONES:

Representan las capacidades de producción de los equipos de la planta así como los consumos de materias primas de los mismos.

### APORTACIÓN

Representa los insumos y productos del proceso de fabricación de cemento.

### CALIZAG

Representa la producción de los trituradores y el consumo de caliza gris de los molinos de materia prima.

Capacidad de producción del Triturador de caliza # 2 = 750 toneladas por hora.

Se puede alimentar con C. F. E. y por P. E. G. I. ( según la tabla del capítulo V ).

Los Molinos de materia prima # 6, 7 y 8 demandan 122.5 toneladas por hora de caliza cada uno.

Los Molinos de materia prima # 6 y 7 se pueden alimentar por C. F. E. y por P. E. G. I.

El Molino de materia prima # 8 solo se puede alimentar por P. E. G. I.

De éstos datos se deduce la restricción:

$$750TC2B + 750TC2P + 750TC2 - 122.5 ( MP6B + MP6P + MP7B + MP7P ) - 122.5$$

$$( MP6 + MP7 + MP8 ) \geq 0$$

### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### ARCILLAG

Representa la producción de los trituradores y el consumo de arcilla gris de los molinos de materia prima.

$$250TA - 52.5 ( MP6B + MP6P + MP7B + MP7P ) - 52.5 ( MP6 + MP7 + MP8 ) \geq 0$$

### CAOCALBCA

Determina el consumo y la producción de caolín del molino de materia prima.

$$100TW - 50MP5 \geq 0$$

## HORNOSG

Representa la producción de los molinos de materia prima y el consumo de los hornos en gris.

$$175 (MP6B + MP6P + MP7B + MP7P) + 175 (MP6 + MP7 + MP8) - 100H8 - 110H9B - 110H9P - 175H10B - 175H10P \geq 0$$

## HORNOSB

Representa la producción de los molinos de materia prima y el consumo de los hornos en blanco.

$$51MP5 - 34H5 - 15H6 \geq 0$$

## MOLGATL

Representa el pronóstico de venta de cemento Atlante.

$$60MCG6BA + 60MCG6PA + 140MCG7BA + 140MCG7PA + 140MCG8BA + 140MCG8PA \geq 0$$

## MOLGGRA

Representa el pronóstico de venta de cemento granel.

$$60MCG6BG + 60MCG6PG + 125MCG7BG + 125MCG7PG + 140MCG8BG + 140MCG8PG \geq 40800$$

## MOLGMTY

Representa el pronóstico de venta de cemento Monterrey.

$$60MCG6BM + 60MCG6PM + 140MCG7BM + 140MCG7PM + 140MCG8BM + 140MCG8PM \geq 95200$$

## BCONAL

Representa el pronóstico de venta de cemento blanco nacional.

$$25MCB3 \geq 13130$$

## BCOEXP

Representa el pronóstico de venta de cemento blanco exportación.

$$21MCB5 \geq 0$$

## YESOG

Representa la cantidad de producción del triturador y consumo de yeso de los molinos.

$$100 (TYB + TYP) - 2.4 (MCG6BA + MCG6PA + MCG6BG + MCG6PG + \\ MCG6BM + MCG6PM) - 5.6 (MCG7BA + MCG7PA + MCG7BM + MCG7PM + \\ MCG8BA + MCG8PA + MCG8BM + MCG8PM) - 5 (MCG7BG + MCG7PG + \\ MCG8BG + MCG8PG) \geq 0$$

## OPERABILIDAD

Están definidas como los equipos que puede en un momento dado operar en un horario definido y alimentados por C. F. E. y/o P. E. G. I.

Un uno significará que el equipo si opera durante un período de tiempo ya sea en horario base o pico a los equipos alimentados por C. F. E. o a los equipos alimentados por P. E. G. I.; un cero significa que no opera el equipo durante ese período de tiempo ya sea que estén alimentados por C. F. E. o por P. E. G. I. En los equipos que no es posible pararlos durante el horario pico y que se alimenten por C. F. E. es igual a dos, esto es, un uno del horario base más un uno en horario pico.

Estas restricciones tienen la finalidad de definir los equipos con los cuales se cuenta para cumplir con una demanda de cemento en un momento dado.

Se puede considerar que no son variables ya que están igualadas a un valor constante, sin embargo se incluyen porque en un período diferente de tiempo sí pueden cambiarsu situación de operabilidad.

## OPTC2

Define si el triturador de caliza # 2 trabaja en P. E. G. I.

ITC2 = 1

## OPTW

Define si el triturador williams trabaja en P. E. G. I.

ITW = 1

## OPTA

Define si el triturador de arcilla trabaja en P. E. G. I.

ITA = 1

## OPTYB

Define si el triturador de yeso trabaja durante el horario base en C. F. E.

ITYB = 1

## OPTYP

Define si el triturador de yeso trabaja durante el horario pico en C. F. E.

ITYP = 0

## OPTC2B

Define si el triturador de caliza # 2 trabaja durante el horario base en C. F. E.

ITC2B = 1

**OPTC2P**

Define si el triturador de caliza # 2 trabaja durante el horario pico en C. F. E.

$$ITC2P = 0$$

**OPMP5**

Define si trabaja el molino de materia prima # 5 en P. E. G. I.

$$ITMP5 = 1$$

**OPMP6B**

Define si trabaja el molino de materia prima # 6 durante horario base en C. F. E.

$$IMP6B = 1$$

**OPMP6P**

Define si trabaja el molino de materia prima # 6 durante horario pico en C. F. E.

$$IMP6P = 0$$

**OPMP6PEG**

Define si trabaja el molino de materia prima # 6 en P. E. G. I.

$$IMP6 = 1$$

**OPMP7B**

Define si trabaja el molino de materia prima # 7 durante horario base en C. F. E.

$$IMP7B = 1$$

**OPMP7P**

Define si trabaja el molino de materia prima # 7 durante horario pico en C. F. E.

$IMP7P = 0$

**OPMP7PEG**

Define si trabaja el molino de materia prima # 7 en P. E. G. I.

$IMP7 = 1$

**OPMP8**

Define si trabaja el molino de materia prima # 8 en P. E. G. I.

$IMP8 = 1$

**OPH5**

Define si trabaja el horno # 5 en P. E. G. I.

$IH5 = 1$

**OPH6**

Define si trabaja el horno # 6 en P. E. G. I.

$IH6 = 0$

**OPH8**

Define si trabaja el horno # 8 en P. E. G. I.

$IH8 = 1$

## OPH9

Define si trabaja el horno # 9 en horarios base y pico a C. F. E.

$$IH9B + IH9P = 2$$

## OPH10

Define si trabaja el horno # 10 en horarios base y pico a C. F. E.

$$IH10B + IH10P = 2$$

## OPMCB3

Define si trabaja el molino de cemento blanco # 3 en P. E. G. I.

$$IMCB3 = 1$$

## OPMCB5

Define si trabaja el molino de cemento blanco # 5 en P. E. G. I.

$$IMCB5 = 1$$

## OPMCG6B

Define si trabaja el molino de cemento gris # 6 durante horario base a C. F. E.

$$IMCG6B = 0$$

## OPMCG6P

Define si trabaja el molino de cemento gris # 6 durante horario pico a C. F. E.

$$IMCG6P = 0$$

## OPMCG7B

Define si trabaja el molino de cemento gris # 7 durante horario base a C. F. E.

$$\text{IMCG7B} = 1$$

## OPMCG7P

Define si trabaja el molino de cemento gris # 7 durante horario pico a C. F. E.

$$\text{IMCG7P} = 0$$

## OPMCG8B

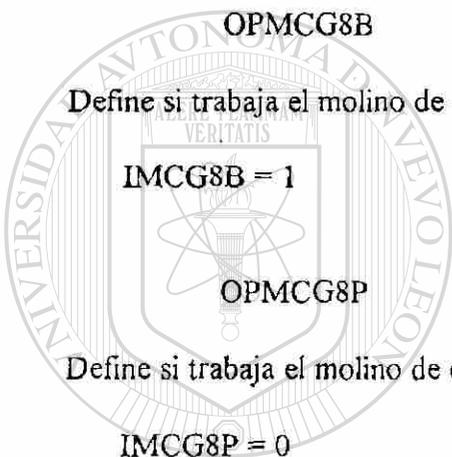
Define si trabaja el molino de cemento gris # 8 durante horario base a C. F. E.

$$\text{IMCG8B} = 1$$

## OPMCG8P

Define si trabaja el molino de cemento gris # 8 durante horario pico a C. F. E.

$$\text{IMCG8P} = 0$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
ELIMINACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Determinan un coeficiente de variable de valor negativo muy grande para forzar al modelo a no utilizar algún equipo productivo en la solución del problema.

