



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EL PROBLEMA DE TRANSPORTE EN UNA EMPRESA  
A TRAVES DE UN MODELO MATEMATICO

## T E S I S

Que para obtener el título de  
LICENCIADO EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS

p r e s e n t a

**ENRIQUE TINOCO MARTINEZ**

Director de tesis  
ING. ENRIQUE JIMENEZ RUIZ

México, D. F.

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL PROBLEMA DE TRANSPORTE EN UNA EMPRESA A TRAVES  
DE UN MODELO MATEMATICO

INTRODUCCION	Pags.
1.- La investigación de operaciones en el desarrollo industrial y Económico.	3
1.1 Definición de investigación de operaciones.	4
1.2 Metodología de la investigación de operaciones.	5
1.3 Limitaciones de la investigación de operaciones.	5
1.4 Un concepto de modelo y su clasificación.	7
1.5 Método Simplex y su procedimiento.	7
1.6 Definición del problema de transporte.	10
2.- Planeación en el problema de transporte.	13
2.1 Las ventajas de la planeación.	13
2.1.1 Incrementar un mayor posible servicio de transporte.	14
2.1.2 Mejor control posible del problema de transporte.	14
2.1.3 Orientación y perspectivas de solución.	14
2.2 La necesidad de la planeación del problema de transporte.	14
2.2.1 Estudio de investigación de mercado.	15
2.2.2 Desarrollo y actualización de la tecnología,	17
2.2.3 Estudio y análisis de financiamiento del problema de transporte.	18
2.3 Areas administrativas que intervienen en el problema de transporte.	18

3.-	Formulación del modelo matemático del problema de transporte.	20
3.1	Los objetivos económicos.	20
3.2	Desarrollo del modelo matemático.	21
3.3	Identificación de las variables y sus inter-relaciones.	21
3.4	Identificar las posibles alternativas de acción.	25
3.5	Definir un marco de referencia.	27
4.-	Método de solución del modelo.	28
4.1	Modelo o algoritmo Out-Of-Kilter.	28
4.2	Formulación matemática del modelo.	29
4.3	Simulación de información.	29
4.4	Diagrama de flujo.	37
4.5	Programa del modelo o algoritmo.	46
4.6	Presentación de información.	50
4.7	Interpretación de los resultados	108
5.-	Conclusiones.	123
	Anexos.	
	Bibliografía.	

## I N T R O D U C C I O N

La aplicación de la investigación de operaciones consiste en expresar inicialmente un objetivo y alcance del estudio y el enfoque general que se usará para la solución del problema. La efectividad depende de la selección apropiada de proyectos, así como de la participación de la administración de alto nivel y la de subordinados de operación.

La investigación de operaciones, como las computadoras, deben emplearse en aquellos problemas que involucren ganancias predecibles elevadas a los costos de operación y se le prefiera sobre otros métodos de análisis. Por consiguiente el grupo de investigación de operaciones debe establecer controles apropiados de retroalimentación, así mismo y a la administración; como también contar con el apoyo y acceso a la administración superior y a toda la información; en estas circunstancias, efectuará un análisis inicial de la sensibilidad de la solución a los datos de entrada para un estudio más eficaz. Además, dicho grupo debe comunicar en términos comunes y sencillos los resultados de su estudio (modelo apropiado) a todos los niveles de la administración y sus subordinados.

El desarrollo Industrial, económico y social de muchas Empresas es posible que pueda ser aún más adecuado y rentable con la eficacia de los estudios Científico-Administrativos de la investigación de operaciones (entre otras técnicas programación lineal); estos estudios no nos revelarán nada nuevo, sin embargo nos darán alternativas de solución con bases reales y por ende muy próximas a la realidad del problema.

La creciente aplicación de las matemáticas avanzadas en el área de la Industria y de la Economía puede ser uno de -- los logros de mayor alcance. Es una realidad incuestionable que los métodos de programación matemática se están usando -- cada vez más para el estudio de las operaciones Industriales y Financieras, así hoy se utiliza en los sistemas administrativos de las Empresas, como son los de: Mercadotecnía, Producción, Finanzas y algunos otros que, como los anteriores -- son interdependientes.

En este trabajo se discutirá un caso particular de la -- programación líneal que es el llamado problema de transporte o distribución. El esquema óptimo de este problema, se origina en los lugares de oferta, donde la existencia de una -- cierta mercancía es conocida y llega a los de demanda donde se conoce la cantidad requerida. El costo del envío es proporcional a la distancia recorrida y a las facilidades de -- transporte, y el costo total es la suma de los costos individuales.

## C A P I T U L O I

### LA INVESTIGACION DE OPERACIONES EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y ECONOMICO

#### 1.1 Definición de investigación de operaciones.

El continuo y rápido crecimiento de las Empresas, debido al cambio y a la difusión de la automatización, dió como resultado una descentralización del poder, así como la subdivisión de las funciones y de las responsabilidades. Esto enfoca la atención en problemas relativos a los diferentes sectores de la organización (por ejemplo, problemas respecto a las finanzas como la inversión de capital, producción como la distribución y transporte, etc); los cuales se han podido resolver con el desarrollo de estudios de estos problemas y la aparición de ciencias particulares.

Los instrumentos principales de la investigación de operaciones son los estudios o análisis de las técnicas que la integran, puesto que la investigación de operaciones utiliza una metodología para desarrollar e inter-relacionar sistemáticamente ciencias y técnicas como La Física, La Química, -- Las Matemáticas, La Economía, La Psicología, El Cálculo de probabilidades, El Cálculo Diferencial, etc. En base a lo anterior, se formará el grupo de trabajo que debe estar integrado y constituido con elementos de preparación intelectual y profesión distinta.

Es necesario considerar otros conceptos importantes para obtener una definición de investigación de operaciones razonable:

Sistema.- Es una estructura organizada en la que hay -

factores humanos y de Ingeniería inter-relacionados estrictamente para la realización de alguna operación. Este concepto involucra:<sup>1</sup>

- a) Administración - proceso administrativo
- b) Hombres que supervisan y manejan
- c) Máquinas que transforman
- d) Materiales en productos o servicios
- e) Consumidores, con compras controladas
- f) Promoción de ventas, publicidad, competencia, normas del gobierno.

Investigación.- Es el proceso de producir nuevos conocimientos mediante el estudio sistemático de un fenómeno o con el análisis clínico de los datos existentes,<sup>2</sup>

La investigación de operaciones es un conjunto de técnicas analíticas que son experimentales, cuantitativas, coordinadas e integradas dentro de una metodología, para el estudio y la medición de la conducta de un sistema (por ejemplo, una Empresa) en diferentes condiciones de funcionamiento o distintas alternativas de acción, con el objetivo de proporcionar una base mejor y a menudo óptima para la toma de decisiones, de modo que se puedan alcanzar los objetivos establecidos previamente.<sup>3</sup>

En los problemas de diversa índole, la investigación de operaciones se esfuerza en proporcionar a los empresarios la información que necesitan de la forma más completa, exacta y rápida que sea posible y que con frecuencia nose encuentra a su disposición.

- 1) William T. Greenwood, obra, citada, pags 360 y 361.
- 2) Idem
- 3) Idem



## 1.2 Metodología de la Investigación de Operaciones.

Esta fue desarrollada para resolver problemas que se --  
presentan en el ámbito de las Empresas, se integra de las si  
guientes fases:

- a) Análisis del sistema.- Se refiere a formular el --  
problema y construir el modelo (matemático, probabi  
listico, geométrico, estadístico, etc)., adecuado -  
para expresar la situación del sistema considerado  
en estudio.
- b) Medición.- Esta implica trabajo de reunir y tabu--  
lar todos los datos necesarios sobre el problema en  
cuestión, como serian eficiencia y capacidad del -  
equipo, distribución y transporte de productos, in-  
troducción de uno o varios productos al mercado, --  
etc., siempre es necesario crear un modelo de medi-  
ción que represente el comportamiento real.
- c) Utilización del modelo.- Esta depende de los obje-  
tivos establecidos en el estudio preparatorio, que  
se pretenden alcanzar a corto o largo plazo.
- d) Presentación de resultados.- La solución obtenida  
debe traducirse (por el departamento respectivo) en  
instrucciones operacionales, o sea en criterios al-  
ternativos de acción que puedan comprenderse y ser  
aplicados.

## 1.3 Limitaciones de la Investigación de Operaciones.

La investigación de operaciones, como todas las cien---  
cias, tiene sus limitaciones; entre las principales estan --

las siguientes:

Se puede formular hipótesis acerca de las relaciones entre las variables, el objetivo y la causa del problema en un procedimiento para probar su validez. Pero la selección de objetivos y la determinación de la importancia relativa de estos algunas veces es muy subjetiva y no sujeta a verificación científica.

En la toma de decisiones de alto nivel administrativo el grado de aplicación de la investigación de operaciones tiende a diferir de una situación a otra dependiendo sobre todo de la complejidad encontrada, en tales decisiones.

Entre otras limitaciones, quizá la más seria, es la magnitud del sistema de ecuaciones necesario para representar la situación de las decisiones. Normalmente, con la magnitud, proviene un gran requerimiento computacional para determinar analíticamente el mejor curso de acción.

Dificultad en obtener información aprobada para constituir un modelo, hay en esta dos causas. Una es que los sistemas de información pueden no ser adecuados para utilizarlos en la construcción y evaluación de un particular tipo de modelo de investigación de operaciones. Otra es la de obtener datos adecuados que son parte de la información que puede estar en forma de dictamen de un experto.

La Sub-optimización es otra limitación, esta se presenta cuando alguna parte inherente al estudio no está considerada en la selección de la información, en esta hay varias causas. Una está dada por la situación de que el investigador falle al observar todas las interrelaciones. Otra que

por la complejidad de las interrelaciones no sea posible tra bajar con las mismas (en este caso se utiliza la simplificación).

Una limitación final puede ser la respuesta correcta a las cuestiones de costo-beneficio acerca del proyecto de investigación de operaciones. Se puede hacer una estimación de costos y/o beneficios, pero en cualquier actividad que se investiga esta la prioridad del costo-beneficio respectivo, que es esencialmente la limitación.

#### 1.4 Un Concepto de Modelo y su Clasificación Esquemática.

En general se define un modelo como una replica, o representación, de una idea o un sistema actual (sea, físico o abstracto). Nosotros no pensamos en las palabras y números como modelos, pero lo son, pues representan ideas.<sup>4</sup>

Los modelos pueden ser: Un modelo descriptivo, es aquel que representa la naturaleza de algún objeto, pero no indica el curso de acción que se podría tomar. Un modelo normativo es el que prescribe e indica que se podría hacer para lograr mejor algún cambio objetivo.<sup>5</sup>

#### 1.5 Método SIMPLEX y su Procedimiento.

La dificultad central matemática del problema de transporte es encontrar la solución al sistema de ecuaciones lineales, a las cuales maximiza o minimiza, dada una función objetivo. Por lo cual se basa en la técnica o el método simplex.

4 - 5 Ronald V. Hartley, obra citada, pág. 11

El método simplex de George Dantzing trata de mostrar una solución factible que maximice o minimice, dada la función objetivo. Podemos definir una variable  $X_j$  como básica (o variable de decisión) en un sistema para  $m$  ecuaciones y  $n$  incógnitas que tienen un valor positivo. Podemos notar que tal conjunto de variables tienen solución finita. Un problema con  $M$  restricciones y  $N$  variables, su máximo número de soluciones básicas, está dado por:

$$\binom{N}{M} = \frac{N!}{M! (N - M)!}$$

El método simplex para empezar el desarrollo del mismo requiere del planteamiento de un sistema de ecuaciones factible. Para el cálculo una opción que debe ser siempre adecuada es comenzar inicialmente con la elección de cada variable de holgura como básica, lo cual dará como resultado una solución factible de  $X_n=0$ , donde  $n = 1, \dots, N$  y,  $b_K=1, \dots, M$ . Puesto que las variables de holgura no afectan la función objetivo, la solución óptima en este punto es cero.

#### PROCEDIMIENTO DEL METODO SIMPLEX<sup>6</sup>

Este consta de los siguientes pasos:

- 1.- Cualquier problema que se trate de resolver, transformense por medio de las reglas de equivalencia 1, 2, 3 y 4 (ver anexo 1) a la forma canónica.

$$\begin{aligned} \text{Max o Min } Z &= CX \\ \text{Sujeto A } CX &\leq b \\ X &\geq 0 \end{aligned}$$

6 - Dr. Juan Prawda Witenberg, obra citada, págs. 90 a 93.

- 2.- Re-escribese la función objetivo de la siguiente forma:

$$Z - CX = 0$$

- 3.- Aplicando la regla de equivalencias 4 (ver anexo 1) conviértanse todas las desigualdades en igualdades; según el caso se requerirán variables de holgura - y/o variables artificiales.
- 4.- Construyase una tabla con los coeficientes de la forma lineal canonica, como se muestra en la figura No. 1.
- 5.- Seleccíonese como columna de entrada aquella cuya  $Z_j - C_j$  sea la más negativa. En caso de que haya varios elementos de igual negatividad seleccíonese cualquiera. En caso de que no haya elemento de entrada, quiere decir que todas las  $Z_j - C_j \geq 0$ , o sea positivas y esta tabla es la óptima.
- 6.- Una vez seleccionada la columna  $A_j$  que entrará a la nueva base, seleccíonese el renglon de salida  $A_r$  de la base actual utilizando la siguiente regla:

$$\frac{X_{Br}}{Y} = \min_K \left\{ \frac{X_{BK}}{Y_{Kj}} \mid Y_{Kj} > 0 \right\}$$

- 7.- La intersección en la tabla de la columna que entra y el renglon que sale determina el elemento pivote  $Y_{rj}$ . Con este se efectúan los cálculos matriciales para convertir la columna  $A_j$  en ceros y un uno en el  $r$ -AVO componente que es  $Y_{rj}$ . Regrésese al paso 5.

$C_j$											
B	Ba- sic	d	$X_1$	$X_2$	...	$h_1$	$h_2$	...	$A_1$	$A_2$	...
	$h_1$										
	$h_2$										
	$\vdots$				$\vdots$			$\vdots$			$\vdots$
	$Z_j$										
	$C_j - Z_j$										

FIGURA No. 1 TABLA DE METODO SIMPLEX

### 1.6 Definición del problema de transporte.

La programación lineal es un caso especial de la programación matemática en la cual no hay términos de segundo grado o mayor en la función objetivo y en las restricciones. Puede ser aplicada a cualquier operación industrial, es de uso universal en las compañías que se interesan por una información precisa y oportuna. Entre las principales aplicaciones están la ganadería, la pesca, la industria del acero, la de petroquímica, la del papel, etc., puesto que la programación lineal trata el problema de la distribución de recursos para varios usos, es aplicable a cualquier actividad económica. Los casos en los cuales no es de mucho uso son aquellas en los cuales el modelo de programación lineal no tiene solución debido a que las restricciones no son adecuadas al mismo.

El problema de transporte se puede definir en términos de programación lineal de la forma siguiente : La cantidad de un producto disponible en el origen  $m$  esta dado por  $A_m$ , - la cantidad requerida en el destino de  $n$  por  $b_n$ , y el costo de transporte en unidades de  $m$  hasta  $n$  por  $C_{(m - 1) N + n}$ , - donde  $m = 1, \dots, M$  y,  $n = 1, \dots, N$ . Ahora debemos determinar las cantidades de  $X_{(m - 1) N + n}$  a ser transportadas de cada origen  $m$  a cada destino  $n$ , así como la minimización del costo total de transporte, en tanto se satisfacen las res---tricciones sobre disponibilidades en los orígenes y requerimientos en los destinos.<sup>7</sup>

En términos matemáticos es la obtención del máximo o el mínimo de una función lineal:

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

Sujeta a restricciones lineales expresadas por:

$$\begin{array}{rcl} A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n & \begin{array}{l} \gg \\ \ll \end{array} & b_1 \\ A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n & \begin{array}{l} \gg \\ \ll \end{array} & b_2 \\ \vdots & & \vdots \\ A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n & \begin{array}{l} \gg \\ \ll \end{array} & b_m \end{array}$$

Al conjunto de valores que satisface el sistema de inecuaciones se le llama solución factible. Es posible que no haya solución en el caso de que el sistema de inecuaciones - sea incompatible o que exista una solución cuando el número de restricciones dado por un sistema de ecuaciones es igual al de las incognitas.

En la definición del problema de transporte estan implicitos ciertos supuestos que es necesario tener presentes:<sup>8</sup>

Proporcionalidad.- Queda definida por los coeficientes  $A_{ij}$ , que miden el efecto del aumento unitario en el nivel de actividad  $j$ -ésima sobre la función sujeta a la restricción  $i$ -ésima. Es muy difícil, que este supuesto se de con exactitud en la realidad; en mucho problemas las desviaciones pueden despreciarse por no tener importancia.

No negatividad.- En general, se supone que el nivel de actividad es positivo; este es el significado de hacer  $X_{ij} \geq 0$  o para  $i = 1, \dots, m$ . En algunos casos, puede existir una variable libre; es decir, no necesariamente positiva o nula (en este caso se utiliza un artificio).

Actividad.- Cada actividad es independiente y puede precisarse la cantidad de recursos necesarios en cada nivel de las distintas actividades.

Función Objetivo.- Se supone que la función objetivo económica es lineal respecto a los niveles de actividad.

Continuidad de las variables  $X_j$ .- El modelo de programación supone continuidad para las funciones; es decir, las variables  $X_j$  pueden tomar en último término, cualquier valor real positivo.

7 Charles S. Beightler, obra citada pag. 127

8 Luis Peñafiel Millam, obra citada, pag. 48 y 49



## C A P I T U L O   I I

### PLANEACION EN EL PROBLEMA DE TRANSPORTE

En la actualidad estamos en una situación económica, tecnológica, social y política en la cual la planeación del problema de transporte como en otras funciones de los Empresa---rios, se ha transformado en un requisito de supervivencia de las Empresas. El cambio y el crecimiento organizacional traen oportunidades, y también riesgos, tales como una rivalidad mundial por los mercados, los recursos y la influencia. Una de las principales tareas de la planeación consiste en redu--cir al mínimo los riesgos y simultáneamente aprovechar las --oportunidades.

La planeación de este problema es una función administrativa que proporciona los medios con los cuales ejecutivos y -organizaciones puedan con el cambio complejo y dinámico del -medio ambiente. Además, provee una estructura para integrar la inter-relación de planes a futuro con el modelo de trans--porte; esta incluye establecimiento organizacional de objeti--vos y distribución de recursos para llevarlos a cabo.

La planeación del problema de transporte se puede defi--nir como un proceso fundamentado en hechos y cálculos razonados para maximizar magnitudes deseables como beneficio, cantidad o calidad del producto y minimizar cantidades como costos o tiempo considerando restricciones como capacidad de cierto departamento, disponibilidad de capital y de mano de obra.

#### 2.1 Las ventajas de la planeación.

Estas se consideran desde el punto de vista de los dife--rentes tipos de planeación, sobre todo, tal como se aplican -a los diversos departamentos organizacionales y a las diferenen

tes funciones dentro de los mismos. Esos tipos de planeación incluyen metas formuladas a corto plazo, estrategias desarrolladas para una previsión comparativa competitiva y normas de finidas que aseguran uniformidad y consistencia a tal planeación.

#### 2.1.1 Incrementar un mayor posible servicio de transporte.

Dentro de ciertos límites que pueden programarse en el modelo, puede determinarse cual es el mejor servicio al menor costo variando los factores de número, tamaño y localización de fábricas y bodegas, así como la rapidez y las tarifas para diferentes tipos de transporte.

#### 2.1.2 Mejor Control posible del problema de transporte.

El control se lleva a cabo para verificar que los planes estan produciendo los resultados que se buscan. A través de la planeación se determinan los límites de tiempo para la iniciación y término de cada actividad, se promueve la fijación de estandares de desempeño y se fijan los gastos máximos, que corresponden al problema de transporte.

#### 2.1.3 Orientación y perspectivas de solución

El hecho de plantear y formular un plan en forma administrativa y matemática nos proporciona orientación y perspectivas de solución del problema de transporte, así como la reducción de actividades al azar, sobreposición innecesaria de esfuerzos y las acciones improcedentes.

#### 2.2 La necesidad de la planeación del problema de transporte.

Lo incierto del crecimiento o declinación de una demanda industrial que puede no ser constante ni conocida con precisión y la predicción de los niveles de precios por largos períodos es difícil, pero para períodos cortos son posibles estimaciones satisfactorias, hacen de la planeación una necesidad. Existe la posibilidad de escoger la mejor forma de cumplir con los objetivos; con condiciones de seguridad, esto se vuelve fundamentalmente un problema matemático de calcular con base en hechos conocidos, cursos que llevarán al resultado con el menor costo.

#### 2.2.1 Estudio de investigación de mercado.

El modelo de transporte debe mostrar no solo el orden de procesamiento, y los costos de empaque, embarque y almacenamiento, sino que debe auxiliarse de la investigación de mercados para determinar cuales son los productos que se venden, cuales son las demandas y donde se originan; así como investigar en las refinerías cuales son las líneas de producción más eficientes para cada producto.

En cualquier caso, el estudio que se realice es necesario considerar la metodología de investigación de mercados para definir un estudio mas completo.

#### Metodología de la investigación de mercados.

El Gerente de mercadotecnia, al igual que el investigador de mercados, deben tener en cuenta el ambiente actual de las Empresas porque la efectividad de la investigación de mercados depende en parte de la sensibilidad a las tendencias de la economía.

Las fases de la investigación de mercados se mencionan a continuación:

Identificación del problema.- El investigador de mercados, tanto como el gerente de mercadotecnia ven la identificación del problema como el primer paso básico. Necesitan -

saber que problema esta tratando de resolver la administra---  
ción para diseñar en forma efectiva un modelo matemático o --  
proyecto de investigación que proporcione la información re--  
querida.

Exploración preliminar.- Los investigadores de mercados  
empiezan con una exploración preliminar de las fuentes de da-  
tos que les indique la naturaleza del problema. En esta ex--  
ploración examinan los registros de la Empresa (producción, -  
ventas, financieros, etc), se informan sobre estudios simila-  
res; así obtienen bases para su estudio, a esta fase de explo-  
ración preliminar se denomina "Análisis de situación".

Planeación de un proyecto de investigación de mercados.-  
Parte de un estudio o proyecto de investigación de mercados -  
es buscar información y el tiempo que se emplee en la planea-  
ción del proyecto, dará por resultado una información más con-  
fiable y significativa.

La planeación de un proyecto de investigación de mercados  
conlleva llevar a cabo aspectos sobre:

- 1) Objetivos de la investigación.
- 2) Información específica necesaria.
- 3) Fuentes de información.
- 4) Métodos de investigación.

Funciones de la investigación de mercados.

Es necesario tener en cuenta el campo de trabajo de esta  
área de estudio para obtener parte de la información requeri-  
da por el modelo de transporte.

- A.- Funciones de intercambio.
  - A.1. Ventas
  - A.2. Compras
- B.- Funciones de suministro físico.
  - B.1. Transporte
  - B.2. Almacenamiento
- C.- Funciones de facilitación.
  - C.1. Seguro contra riesgos
  - C.2. Información de mercados

### 2.2.2 Desarrollo y actualización de la tecnología.

Los cambios de orden tecnológico son los que posiblemente tienen más impacto sobre las empresas en desarrollo, si bien con frecuencia no ejercen mayor influencia que los de naturaleza social, económica o política. Principalmente por estos motivos las Empresas deben desarrollar y actualizar su tecnología.

Tecnología es la organización y aplicación de conocimientos para lograr los objetivos organizacionales. Esta implica aspectos técnicos de herramientas y máquinas, también técnicas y procesos intelectuales para la solución de problemas y obtención deseada de alternativas convenientes.

Los cambios tecnológicos pueden afectar las oportunidades de desarrollo de dos formas distintas:

**INFLUENCIA AMBIENTAL EXTERNA.-** Los desarrollos tecnológicos externos registrados con otras industrias, pueden volver obsoletos los productos de una Empresa. Así mismo, una tecnología cada vez más compleja puede, por su misma naturaleza, actuar como estímulo al desarrollo.

**CAMBIO INTERNO.-** Provocado por los programas de investigación y desarrollo de la Empresa. La innovación técnica puede considerarse como una de las claves que permiten a una empresa abrir mercados, conforme a necesidades latentes que son la base de un desarrollo técnico futuro.

