

NACIONES UNIDAS

COMISION ECONOMICA  
PARA AMERICA LATINA  
Y EL CARIBE - CEPAL



Distr.  
LIMITADA

LC/MEX/L.215  
27 de enero de 1993

ORIGINAL: ESPAÑOL



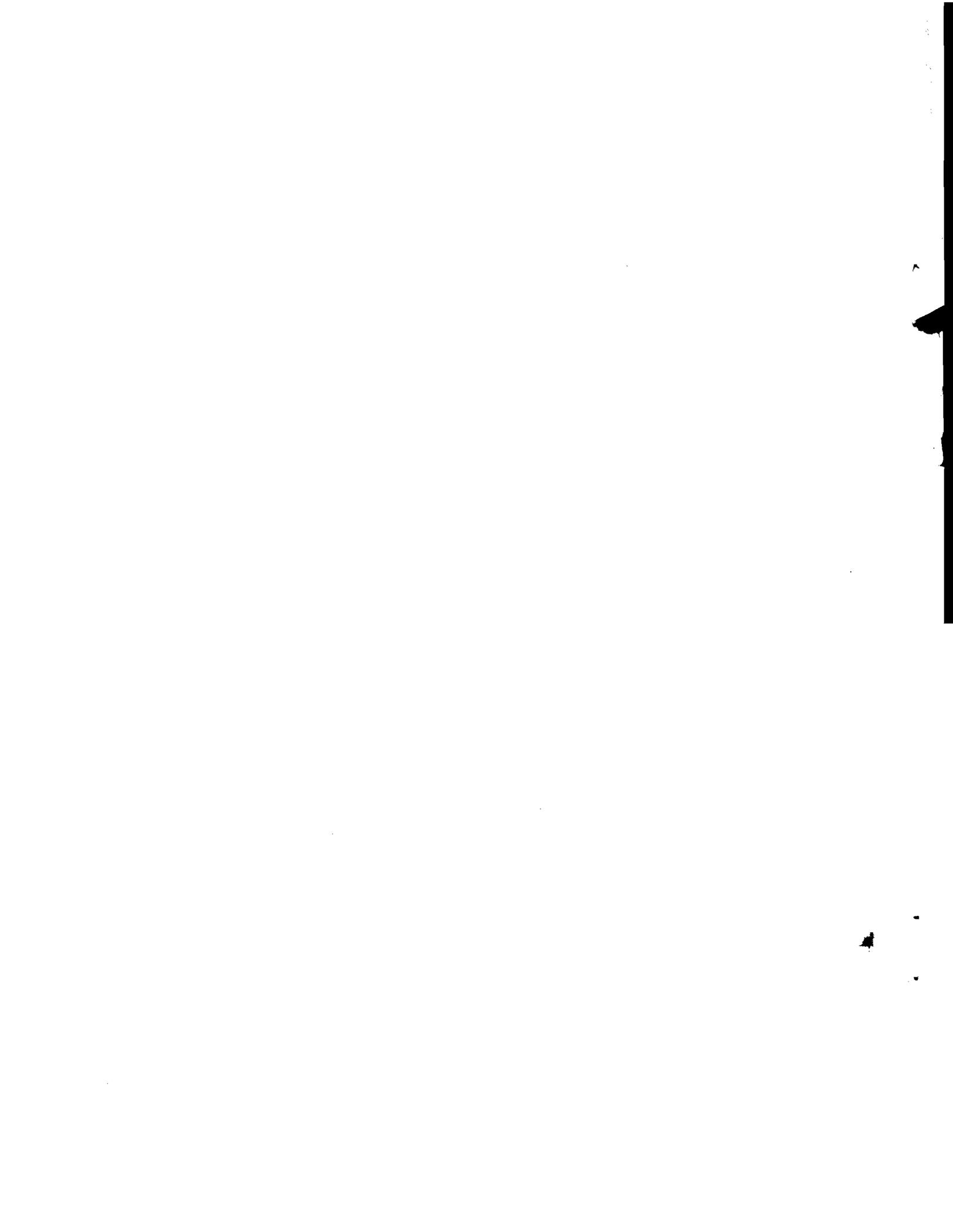
**SIMULADOR DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS  
DEL ISTMO CENTROAMERICANO (SOSEICA)**

**(Manual del usuario, técnico y del programador, Versión 3.3)**

1

27 JAN 1993

Este documento fue preparado por el señor Jesús García Valdovinos, consultor de la Unidad de Energía de la CEPAL.



## INDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACION .....	vii
 <b>CAPITULO I</b> <b>MANUAL TECNICO DEL SIMULADOR</b>  	
1. ¿Qué es SOSEICA? .....	1
2. Objetivo .....	1
3. Datos básicos .....	1
4. Resultados .....	2
5. Supuestos y restricciones .....	2
6. Formulación del modelo .....	3
6.1 La representación de la demanda .....	4
6.2 Sistema totalmente térmico .....	5
6.3 Sistema hidrotérmico .....	8
6.4 Sistema real .....	13
6.5 Caso de varios sistemas interconectados .....	15
6.6 Restricciones suplementarias .....	17
6.7 Prioridad de los sistemas para el uso de las propias centrales .....	20
7. Proceso de simulación .....	21
7.1 Sistemas hidrotérmicos .....	21
7.2 Sistemas reales .....	25
7.3 Operaciones principales .....	26
7.4 Ubicación de una central en la curva de carga .....	27
7.5 Ubicación óptima de una central hidro en la curva de carga .....	29
7.6 Método de las tangentes (Newton-Raphson) .....	32

**CAPITULO II  
MANUAL DEL USUARIO**

1.	Requerimientos básicos	35
2.	Proceso de instalación	35
3.	Estructura de directorios	35
4.	Formas de captura	37
4.1	Diseño de formas de captura	37
4.2	Restricciones en las formas de captura	39
4.3	Segunda parte de las formas de captura	39
4.4	Validación de información	40
5.	Ventanas	41
6.	Ayudas en línea	42
6.1	Restricciones en las ayudas en línea	42
7.	Descripción y alcance del sistema	42
8.	Abrir la base de datos	42
9.	Manejo de datos básicos	43
9.1	Datos del archivo Catálogo de Centrales	43
9.2	Datos del archivo de Costos	44
9.3	Datos del archivo de Demandas	44
9.4	Datos del archivo de Factores	45
9.5	Archivo de Países	45
9.6	Energías hidráulicas	45
9.7	Preparación del archivo de pronóstico semanal	45

	<u>Página</u>
10. Simulaciones . . . . .	46
10.1 Datos Dinámicos . . . . .	46
10.2 Manejo de derrames . . . . .	47
10.3 Manejo de pérdidas . . . . .	47
10.4 Mejoras en la programación de los métodos Newton Raphson y Binary Search . . . . .	47
11. Generación de reportes . . . . .	48
12. Impresión de reportes . . . . .	48
13. Ejecución de SOSEICA . . . . .	48
13.1 Explicación general de menús . . . . .	49
13.2 Explicación de las formas de captura . . . . .	50
13.3 Operaciones en registros de la base de datos . . . . .	53
13.4 Abrir la base de datos . . . . .	53
13.5 Manejo de datos básicos . . . . .	53
13.6 Simulaciones . . . . .	56
13.7 Generación de reportes . . . . .	61
13.8 Impresión de reportes . . . . .	63

### **CAPITULO III MANUAL DEL PROGRAMADOR**

1. Definición de archivos . . . . .	66
1.1 Archivo costos0x.bin . . . . .	66
1.2 Archivo dem0x.bin . . . . .	67
1.3 Archivo catpla0x.bin . . . . .	68
1.4 Archivo factores.bin . . . . .	68
1.5 Descripción de archivos de salida . . . . .	69
2. Descripción de módulos . . . . .	70
2.1 Funciones de propósito específico . . . . .	70
2.2 Funciones de propósito general . . . . .	79
2.3 Definición de estructuras . . . . .	84
<b>BIBLIOGRAFIA . . . . .</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO . . . . .</b>	<b>89</b>



## PRESENTACION

Este documento corresponde a la versión 3.3 del Simulador de la Operación de los Sistemas Eléctricos del Istmo Centroamericano (SOSEICA), versión en la cual se incluyen nuevos reportes, se introducen mejoras en el algoritmo de despacho y se mejora la interacción del programa con el usuario, principalmente en lo referente a la ejecución en lote de las simulaciones.

El SOSEICA fue desarrollado en el marco de la fase II del proyecto DIEICA 1/ con el propósito de cuantificar los beneficios económicos que se pueden obtener al operar de manera coordinada los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano.

La primera versión del simulador 2/ y de los manuales se transfirió a las empresas eléctricas mediante un seminario-taller que se efectuó en Guatemala, los días 17 y 18 de junio de 1991.

A partir de esa versión se han venido incorporando cambios, de forma y fondo, tanto en los programas como en los manuales. Parte de esas modificaciones han sido propuestas por los expertos de las empresas eléctricas del Istmo Centroamericano.

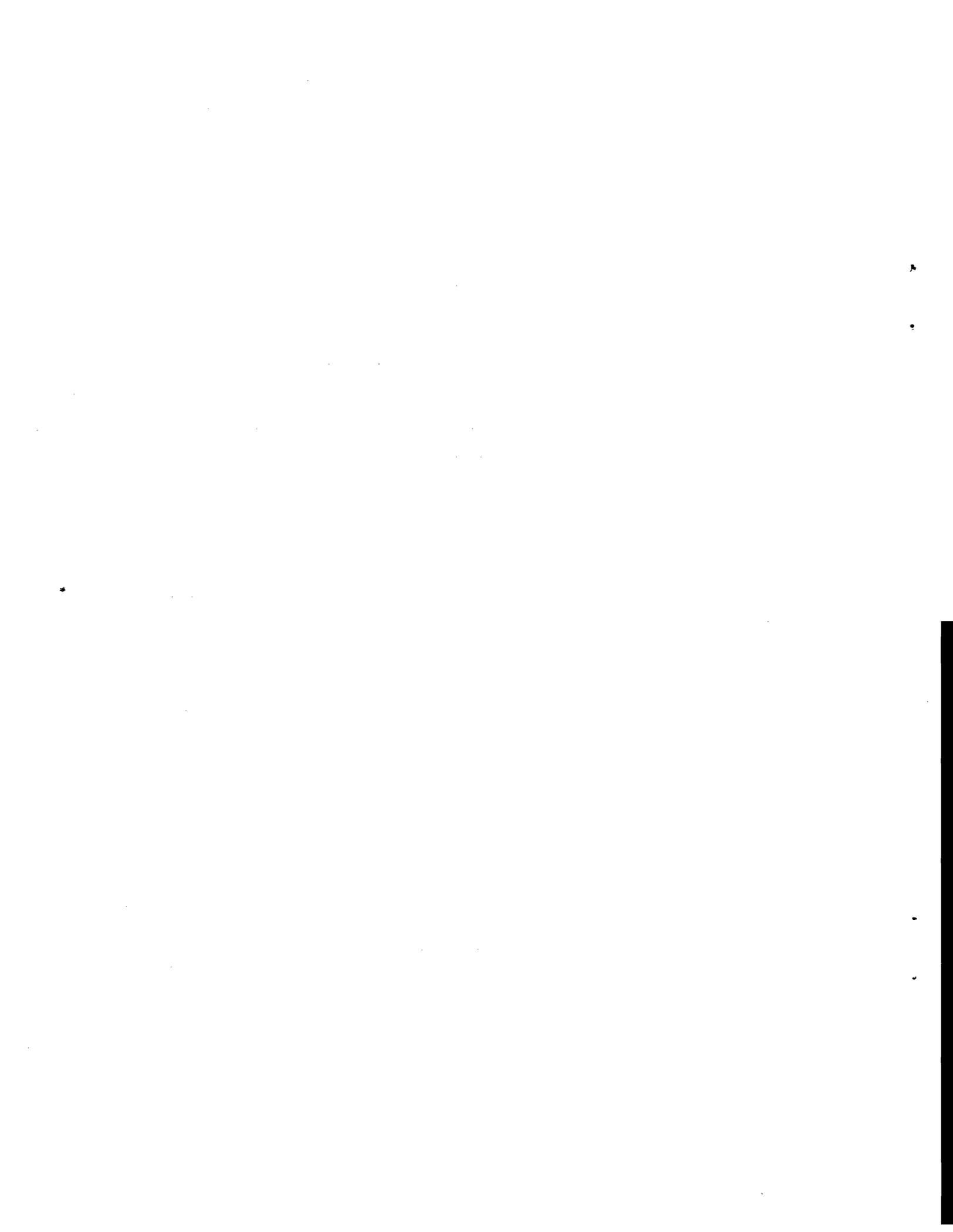
En abril de 1992 se distribuyó la versión V3.0 del modelo. 3/ El presente documento consta de tres manuales y un anexo (manuales técnico, de usuario y del programador, y anexo de reportes del simulador). Se entregará a los representantes de las empresas eléctricas del Istmo Centroamericano en la XIX Reunión del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE), que se realizará en San José, Costa Rica, los días 4 y 5 de febrero de 1993.

---

1/ El Proyecto de Desarrollo Institucional e Integración Eléctrica del Istmo Centroamericano (DIEICA), fase II, es parte del Plan Especial de Cooperación para Centroamérica de las Naciones Unidas. El Banco Mundial y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) fungieron como unidades ejecutora y asociada, respectivamente.

2/ CEPAL, Simulador de la operación coordinada de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano (Manuales del usuario, técnico y del programador) (LC/MEX/R.302 (SEM.45/1)), 14 de junio de 1991.

3/ CEPAL, Simulador de la operación coordinada de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano (SOSEICA) (LC/MEX/L.185), 28 de abril de 1992.



## CAPITULO I

### MANUAL TECNICO DEL SIMULADOR

#### 1. ¿Qué es SOSEICA?

SOSEICA es un simulador de operación de sistemas de generación hidrotérmicos, que permite simular la operación de varios sistemas nacionales en forma coordinada, con el criterio de mínimo costo de generación, usando técnicas de optimización. Está integrado en un paquete de programas interactivos estructurados en lenguaje C, bajo el sistema operativo MS-DOS y puede ser ejecutado en una PC IBM o compatible. Cuenta con diferentes aplicaciones que permite al usuario el manejo de datos en forma fácil y eficaz, al mismo tiempo que resolver problemas de la operación de sistemas de generación a largo plazo.

#### 2. Objetivo

El modelo tiene como objetivo calcular, en un período especificado, los valores de potencia y energía generadas en cada uno de los sistemas eléctricos nacionales, así como las transferencias entre países en caso de operación integrada. Todo ello como resultado de la aplicación del criterio de operación de menor costo, sujeto a una serie de restricciones.

#### 3. Datos básicos

Los datos básicos necesarios para el modelo son:

- i) Demandas horarias de los seis países de la región, de un año representativo. Los datos fuente sobre la demanda usados en las pruebas del modelo fueron los 8,760 valores de potencia horaria registrados en los seis sistemas del Istmo Centroamericano durante el año 1987.
- ii) Factores de crecimiento de la demanda para el período 1991-2000, para los seis países: uno por año del período de estudio y por sistema, que multiplicados por los valores horarios de potencia permiten obtener las demandas del año correspondiente. Se dispone de los factores para los años del período 1991-2000. Cada factor se obtuvo dividiendo la demanda de energía proyectada por el sistema considerado para el año de interés entre la demanda de energía de ese sistema en 1987, calculada como la suma de las potencias horarias.
- iii) Precio internacional promedio del petróleo, flete promedio a cada uno de los países, pérdidas de transmisión promedio para transferencias entre cada par de países y peaje entre cada par de países.

- iv) Características de las centrales, tales como tipo, factor de planta, energía generable, rendimiento, entre otras.
- v) Aunque los valores de energía generable por estación se incluyen en el archivo del catálogo de centrales, se dispone además para las centrales hidráulicas, de un archivo donde se almacenan las energías semanales que serán despachadas respetando estas cantidades predefinidas.

Los datos fueron proporcionados en su gran mayoría por las empresas eléctricas. Sólo en unos pocos casos fue necesario distribuir un valor estacional o anual entre los meses, usando como patrón la distribución de otra central de la misma región para la cual se contaba con los datos mensuales.

#### 4. Resultados

Los resultados que se obtienen del proceso de simulación para un período anual son, para cada año y para cada una de las estaciones, valores de energía generada en cada sistema, clasificada en geotérmica, hidroeléctrica, térmica diesel y térmica bunker, así como los correspondientes volúmenes de combustible utilizado, clasificados en bunker y diesel. En el caso de la operación integrada se obtienen además, los valores del intercambio neto por país, positivos si se trata de exportación y negativos si es importación. También se obtienen para los mismos períodos los resultados de energía generada por cada central.

La simulación de la operación integrada para un período semanal permite tener una visión más detallada de la operación. Además de los valores de energía para el período se obtienen en este caso, valores de potencia horaria generada en cada central, el intercambio neto por país, y la potencia transmitida en cada una de las líneas de interconexión.

La operación del modelo permita conocer los volúmenes de energía que pueden ser intercambiados entre cada país, y de esa manera la comparación de los resultados entre la operación aislada y la operación integrada hace posible una evaluación de los beneficios por reducción en el uso de combustibles.

Una vez identificados los años en que ocurren las mayores transferencias, se pueden obtener los valores de potencia horaria generada por planta, los cuales pueden usarse como datos de entrada para los análisis de redes.

#### 5. Supuestos y restricciones

Con el objeto de hacer un simulador sencillo que pudiera ser utilizado por las empresas eléctricas centroamericanas, como una primera aproximación a la operación de sistemas integrados, fue necesario hacer una serie de supuestos, e imponer algunas restricciones al SOSEICA.

Lo anterior significa que los resultados que se obtienen del proceso de simulación, son una primera aproximación útil, que permite tanto a operadores como a planificadores de los sistemas eléctricos tomar mejores decisiones sobre los intercambios de energía y potencia entre cada sistema nacional.

Los principales supuestos y restricciones del modelo son las siguientes:

- a) El modelo considera que la producción de energía de las centrales hidroeléctricas es cierta, es decir que la considera como una variable determinística, lo cual no es verdadero, ya que como se sabe la producción de energía de este tipo de centrales esta condicionada por el régimen hidrológico que es aleatorio y por lo tanto una variable probabilística.

Si bien el modelo no esta diseñado para tomar en cuenta este tipo de variables ya que usa técnicas de optimización, se puede tomar la variable hidrológica como variable de sensibilidad, esto es, el modelo permite hacer simulaciones para diferentes condiciones hidrológicas, consideradas cada una de ellas como variables ciertas.

- b) La probabilidad de falla de las centrales no se considera explícitamente, sino que en forma implícita se está considerando en la disponibilidad de la central durante todo el período de estudio.
- c) El modelo supone que las centrales térmicas tienen una eficiencia constante, en función de la potencia generada, por lo que este dato debe ser calculado considerando los valores más probables de operación de cada central.
- d) Se supone que las centrales hidroeléctricas no tienen costos fijos ni variables de operación y mantenimiento.

## 6. Formulación del modelo

El problema de simulación consiste en asignar a cada una de las centrales generadoras de la región un valor de potencia a generar hora por hora, para un período dado, de forma tal que se satisfaga la demanda de potencia eléctrica de toda la región en esa hora y en todo el período, al costo más bajo posible y sujeto a una serie de restricciones.

Para describir la forma como se resuelve este problema, se procederá por etapas abordando casos hipotéticos de complejidad creciente hasta llegar al caso real. Previamente se describirá la forma como se presentan los datos sobre la demanda.

### 6.1 La representación de la demanda

Los datos fuente de la demanda son los 8,760 valores de potencia horaria registrados en los seis sistemas durante el año de 1987, y corresponden a la suma de las potencias netas generadas en las centrales, es decir, son valores que representan el requerimiento total de potencia, incluyendo las pérdidas. Estos datos de potencia están dados en forma cronológico.

Es habitual otra representación de la demanda eléctrica, que consiste en ordenar los valores de potencia horaria de mayor a menor, y agrupar en "barras horarias" de la misma altura todos los valores repetidos de una misma potencia. Se obtiene así una curva decreciente en escalones, la cual se designa como "curva de duración de carga" o "monótona de cargas". Cada barra se identifica por un valor de potencia y un "ancho" en horas (véase el gráfico 1.1).

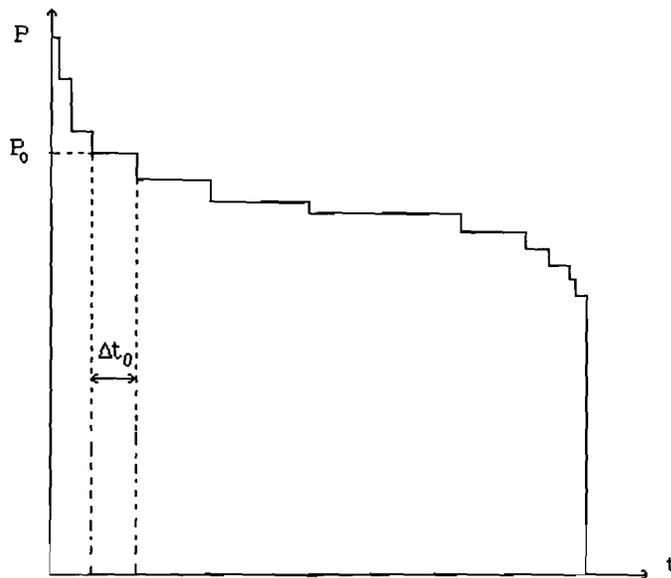


Gráfico 1.1 Monótona decreciente

En esta representación de la demanda a veces se sustituye la curva en escalones, por una curva que se puede representar analíticamente mediante un polinomio, e incluso, cuando no se necesita mucha precisión, por una línea recta.

La ventaja de usar una curva de duración de carga es que simplifica los cálculos necesarios para la simulación. Sin embargo tiene la desventaja de que las diferentes demandas horarias pierden su identidad. Es decir, no se puede saber a partir de esta curva, en qué momento en el tiempo se produjo una determinada demanda, ya que la abscisa representa sólo el número de horas que la demanda estuvo presente.

En el modelo se representará la demanda en forma cronológica, ya que el problema que se desea resolver es el de determinar si existe capacidad sobrante en alguno de los países, que pueda ser aprovechada en otro. Para resolver esto, es indispensable conocer la simultaneidad de las demandas en los seis países. Así pues, se usa en el presente caso la secuencia cronológica de valores horarios de potencia para el período especificado. Sin embargo en los incisos siguientes se usará indistintamente una u otra representación, con el objeto ilustrar con más claridad los procedimientos de solución.

## 6.2 Sistema totalmente térmico

En este caso, si la demanda se representa por valores discretos de potencia, ya sea que correspondan a la secuencia cronológica o a las barras horarias de la curva de duración, y si además se supone que las centrales no están sujetas a una restricción de potencia mínima, entonces el problema de optimización para un período dado se puede descomponer en problemas independientes, correspondientes a cada hora o barra horaria. El problema puede plantearse entonces en términos matemáticos como un problema de programación lineal, de la siguiente manera:

Para una hora dada minimizar:

$$C = \sum_{i=1}^n c_i p_i + m p_F \quad (1.1)$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n p_i + p_F = D \quad (1.2)$$

$$p_i \leq P_{max_i}, \quad p_i \geq 0, \quad p_F \geq 0$$

donde:

$n$  = número de centrales

$c_i$  = costo unitario de producción de la central  $i$

$p_i$  = potencia generada por la central  $i$

$p_f$  = potencia de falla (potencia faltante)

$m$  = costo de la falla (mucho mayor que el mayor de los  $c_i$ )

$D$  = demanda en la hora considerada

$P_{max_i}$  = Potencia máxima que puede generar la central  $i$

Si se despeja  $p_f$  de (1.2) y se sustituye en (1.1) se puede expresar la función objetivo en una forma más conveniente, como:

$$C = mD - \sum_{i=1}^n (m - c_i)p_i \quad (1.3)$$

En esta ecuación  $mD$  representa el costo de no satisfacer la demanda y  $(m - c_i)$  es el ahorro que se obtiene al sustituir un kWh de falla por un kWh generado con la central  $i$ .

El problema se puede plantear entonces como:

minimizar:

$$C = mD - \sum_{i=1}^n (m - c_i)p_i \quad (1.4)$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n p_i + p_f = D \quad (1.5)$$

y se resuelve aplicando el algoritmo del método simplex:

$$p_i \leq p_{\max_i} \quad \text{para toda } i \quad (1.6)$$

$$p_i \geq 0 \quad \text{para toda } i$$

$$p_F \geq 0$$

- a) introducción de variables de holgura:

$$p_i + u_i = p_{\max_i} \quad \text{para toda } i \quad (1.7)$$

- b) selección de la solución inicial

$$u_i \neq 0 \text{ y } p_i = 0 \quad \text{para toda } i$$

el costo total es entonces el más alto posible, igual a  $mD$ ,

- c) selección de una  $p_i$  que se hará diferente de cero.

Debe decidirse:

- cuál  $p_i$
- hasta dónde puede llevarse su valor

Se escoge la  $p_i$  que produzca la mayor reducción de  $C$ , es decir la que tiene el mayor valor de  $(m - c_i)$ . Esto es, la que tiene el menor  $c_i$ .

Para saber hasta dónde puede llevarse su valor hay que considerar las restricciones funcionales en que interviene esa  $p_i$ . Normalmente será la restricción (1.6) la que limitará su valor, que puede entonces llegar hasta  $p_{\max_i}$  ( $u_i$  se hace cero).

- d) se continúa de ese modo hasta que ocurra uno de dos eventos:
- no hay más centrales y la demanda aún por satisfacer no puede ser suministrada, y por lo tanto existe potencia de falla ( $p_f > 0$ ), o
  - hay una central para la cual el valor de  $p_i$  queda limitado por la restricción (1.5) y en consecuencia  $p_f = 0$  y  $u_i = 0$ , es decir que no existe potencia no suministrada.

En la simulación entonces, se puede proceder así:

- a) Se agregan una a una las centrales en orden de costo unitario creciente.
- b) Después de agregar cada central se compara la demanda para cada hora, con  $p_{max_i}$ .
- c) Si  $D > \sum p_{max_i}$  para esa hora, entonces  $p_i = p_{max_i}$ , y

$$\Delta D = D - \sum p_{max_i} . \quad \text{En caso contrario se hace } p_i = D \quad \text{y}$$

$$\Delta D = 0$$

### 6.3 Sistema hidrotérmico

En el caso de los sistemas hidrotérmicos, el problema también se puede resolver como un problema de programación lineal, si se satisfacen tres condiciones: a) si la demanda se representa como valores discretos de potencia, b) si la potencia mínima de las centrales se puede tomar igual a cero, y c) si la producción hidroeléctrica se agrupa en una sola central.

En este caso se debe minimizar:

$$\sum_{t=1}^T C_t = m \sum_{t=1}^T D_t - \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n (m - c_i) P_{it} \quad (1.8)$$

sujeto a:

$$ph_t + \sum p_i + p_F = D_t \quad \text{para toda } t$$

$$ph_t \leq PHmax \quad (1.9)$$

$$p_{it} \leq Pmax_i, \quad \text{para toda } i \text{ y toda } t$$

$$ph_t \geq 0, \quad p_i \geq 0, \quad p_F \geq 0$$

$$\sum_{t=1}^T ph_t \leq Wmax, \quad \text{con } Wmax, \quad ph_t T$$

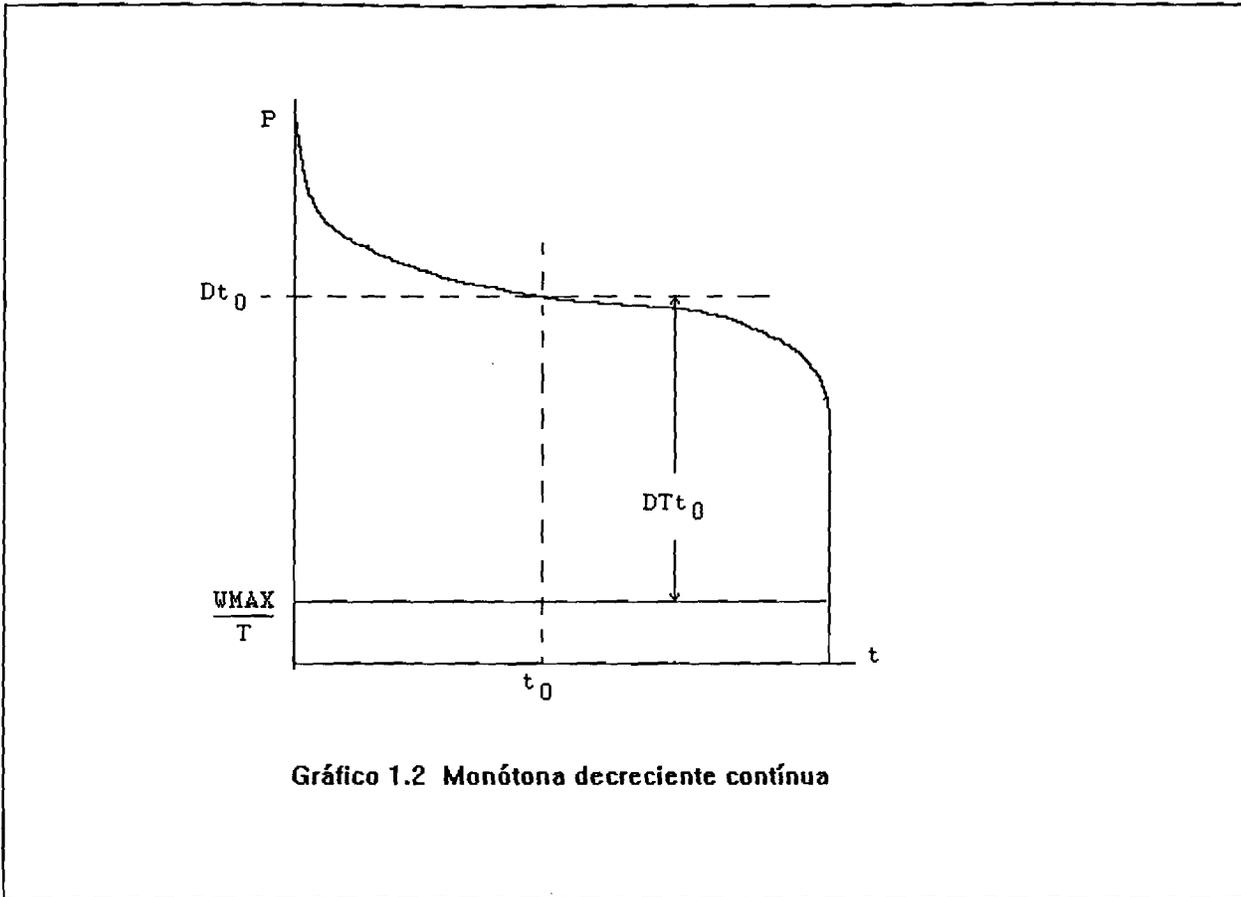
Esta última restricción encadena cada hora, de modo que el problema ya no se puede separar, como en el caso de un sistema totalmente térmico, en problemas independientes para cada hora del período. Sin embargo, si se supone la potencia horaria hidráulica constante, se puede volver al problema anterior,

haciendo:

$$ph_t = \frac{Wmax}{T} \quad \text{para toda } T \quad (1.10)$$

valor que se supondrá, por simplicidad, menor que la demanda mínima (véase el gráfico 1.2).

Después de encontrar la solución óptima para este valor de  $ph$ , aplicando el método descrito en el inciso anterior, se pasa a una segunda etapa en la cual se deciden las transferencias de energía y potencia hidroeléctrica de una hora a otra, de manera tal que se reduzca el costo total del período ( $\Sigma C$ ), tal como se puede observar en el gráfico 1.2, donde  $DT_t$  representa la demanda a ser satisfecha con térmico en la hora  $t$ .



Si en una hora determinada se incrementa la potencia hidro generada, se reduce para esa hora en la misma cantidad la potencia térmica. Tal reducción se hace disminuyendo  $p_i$  de la central con el más alto  $c_i$  entre las que generan en esa hora. A la inversa, si se reduce  $p_h$  habrá que incrementar la generación de la central térmica más cara.

La idea consiste entonces en seleccionar una pareja de horas  $t_1$  y  $t_2$ , tal que para la primera el más grande  $c_i$  sea el máximo de todo el período y para la otra el más grande  $c_i$  sea el más pequeño del período. Para la primera se debe aumentar  $p_h$  y para la segunda reducirla en la misma cantidad, de modo que no cambie la energía hidro generada en el período. Lógicamente, la primera pareja de horas a escoger estará formada por la hora de la demanda máxima y la de la demanda mínima.

La transferencia de potencia hidro de una hora a otra termina cuando se presenta una de las siguientes condiciones:

A partir de ese evento hay que seleccionar una o dos nuevas horas y comenzar de nuevo el proceso.

$$ph_{t_1} = PHMAX$$

$$ph_{t_2} = 0 \quad (1.11)$$

$$D_{t_1} = D_{t_2}$$

Después de un tiempo de iniciado este proceso el diagrama de despacho tendrá la forma de el gráfico 1.3.