Esto es con el fin de que el modelo no utilice para la solución, los equipos que no es posible operarlos durante un período de tiempo.

-MTC2

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de caliza # 2 en P. E. G. I.

$$\text{TC2} - 90000\text{ITC2} \leq 0$$

-MTW

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador williams en P. E. G. I.

$TW - 90000ITW \leq 0$

-MFA

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de arcilla en P. E. G. I.

$TA - 90000ITA \leq 0$

-MTYB

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de yeso en horario base conectado a C. F. E.

$TYB - 90000ITYB \leq 0$

-MTYP

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de yeso en horario pico conectado a C. F. E.

$TYP - 90000ITYP \leq 0$

-MTC2B

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de caliza # 2 en horario base conectado a C. F. E.

$TC2B - 90000ITC2B \leq 0$

' -MTCP

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el triturador de caliza # 2 en horario pico conectado a C. F. E.

$TC2P - 90000ITC2P \leq 0$

**-MMP6B**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 6 en horario base conectado a C. F. E.

$$MP6B - 90000IMP6B \leq 0$$

**-MMP6P**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 6 en horario pico conectado a C. F. E.

$$MP6P - 90000IMP6P \leq 0$$

**-MMP6PEG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 6 en P. E. G. I.

$$MP6 - 90000IMP6 \leq 0$$

**-MMP7B**

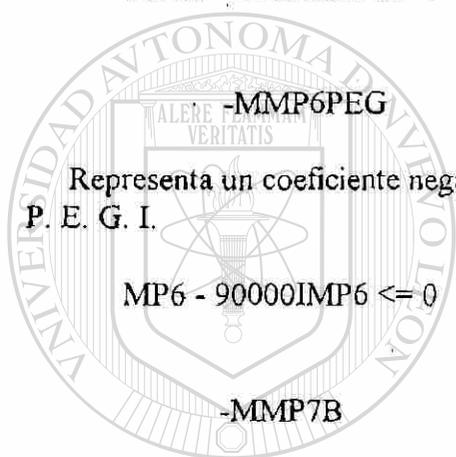
Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 7 en horario base conectado a C. F. E.

$$MP7B - 90000IMP7B \leq 0$$

**-MMP7P**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 7 en horario pico conectado a C. F. E.

$$MP7P - 90000IMP7P \leq 0$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



-MMP7PEG

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 7 en P. E. G. I.

MP7 - 90000IMP7 <= 0

-MMP8

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de materia prima # 8 en P. E. G. I.

MP8 - 90000IMP8 <= 0

-MH5

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 5 en P. E. G. I.

H5 - 90000IH5 <= 0

-MH6

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 6 en P. E. G. I.

H6 - 90000IH6 <= 0

-MH8

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 8 en P. E. G. I.

H8 - 90000IH8 <= 0

-MH9B

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 9 en horario base conectado a C. F. E.

H9B - 90000IH9B <= 0

**-MH9P**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 9 en horario pico conectado a C. F. E.

$H9P - 90000IH9P \leq 0$

**-MH10B**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 10 en horario base conectado a C. F. E.

$H10B - 90000IH10B \leq 0$

**-MH10P**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el horno # 10 en horario pico conectado a C. F. E.

$H10P - 90000IH10P \leq 0$

**-MMCB3**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento blanco # 3 en P. E. G. I.

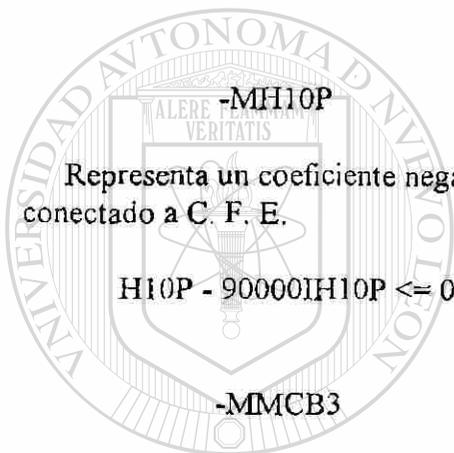
$MCB3 - 90000IMCB3 \leq 0$

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**-MMCB5**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento blanco # 5 en P. E. G. I.

$MCB5 - 90000IMCB5 \leq 0$



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



**-MMCG6BA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo atlante en horario base conectado a C. F. E.

$$MMCG6BA - 90000IMCG6BA \leq 0$$

**-MMCG6PA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo atlante en horario pico conectado a C. F. E.

$$MMCG6PA - 90000IMCG6PA \leq 0$$

**-MMCG6BG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo granel en horario base conectado a C. F. E.

$$MMCG6BG - 90000IMCG6BG \leq 0$$

**-MMCG6PG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo granel en horario pico conectado a C. F. E.

$$MMCG6PG - 90000IMCG6PG \leq 0$$

**-MMCG6BM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo monterrey en horario base conectado a C. F. E.

$$MMCG6BM - 90000IMCG6BM \leq 0$$

**-MMCG6PM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 6 produciendo tipo monterrey en horario pico conectado a C. F. E.

MMCG6PM - 90000IMCG6PM <= 0

**-MMCG7BA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo atlante en horario base conectado a C. F. E.

MMCG7BA - 90000IMCG7BA <= 0

**-MMCG7PA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo atlante en horario pico conectado a C. F. E.

MMCG7PA - 90000IMCG7PA <= 0

**-MMCG7BG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo granel en horario base conectado a C. F. E.

MMCG7BG - 90000IMCG7BG <= 0

**-MMCG7PG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo granel en horario pico conectado a C. F. E.

MMCG7PG - 90000IMCG7PG <= 0

**-MMCG7BM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo monterrey en horario base conectado a C. F. E.

MMCG7BM - 90000IMCG7BM <= 0

**-MMCG7PM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 7 produciendo tipo monterrey en horario pico conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG7PM} - 90000\text{IMCG7PM} \leq 0$$

**-MMCG8BA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo atlante en horario base conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8BA} - 90000\text{IMCG8BA} \leq 0$$

**-MMCG8PA**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo atlante en horario pico conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8PA} - 90000\text{IMCG8PA} \leq 0$$

**-MMCG8BG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo granel en horario base conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8BG} - 90000\text{IMCG8BG} \leq 0$$

**-MMCG8PG**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo granel en horario pico conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8PG} - 90000\text{IMCG8PG} \leq 0$$

**-MMCG8BM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo monterrey en horario base conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8BM} - 90000\text{IMCG8BM} \leq 0$$

**-MMCG8PM**

Representa un coeficiente negativo muy grande, para el molino de cemento gris # 8 produciendo tipo monterrey en horario pico conectado a C. F. E.

$$\text{MMCG8PM} - 90000\text{IMCG8PM} \leq 0$$

**HORAS**

Define el máximo tiempo en horas que un equipo puede operar en el mes en un horario definido y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

**HRTC2**

Define las horas disponibles en el mes para operar el triturador de caliza # 2 en P. E. G. I.  
Por ejemplo podemos analizar el triturador de caliza # 2:

El triturador sólo puede operar dos turnos al día

$$2 * 26 * 8 = 416$$

$$\text{TC2-DTC2P+DTC2N} \leq 416$$

**HRTC2B**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador de caliza # 2 en horario base en C. F. E.

$$\text{TC2B} - \text{DTC2BP} + \text{DTC2BN} \leq 416$$

**HRTC2P**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador de caliza # 2 en horario pico en C. F. E.

$$TC2P - DTC2PP + DTC2PN \leq 0$$

**MAXHRTC2**

Define el máximo de horas operables en el mes, del triturador de caliza # 2 en los horarios definidos y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

$$TC2B + TC2P + TC2 + DTC2BP + DTC2PP + DTC2 \leq 416$$

**HRTW**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador williams en P. E. G. I.

$$TW - DTWP + DTWN \leq 624$$

**HRTA**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador de arcilla en P. E. G. I.

$$TA - DTAP + DTAN \leq 416$$

**HRTYB**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador de yeso en horario base alimentado por C. F. E.

$$TYB - DTYBP + DTYBN \leq 512$$

**HRTYP**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el triturador de yeso en horario pico alimentado por C. F. E.