Las Empresas deben planear el desarrollo y actualización de la tecnología para que estén preparadas ante el cambio teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- 1.- Estar pendientes al hecho de que suceden cambios.
- 2.- Traducir el significado de estos cambios a oportunidades específicas para determinados productos, de acuerdo con los intereses y posibilidades de la Empresa.
- 3.- Tomar decisiones para desarrollar y actualizar la tecnología.
- 4.- Introducir con éxito nuevos productos al mercado.

### 2.2.3 Estudio y análisis de financiamiento del problema de transporte.

Los estudios y análisis de financiamiento proporcionan información a una Empresa para que estructure las operaciones financieras y físicas, tanto departamentales como del problema de transporte, así mismo determinar las alternativas correspondientes y proyectar los resultados, estos están sujetos a correcciones de alto nivel, para que estén de acuerdo con los objetivos organizacionales.

Los métodos y técnicas que nos sirven para seleccionar el tipo de financiamiento que debemos tomar para el problema de transporte, están determinados por el análisis financiero.

Entendemos por análisis financiero el examen de la situación financiera de una Empresa, basado en los datos contables referidos sistemáticamente en los estados financieros (balance, resultados y flujo de efectivo).

Financiamiento es la consecución de dinero por la Empresa a través de la obtención de fondos proporcionados por los accionistas o socios, así como por emisión de acciones y obligaciones y/o crédito bancario.

### 2.3 Areas Administrativas que intervienen en el problema de transporte.

La mejor forma de organización para supervisar y dirigir este tipo de proyectos, es un equipo de estudio operacional formado por un comité directivo de profesionales especializados de las más importantes áreas de la Empresa y un grupo de acción. La principal función de este comité es esta--

blecer prioridades y límites y, a la vez proporcionar informes periódicos de los progresos logrados, a los ejecutivos - de alto nivel.

Las áreas administrativas más importantes que intervienen, así como sus respectivos aspectos inherentes al problema de transporte de mencionan a continuación:

AREA DE FINANZAS.- Esta se relaciona con el problema de transporte por los estudios sobre ingresos o utilidades y egresos o gastos y costos, que involucra dicho problema, - con los mencionados estudios se determinará el financiamiento interno y/o externo requerido.

AREA DE PRODUCCION.- Esta tiene relación con el problema de transporte por los estudios de productividad, en base a los recursos humanos y materiales; con los cuales se determinará la disponibilidad de productos a ser distribuidos.

AREA DE MERCADOTECNIA.- Se relaciona con el problema de transporte debido a los estudios de investigación de mercados, con base en las ventas de productos y donde se originan las demandas; se determinarán cuales son los canales con venientes para la distribución de tales productos.

## C A P I T U L O   I I I

### FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO DEL PROBLEMA DE TRANSPORTE

#### 3.1   Los Objetivos Económicos.

Para darnos una visión completa del sistema de transportación de la Empresa, debemos describir el flujo de caja asociado con los movimientos y con el proceso de los materiales y productos. Esto se puede lograr considerando coeficientes apropiados de costo, o precio unitario que nos permitan expresar los gastos o entradas de cada actividad, en términos de las variables correspondientes.

En el caso de nuestra compañía petrolera, un barril de crudo del campo petrolero número 1 puede costar  $C_1$  pesos producirlo de acuerdo con esto el desembolso relacionado con la producción de  $X_1$  barriles de este campo sería  $C_1X_1$ , mientras el gasto correspondiente a la producción de crudo pesado del campo petrolero número 2 sería  $C_2X_2$ . De forma similar los gastos asociados con la transportación de crudos a la estación receptora serían  $G_1X_1$  para los crudos ligeros,  $G_2X_2$  para los crudos pesados, así sucesivamente.

Por otra parte, el gasto de capital, relacionado con la instalación de  $Y_1$  barriles por año de aumento de capacidad de procesamiento de la refinería  $A_1$  se puede expresar como  $I_1Y_1$ ; y se le aplicaran expresiones similares a las inversiones que se refieran a las expansiones de oleoducto y equipos de producción.

Las entradas correspondientes a la venta de  $X_1$  barriles de crudo pesado serían  $V_1X_1$ , las entradas correspondientes a la venta de gasolina serían  $V_2X_2$ , etc.



### 3.2 Desarrollo del Modelo Matemático.

El proceso de formulación del modelo del problema de -- transporte requiere una comprensión del medio del problema - en cuestion; este proceso involucra esencialmente las si--- guientes fases:<sup>9</sup>

- A) Reconocimiento del problema.
- B) Formulación del modelo
  - b.1 Identificación de las variables de decisión.
  - b.2 Cambio de medidas de efectividad
  - b.3 Representación simbólica de la función objetivo.
  - b.4 Identificación de las restricciones.
  - b.5 Representación simbólica de las restricciones
- C) Estimación de los parámetros en el modelo

### 3.3 Identificación de las variables y sus inter-relaciones.

La implicación básica de un enfoque formal en el problema de transporte es el de describir los procesos de transportación y económicos bajo la consideración de un lenguaje matemático. En la formulación de dicho problema, es conveniente distinguir entre las variables:

**OPERACIONALES.**- Sirven para especificar en que niveles se encuentran las diferentes actividades dentro del sistema de transporte. Desde el punto de vista financiero, estas -- variables estan asociadas con los costos de operación.

**DE INVERSION.**- Se refieren a la instalación de equipos  
9 - William R. Smythe, Jr., obra citada, pág. 86

y maquinaria; esto es, especifican las expansiones de las -- distintas capacidades de planta y los aumentos de capacidad de operación. De acuerdo con esta las variables de inver--- sión se relacionan a los gastos de capital.

Una mejor ilustración de las variables mencionadas ante riormente se muestra en el cuadro No. 1 que a continuación - se presenta:

VARIABLES OPERACIONALES	
CANTIDAD DE CRUDO PRODUCIDO EN VARIOS CAMPOS PETROLEROS	CRUDOS PESADOS $X_1, X_2, X_3$ CRUDOS LIGEROS $X_4, X_5$
CRUDOS TRANSPORTADOS A LA ESTACION RECEPTORA	CRUDOS PESADOS $X_6$ CRUDOS LIGEROS $X_7$
CRUDOS ASIGNADOS A LAS REFI NERIAS A y B	CRUDOS PESADOS $X_8, X_9$ CRUDOS LIGEROS $X_{10}, X_{11}$
CRUDOS ASIGNADOS A VENTAS EXTERNAS	CRUDOS PESADOS $X_{12}$ CRUDOS LIGEROS $X_{13}$
CANTIDAD DE GASOLINA PRODU- CIDA EN LAS REFINERIAS A y B	$X_{13}, X_{14}$
CANTIDAD DE KEROSENE PRODU- CIDA EN LAS REFINERIAS A y B	$X_{15}, X_{16}$
CANTIDAD DE COMBUSTIBLE IN- DUSTRIAL PRODUCIDA EN LAS - REFINERIAS A y B	$X_{17}, X_{18}$

VARIABLES DE INVERSION	
EXPANSION DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCION	CRUDOS PESADOS $Y_1, Y_2, Y_3$ CRUDOS LIGEROS $Y_4, Y_5$
EXPANSION DE LA CAPACIDAD DE OLEODUCTOS	$Y_6$
EXPANSION DE LAS INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO	REFINERIA A $Y_7$ REFINERIA B $Y_8$

CUADRO No. 1 VARIABLES BASICAS

La expresión  $Z_c$ , generalmente denota la "Función de Costos", o como se designa mas comunmente la "Función Objetivo", esta describe el aspecto económica específico, en cuyos términos se estudiará la operación del sistema de transporte.

$$Z_c = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n + X_{i_1} Y_1 + \dots + i_n Y_n$$

Donde los símbolos  $X_1$  e  $Y$  representan las diferentes variables operacionales y de inversión, mientras los coeficientes  $C_1$  e  $i_1$  son los costos unitarios correspondientes de operación y de inversión.

Si deseamos estimar las utilidades brutas, en vez de los costos, definiremos una función de utilidad; esta se obtiene multiplicando los volúmenes de crudo y productos vendidos por las entradas unitarias correspondientes  $r$ , y restando, después los costos funcionales  $Z_c$ , previamente definidos.

$$Z_u = r_1 X_1 + r_2 X_2 + \dots + r_n X_n - Z_c$$

La forma en que se pueden utilizar las variables operacionales, consiste de una secuencia de ecuaciones, que une una actividad del sistema de transporte con la siguiente. Las ecuaciones que se mencionan se muestran a continuación:

Ecuaciones tipo 1.- Enlistan las producciones anuales de crudo en los diversos campos petroleros, estas cantidades de crudo se transfieren a la actividad de transporte.

$$\begin{aligned} X_6 &= X_1 + X_2 + X_3 \\ X_7 &= X_4 + X_5 \end{aligned}$$

Ecuaciones tipo 2.- Describen la distribución de crudos entre las asignaciones de crudo para venta directa y para refinería.

$$\begin{aligned} X_6 &= X_8 + X_9 + X_{12} \\ X_7 &= X_{10} + X_{11} + X_{13} \end{aligned}$$

Ecuaciones tipo 3 y 4.- Definen las relaciones entre las asignaciones de crudo en las refinerías y las tablas resultantes de productos manufacturados, como gasolina, kerosene y combustible.

$$\begin{aligned} X_4 &= A_g X_8 + A_g X_{10} & X_{15} &= b_g X_q + B_g X_{11} \\ X_{16} &= A_k X_8 + A_k X_{16} & X_{17} &= b_k X_q + B_k X_{11} \\ X_{18} &= A_f X_8 + A_f X_{10} & X_{19} &= b_f X_q + B_f X_{11} \end{aligned}$$

Ecuaciones tipo 5 y 6.- Relacionan las cantidades de crudos a las demandas externas o a los puntos generados por el sistema de transporte.

$$\begin{aligned} D_L &\geq X_{12} & D_G &= X_{14} + X_{15} \\ D_{11} &\geq X_{13} & D_K &= X_{15} + X_{17} \\ & & D_F &= X_{18} + X_{19} \end{aligned}$$

Las limitaciones que involucra el sistema de transporte, se refieren a muchas consideraciones prácticas, que solo pueden ser descritas en forma indefinida, y se expresan matemáticamente por medio de desigualdades o inecuaciones, como si que:

La cantidad de crudo tomado de cada campo petrolero puede exceder la capacidad anual de producción existente  $K$ , de este campo.

$$\begin{array}{ll} X_1 \leq K_1 & X_3 \leq K_3 \\ X_2 \leq K_2 & X_4 \leq K_4 \\ & X_5 \leq K_5 \end{array}$$

La restricción tipo 2'.- Expresa que la cantidad total de crudo, que se envía a través del oleoducto a las terminales de venta, no puede exceder la capacidad de la línea  $K_6$

$$X_{12} + X_{13} \leq K_6$$

Las restricciones tipo 3' y 4'.- Sirven para manifestar que las producciones anuales de las refineries no pueden exceder a ciertos límites  $K_7$  y  $K_8$  en las refineries A y B, respectivamente.

$$\begin{array}{ll} X_8 + X_{10} \leq K_7 \\ X_9 + X_{11} \leq K_8 \end{array}$$

### 3.4 Identificar posibles alternativas de acción.

En el modelo matemático del problema de transporte el sistema de ecuaciones tiene interacciones, entre las variables que lo integran, el comportamiento de las variables controlables, como son los costos o precios unitarios y los --

coeficientes tecnológicos  $A_{ij}$ , tienen efectos directos en las demás; para detectar dichos efectos existe un método sistemático análisis de sensibilidad.

Después de haberse obtenido la solución del modelo matemático del problema de transporte, puede presentarse que uno o varios parámetros en la formulación original cambien, tales como:<sup>10</sup>

- a) Cambio en el vector  $b$ , o sea, cambios en la disponibilidad de recursos.
- b) Cambios en el vector  $C$ , o sea, cambios en los costos o precios unitarios.
- c) Cambios en la matriz  $A$ , o sea, cambios en los coeficientes tecnológicos  $A_{ij}$ .
- d) Cambios en el vector  $X$ , o sea, cambios en el número de actividades, cuyo nivel debe decidirse.
- e) Cambios en el número de restricciones del sistema --  
línéal a optimizarse.

Estos cambios se pueden resolver a partir de la solución óptima del problema original, con el método de análisis de --sensibilidad o que estudia tales cambios se llama programa---ción paramétrica, el cual se basa en el manejo de la estructura óptima de programación línéal (ver figura No. 1). Aquí --es donde se puede interpretar el aspecto de identificar posibles alternativas de acción, como los cambios en los parame--tros de formulación.

10 - Dr. Juan Prawda Witemberg, obra citada, pág. 146.

Cij											
BA SI CAS	d	$x_1$	$x_2$	...	$h_1$	$h_2$	...	$\Lambda_1$	$A_2$	...	
$h_1$											
$h_2$											
:				:			:			:	
$z_j$											
$C_j - z_j$		0	0	:	0	0	:	-M	-M	:	

FIGURA No. 1 ESTRUCTURA OPTIMA

3.5 Definir un marco de referencia.

En el modelo matemático del problema de transporte el sistema de ecuaciones, también tiene interacciones de variables no controlables, como son las que se derivan de la relación hombre-maquina, en los productos dicha relación genera interacciones de cantidad de producción, control de calidad, transportación o distribución y venta; originan efectos indirectos sobre las demás variables. Estas variables no controlables constituyen un marco de referencia ambiental del problema a resolver.

## C A P I T U L O   I V

### METODO DE SOLUCION DEL MODELO

#### 4.1    Modelo o algoritmo Out-Of-Kilter.

En la programación líneal existen modelos o algoritmos matemáticos con determinadas características para resolver -- problemas de transporte. Los principales métodos son: Regla del extremo Noroeste, Algoritmo de Russell y Método de Vogel, los cuales son para obtener soluciones factibles básicas iniciales; además, el de cruce del Arroyo, de Solución Numérica de Houthakker, Método de Wagner y el Primal Dual o Algoritmo de Out-Of-Kilter, los cuales nos conducen a obtener soluciones óptimas.

En el presente trabajo utilizaremos el algoritmo de Out-Of-Kilter, puesto que este modelo calcula la solución factible básica inicial, después con esta solución base efectúa cálculos hasta obtener la solución óptima del problema de transporte.

La aplicación general del Algoritmo, es a redes de flujo circulatorias; sin embargo, cualquier red de flujo con nudos fuente y destino múltiples puede ser transformado a una red de flujo circulatoria.

El Algoritmo Primal Dual u Out-of-Kilter desarrollado -- por L. R. Ford & D.R. Fulkerson, se aplica para resolver problemas de transporte. Este consiste en que determina el flujo mínimo óptimo de costo sobre una red con límites o restricciones superiores e inferiores de flujo y, con costos unitario de transporte en cada arco de la red.



#### 4.2 Formulación matemática del modelo.

La formulación matemática del modelo o algoritmo Out-Of-Kilter es la siguiente:

$$\text{MINIMIZAR } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

SUJETO A:

$$\sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_{ji}) = 0 \quad i = 1, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq A_{ij}$$

$$j = 1, \dots, m$$

$$X_{ij} \leq b_{ij}$$

DONDE:

$C_{ij}$  Es el costo de transportar una unidad del origen  $i$  al destino  $j$ , o sea, costo por unidad de flujo en el arco  $(i,j)$ .

$X_{ij}$  Es la cantidad de producto transportada del origen  $i$  al destino  $j$ , o sea, el flujo en el arco  $(i,j)$ .

$A_{ij}$  Es la disponibilidad en el origen  $i$ , o sea, la capacidad mínima de flujo en el arco  $(i,j)$ .

$b_{ij}$  Es el requerimiento del destino  $j$ , o sea, la capacidad máxima de flujo en el arco  $(i,j)$ .

#### 4.3 Simulación de información.

En este trabajo se pretende mostrar en la forma más amplia y realista que sea posible las diferentes situaciones - que pueden ocurrir dentro de un período de seis años respecto a la transportación o distribución de los productos destilados desde cinco refinerías que son: Azcapotzalco, Salamanca, Madero, Minatitlán y Poza Rica, hasta las 60 agencias de ventas. Para esto se simuló la instalación de uno o más -- oleoductos para productos y en cada caso se obtuvieron tanto a transportación como el costo total de la misma, para posteriormente hacer un análisis de las conveniencias e inconveniencias de cada alternativa.

La producción de destilados en las refinerías se estima como sigue:

En Azcapotzalco, un proceso de 85,000 B/D de crudo, -- constante durante todo el período, equivalente a 57,518 B/D de destilados (gasolina, kerosinas y gasóleos).

En Salamanca:

<u>AÑO</u>	<u>CRUDO</u>	<u>B/D PROCESADOS</u> <u>RESIDUOS PRIMARIO</u>	<u>RENDIMIENTO</u> <u>EN DESTILADOS</u>
1	71,000	8,000	34,820
2	80,000	10,000	40,890
3-6	100,000	-	65,394

Se ha considerado abierta la capacidad de las refinerías del Golfo o sean Madero y Minatitlán.

Poza Rica se supone operando a 17,000 B/D de crudo en - algunos casos y en otros con la capacidad abierta.

En cuanto a los líquidos de absorción, se estima una disponibilidad de 3,200 B/D en el 1er y 2o. año, y 6,400 B/D a partir del 3er. año.

En los casos en que no se supone la existencia del oleoducto Tuxpan-México, se consideró que los líquidos de absorción se reinyectan al crudo que viene a Azcapotzalco.

La capacidad de bombeo de destilados para el oleoducto - Minatitlán-Salina Cruz es de 43,000 B/D.

La capacidad de bombeo de destilados para el oleoducto - Minatitlán-México es de 56,000 B/D, pero de este volumen es necesario descontar el del gas licuado que se envía a México y así se tiene:

<u>AÑO</u>	<u>CAPACIDAD TOTAL</u>	<u>GAS LICUADO ENVIADO A MEXICO</u>	<u>CAPACIDAD DISPONI- BLE P/DESTILADOS.</u>
1	56,000	19,000	37,000
2	56,000	22,000	34,000
3-6	56,000	25,000	31,000

Para los oleoductos Minatitlán-Salina Cruz, Salamanca-Guadalajara, Salamanca-Aguascalientes y el tramo Madero-Monterrey, el costo de bombeo se tomó el debido únicamente a su operación ya que la inversión en dichos oleoductos se encuentra amortizada en su totalidad.

Estos costo de bombeo son los siguientes:

Oleoducto Minatitlán-Salina Cruz 0.00043 \$/B-Km.

Oleoducto Salamanca-Guadalajara	0.00029 \$/B-Km
Oleoducto Salamanca-Aguascalientes	0.00039 \$/B-Km
Oleoducto Madero-Monterrey	0.00018 \$/B-Km

Para el oleoducto Minatitlán-México, así como para los tramos Monterrey-Gómez Palacio y Gómez Palacio-Chihuahua que no están totalmente amortizados, se estimaron los siguientes costos:

Oleoducto Minatitlán-México	0.00203 \$/B-Km
Oleoducto Monterrey-Gómez Palacio	0.00325 \$/B-Km
Oleoducto Gómez Palacio-Chihuahua	0.00347 \$/B-Km

Para los oleoductos en estudio y el nuevo Salamanca-Morelia, se considera un costo promedio de bombeo de 0.00156 - \$/B-Km.

Para el transporte por barco-tanque se estima un costo promedio de 0.0035 \$/B-Km

A los costos de transporte desde las refinerías de Azcapotzalco y Salamanca a las 60 agencias, se les ha sumado el costo de transportar el crudo por oleoducto desde los campos a dichas refinerías, mientras que a los costos desde la Refinería Madero se les ha adicionado el costo de transportar -- por barco-tanque desde Minatitlán hasta Madero, aproximadamente el 40% de su carga total de crudo.

Estos costos son:

Costo de llevar el crudo, de los campos a Azcapotzalco.	1.7353 \$/B
Costo de llevar el crudo, de los campos a Salamanca	2.5859 \$/B
Costo de llevar el 40% del crudo, de Minatitlán a Madero	0.8540 \$/B

Por otro lado se consideró que el llevar el crudo de los campos a las refinerías de Minatitlán y Poza Rica no cuesta nada.

Se hizo una estimación del costo de operación de la Refinería de Poza Rica operando a su máxima capacidad de ... 17,000 B/D de crudo, que es de 3.2797 \$/B. A continuación se calculó el aumento de costo por operarla abajo de su capacidad, encontrándose para los diferentes años sobrecostos desde 1.3981 \$/B hasta 6.2251 \$/B.

La primera etapa consistirá en seleccionar de entre:

- 1) Un oleoducto de Salamanca a Manzanillo, pasando por Colima y
- 2) Un oleoducto de Salamanca a Mazatlán, pasando por Aguascalientes, Zacatecas y Durango.

La segunda etapa será encontrar que otro oleoducto o combinación de ellos, junto con el ya seleccionado en la primera etapa, redunde en un abatimiento mayor del costo global de distribución. Para esta segunda etapa se consideraron:

- 3) Un oleoducto de Madero a México, pasando por Tuxpan, Poza Rica y Pachuca.
- 4) Un oleoducto de Tuxpan a México, pasando por Poza Rica y Pachuca.
- 5) Un oleoducto de Madero a Aguascalientes, pasando por C. Valles y San Luis Potosí.
- 6) Un oleoducto de Salamanca a México.

Como red actual se consideraron los siguientes oleoductos:

- 1) Minatitlán- Salina Cruz
- 2) Minatitlán- México
- 3) Salamanca- Aguascalientes- Guadalajara
- 4) Salamanca- Morelia
- 5) Madero- Monterrey- Chihuahua. Esta se observa en el mapa No. 1 (ver página No. ).

Se estudiaron 20 casos diferentes que son:

- 1) Red actual para el año 1, sin forzar Poza Rica.

- 2) Red actual para el año 1, forzando Poza Rica.
- 3) Red actual para el año 2, sin forzar Poza Rica.
- 4) Red actual para el año 2, forzando Poza Rica.
- 5) Red actual para el año 3, sin forzar Poza Rica.
- 6) Red actual para el año 3, forzando Poza Rica.
- 7) Red actual para el año 3 + Oleoducto Salamanca-Manzanillo, sin forzar Poza Rica.
- 8) Red actual para el año 3 + Oleoducto Salamanca-Manzanillo, forzando Poza Rica.
- 9) Red actual para el año 3 + Oleoducto Salamanca-Mazatlán, sin forzar Poza Rica.
- 10) Red actual para el año 3 + Oleoducto Salamanca-Mazatlán, forzando Poza Rica.
- 11) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán y Madero-México.
- 12) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán, Madero-México y Salamanca-México.
- 13) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán y Tuxpan-México.
- 14) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán, Tuxpan-México y Salamanca-México.
- 15) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán y Madero-Aguascalientes, sin forzar Poza Rica.
- 16) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán y Madero-Aguascalientes, forzando Poza Rica.
- 17) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán, Madero-Aguascalientes y Salamanca-México, sin forzar Poza Rica.
- 18) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán, Madero-Aguascalientes y Salamanca-México, forzando Poza Rica.
- 19) Red actual para el año 3 + Oleoductos: Salamanca - Mazatlán, Madero-Aguascalientes y Tuxpan-México.

20) Red actual para el año 3: Salamanca-Mazatlán, Madero Aguascalientes, Tuxpan-México y Salamanca-México.

Posteriormente se corrieron casos semejantes a los:

5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 para el 4°, 5°, y 6° año, con el objeto de ver las variaciones de las --- distribuciones al aumentar las demandas.

Se construyeron las matrices de costos para cada caso y siempre se seleccionó el medio o la combinación de medios - más económica de las posibles rutas entre refinerías y agencias.