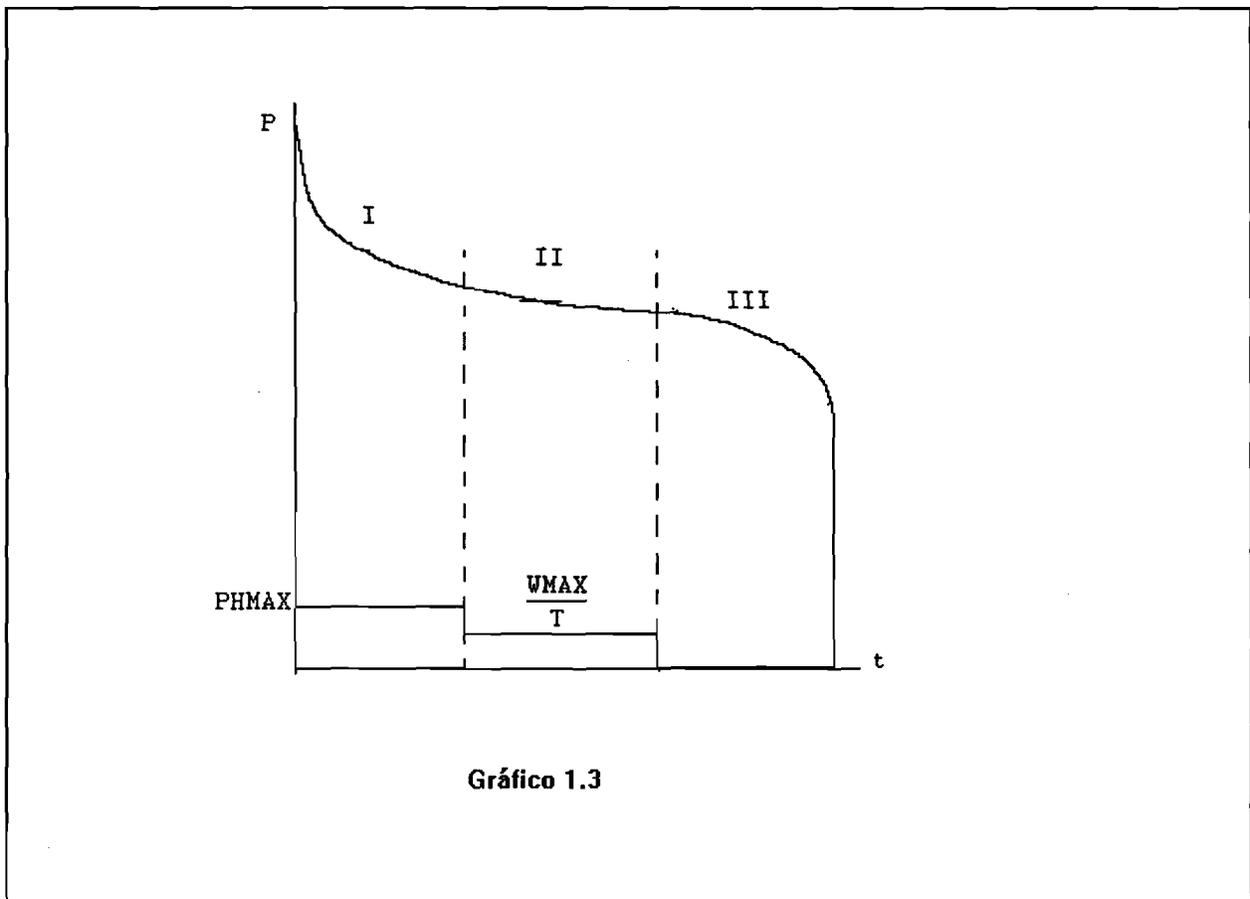


Gráfico 1.3

A partir de esa situación, dado que la diferencia de las potencias horarias en el área II es pequeña, los procesos de transferencia de energía hidroeléctrica entre las horas cesarán, ya que aplicará la restricción (1.6).

Al concluir todo el proceso es necesario que todos los valores de  $DT$  en la región II sean iguales (véase el gráfico 1.4), es decir, la línea  $ph_t$  en esta región debe ser paralela a  $Dt$ .

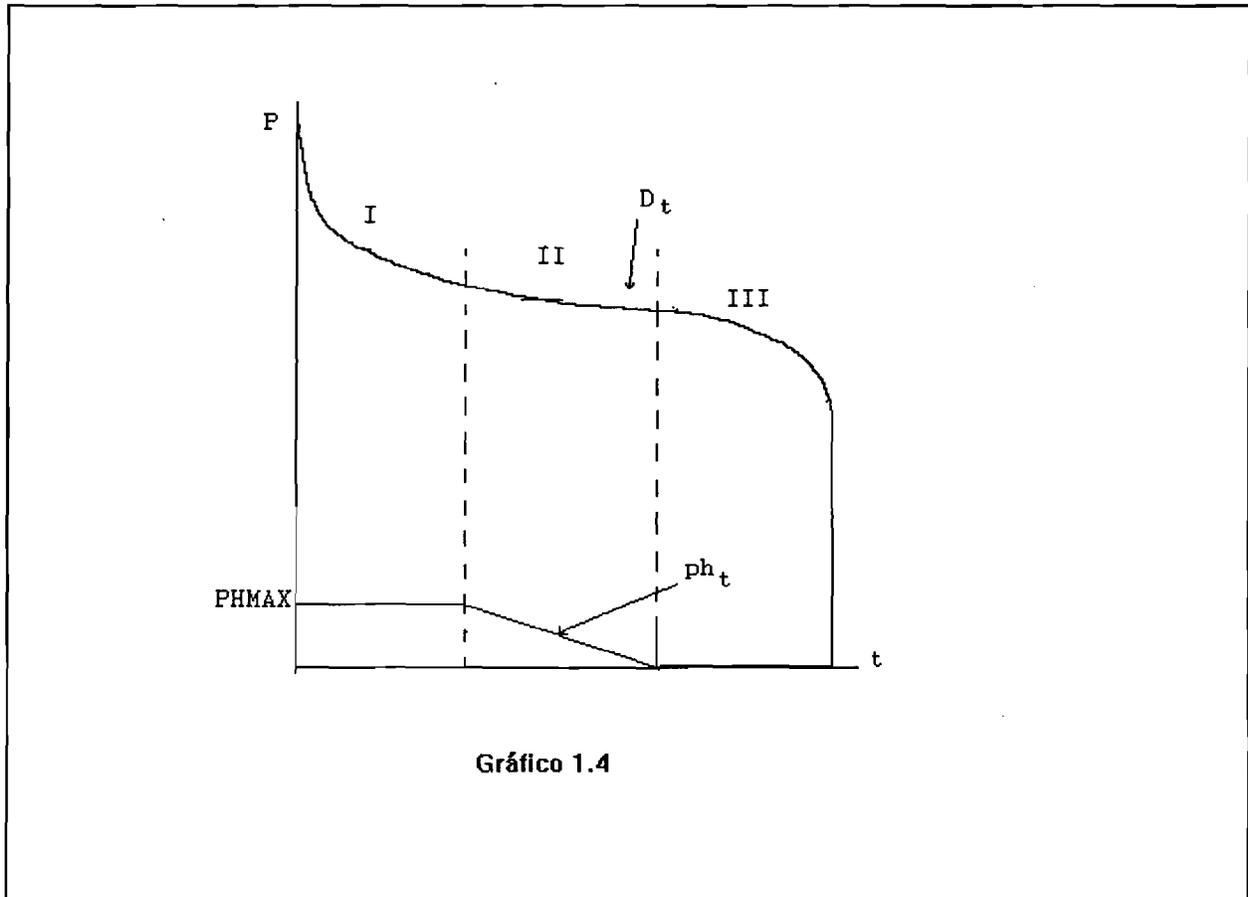
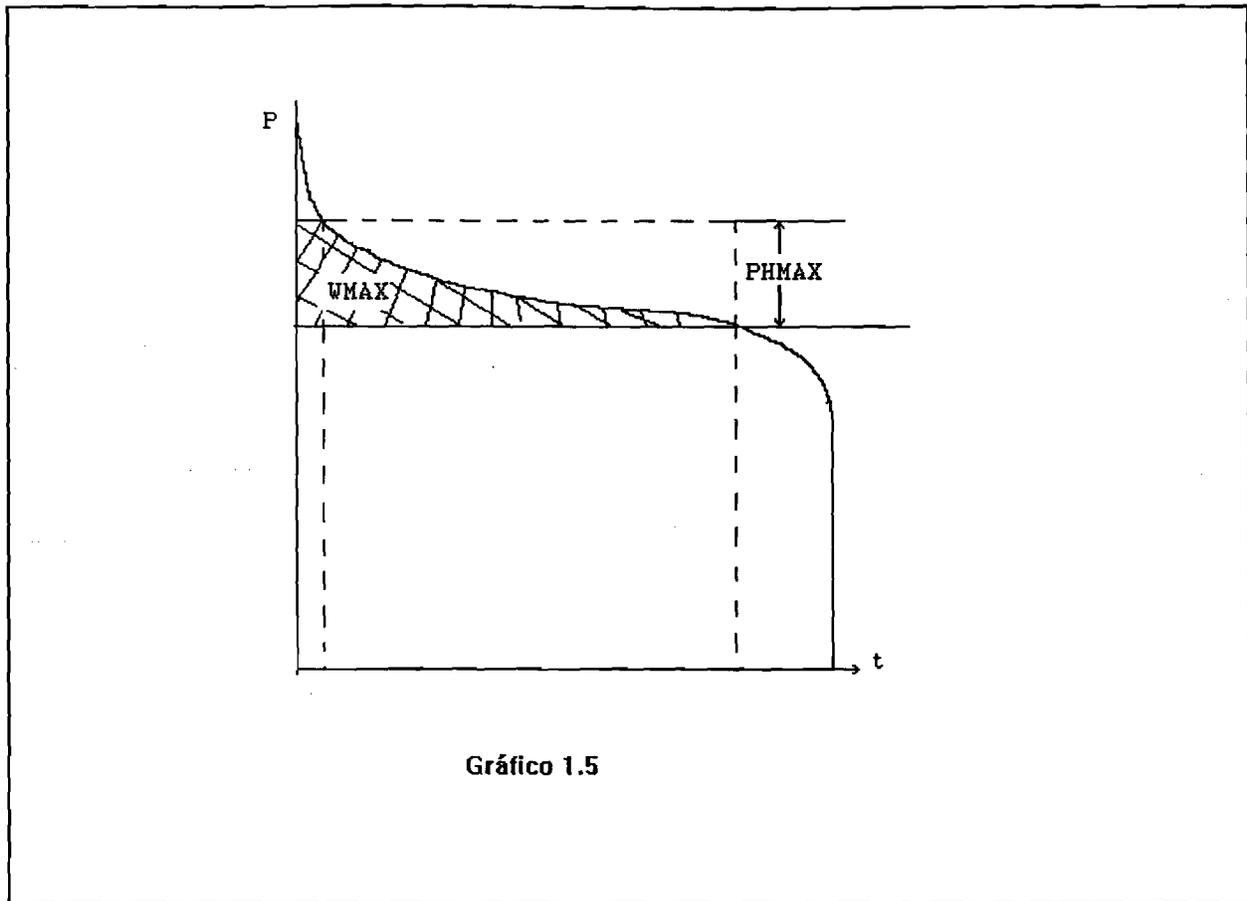


Gráfico 1.4

De lo anterior, se deduce la regla para encontrar la operación de costo mínimo para un sistema hidrotérmico:

- a) Para las centrales hidroeléctricas, encontrar la posición de una banda horizontal de ancho  $PH_{max}$  tal que el área encerrada sea igual a la energía máxima generable,  $W_{max}$  (véase el gráfico 1.5).
- b) calcular para cada hora el valor de potencia hidro generada,  $ph_t$ ;



- c) calcular para cada hora el valor de demanda a ser satisfecha por térmico:  $DT_t = D_t - ph_t$
- d) aplicar a los valores de demanda  $DT_t$  el método del inciso 6.2 para despachar las centrales térmicas.

#### 6.4 Sistema real

Los sistemas eléctricos del Istmo se desvían del caso ideal arriba tratado principalmente en lo siguiente:

- a) Algunos sistemas tienen centrales geotérmicas, las cuales no están modeladas específicamente en el simulador. Sin embargo, estas pueden considerarse equivalentes, ya sea a centrales hidroeléctricas de filo de agua, excepto que no hay una limitación directa sobre la energía generable, o a centrales de vapor con precio de combustible cero.

- b) Todas las centrales, principalmente las de vapor, están sujetas a una restricción de potencia mínima mayor que cero:  $p_i > P_{\min_i}$ .
- c) Las centrales geotérmicas y las de vapor no pueden hacer variar su potencia rápidamente de hora a hora, y por ello no son aptas para satisfacer demanda pico.
- d) Algunos de los sistemas necesitan mantener generando centrales térmicas, aun cuando esa operación no corresponda con la solución de menor costo, debido a problemas de la red de transmisión, la que debe ser apoyada por estas centrales.

Para tener en cuenta estas particularidades, la simulación de la operación para un sistema aislado, debe hacerse de la siguiente forma:

- a) Se toman una tras otra cada una de las centrales geotérmicas, y se les asigna su potencia de operación igual a la potencia máxima que pueden generar. Luego se resta este valor de la demanda de cada hora, así:

$$\Delta D_t = D_t - P_{\max_i} \quad (1.12)$$

- b) Se toman una tras otra:
  - i) las centrales térmicas que deben generar en la base por razones de soporte de voltaje, y
  - ii) la suma de las potencias mínimas de las centrales de vapor que se sabe de antemano que generan en el período especificado; esta suma se hace igual a  $P_{\max}$  de una central ficticia.

Para cada una y para cada hora del período se hace:

$$\Delta D_t = D_t - P_{\max_i} \quad (1.13)$$

- c) Se asigna la potencia de cada una de las centrales hidroeléctricas para cada hora ( $ph_{t_i}$ ), tal como se describió en el inciso 6.3 y se resta de las demandas horarias.
- d) Luego de descontar a la demanda de cada hora, las potencias de los tres tipos de centrales anteriores, queda la demanda a ser satisfecha con térmico.

- e) Se define un valor de demanda "techo" arriba del cual no se permitirá la operación de centrales de vapor.
- f) Se calculan los  $p_i$  horarios para las centrales térmicas de acuerdo a la forma descrita en el inciso 6.2.

### 6.5 Caso de varios sistemas interconectados

En el caso multi-sistemas, el problema de la colocación de las centrales térmicas, puede plantearse también en forma independiente para cada hora, como un problema de programación lineal. Para una hora dada, se deberá minimizar:

$$C = \sum_{s=1}^{NS} C_s \quad (1.14)$$

con:

$$C_s = m_s p_F + \sum_{i=1}^n C_i p_{is} \quad (1.15)$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n (1 - l_{is}) p_{is} + p_{F_s} = D_s \quad \text{para toda } s \quad (1.16)$$

$$p_{is} \leq P_{MAX_i} \quad \text{para toda } i$$

$$p_{F_s} \geq 0 \quad \text{para toda } s$$

$$p_{is} \geq 0 \quad \text{para toda } i \text{ y para toda } s$$

donde:

C	=	costo total en la hora considerada
$C_s$	=	costo de satisfacer la demanda del sistema s en la hora considerada
NS	=	número de sistemas
$m_s$	=	costo unitario de la falla (potencia faltante) en el sistema s
$p_{fs}$	=	potencia de falla, o potencia faltante, en el sistema s en la hora considerada
$c_i$	=	costo unitario de la energía producida en la central i
$p_{is}$	=	potencia generada por la central i, destinada a satisfacer demanda en el sistema s
n	=	número total de centrales térmicas
$l_{is}$	=	tasa de pérdidas, en p.u., aplicable a la energía generada en la central i, destinada a satisfacer demanda del sistema s (si la central i pertenece al sistema s, entonces $l_{is} = 0$ )
$PMAX_i$	=	valor máximo que puede tomar la potencia $p_i$
$D_s$	=	demanda del sistema s en la hora considerada

También aquí se puede expresar el costo de un sistema cualquiera de manera más conveniente si se sustituye en (1.15)  $p_{fs}$  despejado de (1.16). Se obtiene:

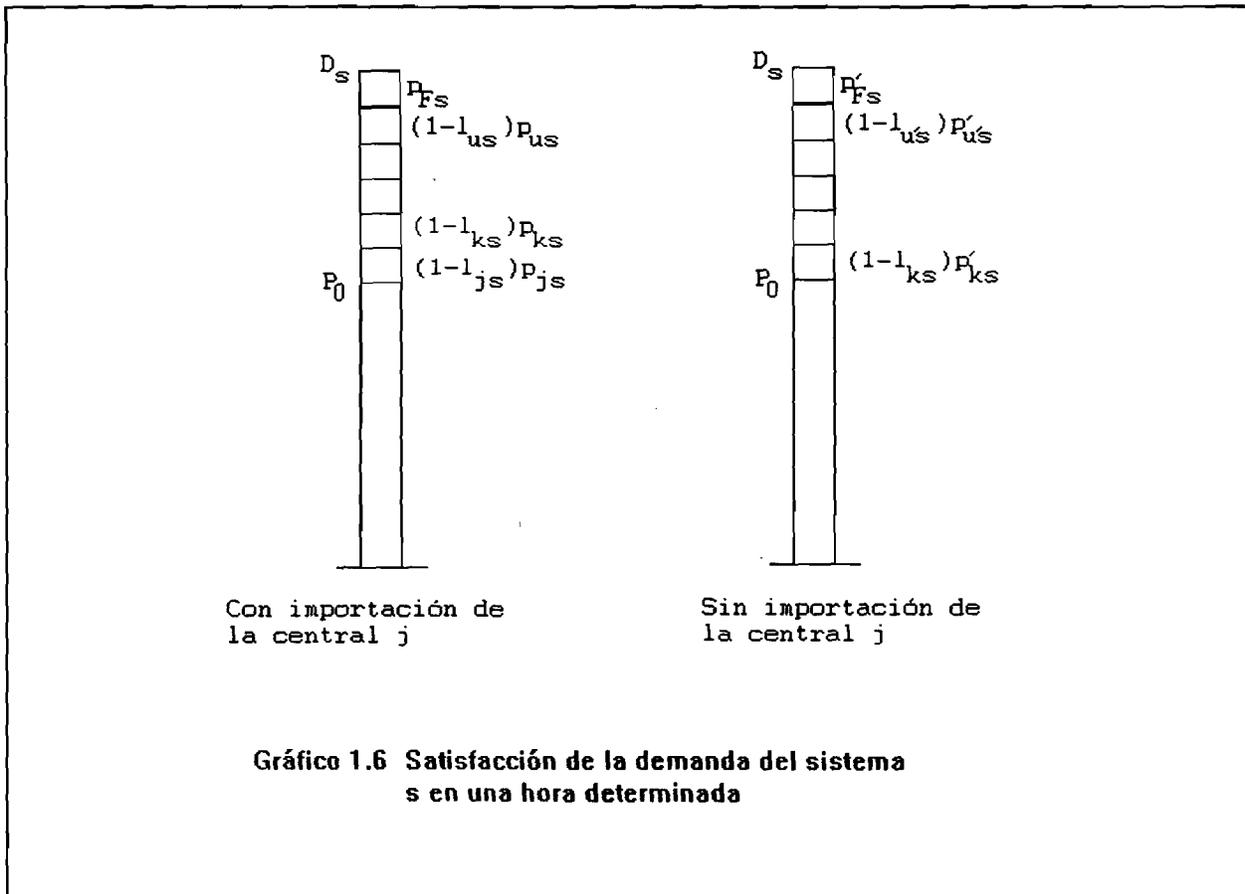
$$C_s = m_s D_s - \sum_{i=1}^n [(1 - l_{is}) m_s - c_i] p_{is} \quad (1.17)$$

De manera similar al caso de un sistema único,  $m_s D_s$  representa el costo del racionamiento, que es la opción más cara para "satisfacer" la demanda del sistema s. El coeficiente  $((1 - l_{is}) m_s - c_i)$  representa el ahorro que se obtiene al sustituir racionamiento en el sistema s con energía proveniente de una central i de otro sistema. El factor  $(1 - l_{is})$  significa que por cada kWh generado, sólo se puede eliminar  $(1 - l_{is})$  kWh de racionamiento, debido a las pérdidas de transmisión de un sistema a otro. La reducción del racionamiento sería de un kWh por cada kWh generado, sólo si la central i pertenece al mismo sistema s.

Al igual que en el caso de un sistema único, se ve que las variables  $p_{is}$  (que corresponden a parejas planta-demanda), deberán tomarse cada una en orden creciente del coeficiente  $((1 - l_{is}) m_s - c_i)$ .

### 6.6 Restricciones suplementarias

Una transferencia internacional de energía de origen térmico, se realizará en la práctica cuando el ahorro a que da lugar esta operación es suficientemente atractivo para todas las partes involucradas. Para garantizar esto, se debe introducir una restricción suplementaria que establezca que el ahorro obtenido en el sistema  $s$  en una hora determinada, al utilizar potencia importada producida por una central de otro sistema, debe ser igual o mayor que el costo de cada kWh importado de aquella central (véase el gráfico 1.6).



La satisfacción de la demanda hasta el punto  $P_0$ , a partir del cual se incorpora la central de importación, se hace exactamente de la misma manera que en el régimen de operación individual. A partir de ese punto, la incorporación de esa central, origina diferencias en la operación del sistema, ya que esto causa que cambien los valores  $p_{is}$  de las centrales propias y externas utilizadas a partir de ese punto.

La diferencia de costo está dada por:

$$\Delta C_{js} = \sum_{i=k}^{u'} c_i p'_{is} + m_s p'_{Fs} - c_j p_{js} - \sum_{i=k}^u c_i p_{is} - m_s p_{Fs} \quad (1.18)$$

$$\Delta C_{js} = \sum_{i=k}^{u'} c_i p'_{is} - \sum_{i=k}^u c_i p_{is} - c_j p_{js} + m_s (p'_{Fs} - p_{Fs}) \quad (1.19)$$

se desea que:

$$\Delta C_{js} \geq b_{js} p_{js} \quad (1.20)$$

En donde se han utilizado dos índices  $u$  y  $u'$  para identificar la última central usada en cada caso. También se supone, por generalidad, que habrá potencia faltante o de falla y  $b_{js}$  es un valor prefijado en MILLS/kWh.

La igualdad de la suma de las potencias arriba del valor  $P_0$  se expresa como:

$$(1 - l_{js}) p_{js} + \sum_{i=k}^u (1 - l_{is}) p_{is} + p_{Fs} = \sum_{i=k}^{u'} (1 - l_{is}) p'_{is} + p'_{Fs} \quad (1.21)$$

de donde se deduce:

$$p'_{Fs} - p_{Fs} = (1 - l_{js}) p_{js} + \sum_{i=k}^u (1 - l_{is}) p_{is} + \sum_{i=k}^{u'} (1 - l_{is}) p'_{is} \quad (1.22)$$

sustituyendo (1.22) en (1.19) y simplificando se llega a:

(1.23)

$$((1 - l_{js}) m_s - c_j - b_{js}) p_{js} + \sum_{i=1}^u ((1 - l_{is}) m_s - c_i) p_{is} + \sum_{i=1}^{u'} (1 - l_{is}) p_{is} + \sum_{i=1}^{u'} ((1 - l_{is}) - c_i) p'_{is}$$

En esta expresión, los coeficientes de las variables  $p_{js}$  representan el ahorro obtenido al sustituir un kWh de racionamiento en el sistema  $s$ , por un kWh generado en la central  $i$ .

Se puede ver que el efecto de la restricción impuesta a la importación de potencia generada en la central  $j$  por el sistema  $s$ , se traduce en un incremento del costo aplicable a la potencia  $p_{js}$ . En efecto, se puede definir un costo tal que:

$$C_{js} = C_j + b_{js} \quad (1.24)$$

Donde el valor  $b_{js}$  representa el beneficio global logrado en la transacción, el cual debe repartirse entre exportador, importador e intermediarios, estos últimos recibirán un pago por el servicio de peaje.

Se puede entonces expresar  $b_{js}$  como:

$$b_{js} = b_0 + w_{js} \quad (1.25)$$

donde  $w_{js}$  representa el cargo total por peaje que debe pagarse a los intermediarios por transportar la energía de la central  $j$  hasta el sistema  $s$ , y  $b_0$  es una utilidad global que se repartirán el exportador y el importador.

Dado que los resultados deducidos para la central  $j$  son aplicables a todas las centrales que generan para exportación, se puede generalizar el concepto de costo unitario mediante la siguiente expresión:

$$C_{is} = C_i + b_0 + w_{is} \quad \text{cuando la central } i \text{ no pertenece a } s$$

$$C_{is} = C_i \quad \text{cuando la central } i \text{ pertenece a } s \quad (1.26)$$

de modo que la ecuación (1.17) se escribirá:

$$C_s = m_s D_s - \sum_{i=1}^n ((1 - l_{is})m_s - C_{is})p_{is} \quad (1.27)$$

De esta manera, el orden en que las variables de decisión  $p_{is}$  van entrando en la solución de acuerdo con el algoritmo del método simplex, queda influenciado por los valores  $C_{is}$ , que incorporan la necesaria utilidad mínima impuesta a las transferencias.

### 6.7 Prioridad de los sistemas para el uso de las propias centrales

Ya se ha dicho que las variables  $p_{is}$  van entrando en la solución en orden decreciente del coeficiente  $((1 - l_{is}) m_s - C_{is})$ . Esto significa que una central  $i$  se pondrá a generar para satisfacer demanda en el sistema  $s$  tanto más temprano como menor sea el coeficiente de pérdidas  $l_{is}$ , cuanto menor sea el costo unitario  $C_{is}$  y cuanto mayor sea el valor  $m_s$  de la energía no suministrada en ese sistema.

Si se asigna al costo unitario  $m_s$  de la energía no suministrada en el sistema  $s$ , un valor lo suficientemente elevado, se puede lograr que todas las centrales generen para él, antes que para sus propios sistemas. Inversamente, si el valor asignado a  $m_s$  es lo suficientemente bajo, las centrales del sistema  $s$  generarán para los otros sistemas antes que para el propio.

Como esa operación no se dará en la práctica, es necesario introducir una nueva restricción que afectará los valores  $m_s$ .

Para garantizar que ninguna central  $i$ , perteneciente al sistema  $s$ , genera para otro sistema  $r$  antes que para el propio es necesario que:

$$(m_s - c_i) > ((1 - l_{ir})m_r - c_i - b_0 w_{ir}) \quad (1.28)$$

o sea,

$$m_s > (1 - l_{ir})m_r - b_0 - w_{ir} \quad (1.29)$$

Para garantizar que ninguna central  $j$ , perteneciente a un sistema  $t$ , genera para  $s$  antes que para su propio sistema, es necesario que:

$$(m_t - c_j) > (1 - l_{js})m_s - c_j - b_0 - w_{js} \quad (1.30)$$

o sea,

$$m_s < \frac{m_t + b_0 + w_{js}}{1 - l_{js}} \quad (1.31)$$

Estas restricciones traducen el principio de que todo sistema tiene un derecho prioritario para el uso de sus propias centrales y que, para exportar, usará sólo aquella capacidad que le sobre después de satisfacer su propia demanda.

Ambas restricciones quedan satisfechas si el valor asignado al kWh no suministrado es el mismo para todos los sistemas. Sin embargo, el valor de  $m_s$  puede utilizarse para favorecer las transferencias hacia los sistemas que en la operación aislada tienen el costo térmico promedio más elevado. Esto requiere que se eleven los correspondientes valores de  $m_s$  tanto como sea posible sin que se violen las restricciones.

Para ello, se puede comenzar asignando valores iguales a todos los sistemas y proceder en seguida a encontrar un valor lo más alto posible para el sistema con el térmico más caro, luego para el que tiene el siguiente térmico más caro, etc.

De esta manera las centrales generarán para los distintos sistemas en orden decreciente del coeficiente  $((1 - l_{is}) m_s - C_i - b_0 - w_{is})$ . O sea que, en la secuencia de solución, la central  $i$  entrará a generar para satisfacer demanda en el sistema  $s$  tanto más temprano cuanto menores sean las pérdidas, mayor sea el valor de la energía no suministrada en  $s$ , menor sea el costo unitario de producción de la central  $i$ , menor sea la utilidad global requerida para exportador e importador y menor sea el cargo global por peaje.

## 7. Proceso de simulación

El proceso de simulación se realiza seleccionando las parejas planta-demanda en orden decreciente del factor  $((1 - l_{is}) m_s - C_{is})$ , luego para cada hora del período se procede de la siguiente forma:

- a) se calcula la potencia disponible en la central  $i$  como  $PDISP = P_{max_i} - p_i$ , donde  $p_i$  es la potencia ya generada por la central  $i$ , en la hora considerada, para satisfacer demanda en otros sistemas.
- b) Si  $PDISP < D_s$  se hace  $p_{is} = PDISP$  y  $D_s = D_s - PDISP$ ;  
Si  $PDISP > D_s$  se hace  $p_{is} = D_s$  y  $D_s = 0$
- c) Finalmente, se hace  $p_i = p_i + p_{is}$ .

### 7.1 Sistemas hidrotérmicos

La colocación óptima de cada central hidroeléctrica en la curva de demanda, se hace aplicando la misma regla que para el caso de un sistema único. Ello requiere que se defina la curva de carga que se utilizará en esa operación.

Con base en el principio de que cada sistema tiene un derecho prioritario para el uso de sus propias centrales, cada central hidro se trata de ubicar en forma óptima utilizando en primer término la curva de carga del sistema al cual pertenece. En caso de que no sea posible encontrar una posición para la cual la energía generada sea igual a la generable, es decir, cuando la central tiene excedentes, se utilizará la curva de carga regional, obtenida sumando los valores de demanda horaria aún por satisfacer de todos los sistemas.

En tal caso, la regla de colocación óptima puede entrar en conflicto con el principio de que todo sistema tiene el derecho prioritario para el uso de sus centrales. En efecto, en el momento en que se encuentra que una central hidro tiene un valor de energía generable que excede la demanda aún por satisfacer en su propio sistema, es probable que la curva de carga de éste sea ya completamente plana.

Adicionalmente, puede presentarse el caso que la central hidro se ubique en el pico de la curva de carga regional, lo cual significa que su producción no puede destinarse a satisfacer la demanda, puramente base, del sistema al cual pertenece.

Para resolver el conflicto se ha decidido subordinar en tales casos la prioridad para el uso de las propias centrales a la regla de colocación óptima del hidro.

En la simulación se procede entonces como sigue:

- a) Se toman las centrales en orden creciente de su factor de planta;
- b) Se busca la ubicación óptima de la central en la curva de demanda del sistema  $s$  al cual pertenece.
- c) Si se encuentra una posición de la banda representativa de la central para la cual la energía generada es igual a la energía generable, se calculan los valores  $p_{is} = p_i$ , y se modifican las demandas del sistema  $s$  para cada hora del período en la misma forma que se indicó para el sistema aislado.

En este caso, todos los valores  $p_{ir}$ , con  $r=s$ , son cero para todas las horas del período;

- d) Si la central tiene excedentes, es decir, si en la búsqueda de la posición óptima se llega a la posición más baja posible y la energía generada es todavía menor que la generable, entonces se debe buscar la ubicación óptima de esa central en una curva de carga regional. Sin embargo, se ha decidido establecer el principio de que el uso por cualquier sistema de potencia hidro importada se hará sólo después de utilizadas las disponibilidades hidro propias. Por tal razón, cuando se encuentra una

central con excedentes se la deja pendiente para colocación posterior, y se procede a tomar la siguiente central para tratar de colocarla en la curva de carga del sistema al cual pertenece.

- e) Cuando se ha concluido la colocación de todas las centrales cuya energía generable se puede aprovechar completamente en sus propios sistemas, se verifica si quedaron pendientes de colocar centrales con excedentes. En caso afirmativo, se procede a:
- sumar las demandas horarias aun por satisfacer de todos los sistemas para tener la curva de carga regional (la región se identifica con el índice cero);
  - tomar las centrales con excedentes en orden creciente de su factor de planta;
  - buscar para cada central su ubicación óptima en la curva de demanda regional;
  - calcular los valores  $p_{i0} = p_i$ , y modificar las demandas horarias de la región, para cada hora del período, en la misma forma que para un sistema aislado;
- f) Una vez concluida la operación anterior, se tienen los valores  $p_i$  de potencia total generada por la central en cada hora. La siguiente operación consiste en determinar para cada hora del período los valores  $p_{is}$  tales que:

$$\sum_{s=1}^{NS} P_{is} = P_i \quad (1.32)$$

La posición óptima de una central hidro en la curva de carga determina para cada hora la potencia generada, y la porción de esa potencia destinada a satisfacer demanda base y la porción destinada a satisfacer demanda pico (véase el gráfico 1.7).