$$TYP - DTYPP + DTYPN \leq 0$$

**HRMP5**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 5 en P.E.G.I.

$$MP5 - DMP5P + DMP5N \leq 595$$

**MAXHRMP5**

Define el máximo de horas operables en el mes, del molino de materia prima # 5 alimentado por P. E. G. I.

$$MP5 + DMP5P \leq 650$$

**HRMP6B**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 6 en horario base alimentado por C. F. E.

$$MP6B - DMP6BP + DMP6BN \leq 512$$

**HRMP6P**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 6 en horario pico alimentado por C. F. E.

$$MP6P - DMP6PP + DMP6PN \leq 0$$

**HRMP6PEGI**

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 6 en P.E.G.I.

$$MP6 - DMP6P + DMP6N \leq 595$$

## MAXHRMP6

Define el máximo de horas operables en el mes, del molino de materia prima # 6 en los horarios definidos y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

$$MP6B + MP6P + MP6 + DMP6BP + DMP6PP + DMP6P \leq 595$$

## HRMP7B

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 7 en horario base alimentado por C. F. E.

$$MP7B - DMP7BP + DMP7BN \leq 512$$

## HRMP7P

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 7 en horario pico alimentado por C. F. E.

$$MP7P - DMP7PP + DMP7PN \leq 0$$

## HRMP7PEGI

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 7 alimentado por P. E. G. I.

$$MP7 - DMP7P + DMP7N \leq 595$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## MAXHRMP7

Define el máximo de horas operables en el mes, del molino de materia prima # 7 en los horarios definidos y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

$$MP7B + MP7P + MP7 + DMP7BP + DMP7PP + DMP7P \leq 595$$

## HRMP8

Define las horas disponibles en el mes, para operar el molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

$$MP8 - DMP8P + DMP8N \leq 595$$

## MAXHRMP8

Define el máximo de horas operables en el mes, del molino de materia prima # 8 alimentado por P. E. G. I.

$$MP8 + DMP8P \leq 650$$

Define las horas disponibles para operar el horno # 5 en P. E. G. I.

$$H5 = 744$$

HRH6

Define las horas disponibles para operar el horno # 6 en P. E. G. I.

$$H6 = 0$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Define las horas disponibles para operar el horno # 9 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$H9B = 640$$

HRH9P

Define las horas disponibles para operar el horno # 9 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$H9P = 104$$

**HRH10B**

Define las horas disponibles para operar el horno # 10 en horario base, alimentado por C.F.E.

$$H10B = 640$$

**HRH10P**

Define las horas disponibles para operar el horno # 10 en horario pico, alimentado por C.F.E.

$$H10P = 104$$

**HRMCB3**

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento blanco # 3, alimentado por P.E.G.I.

$$MCB3 - DMCB3P + DMCB3N \leq 650$$

**MAXHRMCB3**

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento blanco # 3, alimentado por P.E.G.I.

$$MCB3 + DMCB3P \leq 650$$

**HRMCB5**

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento blanco # 5, alimentado por P.E.G.I.

$$MCB5 - DMCB5P + DMCB5N \leq 650$$

## MAXHRMCB5

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento blanco # 5, alimentado por P. E. G. I.

$$MCB5 + DMCB5P \leq 650$$

## HRMCG6B

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 6 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG6BA + MCG6BG + MCG6BM - DMC66BP + DMC66BN \leq 0$$

## HRMCG6P

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 6 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG6PA + MCG6PG + MCG6PM - DMC66PP + DMC66PN \leq 0$$

## MAXHRMC6B

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 6 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG6BA + MCG6BG + MCG6BM + DMC66BP \leq 595$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## MAXHRMC6P

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 6 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG6PA + MCG6PG + MAG6PM + DMC66PP \leq 0$$

## HRMCG7B

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 7 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG7BA + MCG7BG + MCG7BM - DMCG7BP + DMCG7BN \leq 0$$

## HRMCG7P

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 7 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG7PA + MCG7PG + MCG7PM - DMCG7PP + DMCG7PN \leq 0$$

## MAXHRMC7B

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 7 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG7BA + MCG7BG + MCG7BM + DMCG7BP \leq 595$$

## MAXHRMCG7P

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 7 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG7PA + MCG7PG + MAG7PM + DMCG7PP \leq 0$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## HRMCG8B

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 8 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG8BA + MCG8BG + MCG8BM - DMCG8BP + DMCG8BN \leq 0$$

**HRMCG8P**

Define las horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 8 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG8PA + MCG8PG + MCG8PM - DMCG8PP + DMCG8PN \leq 0$$

**MAXHRMC8B**

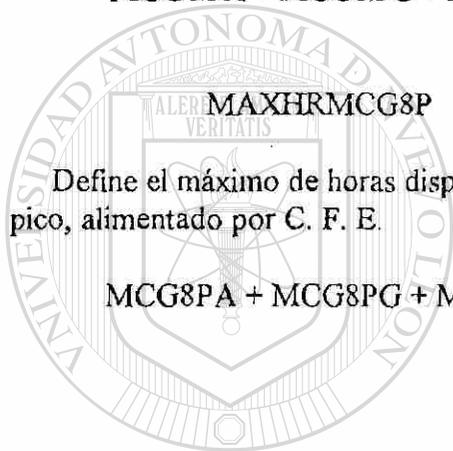
Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 8 en horario base, alimentado por C. F. E.

$$MCG8BA + MCG8BG + MCG8BM + DMCG8BP \leq 595$$

**MAXHRMCG8P**

Define el máximo de horas disponibles para operar el molino de cemento gris # 8 en horario pico, alimentado por C. F. E.

$$MCG8PA + MCG8PG + MAG8PM + DMCG8PP \leq 0$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPITULO VIII

### APLICACIÓN DE DATOS REALES AL MODELO Y SUS RESULTADOS

El siguiente caso resulta de aplicar el modelo a las necesidades de producción para un mes típico y muestra su aplicación a un problema real productivo de la industria cementera local.

Fue seleccionado un período de un mes, ya que es más fácil el análisis de las horas así como el costo mínimo que arroja el modelo.

#### RESTRICCIONES

Demanda de cemento para un mes en sus diferentes tipos:

Atlante ( MOLGATL )	0
Granel ( MOLGGRA )	27,000
Monterrey ( MOLGMTY )	85, 000
Blanco nacional ( BCONAL )	12,000
Blanco exportación ( BCOEXP )	3,000

Equipos que están en condiciones de trabajar en el mes:

Triturador de yeso en horario base (OPTYB )	ITYB = 1
Triturador de caliza # 2 en horario base ( OPTC2B )	ITC2B = 1
Molino de materia prima # 6 en horario base (OPMP6B )	IMP6B = 1
Molino de materia prima # 7 en horario base (OPMP7B )	IMP7B = 1
Horno # 9 en horario base y pico ( OPH9 )	IH9 = 2
Horno # 10 en horario base y pico (OPH10 )	IH10 = 2
Molino de cemento gris # 7 en horario base ( OPMC7B )	IMCG7B = 1
Molino de cemento gris # 8 en horario base ( OPMC8B )	IMCG8B = 1
Triturador de caliza # 2 en P. E. G. I. ( OPTC2 )	ITC2 = 1
Triturador williams en P. E. G. I. ( OPTW )	ITW = 1
Triturador de arcilla en P. E. G. I. ( OPTA )	ITA = 1
Molino de materia prima # 5 en P. E. G. I. ( OPMP5 )	IMP5 = 1
Molino de materia prima # 6 en P. E. G. I. ( OPMP6PEGI )	IMP6 = 1
Molino de materia prima # 7 en P. E. G. I. ( OPMP7PEGI )	IMP7 = 1
Molino de materia prima # 8 en P. E. G. I. ( OPMP8 )	IMP8 = 1

Horno # 5 en P. E. G. I. ( OPH5 )	IH5 = 1
Molino de cemento blanco # 3 en P. E. G. I. ( OPMCB3 )	IMCB3 = 1
Molino de cemento blanco # 5 en P. E. G. I. ( OPMCB5 )	IMCB5 = 1

Horas operables en el mes para cada equipo:

Triturador de yeso en horario base ( HRTYB )	512
Triturador de caliza # 2 en horario base ( HRTC2B )	416
Triturador de caliza # 2 en P. E. G. I. ( HRTC2 )	416
Máximas horas del triturador de caliza # 2 ( MAXHRTC2 )	416
Molino de materia prima # 6 en horario base ( HRMP6B )	512
Molino de materia prima # 6 en P. E. G. I. ( HRMP6PEGI )	595
Máximas horas del molino de materias primas # 6 ( MAXHRMP6 )	595
Molino de materia prima # 7 en horario base ( HRMP7B )	512
Molino de materia prima # 7 en P. E. G. I. ( HRMP7PEGI )	595
Máximas horas del molino de materias primas # 7 ( MAXHRMP7 )	595
Horno # 9 en horario base ( HRH9B )	640
Horno # 9 en horario pico ( HRH9P )	104
Horno # 10 en horario base ( HRH10B )	640
Horno # 10 en horario pico ( HRH10P )	104
Molino de cemento gris # 7 en horario base ( HRMCG7B )	512
Máximas horas del molino de cemento gris # 7 en horario base ( MAXHRMC7B )	595
Molino de cemento gris # 8 en horario base ( HRMCG8B )	512
Máximas horas del molino de cemento gris # 8 en horario base ( MAXHRMC8B )	595
Triturador williams en P. E. G. I. ( HRTW )	624
Triturador de arcilla en P. E. G. I. ( HRTA )	416
Molino de materia prima # 5 en P. E. G. I. ( HRMP5 )	595
Máximas horas del molino de materias primas # 5 ( MAXHRMP5 )	650
Molino de materia prima # 8 en P. E. G. I. ( HRMP8 )	595
Máximas horas del molino de materias primas # 8 ( MAXHRMP8 )	650
Horno # 5 en P. E. G. I. ( HRH5 )	744
Molino de cemento blanco # 3 en P. E. G. I. ( HRMCB3 )	595
Máximas horas del molino de cemento blanco # 3 ( MAXHRMCB3 )	650
Molino de cemento blanco # 5 en P. E. G. I. ( HRMCB5 )	595
Máximas horas del molino de cemento blanco # 5 ( MAXHRMCB5 )	650

## RESULTADOS

Significa la cantidad de horas que operará cada equipo en un horario definido y alimentado por C. F. E. y/o P. E. G. I.

EQUIPO	HORAS DE OPERACION	HORARIO
1- Triturador de yeso	43.64	Base
2- Triturador de caliza 2	197.9	Base
3- Molino de materia prima # 6	512	Base
4- Molino de materia prima # 7	553.5	Base
5- Horno # 9	640	Base
6- Horno # 9	104	Pico
7- Horno # 10	640	Base
8- Horno # 10	104	Pico
9- Molino de cemento gris # 7 Monterrey	288	Base
10- Molino de cemento gris # 8 Granel	192.85	Base
11- Molino de cemento gris # 8 Monterrey	319.14	Base
12- Triturador williams	248	PEGI
13- Triturador de arcilla	254.44	PEGI
14- Molino de materia prima # 5	496	PEGI
15- Molino de materia prima # 6	83	PEGI
16- Molino de materia prima # 8	63.15	PEGI
17- Horno # 5	744	PEGI
19- Molino de cemento blanco # 3	480	PEGI
20- Molino de cemento blanco # 5	142.85	PEGI

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COSTO MÍNIMO: N\$1'610,233.00

Resumiendo:

C. F. E.

HORARIO BASE

Triturador de yeso

tritador de caliza # 2

Molino de materia prima # 6

Molino de materia prima # 7

C. F. E.

HORARIO PICO

Horno # 9

Horno # 10

P. E. G. I.

Triturador williams

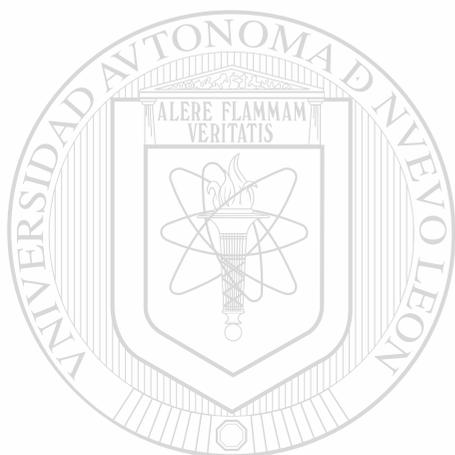
Triturador de arcilla

Molino de materia prima # 5

Molino de materia prima # 6

Horno # 9  
Horno # 10  
Molino de cemento gris # 7  
Molino de cemento gris # 8

Molino de materia prima # 8  
Horno # 5  
Molino de cemento blanco # 3  
Molino de cemento blanco # 5



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CAPITULO IX

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES SOBRE EL CASO PRÁCTICO:

Al tener una herramienta como este modelo es posible evaluar con anticipación las necesidades de producción para un período, así como una variación en las mismas.

El costo mínimo para el mes será de N\$ 1'610,233.00 si se lleva a cabo el programa de operación generado por el modelo con el número de horas de cada equipo, para cada uno de los horarios y/o alimentaciones.

De los datos reales de la operación de la planta cementera en cuestión, durante el período analizado se pagó por concepto de energía eléctrica la cantidad de N\$ 1'620,463.00 de lo que podemos concluir, que la solución del modelo matemático es posible aplicarse a la realidad con lo que reditúa en beneficios substanciales.

De un caso anterior con las mismas demandas de cemento en el cual no se utilizaba este método de programación de la producción, tenemos que el pago por concepto de energía eléctrica fue de N\$ 2'831,000.00 y analizando el resultado de la aplicación de la solución generada por el modelo contra este valor tenemos un ahorro de N\$ 1'220,767.00 con lo que se demuestra que el beneficio de aplicar la solución generada a la realidad es muy significativo.

Este programa nos da pie para buscar más áreas de oportunidad para la reducción de costos al poder programar los equipos en horarios en los cuales las horas hombre sean más baratas y eliminar horas extras o dobles, con lo cual lograremos mayores beneficios.

Podemos concluir que el uso del modelo de programación lineal, es una herramienta con la cual es posible programar la operación de los equipos de una planta cementera de manera ordenada, para minimizar el costo de la energía eléctrica basados en cálculos matemáticos y no sólo en la experiencia.

También es posible analizar variaciones en la eficiencia de los equipos con lo que podría modificarse el número de horas de operación.

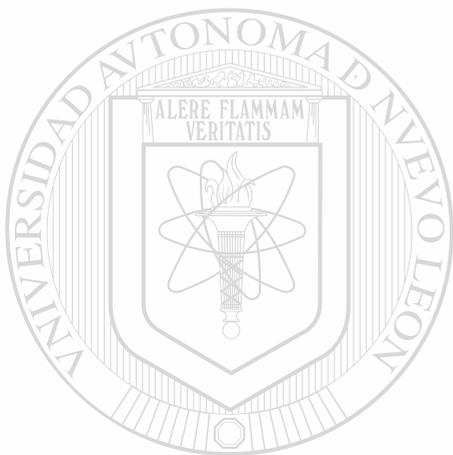
## RECOMENDACIONES:

Es adecuado hacer un estudio más a fondo sobre el efecto de las variaciones en las eficiencias de los equipos productivos y cuál sería su efecto sobre el costo mínimo.

Es adecuado hacer un estudio que considere los costos de mano de obra y otras implicaciones ( Turnos diurnos, turnos nocturnos, tiempo normal, tiempo extra, etc. ) de acuerdo con los horarios de programación de los equipos.

En general se recomienda hacer un análisis de sensibilidad del modelo.

De lo anterior se desprende que existe material para desarrollo de futuras tesis que serían variantes del modelo aquí presentado.