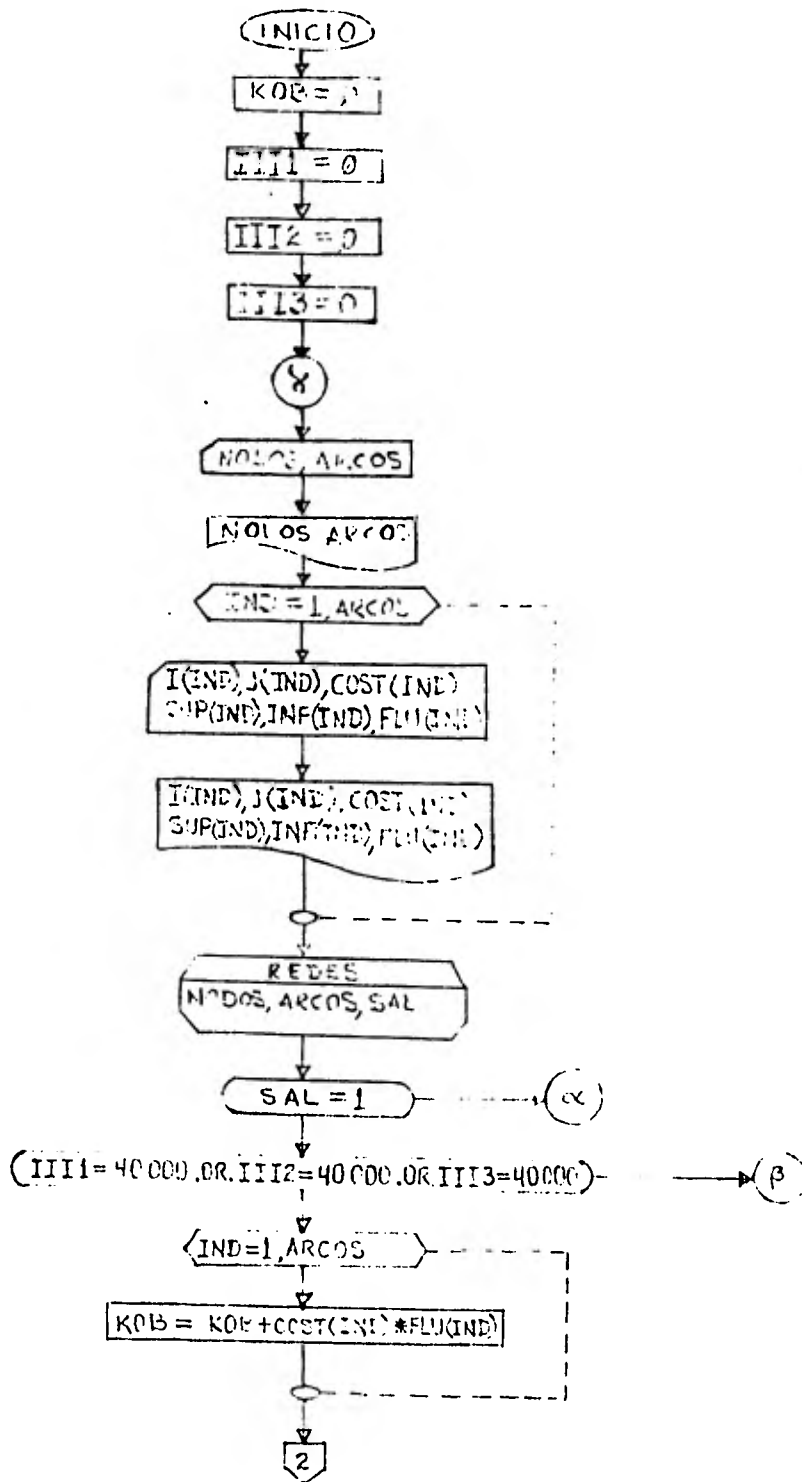
La función objetivo que se hizo mínima fué la suma de -- los productos de las cantidades de destilados transportadas - a cada agencia, multiplicadas por su correspondiente costo de transporte. (para las refinerías de Azcapotzalco, Madero y - Salamanca, este costo incluye el de llevar el crudo desde los campos hasta dichas refinerías).

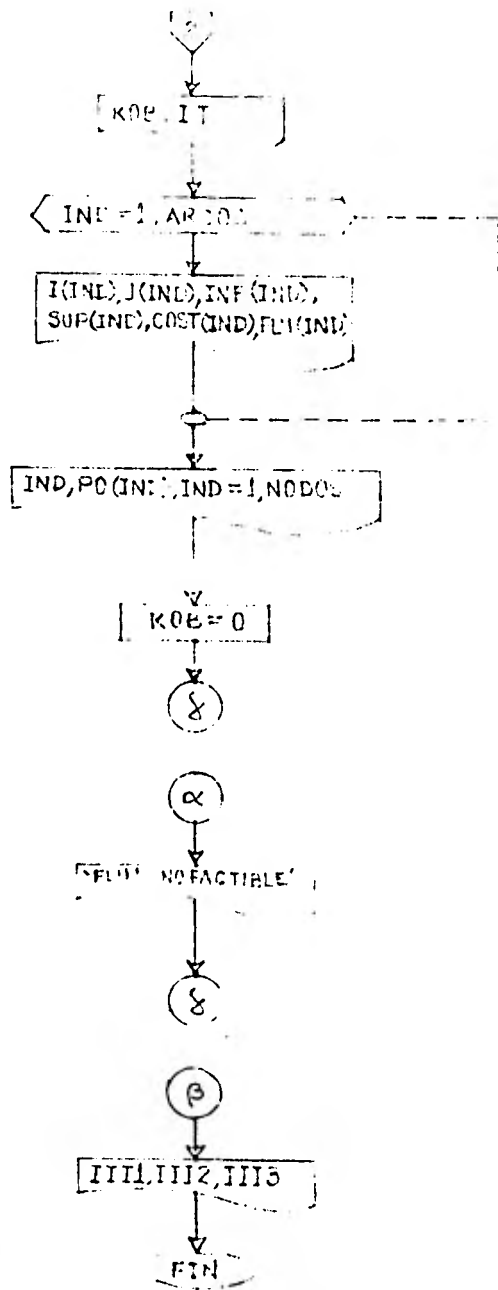


MAPA N° 1 RED ACTUAL

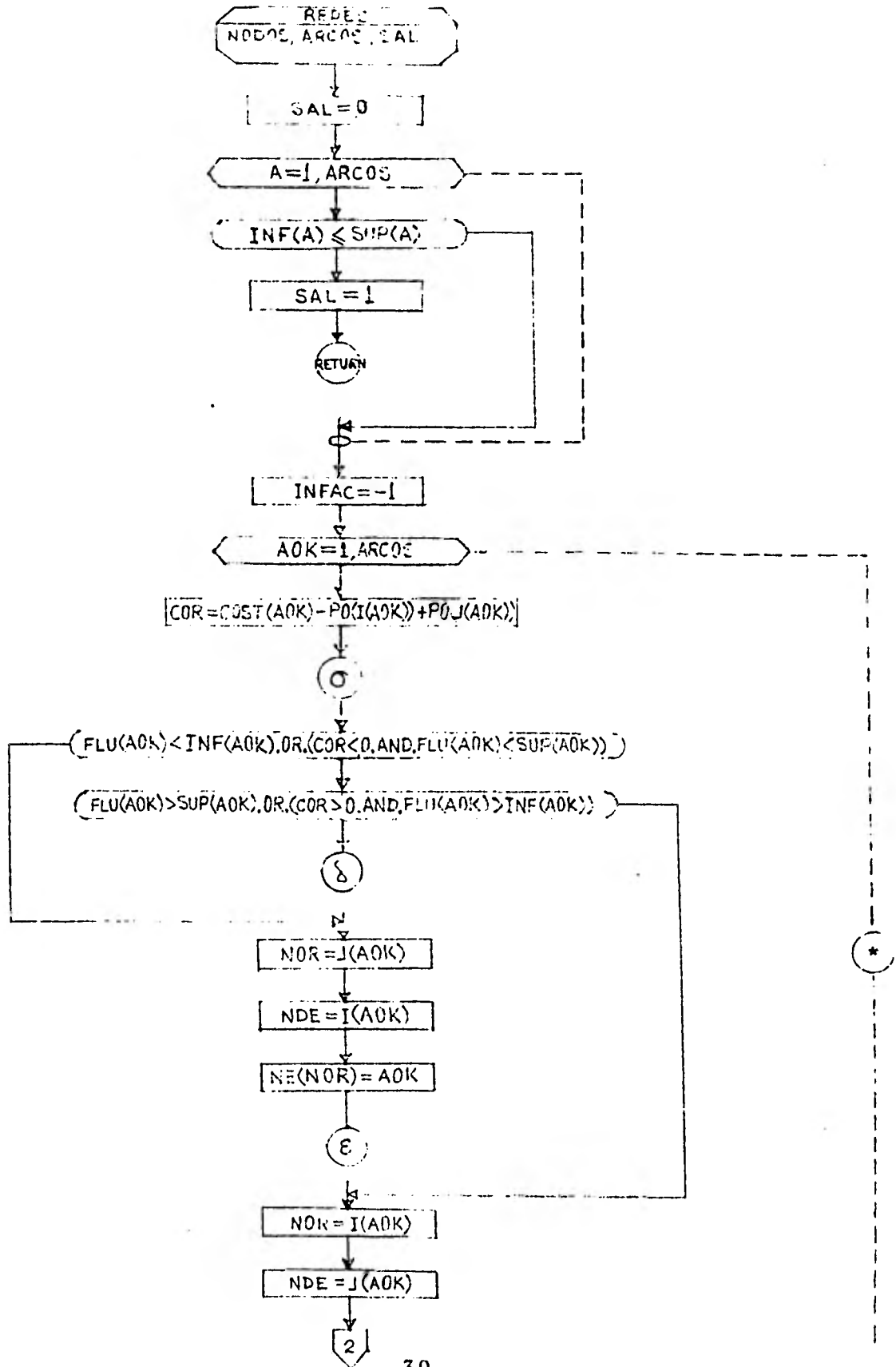


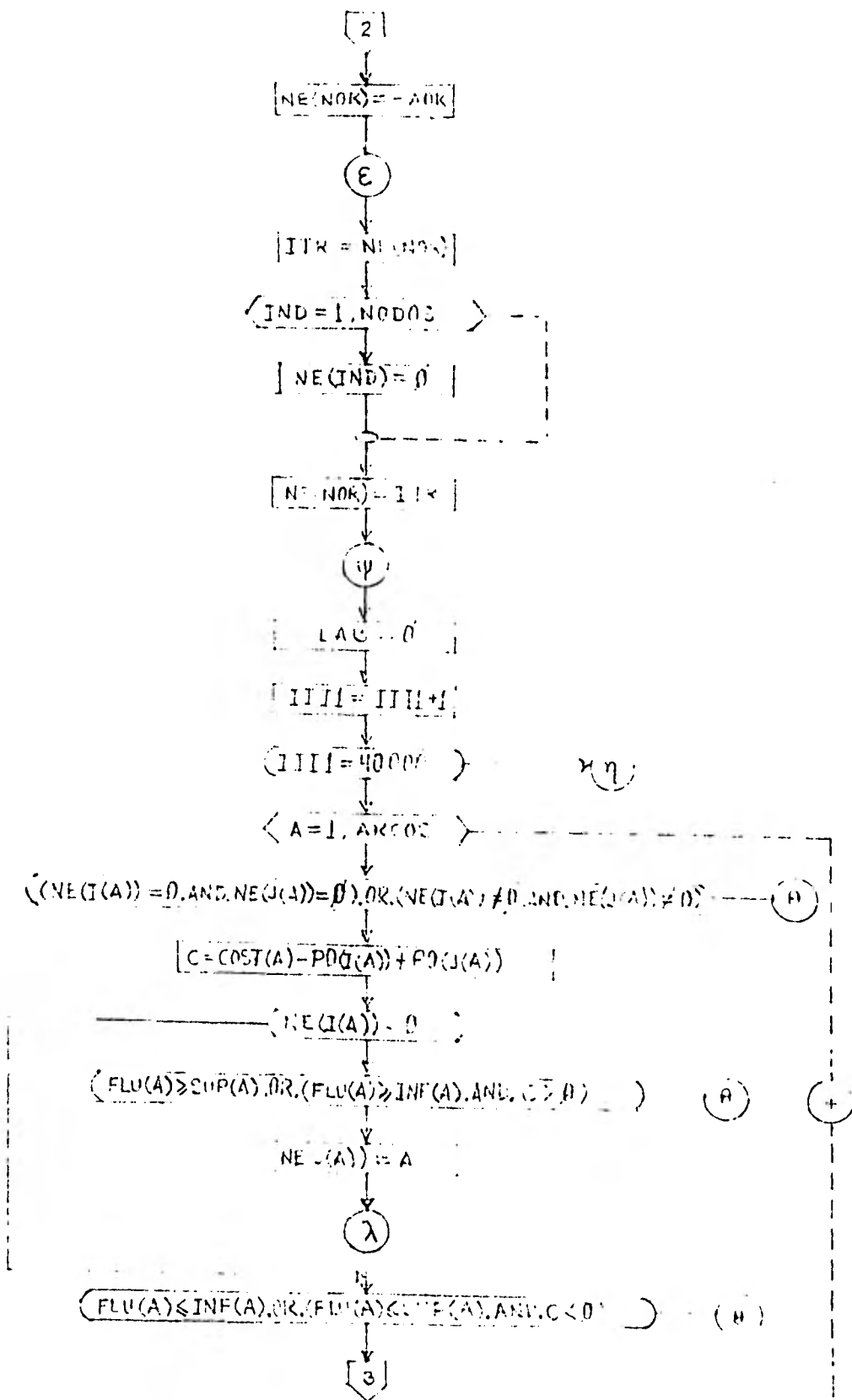
4.4 DIAGRAMA DE FLUJO  
PROGRAMA PRINCIPAL