Ello conduce a repartir separadamente ambos tipos de potencia generada, y por lo tanto, a considerar también por separado las demandas base y pico de los sistemas.

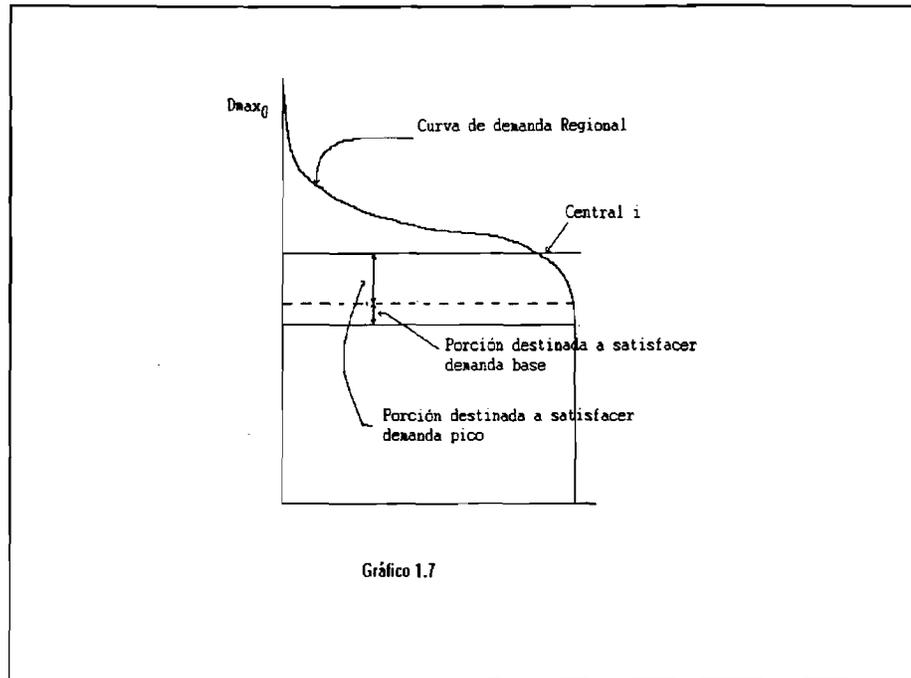


Gráfico 1.7

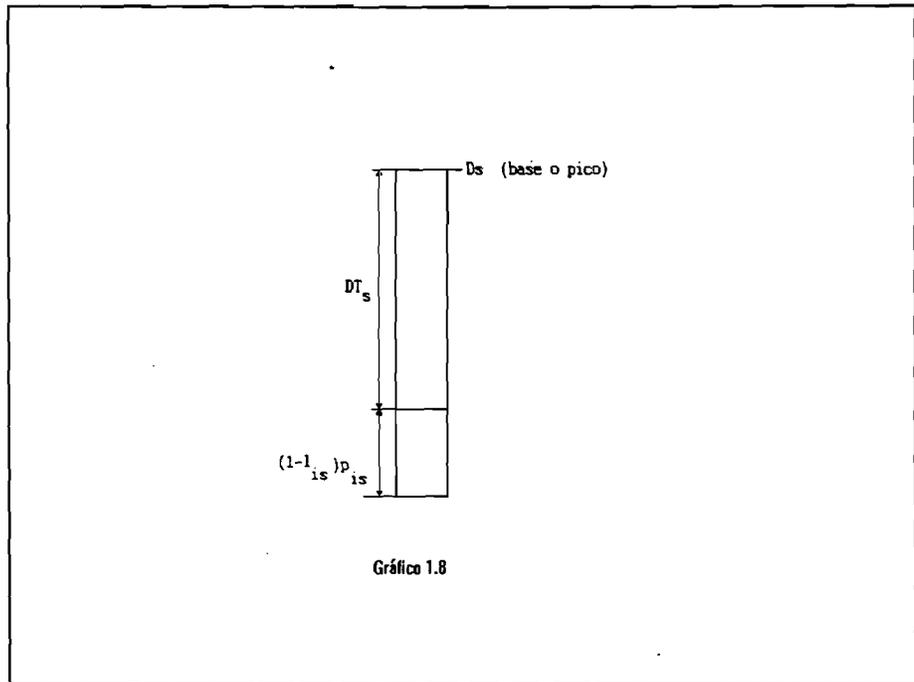
Si se destina la potencia de excedentes hidro a satisfacer la demanda de cualquiera de esos tipos del sistema  $s$ , en una hora dada (véase el gráfico 1.8), la potencia hidro  $(1 - l_{is}) p_{is}$ , reduce el valor de la demanda  $DT_s$  a ser satisfecha con térmico y da lugar a un ahorro:

$$\Delta C_s = (1 - l_{is}) p_{is} CT_s \quad (1.33)$$

donde  $CT_s$  es el costo unitario de la energía térmica desplazada.

En vista de que no se puede conocer de antemano el valor de  $CT_s$ , se ha decidido adoptar un valor aproximado, igual al costo promedio del térmico usado en el sistema  $s$  para satisfacer el tipo de demanda de que se trate (base o pico).

Considerando todo lo anterior, y la preferencia que tiene el sistema al cual pertenece la central para el uso de su potencia, la repartición del valor  $p_i$  en la porción de  $p_i$  que genera en base --GBASE-- y la que genera en pico --GENPIC--, se hace de la siguiente forma:



- Se asigna a cada sistema tanta potencia generada base como su demanda le permita absorber, tomando primero, el sistema que es dueño de la central, y a continuación otros, en orden decreciente del ahorro por desplazamiento de generación térmica de base.
  - En seguida, se asigna a cada sistema tanta potencia pico como su demanda le permita absorber, tomando los sistemas comenzando con el que es dueño de la central y siguiendo con los otros en orden decreciente del ahorro por desplazamiento de generación térmica pico. Esta operación concluye restando de cada demanda horaria la potencia total asignada, tanto base como pico.
- g) Una vez concluida la colocación de las centrales hidroeléctricas, se procede a la colocación de las centrales térmicas, como ya se indicó.

## 7.2 Sistemas reales

En los sistemas reales, que incluyen centrales geotérmicas y centrales térmicas de base que deben mantenerse generando para soportar el sistema de transmisión, se descuenta de la demanda horaria de cada

sistema el valor  $P_{max_i}$  de cada una de sus centrales, para dejar finalmente la demanda a ser satisfecha con generación hidroeléctrica y térmica.

En los raros casos en que hay excedentes geotérmico, e incluso térmico base obligatorio (por ejemplo en horas de muy baja demanda), se distribuyen esos excedentes exactamente en la misma forma que se describió para los hidro.

Una central geotérmica o térmica de base obligatoria, tiene excedentes cuando su potencia disponible  $P_{max_i}$  excede la demanda del sistema propio en por lo menos una hora, es decir, cuando  $P_{max_i} > D_{MIN_s}$ .

Para el despacho de las centrales de vapor se aplica el mismo procedimiento descrito para el sistema único:

- cuando se sabe de antemano qué centrales de vapor generarán en el período de estudio, se coloca desde el inicio del despacho su potencia mínima en la base de la curva de demanda del sistema propio (esto es aplicable sólo para el programa de simulación semanal).
- no se permite que las centrales de vapor satisfagan demanda arriba de una potencia techo prefijada, es decir, no se pueden utilizar para satisfacer demanda pico.

### 7.3 Operaciones principales

Existen en los diferentes programas de simulación, un conjunto de subrutinas que realizan lo que se puede considerar, como las operaciones básicas del modelo.

Tales operaciones básicas son:

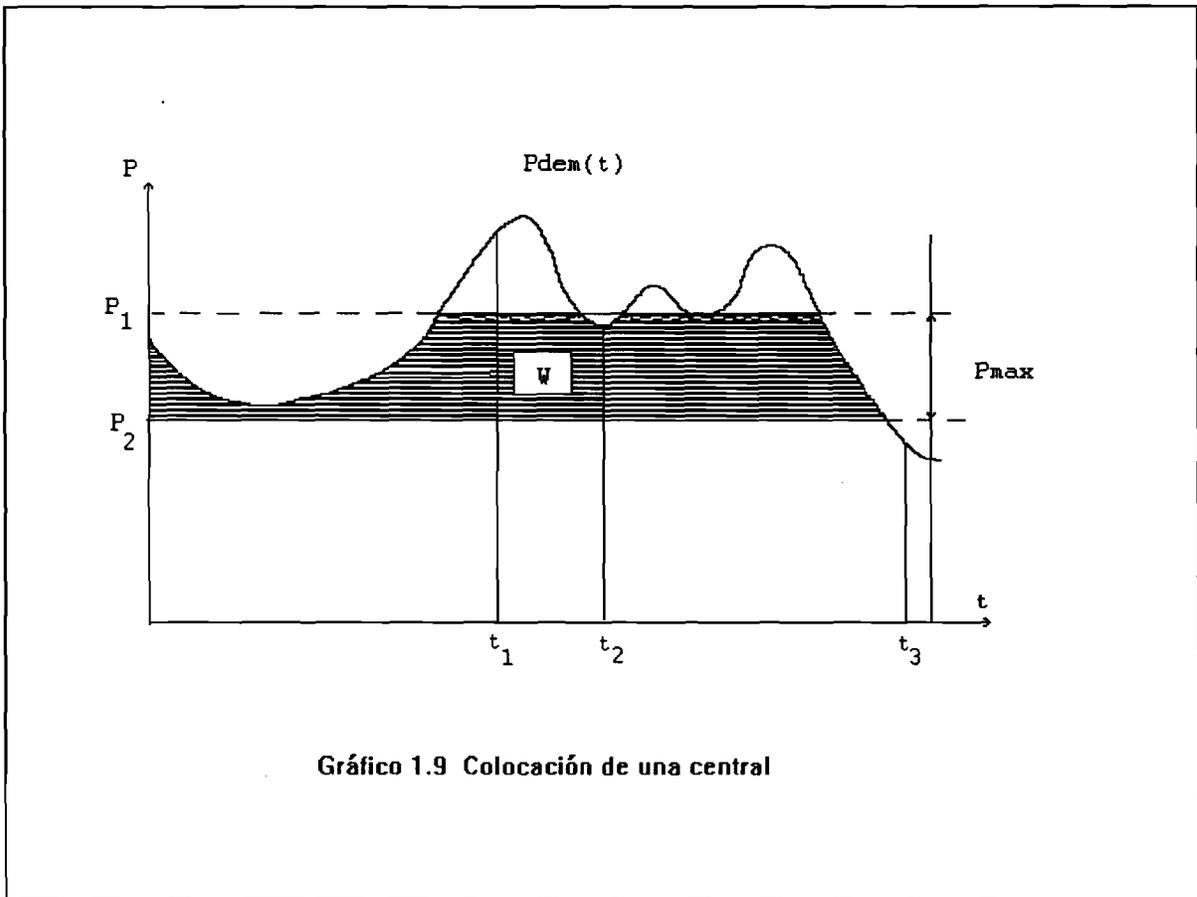
- Ubicación de una central en la curva de carga
- Ubicación óptima de una central hidro en una curva de demanda
- Distribución de los excedentes de potencia hidro hora a hora entre distintos sistemas
- Colocación secuencial de centrales térmicas para satisfacer demanda en un sistema específico.

Con el objeto de ilustrar a los usuarios del SOSEICA, a continuación se describe la manera cómo se realizan las más importantes de esas operaciones.

#### 7.4 Ubicación de una central en la curva de carga

La descripción del proceso de colocación de una central bajo la curva de carga se hará con referencia a el gráfico 1.9. En ella  $P_{dem}(t)$  representa la demanda de potencia. La banda horizontal definida por las líneas punteadas representa la central a colocar, con potencia efectiva  $P_{max}$ . La posición en el sentido vertical de esa central en el gráfico está definida por el valor de potencia  $P_2$ , correspondiente al límite inferior de la banda. El área hachurada representa la energía  $W$  generada por la central.

La operación de "colocación" o "despacho" de la central consiste en:



- a) la determinación de la potencia  $P_2$  que define la posición vertical de la banda representativa de la central a colocar. Este valor es siempre igual a cero para las centrales geotérmicas y térmicas. Para las hidroeléctricas debe calcularse por medio de la subrutina AJUSTEN;

- b) el cálculo, para todas las barras horarias del período (para todos los valores discretos de  $t$ ) de la potencia generada  $P_{gen}(t)$ :

Si  $P_{dem}(t) \geq P_1$ ,  $P_{gen}(t) = P_{max}$  (caso para  $t = t_1$ )

Si  $P_2 \leq P_{dem}(t) < P_1$ ,  $P_{gen}(t) = P_{dem} - P_2$  (caso para  $t = t_2$ )

Si  $P_{dem}(t) \leq P_2$ ,  $P_{gen}(t) = 0$  (caso para  $t = t_3$ )

- c) la acumulación de los valores de  $P_{gen}$  para tener el valor  $W$  de la energía generada en el período;
- d) la modificación de la curva de demanda, consistente en restar de cada valor de demanda horaria el correspondiente valor de  $P_{gen}$ . La curva modificada, que se muestra en el gráfico 1.10, es la curva de demanda donde se colocará la siguiente central.

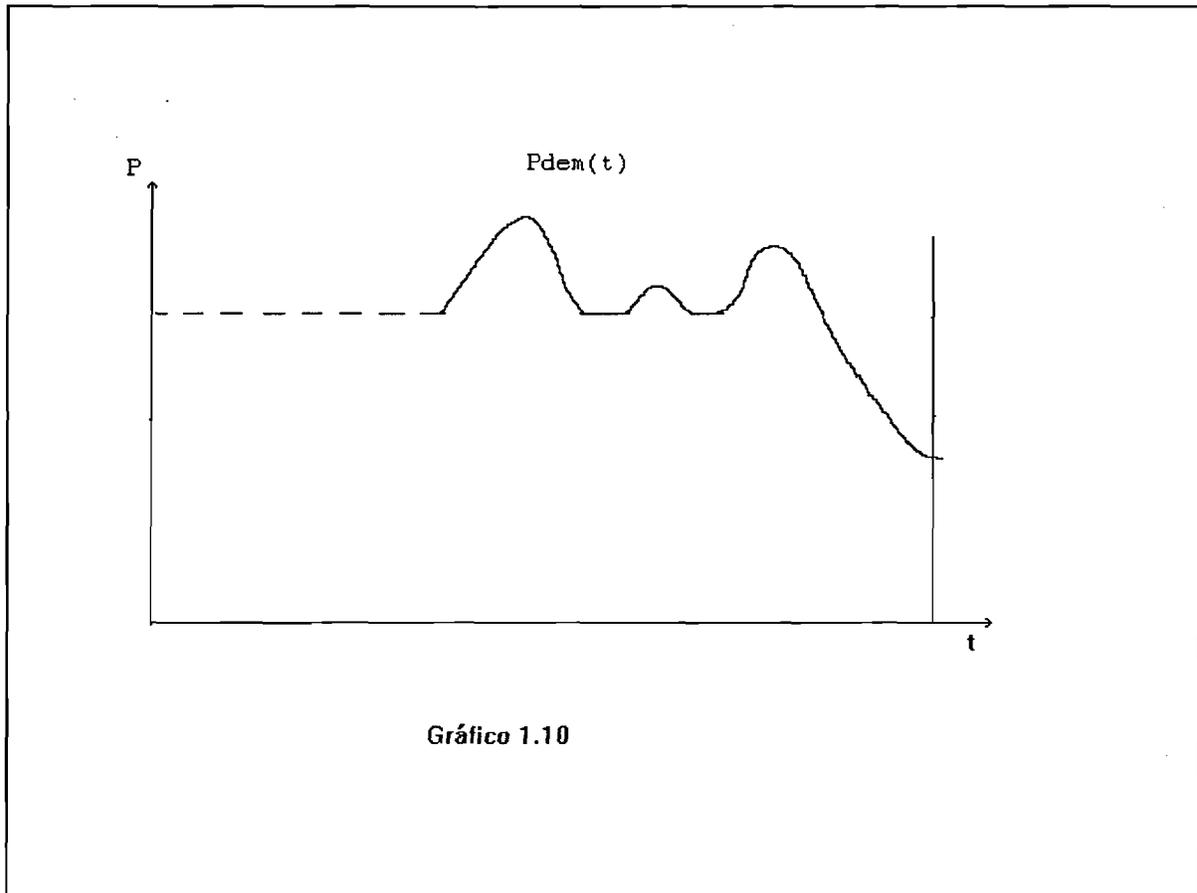


Gráfico 1.10

Con referencia al gráfico 1.11 se pueden distinguir en la generación de la central dos clases de energía: aquella destinada a satisfacer demanda base y aquella que satisface demanda de pico.

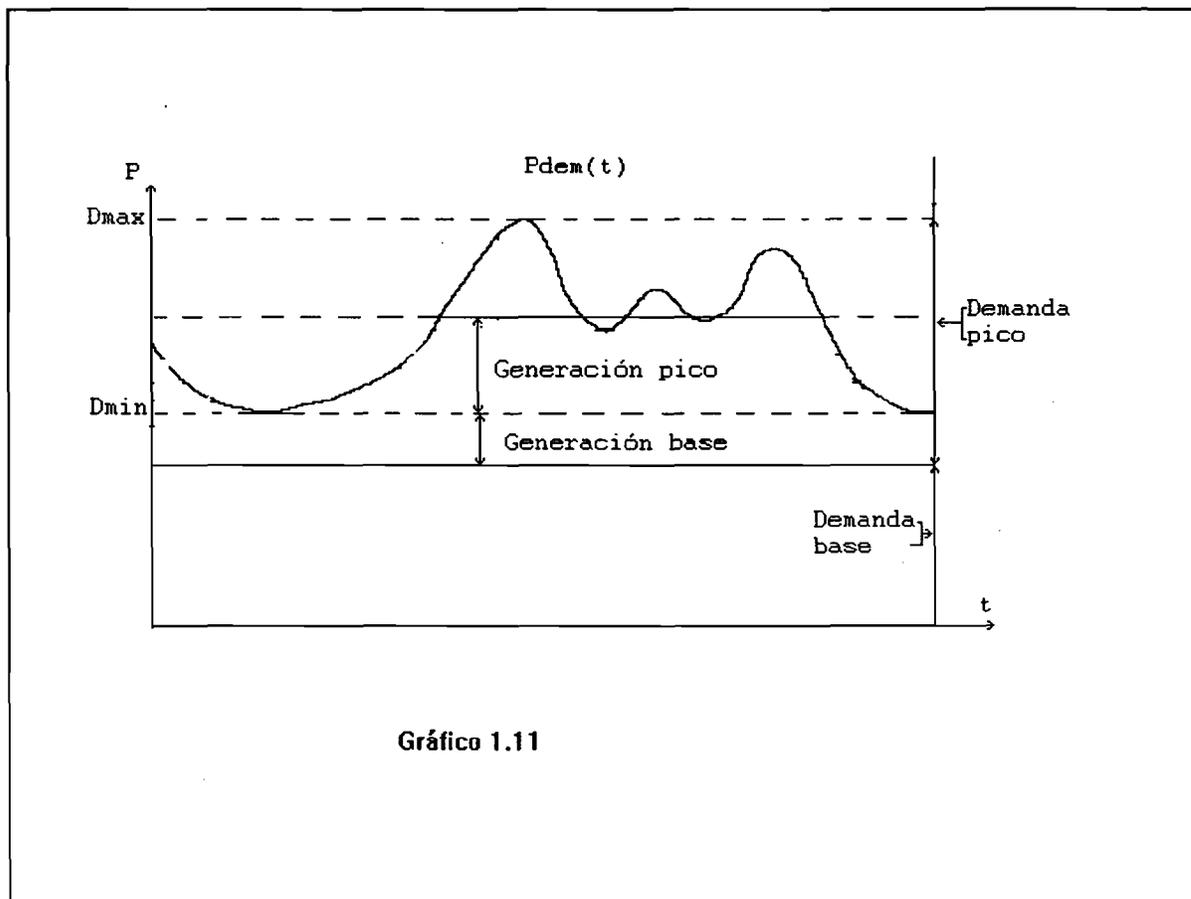


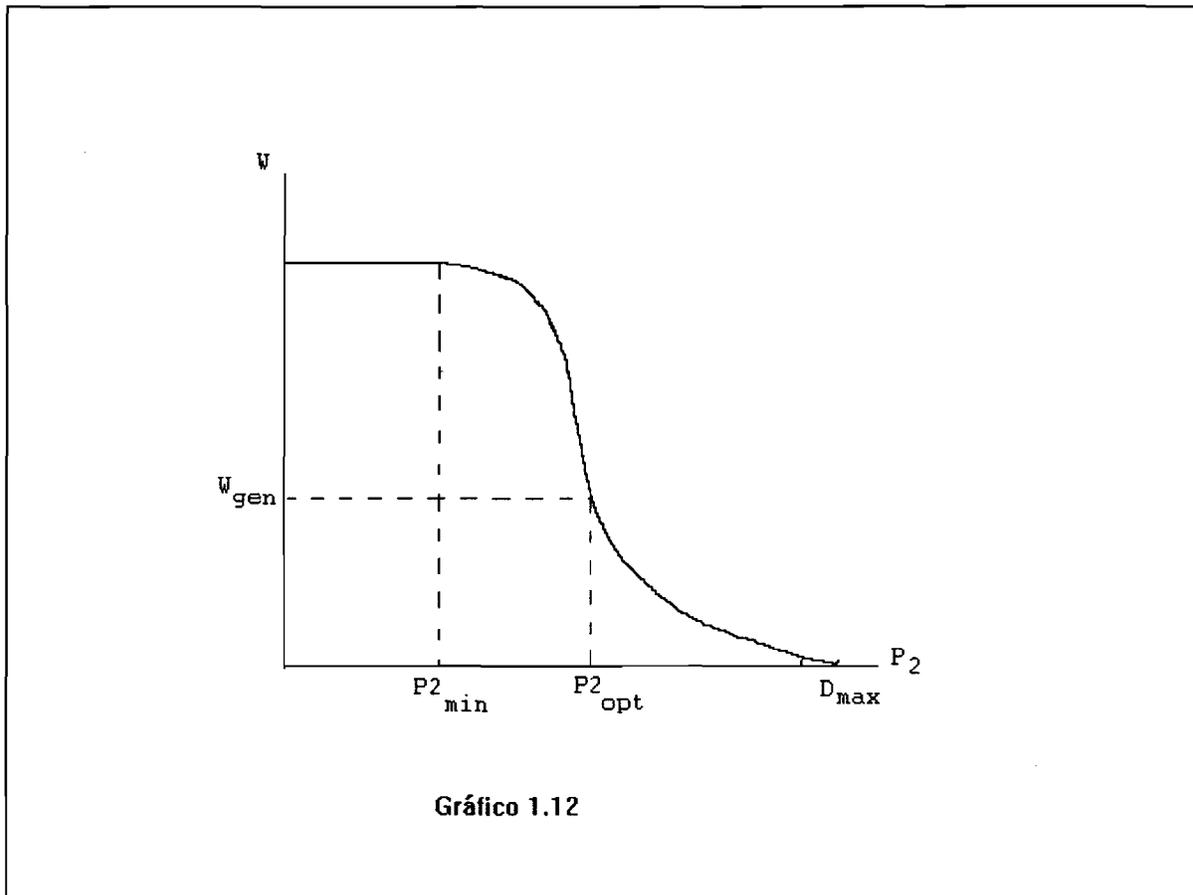
Gráfico 1.11

Esta distinción es importante cuando se despachan centrales con excedentes en el período como se explicó antes.

### 7.5 Ubicación óptima de una central hidro en la curva de carga

En páginas anteriores se justificó la regla aplicada para encontrar la colocación óptima de las centrales hidro en la curva de carga: buscar la posición vertical de la banda de ancho  $P_{max}$  para la cual el área encerrada, que representa la energía generada, sea igual a la energía generable especificada para el período.

Si se grafica el valor de la energía generada en función de la posición de la banda representativa de la central, posición que es medida por la variable  $P_2$ , se obtiene una función decreciente (véase el gráfico 1.12).



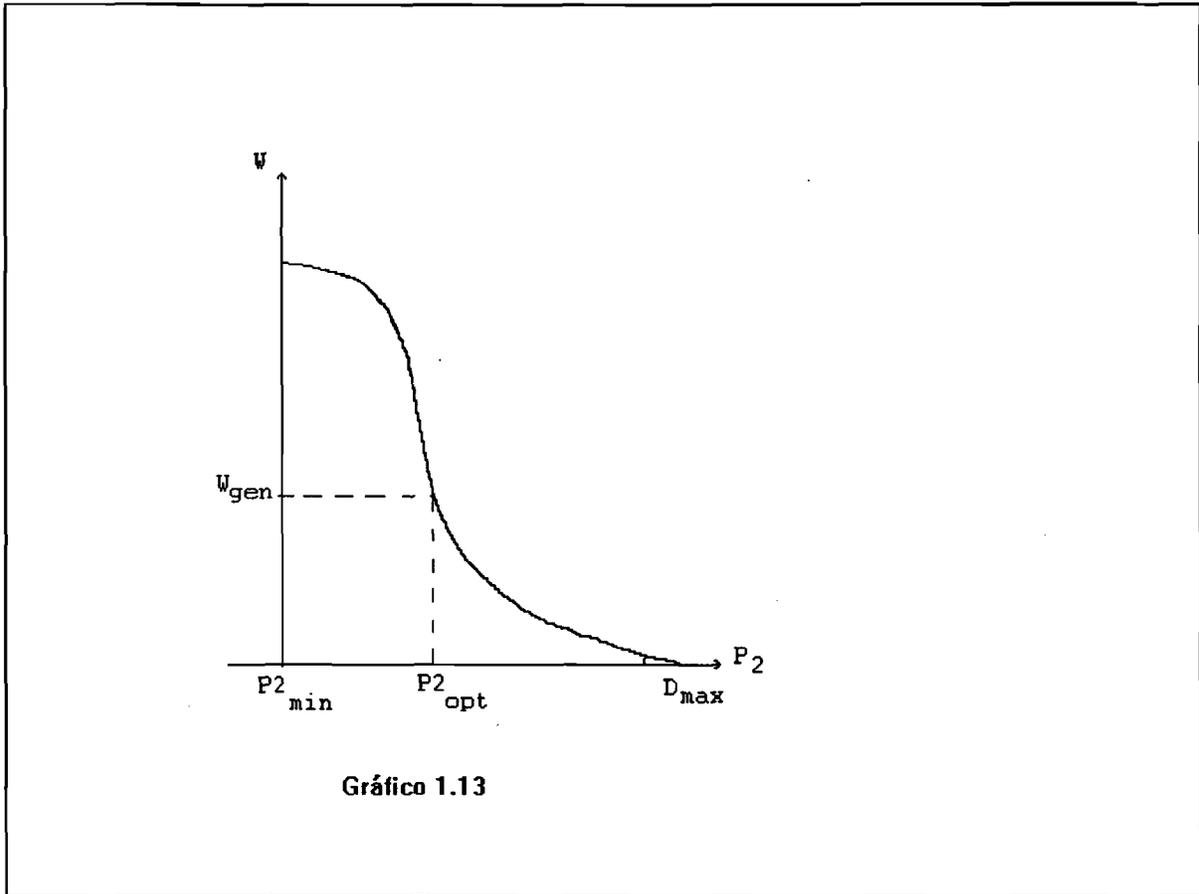
Si se consideran sólo las posiciones a partir de  $P_2$  min se obtiene la curva mostrada en el gráfico 1.13.

El problema consiste en encontrar  $P_{2opt}$ , dado  $W_{generable}$  sin contar con una expresión analítica de  $W_{gen}$ .

Este problema se resuelve aplicando el método de Newton-Raphson, para colocar la totalidad de energía hidráulica en la curva de duración de carga donde el valor  $dw/dP_2$  de la derivada se aproxima por la ecuación (1.34).

$$\frac{\Delta W}{\Delta P_2} = \frac{W_{anterior} - W_{actual}}{P_{2anterior} - P_{2actual}} \quad (1.34)$$

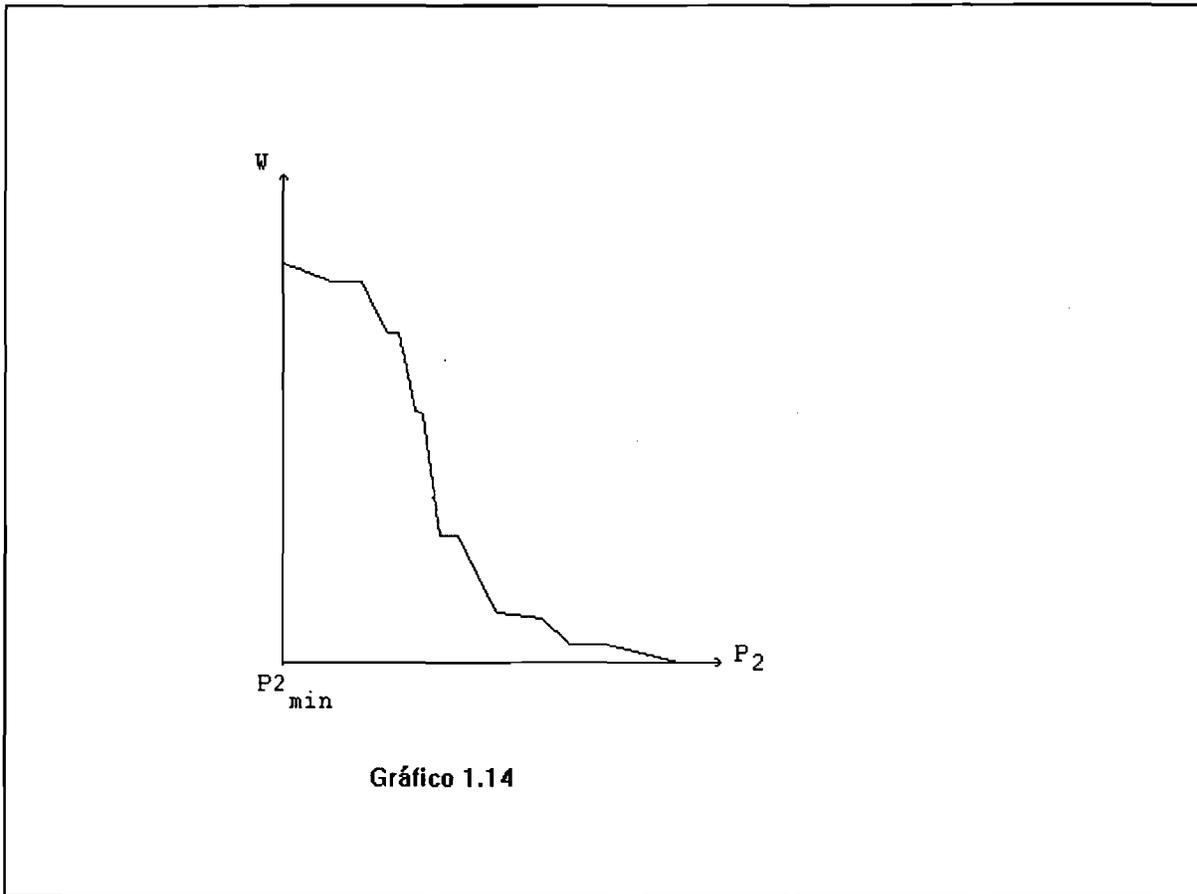
Después de la primera iteración --cuando se va a calcular por primera vez un siguiente valor de  $P_2$  a ensayar-- se usan las coordenadas del punto  $(D_{max}, 0)$  como valores de  $P_{2anterior}$  y  $W_{anterior}$ .



Sin embargo, este método falla en el caso general porque la curva  $W(P_2)$  para la representación de la demanda que aquí se utiliza está compuesta por segmentos rectilíneos y presenta a menudo tramos horizontales (véase el gráfico 1.14).

Cuando dos puntos sucesivos caen en uno de ellos, la derivada vale cero y, como su valor aparece en el denominador, da lugar a una división por cero. Por esa razón se ha combinado el método de Newton-Raphson con el algoritmo conocido como de "búsqueda binaria" (binary search), en el cual se reduce en cada paso a la mitad la zona donde debe buscarse la solución.

El proceso requiere entonces que, previamente al cálculo de la derivada, se verifique si  $W_{\text{anterior}} = W_{\text{actual}}$ . Cuando se presenta esa condición, el siguiente valor de  $P_2$  a ensayar se calcula de acuerdo con el algoritmo de búsqueda binaria, como el valor medio de la zona donde debe concentrarse la búsqueda. En todos los pasos, cualquiera que sea el método para calcular el siguiente valor de  $P_2$ , se corren los límites de la zona de búsqueda de acuerdo con el algoritmo de búsqueda binaria.