# UANL

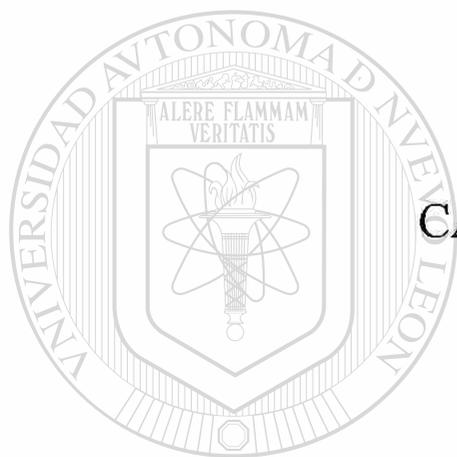
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CAPITULO X



APÉNDICE A

CASO DE ANÁLISIS

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



S  
 GERS: 30                    OBJECTIVE:    MIN                    VARIABLES: 118                    DATE 02-22-1995  
                                  CONSTRAINTS: 123                    SLACKS:        88                    TIME        15:03:59

+ .0154\*TYB+.0458\*TYP+.1505\*TC2B+.4482\*TC2P+.2174\*MP6B+.6474\*MP6P+  
 .2308\*MP7B+.6873\*MP7P+.1117\*H9B+.3327\*H9P+.2609\*H10B+.7769\*H10P+  
 .2174\*MCG6BA+.6474\*MCG6PA+.2174\*MCG6BG+.6474\*MCG6PG+.2174\*MCG6BM+  
 .6474\*MCG6PM+.408\*MCG7BA+1.36\*MCG7PA+.408\*MCG7BG+1.63\*MCG7PG+.408\*  
 MCG7BM+1.36\*MCG7PM+.408\*MCG8BA+1.36\*MCG8PA+.408\*MCG8BG+1.36\*MCG8PG+  
 .408\*MCG8BM+1.36\*MCG8PM+.3083\*TC2+.0151\*TW+.0973\*TA+.1644\*MP5+.4453\*  
 MP6+.4723\*MP7+.459\*MP8+.1575\*H5+.0863\*H6+.1959\*H8+.1534\*MCB3+.1713\*  
 MCB5+.0154\*DTYBP+.048\*DTYPP+.1505\*DTC2BP+.4482\*DTC2PP+.2174\*DMP6BP+  
 .6474\*DMP6PP+.2131\*DMP7BP+.6872\*DMP7PP+.2174\*DMC6BP+.6474\*DMC6PP+  
 .408\*DMC7BP+1.36\*DMC7PP+.408\*DMC8BP+1.36\*DMC8PP+.308\*DTC2P+.015\*  
 DTWP+.0973\*DTAP+.1644\*DMP5P+.4453\*DMP6P+.459\*DMP8P+.1534\*DMCB3P+  
 .1713\*DMCB5P+1.216\*ITYB+4.865\*ITYP+11.9\*ITC2B+47.6\*ITC2P+17.19\*  
 IMP6B+68.75\*IMP6P+18.24\*IMP7B+72.98\*IMP7P+8.831\*IH9B+35.33\*IH9P+  
 20.62\*IH10B+82.49\*IH10P+17.19\*IMCG6B+68.75\*IMCG6P+32.26\*IMCG7B+129\*  
 IMCG7P+32.26\*IMCG8B+129\*IMCG8P

ZAG 750\*TC2B+750\*TC2P-122.5\*(MP6B+..+MP7P)+750\*TC2-122.5\*(MP6+..+MP8)>=0

LLAG -52.5\*(MP6B+..+MP7P)+250\*TA-52.5\*(MP6+..+MP8)>=0

ALBCA 100\*TW-50\*MP5>=0

DSG 175\*(MP6B+..+MP7P)-110\*H9B-110\*H9P-175\*H10B-175\*H10P+175\*(MP6+..+  
 MP8)-100\*H8>=0

DSB 51\*MP5-34\*H5-15\*H6>=0

ATL 60\*MCG6BA+60\*MCG6PA+140\*MCG7BA+140\*MCG7PA+140\*MCG8BA+140\*MCG8PA>=0

SRA 60\*MCG6BG+60\*MCG6PG+125\*MCG7BG+125\*MCG7PG+140\*MCG8BG+140\*MCG8PG>=27000

ITY 60\*MCG6BM+60\*MCG6PM+140\*MCG7BM+140\*MCG7PM+140\*MCG8BM+140\*MCG8PM>=85000

IL 25\*MCB3>=12000

IP 21\*MCB5>=3000

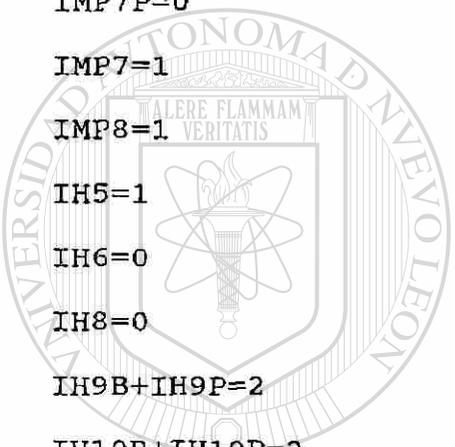
! 100\*TYB+100\*TYP-2.4\*(MCG6BA+..+MCG6PM)-5.6\*MCG7BA-5.6\*MCG7PA-5\*  
 MCG7BG-5\*MCG7PG-5.6\*(MCG7BM+..+MCG8PA)-5\*MCG8BG-5\*MCG8PG-5.6\*MCG8BM-  
 5.6\*MCG8PM>=0

! ITC2=1

ITW=1

ITA=1

TYB ITYB=1  
 TYP ITYP=0  
 TC2B ITC2B=1  
 TC2P ITC2P=0  
 MP5 IMP5=1  
 MP6B IMP6B=1  
 MP6P IMP6P=0  
 MP6PEG IMP6=1  
 MP7B IMP7B=1  
 MP7P IMP7P=0  
 MP7PEG IMP7=1  
 IP8 IMP8=1  
 I5 IH5=1  
 I6 IH6=0  
 I8 IH8=0  
 I9 IH9B+IH9P=2  
 I10 IH10B+IH10P=2



UANL

CB3 IMCB3=1

CB5 IMCB5=1

CG6B IMCG6B=0

CG6P IMCG6P=0

CG7B IMCG7B=1

CG7P IMCG7P=0

CG8B IMCG8B=1

CG8P IMCG8P=0

I2 TC2-90000\*ITC2<=0

TW-90000\*ITW<=0

TA-90000\*ITA<=0

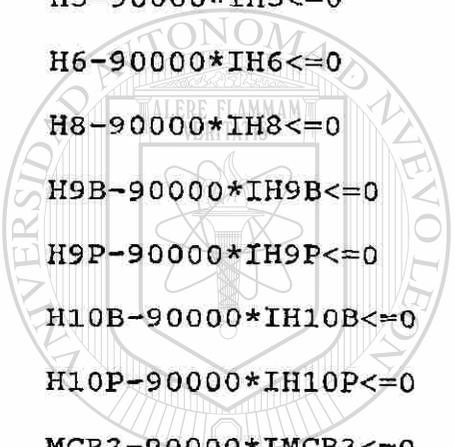
I5 TYB-90000\*ITYB<=0

I6 TYP-90000\*ITYP<=0

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

TC2B TC2B-90000\*ITC2B<=0  
TC2P TC2P-90000\*ITC2P<=0  
MP6B MP6B-90000\*IMP6B<=0  
MP6P MP6P-90000\*IMP6P<=0  
MP6PEG MP6-90000\*IMP6<=0  
MP7B MP7B-90000\*IMP7B<=0  
MP7P MP7P-90000\*IMP7P<=0  
MP7PEG MP7-90000\*IMP7<=0  
MP8 MP8-90000\*IMP8<=0  
IH5 IH5-90000\*IH5<=0  
IH6 IH6-90000\*IH6<=0  
IH8 IH8-90000\*IH8<=0  
IH9B IH9B-90000\*IH9B<=0  
IH9P IH9P-90000\*IH9P<=0  
IH10B IH10B-90000\*IH10B<=0  
IH10P IH10P-90000\*IH10P<=0  
IMCB3 MCB3-90000\*IMCB3<=0  
IMCB5 MCB5-90000\*IMCB5<=0  
MCG6BA MCG6BA-90000\*IMCG6B<=0  
MCG6PA MCG6PA-90000\*IMCG6P<=0  
MCG6BG MCG6BG-90000\*IMCG6B<=0  
MCG6PG MCG6PG-90000\*IMCG6P<=0  
MCG6BM MCG6BM-90000\*IMCG6B<=0  
MCG6PM MCG6PM-90000\*IMCG6P<=0  
MCG7BA MCG7BA-90000\*IMCG7B<=0  
MCG7PA MCG7PA-90000\*IMCG7P<=0  
MCG7BG MCG7BG-90000\*IMCG7B<=0  
MCG7PG MCG7PG-90000\*IMCG7P<=0  
MCG7BM MCG7BM-90000\*IMCG7B<=0  
MCG7PM MCG7PM-90000\*IMCG7P<=0