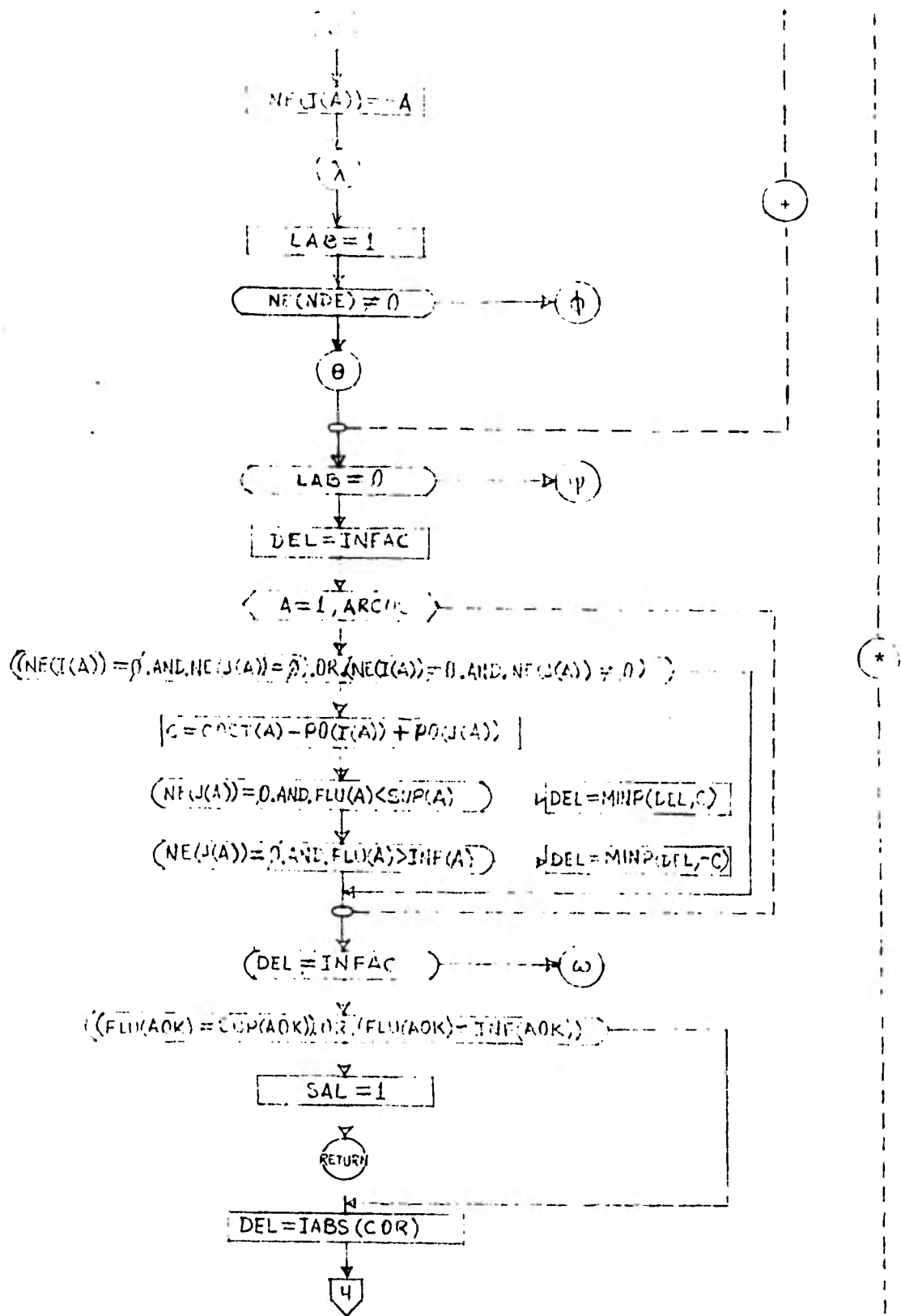


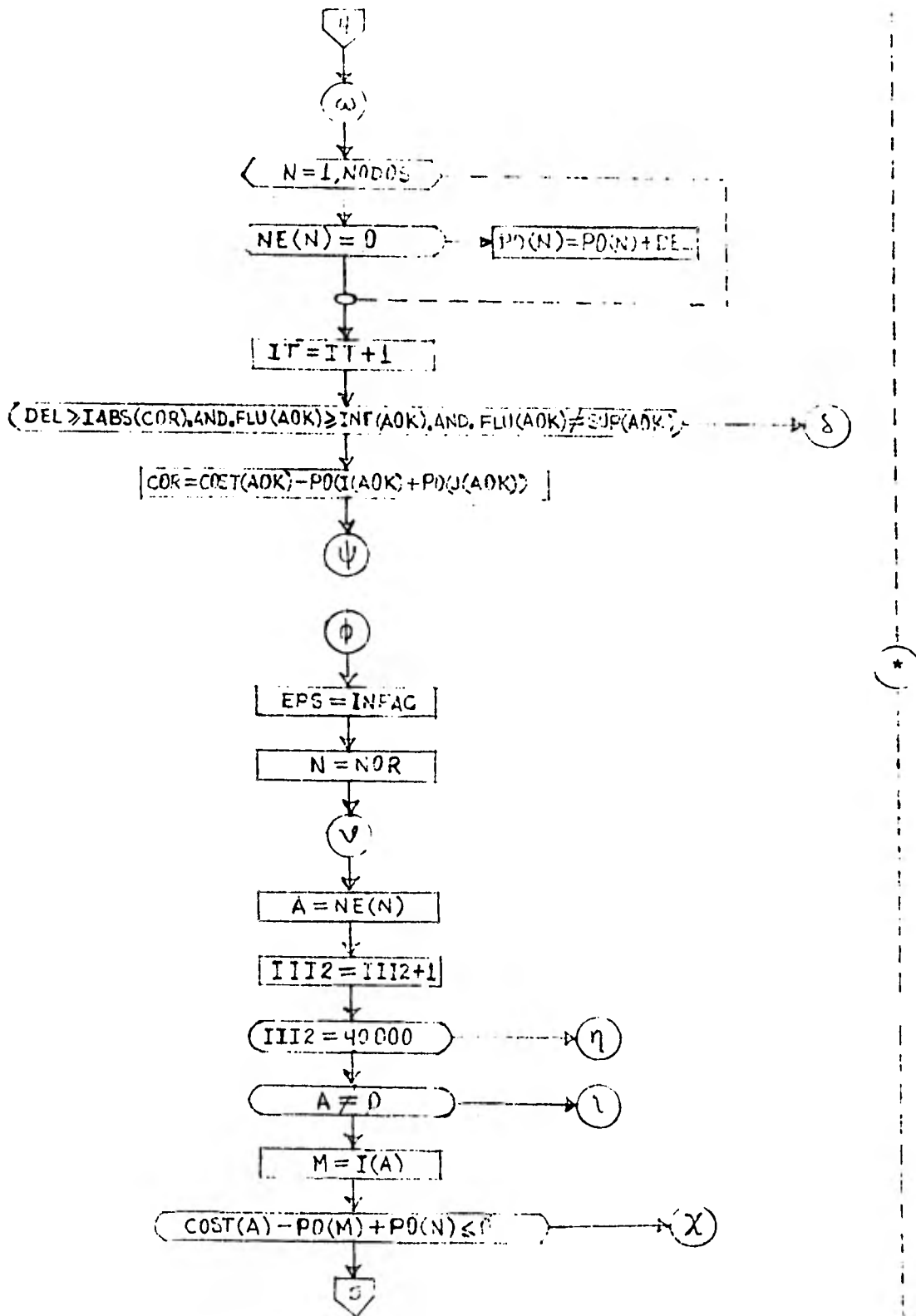


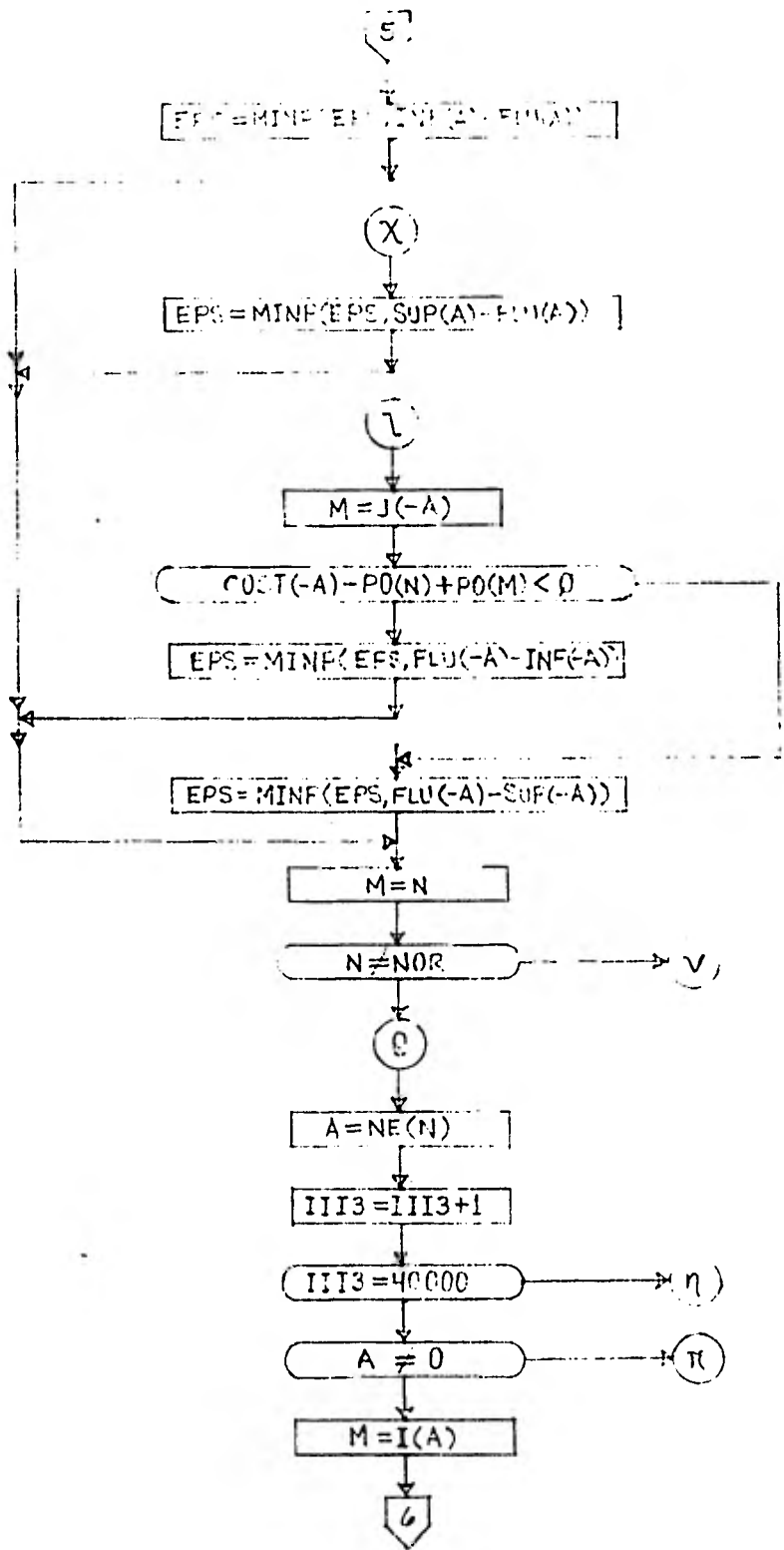
SUBPROGRAMA REDES



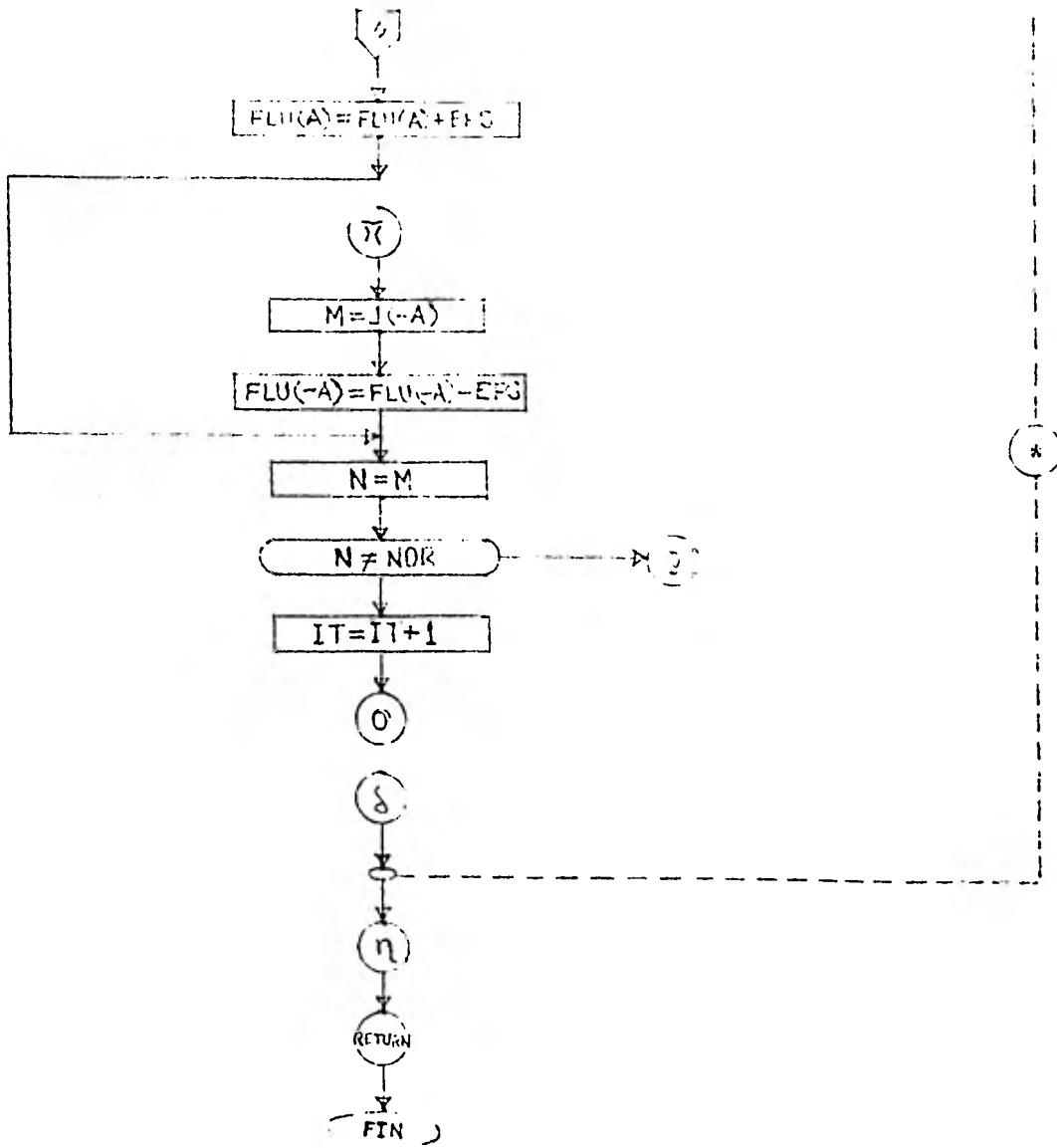






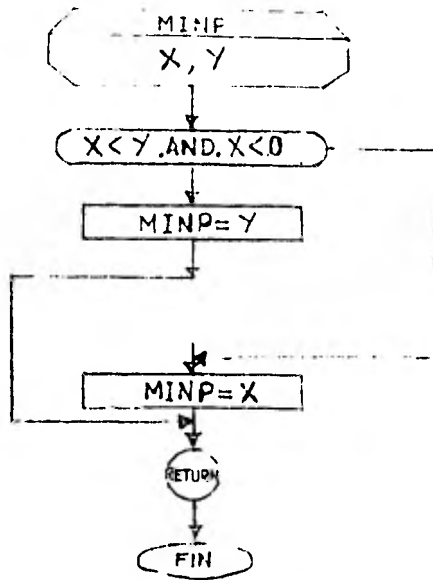


\*





FUNCION MINP



#### 4.5 PROGRAMA DEL MODELO O ALGORITMO

```

100= PROGRAM QUIKIL(INPUT,QUIPUI,IAPE5=INPUT,IAPE6=QUIPUI)
110=C ESIE PROGRAMA DETERMINA EL FLUJO DE MINIMO COSTO SOBRE UNA RED
120=C CIRCULATORIA DE FLUJO RESTRINGIDO CON LIMITES SUPERIOR E INFE-
130=C RIOR. CADA ARCO DIRIGIDO DE LA RED ESIA DEFINIDO POR LOS NUDOS
140=C I(IND) Y J(IND), TIENE LIMITES DE FLUJO SUPERIOR E INFERIOR
150=C SUP(IND) Y INF(IND), Y COSTO POR UNIDAD DE FLUJO COST(IND).
160=C LOS COSTOS Y LIMITES DE FLUJO PUEBEN SER CUALQUIER ENTERO
170=C POSITIVO O NEGATIVO, UN LIMITE SUPERIOR DE FLUJO DEBE SER MAS
180=C GRANDE O IGUAL QUE SU CORRESPONDIENTE LIMITE INFERIOR PARA QUE
190=C EXISTA UNA SOLUCION FACTIBLE.
200=C PUEDE HABER CUALQUIER NUMERO DE ARCOS PARALELOS CONECTANDO
210=C CUALQUIER PAR DE NUDOS.
220=C EL PROGRAMA PROPORCIONA COMO RESULTADOS LOS VECTORES -FLU- Y
230=C -PO-. FLU(IND) ES EL FLUJO OPTIMO CALCULADO SOBRE EL ARCO
240=C -IND- DE LA RED. PU(IND) ES EL VALOR DE LA VARIABLE DUAL LA
250=C CUAL REPRESENTA EL VALOR RELATIVO DE INTRODUCIR UNA UNIDAD DE
260=C FLUJO DENTRO DE LA RED EN EL NUDO N.
270=C SE PUEDE INICIAR EL PROGRAMA CON CUALQUIER VALOR EN EL VECTOR
280=C FLU (TAL COMO UNA SOLUCION PREVIA U ADIVINADA) FACTIBLE U NO.
290=C ESIE PROGRAMA SIGUE EL ALGORITMO -QUI- OF KILTER- DESCRITO POR
300=C B.R. FULKERSON.
310=C
320=C
330=C
340= COMMON I(100),J(100),INF(100),SUP(100),COST(100),FLU(100),PU(100)
350= COMMON II
355= COMMON III1,III2,III3
360= INTEGER SUP,COST,FLU,PU,ARCUS,SAL
362= KOB=0
364= III1=0
365= III2=0
366= III3=0
370= 10 READ(5,*) NUDOS,ARCOS
371= WRITE(6,1000)NUDOS,ARCUS
372= 1000 FORMAT(1X,2I2)
380=C NUMERO DE NUDOS Y NUMERO DE ARCOS
390= 20 DO 30 IND=1,ARCUS
400= READ(5,*)I(IND),J(IND),COST(IND),SUP(IND),INF(IND),FLU(IND)
401= WRITE(6,1001)I(IND),J(IND),COST(IND),SUP(IND),INF(IND),FLU(IND)
402= 1001 FORMAT(1X,6I3)
410= 30 CONTINUE
420=C ARCOS DEFINIDOS POR LOS NUDOS I ORIGEN, J DESTINO, COSTO COSTO,
430=C SUP CAPACIDAD MAXIMA, INF CAPACIDAD MINIMA, FLU FLUJO INICIAL.
440= CALL REDES(NUDOS,ARCOS,SAL)
450= IF(SAL.EQ.1) GO TO 40
455= IF(III1.EQ.40000) GO TO 1111
456= IF(III2.EQ.40000) GO TO 1111
457= IF(III3.EQ.40000) GO TO 1111
460= DO 35 IND=1,ARCUS
470= IOB=COST(IND)*FLU(IND)
480= KOB=KOB+IOB
490= 35 CONTINUE
500= WRITE(6,210)KOB,II
510= 210 FORMAT(1H1,10X,"VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO",110,///,10X,
520= 1"NUMERO DE ITERACIONES",I3)
530= WRITE(6,200)
540= 200 FORMAT(1H1,22X,"FLUJO OPTIMO DE LA RED",/,1X,/2(1H-),/,4X,
550= 1"ORIGEN",3X,"DESTINO",2X,"FLU. MIN.",1X,"FLU. MAX.",4X,"COSTO",4X,
560= 2"FLUJO OPTIMO",/,1X,/2(1H-))

```

```

570=      DO 31 IND=1,ARCUS
580=      WRITE(6,201) I(IND),J(IND),INF(IND),SUP(IND),COST(IND),FLU(IND)
590= 201  FORMAT( 6I10)
600=      31 CONTINUE
610=      WRITE(6,202)
620=      WRITE(6,205)(IND,PU(IND),IND=1,NUDUS)
630= 202  FORMAT(IH1,25X,"NUDUS",5X,"VARIABLE DUAL",/,1X,/2(1H-))
640= 205  FORMAT(25X,13,9X,18)
650=      KOB=0
660=      GO TO 10
670=      99 CALL EXIT
680=      40 WRITE(6,206)
690= 206  FORMAT(3X,"FLUJO NO FACILIBLE")
700=      GO TO 10
705= 1111 WRITE(6,1112) 1111,1112,1113
706= 1112 FORMAT(1X,3IS)
710=      STOP
720=      END
730=C
740=C
750=      SUBROUTINE REDES(NUDUS,ARCUS,SAL)
760=      COMMON I(100),J(100),INF(100),SUP(100),COST(100),FLU(100),PU(100)
770=      COMMON II
775=      COMMON 1111,1112,1113
780=      INTEGER ARCUS,SUP,COST,FLU,PU,CUR,C,EPS,A,AUK,DEL,SAL
790=      DIMENSION NE(100)
800=      SAL=0
810=C      DETERMINACION DE LA FACILIBILIDAD DE FLUJOS EN LA RED
820=      DO 1 A=1,ARCUS
830=      IF(INF(A).LE.SUP(A)) GO TO 1
840=      SAL=1+2
850=      RETURN
860=      1 CONTINUE
870=      INFAC=-1
880=C      LA RED ES FACILIBLE. SE PROCEDE A DETERMINAR EL FLUJO OPTIMO.
890=      DO 2 AUK=1,ARCUS
900=C      SI EXISTE ARCO NO CONFORMABLE SE MODIFICAN FLUJOS HASTA
910=C      LOGRAR QUE ESTE ARCO SEA FACILIBLE
920=C      ENCONTRAR ARCO NO FACILIBLE.
930=      CUR=COST(AUK)+PU(I(AUK))+PU(J(AUK))
940=      3 IF ((FLU(AUK).LT.INF(AUK)).OR.(CUR.LT.O.AND.FLU(AUK).LT.SUP
950=      1(AUK))) GO TO 4
960=      IF((FLU(AUK).GT.SUP(AUK)).OR.(CUR.GT.O.AND.FLU(AUK).GT.INF
970=      1(AUK))) GO TO 5
980=      GO TO 2
990=C      EL ARCO AUK EN CUESTION ES FACILIBLE
1000=      4 NUR=J(AUK)
1010=      NDE=I(AUK)
1020=      NE(NUR)=AUK
1030=C      EL ARCO AUK ESTA FUERA DE BALANCE Y SE ENCUENTRA EN ESTADO L1,M1,
1040=C      SE ETIQUETA EL NUDO FINAL DEL ARCO Y SE PERMITE PASAR FLUJO ADICIONAL
1050=      GO TO 6
1060=      5 NUR=I(AUK)
1070=      NDE=J(AUK)
1080=      NE(NUR)=-AUK
1090=C      EL ARCO AUK ESTA FUERA DE BALANCE Y SE ENCUENTRA EN ESTADO L2,M2,
1100=C      SE ETIQUETA EL NUDO INICIAL DEL ARCO Y SE PERMITE DISMINUIR
1110=C      FLUJO. SE INICIA METODO DE ETIQUETAS PARA DISMINUIR DESVIACION
1120=C      EN EL ARCO, SE MARCAN ETIQUETAS EN LOS NUDOS EXCEPTO PARA
1130=C      EL NUDO ORIGEN.
1140=      6 IIR=NE(NUR)
1150=      DO 7 IND=1,NUDUS
1160=      NE(IND)=0
1170=      7 CONTINUE
1180=      NE(NUR)=IIR
1190=      9 LAB=0

```

```

1192=      III1=III1+1
1194=      IF(III1.EQ.40000) GO TO 1960
1200=C     SE ETIQUETAN TODOS LOS NODOS SIN ETIQUETA QUE SE CONECTAN POR
1210=C     MEDIO DE UN ARCO A NODOS ETIQUETADOS
1220=      DO 10 A=1,ARCOS
1230=      IF((NE(I(A)).EQ.0 .AND. NE(J(A)).EQ.0) .OR.
1240=      1(NE(I(A)).NE.0 .AND. NE(J(A)).NE.0)) GO TO 10
1250=      C=COST(A)-PO(I(A))+PU(J(A))
1260=      IF(NE(I(A)).EQ.0) GO TO 11
1270=      IF(FLU(A).GE.SUP(A) .OR. (FLU(A).LE.INF(A).AND.C.GI.0))
1280=      100 TO 10
1290=      NE(J(A))=A
1300=      GO TO 12
1310=      11 IF(FLU(A).LE.INF(A).OR.(FLU(A).LE.SUP(A).AND.C.LI.0))
1320=      100 TO 10
1330=      NE(I(A))=-A
1340=      12 LAB=1
1350=C     SE ETIQUETA UN NODO Y SE VERIFICA SI EL NODO DESTINO
1360=C     ESTA ETIQUETADO. SI EL NODO DESTINO SE ETIQUETA
1370=C     SE MODIFICA EL FLUJO.
1380=      IF(NE(NDE).NE.0) GO TO 13
1390=      10 CONTINUE
1400=      IF(LAB.NE.0) GO TO 9
1410=C     NO HAY CIRCUITO QUE CONTIENGA EL ARCO NO FACILIBLE Y
1420=C     EMPIEZA EL METODO DE CAMBIO DE FLUJO.
1430=      DEL=INFAC
1440=      DO 14 A=1,ARCOS
1450=      IF((NE(I(A)).EQ.0.AND.NE(J(A)).EQ.0).OR.
1460=      1(NE(I(A)).NE.0.AND.NE(J(A)).NE.0)) GO TO 14
1470=      C=COST(A)-PO(I(A))+PO(J(A))
1480=      IF(NE(J(A)).EQ.0 .AND. FLU(A).LI.SUP(A)) DEL=MINP(DEL,C)
1490=      IF(NE(J(A)).NE.0 .AND. FLU(A).GI.INF(A)) DEL=MINP(DEL,-C)
1500=      14 CONTINUE
1510=      IF(DEL.NE.INFAC) GO TO 37
1520=      IF((FLU(AUK).EU.SUP(AUK)).OR.(FLU(AUK).EU.INF(AUK))) GO TO 42
1530=      SAL=1
1540=      RETURN
1550=      42 DEL=IABS(CUR)
1560=      37 DO 16 N=1,NODOS
1570=      IF(NE(N).NE.0) PU(N)=PU(N)+DEL
1580=      16 CONTINUE
1590=      I1=I1+1
1600=      IF(DEL.GE.IABS(CUR).AND.FLU(AUK).GE.INF(AUK)
1610=      1.AND.FLU(AUK).LE.SUP(AUK)) GO TO 2
1620=      CUR=COST(AOK)-PO(I(AOK))+PU(J(AOK))
1630=      GO TO 9
1640=C     PROBLEMA NO FACILIBLE
1650=      13 EPS=INFAC
1660=      N=NOR
1670=      17 A=NE(N)
1672=      III2=III2+1
1674=      IF(III2.EQ.40000) GO TO 1960
1680=      IF(A.LE.0) GO TO 18
1690=      N=I(A)
1700=      IF(COST(A)-PU(N)+PO(N).LE.0) GO TO 19
1710=      EPS=MINP(EPS,INF(A)-FLU(A))
1720=      GO TO 20
1730=      19 EPS=MINP(EPS,SUP(A)-FLU(A))
1740=      GO TO 20
1750=      18 N=J(-A)
1760=      IF(COST(-A)-PU(N)+PU(N).LI.0) GO TO 22
1770=      EPS=MINP(EPS,FLU(-A)-INF(-A))
1780=      GO TO 20
1790=      22 EPS=MINP(EPS,FLU(-A)-SUP(-A))
1800=      20 N=N
1810=C     SE PREGUNTA SI DETERMINAMOS EL AUMENTO DE FLUJO PERMITIDO

```

```

1820=      IF(M.NE.NUR) GO TO 17
1830=      21 A=NE(M)
1832=      I113=I113+1
1834=      IF(I113.EQ.40000) GO TO 1860
1840=      IF(A.LE.0) GO TO 23
1850=      A=I(A)
1860=      FLU(A)=FLU(A)+EPS
1870=      GO TO 24
1880=      23 A=J(-A)
1890=      FLU(-A)=FLU(-A)-EPS
1900=      24 A=A
1910=      IF(M.NE.NUR) GO TO 21
1920=      I1=I1+1
1930=      GO TO 3
1940=C     SE PRUEBA SI EL ARCO ESTA BALANCEADO
1950=      2 CONTINUE
1960=      1960 RETURN
1970=      END
1980=C
1990=C
2000=      FUNCTION AIMP(X,Y)
2010=      INTEGER X,Y
2020=      IF(X.LT.Y .AND. X.GE.0) GO TO 26
2030=      AIMP=Y
2040=      GO TO 27
2050=      26 AIMP=X
2060=      27 RETURN
2070=      END

```

..

#### 4.6 Presentación de Información.

En las columnas primera y quinta de las tablas aparecen los volúmenes de productos destilados en barriles por día (B/D), surtidas a cada una de las agencias cuyo número de identificación correspondiente se encuentra en las columnas segunda, cuarta y sexta. En la séptima columna se encuentra el número que identifica a las refinерías, el cual se repite en cada renglón hasta aquel en que aparece la última agencia surtida cada refinерía aparece, en la siguiente columna de la derecha, el valor parcial alcanzado por la función objeto para la refinерía en turno en pesos por día (\$/D), con cuatro decimales (las cantidades no tienen punto decimal pero las últimas cuatro cifras son decimales) y, a la misma altura en la siguiente columna, se puede ver el volumen total de destilados surtidos desde cada refinерía. En el último renglón de las tablas se obtiene el valor global alcanzado por la función objeto en las mismas unidades que los valores parciales y la suma de los volúmenes totales surtidos, en las columnas correspondientes.

Los números de identificación de las refinерías son:

- 1.- Refinería "18 de Marzo"
- 2.- Refinería "Ing. Antonio M. Amor"
- 3.- Refinería "Madero"
- 4.- Refinería "Minatitlán"  
(a través del oleoducto a México)
- 5.- Refinería "Minatitlán"  
(a través del oleoducto a Salina Cruz)
- 6.- Refinería "Minatitlán"  
(sin oleoductos)
- 7.- Refinería "Poza Rica"

y de las agencias son:

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1.- Acapulco       | 31.- Mexicali        |
| 2.- Aguascalientes | 32.- México          |
| 3.- Arriaga        | 33.- Minatitlán      |
| 4.- Campeche       | 34.- Morelia         |
| 5.- Celaya         | 35.- Monterrey       |
| 6.- Chihuahua      | 36.- Navojoa         |
| 7.- C. Juárez      | 37.- Nogales         |
| 8.- C. Obregón     | 38.- Oaxaca          |
| 9.- C. Valles      | 39.- Orizaba         |
| 10.- C. Victoria   | 40.- Pachuca         |
| 11.- Coatzacoalcos | 41.- Parral          |
| 12.- Colima        | 42.- Poza Rica       |
| 13.- Córdoba       | 43.- Puebla          |
| 14.- Cuautla       | 44.- Querétaro       |
| 15.- Cuernavaca    | 45.- Sabinas         |
| 16.- Culiacán      | 46.- Salina Cruz     |
| 17.- Durango       | 47.- Saltillo        |
| 18.- Gómez Palacio | 48.- San Luis Potosí |
| 19.- Guadalajara   | 49.- Santa Ana       |
| 20.- Guaymas       | 50.- Tampico         |
| 21.- Hermosillo    | 51.- Tapachula       |
| 22.- Iguala        | 52.- Tehuacán        |
| 23.- Irapuato      | 53.- Tepic.          |
| 24.- Jalapa        | 54.- Tijuana         |
| 25.- La Paz        | 55.- Toluca          |
| 26.- León          | 56.- Uruapan         |
| 27.- Los Mochis    | 57.- Veracruz        |
| 28.- Manzanillo    | 58.- Villahermosa    |
| 29.- Mazatlán      | 59.- Zacatecas       |
| 30.- Mérida        | 60.- Zamora          |

GRUPO 1 1956 MED ACTUAL Y PUZA NICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1662	2	1598	5	1649	35	2		
3001	23	1595	26	2556	44	2		
2437	53	1279	17	3932	46	2		
1362	55	1264	12	1020	60	2		
1859	59	9176	19			2	1392677743	34020
4789	6	1055	47	2475	45	3		
0532	24	6011	50	1072	41	3		
800	17	747	10	2074	9	3		
111523	61	43.2	18	4397	7	3	1514004199	150000
1213	13	996	39	792	22	4		
674	14	1531	15	2551	40	4		
3125	55	5219	43	9090	32	4		
3337	57	555	52	4511	61	4		
1463	24					4	655533107	37000
2603	1	1284	28	1426	38	5		
3239	29	3747	31	957	27	5		
2927	27	053	40	1343	36	5		
3049	54	3232	16	2261	8	5		
2901	21	322	51	5900	20	5		
2032	25	1462	3	281	61	5		
001	46					5	4727404269	40000
2415	4	752	11	1433	33	6		
130063	61	3192	30	2130	31	6	471637070	100000
2405	72	9765	51			7		11100



COMBO 2 1948 REP ACTUAL Y POZA RICA FORNADA

57513	32					1		57513
1662	2	2556	44	1598	5	2		
2637	53	1279	17	3932	48	2		
1362	56	1364	12	1020	60	2		
1889	59	1695	26	3001	23	2		
1649	35	9176	19			2	1592077745	34320
4739	6	1865	47	9632	34	3		
3334	50	1072	41	808	17	3		
747	10	4397	7	2475	45	3		
116279	61	4652	19			3	1406593465	190300
1213	13	8525	61	5819	43	4		
3867	57	996	39	9250	32	4		
792	22	674	14	1531	15	4		
3125	55	568	52			4	457142425	37000
2683	1	853	49	1284	28	5		
882	51	5849	54	981	46	5		
5047	51	261	61	757	37	5		
2927	27	1303	36	3232	16	5		
2261	6	2381	21	1426	38	5		
3900	20	2052	25	1462	3	5		
3259	29					5	4727404269	43000
2485	4	3192	30	792	11	6		
1483	33	139663	61	2190	58	6	471637030	150000
2074	9	1463	24	2551	40	7		
2425	42	2677	50			7	650800603	11190
							9665667327	483522