Para cada valor sucesivo de  $P_2$  a ensayar es necesario calcular la energía como la suma de las potencias correspondientes a todas las barras de la curva de demanda con el algoritmo descrito en la sección anterior.

El cálculo termina cuando la energía  $W$  así calculada y el valor dado de energía generable no difieren en más del valor especificado de tolerancia, o bien, en el caso de excedente hidro, cuando el último valor ensayado de  $P_2$  es cero y  $W < W$  generable.

#### 7.6 Método de las tangentes (Newton-Raphson)

Dado el valor de energía generable,  $W_{gen}$ , se debe determinar el correspondiente valor de  $P$ , es decir,  $P_{opt}$ . Si se contara con la expresión analítica  $f(P)$  de la curva, el problema consistiría en hallar la raíz de la ecuación:

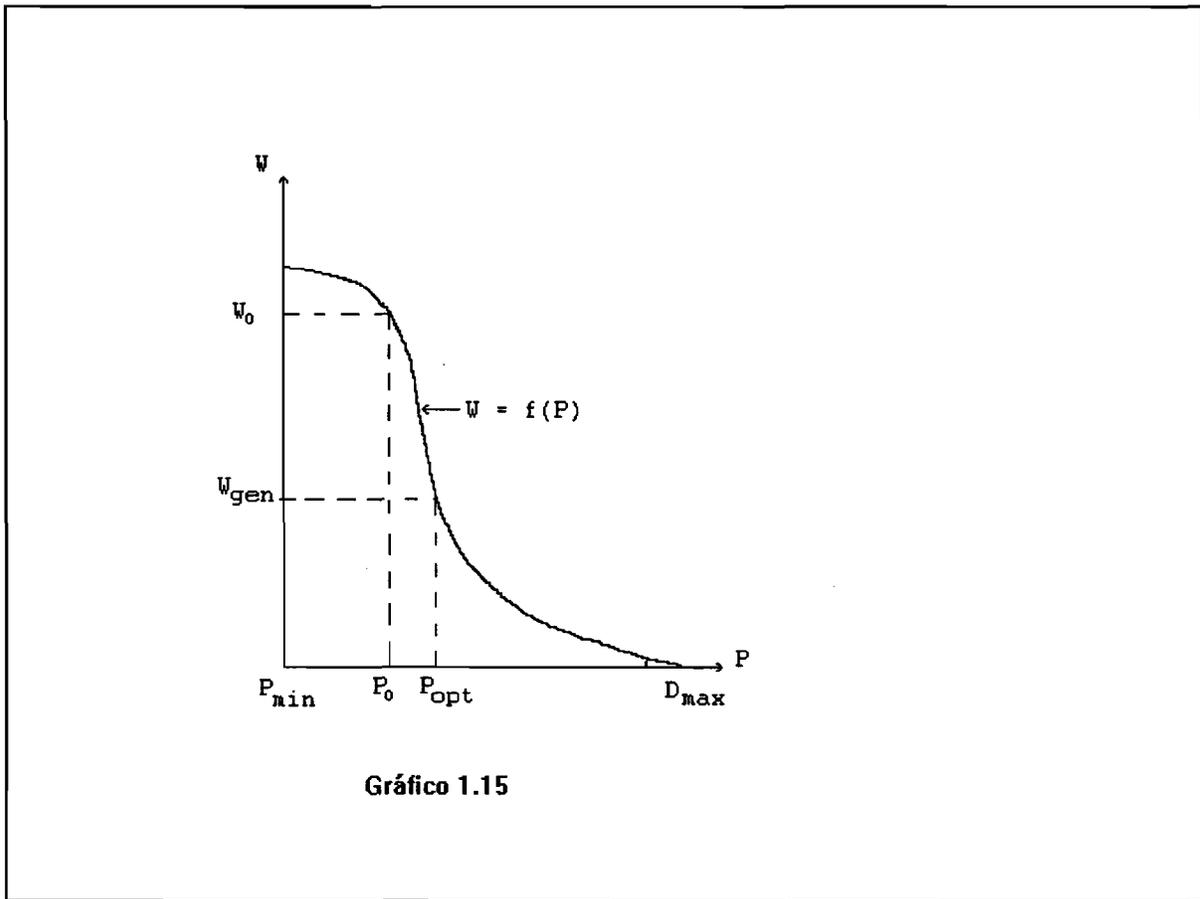


Gráfico 1.15

$$F(P) = W_{gen} - f(p) = 0 \quad (1.35)$$

Esa solución se puede hallar por aproximaciones sucesivas aplicando el método de las tangentes de Newton-Raphson. Hay que desarrollar  $F(P)$  en serie de Taylor hasta el término lineal en  $P$ :

$$F(P) = F(P_0) + f'(P_0) (P - p_0) = 0 \quad (1.36)$$

donde  $P_0$  es un valor inicial adecuadamente escogido,

$$F(P) = W_{gen} - f(P_0) - f'(P_0) (P - P_0) = 0 \quad (1.37)$$

Entonces

$$(P - P_0) = \frac{1}{f'(P_0)} (W_{gen} - W_0) \quad (1.38)$$

donde  $W_0 = f(P_0)$

$$(P - P_0) = -\frac{1}{f'(P_0)} (W_0 - W_{gen}) \quad (1.39)$$

La derivada  $f'(P_0)$  se aproxima como

$$f'(P_0) = \frac{W_0 - W_{ant}}{P_0 - P_{ant}} \quad (1.40)$$

donde  $W_{ant}$  y  $P_{ant}$  son los valores correspondientes al ensayo anterior al último.

Resulta entonces que

$$P - P_0 = \frac{P_{ant} - P_0}{W_0 - W_{ant}} (W_0 - W_{gen}) \quad (1.41)$$

y el nuevo valor a ensayar es

$$P = P_0 + \frac{P_{ant} - P_0}{W_0 - W_{ant}} (W_0 - W_{gen}) \quad (1.42)$$

o, en términos de la notación del programa,

$$P_2 = P_0 + \Delta P \quad (1.43)$$

$$\text{con } \Delta P = \frac{P_{ant} - P_0}{W_0 - W_{ant}} EXCESW$$

Evidentemente no se puede aplicar el método si para dos puntos sucesivos se obtiene el mismo valor de  $W$ , ya que entonces habría una división por cero. Por eso es necesario proveer un escape cuando se presenta esa situación, lo que se logra recurriendo al algoritmo de búsqueda binaria.

**CAPITULO II****MANUAL DEL USUARIO****1. Requerimientos básicos**

Los requerimientos básicos de Hardware y Software para el buen funcionamiento de SOSEICA son los siguientes:

**- HARDWARE**

- o PC XT, AT o mayor compatible 100% con IBM.
- o 640 KB en RAM.
- o Disco duro con 6 MB de espacio libre.
- o 1 Drive de 5 1/4 de 360 KB.
- o Monitor de color con tarjeta CGA, EGA, VGA.

**- SOFTWARE**

- o Sistema operativo MS-DOS 3.3 o mayor.
- o Compilador turbo C++.
- o Sistema SOSEICA Versión 1.0.

**2. Proceso de instalación**

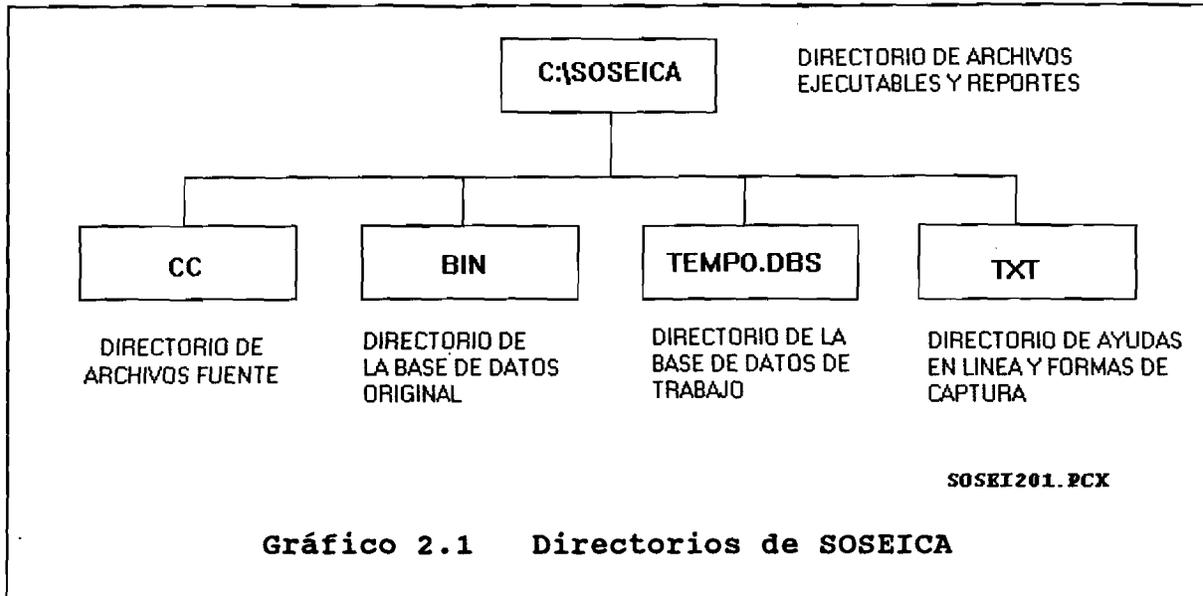
El sistema **SOSEICA** se distribuye en discos de 5.25 pulgadas doble lado, doble densidad formateados para 360 kb; para su instalación coloque el disco "INSTALACION" en cualquiera de los Drivers para discos flexibles (A, B) y ejecute el programa INSTALL con la ruta adecuada, es decir, si el disco "INSTALACION" se colocó en el Driver A:, la ruta completa será **A:\INSTALL**, el cual automáticamente genera el ambiente operativo necesario para el buen funcionamiento de **SOSEICA**.

**3. Estructura de directorios**

Una vez hecha la instalación, deben quedar en el disco duro el directorio principal **SOSEICA** dependiente de la raíz (**C:\**) y una estructura de cuatro subdirectorios dependientes de **SOSEICA**, que se denominan: **TXT**, **CC**, **TEMPO.DBS** y **BIN** como se indica en el gráfico 2.1.

En el subdirectorio **TXT** se encuentran todos los archivos en formato ASCII que definen las formas y ayudas en línea. Los archivos con extensión **.SCR**, contienen las definiciones de las formas de captura, y los archivos con extensión **.HLP** contienen las ayudas en línea.

El subdirectorio **BIN** contiene los archivos básicos de costos, demandas, catálogo de centrales, factores, países y energías hidráulicas los cuales permanecen intactos para cuando se requiera hacer estudios de sensibilidad poder transferirlos a distintas bases de datos.



Los nombres de estos archivos son: COSTOS0x.BIN, DEMOx.BIN, CATPLA0x.BIN, FACTOR0x.BIN, PAIS.BIN Y DATHID0x.BIN respectivamente, donde **x** representa la clave del país o sistema.

El subdirectorio CC contiene todos los archivos fuente de los módulos que integran el sistema **SOSEICA** los cuales tienen extensión .C y .h.

El subdirectorio TEMPO.DBS contiene una copia de los archivos básicos del subdirectorio BIN con el objeto de hacer todas las pruebas necesarias en este subdirectorio y tener siempre la base de datos original intacta en el subdirectorio BIN. El usuario puede crear tantas bases de datos como el sistema operativo se lo permita, la única restricción al respecto es que dichas bases de datos tengan la extensión ".DBS" para así poder identificarlas y elegir de entre todas la que más se adecue a nuestras necesidades.

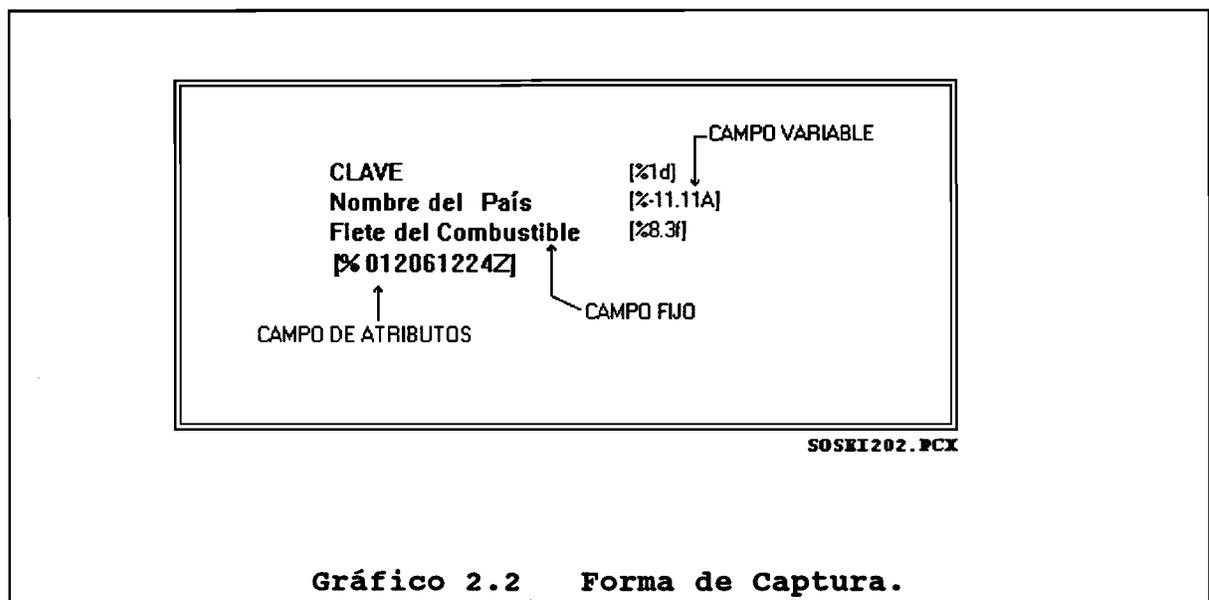
El directorio C:\SOSEICA contiene los archivos ejecutables y archivos de comandos (BATCH) así como los archivos de reportes -- generalmente temporales-- estos últimos son reemplazados cada vez que se realiza un nuevo estudio, o bien se deja la alternativa para que el usuario decida si estos archivos se reemplazan o se generan otros nuevos, siendo responsabilidad del usuario el mantenimiento de los mismos.

## 4. Formas de captura

### 4.1 Diseño de formas de captura

El usuario puede diseñar, crear y modificar las formas para la captura de información, utilizando para ello cualquier editor de texto disponible para código ASCII (sin caracteres de control).

La forma de captura se compone de dos tipos de campos: campos fijos y campos variables (ver gráfico 2.2). Un campo fijo es el que describe lo que se desea capturar y generalmente es una línea de texto completa, un campo variable es el espacio físico de la forma donde se colocará la información a capturar o ingresar, este último está delimitado por los corchetes "[ ]", dentro de los cuales se especifica el formato del campo siguiendo los estándares del lenguaje de programación C++.



A continuación se muestran algunos ejemplos de formatos en lenguaje C++:

- %8d** formatea un valor entero con una longitud de 8 caracteres.
- %8.3f** formatea un valor real en un campo de 8 caracteres y con precisión de 3 decimales.
- %.20s** Formatea una cadena de 20 caracteres.

En forma más general, para el diseño de las formas de captura para el sistema **SOSEICA** se han implementado los siguientes formatos:

%nd	para números enteros.
%n.mf	para números reales o de punto flotante.
%n.ms	para cadenas.
%nA	para cadenas únicamente con mayúsculas.
%na	para cadenas únicamente con minúsculas.

donde n indica el número máximo de caracteres a capturar, d, f, s, A y a, indican el tipo de dato a capturar (entero, flotante, cadena, mayúsculas, minúsculas respectivamente), m indica la precisión.

En todas las formas, el último campo variable está reservado para los atributos de la forma de captura y campos de la misma por lo que en este campo debe especificarse la siguiente información:

[%abbcddeffZ]

donde:

%	indicador de inicio de atributos.
a	color del fondo de la forma de captura.
bb	color del frente de la forma de captura.
c	color del fondo de los campos variables.
dd	color del frente de los campos variables.
e	color del fondo del campo variable donde se encuentra colocado el cursor.
ff	color del frente del campo variable donde se encuentra colocado el cursor.
Z	Campo variable para atributos.

los valores que pueden tomar las variables a, c y e son:

0	negro
1	azul
2	verde
3	cyan
4	rojo
5	magenta
6	café
7	gris claro

los valores que puede tomar las variables bb, dd y ff son:

del 0 al 7 igual que las variables a, c, e, y además

8	gris oscuro
9	azul claro
10	verde claro
11	cyan claro
12	rojo claro
13	magenta claro

14 amarillo  
 15 blanco  
 128 intermitente

#### 4.2 Restricciones en las formas de captura

- No se deben usar los caracteres "[ ]" fuera de los campos variables.
- La longitud de los campos fijos no debe ser mayor de 60 caracteres.
- El número de campos fijos no debe ser mayor de 23.
- El último campo variable esta reservado para los atributos de la forma.
- El número máximo de campos variables no debe ser mayor de 64 incluyendo el campo de atributos.

#### 4.3 Segunda parte de las formas de captura

La segunda parte del diseño de la formas de captura es opcional y se refiere a la validación de la información, la omisión de ésta, asume que ningún campo se valida, en caso de especificar esta segunda parte es necesario cumplir con las siguientes reglas:

- El campo debe separarse con una coma (,) del resto de la información.
- El comando debe separarse con dos puntos (:)
- El valor máximo y mínimo deben separarse con la sílaba "TO"
- Cada campo sólo permite un tipo de validación.
- Los valores del comando LISTA se separan con espacio.
- Los campos deben tener el formato:

campo,comando:argumentos

donde **campo** es el valor numérico que le corresponde en la forma de captura **comando** es el tipo de validación a realizar (RANGO, LISTA, DATE, CALC, SKIP, MENU), **argumentos** son los posibles valores que deben proporcionarse.

- Todos los comandos tienen cinco letras significativas, cuando tiene menos de cinco letras se completa con espacios.
- No hay espacio entre el separador de comando y el separador de campo, sólo cuando el comando tiene menos de cinco letras.

Ejemplos:

8,RANGO:1000 TO 6800.

El campo 8 sólo permite valores entre 1000 y 6800.

3,LISTA:100 -10 800 300 5 4 6000

El campo 3 permite cualquiera de los valores enumerados.

5,DATE:870101 to 871231

El campo 5 acepta fechas desde el 1 de enero de 1987 hasta el 31 de diciembre de 1987.

1,SKIP:

Brinca el campo 1, no pide información.

2,MENU:c:\soseica\txt\países.meu

El contenido del campo 2 se selecciona de la lista del archivo países.meu

#### 4.4 Validación de información

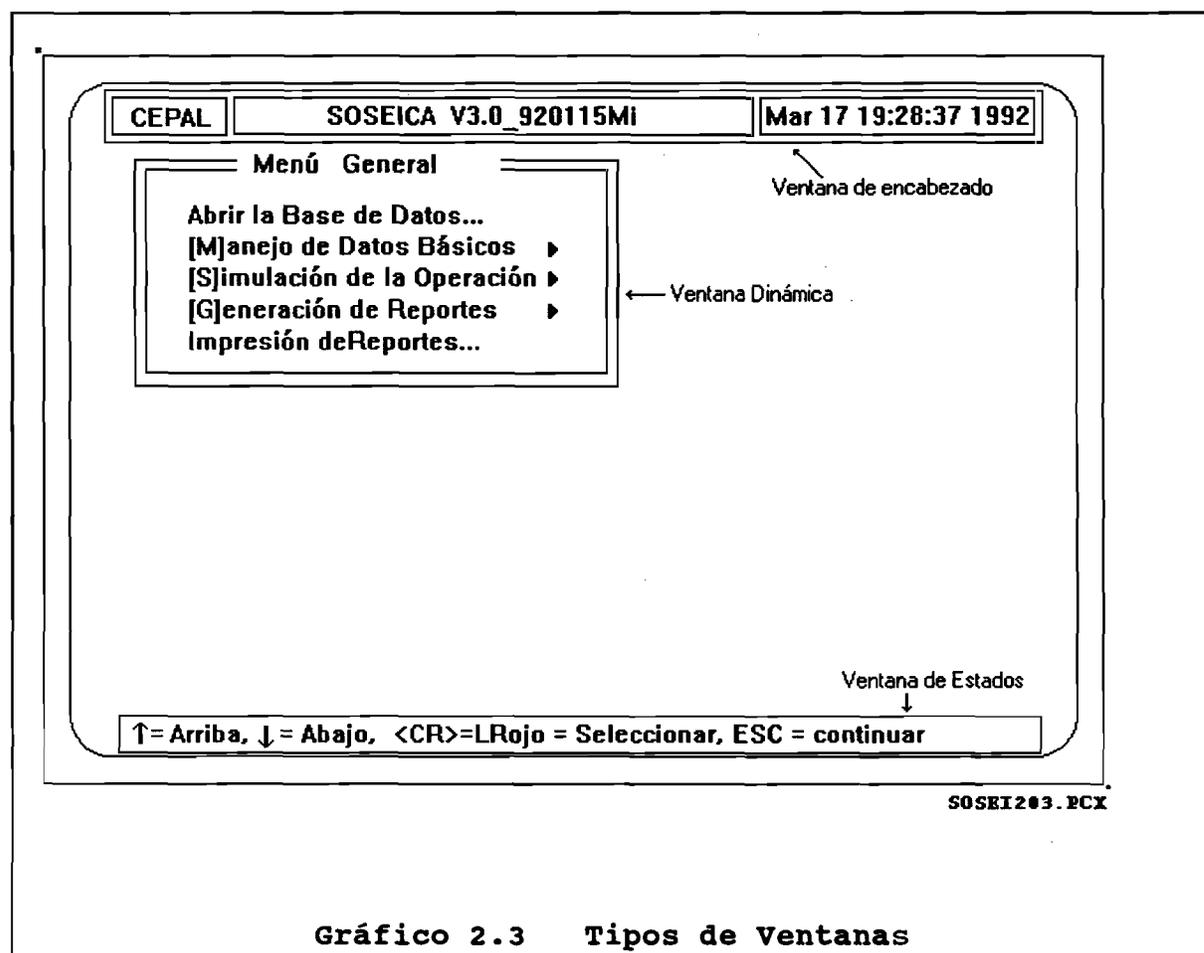
En todas las formas de captura se ha incluido la opción de validar la información contenida en cada campo, disminuyendo con esto, los posibles errores que el usuario pudiera generar. Esta validación de información se ha incluido debido a una serie de experiencias que se han tenido con los usuarios de SOSEICA y al propio enriquecimiento y maduración del mismo. Es pues de gran importancia que el propio usuario conozca la forma en que puede agregar o quitar alguna restricción en la validación de los campos en la forma de captura. Todos los campos están validados en cuanto al tipo de dato que se esta pidiendo más no en el contenido del mismo, es decir, no se acepta un caracter alfabético en un campo definido para enteros y viceversa; por esta razón se han incluido los siguientes tipos de validación:

<u>RANGO</u>	Verifica que el valor del campo este dentro de los límites especificados.
<u>LISTA</u>	Verifica que el valor del campo sea cualquiera de los especificados en la lista.
<u>DATE</u>	Verifica que el valor esté dentro de los límites especificados para fechas y que corresponda a un año, mes y día válidos.
<u>CALC</u>	Campo calculado, no se pide información.
<u>SKIP</u>	Saltar el campo actual, no solicita información.
<u>MENU</u>	El usuario puede escoger un valor de los presentados en el menú.

Se hace la observación que los comandos que se encuentran subrayados quedan pendientes para desarrollos futuros, es decir, no están implementados actualmente.

## 5. Ventanas

Al ejecutar el programa **SOSEICA**, la pantalla se divide en tres ventanas: Ventana de encabezado, Ventana de estado y Ventana dinámica. La ventana de encabezados se localiza en la línea 1 a 3, la ventana de estados se localiza en la línea 25 y la ventana dinámica dependiendo de la aplicación puede localizarse en las líneas de la 4 a la 22 y de las columnas 1 a 80. (ver gráfico 2.3).



## 6. Ayudas en

Por cada forma de captura de datos de archivo de ayuda en línea, el cual ofrece una descripción muy breve sobre la información que debe ingresar en el campo variable que en que esta colocado el cursor, esta ayuda se identifica en el archivo de la siguiente manera:

```
i{
    Descripción 1
    Descripción 2
    .....
    Descripción n
}
```

donde i es el número de campo variable de captura implícitamente se le asignará un número de acuerdo al orden en que van apareciendo los bloques {} indican el inicio y fin del bloque de

se ha diseñado un archivo de ayuda en línea, el cual ofrece una descripción muy breve sobre la información que debe ingresar en el campo variable que en que esta colocado el cursor, esta ayuda se identifica en el archivo de la siguiente manera:

diseñar la forma de captura implícitamente se le asignará un número de acuerdo al orden en que van apareciendo los bloques {} indican el inicio y fin del bloque de

### 6.1 Restricciones en las ayudas en línea

El usuario puede modificar también editando el archivo correspondiente las siguientes restricciones:

- El número que identifica al campo variable debe corresponder al de la forma de captura.
- El número de campo debe ir seguido por la llave de inicio de bloque "{", de otra manera no se desplegará el campo.
- El bloque de ayuda debe terminar con la llave "}" y debe ser la única en la línea donde se desplegará información hasta la llave de terminación del bloque.

El usuario puede modificar también editando el archivo correspondiente las siguientes restricciones:

El número que identifica al campo variable debe corresponder al de la forma de captura. El número de campo debe ir seguido por la llave de inicio de bloque "{", de otra manera no se desplegará el campo. El bloque de ayuda debe terminar con la llave "}" y debe ser la única en la línea donde se desplegará información hasta la llave de terminación del bloque.

## 7. Descripción y alcance del sistema

El sistema SOSEICA como cualquier programa que procesa y genera reportes. Para tal efecto se han estructurado y organizado las actividades y/o los procedimientos como se indica en el gráfico 2.4.

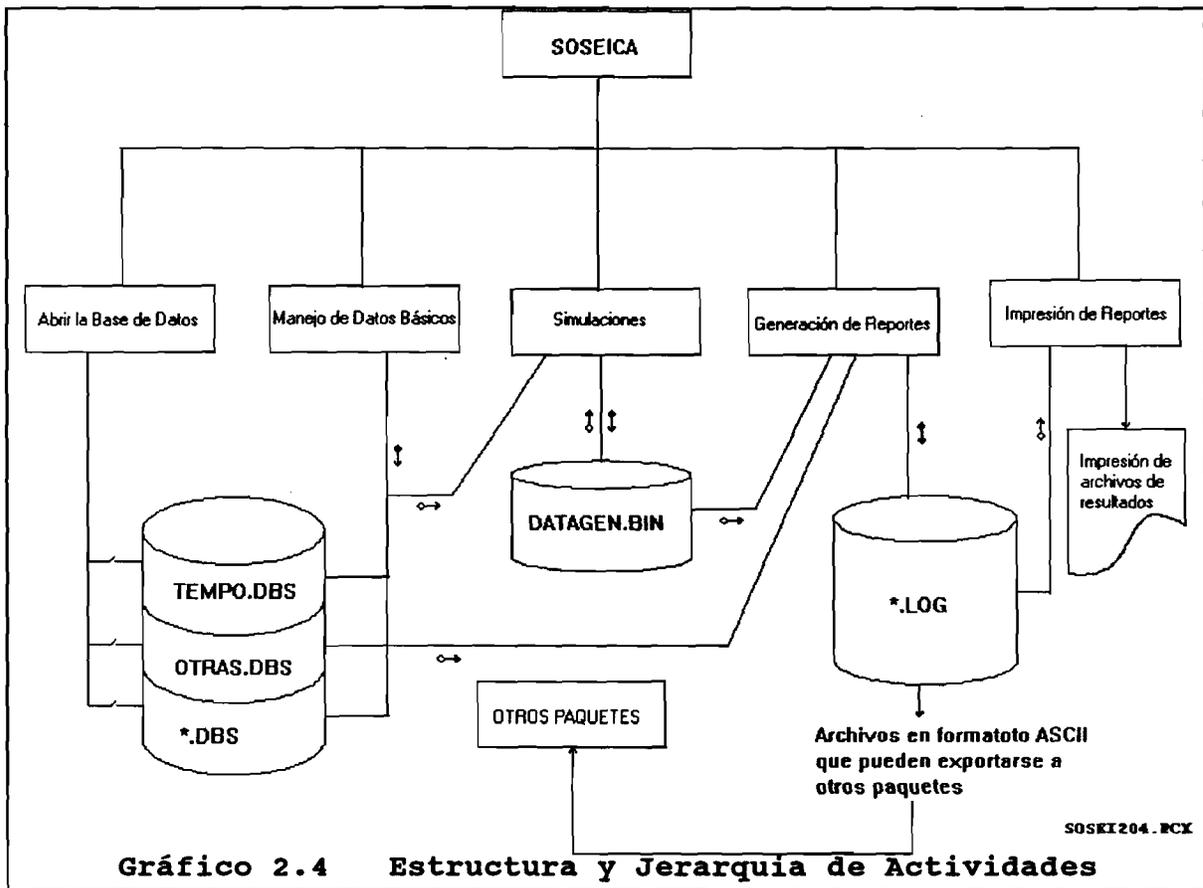
El sistema

mite información, la cual se han estructurado y organizado las actividades y/o los procedimientos como se indica en el gráfico 2.4.

## 8. Abrir la base de datos

Aunque el sistema está desarrollado con Programación Orientada a Objetos, es necesario hacer uso de esta técnica para comunicarse con los usuarios como se comunica el usuario con todos los

do las técnicas de programación orientada a objetos, es necesario hacer uso de esta técnica para comunicarse con los usuarios como se comunica el usuario con todos los



de datos del sistema SOSEICA, además, en este tipo de estudios siempre será necesario realizar varias simulaciones con bases de datos diferentes.

## 9. Manejo de datos básicos

### 9.1 Datos del archivo Catálogo de Centrales

El archivo del catálogo de centrales, contiene la información básica de las centrales generadoras para análisis de planeación a mediano y largo plazo. La información de cada central puede actualizarse constantemente. La información que el archivo contiene y que el usuario puede acceder de cada registro es:

- Clave de la central
- Nombre de la central
- Clase o tipo de central a considerar:

- 0 Geotérmico
- 1 Térmico base obligatorio
- 2 Filo de agua
- 3 Hidroeléctrica con regulación
- 4 Térmica

- Año de entrada en operación de la central.
- Año en que la central saldrá de operación.
- Energía generable en estación seca en GWh.
- Energía generable en estación lluviosa en GWh.
- Factor de planta en porciento.
- Factor de disponibilidad en porciento.
- Tipo de motor primario.

- 0 Geotérmico a boca de pozo.
- 1 Geotérmico de vapor condensado.
- 2 Turbina Pelton.
- 3 Turbina francis.
- 4 turbina Kaplan.
- 5 Turbina de vapor.
- 6 Turbina de gas.
- 7 Motor de pistón.

- Tipo de combustible.

- 0 Diesel.
- 1 Bunker.
- 2 Petróleo crudo.
- 3 Mezcla de combustibles.

- Potencia máxima de operación en MW.
- Potencia mínima de operación en MW.
- Rendimiento en kWh/Gal.
- Costo unitario de producción en US \$/Gal

## 9.2 Datos del archivo de Costos

El archivo de costos contiene la información relacionada con las pérdidas de transmisión entre países expresadas en (%) y el costo del peaje o servicio que se paga por el uso de las líneas de transmisión para transportar energía entre países.

## 9.3 Datos del archivo de Demandas

Este archivo contiene las demandas horarias del año base (1987), pueden accesarse en forma horaria, diaria, semanal y mensual. Lo más recomendable, debido a restricciones en los monitores, es accesarlas en forma diaria, es decir, presentar los veinticuatro valores de demanda correspondientes al día deseado.

#### 9.4 Datos del archivo de Factores

En este archivo se almacenan los factores por los cuales se debe multiplicar la demanda histórica del año base (1987), para generar la demanda estimada para los años 1991 a 2000.

#### 9.5 Archivo de Países

Este archivo es el básico para el sistema, pues en él, se dan de alta los países que intervendrán en la simulación, su estructura contempla tres campos:

- Costos promedio del flete en el propio país
- Clave del país.
- Nombre del país.

Para efectos de pruebas del sistema **SOSEICA** se han dado de alta todos los países del Istmo Centroamericano, pudiéndose dar de alta o baja otros más.

Para cada país dado de alta deberá el usuario dar de alta las centrales, los factores de crecimiento, los datos de pérdidas y peaje, las demandas de 1987 y opcionalmente las energías semanales de las centrales hidráulicas.

#### 9.6 Energías hidráulicas

En este archivo es donde se almacenan las energías semanales para todas aquellas centrales hidráulicas que se tenga el pronóstico de energía a despachar durante el período de estudio. En el proceso de simulación primero se busca la central en el archivo de catálogo de centrales para después buscar esta central en el archivo de energías hidráulicas y utilizar esa energía para la semana correspondiente, en caso de no existir la central en el archivo de energías se le asignará la energía generable semestral correspondiente a una semana.