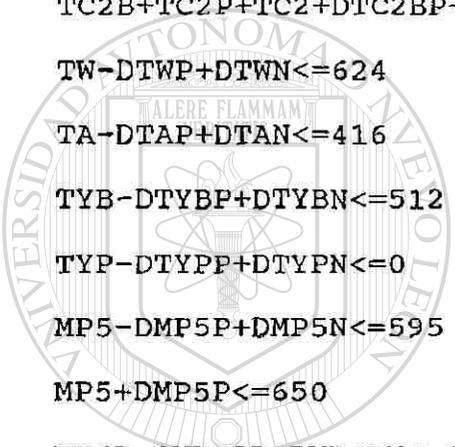


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1020091166

MCG8BA MCG8BA-90000\*IMCG8B<=0  
 MCG8PA MCG8PA-90000\*IMCG8P<=0  
 MCG8BG MCG8BG-90000\*IMCG8B<=0  
 MCG8PG MCG8PG-90000\*IMCG8P<=0  
 MCG8BM MCG8BM-90000\*IMCG8B<=0  
 MCG8PM MCG8PM-90000\*IMCG8P<=0  
 TC2 TC2-DTC2P+DTC2N<=416  
 TC2B TC2B-DTC2BP+DTC2BN<=416  
 TC2P TC2P-DTC2PP+DTC2PN<=0  
 XHRTC2 TC2B+TC2P+TC2+DTC2BP+DTC2PP+DTC2P<=416  
 TW TW-DTWP+DTWN<=624  
 TA TA-DTAP+DTAN<=416  
 TYB TYB-DTYBF+DTYBN<=512  
 TYP TYP-DTYPP+DTYPN<=0  
 MP5 MP5-DMP5P+DMP5N<=595  
 XHRMP5 MP5+DMP5P<=650  
 MP6B MP6B-DMP6BP+DMP6BN<=512  
 MP6P MP6P-DMP6PP+DMP6PN<=0  
 MP6PEGI MP6-DMP6P+DMP6N<=595  
 XHRMP6 MP6B+MP6P+MP6+DMP6BP+DMP6PP+DMP6P<=595  
 MP7B MP7B-DMP7BP+DMP7BN<=512  
 MP7P MP7P-DMP7PP+DMP7PN<=0  
 MP7PEGI MP7-DMP7P+DMP7N<=595  
 XHRMP7 MP7B+MP7P+MP7+DMP7BP+DMP7PP+DMP7P<=595  
 MP8 MP8-DMP8P+DMP8N<=595  
 XHRMP8 MP8+DMP8P<=650  
 H5 H5=744  
 H6 H6=0  
 H8 H8=0  
 HB HB=640



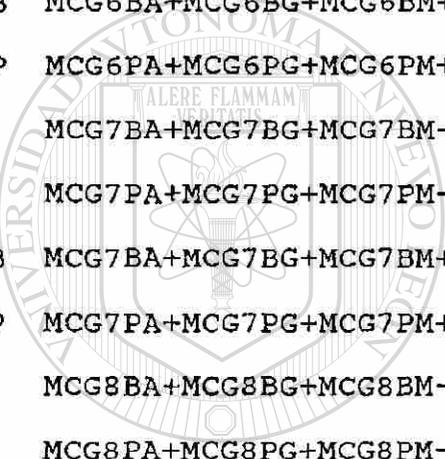
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

I9P H9P=104  
 I10B H10B=640  
 I10P H10P=104  
 MCB3 MCB3-DMCB3P+DMCB3N<=595  
 XHRMCB3 MCB3+DMCB3P<=650  
 MCB5 MCB5-DMCB5P+DMCB5N<=595  
 XHRMCB5 MCB5+DMCB5P<=650  
 MCG6B MCG6BA+MCG6BG+MCG6BM-DMC6BP+DMC6BN<=0  
 MCG6P MCG6PA+MCG6PG+MCG6PM-DMC6PP+DMC6PN<=0  
 XHRMC6B MCG6BA+MCG6BG+MCG6BM+DMC6BP<=0  
 XHRMC6P MCG6PA+MCG6PG+MCG6PM+DMC6PP<=0  
 MCG7B MCG7BA+MCG7BG+MCG7BM-DMC7BP+DMC7BN<=512  
 MCG7P MCG7PA+MCG7PG+MCG7PM-DMC7PP+DMC7PN<=0  
 XHRMC7B MCG7BA+MCG7BG+MCG7BM+DMP7BP<=595  
 XHRMC7P MCG7PA+MCG7PG+MCG7PM+DMP7PP<=0  
 MCG8B MCG8BA+MCG8BG+MCG8BM-DMC8BP+DMC8BN<=512  
 MCG8P MCG8PA+MCG8PG+MCG8PM-DMC8PP+DMC8PN<=0  
 XHRMC8B MCG8BA+MCG8BG+MCG8BM+DMC8BP<=595  
 XHRMC8P MCG8PA+MCG8PG+MCG8PM+DMC8PP<=0  
 I>=ITYB  
 I>=ITYP  
 I>=ITC2B  
 I>=ITC2P  
 I>=IMP6B  
 I>=IMP6P  
 I>=IMP7B  
 I>=IMP7P  
 I>=IH9B  
 I>=IH9P  
 I>=IH10B



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UND 1>=IH10P

UND 1>=IMCG6B

UND 1>=IMCG6P

UND 1>=IMCG7B

UND 1>=IMCG7P

UND 1>=IMCG8B

UND 1>=IMCG8P

UND 1>=ITC2

UND 1>=ITW

UND 1>=ITA

UND 1>=IMP5

UND 1>=IMP6

UND 1>=IMP7

UND 1>=IMP8

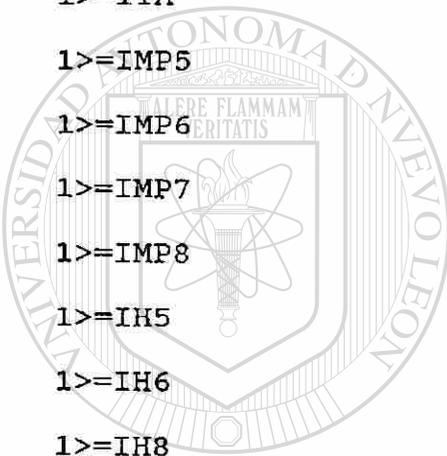
UND 1>=IH5

UND 1>=IH6

UND 1>=IH8

UND 1>=IMCB3

UND 1>=IMCB5



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SIS SOLUTION IS MINIMUM COST 1610.233750 DATE 02-22-1995  
 PRIMAL PROBLEM SOLUTION TIME 15:07:07

VARIABLE	STATUS	VALUE	LOWER	UPPER	COST	VALUE	NET
B	BASIS	43.642857	.000000	NONE	.015400	.015400	.000000
P	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.045800	-.032600	.078400
2B	BASIS	197.90400	.000000	NONE	.150500	.150500	.000000
2P	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.448200	.150500	.297700
6B	BASIS	512.00000	.000000	NONE	.217400	.217400	.000000
6P	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.647400	.445300	.202100
7B	BASIS	553.50000	.000000	NONE	.230800	.230800	.000000
7P	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.687300	.451450	.235850
8B	BASIS	640.00000	.000000	NONE	.111700	.111700	.000000
8P	BASIS	104.00000	.000000	NONE	.332700	.332700	.000000
10B	BASIS	640.00000	.000000	NONE	.260900	.260900	.000000
10P	BASIS	104.00000	.000000	NONE	.776900	.776900	.000000
XG6BA	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.217400	.174857	.042543
XG6PA	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.647400	.174857	.472543
XG6BG	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.217400	.174818	.042582
XG6PG	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.647400	.174818	.472582
XG6BM	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.217400	.174857	.042543
XG6PM	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.647400	.174857	.472543
XG7BA	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.408000	.408000	.000000
XG7PA	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.36000	.408000	.952000
XG7BG	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.408000	.364203	.043797
XG7PG	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.63000	.364203	1.26580
XG7BM	BASIS	288.00000	.000000	NONE	.408000	.408000	.000000
XG7PM	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.36000	.408000	.952000
XG8BA	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.408000	.408000	.000000
XG8PA	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.36000	.408000	.952000
XG8BG	BASIS	192.85714	.000000	NONE	.408000	.408000	.000000
XG8PG	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.36000	.408000	.952000
XG8BM	BASIS	319.14286	.000000	NONE	.408000	.408000	.000000
XG8PM	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	1.36000	.408000	.952000
12	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.308300	.150500	.157800
1	BASIS	248.00000	.000000	NONE	.015100	.015100	.000000
1	BASIS	254.44800	.000000	NONE	.097300	.097300	.000000
15	BASIS	496.00000	.000000	NONE	.164400	.164400	.000000
16	BASIS	83.000000	.000000	NONE	.445300	.445300	.000000
17	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.472300	.451450	.020850
18	BASIS	63.157143	.000000	NONE	.459000	.459000	.000000
1	BASIS	744.00000	.000000	NONE	.157500	.157500	.000000
1	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.086300	.086300	.000000
1	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.195900	.195900	.000000
B3	BASIS	480.00000	.000000	NONE	.153400	.153400	.000000
B5	BASIS	142.85714	.000000	NONE	.171300	.171300	.000000
YBP	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.015400	.000000	.015400
YBN	BASIS	468.35714	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
YPP	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.048000	.048000	.000000
YPN	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.048000	.048000
C2BP	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.150500	.000000	.150500
C2BN	BASIS	218.09600	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
C2PP	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.448200	.000000	.448200
C2PN	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
P6BP	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.217400	.214200	.003200
P6BN	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.227900	.227900