1959 2 1959 DES ACTUAL Y POZA NICA TIM FORZAR

57516	22					1		57513
1707	2	448	55	2177	17	2		
2747	44	3317	23	1703	5	2		
2364	53	2639	16	4179	48	2		
1431	56	1451	12	1374	60	2		
2324	59	1675	26	1711	35	2		
9773	19					2	2640543496	40690
4953	6	1914	47	2631	45	3		
9891	34	6048	50	1143	41	3		
.776	10	2222	9	4719	18	3		
111078	61	4625	7			3	1534599961	190000
1269	13	2930	55	2694	40	4		
1620	15	144	57	711	14	4		
1517	24	1346	39	594	52	4		
6043	43	14600	32	822	22	4	697170650	34000
2926	1	1521	33	1263	28	5		
3437	29	994	43	311	16	5		
534	31	1016	37	3165	27	5		
863	49	1375	33	6333	54	5		
2430	8	2487	21	938	51	5		
4117	20	2289	25	1595	3	5	4716071615	43000
2667	4	771	11	3394	57	6		
1557	33	135233	61	3445	30	6		
2393	53					6	543316371	150000
2537	42	8303	61			7		11190
							10135502413	436588

CASO 4 1959 RED ACTUAL Y POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1707	2	2609	16	2177	17	2		
448	55	2864	53	4179	48	2		
1431	56	1451	12	1074	60	2		
2024	59	2747	44	1675	26	2		
1703	5	3317	23	1711	35	2		
9773	19					2	2640543496	40690
4953	6	1914	47	2631	45	3		
9891	34	3870	50	776	10	3		
1143	41	115470	61	4719	18	3		
4625	7					3	1403832719	150000
1269	13	2930	55	317	61	4		
6043	42	4033	57	1046	39	4		
14630	32	822	22	711	14	4		
1630	15	594	52			4	547501063	34000
2926	1	863	49	6333	54	5		
938	51	994	46	5540	31	5		
1016	37	3165	27	1375	36	5		
611	16	2430	6	2487	21	5		
1521	38	4117	20	2289	25	5		
1595	3	3437	29	1363	28	5	4716071615	43000
2667	4	771	11	1597	33	6		
139127	61	3445	30	2393	58	6	510153851	150000
2222	9	2694	40	1517	24	7		
2587	42	2170	50			7	671468472	11190
							10489571316	408500

PERIODO 5 1970 MED. ACTUAL Y POZA RICA SIN FORZAR

57513	32					1		57513
1752	2	1451	36	750	14	2		
3646	55	3615	16	2381	9	2		
1623	23	852	22	1482	32	2		
3416	27	2271	17	1736	15	2		
1456	28	2845	40	3103	53	2		
4437	48	1501	56	1541	12	2		
1132	60	2167	59	2848	44	2		
1651	26	1814	5	3645	23	2		
1774	25	10405	19			2	6017400241	65394
5121	6	1159	41	1965	47	2		
10156	34	6102	50	806	10	3		
2797	45	112184	81	4346	18	3		
4863	7					3	1481512270	150000
1328	13	2027	57	1572	24	4		
621	52	18075	32	6278	43	4		
1099	39					4	390721775	31000
3184	1	1008	46	5644	31	5		
5711	61	1076	37	875	49	5		
3623	29	6649	54	2612	8	5		
2602	21	997	51	4239	20	5		
2542	25	1736	3			5	3909514261	43000
2856	4	746	11	2189	57	6		
1717	33	136158	61	3712	30	6		
2620	58					6	570649256	190000
2757	42	11632	61			7		14250
							12369798011	51100

CASE 6 1972 PED ACTUAL Y POR A RICA FORZADA

57518	22					1		57513
1752	2	1159	41	1623	36	2		
1451	26	750	14	852	22	2		
1736	15	3416	27	2271	17	2		
1456	26	3615	16	5549	32	2		
2646	55	3103	53	4437	46	2		
1531	56	1541	12	1132	60	2		
2167	59	2945	44	1651	26	2		
1514	5	3645	21	1774	25	2		
10405	19					2	6025199168	65394
5121	6	10156	34	1268	50	3		
806	10	4846	13	1955	47	3		
2797	45	118175	61	4363	7	3	1331006321	150000
1526	13	14006	32	3450	61	4		
6278	43	4216	57	1099	39	4		
621	52					4	235626924	31000
5104	1	997	31	6345	54	5		
1008	46	675	45	5644	31	5		
1073	27	5911	61	2612	6	5		
2602	21	4339	20	2542	25	5		
1736	3	3623	29			5	3909514261	43000
2353	4	2620	50	3712	30	6		
746	11	1717	33	130347	61	6	550862660	150000
2331	9	4635	50	1372	24	7		
2345	40	2757	42			7	893224364	14390
							12995475744	311502

CASO 7 197. RED ACTUAL Y COLECTO CALAMARCA-AMAZILLAS-POLA HIC. CIN. FORZAS

57518	32					1		57518
1752	2	3615	15	6849	54	2		
679	8	1819	53	2502	21	2		
3173	53	4437	41	1501	56	2		
4339	20	2542	25	1132	60	2		
2137	59	3623	23	2943	44	2		
1651	26	1814	5	1456	20	2		
1541	12	3645	23	1774	35	2		
13435	19					2	4573674075	65394
5121	6	1965	47	10156	34	3		
613	50	1159	41	2271	17	3		
236	10	2331	5	4846	10	3		
107332	61	2797	45	4863	7	3	1794552323	150000
750	14	1736	15	552	22	4		
19557	32	1827	55	6278	43	4	512769997	31000
3184	1	2055	61	5644	31	5		
1073	37	3416	27	875	49	5		
1451	36	1933	2	997	51	5		
1623	38	1736	5	1008	46	5	2364053236	43000
2050	4	621	52	746	11	6		
4216	57	1717	32	129511	61	6		
3712	30	2620	50	1572	24	6		
1099	39	1528	13			6	811333923	150000
2343	40	8736	61	2737	42	7	208383500	14390
							10765265319	511300

CASO 1971. RED ACTUAL Y CLEODUCTO SALAMANCA-TANZANILLO. POZA LICA FORZADA

57518	32					1		57518
1752	2	2612	3	3615	16	2		
6849	54	2483	21	3103	53	2		
4437	46	1501	55	4339	20	2		
2542	25	1132	60	2167	59	2		
3623	29	2948	44	1651	26	2		
1814	5	1456	28	1541	12	2		
3645	23	1774	35	10405	19	2	4621833158	65394
5121	6	1965	47	2797	45	3		
11156	34	6103	57	1153	41	3		
806	10	4846	13	32	13	3		
2271	17	105655	61	4216	57	3		
4363	7					3	1758310003	130000
1296	13	3646	55	552	22	4		
1443	43	1099	39	19557	52	4		
750	14	1736	15	621	52	4	576077169	31000
3134	1	21874	61	5644	21	5		
1078	37	3416	27	375	49	5		
1451	36	114	21	997	51	5		
1623	38	1736	3	1008	46	5	2642221500	45000
2353	4	2620	58	5712	30	6		
746	11	1717	33	138347	61	6	550882636	150000
2331	9	4835	43	2045	40	7		
2757	42	1572	24			7	1004627929	14500
							11153952075	511500

CASE 9 1973 RED ACTUAL Y CLEODUCTO SALAMANCA- AZATLAN. GUERRA MICA SIA. FOLIO 111

57518	32					1		57515
1752	2	4710	54	375	49	2		
1774	35	10405	19	2602	21	2		
1319	55	3103	53	3416	27	2		
1501	56	2615	16	2512	8	2		
1132	60	4329	20	2542	25	2		
1073	37	2948	44	1651	26	2		
3623	29	1814	5	2271	17	2		
3645	23	2167	59			2	4619735910	65394
5121	6	4437	45	1965	47	3		
2797	45	10156	54	6103	50	3		
1159	41	856	10	4863	7	3		
2351	9	1-9366	61	4346	18	3	2023231326	150000
750	14	1736	15	852	22	4		
19557	32	1827	55	6270	43	4	512769997	31000
3184	1	22221	61	3644	31	5		
1541	12	1456	20	1451	26	5		
2139	54	997	51	1623	33	5		
1736	3	1000	45			5	2135091302	40000
2058	4	621	52	745	11	6		
4216	57	1717	30	129511	61	6		
3712	30	2620	58	1572	24	6		
1099	39	1325	13			6	111033723	150000
2045	40	8733	61	2757	42	7	200002300	14590
							10010569058	311302



CASO 1. 1970 RED ACTUAL Y COLECTIVO SALAMANCA-AZATLAN-BOZA RICA FORZADA

57513	32					1		57512
1752	2	6529	54	975	49	2		
2602	21	3615	16	1774	35	2		
10405	19	3103	53	1078	37	2		
2612	8	1501	56	1132	60	2		
4339	20	2542	25	3416	27	2		
2948	44	1651	26	3623	29	2		
1814	5	2271	17	3645	23	2		
2167	59					2	4652313362	65394
5121	6	4437	48	1765	47	3		
10156	34	6103	50	32	13	3		
806	10	1159	41	4216	57	3		
2797	45	103499	61	4846	18	3		
4263	7					3	1967108351	150000
1296	13	3646	55	852	22	4		
1736	15	750	14	1443	43	4		
1099	39	19557	32	621	52	4	576077169	31000
3184	1	24040	61	1008	46	5		
320	54	5644	31	1541	12	5		
1451	36	997	51	1456	28	5		
1623	28	1735	3			5	1905397277	43000
2850	4	2620	50	3712	30	6		
746	11	1717	33	138347	61	6	530832686	150000
2301	9	4835	42	2045	40	7		
2757	42	1572	24			7	1004627929	14300
							10676406974	511302

PERIODO 11 1970 RED ACTUA Y CLEODUCTOS SALAMANCA-HAZATLAN Y MADRID-MEXICO

57518	32					1		57513
1752	2	1451	36	875	49	2		
10435	19	1774	35	3615	16	2		
1014	5	2612	8	2602	21	2		
3103	53	2416	27	1078	37	2		
1177	31	3645	23	1501	55	2		
1132	60	4239	20	2542	25	2		
6849	54	1651	25	3623	29	2		
2271	17	2167	59			2	4934200003	65394
5121	6	4437	43	1955	47	3		
10156	34	836	10	6103	50	3		
1159	41	4853	7	4846	18	3		
2797	45	2581	9	105366	61	3	2022932457	150000
1323	13	6273	43	1099	39	4		
15165	32	852	22	973	24	4		
2948	44	1736	15	621	52	4	619763672	31000
3184	1	1541	12	1456	28	5		
1006	46	26939	61	4457	31	5		
997	51	1623	25	1736	3	5	1435525323	43000
2858	4	599	24	3712	33	6		
746	11	4216	57	1717	33	6		
133532	61	2620	50			6	613477277	150000
750	14	3646	55	2757	42	7		
4392	32	2645	40			7	165589632	14290
							9796538264	511302

CASO 12 1970 RED ACTUA Y CLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN,MADEIRO-MEXICO Y SALAMANCA  
 -MEXICO

57518	32					1		57518
1752	2	1451	36	875	49	2		
10475	19	1774	35	3615	16	2		
1814	5	2612	8	2602	21	2		
3133	53	3416	27	1379	37	2		
1177	31	3645	23	1501	56	2		
1132	60	4239	20	2542	25	2		
6849	54	1651	26	3623	29	2		
2271	17	2167	59			2	4934200003	65394
5121	6	4437	48	1965	47	3		
10156	34	876	10	6103	50	3		
1159	41	4363	7	4846	18	3		
2797	45	2381	9	105366	61	3	2022982457	150000
1328	13	6273	43	1099	39	4		
15165	32	852	22	973	24	4		
2948	44	1736	15	621	52	4	619763572	31000
3124	1	1541	12	1456	28	5		
1008	46	26983	61	4467	31	5		
997	51	1623	35	1736	3	5	1425525523	43000
2853	4	599	24	2712	30	6		
746	11	4216	57	1717	33	6		
133532	61	2620	58			6	616477277	150000
750	14	3646	55	2757	42	7		
4392	32	2845	40			7	155589632	14390
							9795538364	511502

CASO 13 1970 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALA ANCA-TLAZTLA Y TURPAN-MEXICO

57518	32					1		57518
1752	2	3416	27	1814	5	2		
1132	60	1651	26	4339	20	2		
2542	25	3623	29	2271	17	2		
10435	19	2167	59	675	49	2		
1078	37	1451	36	6349	34	2		
3615	16	2612	0	2602	21	2		
3103	53	1501	56	1774	35	2		
1177	31	3645	23			2	4934200003	65394
5121	6	10156	34	4246	18	3		
1159	41	4863	7	4437	43	3		
2797	45	6103	50	1965	47	3		
105366	61	806	10	2381	9	3	2022922457	150000
1328	13	1736	15	15165	32	4		
852	22	2548	44	973	24	4		
621	52	6278	43	1099	39	4	619763572	31000
3134	1	1456	20	1008	46	5		
26983	61	4467	31	997	51	5		
1541	12	1623	38	1726	3	5	1435325322	43000
2358	4	599	24	3712	30	6		
2620	53	4215	57	1717	33	6		
133532	61	746	11			6	613477277	130000
75	14	3646	55	2757	42	7		
2045	40	4392	32			7	165589632	14090
							9796333264	511302

CASE 14. 1970 RED ACTUAL Y PRODUCTOS SALAMANCA-TAZATLAN, TONPA-MEXICO Y SALAMAN

CA-MEXICO

57518	32					1		57518
1752	2	1177	31	1501	56	2		
1314	5	1132	60	1651	26	2		
4339	20	3645	23	2542	25	2		
1078	37	3623	29	2271	17	2		
10465	19	2167	59	675	49	2		
1774	35	1451	36	3416	27	2		
6249	54	3615	16	2612	8	2		
2602	21	3102	53			2	4934200003	65394
5121	6	10153	34	1159	41	3		
6103	50	4845	13	4863	7	3		
2381	9	4437	43	2797	45	3		
1965	47	105366	61	806	10	3	2022922457	150000
1323	13	973	24	15165	32	4		
1726	15	852	22	2948	44	4		
621	52	6278	43	1099	39	4	619763672	31000
3184	1	1623	38	1038	46	5		
26928	61	4457	31	997	51	5		
1341	12	1456	28	1736	3	5	1435525323	43000
2858	4	2620	53	3712	30	6		
4216	57	1717	33	133332	61	6		
599	24	745	11			6	610477277	150000
750	14	2757	42	4392	32	7		
3646	55	2843	40			7	165589632	14390
							9796522364	511302

CARGO 15 197 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALIARCA-TZAPALAN Y MADERO-AGUASCALIENTES.  
 POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1752	2	1073	37	1451	36	2		
1501	56	1132	60	4339	20	2		
2542	25	3615	16	2948	44	2		
1651	26	1814	5	3645	23	2		
1774	25	10435	19	2440	35	2		
617	54	2271	17	3103	53	2		
5644	31	2167	59	3416	27	2		
2502	21	2612	8	375	47	2	5231317673	65394
5121	6	2797	45	10156	34	3		
306	10	6103	50	4437	43	3		
4846	15	3623	39	1159	41	3		
6232	54	95311	61	1963	47	3		
2381	9	4863	7			3	2317109361	150000
750	14	621	52	1726	15	4		
6273	43	1206	55	19557	32	4		
852	22					4	504629627	31000
3134	1	1541	13	1456	23	5		
1736	3	1038	43	997	51	5		
31455	61	1623	33			5	600334300	43000
2353	4	1099	39	4216	57	6		
1572	24	1323	12	3712	30	6		
746	11	1717	33	150132	61	6		
2620	58					6	767060349	150000
3645	40	8706	61	2757	42	7	200083300	14390
						66	5623745313	311302

CASO 16 1970 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN Y MAOERO-AGUASCALIENTES.

MOZA RICA FORZA OA

57518	32					1		57518
1752	2	1451	36	2602	21	2		
3615	16	875	49	3416	27	2		
1501	56	5644	31	1132	60	2		
4339	20	2542	25	2612	8	2		
2948	44	1651	26	1814	5	2		
3057	54	2271	17	3645	23	2		
1774	35	10405	19	2167	59	2		
3103	53	1078	37			2	5275013198	65394
5121	6	1965	47	10156	34	3		
806	10	4437	48	3754	50	3		
1159	41	2381	9	3792	54	3		
4846	18	100300	61	2797	45	3		
4863	7	3623	29			3	2051814261	150000
1328	13	3646	55	1411	43	4		
1736	15	1099	39	19557	32	4		
852	22	750	14	621	52	4	576189937	31000
3184	1	1541	12	1456	28	5		
31455	61	1008	46	997	51	5		
1623	38	1736	3			5	600334800	43000
2858	4	746	11	1717	33	6		
134131	61	4216	57	3712	30	6		
2620	58					6	588953166	150000
1572	24	4867	43	2757	42	7		
2845	40	2349	50			7	984240945	14390
							10076546307	511302

CASO 17 1970 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN,MADERO-AGUASCALIENTES Y  
 SALAMANCA-MEXICO\_POZA\_RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1752	2	6849	54	1451	36	2		
2602	21	5644	31	2271	17	2		
3646	55	2167	59	2948	44	2		
1078	37	1501	56	3416	27	2		
1132	60	3645	23	2479	20	2		
3103	53	1651	26	4066	32	2		
1774	35	10405	19	1814	5	2	4948284995	65394
5121	6	10156	34	806	10	3		
6103	50	4437	48	1860	20	3		
4846	18	3623	29	3615	16	3		
2612	8	4863	7	1159	41	3		
2797	45	875	49	90239	61	3		
2381	9	2542	25	1965	47	3	2626658860	150000
1328	13	15491	32	750	14	4		
1099	39	6278	43	621	52	4		
2845	40	1736	15	852	22	4	544821904	31000
3184	1	1623	38	1008	46	5		
31455	61	997	51	1736	3	5		
1541	12	1456	28			5	600334800	43000
2858	4	4216	57	1572	24	6		
746	11	1717	33	132559	61	6		
3712	30	2620	58			6	666435474	150000
2757	42	11633	61			7		14390
							9386536033	511302



CASO 18 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-NAZATLAN, MADERO-AGUASCALIENTES Y  
 ALAMANCA-MEXICO POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1752	2	3646	55	875	49	2		
1451	36	1907	20	5644	11	2		
2542	25	1651	26	2948	44	2		
3416	27	1501	56	2602	21	2		
3645	23	3103	53	1070	37	2		
6849	54	1132	60	2167	59	2		
1221	32	1774	35	10405	19	2		
2271	17	1814	5			2	5091931040	65394
5121	6	2797	45	10156	34	3		
806	10	4437	48	2432	20	3		
3615	16	2612	8	3623	29	3		
100300	61	1965	47	4846	18	3		
1159	41	1268	9	4863	7	3	2368997076	150000
1328	13	18336	32	1736	15	4		
750	14	852	22	6278	43	4		
621	52	1099	39			4	468689704	31000
3184	1	31455	61	1008	46	5		
997	51	1623	38	1736	3	5		
1541	12	1456	28			5	600334800	43000
2858	4	4216	57	746	11	6		
1717	33	134131	61	3712	30	6		
2620	58					6	588953166	150000
1572	24	2757	42	2845	40	7		
1113	9	6103	50			7	881984668	14390
							10000890454	511302

CASO 19 1970 RED-ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y MADERO -  
 AGUASCALIENTES

57518	32					1		57518
1752	2	2602	21	1501	56	2		
1132	60	4339	20	2542	25	2		
1078	37	2948	44	1651	26	2		
1814	5	2271	17	3645	23	2		
1774	35	10405	19	2167	59	2		
3416	27	3103	53	875	49	2		
1274	16	5644	31	2612	8	2		
6849	54					2	5253283738	65394
5121	6	10156	34	806	10	3		
6103	50	4437	48	4846	18	3		
3623	29	1451	36	1159	41	3		
2341	16	1965	47	97951	61	3		
2797	45	2381	9	4863	7	3	2093604181	150000
1328	13	1572	24	15165	32	4		
1736	15	2349	57	852	22	4		
621	52	6278	43	1099	39	4	486558793	31000
3184	1	1541	12	1456	28	5		
1736	3	1008	46	1623	38	5		
997	51	31455	61			5	600334800	43000
2858	4	1867	57	3712	30	6		
2620	58	746	11	1717	33	6		
136480	61					6	567741696	150000
750	14	3646	55	2845	40	7		
2757	42	4392	32			7	165589632	14390
							9167112840	511302

CASO 20 1970 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN, TUXPAN-MEXICO, MADERO-  
 AGUASCALIENTES Y SALAMANCA-MEXICO

57518	32					1		57518
1752	2	3057	54	5644	31	2		
2271	17	875	49	1078	37	2		
2602	21	3615	16	2167	59	2		
2948	44	1651	26	1501	56	2		
1132	60	3416	27	2542	25	2		
4339	20	3645	23	3103	53	2		
1774	35	1451	36	10405	19	2		
2612	8	1814	5			2	5275013198	65394
5121	6	2797	45	10156	34	3		
806	10	6103	50	4437	48	3		
4846	18	4863	7	1159	41	3		
3792	54	1965	47	97951	61	3		
3623	29	2381	9			3	2071874721	150000
1328	13	15165	32	1736	15	4		
852	22	3921	57	621	52	4		
1099	39	6278	43			4	423271645	31000
3184	1	1623	38	997	51	5		
1736	3	1008	46	31455	61	5		
1541	12	1456	28			5	600334800	43000
2858	4	295	57	1572	24	6		
1717	33	136480	61	746	11	6		
3712	30	2620	58			6	631028644	150000
750	14	3646	55	4392	32	7		
2845	40	2757	42			7	165589632	14390
							9167112840	511302

CASO 21 1971 RED ACTUAL Y POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1794	2	2369	17	3004	40	2		
3818	16	3476	32	791	14	2		
885	22	3521	27	1848	15	2		
3929	55	1553	28	3356	53	2		
4711	48	1573	56	1635	12	2		
1191	60	2319	59	3156	44	2		
1622	26	1933	5	3994	23	2		
1841	35	11075	19			2	5556263883	65394
5296	6	2017	47	10427	34	3		
6157	50	840	10	2547	9	3		
1176	41	108477	61	4984	18	3		
2971	45	5108	7			3	1671381669	150000
1388	13	1155	39	647	52	4		
6523	43	21287	32			4	346085813	31000
3457	1	24	61	1729	38	5		
3814	29	5962	31	1145	37	5		
164	27	903	49	1532	36	5		
7395	54	2808	8	2728	21	5		
1057	51	4566	20	2810	25	5		
1885	3	1021	46			5	4569887514	43000
3055	4	720	11	4399	57	6		
1843	33	131507	61	3991	30	6		
2856	58	1629	24			6	713318466	150000
2935	42	11455	61			7		14390
							12856937345	511302

TASO 22 1971 RED ACTUAL Y PIZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1794	2	1532	35	3476	32	2		
2319	59	2618	15	1191	60	2		
3929	55	1573	55	1308	36	2		
685	22	3685	27	2369	17	2		
791	14	1848	15	1553	28	2		
3356	53	4711	46	1635	12	2		
3156	44	1622	26	1933	5	2		
3994	23	1841	35	11075	19	2	5873029131	65394
5296	6	1176	41	2017	47	3		
10427	34	1002	50	640	10	3		
2971	45	115299	61	4984	18	3		
5108	7					3	1506450882	150000
1338	13	647	52	21237	32	4		
6523	43	1155	39			4	346085313	31000
3457	1	3.25	61	3514	29	5		
1885	3	1.21	46	5562	31	5		
1145	37	903	49	421	33	5		
7395	54	2808	8	2728	21	5		
1057	51	4556	20	2510	25	5	4302148206	49000
3055	4	3991	30	720	11	6		
4399	57	1843	33	133126	61	6		
2856	58					6	633026655	150000
2547	9	4273	50	1629	24	7		
2935	42	30.4	40			7	582970279	14390
							12443710995	511302