#### 9.7 Preparación del archivo de pronóstico semanal

Este es un archivo que se utiliza para el despacho de energía a corto plazo --una semana--, es un caso especial de simulación, en el que no se utiliza el archivo histórico de demandas para el cálculo del pronóstico, sino que se deja la libertad al usuario --generalmente personal de operación-- para que determine su pronóstico por el método que crea conveniente. Esta puede ser una herramienta muy útil para el operador del sistema eléctrico ya que con esto podrá hacer su despacho para la semana próxima, teniendo definidas las energías hidráulicas y las centrales disponibles para la operación.

El archivo del pronóstico semanal puede generarse con cualquier editor de texto en código ASCII, y únicamente hay que proporcionar los valores horarios correspondientes a una semana separados por uno o varios espacios, es importante mencionar que si el archivo tiene más de 168 valores, no serán tomados en cuenta, pero en caso de faltar valores, estos serán sustituidos por ceros.

## 10. Simulaciones

El sistema SOSEICA tiene dos opciones para realizar las simulaciones, estas son:

- De energía: El período de simulación es de un año subdividido en estaciones (estación seca, estación lluviosa).
- De potencia: El período de estudio es de una semana, obteniéndose en forma detallada el despacho de las centrales.

En ambos casos, se puede simular la operación de los sistemas en forma aislada o integrada.

### 10.1 Datos Dinámicos

Siempre que se inicia una simulación, se deben seleccionar el o los países, el o los años de estudio y el período de simulación expresado en semanas. Cuando se desea hacer la simulación de un sólo sistema en una semana determinada, existe la opción de proporcionar un archivo de pronóstico de energía para la semana a simular, esto es útil para cuando se desea hacer el despacho a muy corto plazo para el cual ya se tiene la certeza de las centrales que estarán operando, al igual que la cantidad de energía en aquellas centrales de regulación y de filo de agua.

Con la finalidad de no mantener al usuario frente al monitor en espera de que la simulación se realice, este puede proporcionar todos los datos suficientes y necesarios para hacer varias simulaciones hasta por los 10 años y 6 países simultáneamente.

Cuando se deseen hacer simulaciones para energía, el usuario tiene la flexibilidad de elegir a su entera satisfacción el rango de semanas que puede variar desde 1 hasta 52 semanas y los años de estudio los puede variar de 1 hasta 10. Aunque es posible simular la operación de una semana, no se debe confundir con una simulación para potencia, pues los reportes que se obtienen para energía son semanales y para potencia son diarios-horarios.

## 10.2 Manejo de derrames

Recuerde el usuario que al proporcionar las especificaciones iniciales, el sistema detecta si la simulación contempla semanas de la estación lluviosa y de ser así le pedirá que proporcione los sistemas que presentan excedentes hidráulicos para colocar todas las centrales de filo de agua en la base de la curva de carga, no habiendo forma de cuantificar este excedente.

Con la inclusión del módulo para manejar las energías Hidráulicas Semanales estos excedentes sí pueden ser cuantificados restando de la energía generable la energía generada en el reporte "Resumen por Central".

## 10.3 Manejo de pérdidas

El modelo fue conceptuado para manejar las pérdidas de red integradas a la demanda de energía en cada uno de los países que integran en su conjunto el SOSEICA, por lo que el diseño computacional del SOSEICA se hizo satisfaciendo las especificaciones originales surgidas a fines de 1990. Sin embargo se han venido haciendo adiciones al sistema para satisfacer nuevos requerimientos que involucran código y datos o módulos para el manejo de los mismos llegando prácticamente al 97% de su capacidad total --en cuanto al diseño se refiere--, esto quiere decir que cualquier modificación que se le quiera hacer al sistema debe quedar dentro de este 3% restante, por lo que un módulo para el manejo de las pérdidas queda fuera del alcance de este sistema ya que se tendría que incluir un algoritmo de despacho económico previo a la colocación de aquellas centrales con excedentes de energía para exportación.

Por otro lado, la inversión requerida para lograr ese 3% es alta y habría que pensarse en un rediseño del sistema para manejar restricciones de red y curvas de entrada-salida a nivel unidad para poder manejar así una coordinación hidrotérmica con restricciones y costos incrementales así como las evaluaciones de los costos de arranque del parque térmico para el intercambio de energía entre países con posibilidades de exportar.

## 10.4 Mejoras en la programación de los métodos Newton Raphson y Binary Search

Debido a la no convergencia al tratar de colocar la energía hidráulica en una curva de carga prácticamente plana, algunas centrales de regulación y filo de agua no era posible colocarlas. Ahora este algoritmo se ha mejorado ampliando la banda en la que se puede colocar la energía hidráulica y acelerando la convergencia tanto en el método de Newton Raphson como en el Binary Search utilizando recursivamente los valores cercanos a la banda inicial en que fue colocada la central (i-1).

### **11. Generación de reportes**

Todos los reportes generados por el sistema son grabados en archivos secuenciales con código ASCII para que el usuario tenga la posibilidad de editarlos y/o transferirlos a otras utilerías comerciales para darles una presentación distinta a la que aquí se les da.

Los reportes que se encuentran implementados son todos los relacionados con los datos básicos y aquellos derivados de las simulaciones, ambos graban sus resultados en archivos con nombres mnemónicos predefinidos, de forma tal, que al tratar de grabar en estos archivos por segunda vez, se le notificará al usuario que el archivo ya existe para si desea reemplazarlo o grabar la información en un archivo nuevo que el usuario debe proporcionar. Los nombres de archivo que el usuario proporciona deben tener la extensión ".LOG" si es que desea tener el control de los mismos al momento de la impresión por medio de la función "Impresión de Reportes" de este mismo sistema. El sistema controla y mantiene la base de datos completa, las formas de captura y ayudas en línea, así como todos aquellos archivos de reportes predefinidos, excluyendo de estas funciones a todos los archivos que el usuario proporcionó, por lo que él será el responsable de darles el mantenimiento necesario cuando así lo requieran.

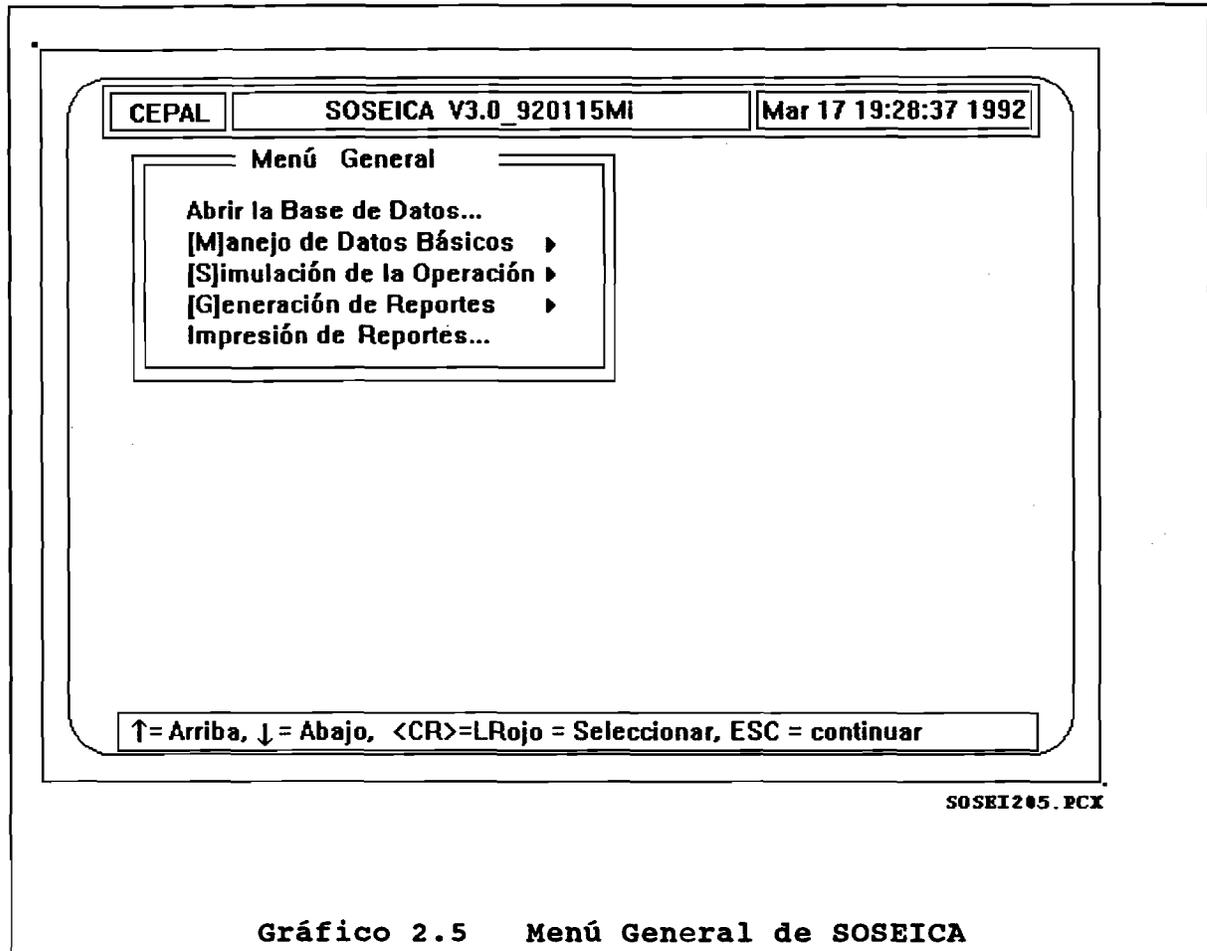
### **12. Impresión de reportes**

La impresión de reportes no necesariamente tiene que ser con esta actividad, pues existen a nivel de sistema operativos otros comandos como son el COPY, PRINT, TYPE y Utilerías para manejo de información (WP, Norton y Pctools), que en un momento determinado pudieran ser utilizadas, también es conveniente mencionar que esta actividad puede imprimir todos aquellos archivos que tengan la extensión ".LOG" por lo que no está restringido a que sean archivos de reportes del sistema SOSEICA.

### **13. Ejecución de SOSEICA**

A continuación se describe la manera de ejecutar el sistema SOSEICA, explicando detalladamente cada elemento de los que integran los diferentes menús.

Para ejecutar el sistema, sólo teclee a nivel de sistema operativo las siglas SOSEICA seguido de ENTER --en algunos teclados aparece como RETURN o ENTER-- y en la pantalla se irá desplegando en forma de menús las opciones, de las cuales el usuario debe seleccionar una o varias de ellas (véase el gráfico 2.5).



En algunos casos será suficiente presionar la tecla RETURN, INTRO, ENTER...etc. para que la opción donde se encuentra colocado el cursor quede seleccionada, en otras será necesario teclear un valor numérico o ASCII. Si el usuario no sabe que teclear solicite la ayuda necesaria presionando la tecla [F1] del teclado de funciones.

### 13.1 Explicación general de menús

En todas las ventanas de menús aparece una lista de opciones, de las que el usuario debe seleccionar una de ellas, la opción donde esta posicionado el cursor esta en un color diferente a resto de ellas, de igual manera, todas las opciones que tienen su letra mnemónica entre corchetes "[ ]" indica que no puede ser seleccionada. Las reglas para la selección de opciones son las mostradas:

- Para moverse dentro del menú utilice las flechas: flecha hacia abajo [`↓`] o flecha hacia arriba [`↑`] únicamente.
- Para seleccionar una opción de cualquier menú presione la tecla RETURN, INTRO o ENTER según su tipo de teclado o la letra marcada en color rojo.
- Para salir de cualquier menú, presione la tecla [ESC]

### **13.2 Explicación de las formas de captura**

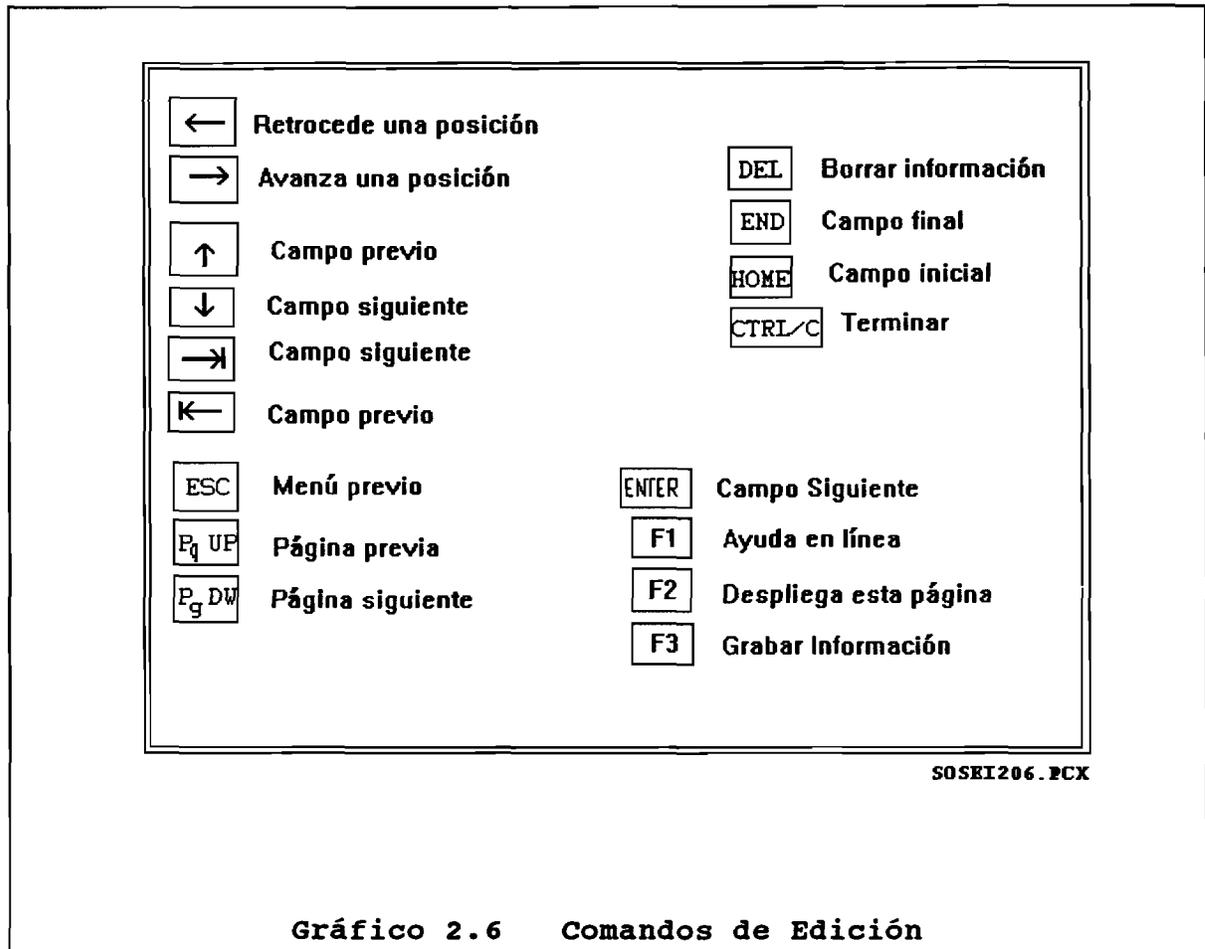
La edición de los datos de un registro se realiza en una forma de captura que consta de campos fijos y campos variables tal y como se indicó en la sección 4.1 de este capítulo. En la forma de captura se pueden hacer una serie de actividades para manipular la información del registro por medio de ciertas teclas o caracteres de control previamente definidos para este propósito, éstos se presentan en el gráfico 2.6 y puede accesarse desde la forma de captura presionando la tecla <F2>. Los comandos del mismo gráfico 2.6, se pueden clasificar en dos partes: Comandos de edición y comandos de registros, los primeros tienen la finalidad de manipular la información en pantalla mientras que los segundos manipulan la información de los registros del archivo en disco.

#### **13.2.1 Mover el cursor en un campo de la forma**

Las flechas izquierda [`←`] y derecha [`→`] tienen el propósito de retroceder y avanzar un caracter dentro del campo donde el cursor se encuentra posicionado sin alterar la información del mismo.

#### **13.2.2 Mover el cursor entre campos de la forma**

Para mover el cursor al siguiente campo de la forma de captura existen dos comando los cuales no afectan la información contenida en el campo, estos comandos son la flecha abajo [`↓`] y el tabulador [TAB]. Para mover el cursor al campo previo se hace con los comandos flecha arriba [`↑`] y tabulador inverso [SHIFT TAB]. Con el comando [ENTER] también puede avanzar al campo siguiente, sólo que este si afecta la información del campo, borra la información desde donde está el cursor hasta el fin del campo, en caso de estar el cursor en la posición número 1 del campo, no avanza e indicará un error con un beep.



### 13.2.3 Comando ESC

Este comando tiene como propósito abandonar la forma de captura actual para irse al menú previo dejando en memoria la información de la forma de captura sin alterar la información del registro.

### 13.2.4 Moverse al inicio y fin de la forma

Con el comando [HOME] el usuario se mueve al primer campo activo de la forma, generalmente será al campo número uno si está en la opción de ALTAS y si está en la opción de modificaciones será el campo que le sigue al campo de la clave.

Para moverse al último campo de la forma hágalo con el comando [END].

### 13.2.5 Salir de la forma de captura

Existe una forma rápida de salir de la forma de captura en aquellos casos de emergencia, únicamente presione la tecla de control al mismo tiempo que presiona la tecla "c" y saldrá hasta el prompt del sistema operativo, dejando el archivo actual con todos los movimientos hechos previos al ejecutar este comando.

### 13.2.6 Movimiento entre registros

Siempre que esté en las opciones bajas, modificaciones y consultas, podrá traer el siguiente registro al actual o el que le antecede presionando los comandos [PgDw] y [PgUp] respectivamente.

Para ejecutar las opciones de bajas, modificaciones y consultas siempre se le pedirá cierta información que se considera clave para poder acceder los registros del archivo, después de proporcionarla debe ejecutar el comando [PgDw] el cual tiene la función de indicarle al sistema que traiga del disco a la forma de captura el registro cuya clave corresponde a la que el usuario proporcionó, en caso de cumplirse la condición se desplegará en la forma de captura toda la información que el registro contiene quedando la forma con todos sus campos llenos y el cursor colocado en el primer campo activo si la opción fue modificaciones o en el último si las opciones fueron bajas o consultas.

### 13.2.7 Grabar información

Con el comando [F3], el usuario pasa la información de la forma de captura a un registro del archivo en el disco, llamándosele a esta operación "grabar" información. En el caso de ALTAS se le agregará un registro más al archivo, en el caso de MODIFICACIONES únicamente se actualiza el registro con la información de la forma de captura, en el caso de BAJAS y CONSULTAS este comando no tiene efecto.

### 13.2.8 Borrar información

Siempre que quiera eliminar un registro del archivo, ejecute el comando [DEL] y este le indicará al sistema que el registro que corresponde al de la forma de captura ya no se requiere siendo este eliminado no sin antes confirmarlo con el usuario.

### 13.2.9 Ayuda en línea

El usuario dispone de una ayuda en línea para cada campo de la forma de captura, esta ayuda le indica en forma muy breve que tipo de información debe ingresar en el campo donde se encuentra colocado el cursor, esto se logra ejecutando el comando [F1].

### 13.3 Operaciones en registros de la base de datos

El proceso de manejo de datos se realiza en forma interactiva con el usuario. Se pueden acceder varias funciones con los archivos que integran la Base de Datos --costos, demandas, factores, países, energías y catálogo de las centrales, entre otras-- realizando en cualquiera de los archivos mencionados, operaciones básicas a nivel registro siendo éstas las que se presentan a continuación:

<u>OPERACION</u>	<u>DESCRIPCION</u>
ALTAS	- Crea por primera vez el registro.
BAJAS	- Elimina del archivo un registro dado de alta previamente.
CAMBIOS	- Modifica uno o más campos de un registro dado de alta previamente.
CONSULTAS	- Despliega en pantalla un registro dado de alta previamente.

### 13.4 Abrir la base de datos

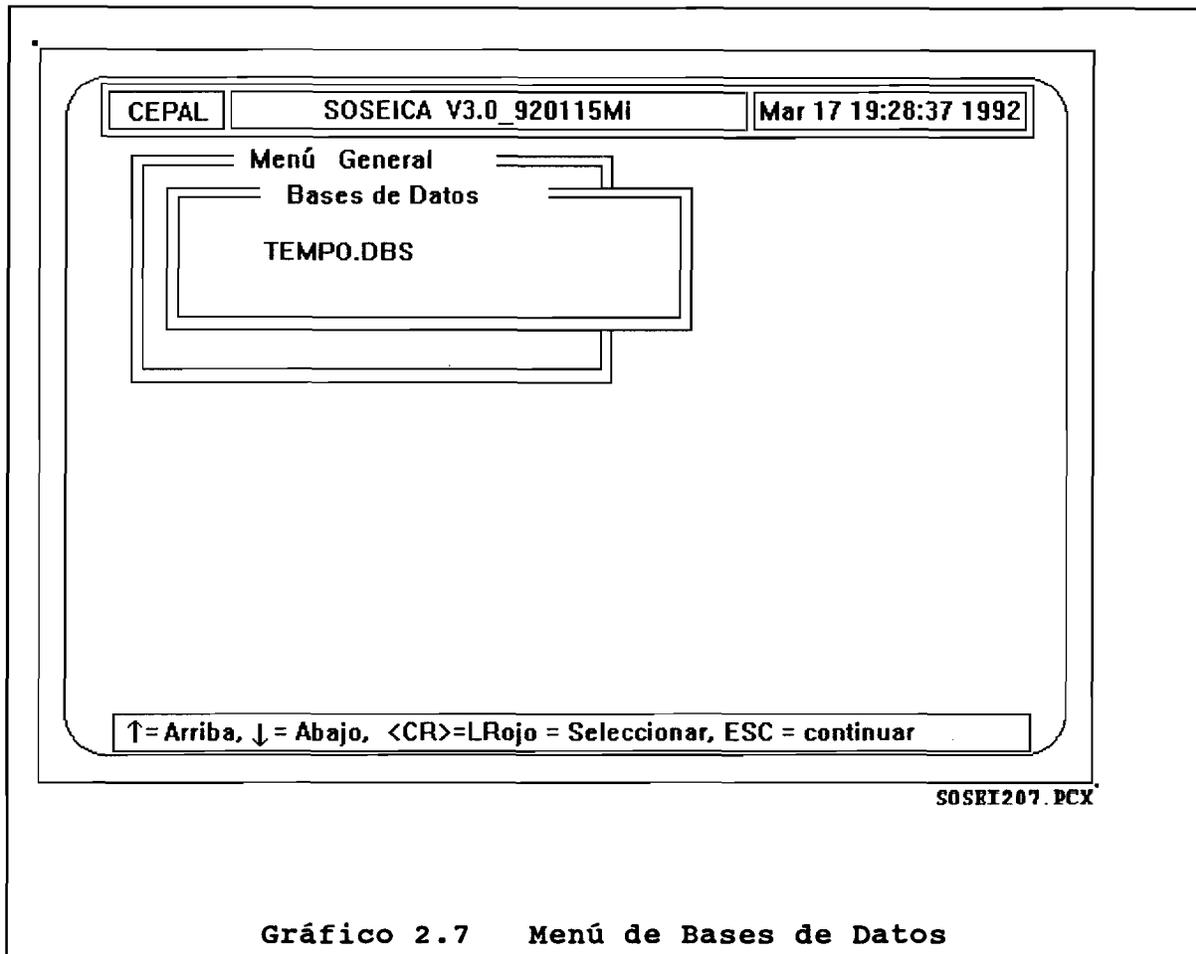
Al iniciar la ejecución del sistema de simulación, aparece un menú con las funciones y/o actividades a realizar, en este menú pueden existir funciones permitidas y funciones que dependen de un cierto orden de ejecución. Para poder hacer la diferencia se optó por marcar con los corchetes "[ ]" aquellas funciones que son dependientes y sin los corchetes aquellas que no lo son, de manera tal que al iniciar SOSEICA sólo existen dos funciones independientes: Abrir la base de datos e Impresión de Reportes. Al abrir la base de datos automáticamente quedan disponibles todas las funciones del sistema SOSEICA. (Véase el gráfico 2.7)

### 13.5 Manejo de datos básicos

Al seleccionar la opción Manejo de Datos Básicos, aparecerá el menú mostrado en el gráfico 2.8, en el cual se indican las posibles opciones referentes a la creación y actualización de datos primarios, todas las opciones para el manejo de datos básicos son similares por lo que se abordará para propósito de este ejemplo la opción **Catálogo de Centrales**.

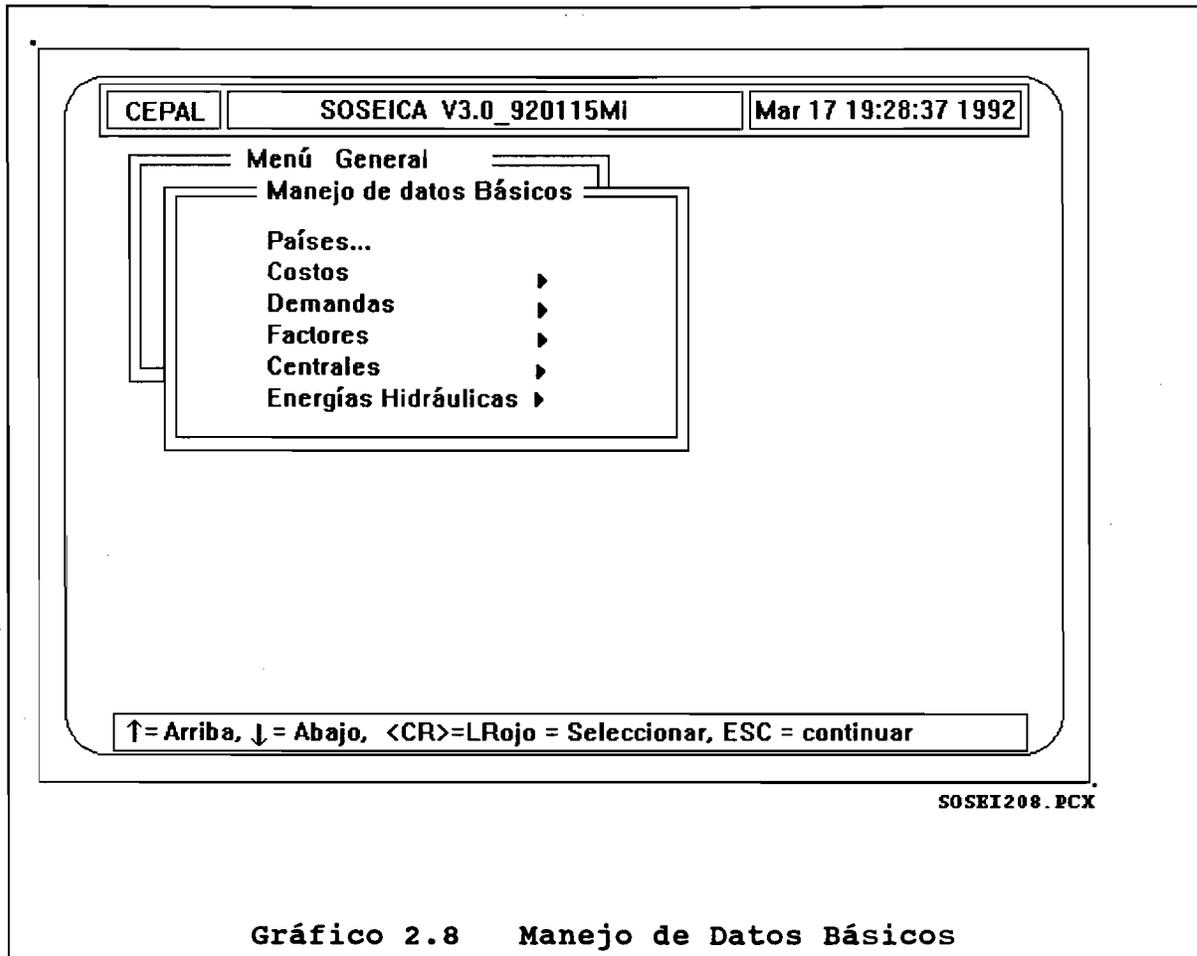
a) Catálogo de Centrales. Al seleccionar la opción catálogo de centrales, nuevamente aparece en la pantalla un nuevo menú (véase el gráfico 2.9) en el cual se enlistan los países que están dados de alta en el sistema SOSEICA.

Una vez seleccionado el país, aparece el menú mostrado en el gráfico 2.10 indicando las operaciones que se pueden realizar sobre los registros del archivo de catálogo de centrales.



- i) Altas. Al seleccionar esta opción aparece la forma de captura indicando los campos del registro del catálogo de centrales, los que deben llenarse con la información solicitada y de conformidad con lo expuesto en la sección 4.1 diseño de formas de captura.

Como se puede ver, es muy sencillo utilizar el sistema SOSEICA, pues basta con ir eligiendo una o varias actividades del menú desplegado en la pantalla. El resto de las operaciones es similar, la única diferencia que existe es referente a los campos variables (datos); en el caso de CONSULTAS, el desplegado anterior aparece con los campos llenos, para los CAMBIOS aparece el desplegado con sus campos variables completamente llenos y se acepta la información para modificar el campo deseado; en el caso de BAJAS, como es una operación que elimina la información en disco hay que proporcionar el nombre del registro a dar de baja y posteriormente hay que confirmar que se desea



realizar esta operación. Cualquier duda al respecto la puede aclarar en la sección 13.2.

- ii) Bajas. En esta opción será necesario proporcionar la clave de la central para poder acceder el registro, después de esto aparecerá en la pantalla toda la información correspondiente a la clave de la central proporcionada.

Como ésta es una operación que elimina la información del disco se le pedirá la confirmación la cual se indicará con S o N.

- iii) Cambios. Para realizar los cambios sólo proporcione la clave de la central y después colóquese en el campo deseado y realice la modificación (use el menú de comandos).



GUATEMALA  
EL SALVADOR  
HONDURAS  
NICARAGUA  
COSTA RICA  
PANAMA

**Gráfico 2.9 Lista de Países Disponibles**



Altas  
Bajas  
Cambios  
Consultas

**Gráfico 2.10 Operaciones Sobre Registros**

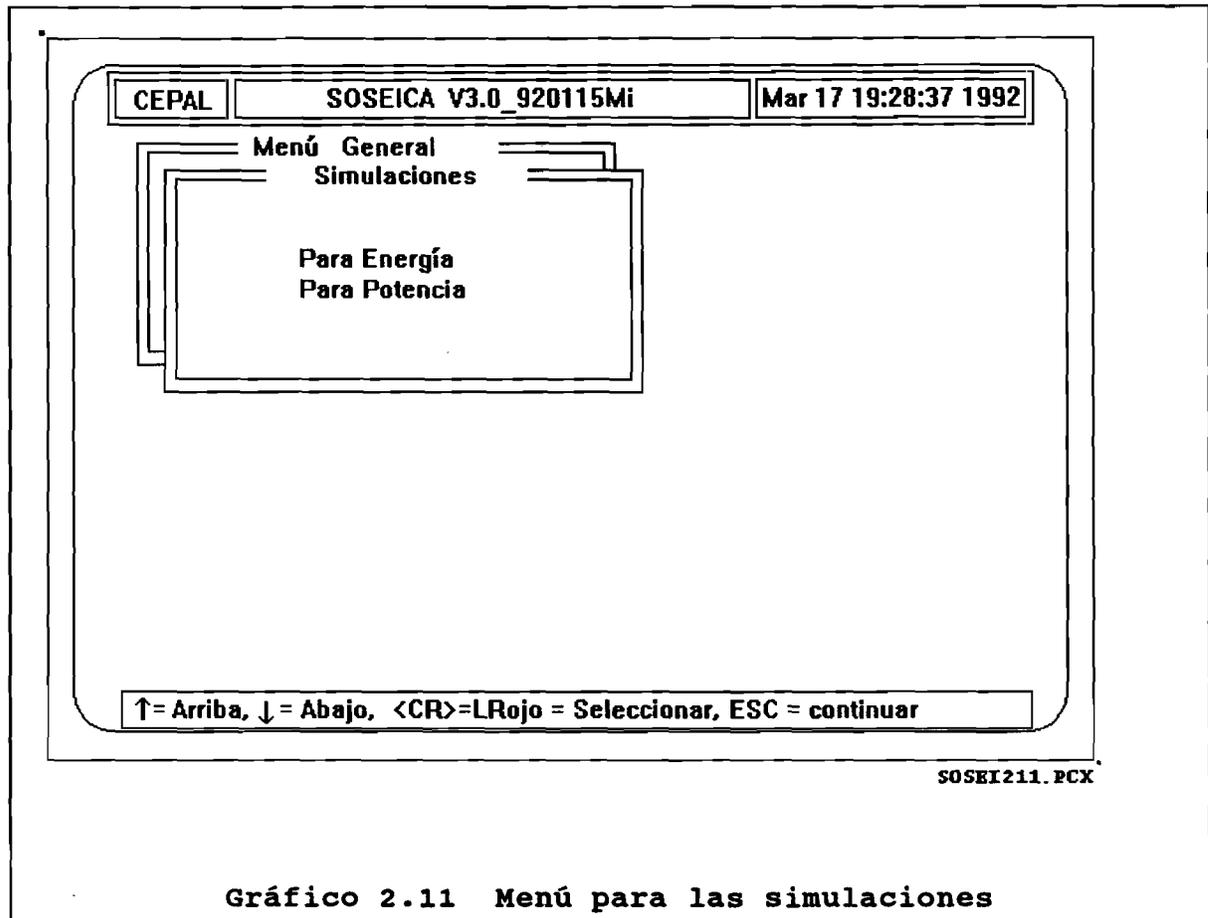
- iv) Consultas. La actividad de consultas es la más simple de todas pues aquí sólo se permite ver la información en la pantalla, para ello es necesario proporcionar la clave de la central deseada.