JP8	BASIS	1.0000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	57000000
15	BASIS	1.0000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	.000000
16	BASIS	.00000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	.000000
18	BASIS	.00000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	.000000
ICB3	BASIS	1.0000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	.000000
ICB5	BASIS	1.0000000	.000000	1.00000	.000000	.000000	.000000
1	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.000201	.000201
2	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.000389	.000389
3	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.000151	.000151
4	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.002880	.002880
5	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.003372	.003372
6	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.002920	.002920
7	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.002920	.002920
8	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.002920	.002920
9	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.006136	.006136
10	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.008157	.008157
11	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.000154	.000154
40	BASIS	90000.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
41	BASIS	89752.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
42	BASIS	89745.552	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
43	BASIS	89956.357	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
44	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
45	BASIS	89802.096	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
46	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
47	BASIS	89488.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
48	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
49	BASIS	89917.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
50	BASIS	89446.500	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
51	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
52	BASIS	90000.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
53	BASIS	89936.843	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
54	BASIS	89256.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
55	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
56	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
57	BASIS	89360.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
58	BASIS	89896.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
59	BASIS	89360.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
60	BASIS	89896.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
61	BASIS	89520.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
62	BASIS	89857.143	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
63	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
64	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
65	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
66	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
67	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
68	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
69	BASIS	90000.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
70	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
71	BASIS	90000.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
72	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
73	BASIS	89712.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
74	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
75	BASIS	90000.000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
76	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
77	BASIS	89807.143	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
78	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
79	BASIS	89680.857	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
80	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
81	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
82	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000

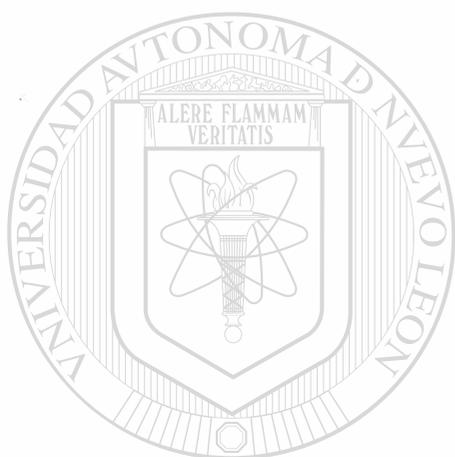
.83	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	58000000
.84	BASIS	218.09600	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.85	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.86	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.87	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.88	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.89	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.048000	.048000
.90	BASIS	154.00000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.91	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.92	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.227900	.227900
.93	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.94	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.95	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.013700	.013700
.96	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.220650	.220650
.97	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.98	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.99	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	-.007550	.007550
.100	BASIS	586.84286	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.108	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.109	BASIS	170.00000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.110	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.111	BASIS	507.14286	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.112	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.113	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.114	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.115	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.116	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.117	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.118	BASIS	265.50000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.119	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.120	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.121	NONBASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.122	BASIS	83.000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000
.123	BASIS	.00000000	.000000	NONE	.000000	.000000	.000000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## APÉNDICE B

RECIBOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN PERÍODO  
ANTERIOR A LA PROGRAMACIÓN CON EL MODELO  
MATEMÁTICO

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PERIODO DE CONSUMO ENE31 FEB28		LUGAR DE ENTREGA DE ENERGIA MONTERREY N.L.		FACTURA POR SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA	
UNIDAD DE MEDIDA	LECTURAS	LECTURAS	LECTURAS	CARGOS POR ENERGIA	IMPORTE
PULSOS	0	28FEB93		ENERGIA	127257953
				DEMANDA	59835983
				COMBUST	7710654
				MED BT	3896092
				F.P.	993503
				MANTTO	1000
					19770821
I.V.A.				TOTAL A PAGAR	\$ 2174790.00

	*Kw	**	*Kwh	*
Punta	21,289		1,539,233	
Base	27,994		11,184,619	
Fact	22,630			
FaPun	1,566,871			
FaBas	11,156,981			

ESTE ANSO SOLO ES VALIDO COMO FACTURA CON EL SELLO Y FIRMA DE CAJERO O CERTIFICACION DE NUESTROS MAQUINAS REGISTRADORAS



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

HOJA DE CALCULO DE LA FACTURACION PARA INFORMACION AL USUARIO

ZONA	AGENCIA	CUENTAS ESPECIALES	MES	FEBRERO	AÑO	93
NOMBRE	DIRECCION		CITY	MONTERREY		
NO DE CUENTA	NO DE CONTRATO	TARIFA IESL	DEMANDA CONECTADA	29,568 KW	CARGA CONECTADA	32,926 KW
PERIODO DE CONSUMO DE	ENE31 A FEB28	TOTAL DIAS DE CONSUMO	28	MEDICION EN	BAJA TENSION	TENSION DE
					ALTA	ENVA DE LA SUBESTACION

MEDIDORES INSTALADOS DE:			
CONSUMO	DEMANDA	REACTIVOS	GAS NATURAL
NUMERO	PUL055	PUL056	PULSOS
LECT ACTUAL	BASE 11,156,981	27,994	5,540,314
LECT ANT	PICO 1,566,871	21,289	0
DE	12,723,852	22,630	5,540,314
MULTIPLICA			

CONTENIDO TOTAL	12,723,852	KWH	DEMANDA MAX MED	22,630	KW	TOTAL	5,540,314	KVARH	TOTAL	0
CONTENIDO PROVEEDOR DIARIO x CONTENIDO TOTAL DIAS DE CONSUMO			454,423.2857							
POR CIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA	91.69	PUNTO DEL FACTOR DE CARGA		67.63						
POR CIENTO IVA	10.00	PRECIO MEDIO DE VENTAS - \$		0.15						
POR CIENTO DE BENEFICIOS DE ALUMBRADO PUBLICO	0.00									

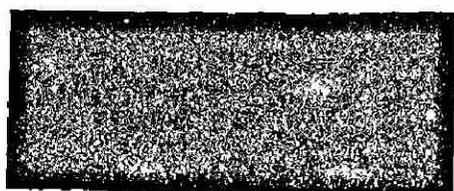
CALCULO DE LA FACTURACION

FACTURACION DEL MES	FEBRERO	CONSUMO DEL DIA	31	AL DIA	28	DIAS CONSUMO DEL MES	28
CARGO POR DEMANDA	DEMANDA BASE DE FACTURACION = 21,289 + 1/5 (27,994 - 21,289) = 22,630	KW	X	PRECIO POR KW		TOTAL CARGO POR DEMANDA	598,359.83
	22,630			26.44100			

CARGO POR ENERGIA		TOTAL CONSUMO DEL MES:		KWH	PRECIO POR KWH	IMPORTE
ESCALONES DE CONSUMO						
NUMEROS	EN BASE	11,156,981.00		0.07490		835,657.87
SIGUIENTES						
SIGUIENTES	EN PICO	1,566,871.00		0.27885		436,921.97
ADICIONALES		12,723,852.00		0.00606		77,106.54
				TOTAL CARGO POR ENERGIA		1,349,686.38

CARGO POR GAS NATURAL	M <sup>3</sup>	X	PRECIO POR M <sup>3</sup>	TOTAL CARGO POR GAS
-----------------------	----------------	---	---------------------------	---------------------

FECHA LIMITE DE PAGO PARA EVITAR EL CORTE 15-MZO-93



CARGO FIJO O CARGO POR DEMANDA	598,359.83
CARGO POR ENERGIA	1,349,686.07
FACTURACION BASICA	1,948,045.90
CARGO POR MEDICION EN BAJA TENSION	38,960.92
FACTURACION NORMAL	1,987,006.92
CARGO POR BAJA FACTOR DE POTENCIA	9,935.03-
FACTURACION NETA	1,977,071.79
GAS NATURAL	0.00
I.V.A.	197,708.21
BENEFICIOS DE ALUMBRADO PUBLICO	0.00
OTROS CARGOS O CREDITOS	0.00
SALDO ANTERIOR	0.00
SUBSIDIO O DEDUCCION	0.00
CARGO POR MANTENIMIENTO	10.00