CASO 23 1971 RED ACTUAL Y CEECUCIO SALA MARCA-AZATLAN. WOZA WICA SIN FORZAR

57516	32					1		57516
1794	2	665	22	3318	16	2		
1648	15	1841	35	11075	19	2		
2728	21	2800	8	3256	53	2		
3929	55	2369	17	1174	27	2		
791	14	1573	55	1191	60	2		
4565	20	2010	25	3156	44	2		
1622	26	2814	29	1933	5	2		
3904	23	2313	59			2	4201015744	65254
5296	6	4711	45	2017	47	3		
2971	45	10427	34	6157	50	3		
34	10	2547	9	5108	7	3		
1176	41	103766	61	4934	13	3	2119214040	150000
24753	32	6237	43			4	344606555	31000
3457	1	1729	38	1635	12	5		
1553	26	5962	31	1145	37	5		
2511	27	903	49	1552	36	5		
7295	54	1057	51	1885	3	5		
1021	46	11215	61			5	3701376934	45000
3055	4	720	11	4399	57	6		
1045	33	126517	61	3991	30	6		
647	52	2055	50	1329	24	6		
1155	39	1383	13			5	064890523	150.00
3304	40	206	43	0165	61	7		
2935	42					7	246996960	14390
							1147010596	911302

CASO 24 1971 RED ACTUAL Y COLECTIVO SALAMANCA-ACATELÁN-POTANICA FORZADA

57518	32					1		57518
1794	2	903	49	3685	27	2		
1841	35	11075	19	23087	8	2		
1145	37	2728	21	3356	53	2		
1573	56	2894	54	1191	60	2		
3013	16	2319	59	4566	23	2		
2817	25	3156	44	1622	26	2		
3614	29	1933	5	2369	17	2		
3994	23					2	4455675490	65394
5296	6	4711	48	2117	47	3		
2971	45	1427	34	5157	50	3		
1176	41	1835	9	840	10	3		
104470	61	4984	18	5108	7	3	2083214230	150000
791	14	3929	55	23547	32	4		
835	22	1848	15			4	591790961	31000
3457	1	1835	12	1553	28	5		
1021	46	18668	61	5962	31	5		
1532	36	4531	54	1357	51	5		
1729	38	1865	3			5	2547383595	43100
3155	4	647	52	1155	39	6		
3991	30	720	11	4399	57	6		
1843	32	128317	61	2356	52	6		
1629	24	1383	13			6	864890323	150000
712	9	1216	32	2933	42	7		
6523	43	3004	43			7	1020201904	14390
							11592953361	511302

CASO 28 1971 RED ACTUAL Y COLECTORES SALA ANCA-TZATLAN Y TUXPAN-MEXICO

57513	32					1		97513
1794	2	912	45	1041	35	2		
11075	19	3994	23	2898	8	2		
1933	5	2728	21	3556	53	2		
3685	27	1145	37	3156	44	2		
2894	54	3818	16	1573	56	2		
1191	60	4566	20	2010	25	2		
1622	26	2314	29	2269	17	2		
2319	59					2	4425675490	65394
5296	6	4711	48	2017	47	3		
2971	45	10427	34	340	10	3		
1176	41	5103	7	2478	42	3		
2547	9	6157	50	101200	61	3		
4984	10					3	2156681341	150000
1383	13	885	22	647	52	4		
1155	59	21412	32	6523	43	4	395309513	31000
3457	1	1059	28	1021	46	5		
18686	61	5862	31	1635	12	5		
1532	36	4501	54	1057	51	5		
1729	38	1885	3			5	2547060295	43000
3055	4	1627	24	2956	58	6		
4699	57	1843	33	131507	61	6		
5991	32	720	11			6	713318466	150000
791	14	3029	55	457	42	7		
3004	40	1343	15	4361	32	7	237734548	14590
							1033500053	511002



CASO 25 1971 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-AZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y SALAMANCA-MEXICO

57518	32					1		57518
1794	2	903	49	1841	35	2		
11075	19	3994	23	3156	44	2		
3818	16	3635	27	3256	53	2		
1145	27	2894	54	2508	8	2		
2728	21	1933	5	1573	56	2		
1191	60	4566	20	2610	25	2		
1622	25	3614	29	2369	17	2		
2319	59					2	4485675490	65394
5296	6	2478	42	4711	48	3		
840	10	6157	50	1176	41	3		
4984	18	10427	34	101238	61	3		
2017	47	2971	45	2547	9	3		
5108	7					3	2156681841	150000
1388	13	647	52	20402	32	4		
685	22	1155	39	6523	43	4	395809513	31000
3457	1	1553	23	1729	38	5		
1885	3	1021	46	13668	61	5		
5962	31	1635	12	1532	36	5		
4501	54	1057	51			5	2547000555	43000
3055	4	1629	24	3991	30	6		
2856	58	4399	57	1343	33	6		
151507	61	720	11			6	713313465	150000
791	14	457	42	4361	32	7		
3929	55	3004	40	1048	15	7	237754548	14590
							10539800055	511302

CASO 27 1971 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-AZATLAN Y MADRID-AGUASCALIENTES.

POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1794	2	285	32	903	49	2		
1145	37	2319	59	791	14	2		
805	22	1573	56	1191	60	2		
3156	44	1532	36	1622	26	2		
1933	5	1040	15	3635	27	2		
3994	23	2369	17	5762	31	2		
1841	35	11375	19	010	25	2		
3729	53	3353	53	7395	54	2	5422956976	65594
5296	6	2017	47	10427	34	3		
840	10	6157	50	4711	40	3		
2728	21	4566	20	4964	18	3		
3818	16	2000	25	3814	29	3		
2878	8	1176	41	2947	9	3		
84032	61	2971	45	5100	7	3	3007505470	150000
24477	32	6523	43			4	343730005	31000
3457	1	1625	12	1057	51	5		
30663	61	1021	46	1553	28	5		
1729	38	1005	3			5	642458720	43000
3055	4	720	11	4599	57	6		
1343	23	129317	51	1529	24	6		
647	52	1155	39	1306	13	6		
2856	50	5991	30			6	664890323	150000
5074	40	8451	61	2325	42	7	210712560	14390
							10501254054	511302

ESTADO 28 1971 RED ACTUAL Y CIELECTOS SALA ABCA- AZATLAN Y MADRID-AGUASCALIENTES.  
 POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1794	2	1145	37	5962	31	2		
903	49	3994	23	1841	35	2		
11075	19	1564	55	7395	54	2		
2728	21	2369	17	2319	59	2		
3356	53	1191	60	1573	56	2		
2979	20	2810	25	3685	27	2		
3156	44	1622	26	1933	5	2	5177947866	65394
5296	6	2117	47	10427	34	3		
640	10	6157	50	4711	48	3		
4954	18	5108	7	1587	20	3		
3818	16	2308	8	2547	9	3		
1532	36	3814	29	1176	41	3		
2971	45	90207	61			3	2620314276	150000
791	14	647	52	1348	15	4		
885	22	24464	32	2365	55	4	560243390	31000
3457	1	1635	12	1021	46	5		
1553	28	30663	61	1057	51	5		
1729	38	1885	3			5	642458720	43000
3355	4	720	11	4399	57	6		
1043	33	130592	61	1383	13	6		
1155	39	2036	56	3991	30	6	738471324	150000
1629	24	299	32	2935	42	7		
3004	40	6523	43			7	1018615174	14390
							10618030750	511302

CASO 29 1971 RED ACTUAL Y DLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN, MADRID-AGUASCALIENTES Y SALAMANCA-MEXICO. POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1794	2	933	49	1145	37	2		
2728	21	3929	55	2369	17	2		
2219	59	1622	26	1573	56	2		
1191	60	3994	23	3685	27	2		
3156	44	1933	5	815	54	2		
3356	53	10004	32	5962	31	2		
1841	35	11075	19			2	4438575697	65394
5296	6	2017	47	10427	34	3		
640	10	6157	50	4711	48	3		
4984	18	6580	54	1532	36	3		
2810	25	3518	16	5108	7	3		
1176	41	4566	20	2971	45	3		
77338	61	3314	29	2547	9	3		
2808	8					3	2635079352	150000
1338	13	14759	32	1848	13	4		
791	14	585	22	1155	39	4		
6523	43	3014	40	647	52	4	554771717	31000
3457	1	1729	38	1057	51	5		
1021	46	20663	61	1085	3	5		
1635	12	1553	28			5	642458720	45000
3055	4	4399	57	1629	24	6		
2356	58	720	11	1843	33	6		
121507	61	3991	30			6	713316466	190000
2935	42	11455	61			7		14390
						80	5904153152	311302

CASO 30 1971 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-MALATLAN, TAMPICO-AQUA CALIENTES Y  
SALAMANCA-MEXICO. POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57510
1794	2	903	49	2369	17	2		
2319	59	3685	27	1573	56	2		
1191	60	791	14	297	37	2		
1048	15	3729	55	3156	44	2		
1622	26	1933	5	7595	54	2		
3994	23	1041	35	11.75	19	2		
4261	32	2356	53	5862	31	2	4730211753	65394
5296	6	1522	36	2810	25	3		
10427	34	640	10	4711	48	3		
2723	21	4566	20	4904	18	3		
2518	16	1302	9	2308	8	3		
848	37	3014	29	5106	7	3		
1176	41	2971	45	2017	47	3		
87364	61					3	3301895592	130000
1989	13	695	22	647	52	4		
6523	43	1155	39	25432	32	4	395309513	31000
3457	1	1635	12	1553	28	5		
30665	61	1021	46	1057	51	5		
1729	38	1885	3			5	642458720	43000
3055	4	4398	57	3391	30	6		
2856	39	720	11	1845	33	6		
123126	61					6	639026609	130000
1629	24	665	9	2935	42	7		
3334	40	6157	50			7	666273174	14390
						81	10377275437	511002

CAPC 31 1771 RED ACTUAL Y COLECTORES SALAMANCA-TAZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y MADENO-  
AGUASCALIENTES

57518	22					1		57518
1794	2	2369	17	5962	31	2		
903	49	3994	23	1341	35	2		
11075	19	2610	25	3356	55	2		
2219	59	2685	27	1145	37	2		
7395	54	2728	21	1573	56	2		
1191	60	4543	20	3156	44	2		
1622	26	1933	5			2	5134962890	65394
5296	6	2117	47	2971	45	3		
10427	34	840	10	6157	50	3		
4711	48	23	20	4984	18	3		
2615	16	5108	7	1090	42	3		
1532	36	1176	41	90681	61	3		
2547	9	3314	29	2808	8	3	2633556540	150000
905	22	1155	39	647	52	4		
6323	43	21790	32			4	394672421	31000
3457	1	1623	12	1553	28	5		
1729	38	1805	3	1057	51	5		
3053	61	1	21	46		5	543459720	43000
3055	4	1629	24	720	11	6		
4399	57	1043	33	130119	61	6		
3991	30	1368	13	2356	58	6	768995310	150000
791	14	3929	55	2973	32	7		
1848	15	3004	40	1845	42	7	231433428	14390
							9606079809	511302

MAO 32 1971 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-AZATLAN, TUXPAN-MEXICO, MADERO-  
AGUASCALIENTES Y SALAMANCA-MEXICO

57513	32					1		57513
1794	2	533	8	2369	17	2		
1145	37	1532	36	5962	31	2		
3156	44	1572	56	1933	5	2		
1191	60	3994	23	1622	26	2		
903	49	2319	59	3633	27	2		
2723	21	7393	54	3356	53	2		
281	25	2478	32	1341	35	2		
11075	19					2	5160836437	63394
5296	6	2017	47	2971	45	3		
10427	54	840	10	6157	50	3		
4711	45	5318	16	4566	20	3		
4984	13	5103	7	1176	41	3		
89293	61	3914	29	2347	9	3		
2275	8					3	2511773459	150000
1906	13	885	22	1155	39	4		
6523	43	10554	32	1346	15	4		
647	52					4	448727301	31000
3457	1	1729	30	1037	51	5		
1021	46	30663	61	1285	3	5		
1333	12	1553	25			5	642458720	43000
3155	4	4599	57	1629	24	6		
1356	33	720	11	1043	33	6		
131507	51	3591	30			6	713518466	150000
791	14	3929	55	2935	42	7		
3731	32	3004	60			7	173066540	14390
							9750181423	511307

CASO 33 1972 RED ACTUAL Y FUZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1827	2	833	14	659	22	2		
1966	15	3168	27	1653	28	2		
4037	16	1254	61	5997	32	2		
4227	55	3620	53	4396	43	2		
1646	56	1732	12	2479	59	2		
3373	44	1588	26	2359	5	2		
4364	23	1918	35	11730	19	2	5334946901	65394
405	3	2372	47	3154	43	3		
10776	34	6207	50	1192	41	3		
2473	17	876	10	2722	9	3		
5473	6	5363	7	1119	51	3		
103104	61	5131	18			3	2172717324	150000
6779	43	24221	32			4	342945365	21000
3743	1	1637	3	1035	46	5		
932	49	2863	21	4797	20	5		
3393	25	4009	29	7971	54	5		
6292	31	1217	37	779	27	5		
1618	36	3014	8			5	4633362276	43000
5261	4	675	52	1214	39	6		
69	11	4590	57	1975	23	6		
125220	61	1041	38	4206	30	6		
3104	53	1635	24	1451	13	6	1109156109	150000
3170	40	8100	61	3120	42	7	231853000	14390
							12070013775	211002



CASE 34 1972 RED ACTUAL Y POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1837	2	745	36	2479	59	2		
4030	16	2473	17	2010	32	2		
1646	56	1254	60	859	22	2		
3967	27	332	14	1956	15	2		
1653	23	4227	53	3620	53	2		
4996	48	1732	12	3376	44	2		
1528	26	2059	5	4364	23	2		
1910	35	11730	19			2	5625441441	65394
5476	6	2072	47	3154	45	3		
10706	34	6207	50	876	10	3		
1192	41	1-9323	61	5131	13	3		
5363	7					3	1606882299	150000
29219	32	675	52	2107	43	4	265783370	31000
3743	1	1119	51	1033	46	5		
6292	31	1217	37	932	49	5		
873	36	7971	54	3014	8	5		
2333	21	4797	20	4009	29	5		
3092	25	2042	3			5	4556925674	43000
2261	4	979	24	690	11	6		
4590	57	1975	23	126609	61	6		
1841	38	4236	30	3104	58	6		
1214	29	1451	13			6	1020264625	150000
2722	9	706	24	4672	43	7		
3120	42	3170	40			7	962393914	14390
							14137392323	511302

CASO 25 1972 RED ACTUAL Y DUCTO SALAMA CAHIZTLAL POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1827	2	4050	16	859	22	2		
1966	15	833	14	1910	35	2		
11780	19	1254	60	4227	55	2		
3620	53	2475	17	3014	8	2		
180	21	1646	56	4797	20	2		
3093	25	3376	44	1588	26	2		
4009	29	2059	5	4364	23	2		
2479	59					2	3964214705	65394
5476	6	4956	48	2072	47	3		
3154	45	10706	34	6207	50	3		
1192	41	876	10	2722	9	3		
102105	61	5131	18	5253	7	3	2210053017	150000
30218	32	782	43			4	361326170	31000
3743	1	5155	61	1041	38	5		
1335	46	1653	28	6292	31	5		
1217	27	1732	12	3967	27	5		
932	49	1618	36	7071	54	5		
2583	21	1119	51	2042	5	5	4400410704	43000
3261	4	690	11	4590	57	6		
1975	33	127069	61	4286	30	6		
675	52	3104	58	1605	24	6		
1214	39	1451	12			6	921105688	150000
3170	40	5997	45	3120	42	7		
2103	61					7	508967600	14390
							12752077012	511002

CASO 36 1972 RED ACTUAL Y CLEODUCTO SALAMANCA-TAZATLAN-POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1037	2	1910	25	11780	19	2		
2479	59	2663	21	19557	15	2		
4227	55	2620	53	3014	8	2		
3450	16	1646	56	2473	17	2		
1254	60	4797	20	3093	25	2		
3376	44	1583	26	4009	29	2		
2059	5	4564	23			2	3921788266	65394
5476	6	4996	42	2072	47	3		
3134	43	10706	34	6207	30	3		
876	10	2722	9	102105	61	3		
1192	41	5131	18	5363	7	3	2219053017	150000
833	14	411	15	859	22	4		
26397	32					4	452400134	31000
3743	1	1732	12	1653	28	5		
1035	46	7253	61	1841	38	5		
6292	31	1217	37	3967	27	5		
922	49	1618	36	7971	54	5		
58	16	1119	51	2042	3	5	4257933948	43000
3261	4	690	11	4590	57	6		
1975	33	127069	61	4206	30	6		
675	52	3104	50	1635	24	6		
1214	39	1451	13			6	921105686	150000
3170	40	6775	43	3120	42	7		
1321	32					7	1009320333	14390
							12769601409	511002

CASO 37 1972 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-HAZATLAN Y TUXPAN-MEXICO

57518	32					1		57518
1937	2	1217	37	11780	19	2		
1910	35	3014	8	2863	21	2		
3620	53	4030	16	3967	27	2		
2059	5	18	49	3576	44	2		
4364	23	1646	56	1250	60	2		
4797	20	3093	25	1536	26	2		
4009	29	2473	17	2479	59	2	4289945606	65394
5476	6	3120	42	4036	32	3		
4996	48	2072	47	3154	45	3		
10706	34	2722	9	6207	50	3		
1966	15	1192	41	5131	18	3		
92933	61	876	10	5363	7	3	2442157427	150000
1451	13	1214	39	859	22	4		
20022	32	6779	43	675	52	4	395121717	31000
5743	1	1653	28	1035	46	5		
13040	61	1732	12	6292	31	5		
914	49	1618	36	7971	54	5		
1119	51	1641	38	2042	3	5	3240523304	43000
2261	4	4286	30	3104	58	6		
4590	57	1975	33	130409	61	6		
1685	24	690	11			6	762468227	150000
833	14	4227	55	3170	40	7		
6160	32					7	195079672	14390
							11323306453	511302

CASO 15 1972 RED ACTUAL Y CONDUCTOS SALAMANCA-AZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y SALAMANCA-MEXICO

57519	32					1		57519
1537	2	1217	37	3014	8	2		
11730	19	1910	35	2863	21	2		
2059	5	2320	53	4030	16	2		
3967	27	15	49	3376	44	2		
4364	23	1646	56	1254	60	2		
4797	20	3093	25	1588	26	2		
4009	29	2473	17	2479	59	2	4269945605	65394
5476	6	3120	42	4036	32	3		
1366	15	4796	40	10706	34	3		
676	10	6207	50	1192	41	3		
5131	18	3154	45	2072	47	3		
92933	61	2722	9	5363	7	3	2442157427	150000
1451	13	859	22	675	52	4		
1214	32	6779	43	20022	32	4	393131717	31000
3743	1	1653	20	13040	61	5		
6292	31	914	40	1616	36	5		
7071	54	1119	51	1732	12	5		
1041	36	2042	3	1035	46	5	3240523004	43000
3261	4	1605	24	4286	30	6		
4590	57	1975	33	130409	61	6		
690	11	3104	58			6	762468227	130000
833	14	4227	55	3170	40	7		
6160	32					7	195079672	14390
							11323306453	511302

CASO 39 1972 RED ACTUAL Y PRODUCTOS SALAMANCA-NAZATLAN Y MADE O-AGUA CALIENTE.

POZA RICA SIN FORZAR

57510	32					1		57510
1837	2	3967	27	2479	59	2		
833	14	859	22	1966	15	2		
4364	23	6292	31	1910	35	2		
11790	19	4227	55	5997	32	2		
2473	17	3620	53	2367	54	2		
1646	56	1254	60	3376	44	2		
1588	26	2059	5			2	5144084309	65374
5476	6	5104	54	1618	36	3		
3093	25	2772	47	3154	45	3		
10706	34	876	10	6207	50	3		
4996	48	1217	37	4797	20	3		
5131	13	5363	7	4030	16	3		
3014	8	932	49	2363	21	3		
1192	41	4009	29	71426	61	3		
2722	9					3	4214423555	150000
24221	32	6779	43			4	242945265	31000
3743	1	1035	46	1119	51	5		
1650	20	29035	61	1732	12	5		
1341	36	2042	3			5	686467245	43000
3261	4	675	52	1214	39	6		
690	11	4590	57	1975	33	6		
137069	61	3104	50	1635	24	6		
1451	13	4286	30			6	921105666	150000
3170	40	8100	61	3120	42	7	231853300	14390
						90	11549900400	511000

CASO 41 1972 RED ACTUAL Y COLECTORES SALAMANCA-TAZATLAN Y MADENO-AGUASCALIENTES.

POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1837	2	1618	36	6292	31	2		
932	49	3967	27	1555	15	2		
2473	17	7971	54	4364	23	2		
1910	35	11780	19	4227	55	2		
3620	53	1646	56	1254	60	2		
2479	59	446	20	3376	44	2		
1588	26	2059	5			2	5245772044	63394
5476	6	2072	47	3154	45	3		
10706	34	676	10	6207	50	3		
4996	48	1217	37	4351	20	3		
5131	18	3014	8	3093	25	3		
2363	21	4030	15	2722	9	3		
1192	41	79528	61	4009	29	3		
5363	7					2	3369944057	150000
633	14	411	15	28897	32	4		
059	22					4	450400134	31000
3743	1	1732	12	1653	28	5		
1641	38	2042	3	1035	46	5		
1119	51	29835	61			5	656487245	43000
3261	4	675	52	1585	24	6		
690	11	4590	57	1975	33	6		
127069	61	1451	13	4286	30	6		
1214	39	3104	58			6	921105686	150000
1521	32	3170	40	6779	43	7		
3120	42					7	1009320323	14390
						91	11600000004	311002

CASO 41 1972 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-HAZATLAN, TAMPICO-AGUASCALIENTES Y  
SALAMANCA-MEXICO. POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1837	2	4227	55	2649	31	2		
2479	59	3376	44	1646	56	2		
2059	5	1254	60	4364	23	2		
1588	26	2473	17	3967	27	2		
3627	53	16165	32	1910	35	2		
11780	19					2	3501193212	65394
5476	6	2072	47	5154	45	3		
10706	34	576	10	6207	50	3		
4996	48	1217	37	1618	36	3		
3093	25	4797	20	5131	18	3		
7971	54	3014	8	932	49	3		
2643	31	2863	21	4030	16	3		
4009	29	64918	61	1192	41	3		
2722	9	5363	7			3	5093465214	150000
1451	13	3170	40	833	14	4		
1214	29	850	22	675	52	4		
6779	43	1453	22	1866	15	4	561809301	31000
3743	1	1653	20	1055	46	5		
1119	51	29835	61	1641	38	5		
2042	3	1732	12			5	686487245	43000
3261	4	1685	24	690	11	6		
4590	57	1975	33	130409	61	6		
3104	58	4286	30			6	762468227	150000
3127	42	11270	61			7		14390
						92	10605423199	511302



CASO 42 1972 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN, MADERO-AGUASCALIENTES Y  
 SALAMANCA-MEXICO, POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1837	2	4227	55	3967	27	2		
5019	31	2473	17	2479	59	2		
1558	26	1646	56	2059	5	2		
1254	60	4364	23	3620	53	2		
2376	44	12995	32	1910	35	2		
11730	19					2	3959673482	65394
5476	6	3093	25	2863	21	3		
2072	47	10706	34	876	10	3		
4996	40	5131	13	4030	16	3		
3014	8	932	45	473	31	3		
7971	54	1610	36	4797	20	3		
1192	41	2514	9	4069	29	3		
74503	61	3154	45	1217	37	3		
5363	7					3	4524059340	150000
1451	13	17223	22	6779	43	4		
1966	15	033	14	675	52	4		
859	22	1214	39			4	476920101	31000
1743	1	1841	30	1119	51	5		
1025	46	29935	61	2042	3	5		
1732	12	1652	28			5	626497243	43000
2261	4	4590	57	690	11	6		
1973	33	132394	61	3104	33	6		
4286	30					6	679416262	150000
1635	24	208	9	3170	40	7		
212	42	6207	50			7	249262371	14390
						93	11176578501	511200

CASO 43 1972 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-TAZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y MADRID-AGUASCALIENTES

57518	32					1		57518
1837	2	2473	17	6292	31	2		
1618	36	3967	27	4364	23	2		
932	49	2479	59	1910	35	2		
11700	19	3337	55	2391	25	2		
262	53	7971	54	1646	56	2		
1254	60	3376	44	1536	26	2		
2059	5					2	5143126469	65294
5476	6	3120	42	2072	47	3		
3154	45	10706	34	876	10	3		
6207	50	4996	48	202	25	3		
2863	21	5131	10	4030	16	3		
5363	7	4797	20	1217	37	3		
1192	41	4009	29	78852	61	3		
2722	9	3014	8			3	3374493672	150000
850	22	675	52	6779	43	4		
22687	32					4	399243470	31000
2743	1	1732	12	1035	46	5		
1110	51	1653	28	29835	61	5		
1341	38	242	3			5	636467245	43000
2361	4	1051	13	1214	39	6		
600	11	4590	57	1975	33	6		
127744	61	5104	58	1605	24	6		
4206	30					6	872982236	150000
833	14	590	55	7531	32	7		
1066	15	3170	40			7	157175764	14300
						94	10042506256	511000