En las operaciones Bajas, Cambios y Consultas aparece una sección de la forma de captura donde se piden el campo o los campos que forman la clave del registro, una vez proporcionada esta información presione la tecla Continuar [AV Pag] para que la información completa del registro sea desplegada.

### 13.6 Simulaciones

La simulación de la operación de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano, se realiza mediante modelos matemáticos que se acercuen lo más posible a la realidad orientado a la planeación de la operación y optimizado con técnicas de programación, ya que el objetivo principal es el ahorro de energía, combustible y pérdidas de transmisión así como minimizar el costo de combustible utilizado en las centrales térmicas.

El modelo utilizado para la simulación contempla dos objetivos: a) simulación de potencia, y b) simulación de energía. En el primer objetivo se hace un despacho horario para un período de una semana incluyendo la operación aislada y la operación integrada con el objeto



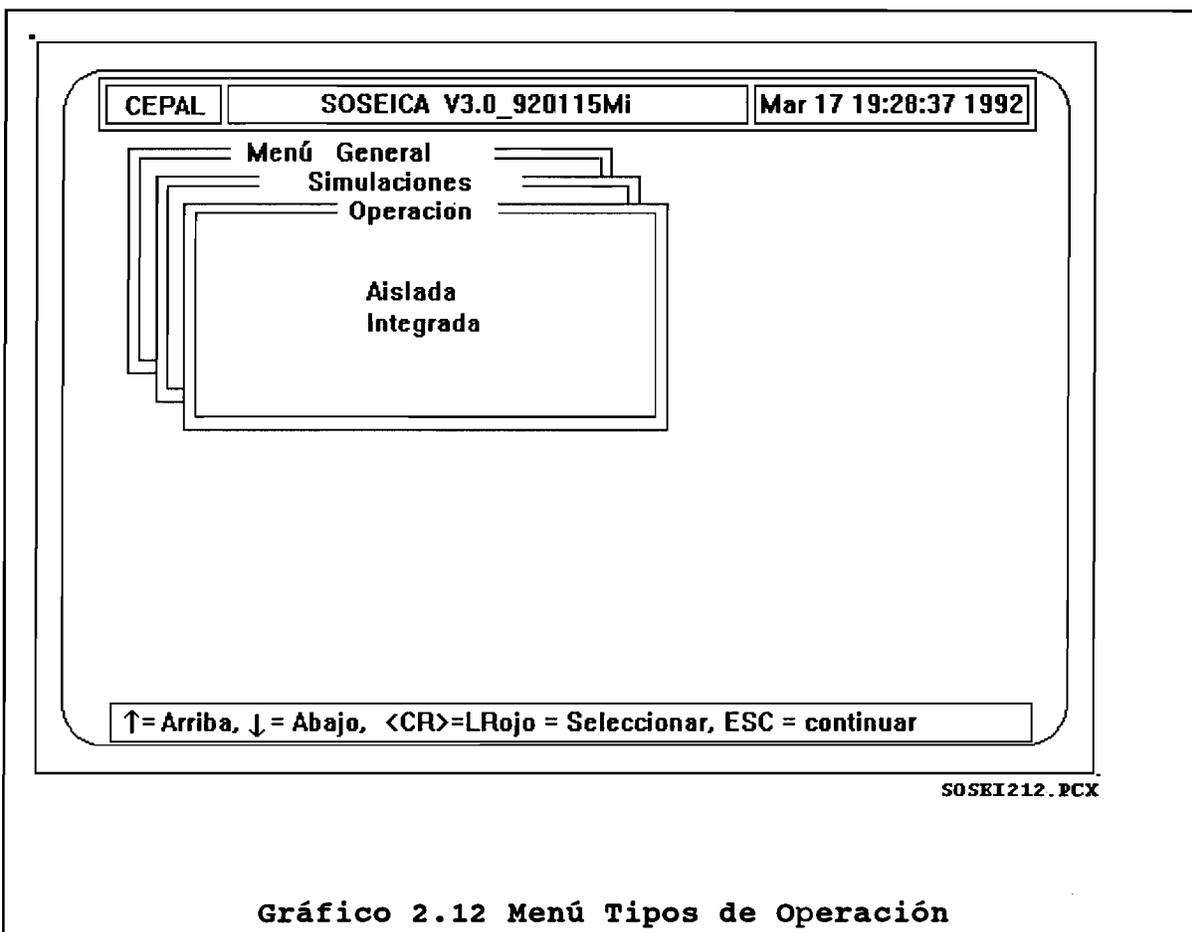
de evaluar los ahorros de combustible. Para el segundo se realiza el despacho para un período correspondiente a la estación seca y la estación lluviosa, ambas simulaciones también incluyen la operación aislada e integrada.

El menú que despliega para este proceso es el que se muestra en el gráfico 2.11.

Para poder hacer una simulación es necesario en primer lugar haber dado de alta por lo menos un país en el archivo de países, tener dadas de alta las plantas, pérdidas y peajes, los factores de crecimiento de los años a simular, tener las demandas históricas del año 1987 y opcionalmente tener la información de energías hidráulicas para las centrales de este tipo; de lo contrario la simulación no podrá realizarse.

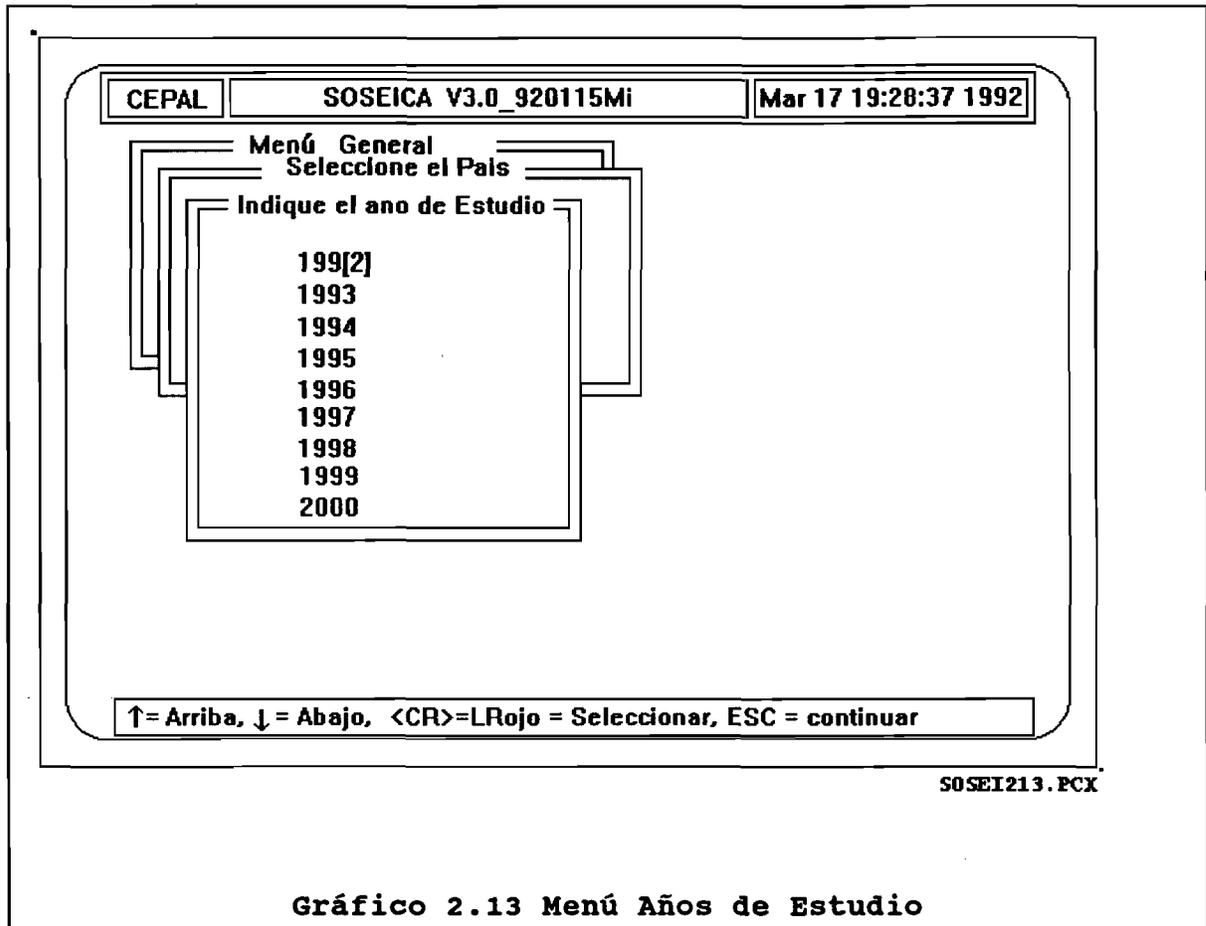
### 13.6.1 Simulación para energía

Suponga pues que eligió Simulación para Energía, en este caso aparece un menú más el cual se muestra en el gráfico 2.12.



Después de haber seleccionado el tipo de operación aparece el menú con la lista de países (vea gráfico 2.9), seleccione los países y salga con [ESC] --en caso de haberlos seleccionado todos no es necesario pulsar [ESC]-- y posteriormente es desplegado el menú que contiene la lista de años para que el usuario seleccione sus años de estudio, los años seleccionados se indican colocando los corchetes en "[ ]" en el último dígito del año, para salir de este menú pulse [ESC].

Después de haber seleccionado el o los años de estudio, es necesario ingresar el número de semana Inicial y el número de semana final o si lo desea únicamente presione RETURN y que darán seleccionadas las semanas 1 y 52 automáticamente.

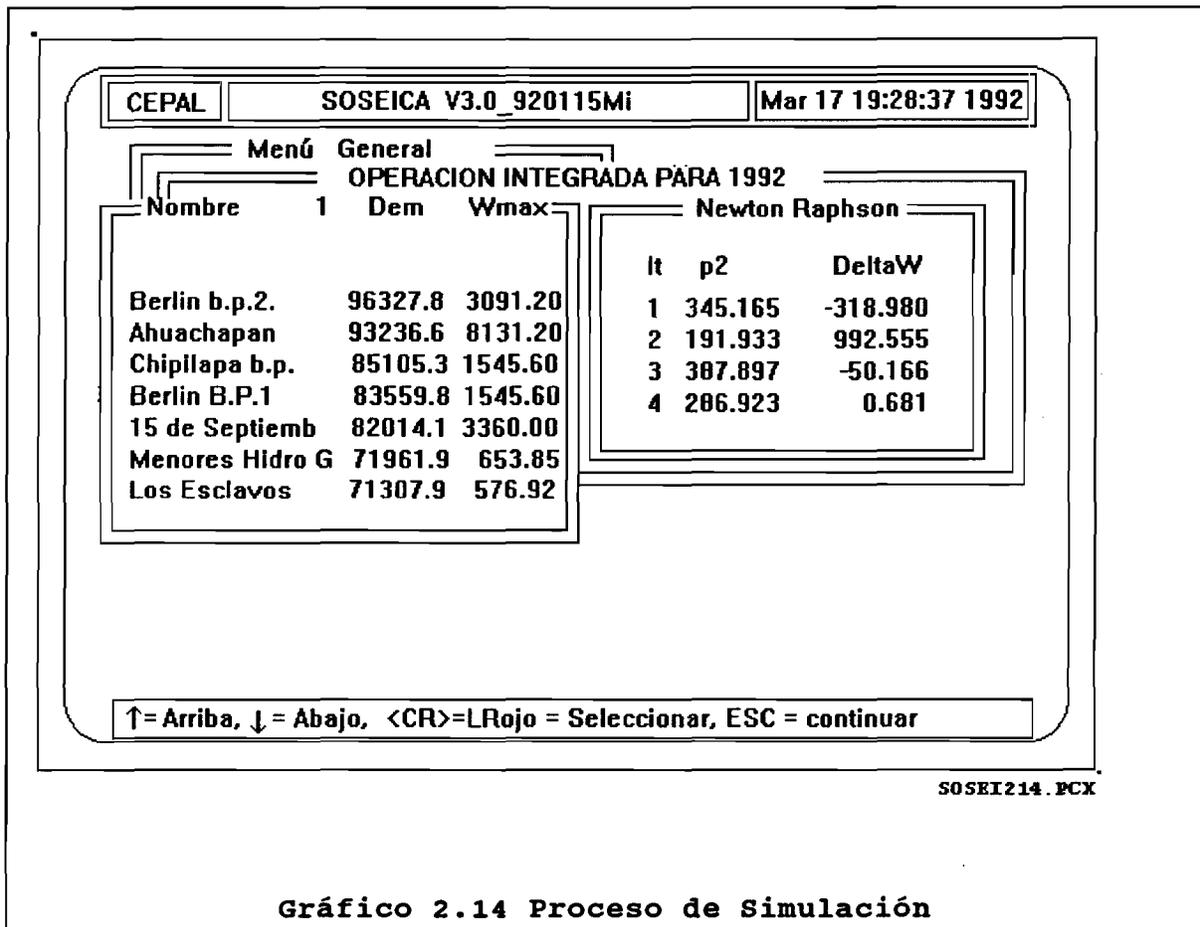


Una vez que se han proporcionado todos los datos requeridos, inicia el proceso de simulación indicando por medio de ventanas las centrales que se van despachando y el método utilizado (vea gráfico 2.14).

Después de haber hecho el despacho de todas las centrales o de haber satisfecho la demanda del sistema solicitado termina el proceso de simulación regresando el control al menú principal, en este momento se puede pasar a la "Generación de Reportes" de la simulación efectuada.

### 13.6.2 Simulación para potencia

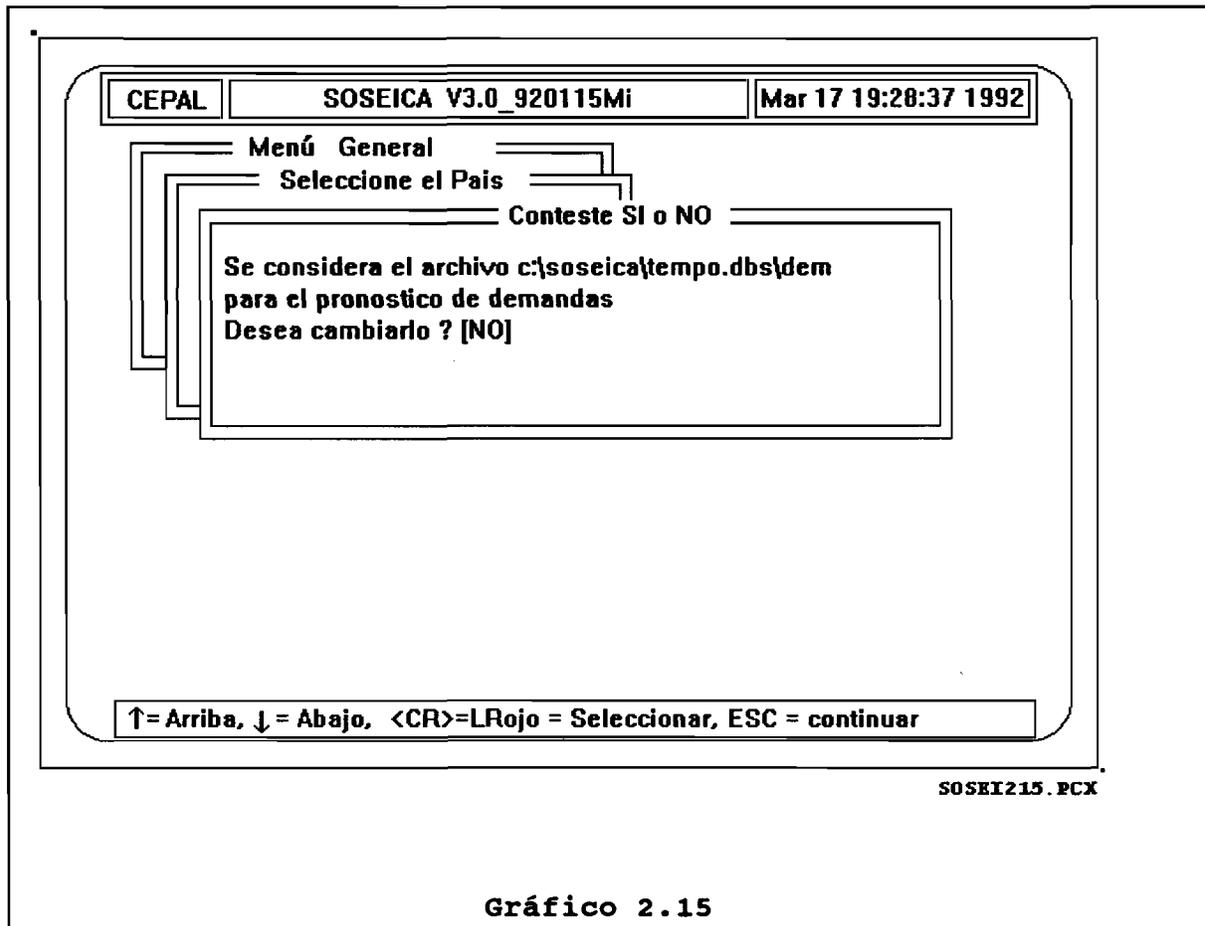
Tanto la forma de solicitar información como el proceso de simulación son similares a la "Simulación para Energía", el único caso especial que se tiene es cuando se realiza la **Simulación para Potencia, Operación Aislada, un sólo país**. Se dice que es especial porque en adición a la secuencia seguida para la **Simulación Para Energía** se presenta un menú más (véase el gráfico 2.15), el cual por si mismo se explica, lo único que se desea aclarar en esta líneas es que en el



supuesto caso que se desee cambiar el nombre del archivo para el pronóstico, este debió generarse como se explicó en el apartado **Preparación del Archivo de Pronóstico Semanal**.

### 13.6.3 Archivo de trabajo

En ambas simulaciones, se genera un archivo de trabajo que depende del año de la simulación, teniendo como ventaja el poder realizar prácticamente en automático simulaciones para varios años; la desventaja que se presenta es que se tendrán varios archivos del mismo tamaño ocupando espacio en disco, por lo que se sugiere a los usuarios del SOSEICA dar mantenimiento a estos archivos haciendo el respaldo de los mismos y posteriormente borrarlos del disco duro, con lo cual se evitan demoras en la ejecución de cualquier proceso.



### 13.7 Generación de reportes

Los reportes pueden ser de los resultados de las simulaciones, pero también algunos se obtienen directamente de los datos básicos; por ejemplo: balances estacionales de energía por país para el decenio, cuadro de evolución de la capacidad instalada de generación, etc.

Desde el punto de vista informativo, los reportes que pueden generarse de los datos básicos y de las simulaciones pueden ser muy variados, es de suponerse que cada usuario tendrá sus propias necesidades para presentar la información, por tal motivo se ha limitado este proceso a los tipos que se muestran en los gráficos 2.16 y 2.17.

Todos los reportes que se generan de los datos básicos presentan la opción de poder seleccionar uno o varios países. El reporte de demandas además de poder seleccionar el país, permite seleccionar un período de días que puede ser homogéneo o eterogéneo para el conjunto de países seleccionados.

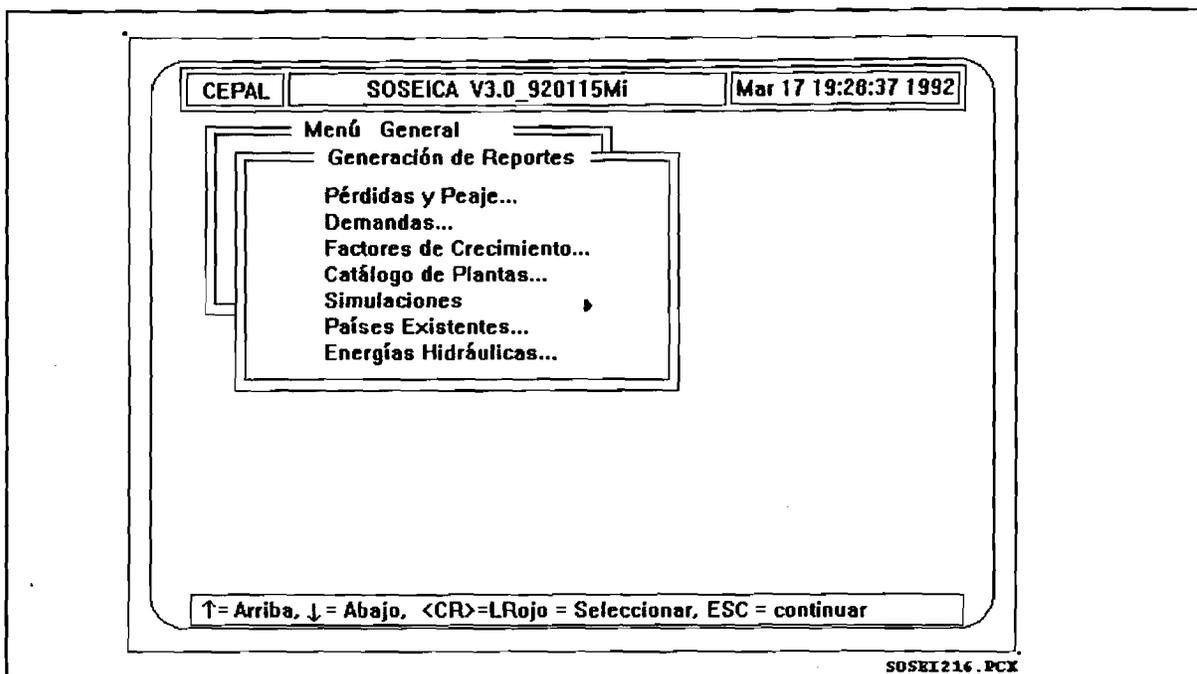


Gráfico 2.16 Tipos de Reportes

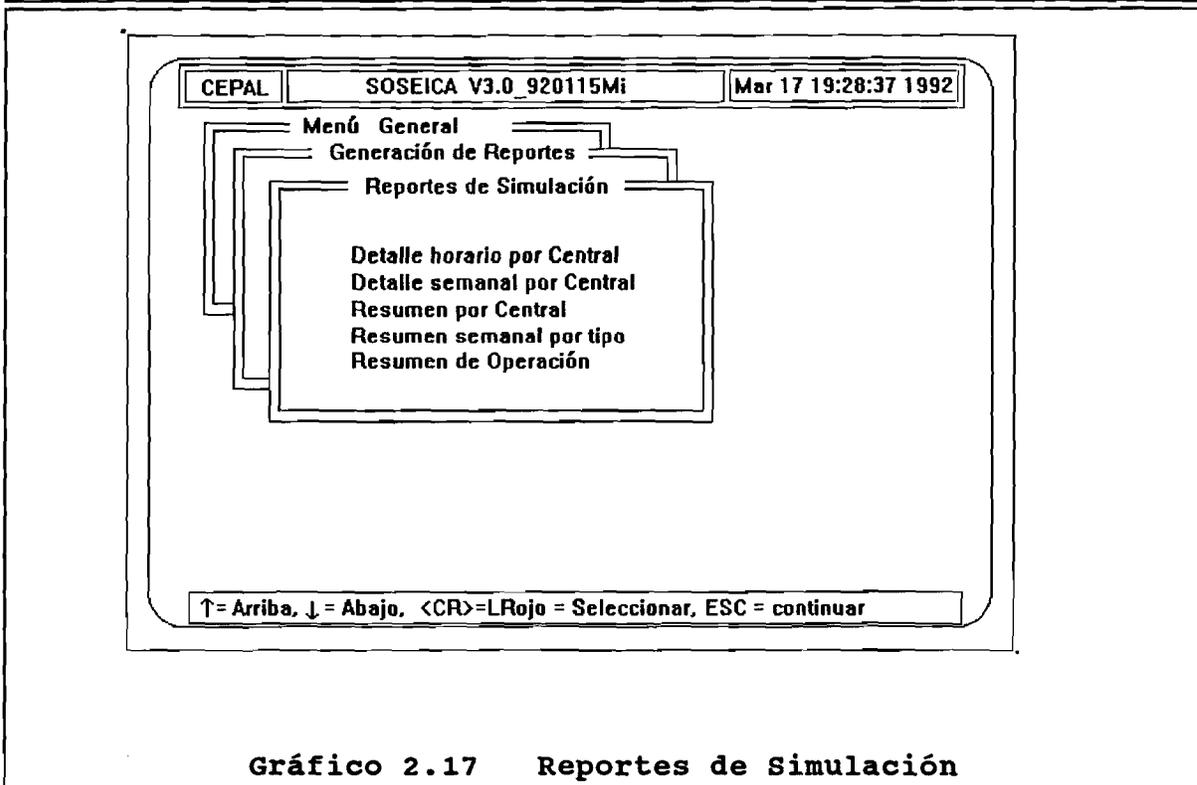


Gráfico 2.17 Reportes de Simulación

### 13.7.1 Reportes de simulación

Al seleccionar **Simulaciones** dentro del menú **Generación de Reportes** aparece un menú con los nombres de los archivos de trabajo disponibles, el usuario seleccionará uno de ellos y después seleccionará los tipos de reportes del menú mostrado en el gráfico 2.17. Dependiendo del tipo de simulación se activan unos reportes y desactivan otros.

En caso de haber hecho la **Simulación Para Potencia** --una sola semana-- es posible obtener los reportes horarios de cada una de las centrales y poder ver como fueron despachadas en cada uno de los días de la semana analizada. Este tipo de estudios son muy útiles para los operadores de área, pues pueden tener una mayor precisión en el corto plazo.

#### 13.7.1.1 Reporte resumen por central

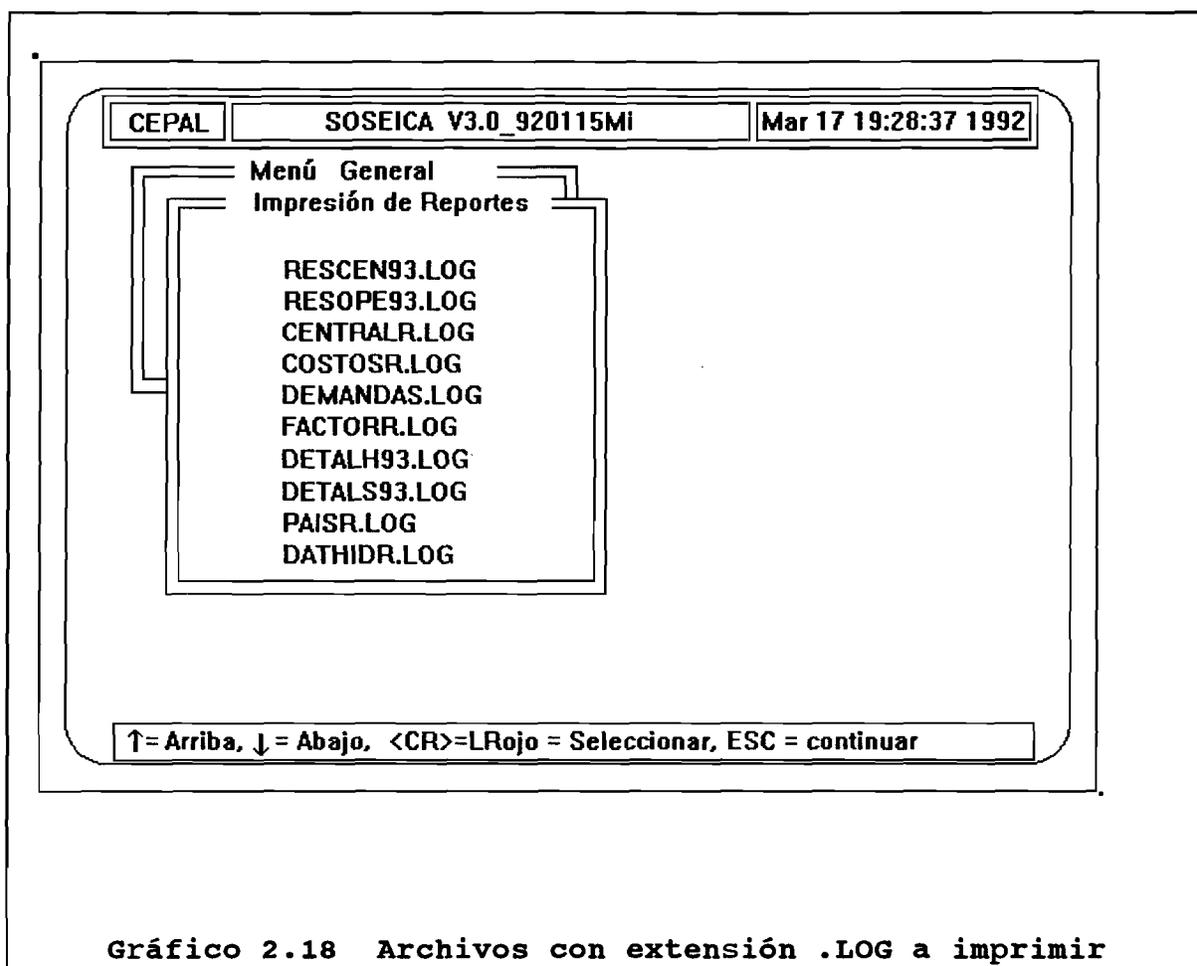
Con la implementación de esta nueva versión, el reporte **Resumen por Central** ha cambiado su presentación ya que existe el parámetro del **Tipo de Combustible**, lo que posibilita obtener los volúmenes de combustible utilizado clasificado en DIESEL, BUNKER, CRUDO, GAS Y MEZCLA DE COMBUSTIBLE, con esto no se pretende dejar la compatibilidad con la versión anterior en la cual se reportaba como TERMICO; si es deseo del usuario manejarlo como térmico, lo puede obtener en el campo **Tipo de Combustible** un cero (0) o si el deseo es obtener las cantidades por cada tipo, únicamente deberá colocar el número que le corresponde al DIESEL, BUNKER, ETC.

Para más detalles sobre los tipos de reportes véase el anexo.

### 13.8 Impresión de reportes

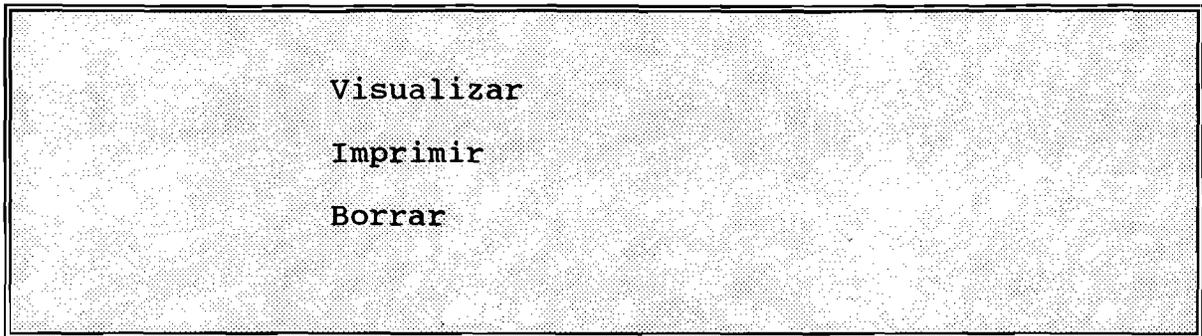
En la función **Generación de Reportes**, se genera un archivo de tipo ASCII que puede ser impreso en esta función en la inteligencia que existen archivos generados con una longitud de registro superior a los ochenta caracteres, por lo que el usuario deberá maniobrar correctamente su impresor a fin de obtener los resultados esperados en cuanto a presentación.