LA REPRODUCCION NO AUTORIZADA DE ESTE COMPONENTE CONSTITUYE UN DELITO EN LOS TERMINOS DE LA LEY DE DERECHOS RESERVADOS

EMPRESA

FEBRERO 28 DE 1993

PROPORCION QUE LES CORRESPONDE EN LOS GASTOS DE OPERACION DEL PRESENTE MES :

C A R G O

CONSUMO K.W.H.	5,284,800.00	N\$	756,389.00		
GASTOS NO DEDUCIBLES		N\$	544.00		
				N\$	756,933.00
EXCESO DE DEMANDA O BONIFICACION POR CAPACIDAD NO USADA EN K.V.A				N\$	3,370.50
REPARACIONES ESPECIALES COSTO DE ENERGIA ELECTRICA				N\$	0.00
0.00 KILOS VAPOR ALTA PRESION		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00 KILOS VAPOR MEDIA PRESION		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00 KILOS VAPOR BAJA PRESION		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00	TOTALES		0.00		

SUMAN LOS GASTOS DE OPERACION : N\$ 760,303.50

INVERSIONES PLANTA : CARGO/CREDITO POR FLUCTUACION DE INVENTARIOS N\$ 94,199.00

TOTAL : N\$ 854,502.50

COPROPIEDAD PLANTA ELECTRICA GRUPO INDUSTRIAL  
MIGUEL BARRAGAN PTE. 702 COL. INDUSTRIAL TELEFONO 72-18-69

EMPRESA CEMENTOS MEXICANOS, S.A.

C A R G O

IVA PAGADO POR SU CUENTA N\$ 74,713.00

1) OTROS CARGOS : N\$ -56.88

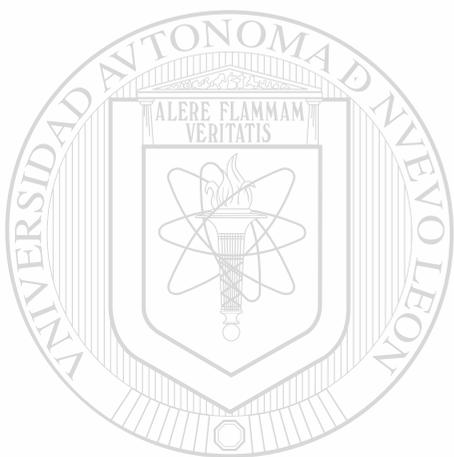
2) OTROS CARGOS : N\$ -228.00

GRAN TOTAL : N\$ 928,930.62

COPROPIEDAD  
PLANTA ELECTRICA  
GRUPO INDUSTRIAL



## APÉNDICE C

RECIBOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN PERÍODO  
APLICANDO LA SOLUCIÓN DEL MODELO  
MATEMÁTICO

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



MIGUEL BARRAGAN PTE. 702 COL. INDUSTRIAL TELEFONO 72-18-69

EMPRESA

FEBRERO 28 DE 1994

PROPORCION QUE LES CORRESPONDE EN LOS GASTOS DE OPERACION DEL PRESENTE MES :

C A R G O

CONSUMO K.W.H.	3,283,200.00	N\$	465,178.00		
GASTOS NO DEDUCIBLES		N\$	223.00		
				N\$	465,401.00
EXCESO DE DEMANDA O BONIFICACION POR CAPACIDAD NO USADA EN K.V.A		N\$			-5,988.27
REPARACIONES ESPECIALES COSTO DE ENERGIA ELECTRICA		N\$			17,130.00
0.00 KILOS VAPOR ALTA PRESTON		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00 KILOS VAPOR MEDIA PRESTON		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00 KILOS VAPOR BAJA PRESTON		0.00 KWH/V	N\$		0.00
0.00 TOTALES			0.00		

SUMAN LOS GASTOS DE OPERACION : N\$ 476,542.73

INVERSIONES PLANTA : CARGO/CREDITO POR FLUCTUACION DE INVENTARIOS N\$ -90,695.00 ✓

TOTAL : N\$ 385,947.73 ✓

COPROPIEDAD PLANTA ELECTRICA GRUPO INDUSTRIAL  
 MIGUEL BARRAGAN PTE. 702 COL. INDUSTRIAL TELEFONO 72-18-69

EMPRESA CEMENTOS MEXICANOS, S.A.

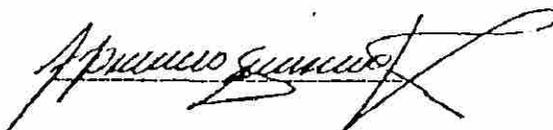
IVA PAGADO POR SU CUENTA

C A R G O  
 N\$ 43,556.00 ✓

- 1) OTROS CARGOS : N\$ -57.91
- 2) OTROS CARGOS : N\$ 4,915.00
- 3) OTROS CARGOS : N\$ 0.00

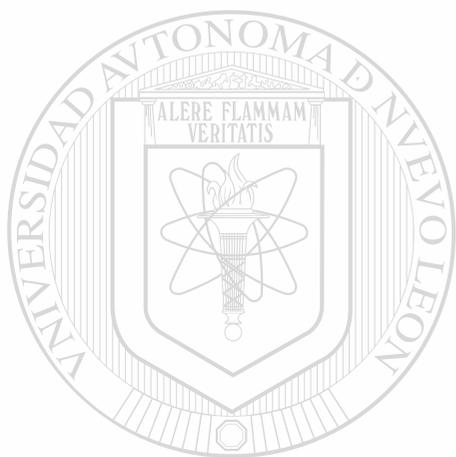
GRAN TOTAL : N\$ 434,260.82 ✓

COPROPIEDAD  
 PLANTA ELECTRICA  
 GRUPO INDUSTRIAL



## APÉNDICE D

## GLOSARIO DE TÉRMINOS



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**C. B. ( CONSUMO BASE ).**

Es el total de la energía en kwh consumida en horario base a C. F. E.

**C. .F. E. (COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD).**

Es una de las compañías que suministran energía eléctrica a la planta.

**C. P. ( CONSUMO PICO ).**

Es el total de la energía en kwh consumida en horario pico a C. F. E.

**D. B. ( DEMANDA BASE ).**

Pico de energía máximo en kw, medido en un intervalo de cinco minutos en el horario base al equipo conectado a C. F. E.

**D. P. ( DEMANDA PICO ).**

Pico de energía máximo en kw, medido en un intervalo de cinco minutos en el horario pico al equipo conectado a C. F. E.

**DEM ( DEMANDA DE UN EQUIPO EN P. E. G. I. ).**

Representa el pico de energía máximo medido en kw a un equipo operativo.

**DEMANDA.**

Es el pico de energía máximo en kw, medido en un intervalo de cinco minutos al equipo conectado a C. F. E.

**HB ( HORARIO BASE ).**

Es el resultado de restar del total de las horas del mes las horas comprendidas de las 18:00 a las 22:00 hrs. de lunes a sábado exceptuando los días festivos de ley que estén en estos días.

**HP ( HORARIO PICO ).**

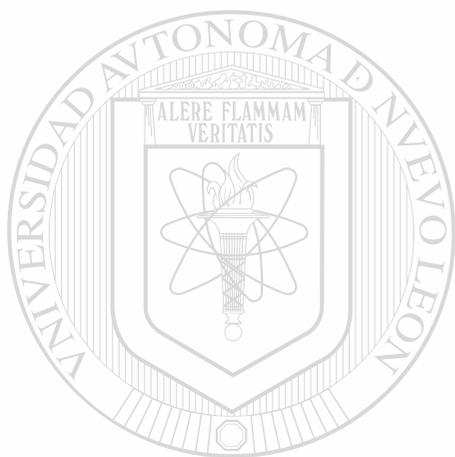
Son las horas del mes comprendidas de las 18:00 a las 22:00 hrs. de lunes a sábado exceptuando los días festivos de ley que estén en estos días.

**P. E. G. I. (PLANTA ELECTRICA GRUPO INDUSTRIAL).**

Es una de las compañías que suministran energía eléctrica a la planta.

## APÉNDICE E

## BIBLIOGRAFÍA



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