CASO 44-1972 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-AZATLAN, TUXPAR-MEXICO, MADERO-  
 AGUASCALIENTES Y SALAMANCA-MEXICO

57518	32					1		57518
1837	2	1618	36	2916	20	2		
6292	31	3376	44	3967	27	2		
1646	56	2059	5	1254	60	2		
4364	23	1588	26	2473	17	2		
2479	57	3620	53	3093	25	2		
9122	32	1910	35	11700	19	2	4231206157	65394
5476	6	2072	47	10706	34	3		
876	10	6207	50	4996	43	3		
1217	37	1661	20	5131	13	3		
7371	54	5363	7	932	49	3		
2363	21	4030	16	3014	8	3		
1192	41	4009	29	76182	61	3		
3154	45	2722	9			3	4003056552	150000
1451	13	859	22	675	52	4		
1214	39	6779	45	20022	32	4	395131717	31000
1743	1	1653	23	1035	46	5		
1119	51	29035	61	1041	25	5		
2042	3	1732	12			5	606487245	43000
3261	4	4590	57	1685	24	6		
670	11	1975	33	130409	61	6		
3104	58	4266	30			6	762460227	150000
333	14	4227	55	1966	15	7		
1074	32	3120	42	3170	40	7	237744068	14290
							10369173066	511302

CASO 45 1973 RED ACTUAL Y POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1876	2	677	14	954	22	2		
2089	15	4540	55	4265	27	2		
1722	56	4250	16	1320	60	2		
1832	12	1757	26	2647	59	2		
148	56	12521	19	1322	32	2		
3898	53	5296	48	3603	44	2		
1550	26	2191	5	4755	23	2		
1981	35					2	5443971166	65394
227	3	2128	47	3347	45	3		
10990	34	6253	50	1210	41	3		
2581	17	913	10	2936	9	3		
5661	6	5625	7	5286	18	3		
1183	51	99710	61			3	2495938556	150000
31000	32					4	363723000	31000
4045	1	1049	46	963	49	5		
3232	8	8579	54	3008	21	5		
6635	31	1294	37	5335	20	5		
3392	25	4210	29	1560	36	5	4663004547	43000
3475	4	2909	43	656	11	6		
4707	57	2113	33	120906	61	6		
1859	58	4592	30	793	52	6		
3363	58	1743	24	1274	39	6		
1517	13					6	1469546800	150000
3344	40	3598	32	4135	43	7		
3313	42					7	995182004	14390
						96	15431366093	311302

CASO 46 1973 RED ACTUAL Y POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1876	2	877	14	148	36	2		
954	22	2089	15	4265	27	2		
1757	28	4250	16	1322	32	2		
4540	55	3893	53	5296	48	2		
1722	56	1832	12	1320	60	2		
2647	59	3603	44	1550	26	2		
2191	5	4755	23	1931	35	2		
12521	19					2	5443971186	65394
22-7	3	2128	47	3347	45	3		
10990	34	6255	50	1210	41	3		
2581	17	913	10	2906	9	3		
5661	6	5625	7	5286	10	3		
9971	61	1183	51			3	2495938356	150300
31000	32					4	363723000	31000
4045	1	963	49	8579	54	5		
1049	46	1560	36	6333	31	5		
2232	0	1294	37	3006	21	5		
5025	20	3392	25	4210	29	5	4663004547	43000
3476	4	2909	40	656	11	6		
4737	57	2113	33	120900	61	6		
1959	38	4592	30	703	52	6		
3363	58	1743	24	1274	39	6		
1517	13					6	1469546800	150300
3344	40	3598	32	4135	43	7		
3313	42					7	955102004	14390
							19431566003	511302

CASO 47 1973 RED ACTUAL Y PRODUCTO SALAMANCA-MIZTLAN, POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57518
1876	2	877	14	2089	15	2		
954	22	4540	55	2581	17	2		
1931	35	12521	19	8579	54	2		
3693	53	2647	59	108	8	2		
1320	60	3392	25	1722	56	2		
3603	44	1550	26	4210	29	2		
2191	5	4755	23			2	4009514781	65394
5661	6	2128	47	3347	45	3		
10990	34	6253	50	1210	41	3		
913	10	2906	9	5296	48	3		
108385	61	5286	18	5525	7	3	2323130541	150000
31000	32					4	363723000	31000
4045	1	5035	20	1332	12	5		
1757	28	1349	48	6633	31	5		
647	38	1254	37	4265	27	5		
963	49	1700	38	4250	16	5		
3124	8	3008	21	1183	51	5		
2257	3					5	4909102581	43000
3476	4	656	11	4787	57	6		
2113	33	120233	61	4231	43	6		
1212	38	4592	30	703	52	6		
3363	58	1743	24	1274	39	6		
1517	13					6	1540249351	150000
4920	32	2813	43	3344	40	7		
3913	42					7	599912120	14390
						98	14145632874	511502

CASO 48 1973 RED ACTUAL Y CLEODUCTO SALAMANCA-NAZATLAN, POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1576	2	954	22	2069	15	2		
877	14	1981	35	12521	19	2		
4540	55	3898	53	420	16	2		
2581	17	1722	56	1320	60	2		
5035	20	3392	25	3232	8	2		
3603	44	1550	26	4210	29	2		
2191	5	4755	23	2647	59	2	3766997773	65394
5661	6	2128	47	3347	45	3		
10998	34	6253	50	1210	41	3		
913	10	2906	9	100385	61	3		
5296	48	5226	13	5625	7	3	2323130541	150000
31000	32					4	363723000	31000
4045	1	1822	12	1757	28	5		
1049	46	6633	31	1294	37	5		
4265	27	963	49	1708	36	5		
3579	54	3830	18	3008	21	5		
647	23	1183	51	2207	3	5	5151619589	43000
3476	4	656	11	4787	57	6		
2113	23	120233	61	4231	43	6		
1312	38	4592	30	703	52	6		
3365	58	1743	24	1274	39	6		
1517	13					6	1540249351	150000
3344	40	2813	43	3313	42	7		
4920	52					7	999912120	14390
							14145632074	511302

CASO 49 1973 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-VAZATLA Y TUXPAN-MEXICO

57513	32					1		57516
1676	2	3608	44	1722	56	2		
12521	19	3232	8	1622	27	2		
3008	21	3398	53	4250	16	2		
4755	23	1550	26	1981	35	2		
1520	60	5035	20	3392	25	2		
2191	5	4210	29	2531	17	2		
2647	59					2	3903317306	65394
5661	6	3313	42	10783	32	3		
2089	13	5296	40	10990	34	3		
6253	50	2906	9	1210	41	3		
5266	18	3347	45	2128	47	3		
84200	61	913	10	5625	7	3	2688950366	150000
1517	13	934	22	19308	32	4		
7044	43	703	52	1274	39	4	397652150	31000
4045	1	1832	12	1049	46	5		
1757	28	7148	61	6633	31	5		
1294	37	2642	27	962	49	5		
1708	36	8379	54	1163	51	5		
1939	36	2207	3			5	4151736753	43000
2476	4	1743	24	4592	30	6		
3362	50	4737	57	2113	33	6		
129270	61	656	11			6	813542960	150000
377	14	3344	40	4540	55	7		
5629	32					7	204202048	14390
							12136403333	511302



CASO 5 1973 RED ACTUAL Y OLEODUCTOS SALAMANCA-HAZATLAN, TUXPAN-MEXICO Y SALAMANCA-MEXICO

57518	32					1		57518
1876	2	3603	44	1722	56	2		
12521	19	3232	8	1622	27	2		
3078	21	2898	53	4250	16	2		
4755	23	1550	26	1981	35	2		
1320	60	5035	20	3392	25	2		
2191	5	4210	29	2581	17	2		
2647	59					2	3900317306	65394
5661	6	3313	42	10783	22	3		
2089	15	5296	43	10990	34	3		
6253	50	2906	9	1210	41	3		
5286	13	3347	45	2123	47	3		
842	61	912	10	5625	7	3	2600950356	150000
1517	13	954	22	19508	32	4		
7044	43	703	52	1274	39	4	397652150	31000
4045	1	1832	12	1049	46	5		
1757	23	7140	61	6633	31	5		
1294	37	2643	27	963	49	5		
1700	36	6579	54	1183	51	5		
1259	36	2207	3			5	4151738753	45000
3476	4	1743	24	4592	30	6		
3363	36	4787	57	2113	33	6		
122270	61	656	11			6	613542960	150000
677	14	3344	40	4340	55	7		
3675	32					7	234202040	14390
						101	12156402503	511502

CASO 51 1973 RED ACTUAL Y DEDUCTOS SALAMANCA-AZATLAN Y MADRID-AGUASCALIENTES.

POZA RICA SIN FORZAR

57513	32					1		57513
1876	2	60	31	954	22	2		
2581	17	5898	52	1550	26	2		
4755	23	1722	56	1320	60	2		
3603	44	2191	5	1981	35	2		
12521	19	11964	32	577	14	2		
4265	27	2647	59	2089	15	2		
4540	55					2	4524902012	65294
5661	6	2128	47	10990	34	3		
913	10	8579	54	6253	50	3		
5296	48	1703	36	3392	25	3		
1294	27	5035	20	5236	18	3		
5625	7	4210	25	1210	41	3		
6573	31	3008	21	963	49	3		
4250	16	58141	61	3247	45	3		
2906	9	3232	8			3	5813877255	150000
7044	43	23956	32			4	242153140	31000
4045	1	23956	61	1832	12	5		
1757	23	1049	46	1183	51	5		
1959	38	2207	3			5	732519524	43000
2476	4	656	11	4787	57	6		
2113	33	125776	61	4592	30	6		
703	52	3363	53	1743	24	6		
1274	39	1517	13			6	979409449	150000
3344	40	7733	61	5513	42	7	244560160	14390
							12642421540	311302

CASO 52 1973 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS CALAMIANCA-HAZATLAN Y HABERO-AGUA/CLIENTES.

POZA RICA FORZADA

57518	32					1		57518
1376	2	2531	17	954	22	2		
1160	54	4265	27	2647	59	2		
2039	15	1722	56	1320	60	2		
3623	44	1550	26	2191	5	2		
4755	23	1961	35	12521	19	2		
4231	32	6633	31	4540	55	2		
3896	53	677	14			2	5041643791	65394
5661	6	2128	47	10390	34	3		
913	10	7419	54	663	49	3		
5266	48	3292	25	3226	16	3		
4250	16	5625	7	1708	36	3		
3008	21	4210	29	5035	20	3		
1294	37	6253	50	1210	41	3		
2906	9	3347	45	55074	61	3		
5292	8					3	4636156260	150000
31030	32					4	363723000	31000
4045	1	1822	12	1049	46	5		
1163	51	23968	61	1757	23	5		
1959	23	2207	3			5	732519524	43000
3476	4	1743	24	1917	13	6		
703	52	1274	39	656	11	6		
4707	57	2113	35	125776	61	6		
3263	50	4592	30			6	979409449	150000
0044	40	7044	43	609	22	7		
2513	42					7	904773602	14000
				103				

10735635624

11100

CASO 53 1973 RED ACTUAL Y CLEUDUCTOS SALAMANCA-MAZATLAN, TADERO-ABASCALIENTE Y  
SALAMANCA-MEXICO. POZA RICA SIN FORZAR

57518	32					1		57510
1676	2	2647	59	1550	26	2		
1921	25	12521	19	16412	32	2		
3098	53	68	17	4755	23	2		
1722	56	1320	60	877	14	2		
2089	15	3344	40	4540	55	2		
3603	44	2191	5			2	2739123759	65394
5661	6	2122	47	10990	34	3		
913	10	6253	50	963	49	3		
5296	49	1708	36	6633	21	3		
3392	25	3008	21	5035	20	3		
5236	18	2513	17	4250	16	3		
3232	8	5625	7	4265	27	3		
9579	54	1294	37	4210	29	3		
1210	41	51303	61	3347	45	3		
2906	9					3	6534782720	150000
1517	13	954	22	703	52	4		
195	8	744	43	1274	39	4	397652150	31000
4045	1	1757	20	1032	12	5		
28952	61	1049	46	1183	51	5		
1989	30	2207	3			5	732519524	43000
3476	4	656	11	4707	57	6		
2113	33	129270	61	4592	30	6		
3263	53	1743	24			6	815542960	150000
3313	42	11077	61			7		14390
						104	11267621112	21100

CAGN 54 1973 RED ACTUAL Y CLEUDUCTOS SALAMA CA-TAZATLA, MICHOAC-AGUASCALIENTES Y  
SALAMA CA-MEXICO. POZA RICA FORZADA

57513	32					1		57518
1876	2	4540	55	2501	17	2		
2647	59	3603	44	1722	56	2		
4755	23	1550	26	3895	53	2		
19378	32	831	27	1981	35	2		
12521	19	1320	60	2191	5	2	2740568792	65394
5651	6	2128	47	10990	34	3		
913	10	6635	31	1708	36	3		
961	49	3090	21	4210	29	3		
60637	61	3347	45	1210	41	3		
2905	9	5625	7	8979	54	3		
263	50	1294	37	5296	48	3		
3434	27	3392	25	5286	16	3		
4250	15	3232	8	5035	20	3	6292963241	150000
1517	13	677	14	1274	39	4		
534	22	703	54	7044	45	4		
2009	15	16342	32			4	486483156	31000
4063	1	28965	61	1049	46	5		
1757	21	1172	51	1959	38	5		
227	3	1832	12			5	732519524	43000
3476	4	656	11	2113	33	6		
151.13	61	3262	50	4592	30	6		
47.7	57					6	727632233	150000
1743	24	3513	42	5990	50	7		
3544	40					7	835324014	14390
							11015491761	511302

CASE 55 1975 RED ACTUAL Y COLECTORES SALAMANCA- ACATLAN, TUXPAN-MEXICO Y MADENC-  
AGUASCALIENTES

57512	32					1		57519
1876	2	563	49	1294	37	2		
508	21	2581	17	954	22	2		
1550	26	1703	36	4755	23	2		
1722	56	1320	60	3603	44	2		
2191	5	1981	35	12521	19	2		
918	32	677	14	6633	31	2		
2647	59	2089	15	4540	55	2		
5898	53	4265	27			2	5215118836	65394
5661	6	3513	42	2126	47	3		
10990	34	913	10	6253	50	3		
5296	48	2500	21	3392	25	3		
5035	20	5266	18	1210	41	3		
6579	54	4250	16	3232	8	3		
4210	29	65074	61	3347	45	3		
2906	9	5625	7			3	4297526000	150000
7044	43	23936	32			4	342133140	31000
4045	1	1632	12	1183	51	5		
1959	38	2207	3	1757	23	5		
28968	61	1049	46			5	732519524	43000
3476	4	703	52	1274	39	6		
656	11	4767	57	2113	33	6		
125776	61	4592	30	3363	58	6		
1743	24	1517	13			6	979409449	150000
3844	40	11046	32			7	60528616	14390
							11627235545	511302

CARGO 56 1973 RED ACTUAL Y CLEODUCTOS SALAMANCA-HAZATLAN, TUXPAN-MEXICO, HADERO-  
AGUASCALIENTES Y SALAMANCA-MEXICO

57518	22					1		57518
1376	2	2561	17	2647	59	2		
1550	25	1981	35	12521	19	2		
11545	32	3693	53	4299	21	2		
4755	23	1722	56	1320	60	2		
4265	27	4540	55	3603	44	2		
2191	5					2	3516147430	65394
5661	6	2128	47	10990	34	3		
913	10	6579	54	6255	50	3		
5296	48	1294	57	1708	36	3		
3592	25	5035	20	5286	18	3		
4250	16	5629	7	3005	21	3		
2334	31	963	49	1210	41	3		
4210	29	62380	61	3347	45	3		
2906	9	3252	8			3	5121315694	150000
1517	13	954	22	705	52	4		
19508	32	7044	43	1274	39	4	397652150	31000
4045	1	1632	12	1757	28	5		
28968	61	1049	46	1183	51	5		
1959	38	2207	3			5	732519524	43000
3476	4	1743	24	656	11	6		
4707	57	2113	33	129270	61	6		
4592	30	3363	53			6	013342360	150000
377	14	2089	15	4767	32	7		
3313	42	3344	48			7	134265982	14390
							11023443740	311302

#### 4.7 Interpretación de los Resultados.

Del análisis de los resultados obtenidos en la computadora, al comparar los costos de distribución se puede deducir:

Que si no se construye ningún oleoducto más de los existentes, se tendrán incrementos muy grandes en los costos de distribución:

<u>AÑOS</u>	<u>COSTO DE DISTRIBUCION SIN FORZAR POZA RICA</u>	<u>COSTO DE DISTRIBUCION FORZANDO POZA RICA</u>
1	946,118.55	966,566.75
2	1.031,071.71	1.048,957.12
3	1.254,142.49	1.299,347.37
4	1.302,271.20	1.344,371.10
5	1.392,576.74	1.413,769.35
6	1.543,136.60	1.543,136.60

Como se vé, los incrementos van desde 85,000 \$/D en el primer caso y 82,000 \$/D en el segundo caso para el 1er año hasta 597,000 \$/D en el primer caso y 576, 500 \$/D en el segundo caso para el 6° año todo esto debido exclusivamente al aumento de las demandas.

Por otra parte, mientras no se disponga de un oleoducto que comunique a Poza Rica con México, no es aconsejable operar esta refinería a su capacidad máxima, debido a que resulta más costoso tener que distribuir por autos-tanque, todos los destilados así obtenidos, a que solamente se procese el crudo necesario para producir los destilados que consume su propia zona como puede observarse en los casos del 1 al 10, del 15 al 18, del 21 al 24, del 27 al 30, del 33 al 36, del 39, al 42, del 45 al 48 y del 51 al 54.



Casos 1, 3, 5, 21, 33 y 45.- Red actual y Poza Rica sin forzar.

Al forzar a Salamanca a distribuir toda su producción, como ésta aumenta de 38,472 B/D en el 1er. año a 40,890 B/D - en el 2° año y a 65,394 B/D del 3er año en adelante, el número de agencias que se surten desde aquí crece gradualmente a expensas de Minatitlán a tal grado que, en el 3er año o sea, cuando ocurre del mayor aumento de destilados en la Refinería de Salamanca, debido a la operación de la planta de hidrodeseintegración, esta refinería llega a invadir la zona -- que siempre debe ser surtida desde Minatitlán, como la agencia de Oaxaca. Esta es la razón por la que el oleoducto -- transístmico, después de saturarse totalmente en el 2° año, vuelve a tener capacidad disponible de aproximadamente 6,000 B/D en el 3er año. Posteriormente esto es compensado por el aumento en las demandas.

El oleoducto Minatitlán-México en el 1er año puede operar todavía con una holgura de 4,500 B/D pero, a partir del 2° año, queda saturado y así se mantiene por el resto del período, sólo que se observa que la capacidad del oleoducto -- llega a ser completamente absorbida por la agencia del Distrito Federal en el 6° año.

Las agencias que van dejando de ser surtidas por el -- oleoducto, pasan a ser surtidas también a partir de Minatitlán, pero por barco a Veracruz y luego por autos-tanque o -- carros-tanque.

Respecto a la Refinería de Poza Rica, se observa que en estas circunstancias, sólo hasta el 6° año se haría necesario que operara a su capacidad máxima.

Es de hacerse notar que mientras Minatitlán necesita producir de 85,000 B/D en el 1er año a 106,500 B/D en el 6° año, Madero tan sólo necesita de 38,472 B/D en el 1er año a 46,900 B/D en el 6° año. Esto por ningún motivo es aconsejable, -- puesto que el operar Madero a esta capacidad aumentaría considerablemente el costo de los destilados y subsecuentemente su costo de distribución.

La única diferencia que existe entre los casos 1, 3, 5, 21, 33 y 45 con los casos 2, 4, 6, 22, 34 y 46 es que, en esta última, Poza Rica surge por auto-tanque varias agencias -- que no son precisamente de su zona y por lo tanto, su costo de distribución es más alto que el que tienen los primeros casos.

EVALUACION DE LA ECONOMIA DEBIDA A LA INSTALACION DEL OLEODUCTO SALAMANCA-MANZANILLO Y COMPARACION CON EL - SALAMANCA-MAZATLAN

Para hacer esta comparación, se seleccionó el 3er año -- que se encuentra más o menos en la parte media del período estudiando.

SE TIENE:	COSTO DE DISTRIBUCION (\$/D)	DIFERENCIA (\$/D)
CASO 5.- Red Actual. Poza Rica sin forzar.	1.254,142.49	casos 5-7 169,783.50
CASO 7.- Red actual + Oleoducto Salamanca-Manzanillo. Poza Rica sin forzar.	1.084,358.99	casos 5-9 215,253.43
CASO 9.- Red actual + Oleoducto Salamanca-Mazatlan. Poza Rica sin forzar.	1.038,889.06	

SE TIENE:	COSTO DE DISTRIBUCION (\$/D)	DIFERENCIA (\$/D)
CASO 6.-		
Red actual. Poza Rica forzada	1.299,347.37	Casos 6-8 183,952.08
CASO 8.-		
Red actual + Oleoducto Salamanca- Manzanillo. Poza Rica forzada.	1.115,395.29	Casos 6-10 231,706.67
CASO 10.-		
Red. actual +Oleoducto Salamanca -Mazatlán. Poza Rica forzada.	1.067,640.70	

Es claro que la instalación del oleoducto Salamanca-Mazatlán produce una economía de aproximadamente 45,000 \$/D -- más que el Salamanca-Manzanillo, por lo cual este último que da eliminado y en los años siguientes sólo se tomará en cuenta el Salamanca-Mazatlán.

El máximo aprovechamiento se logra instalando el oleo-- ducto Salamanca-Mazatlán antes del 3er año, como se puede ver a continuación.

OLEODUCTO SALAMANCA-MAZATLAN	ECONOMIA CON POZA RICA SIN FORZAR (\$/D)	ECONOMIA CON POZA RICA FORZADA (\$/D)
Si empieza a operar en el año 3	215,253.43	231,706.67
Si empieza a operar en el año 4	148,673.14	185,075.74
Si empieza a operar en el año 5	117,268.95	136,809.21
Si empieza a operar en el año 6	128,573.31	128,573.31

Casos 9, 23, 35 y 47.- Red actual + Oleoducto  
Salamanca-Mazatlán. Poza Rica sin forzar

Al observar dichos casos se nota que si solamente se --

construyera el oleoducto Salamanca-Mazatlán, debido al aumento de consumo de la agencia de México, el oleoducto Minatitlán-México va dejando de surtir otras agencias de la Zona Centro o de las que toca a su paso, como son: Puebla, Cuautla, Cuernavaca, Iguala y Toluca, algunas de las cuales son absorbidas por Poza Rica, otras se siguen surtiendo desde Minatitlán pero por otros medios de transporte y las restantes las toma Salamanca. Este aumento en el número de agencias surtidas de Salamanca, además del considerable aumento de consumo de las agencias de su propia zona, da como resultado que el volumen que esta refinería envía por el oleoducto a Mazatlán vaya disminuyendo de 38,705 B/D en el 3er año a 27,291 B/D en el 6° año. Simultáneamente, las agencias de la zona del Pacífico, que ya no puede surtir Salamanca, son cubiertas por Minatitlán a través del oleoducto transístmico el cual, de operar en el 3er año con una holgura de aproximadamente 22,000 B/D, va incrementando su bombeo hasta quedar saturado en el 6° año.

A la refinería de Poza Rica le vuelve a ocurrir lo mismo que en la Tabla 5, o sea, que quedará operando a su máxima capacidad en el 6° año.

La instalación del oleoducto Salamanca-Mazatlán casi no tiene influencia en la desproporción de cargas a las refinerías del Golfo, ya que los volúmenes que deben surtirse son: de 44,634 en el 3er año a 49,615 B/D en el 6° año, desde Madero, y ade 72, 268 B/D en el 3er año a 103,767 B/D en el 6° año, desde Minatitlán.

Analizando los costos de distribución de los casos 11, 12, 13 y 14, se vé claro que el tramo de Madero a Tuxpan no se hace necesario dentro de los 3 primeros años. Algo semejante ocurre con el oleoducto de Salamanca a México, pero es te último durante todo el período, o sea los 6 años.

Casos 13, 25, 37 y 49.- Red actual + Oleoductos  
Salamanca-Mazatlán y Tuxpan-México.

Casos 14, 25, 37 y 49.- Red actual + Oleoductos  
Salamanca-Mazatlán, Tuxpan-México y Salamanca-México.-

El tramo de Tuxpan a Poza Rica se empieza a hacer necesario desde el punto de vista económico, hasta el 5° año en el cual el volumen de destilados que se envían desde Madero por este oleoducto anda cerca de los 10,000 B/D pero, por razones de flexibilidad en el sistema, pudiera ser conveniente instalarlo al mismo tiempo que el tramo de Poza Rica a México, el cual será necesario en el momento en que se decida que dicha refinería trabaje a su capacidad máxima y se dejen de reinyectar los líquidos de absorción al crudo que viene a Azcapotzalco.

De otra manera, ese aumento de capacidad, económicamente es perjudicial puesto que hace que el costo de la distribución aumente, cuando ésta se tiene que realizar por autos-tanque y carros-tanque de ferrocarril.

Con estos dos oleoductos se logra un mejor equilibrio de las cargas a las refinerías del Golfo respecto a las capacidades instaladas, que son de 80,571 B/D de destilados en ---

Madero y 111,091 B/D en Minatitlán; ya que, mientras Madero necesita surtir de 44,634 B/D en el 3er año a 65,800 B/D el 6° año cabe mencionar que, contando con estos dos oleoductos asiste la posibilidad de surtir la Zona del Pacífico desde - Minatitlán, a través del oleoducto a Salina Cruz, que se encuentra operando con bastante holgura durante todo el período, en situaciones de emergencia de la Refinería de Salamanca o del oleoducto a Mazatlán. Lo mismo puede decirse con respecto a la Zona Centro, puesto que si por algún motivo fallaran ya sea el oleoducto Minatitlán-México o las Refinerías de Minatitlán o Azcapoltzalco, se podrán enviar productos destilados desde Poza Rica, Madero e, inclusive, Minatitlán (cuando la falla no ocurra en esta refinería) a través del oleoducto Tuxpan-México.

Las economías que se lograrían con esta combinación de oleoductos respecto a la alternativa del oleoducto Salamanca-Mazatlán y con respecto a la red actual, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

OLEODUCTO	AÑO 3 \$/D	AÑO 4 \$/D	AÑO 5 \$/D	AÑO 6 \$/D
Salamanca- Mazatlán	1.038,889.06	1.153,598.06	1.275,307.79	1.414.563.29
Tuxpan- México	979,538.36	1.053,580.09	1.132,330.65	1.215,640.35 *
Economía	59,350.70	100.017.97	142,977.14	198,922.94
Red actual	1.254,142.49	1.302,271.20	1.392,576.74	1.543,136.60
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Economía Total	274,604.13	248,691.11	260,246.09	327,496.25
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>

\* Estos costos corresponden a la combinación de los dos oleoductos.

A continuación se examinarán las conveniencias e inconveniencias del oleoducto Madero-Aguascalientes en combinación con el oleoducto Salamanca-Mazatlán.

Se observa en los casos 1 a 56 que el costo de la distribución para esta alternativa es siempre mayor que para la anterior, o sea, cuando se supone la existencia de los oleoductos Salamanca-Mazatlán y Tuxpan-México, a excepción del 3er año, por lo que se puede decir que el oleoducto Tuxpan - México debiera construirse antes que el Madero-Aguascalientes, suponiendo que la combinación seleccionada fuera la que incluye los tres oleoductos (Salamanca-Mazatlán , Tuxpan-México y Madero-Aguascalientes).

Casos 15, 27, 39 y 51.- Red actual + Oleoductos:

Salamanca-Mazatlán y Madero Aguascalientes.

Poza Rica sin forzar.-

Las agencias de la Zona del Pacífico se surten a partir de Salamanca y Madero; al principio lo surtido desde Salamanca es un volumen mucho mayor que el surtido desde Madero pero, a medida que el tiempo transcurre, la situación cambia y en los últimos años del período el volumen enviado desde Madero es más grande que el enviado desde Salamanca, como se puede ver en los casos mencionados.

Hay varias razones que son la causa de que esto ocurra y son:

El aumento de demanda tan fuerte en el Distrito Federal, que hace que todo lo enviado desde Minatitlán por el oleoducto a México sea casi exclusivamente para cubrir el consumo de esta agencia, haciendo que el resto de las agencias que toca el oleoducto a su paso tengan que ser surtidas por otros medios de transporte o desde otras refinerías.

Este mismo aumento de consumo en el Distrito Federal -- ocasiona que para el 5° año ya no sean suficientes la producción de destilados de la Refinería de Azcapotzalco y lo bombeado por el oleoducto de Minatitlán a México para cubrir el déficit en esta agencia, por lo que es necesario que Salamanca tenga que enviar también alrededor de 6,000 B/D en este -- mismo año en el 6° año el doble.

Como la producción de Salamanca se mantiene en 65,394 -- B/D del 3° al 6° año, los dos motivos expuestos anteriormente junto con el aumento de consumo de las agencias de su propia zona hacen que Salamanca deje de surtir varias agencias de la Zona del Pacífico que son absorbidas por Madero a través de su oleoducto a Aguascalientes.

Estos dos oleoductos ofrecen una menor flexibilidad que la combinación Salamanca-Mazatlán y Tuxpan-México ya que, en un momento de emergencia, la Zona del Pacífico pudiera ser -- cubierta desde Madero y Minatitlán (esta última refinería lo puede hacer a través del oleoducto transístmico que se en--- cuenta operando muy por debajo de su capacidad); pero los -- problemas se presentarían cuando la emergencia ocurriera en la Zona Centro puesto que, estando saturado el oleoducto Minatitlán-México, los volúmenes necesarios para cubrir la demanda tendrían que ser enviados desde Poza Rica y Salamanca pero a través de autos-tanque y carros-tanque, con los que -- el costo de distribución se elevaría considerablemente.

Una desventaja más es que esta alternativa implica una producción de destilados en Madero el el 6° año de 91,459 -- B/D, que sobrepasa en aproximadamente 11,000 B/D la capacidad que se tiene instalada en esta refinería que es de -- 80,571 B/D. Asimismo, Minatitlán operaría a un 60% de su -- capacidad instalada para ese mismo año, que es de 111,091B/D



de destilados. La solución a este problema podría ser que esos 11,000 B/D que le faltan a Madero fuera surtidos desde Minatitlán por barco a Madero y luego, a través del oleoducto, a Mazatlán o usando el oleoducto transistmico y después por barco a Mazatlán, aunque esto elevaría los costos de la distribución.

Al forzar Poza Rica (casos 16, 28, 40 y 52) básicamente lo que ocurre es que esta refinería absorbe principalmente la agencia de Puebla, que anteriormente era surtida de Minatitlán, por el oleoducto a México, aumentando de esta manera el volumen que llega al Distrito Federal. Debido a esto, -- disminuye el volumen de destilados que se enviaba desde Salamanca a México.

La capacidad de la Refinería Madero también se vé rebasada, aunque por un volumen menor que en la alternativa anterior (aproximadamente 3,500 B/D), lo que haría que el problema se solucionara más fácilmente

Otra forma de solucionar este problema común a las dos últimas alternativas analizadas podría ser la instalación de una planta hidrodessintegradora en Madero pero, como esto --- trae consigo una inversión considerable, se tendría que hacer un estudio económico más detallado con el objeto de determinar que convendría más, si la instalación de dicha planta o surtir el déficit desde Minatitlán.

#### Economías para la combinación de los Oleoductos:

Salamanca-Mazatlán y Madero-Aguascalientes con respecto al Oleoducto Salamanca-Mazatlán y con respecto a la Red actual (Poza Rica sin forzar).-

OLEODUCTO	AÑO 3 \$/D	AÑO 4 \$/D	AÑO 5 \$/D	AÑO 6 \$/D
Salamanca- Mazatlán	1.038,889.06	1.153,598.06	1.275,307.79	1.414,563.29
Madero- Aguascalit	<u>970.706.68</u>	<u>1.056,852.51</u>	<u>1.159,665.51</u>	<u>1.268,613.80</u> *
Economía	<u>68,182.37</u>	<u>96,745.55</u>	<u>115,642.28</u>	<u>145,949.49</u>
Red actual	<u>1.254,142.49</u>	<u>1.302,271.20</u>	<u>1.392,576.74</u>	<u>1.543,136.60</u>
Economía total	<u><u>283,435.80</u></u>	<u><u>245,418.69</u></u>	<u><u>232,911.23</u></u>	<u><u>274,522.80</u></u>

\* Estos costos corresponden a la combinación de los --  
dos oleoductos.

Casos 17, 29, 41 y 53.- Red actual + Oleoductos:

Salamanca-Mazatlán, Salamanca-México y Madero-Aguascalientes  
(Poza Rica sin forzar).-

Casos 18, 30, 42 y 54.- Mismos oleoductos, pero  
Poza Rica forzada.-

En estas alternativas, a pesar de que con la inclusión -  
del oleoducto Salamanca-México, se logra una economía de apro-  
ximadamente 15,000 \$/D en el 3er año a 126,500 \$/D en el 6° -  
año (poza Rica sin forzar) y 7,000 \$/D en el 3er año a 92,000  
\$/D en el 6° año (Poza Rica forzada), como puede verse en los  
casos 1 a 56 se agrava el problema de la capacidad de Madero  
puesto que, como se indica en los casos 16, 28, 40, 52, 17, -  
29, 41 y 43, esta refinería necesitaría producir de 59,761 --  
B/D de destilados en el 3er año a 98,697 B/D en el 6° año (Po-  
za Rica sin forzar) y de 49,700 B/D en el 3er año 89,363 B/D  
en el 6° año (Poza Rica forzada), mientras que Minatitlán ope-  
raría aproximadamente a un 60% de su capacidad instalada.

Esto se debe a que al existir el oleoducto de Salamanca  
a México, esta refinería envía por dicho oleoducto de 12,474

B/D en el 3er año a 33,056 B/D en el 6° año (Poza Rica sin forzar) y de 9,629 B/D en el 3er año a 29,712 B/D en el 6° año (Poza Rica forzada) lo que ocasiona que simultáneamente deje de surtir agencias de la zona del Pacífico que son cubiertas por Madero, elevándose los volúmenes de destilados requeridos desde esta refinería.

Esta combinación de oleoductos aventaja a la anterior desde el punto de vista de flexibilidad en el sistema, ya que ahora Salamanca podría cubrir la Zona Centro en caso de emergencias ya fuera en las Refinerías de Azcapotzalco o Minatitlán o, en el oleoducto Minatitlán-México y Minatitlán, podría surtir la Zona del Pacífico cuando pudieren ocurrir fallas en Madero o Salamanca o en cualquiera de los oleoductos que comunican estas refinерías con Mazatlán.

Economías de la combinación de Oleoductos Salamanca-Mazatlán, Salamanca-México y Madero-Aguascalientes con respecto al Oleoducto Salamanca-Mazatlán y a la Red actual.  
(Poza Rica sin forzar).-

OLEODUCTO	AÑO 3 \$/D	AÑO 4 \$/D	AÑO 5 \$/D	AÑO 6 \$/D
Salamanca-Mazatlán	1.038,889.06	1.153,598.06	1.275,307.79	1.414,563.29
Madero-Aguascalientes	970,706.69	1.056,852.51	1.159,665.51	1.268,613.80 *
Economía	68,182.37	96,745.55	115,642.28	145,949.49
Salamanca-México	955,716.20	1.014,990.09	1.077,119.79	1.142,100.64 **
Economía	83,072.86	138,607.97	198,188.00	272,462.65
Red actual	1.254,142.49	1.302,271.20	1.392,576.74	1.543,136.60
Economía Total	<u>298,326.29</u>	<u>287,281.11</u>	<u>315,456.95</u>	<u>401,035.96</u>

\* Estos costos corresponden a la combinación de los dos primeros oleoductos.

\*\* Estos costos corresponden a la combinación de los tres oleoductos.

Casos 19, 31, 43 y 55.- Red actual + Oleoductos:

Salamanca-Mazatlán, Madero-Aguascalientes y Tuxpan-México.-

Casos 20, 32, 44 y 56.- Red actual + Oleoductos:

Salamanca-Mazatlán, Salamanca-México, Madero-Aguascalientes.  
y Tuxpan-México.-

En estas dos últimas alternativas se obtienen las mayores economías, sobre todo en los últimos años del período, - pues éstas van desde 337,431.21 \$/D en el 3er año (existiendo o no oleoducto Salamanca-México) a 380,413.04 \$/D (no -- existiendo el oleoducto Salamanca-México) y 440,592.23 \$/D - (existiendo el oleoducto Salamanca-México) en el 6° año, pero sigue existiendo el problema respecto a la capacidad de - la Refinería Madero, que se vé rebasada en el 6° año en --- 3,555 B/D (no habiendo oleoducto Salamanca-México) y en -- 7,049 B/D (habiendo oleoducto Salamanca-México), como se puede ver en los casos mencionados. Es de hacerse notar que -- quizá para esos años sí resultara conveniente estudiar la posibilidad de la instalación de una planta de hidrodesintegración en Madero pero, como se dijo antes, este problema amerita un estudio económico mucho mas concienzudo para poder decidir entre instalar la planta o surtir ese volumen faltante desde Minatitlán. Quizá lo más probable sería que resultara más económica surtir los destilados faltantes en la Zona del Pacífico a partir de Minatitlán enviándolos a Madero por barco y después por medio de oleoducto a Mazatlán y, posteriormente, pensar en la hidrodesintegradora en Madero. Esto se podría realizar con un incremento muy pequeño del costo total de distribución. Considerando que se mantuviera al mismo ritmo de los últimos años la tasa de crecimiento anual en el consumo de destilados, sería hata el 8° ó 9° año cuando - quedaría saturada la capacidad de produc-

ción de destilados instalada; por lo tanto, hay suficiente tiempo para elaborar el estudio económico antes mencionado.

El tramo Tuxpan-Poza Rica prácticamente sale sobrando, desde el punto de vista económico, en el caso en que no hay oleoducto de Salamanca a México y, cuando sí existe este último, por dicho tramo no se bombea ningún volumen en condiciones normales de operación. La única razón para construir este tramo podría ser el darle flexibilidad al sistema en su operación puesto que, de esta manera, podría surtir la Zona Centro desde Madero o Minatitlán, cuando hubiera fallas en cualquiera de las otras refinerías y oleoductos que ayuda a surtir la Ciudad de México.

Economías de la combinación de oleoductos Salamanca-Mazatlán Madero-Aguascalientes y Tuxpan-México con respecto al oleoducto Salamanca-Mazatlán y la Red actual'-

OLEODUCTO	AÑO 3 \$/D	AÑO 4 \$/D	AÑO 5 \$/D	AÑO 6 \$/D
Salamanca-Mazatlán	1.038,889.06	1.153,598.06	1.275,307.79	1.414,563.29
Madero-Aguascalientes	970,706.69	1.056,852.51	1.159,665.51	1.268,613.80 *
Economía	68,182.37	96,745.55	115,642.28	145,949.49
Tuxpan-México	916,711.28	980,607.93	1.064,350.89	1.162,723.56 **
Economía	122,177.78	172,990.13	210,956.90	251,839.73
Red actual	1.254,142.49	1.302,271.20	1.392,675.74	1.543,136.60
Economía Total	<u>337,431.21</u>	<u>321,663.27</u>	<u>328,225.85</u>	<u>380,413.04</u>

Economías de la combinación de oleoductos Salamanca-Mazatlán, Madero-Aguascalientes, Tuxpan-México y Salamanca-México con respecto al oleoducto Salamanca-Mazatlán y la Red actual.-

OLEODUCTO	AÑO 3 \$/D	AÑO 4 \$/D	AÑO 5 \$/D	AÑO 6 \$/D
Salamanca- Mazatlán	1.038,889.06	1.153,598.06	1.275,307.79	1.414,563.29
Madero- Aguascalit Economía	970,706.69 68,182.37	1.056.852.51 96,745.55	1.159,665.51 115,642.28	1.268,613.80 * 145,949.49
Tuxpan- México Economía	916,711.28 122,177.78	980,607.93 172,990.13	1.064,350.89 210,956.90	1.162,723.56 ** 251,839.73
Salamanca- México Economía	916,711.28 122,177.78	975,018.14 178,578.92	1.036,917.40 238,390.39	1.102,544.37 *** 312,018.92
Red Actual	1.254,142.49	1.302,271.20	1.392,576.74	1.543,136.60
Economía Total	<u>337,431.21</u>	<u>327,253.06</u>	<u>355,659.34</u>	<u>440,592.23</u>

\* Estos costos corresponden a la combinación de los dos primeros oleoductos.

\*\* Estos costos corresponden a la combinación de los tres oleoductos.

\*\*\* Estos costos corresponden a la combinación de los cuatro oleoductos

## C A P I T U L O V

### C O N C L U S I O N E S

1.- Si se integraran a la red actual los oleoductos Poza Rica-México, Salamanca-Mazatlán, Madero Aguascalientes y Salamanca-México, en este orden y antes del 5° año, la economía por alcanzar en el 6° año sería del orden de 440,000 pesos por día.

2.- Si para el 3° año no se encuentra en operación el oleoducto Salamanca-Mazatlán, resultarán no sólo innecesario sino totalmente desventajosos el aumento en la capacidad de Salamanca a 100,000 barriles por día de crudo y la instalación de la planta hidrodesintegradora.

3.- Sólo se justifica operar la Refinería de Poza Rica a su capacidad máxima, si se instala un oleoducto que comunique esta refinería con la Ciudad de México. Únicamente así, resultaría económico suprimir la reinyección de destilados - al crudo y procesar 17,000 barriles por día.

4.- En ningún caso se encontró justificada la instalación del oleoducto Salamanca-Manzanillo y del tramo Madero-Tuxpan.

5.- En primer término se observa la necesidad del oleoducto Poza Rica-México que a partir de cualquier momento sería conveniente, aunque sólo se hace críticamente necesario a partir del 6° año (o aún antes si no se instala el oleoducto Salamanca-México).

6.- El tramo Tuxpan-Poza Rica sólo es necesario en los casos en que se omite el Madero-Aguascalientes. Por lo de-

más, puede ser conveniente su instalación, no ya en base de - costos de transporte sino por consideraciones de flexibilidad en la operación del sistema.

7.- El oleoducto que aporta la mayor economía es el Salamanca-Mazatlán que, de comenzar a operar en las mejores condiciones, esto es en 3er año. produciría una economía del orden de 215,000 pesos por día.

8.- La instalación de los dos ductos mencionados (Salamanca-Mazatlán y Poza Rica-México o Tuxpan-México, implicaría un ahorro del orden de 327,000 pesos por día en el 6° año.

9.- Si, además de los anteriores, se completa el sistema con los oleoductos Madero-Aguascalientes y Salamanca-México, la economía total en el 6° año sería como se mencionó al principio del orden de 440,000 pesos por día.

10.- En esta alternativa, el oleoducto Madero-Aguascalientes se justifica a partir del 4° año y el Salamanca-México a partir del 5° año.

11.- Este último caso implica un balance de producción de destilados en las refinerías del Golfo que no corresponde totalmente a las capacidades ahora en proyecto y ya instaladas a partir del 3° año. Esto, sin embargo, implicaría una mejor utilización de la flota, ya que habría que distribuir destilados (aproximadamente 7,000 barriles por día más, que no se podrían surtir desde Madero por falta de capacidad el total de distribución para este caso.

12.- En todos los casos, a partir del 1° año, el poli-



ducto Minatitlán-México queda saturado. Por el contrario, el transístmico se libera en buena parte y quedará operando aproximadamente a la tercera parte de su capacidad para el 6° año.

13.- El orden de las instalaciones debería, pues, ser:

- a) Poza Rica-México, a la mayor brevedad.
- b) Salamanca-Mazatlán, antes del 3er año.
- c) Madero-Aguascalientes, a partir del 4° año.
- d) Salamanca-México, a partir del 5° año.  
(Tuxpan-Poza Rica, opcional por consideraciones de flexibilidad en la operación del sistema).

14.- Se puede decir, basándose en este estudio, que si la tasa de crecimiento en el consumo de destilados se mantiene al mismo ritmo de los últimos años, la capacidad de producción de destilados que se tendrá instalada a partir del 3er año, se verá saturada más o menos en los años 8° ó 9°. Sería entonces cuando las ampliaciones, como la instalación de más plantas hidrosintetizadoras, debieran estar operando.

NOTA IMPORTANTE:

En caso de que no se considera adecuado instalar los cuatro oleoductos anteriores sino sólo alguno de ellos o aún otros, la solución óptima cambiaría notablemente.

## A N E X O I

### REGLAS DE EQUIVALENCIA\*

#### REGLA 1

- a) Maximizar  $CX$  es equivalente a minimizar  $-CX$ .
- b) Minimizar  $CX$  es equivalente a maximizar  $-CX$ .

#### REGLA 2

- a) La desigualdad  $CX \leq b$  es equivalente a la desigualdad  $-CX \geq -b$ .
- b) La desigualdad  $CX \geq b$  es equivalente a la desigualdad  $-CX \leq -b$ .

#### REGLA 3

Toda igualdad de la forma  $CX = b$ , puede descomponerse como la intersección de dos desigualdades  $CX \leq b$  y  $CX \geq b$ .

#### REGLA 4

- a) Toda desigualdad de la forma  $CX \leq b$  puede convertirse en igualdad mediante la adición de un elemento 'H', llamado de holgura, que tiene M componentes NO- negativos.
- b) Toda desigualdad de la forma  $CX \geq b$  puede convertirse en igualdad mediante la resta de un elemento 'H' llamado de holgura y la adición de un elemento 'A' llamado artificial, que tienen M componentes NO- negativos.

#### REGLA 5

Una variable no restringida es aquella que puede tomar todos los valores positivos, cero y negativos, puede escribirse como la diferencia de dos variables  $X_1 = X_2 - X_3$  no - Negativas.

\* Dr. Juan Prawda Witenberg, obra citada, pags. 69-72.

## B I B L I O G R A F I A

### METODOS Y MODELOS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

Dr. Juan Prawda Witemberg  
Edt. Wiley Limusa; vol. 1 Mayo 1977 México

### TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

Robert J. Thierauf y Richard a Grosse  
Edt. Wiley Limusa, Agosto 1977 México.

### FOUNDATIONS OF OPTIMIZATION

Charles S. Beightler, Don T. Philips y Douglas J. Wilde  
Edt. Prentice-Hall, 1979 New York, U.S.A.

### LINEAR PROGRAMMING AND NETWORK FLOWS

Mokhtar S. Bazaraa y John J. Jarvis  
Edt. John Wiley & Sons, 1977 New York, U.S.A.

### METODOS DE OPTIMIZACION

Francisco J. Jauffred M., Alberto Moreno Bonett y J. Jesús Acosta  
Edt. Representaciones y Sces. de Ingeniería, Enero 1980 México

### TEORIA DE DECISIONES Y SISTEMAS DE INFORMACION

William T. Greenwood  
Edt. Trillas, Abril 1978 México

### INTRODUCTION TO OPERATIONS RESEARCH

Hillier And Liebermam  
Edt. Holden Day

### INTRODUCTION TO LINEAR PROGRAMMING

William R. Smythe, Jr.  
Edt. Prentice Hall.

### ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Fremont Ellswort Kast  
Edt. McGrae Hill, 1970 Auckland U.S.A.

### PROGRAMACION LINEAL

Luis Peñafiel Millan  
Edt. Trillas, Marzo 1976 México

### NETWORK FLOW PROGRAMMING

Paul A. Jensen & J. Wesley Barnes  
Edt. John Wiley, 1980 U.S.A.

### OPERATIONS RESEARCH; A MANGERIAL EMPHASIS

Ronald V. Hartley  
Edt. GoorYear Publishing Co., Inc., 1976 U.S.A.