Cabe hacer notar que esta decisión de generar el reporte para imprimirlo posteriormente en forma diferida, da la oportunidad de exportar el archivo a cualquier otro paquete de software que permita la importación de archivos en ASCII código y poder manipular esta información con el paquete preferido del usuario.



Debido a que es posible hacer simulaciones para varios países y años a la vez, se ha optado por generar automáticamente los nombres de los archivos de resultados, por ejemplo: el archivo correspondiente al reporte de **Resumen Por Central** será RESCEN93.LOG, RESOPE93.LOG para el **Resumen de Operación** entendiéndose que los últimos dos caracteres del nombre representan el año para el que se hizo la simulación.

Una vez seleccionado el archivo, se presenta el menú del gráfico 2.19 en el que la opción **Visualizar** permite ver en el monitor el reporte seleccionado utilizando un potente y flexible programa para analizar por partes el reporte elegido. La opción **Impresor** envía el reporte seleccionado al impresor. La opción **Borrar** es muy útil para todos aquellos usuarios que no son conocedores de la funciones del sistema operativo, tengan la posibilidad de dar mantenimiento a los reportes generados borrándolos cuando ya no se requieran.



**Gráfico 2.19 Opciones para el Control de Impresión**

Aunque el título de la función **Impresión de Reportes** no es muy descriptivo en cuanto a la totalidad de opciones que presenta, no fue cambiado con la finalidad de seguir dando el soporte a los usuarios de la versión anterior.

**CAPITULO III****MANUAL DEL PROGRAMADOR****1. Definición de archivos**

Como es del conocimiento de todo programador o diseñador de sistemas, siempre es necesario tener un buen diseño de los registros que integran un archivo cualquiera, siendo primordial y de gran importancia traer a memoria en un solo acceso tantos datos como lo permita el área de entrada/salida (buffer I/O) del sistema, pues de ello depende lo rápido o lento de la realización del proceso; dadas estas circunstancias se deben evaluar cada uno de los factores que el usuario solicita en un requerimiento. Como es de suponer, no en todos los casos se pueden cumplir al 100% todas las especificaciones sino que es necesario sacrificar algunas de ellas, poniendo unas a más del 100% y otras a menos, de tal forma que siempre haya un equilibrio con lo especificado. Esto se logra jerarquizando y asignándoles prioridad para su implementación.

Ejemplo: Suponga que tiene 100 valores homogéneos almacenados en forma de columna de tal manera que ocupan 100 registros en el archivo. Si se desea acceder los 100 valores es necesario acceder el archivo un número de veces igual a la cantidad de valores registrados, provocando con esto retardos en la ejecución del proceso.

Por otro lado y con un buen diseño, este mismo caso se puede acelerar diseñando el archivo con un número menor de registros, pudiera ser 10 registros con 10 campos, 2 registros con 50 campos o 1 registro con 100 campos; aunque la disminución de tiempo no es proporcional hay una reducción considerable en la ejecución del proceso.

Así como este ejemplo, hay muchos más debiéndose dar especial atención a la memoria en RAM, rapidez, espacio disponible en disco, velocidad de acceso al disco, procesador central e intérprete o compilador por mencionar algunos.

**1.1 Archivo costos0x.bin**

Este archivo contiene el valor promedio estimado de las pérdidas de transmisión en % aplicables a las transferencias internacionales de energía entre cada pareja de países, y el valor estimado del cargo total por peaje aplicable a transferencias de energía entre cada pareja de países en US MILS/KWh.

TABLA 3.1  
Definición del registro

Campo	Descripción	Bytes	Elementos	tipo	Unidad
0	* Elimina registro	1	1	char	
1	Clave del país destino	2	1	char	
2	Pérdidas de transmisión	2	1	int	%
3	Costo del peaje	2	1	int	Mls/kWh

Existe un archivo para cada país, el nombre de éste está formado por la raíz **costos** y **0x** donde **x** representa la clave del país expresada en un caracter, así para Guatemala el archivo correspondiente será **costos00.bin**, para El Salvador **costos01.bin**, y así sucesivamente hasta Panamá **costos05.bin**.

### 1.2 Archivo dem0x.bin

Al igual que el archivo de costos, la **x** representa la clave del país, este archivo contiene las demandas horarias de 1987, teniendo la posibilidad de almacenar las demandas de los años siguientes y tantos como el sistema operativo se los permita por restricciones de espacio en disco.

Cada campo del registro corresponde a un valor de demanda horaria.

La información se encuentra almacenada en forma binaria de acuerdo al área de mapeo mostrada a continuación:

Tabla 3.2  
Definición del registro

Campo	Descripción	Bytes	Elementos	tipo	Unidad
0	Demandas horarias	2	24	int	MWh*10

El acceso a este archivo se hace tomando registros de 24 horas con una longitud de 48 bytes como se indica en la tabla 3.2, la fecha es convertida a un valor numérico que funge como llave, este valor numérico corresponde a los días transcurridos desde el 1 de enero de 1987; así, el 31 de enero de 1988 será el registro --interno-- 396 en el archivo.

### 1.3 Archivo catpla0x.bin

Este archivo es el que contiene la información característica de cada central y puede haber tantas centrales como espacio en disco tenga disponible, existe un archivo para cada país y al igual que los archivo anteriores la **x** representa el país.

Tabla 3.3  
Definición del registro

Campo	Descripción	Bytes	Elementos	tipo	Unidad
0	* Elimina registro	1	1	char	
1	Clave de la central	4	1	char	
2	Nombre de la misma	21	1	char	
3	Tipo de central	2	1	int	
4	Año de entrada en Op.	2	1	int	
5	Año retiro de Operación	2	1	int	
6	Energía en Estación S.	2	1	int	GWh
7	Energía en Estación LL.	2	1	int	GWh
8	Factor de planta	2	1	int	%
9	Factor de disponibilid.	2	1	int	%
10	Tipo motor primario	2	1	int	
11	Tipo de combustible	2	1	int	
12	Potencia máxima de OP.	4	1	float	MW
13	Potencia mínima de OP.	4	1	float	MW
14	Rendimiento	4	1	float	***
15	Costo Unitario d Comb.	4	1	float	US/Gal

### 1.4 Archivo factores.bin

El archivo factores contiene los datos correspondientes a diez años, para cada año hay un valor de factor correspondiente, y comprende los años del período 1991 a 2000. Estos valores son el resultado de dividir la demanda de energía proyectada por el país del que se trate para el año respectivo entre la demanda de energía registrada en ese país en el año de 1987.

Tabla 3.4  
Definición del registro

Campo	Descripción	Bytes	Elementos	tipo	Unidad
0	* Elimina registro	1	1	char	
1	Año para el factor	5	1	char	
2	Factor de crecimiento	4	1	float	

### 1.5 Descripción de archivos de salida

El proceso de simulación genera un archivo binario de nombre `datgenxx.bin` en el directorio `\soseica` donde las siglas `xx` representan el año de estudio. Este archivo sirve como base para generar los diferentes tipos de archivos de reportes tipo ASCII a saber:

`\soseica\datgenxx.bin` Archivo intermedio para la generación de los archivos de resultados.

`\soseica\detalhxx.log` Es un resumen horario de la energía despachada por cada central.

`\soseica\rescenxx.log` Es un resumen de energía despachada por cada central.

`\soseica\resopexx.log` Es el cuadro del despacho de energía clasificada por tipo de generación (Geotérmica, Hidráulica y Térmica) para cada sistema que intervino en el proceso de simulación.

`\soseica\detalsxx.log` Es un resumen semanal de la energía despachada por cada central.

`\soseica\resuseti.log` Es un resumen de centrales por tipo.

`\soseica\demandas.log` Reporte de las demandas horarias de los países del Istmo Centroamericano.

`\soseica\costosr.log` Reporte de las pérdidas y peaje de los países seleccionados.

`\soseica\factorr.log` Reporte de los factores del período de 1991 al año 2000.

\soseica\centralr.log Reporte de las características de las centrales de los países del Istmo Centroamericano.

\soseica\paisr.log Listado de los países dados de alta en el sistema SOSEICA.

\soseica\dathidr.log Reporte de las energías hidráulicas semanales de las centrales de filo de agua y regulación.

Es importante hacer notar que los reportes de simulación que se puedan generar dependerán del archivo datgenxx.bin que se encuentre generado en ese momento, por lo que se recomienda seguir el orden indicado en el menú principal.

## 2. Descripción de módulos

### 2.1 Funciones de propósito específico

**FUNCIÓN:**           CalculaEnergía  
                  #include "Soseica.h"

**SINTAXIS:**         float         CalculaEnergía (p, ht, p1, p2)  
                  float p[ ] Arreglo de demandas del sistema.  
                  int     ht            Horas del período de estudio.  
                  float p1            Límite superior donde se coloca la  
  energía.  
                  float p2            Límite inferior donde se coloca la  
  energía.

**PROCESO:**         Calcula la energía de la Central despachada en el período de estudio.

**VALOR QUE REGRESA:**   Energía total despachada.

---

**FUNCIÓN:**           CalculaPyWGenerada

**SINTAXIS:**         #include "soseica.h"  
                  int     CalculaPyWGenerada(p, ht, p1, p2, Pg, Wg)  
                  float p[ ] Arreglo de demandas del sistema.  
                  int     ht            Horas del período de estudio.  
                  float Pg[ ]         Potencia despachada cada hora.  
                  float \*Wg         Energía total Generada en el período.

PROCESO: Dado como datos el Arreglo de Demandas, las horas del período de estudio, los límites superior e inferior donde se coloca la Central esta función regresa la potencia horaria despachada en el Arreglo Pg[] y la energía total del período calculada como la sumatoria de todos los valores del Arreglo Pg[].

VALOR QUE REGRESA: 0 si no se despacha en ninguna hora alguna cantidad para satisfacer Demanda.  
1 si en al menos una hora se despachó potencia para satisfacer demanda.

---

FUNCION: DisminuyeDemanda

SINTAXIS: #include "soseica.h"  
int DisminuyeDemanda(p, ht, Pg)  
float p[] Arreglo de Demandas.  
int ht Horas del período.  
float Pg[] Potencia Horaria Despachada.

PROCESO: Dado el Arreglo de Potencia horaria despachada y las horas del período, así como los valores horarios de Demanda del sistema, esta función le resta hora a hora los valores de potencia horaria Despachada al Arreglo de Demandas del Sistema y regresa este Arreglo Modificado.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: MáximoMínimo

SINTAXIS: int MáximoMínimo(P, ht, Demin, Demax)  
float p[] Arreglo de Demandas del Sistema.  
int ht Horas del período de estudio.  
float \*Demin Valor mínimo en el Arreglo de Demandas.  
float \*Demax Valor máximo en el Arreglo de Demandas.

PROCESO: Encuentra el valor máximo y mínimo en el Arreglo de Demandas y los regresa en los apuntadores Demax y Demin respectivamente.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: Centrales

SINTAXIS: #include "catpla.h"  
#include "utlib.h"  
int Centrales()

PROCESO: Esta función realiza las cuatro operaciones básicas sobre los registros de Archivo del Catálogo de Centrales. Estas operaciones básicas son: Altas, bajas, cambios y consultas.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: CentralesR

SINTAXIS: #include "catpla.h"  
int CentralesR()

PROCESO: Lee todos los datos del Archivo del Catálogo de Centrales para generar un reporte ASCII del Sistema Solicitado grabando previamente un archivo temporal y posteriormente lo manda al impresor.

VALOR QUE REGRESA: Regresa 0 si no hubo error al generar el archivo.

---

FUNCION: ColocaLaCentral

SINTAXIS: #include "catpla.h"  
#include "DATAGEN.H"  
int ColocaLaCentral(Fpg, p, hti, ht, Centrale, nci, nct, Simm)

FILE *Fpg	Descriptor del Archivo de Trabajo.
float p[]	Arreglo de Demandas.
int. hti	Semana para la cual se hace la simulación.
int ht	Horas del período de estudio.
DATAGEN Centrale[]	Arreglo de Centrales a despachar.
int nci	Primer elemento de la lista.
int nct	Ultimo elemento de la lista.
int Simm	Tipo de Simulación 0 para energía, 1 para potencia.

PROCESO: Coloca todas las Centrales de la lista en la curva de duración de carga, utilizando el método de Newton Raphson o Binary Search o simplemente despacha la Central en la base de la curva, todas las Centrales con restricción se despachan óptimamente en la curva. Todas las Centrales despachadas se graban en el archivo datgenxx.bin.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: SWapGeneración

SINTAXIS:       int   SWapGeneración(Fpg, reg, Centrale, Pg, ht)  
 FILE \*Fpg                    Descriptor del Archivo de trabajo  
                                   datgenxx.bin  
           int   reg                    Número de registro a grabar.  
 DATAGEN \*Centrale        Datos de la Central Despachada.  
 float Pg[]                Arreglo de potencia horaria Despachada  
                                   por la Central.  
           int   ht                    Horas del período de estudio.

PROCESO:        Graba en el Archivo de trabajo datgenxx.bin los Datos  
 generales de la Central así como su Potencia horaria  
 despachada cuando es simulación para potencia y valores  
 de energía semanal cuando es simulación para energía.

VALOR QUE REGRESA:   Regresa el número de datos de potencia o energía  
 grabados.

---

FUNCION:        Costos

SINTAXIS:       #include "Costos.h"  
                  #include "Utlib.h"  
           int   Costos()

PROCESO:        Realiza las operaciones básicas sobre los registros del  
 Archivo de Costos: Altas, bajas, modificaciones y  
 consultas.

VALOR QUE REGRESA:   0

---

FUNCION:        GetCostos

SINTAXIS:       #include "Costos.h"  
           int   GetCostos(Fp, Reg, DCostos)  
 FILE \*Fp                    Descriptor del Archivo de Costos.  
           int   Reg                    Número de registro deseado.  
 COSTOS \*DCostos   Estructura de los Datos de cada registro  
                                   del archivo de Costos.

PROCESO:        Trae a memoria un registro del Archivo de Costos, este  
 registro regresa en la estructura DCostos y Corresponde  
 al registro Reg.

VALOR QUE REGRESA:   Regresa el número de datos leídos.

---

FUNCION:        PutCostos

SINTAXIS:        #include "Costos.h"  
                   int    PutCostos(Fp, Reg, DCostos)  
                   FILE \*Fp                Descriptor del Archivo de Costos.  
                   int    Reg               Número del registro deseado.  
                   COSTOS DCostos        Estructura de los Datos de cada  
   registro.

FUNCION:         CostosR

SINTAXIS:       #include "Costos.h"  
                   Int    CostosR()

PROCESO:         Genera el reporte del Archivo de Costos grabando primero  
                   un archivo temporal para después mandarlo a la impresora.

VALOR QUE REGRESA:    0 Cuando no hay error diferente de cero cuando hay  
                           un error en la apertura del archivo.

---

FUNCION:         Demandas()

SINTAXIS:       #include "Utlib.h"  
                   Int    Demandas()

PROCESO:         Realiza las operaciones básicas sobre los registros del  
                   Archivo de Demandas.

VALOR QUE REGRESA:    0

---

FUNCION:         GetDemandas

SINTAXIS:       int    GetDemandas(Fp, reg, list, nd)  
                   int    PutDemandas(Fp, Sist, reg, nd, List)  
                   FILE \*Fp                Descriptor del Archivo Demandas.  
                   int    reg               Número de registro.  
                   int    list[]           Arreglo de datos leídos.  
                   int    nd                Número de datos a leer.

PROCESO:         Esta función es de propósito general, ya que el archivo  
                   contiene n valores horarios de demanda para cada sistema,  
                   éstos son accedidos según el valor de nd. El número de  
                   registro equivale a los días transcurridos desde el 1 de  
                   enero de 1987, por lo que el registro correspondiente a  
                   esta fecha será el registro número 1, el registro 3  
                   equivale a la fecha 3 de enero de 1987, etc.

VALOR QUE REGRESA:    Regresa el número de datos leídos.

---

FUNCION:           GetPronostico

SINTAXIS:        int   pronostico(fp, sem, Factor, Forec)  
 FILE \*fp         Descriptor del archivo de demandas.  
 int   sem         Número de semana.  
 float Factor     Factor de crecimiento para el año de estudio.  
 int   Forec[]    Arreglo de Demandas pronosticadas para el año de estudio.

PROCESO:         En base al arreglo de demandas y al factor de crecimiento, esta función calcula el pronóstico de una semana y lo regresa en la variable Forec[]. Este pronóstico es la multiplicación de cada valor horario de Demandas y el factor correspondiente.

VALOR QUE REGRESA:    0

---

FUNCION:           especifs

SINTAXIS:        #include "utlib.h"  
 int   especifs(Simm, FileNew, year, sem, el, der, Sist)  
 int   Simm        Tipo de simulación 0 = para energía, 1 = para potencia  
 int   \*FileNew    0 = No se acepta el archivo de demandas. 1 = Si se acepta el archivo de demandas.  
 int   \*year       año de estudio 1991 - 2000 o mayor.  
 int   \*sem        semana a estudiar.  
 int   \*el         tipo de estación, 0 = Lluviosa, 1 = Seca  
 int   der[]       Lista de Sistemas derramando 1 = derramando, 0 = sin derrame.  
 int   Sist[]     Lista de sistemas que intervienen en el estudio.

PROCESO:         Solicita los datos Dinámicos para la simulación, como son los sistemas, número de semana, año de estudio, sistemas con derrame y el nombre del archivo de demandas a considerar en su caso. Normalmente se utiliza el archivo de demandas de 1987 pero si alguien decide proporcionar uno diferente debe estar en código ASCII y no se permite una semana y un sistema aislado.

VALOR QUE REGRESA:    Regresa el número de sistemas que intervienen en la simulación.

---

FUNCION:           Factores

SINTAXIS:        #include "utlib.h"  
 int   Factores()

PROCESO: Realiza las operaciones básicas sobre los registros del archivo de Factores.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: GetFactor  
PutFactor

SINTAXIS: int GetFactor( Fp, reg, Factor)  
int PutFactor( Fp, reg, Factor)  
FILE \*Fp Descriptor del archivo de Factores.  
int reg Número de registro.  
float Factor Factor de crecimiento para el registro deseado, equivale a los años de estudio para los que hay factores dados de alta.

PROCESO: Ambas funciones son semejantes, la primera de ellas lee un registro del archivo mientras la segunda lo graba en el archivo.

VALOR QUE REGRESA: Ambas funciones regresan el número de datos leídos o escritos cuando la operación es exitosa y -1 cuando hay algún error.

---

FUNCION: FactoresR

SINTAXIS: int FactoresR()

PROCESO: Prepara el reporte de todos los factores de crecimiento para los 6 sistemas en un archivo temporal para luego mandarlo a la impresora.

VALOR QUE REGRESA: 0 Si no hubo error.

---

FUNCION: BinarySearch

SINTAXIS: int BinarySearch( p, ht, demin, demax, pmax, wmax, p1, p2)  
float p[] Arreglo de demandas horarias.  
int ht Número de horas del período.  
float demin Demanda mínima de la curva de duración de carga.  
float demax Demanda máxima de la curva de duración de carga.  
float pmax Valor de potencia máxima de operación.  
float wmax Energía a colocar en la curva de duración de carga.  
float \*p1 Valor máximo donde se coloca la central.  
float \*p2 Valor mínimo en donde se coloca de central.

PROCESO: Coloca óptimamente la energía de la central en la curva de duración de carga, calculando en forma iterativa la energía asociada a las ordenadas p1, p2 hasta que la diferencia de la energía calculada es aproximadamente igual a la energía máxima a colocar.

VALOR QUE REGRESA:     -1    Cuando no hay convergencia o no se pudo colocar la central en la curva de duración de carga.  
                               1    Se colocó óptimamente la central.  
                               2    Hay excedentes de energía, la central tiene que colocarse en la base.

---

FUNCION:                NewtonRaphson

SINTAXIS:             int NewtonRaphson( p, ht, demin, demax, pmax, wmax, p1, p2)  
                           float p[]             Arreglo de demandas horarias.  
                           int ht                Número de horas del período.  
                           float demin         Demanda mínima de la curva de duración de carga.  
                           float demax         Demanda máxima de la curva de duración de carga.  
                           float pmax         Valor de potencia máxima de operación.  
                           float wmax         Energía a colocar en la curva de duración de carga.  
                           float \*p1            Valor máximo donde se coloca la central.  
                           float \*p2            Valor mínimo en donde se coloca de central.

PROCESO: Coloca óptimamente la energía de la central en la curva de duración de carga, calculando en forma iterativa la energía asociada a las ordenadas p1, p2 hasta que la diferencia de la energía calculada es aproximadamente igual a la energía máxima a colocar. La central colocada se realiza poniendo la central a su potencia máxima. En ambas funciones se regresa el nivel máximo y mínimo donde se colocó la energía.

VALOR QUE REGRESA:     -1    Cuando no hay convergencia o no se pudo colocar la central en la curva de duración de carga.  
                               1    Se colocó óptimamente la central.

---

FUNCION:                GetCentralesActivas

SINTAXIS:            #include "catpla.h"  
                       #include "datagen.h"  
                       int  GetCentraleActivas(Sist, Centrale, nci, year)  
                       int  Sist                Número de sistema (0 Guatemala, 1  
   El Salvador, ... 5 Panamá).  
                       CENTRAL Centrale[]     Arreglo de centrales  
                       int  nci                Apuntador al primer elemento libre  
   en el arreglo Centrale[].  
                       int  year                Año de estudio. Válido de 1991 a  
   2000 o mayor.

PROCESO:            Lee del catálogo de centrales todas aquellas que pertenecen al año de estudio y sistema dado. Las centrales regresan en el arreglo de centrales.

VALOR QUE REGRESA:   Regresa el número de centrales activas en el año y sistema proporcionado.

---

FUNCION:            GetCentral  
                       PutCentral

SINTAXIS:            #include "catpla.h"  
                       int  GetCentral( Fp, reg, Central)  
                       int  Putcentral( Fp, reg, Central)  
                       FILE \*Fp                Descriptor del archivo del  
   catálogo de centrales.  
                       int  reg                Número de registro a leer o  
   grabar.  
                       CENTRAL \*Central        Datos de la central.

PROCESO:            Lee, graba un registro del catálogo de centrales, la información concerniente a la central regresa en la estructura central.

VALOR QUE REGRESA:   Regresa el número de datos leídos, grabados respectivamente.

---

PROGRAMA:            SOSEICA

PROCESO:            Este es el módulo principal que controla todos los procesos y funciones del sistema SOSEICA, todas las actividades se realizan en forma interactiva, de tal forma que su uso se hace muy sencillo.

Este módulo, al ser el principal llama pocas funciones, éstas a su vez llaman otras, de tal forma que se va desglosando el programa en módulos más simples de entender.

---

FUNCION:            PSimulaciones

SINTAXIS:           int PSimulaciones()

PROCESO:           Esta función es la que realiza el proceso de simulación para las opciones de energía y potencia así como para la operación aislada e integrada.

Lee de los archivos básicos toda la información necesaria en el proceso de simulación, genera el pronóstico de demanda para el año de estudio y hace la colocación de cada central en la curva de duración de carga; es decir, este módulo prepara todo el medio ambiente para llevar a cabo una simulación, la cual comprende un período de una semana o todo el año ( 52 semanas ). El proceso de Simulación que originalmente tardaba aproximadamente 35 minutos se redujo considerablemente con esta nueva programación (se ha monitoreado este proceso de simulación y tarda aproximadamente 9 minutos por semana por sistema en una PC-XT de 8 Mhz.).

VALOR QUE REGRESA:    0

---

## 2.2 Funciones de propósito general

FUNCION:            MenusGrales

SINTAXIS:           int MenusGrales( x1, y1, Head, Menus, NuT, True)  
 int x1, y1 Coordenadas donde inicia el desplegado del menú.  
 char \*Head Encabezado del Menú, también se le puede llamar identificación del menú.  
 char \*Menus[]       Arreglo que contiene la descripción de las opciones del menú.  
 int NuT             Número total de opciones a desplegar en la ventana del Menú de opciones.  
 int True[] Arreglo de opciones activas (0=desactivadas, 1 = activadas)

PROCESO:           Despliega una lista de opciones para seleccionar una de ellas. Estas opciones se seleccionan moviéndose con las flechas o utilizando la letra mnemónica en color rojo brillante. Si optó con las flechas, colóquese en la opción deseada y pulse Enter. Si su opción fue con las letras mnemónicas, al pulsar la letra de la actividad deseada, ésta queda seleccionada. Puede salir sin efectuar ninguna selección pulsando la tecla ESC.

VALOR QUE REGRESA: Regresa el valor numérico correspondiente a la posición que ocupa la actividad seleccionada en el arreglo \*Menus[] y varía de 0 a NuT - 1.

---

FUNCION: SetWindow

SINTAXIS: int SetWindow( x1, y1, x2, y2, Fc, Bc, Text)  
 int x1, y1 coordenadas de la esquina superior izquierda de la ventana.  
 int x2, y2 Largo y ancho de la ventana.  
 int Fc Número correspondiente al color del frente de la ventana.  
 int Bc Número correspondiente al color del fondo de la ventana.  
 char \*Text Encabezado de la ventana.

PROCESO: Dibuja una ventana con las dimensiones especificadas, poniéndole marco gráfico en color blanco así como los colores del fondo y frente de la ventana.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: WindowStatus

SINTAXIS: int WindowStatus( Line )  
 char \*Line Descripción del mensaje.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: entda

SINTAXIS: int entda( x, y, Tip, Prompt, Dfl, Lon, Dato, UL)  
 int x, y Coordenada donde se despliega el prompt.  
 int Tip Tipo de dato a capturar (-1 cadena, 0 entero y 1 real).  
 char \*Prompt Descripción del texto a capturar.  
 char \*Dfl Dato a regresar en caso de que se deje el campo a capturar en blanco o se teclee Enter.  
 int Lon Número máximo de caracteres a capturar.  
 DATOS \*Dato Dirección de la estructura en la cual se regresan los datos de captura (Dato.entero, Dato.real, Dato.string).  
 int UL Es un valor numérico indicando si se desea conversión a mayúsculas o minúsculas (0 = minúsculas, 1=mayúsculas).

PROCESO: Realiza la captura de información por líneas de acuerdo al dato solicitado, presenta la opción de regresar siempre el valor de la variable Dfl cuando se pulsa Enter.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

FUNCION: ScrInicio

SINTAXIS: int ScrInicio( File, Corcf, ncf, Corcv, ncv, At)  
char \*File Nombre del archivo secuencial ASCII que define la forma de captura.  
SCRCF Corcf[] Estructura de campos fijos.  
int \*ncf Número de campos fijos en el arreglo de campos fijos.  
SCRcv Corcv[] Estructura de campos variables.  
int \*ncv Número de campos variables en el arreglo Corcv[].  
char \*At Atributos de la ventana y campos de captura.

PROCESO: Lee de un archivo secuencial ASCII los campos fijos y campos variables que definen la forma de captura de acuerdo a la forma diseñada por el usuario.

VALOR QUE REGRESA: Regresa la longitud de la línea mayor encontrada en el archivo.

---

FUNCION: Screen

SINTAXIS: int Screen( x, y, len, Corcf, ncf, Corcv, ncv, inicio, fileh, text, at)  
int x, y Coordenadas donde inicia la ventana de captura (esquina superior izquierda de la ventana).  
int len Longitud de la ventana (el ancho se calcula automáticamente con el número de campos variables y/o fijos).  
SCRCF Corcf[] Arreglo de estructuras que definen los campos fijos.  
int ncf Número de campos fijos contenidos en el arreglo Corcf[].  
SCRcv Corcv[] Arreglo de estructuras que definen los campos variables.  
int ncv Número de campos variables contenidos en el arreglo Corcv[].  
int inicio Apuntador al primer campo variable a capturar.  
char file[] Nombre del archivo de ayuda en línea para el usuario.  
char \*text Identificación de la ventana de captura.

char \*at            Atributos de la ventana y campos de captura.

PROCESO:            Realiza la captura de información en una forma de captura diseñada previamente por el usuario (ver el tema correspondiente en el capítulo II del manual de usuario para mayor información).

VALOR QUE REGRESA:    Regresa el último comando tecleado (para una lista detallada de comandos utilizados vea el manual de usuario).

---

FUNCION:            KMoveS  
                       KMoveF  
                       KMoveI

SINTAXIS:           int KMoveS( char k, char ix[], int n)  
                       int KMoveF( float k, float ix[], int n)  
                       int KMoveI( int k, int ix[], int n)

k            Valor a asignar a todos los elementos del arreglo ix[].

ix[]        Arreglo al que se le asignará el valor de la constante k.

n            Número de elementos a llenar con la constante k.

PROCESO:            Iguala los elementos del arreglo ix[] con la constante k.

VALOR QUE REGRESA:    Número de elementos asignados al arreglo exitosamente.

---

FUNCION:            DiasTranscurridos

SINTAXIS:           int long DiasTranscurridos( Fecha )  
                       DATE Fecha            Estructura en la cual se especifica la fecha. El rango permitido para esta especificación es del año 1700 al 2100.

PROCESO:            Dada una fecha (año, mes, día) esta función determina cuantos días han transcurrido desde el año 1700 hasta la fecha dada.

VALOR QUE REGRESA:    Regresa los días transcurridos.

---

FUNCION:            QueDiaEs

**SINTAXIS:**        int QueDiaEs( DiasT )  
                   int long DiasT        Días transcurridos desde el año  
   1700. Este valor debe ser el que  
   regresa la función  
   DiasTranscurridos.

**PROCESO:**        Dado el número de días transcurridos desde el año 1700,  
 esta función determina el nombre del día de la semana que  
 le corresponde a los días transcurridos.

**VALOR QUE REGRESA:**   Regresa un valor numérico que representa el nombre  
 del día de la semana (0 = Domingo, 1 = Lunes..., 6  
 = Sábado).

---

**FUNCION:**        PlusMinusDate

**SINTAXIS:**        int PlusMinusDate( Fecha, inc, FechaN)  
                   DATE Fecha        Fecha base.  
                   int inc            Incremento (+,-) de días.  
                   DATE FechaN        Nueva fecha calculada.

**PROCESO:**        Dada una fecha en la forma año, mes, día, y un incremento  
 de días (+,-), esta función calcula la nueva fecha y la  
 regresa en la variable FechaN.

**VALOR QUE REGRESA:**   -1 cuando hubo error.

---

**FUNCION:**        MoveF  
                   MoveI

**SINTAXIS:**        int MoveF( float x[], float y[], int n)  
                   int MoveI( int x[], int y[], int n)

**PROCESO:**        Mueve los datos del arreglo x[] al arreglo y[] y/o copia  
 los n valores del arreglo x[] al arreglo y[].

**VALOR QUE REGRESA:**   0

---

**FUNCION:**        SumaF

**SINTAXIS:**        int SumaF( float ixi[], int n, float        \*Va\_lor)  
                   ixi[]        Arreglo de valores a sumar.  
                   n            Número de valores esn ixi[].  
                   \*Va\_lor     Es la suma de todos los valores del arreglo.

**PROCESO:**        Dado el arreglo de valores y el número de valores  
 contenido en el arreglo, esta función calcula la suma de  
 los n valores del arreglo y la regresa en el apuntador  
 \*Va\_lor.

VALOR QUE REGRESA: 0

---

## 2.3 Definición de estructuras

### 2.3.1 Estructura del archivo de costos

```
typedef struct {
    char Del;
    char Clave[2];
    int Perdidas,
        Peaje;
} COSTOS;
```

### 2.3.2 Estructura del archivo del catálogo de centrales

```
#define MAX_CAR 21 /* máximo num. de caracteres para el
                    nombre de la central */

typedef struct {
    char Del; /* Bandera de registro */
    char Clave[4]; /* clave de la central */
    char nombre[MAX_CAR]; /* nombre de la central */
    short int tipo_gen, /* tipo de central */
        anio_ent, /* año entrada en operación */
        anio_sal; /* año salida de operación */
    wmin, /* energía generable min */
    wmax, /* energía generable max */
    fp, /* factor de planta */
    fd, /* factor de disponibilidad */
    tmp, /* tipo de motor primario */
    tc; /* tipo de combustible */
    float pmax, /* potencia máxima o efectiva */
        pmin, /* potencia mínima */
        ren, /* rendimiento */
        cup; /* costo unitario de combustible */
} CENTRAL;
```

### 2.3.3 Estructura del archivo de trabajo

```
#define MAX_CAR 21
typedef struct {
    char Clave[4]; /* clave de la central 3 caracteres el
                    caracter 4 es para el retorno de carro
                    (caracter 13) */
    char Nombre[MAX_CAR]; /* Nombre de la central */
    int Tipo, /* tipo de central (1, .. 5) */
        Dir, /* dirección que ocupa en catpla */
        Registro, /* número de registro en datagen */
};
```

```

    Sistem,          /* sistema al que pertenece */
    Limitación,     /* indica si la central tiene limitación*/
    Indicador,      /* indica si se colocó la central */
    Tc,             /* tipo de combustible en térmicas */
    Fp,             /* factor de planta */
    Fd;             /* factor de disponibilidad */
float Pmax,        /* potencia máxima de operación */
    Pmin,          /* potencia mínima de operación */
    Wmin,          /* Energía en estación seca */
    Wmax,          /* energía en estación lluviosa */
    Pma,           /* potencia máxima disponible */
    Wma,           /* energía máxima generable */
    Wge,          /* energía máxima generada */
    PMaxG,        /* Potencia máxima generada */
    Cup;          /* Costo Unitario del combustible */
float Ren,         /* rendimiento */
    Criterio;     /* criterio de ordenamiento para el desp*/
} DATA_GEN;

```

#### 2.3.4 Estructura para la captura de datos por línea

```

typedef struct {
    char string[80];
    int entero;
    float real;
}DATOS;

```

#### 2.3.5 Estructura para las fechas

```

typedef struct {
    int Year;
    int Month;
    int Day;
}DATE;

```

#### 2.3.6 Estructura para las formas de captura

```

#define StakV 64 /* define el tamaño máximo del string */
#define StakF 16 /* define el tamaño máximo del formateo */

typedef struct {
    char palabra[StakV];
} SCRCF;

typedef struct {
    char Stack[StakV];
    char TrueF; /* -1 no válida, 0... válida */
    char StrValida[StakV];
    int Xc;

```

```
int Yr;
char TDate;
char Fmt[StakF];
int Len;
}SCRCV;
```

### 2.3.7 Estructura para el archivo países

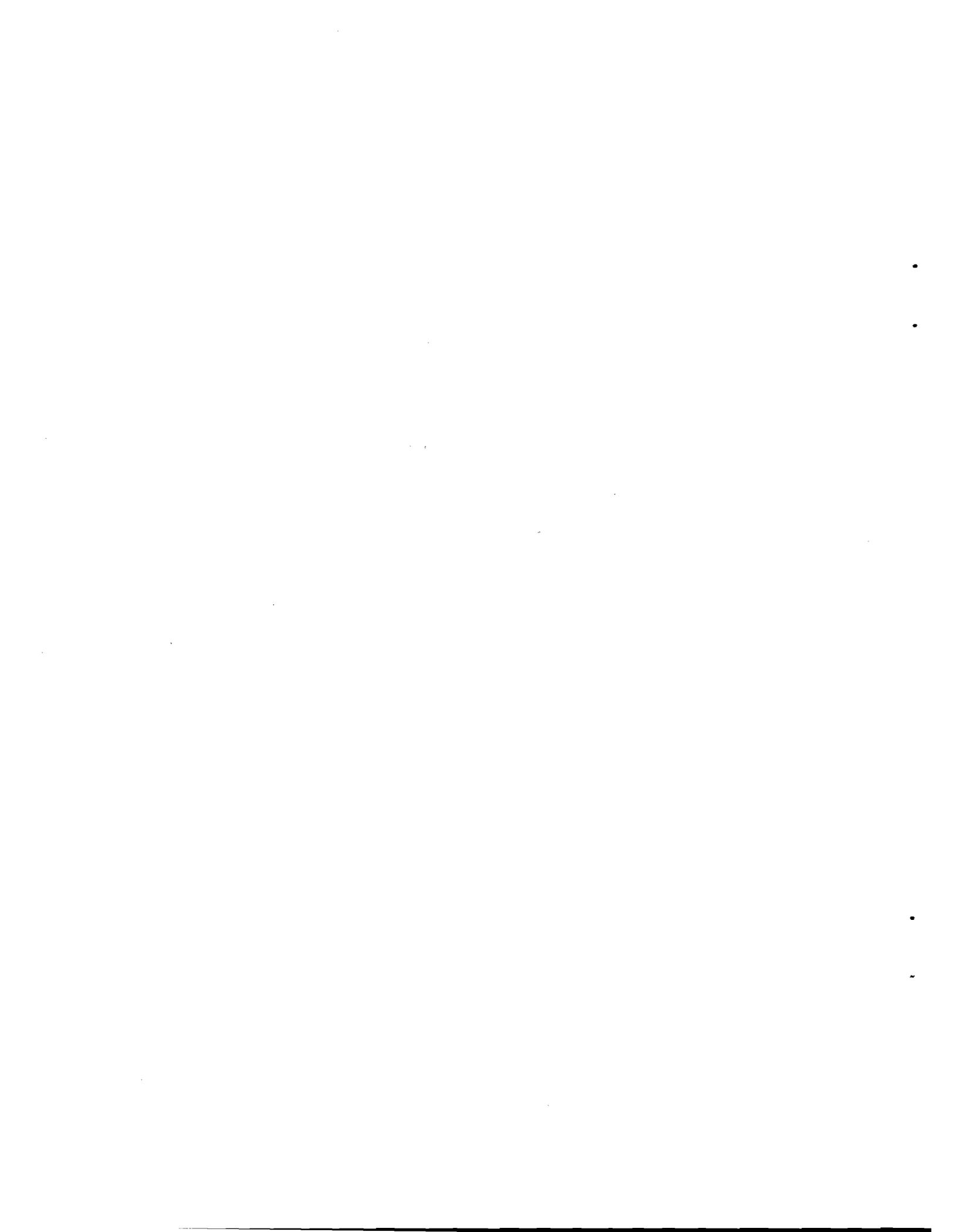
```
typedef struct {
    char Del;                /* bandera de estados */
    char Clave[2];          /* clave del país */
    char NombreP[14];       /* Nombre del país */
    float Flete;           /* Costo del flete de combustible*/
} PAIS;
```

### 2.3.8 Estructura para el archivo de factores

```
typedef struct {
    char Del;                /* bandera de estados */
    char Clave[5];          /* año de estudio */
    float Fact;             /* FACTOR correspondiente al año*/
} FACTOR;
```

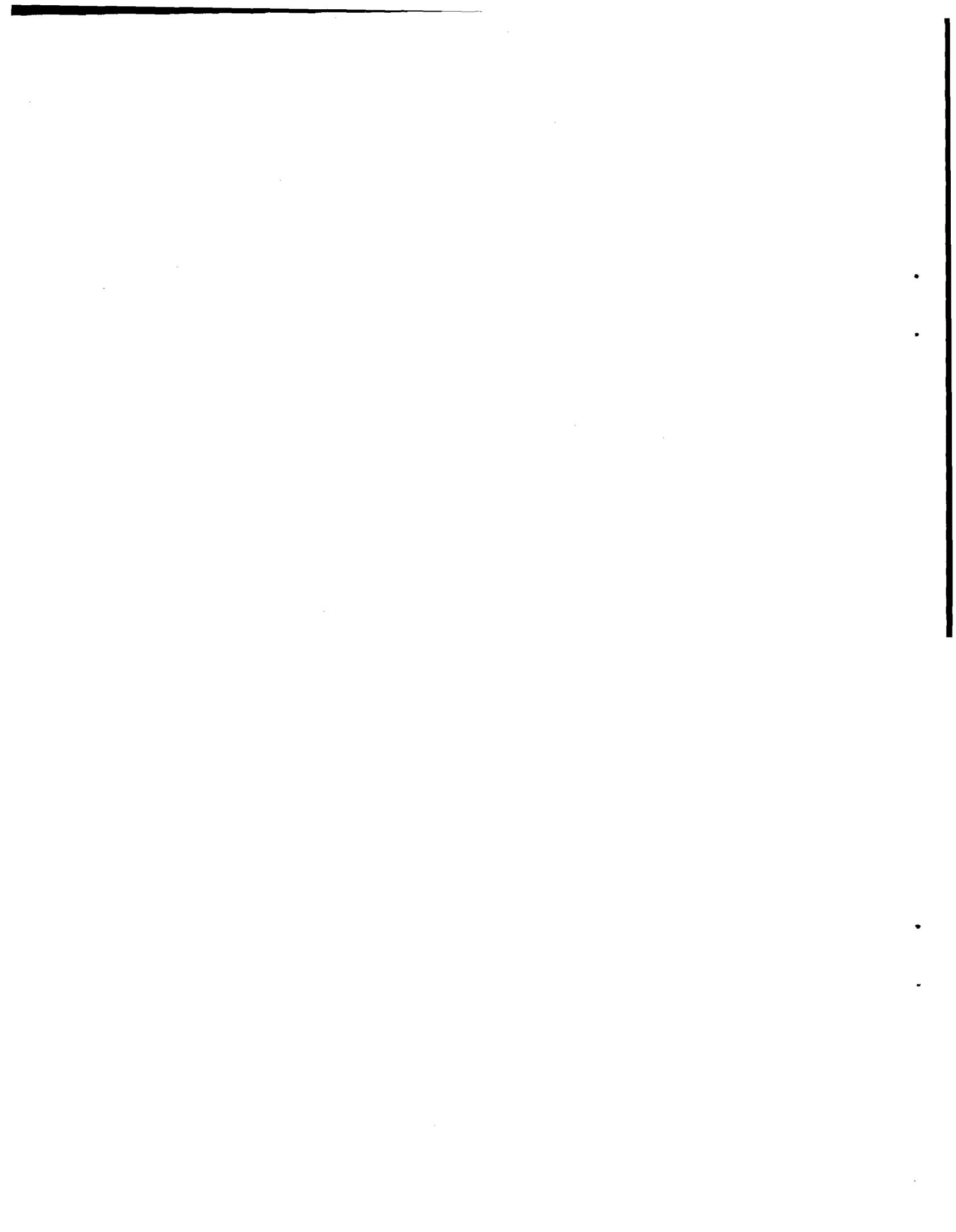
## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bernhardt G. A. Skrotzki, Electric System Operation, McGraw -Hill Book Company, Inc.
- [2] B.P. Deminovich, I.A. Maron, Computational Mathematics, MIR Publishers, Moscow.
- [3] Curtis F. Gerald, Análisis Numérico, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México.
- [4] Harry G. Stoll, Least-Cost Electric Utility Planning, John Wiley & Sons 1988.
- [5] Cosme Urdaybay S, Simulador Puntual del Comportamiento Físico y Económico de un Sistema Eléctrico, Reporte interno CFE, México.



**Anexo 1/**

1/ Esta sección incluye resultados de simulaciones para que el usuario conozca de antemano los diferentes reportes que puede obtener del sistema SOSEICA, en la inteligencia que los ejemplos mostrados se tomaron aleatoriamente tomando casos típicos.









COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

94.

2 HONDURAS

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
DETALLE SEMANAL DEL AÑO 1994  
( valores en MWh )

CENTRAL	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	tota
EL NISPERO	423.3	423.1	423.9	423.3	423.3	422.9	423.0	423.2	423.0	424.1	423.3	423.2	423.0	
	423.2	423.0	422.5	423.0	423.1	423.1	423.1	422.8	423.1	2308.4	2307.7	2307.6	2308.0	
	2307.6	2307.1	2307.7	2307.7	2307.7	2308.5	2307.7	2307.3	2307.5	2307.1	2307.0	2307.8	2307.6	
	2307.7	2308.5	2307.0	2307.8	2307.7	2307.3	2307.8	2308.5	2307.5	422.8	423.0	422.4	422.5	70999.6
EL CAJON	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27768.9	
	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	27769.2	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	
	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	
	26076.9	26076.8	26076.9	26076.9	26076.9	26076.9	26076.8	26076.9	26076.4	27769.2	27769.0	27769.0	27769.0	01399998.2
CAÑAVERAL-RIO LINDO	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.4	14192.3	14192.3	14192.4	14192.4	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	
	14192.3	8284.6	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.4	14192.3	
	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.4	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	
	14192.4	14192.3	4750.1	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.3	14192.4	14192.3	722650.5
LA PUERTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	775.4	1764.0	1761.2	1648.0	1757.6	1764.0	1152.5	
	1763.6	0.0	297.0	0.0	1745.9	1764.0	1764.0	205.3	439.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1764.0	1764.0	9.4	0.0	22139.9
PUERTO CORTES	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	1223.7	0.0	0.0	1236.1

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL ISTMO CENTROAMERICANO  
RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA ESTUDIO DEL AÑO:1994  
1 EL SALVADOR

DE LA SEMANA: 1 A LA:52

Sem	G E O T E R M I C A S			H I D R A U L I C A S			T E R M I C A S			GenTotal (GWh)	Demanda (GWh)	Diferen. (GWh)	Costotal (k\$)
	(GWh)	(Ton)	(k\$)	(GWh)	(Mm <sup>3</sup> )	(k\$)	(GWh)	(kBl)	(k\$)				
1	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	0.000	0.000	0.000	43.879	49.918	-6.039	43.879
2	15.456	15456.002	15.456	28.422	28.422	28.422	0.000	0.000	0.000	43.878	51.578	-7.700	43.878
3	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	0.000	0.000	0.000	43.879	49.204	-5.324	43.879
4	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	0.000	0.000	0.000	43.879	50.581	-6.702	43.879
5	15.456	15456.002	15.456	28.422	28.422	28.422	0.509	0.142	0.006	44.387	51.745	-7.358	43.884
6	15.456	15456.002	15.456	28.422	28.422	28.422	0.112	0.031	0.001	43.991	50.523	-6.532	43.880
7	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	3.102	0.879	0.037	46.982	53.281	-6.299	43.917
8	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	5.655	1.748	0.073	49.533	53.431	-3.898	43.952
9	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	4.174	1.244	0.052	48.053	53.969	-5.916	43.931
10	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	3.228	0.922	0.039	47.108	53.614	-6.506	43.918
11	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	5.855	1.816	0.076	49.734	53.517	-3.783	43.955
12	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	8.813	2.856	0.120	52.693	55.505	-2.812	43.999
13	15.456	15456.002	15.456	28.422	28.422	28.422	3.702	1.083	0.046	47.580	53.947	-6.367	43.924
14	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	7.774	2.468	0.104	51.654	54.194	-2.540	43.984
15	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	0.000	0.000	0.000	43.879	46.576	-2.697	43.879
16	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	3.018	0.851	0.036	46.897	51.461	-4.564	43.915
17	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	0.000	0.000	0.000	43.880	49.295	-5.416	43.880
18	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	4.058	1.205	0.051	47.937	54.208	-6.272	43.929
19	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	6.645	2.084	0.088	50.524	54.639	-4.115	43.967
20	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	8.785	2.812	0.118	52.663	54.739	-2.076	43.997
21	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	2.982	0.839	0.035	46.862	54.213	-7.351	43.916
22	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	3.028	0.854	0.036	46.907	52.750	-5.843	43.915
23	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	52.259	-2.842	49.418
24	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	51.407	-1.989	49.418
25	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	52.297	-2.880	49.417
26	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	51.322	-1.905	49.417
27	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	51.548	-2.131	49.417
28	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	51.025	-1.607	49.418
29	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	52.379	-2.962	49.418
30	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	52.941	-3.524	49.418
31	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	41.790	7.628	49.417
32	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	52.120	-2.702	49.418
33	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	53.071	-3.654	49.417
34	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	52.447	-3.030	49.417
35	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	52.944	-3.525	49.418
36	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	53.013	-3.596	49.417
37	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	50.904	-1.486	49.418
38	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	53.374	-3.955	49.418
39	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	54.773	-5.356	49.417
40	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	54.174	-4.756	49.417
41	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	53.722	-4.304	49.418
42	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	54.159	-4.741	49.417
43	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	54.489	-5.072	49.417
44	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	50.222	-0.804	49.418
45	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	55.874	-6.457	49.418
46	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	57.914	-8.496	49.418
47	15.456	15456.002	15.456	33.962	33.962	33.962	0.000	0.000	0.000	49.418	58.172	-8.754	49.418
48	15.456	15456.002	15.456	33.961	33.961	33.961	0.000	0.000	0.000	49.417	58.134	-8.717	49.417
49	15.456	15456.002	15.456	28.424	28.424	28.424	8.942	3.054	0.128	52.822	58.210	-5.388	44.008
50	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	11.002	6.219	0.261	54.882	59.166	-4.284	44.141
51	15.456	15456.002	15.456	28.423	28.423	28.423	0.361	0.101	0.004	44.240	54.289	-10.049	43.883
52	15.456	15456.002	15.456	28.422	28.422	28.422	0.003	0.001	0.000	43.882	53.196	-9.314	43.878
Tot	803.713	803713.375	803.713	1621.997	1621.997	1621.997	91.748	31.210	1.311	2517.458	2754.220	-236.762	2427.02

Sem	G E O T E R M I C A S			H I D R A U L I C A S			T E R M I C A S			GenTotal (GWh)	Demanda (GWh)	Diferen. (GWh)	Costotal (k\$)
	(GWh)	(Ton)	(k\$)	(GWh)	(Mm <sup>3</sup> )	(k\$)	(GWh)	(kBl)	(k\$)				
5	16.632	16632.000	16.632	95.463	95.463	95.463	19.354	3.938	0.165	131.449	115.711	15.738	112.260
6	16.632	16632.000	16.632	95.462	95.462	95.462	20.103	4.952	0.208	132.196	117.313	14.883	112.302
7	16.632	16632.000	16.632	95.461	95.461	95.461	19.783	4.519	0.190	131.876	118.181	13.695	112.283
8	16.632	16632.000	16.632	95.460	95.460	95.460	22.850	8.669	0.364	134.942	118.479	16.463	112.456
9	16.632	16632.000	16.632	95.461	95.461	95.461	22.921	8.764	0.368	135.014	117.515	17.499	112.461
10	16.632	16632.000	16.632	95.464	95.464	95.464	21.009	6.178	0.259	133.105	116.754	16.351	112.355
11	16.632	16632.000	16.632	95.462	95.462	95.462	22.347	7.988	0.335	134.441	118.191	16.250	112.430
Tot	116.424	116424.000	116.424	668.234	668.234	668.234	148.366	45.009	1.890	933.024	822.144	110.880	786.54

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION AISLADA  
 ESTUDIO DEL AÑO:1993 DE LA SEMANA: 1 A LA:52

PAIS	GEO	HIDRO	TERMICO GWh	INTERC	DEMANDA
	<----->				
0 GUATEMALA	0.000	1809.991	1094.211	-0.001	2904.204
1 EL SALVADOR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2 HONDURAS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3 NICARAGUA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4 COSTA RICA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5 PANAMA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
 ESTUDIO DEL AÑO:1994 DE LA SEMANA: 1 A LA:52

PAIS	GEO	HIDRO	TERMICO GWh	INTERC	DEMANDA
0 GUATEMALA	117.936	1487.572	548.362	-958.595	3112.464
1 EL SALVAD	803.712	1621.999	91.748	-236.761	2754.220
2 HONDURAS	0.000	2193.649	23.376	-77.448	2294.474
3 NICARAGUA	628.992	465.004	165.111	-228.669	1487.777
4 COSTA RIC	0.000	3195.450	1048.168	-311.722	4555.341
5 PANAMA	0.000	3887.012	1045.544	1813.189	3119.366

SIMULACION DE LA OPERACION AISLADA  
ESTUDIO DEL AÑO: 1995 DE LA SEMANA: 12 A LA: 12

PAIS	GEO	HIDRO	TERMICO GWh	INTERC	DEMANDA
	<----->				
0 GUATEMALA	2.268	31.652	33.526	-0.000	67.446
1 EL SALVADOR	35.112	27.396	0.000	-0.000	62.508
2 HONDURAS	0.000	42.385	10.944	-0.000	53.329
3 NICARAGUA	12.096	9.270	6.151	0.000	27.517
4 COSTA RICA	16.632	77.559	0.000	0.000	94.191
5 PANAMA	0.000	50.578	9.988	-0.000	60.567

SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
 ESTUDIO DEL AÑO:1996 DE LA SEMANA:42 A LA:42

PAIS	GEO	HIDRO	TERMICO GWh	INTERC	DEMANDA
	<----->				
0 GUATEMALA	2.268	44.230	3.360	-17.699	67.557
1 EL SALVADOR	39.346	33.962	0.000	7.864	65.443
2 HONDURAS	0.000	42.575	2.765	0.585	44.754
3 NICARAGUA	12.096	8.615	1.777	-10.552	33.041
4 COSTA RICA	24.948	78.574	17.783	17.783	103.522
5 PANAMA	0.000	51.153	14.813	2.018	63.948

SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
 ESTUDIO DEL AÑO:1997 DE LA SEMANA:38 A LA:38

PAIS	GEO	HIDRO	TERMICO GWh	INTERC	DEMANDA
	<----->				
0 GUATEMALA	2.268	43.807	26.774	-1.254	74.103
1 EL SALVADOR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2 HONDURAS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3 NICARAGUA	18.900	8.615	6.720	1.254	32.981
4 COSTA RICA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5 PANAMA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO:1994 DE LA SEMANA: 1 A LA:52

	O GUATEMALA					
	Potencia Máxima	Energía Genrable	Energía Generada	Factor Planta	Costo de Combust.	Volumen
Central	(MW)	(MWh)	(MWh)	(%)	(k\$)	****
ZUNIL 1	15.0	117936.0	117936.0	90.0	117936.0	117936.0
GEOTERMICAS	15.0	117936.0	117936.0	90.0	117936.0	117936.0
LAGUNA MIN	20.0	174720.0	174720.0	100.0	10158.1	241860.5
BASE OBLIGATORIO	20.0	174720.0	174720.0	100.0	10158.1	241860.5
SANTA MARIA 1	6.0	18000.0	18002.5	34.3	18002.5	18.0
RIO BOBOS	8.0	56000.0	55996.4	80.1	55996.4	56.0
AGUACAPA	60.0	237999.9	237998.5	45.4	237998.5	238.0
MENORES HIDRO GUATE	15.0	46000.0	45997.2	35.1	45997.2	46.0
LOS ESCLAVOS	13.0	46000.0	45997.1	40.5	45997.1	46.0
DE FILO DE AGUA	102.0	403999.9	403991.6	45.3	403991.6	404.0
CHIXOY	280.0	1317999.8	939582.3	38.4	939582.3	939.6
JURUN MARINALA	60.0	144000.0	143997.4	27.5	143997.4	144.0
DE REGULACION	340.0	1461999.8	1083579.6	36.5	1083579.6	1083.6
MENORES DIESEL GUATE	5.0	21840.0	18345.8	42.0	181.6	4324.8
ESCUINTLA GAS REHAB	78.0	545126.1	265639.4	39.0	2919.1	69502.7
ESCUINTLA VAPOR REHA	80.0	559104.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LAGUNA CICLO COMBI	36.0	220147.1	11978.3	3.8	696.4	16581.2
LAGUNA GAS U4	30.0	209664.0	77678.4	29.6	853.6	20324.0
TERMICO	229.0	1555881.2	373641.9	18.7	4650.8	110732.7
T O T A L	706.0	3714537.0	2153869.0	34.9	1620316.1	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO: 1994 DE LA SEMANA: 1 A LA: 52  
1 EL SALVADOR

	Potencia Máxima	Energía Genrable	Energía Generada	Factor Planta	Costo de Combust.	Volumen
Central	(MW)	(MWh)	(MWh)	(%)	(k\$)	****
BERLIN B.P.2	20.0	160742.5	160742.2	92.0	160742.2	160742.2
AHUACHAPAN ESTABILI	70.0	562598.1	562598.9	92.0	562598.9	562598.9
CHIPILAPA B.P.	10.0	80371.2	80371.1	92.0	80371.1	80371.1
GEOTERMICAS	100.0	803711.9	803712.3	92.0	803712.3	803712.3
15 DE SEPTIEMBRE	157.0	500000.2	499999.8	36.5	499999.8	500.0
5 DE NOVIEMBRE	78.0	607999.9	608000.7	89.2	608000.7	608.0
DE FILO DE AGUA	235.0	1108000.1	1108000.5	54.0	1108000.5	1108.0
GUAJOYO	15.0	64000.0	63998.6	48.8	63998.6	64.0
CERRON GRANDE	135.0	450000.1	449999.5	38.2	449999.5	450.0
DE REGULACION	150.0	514000.1	513998.0	39.2	513998.0	514.0
ACAJUTLA	63.0	385257.7	0.0	0.0	0.0	0.0
MIRAVALLE	15.0	115315.2	2403.2	1.8	155.0	3691.6
SOYAPANGO	42.0	304536.9	41511.7	11.3	593.0	14119.6
SAN MIGUEL	21.0	152268.5	47832.6	26.1	562.7	13398.5
TERMICO	141.0	957378.4	91747.6	7.4	1310.8	31209.7
T O T A L	626.0	3383090.5	2517458.2	46.0	2427021.5	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO:1994 DE LA SEMANA: 1 A LA:52  
2 HONDURAS

Central	Potencia Máxima (MW)	Energía Genrable (MWh)	Energía Generada (MWh)	Factor Planta (%)	Costo de Combust. (k\$)	Volumen ****
EL NISPERO	23.0	71000.0	70999.6	35.3	70999.6	71.0
DE FILO DE AGUA	23.0	71000.0	70999.6	35.3	70999.6	71.0
EL CAJON	300.0	1399999.9	1399998.2	53.4	1399998.2	1400.0
CAÑAVERAL-RIO LINDO	109.0	738000.2	722650.5	75.9	722650.5	722.7
DE REGULACION	409.0	2138000.0	2122648.8	59.4	2122648.8	2122.6
LA CEIBA REHABILIT	20.0	122304.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LA PUERTA	15.0	91728.0	22139.9	16.9	276.7	6589.3
PUERTO CORTES	60.0	366912.0	1236.1	0.2	89.6	2132.6
TERMICO	95.0	580944.0	23375.9	2.8	366.3	8721.8
T O T A L	527.0	2789944.0	2217024.5	48.2	2194014.8	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO: 1994 DE LA SEMANA: 1 A LA: 52  
3 NICARAGUA

Central	Potencia Máxima (MW)	Energía Genrable (MWh)	Energía Generada (MWh)	Factor Planta (%)	Costo de Combust. (k\$)	Volumen ****
HOYO B. P.	10.0	78624.0	78624.0	90.0	78624.0	78624.0
PATRICIO ARGUELLO	70.0	550368.0	550368.0	90.0	550368.0	550368.0
GEOTERMICAS	80.0	628992.0	628992.0	90.0	628992.0	628992.0
WABULE/LAS CANOAS	3.0	15000.0	15003.7	57.2	15003.7	15.0
DE FILO DE AGUA	3.0	15000.0	15003.7	57.2	15003.7	15.0
C. A.-CARLOS FONSEC	94.0	450000.2	450000.3	54.8	450000.3	450.0
DE REGULACION	94.0	450000.2	450000.3	54.8	450000.3	450.0
NICARAGUA	100.0	698880.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TURBINA DE GAS NIC	25.0	174720.0	165111.5	75.6	1411.2	33600.2
MANAGUA U3	45.0	314496.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TERMICO	170.0	1188096.0	165111.5	11.1	1411.2	33600.2
T O T A L	347.0	2282088.2	1259107.5	41.5	1095407.2	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO: 1994 DE LA SEMANA: 1 A LA: 52  
4 COSTA RICA

	Potencia Máxima	Energía Genrable	Energía Generada	Factor Planta	Costo de Combust.	Volumen
Central	(MW)	(MWh)	(MWh)	(%)	(k\$)	****
RIO MACHO	120.0	615000.2	614992.2	58.7	614992.2	615.0
LA GARITA	126.0	704000.2	703996.1	64.0	703996.1	704.0
MENORES HIDRO C.R.	26.0	195000.0	195000.9	85.9	195000.9	195.0
BIRRIS	16.0	90000.0	90001.8	64.4	90001.8	90.0
BELEN-ELECT-NAGATAC	13.0	85000.0	85001.1	74.8	85001.1	85.0
DE FILO DE AGUA	301.0	1689000.5	1688992.1	64.2	1688992.1	1689.0
CACHI	100.0	658999.9	548561.3	62.8	548561.3	548.6
ARENAL-COROBICI	330.0	1474001.0	817899.1	28.4	817899.1	817.9
SANDILLAL	32.0	140000.0	139996.6	50.1	139996.6	140.0
DE REGULACION	462.0	2273001.0	1506457.1	37.3	1506457.1	1506.5
BARRANCA 1	18.0	94348.8	46837.3	29.8	514.7	12254.7
SAN ANTONIO GAS	18.0	94348.8	35295.0	22.4	387.9	9234.7
SAN ANTONIO VAPOR	10.0	61152.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COLIMA	12.0	68140.8	0.0	0.0	0.0	0.0
MOIN	12.0	78624.0	1548.3	1.5	109.0	2596.1
TURBINAS DE GAS CR2	144.0	1006387.7	964488.9	76.7	8243.5	196273.7
TERMICO	214.0	1403002.0	1048169.5	56.1	9255.1	220359.1
T O T A L	977.0	5365003.5	4243619.0	49.7	3204704.2	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

RESUMEN DE LA SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO:1994 DE LA SEMANA: 1 A LA:52  
5 PANAMA

Central	Potencia Máxima (MW)	Energía Genrable (MWh)	Energía Generada (MWh)	Factor Planta (%)	Costo de Combust. (k\$)	Volumen ****
BAHIA MINIMO	30.0	262080.0	262080.0	100.0	22210.2	528813.6
BASE OBLIGATORIO	30.0	262080.0	262080.0	100.0	22210.2	528813.6
LOS VALLES	47.0	272999.8	273001.8	66.5	273001.8	273.0
MENORES HIDRO PANAM	11.0	56000.0	56002.9	58.3	56002.9	56.0
FORTUNA	300.0	1241999.8	1242005.0	47.4	1242005.0	1242.0
ESTRELLA	43.0	236999.9	237003.7	63.1	237003.7	237.0
DE FILO DE AGUA	401.0	1807999.4	1808013.5	51.6	1808013.5	1808.0
FORTUNA ALTA	300.0	1475000.0	1474998.5	56.3	1474998.5	1475.0
BAYANO	150.0	603999.6	603999.7	46.1	603999.7	604.0
DE REGULACION	450.0	2078999.5	2078998.2	52.9	2078998.2	2079.0
SUBESTACION PANAMA	32.0	223641.5	149730.9	53.6	1592.9	37925.8
MENORES TERM PANAMA	18.0	102211.2	83911.5	53.4	830.8	19781.1
CICLO COMBINADO PAN	72.0	503193.8	503193.8	80.0	3106.1	73955.6
MONTE ESPERANZA	21.0	146764.8	44663.2	24.3	531.7	12659.6
B LAS MINAS VAP REH	85.0	594048.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PIELSTICK U1 Y U2	14.0	85612.8	1963.6	1.6	124.3	2959.0
SAN FRANCISCO	9.0	62899.2	0.0	0.0	0.0	0.0
TERMICO	251.0	1718371.4	783463.0	35.7	6185.8	147281.1
T O T A L	1132.0	5867450.5	4932555.0	49.9	3915407.8	

\*\*\*\* Termos = Barriles

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE  
SIMULACION DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DEL  
ISTMO CENTROAMERICANO

SIMULACION DE LA OPERACION INTEGRADA  
ESTUDIO DEL AÑO:1997 DE LA SEMANA:38 A LA:38  
O GUATEMALA

Central	Potencia Máxima (MW)	Energía Genrable (MWh)	Energía Generada (MWh)	Factor Planta (%)	Costo de Combust. (k\$)	Volumen ****
ZUNIL 1	15.0	2268.0	2268.0	90.0	2268.0	2268.0
GEOTERMICAS	15.0	2268.0	2268.0	90.0	2268.0	2268.0
LAGUNA MIN	20.0	3360.0	3360.0	100.0	195.3	4651.2
BASE OBLIGATORIO	20.0	3360.0	3360.0	100.0	195.3	4651.2
LOS ESCLAVOS	13.0	1192.3	1191.6	54.6	1191.6	1.2
RIO BOBOS	8.0	1153.8	1153.2	85.8	1153.2	1.2
AGUACAPA	60.0	5961.5	5961.6	59.1	5961.6	6.0
MENORES HIDRO GUATE	15.0	1115.4	1115.4	44.3	1115.4	1.1
SANTA MARIA 2	68.0	4115.4	4114.9	36.0	4114.9	4.1
DE FILO DE AGUA	164.0	13538.5	13536.7	49.1	13536.7	13.5
CHIXOY	280.0	27115.4	27115.4	57.6	27115.4	27.1
JURUN MARINALA	60.0	3153.8	3154.7	31.3	3154.7	3.2
DE REGULACION	340.0	30269.2	30270.1	53.0	30270.1	30.3
VAPOR III GUATE	100.0	13440.0	4665.1	27.8	321.7	7660.3
LAGUNA CICLO COMBI	36.0	4233.6	4233.6	70.0	246.1	5860.5
ESCUINTLA GAS REHAB	78.0	10483.2	10483.2	80.0	115.2	2742.9
ESCUINTLA VAPOR REHA	80.0	10752.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LAGUNA GAS U4	30.0	4032.0	4032.0	80.0	44.3	1054.9
TERMICO	324.0	42940.8	23413.9	43.0	727.4	17318.6
T O T A L	863.0	92376.5	72848.7	50.2	46997.5	

\*\*\*\* Termos = Barriles

3

4

5

6

