

C-1

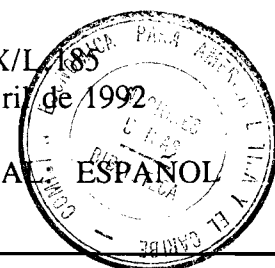
NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA
PARA AMERICA LATINA
Y EL CARIBE - CEPAL



Distr.
LIMITADA

LC/MEX/L.185
28 de abril de 1992

ORIGINAL ESPANOL



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

(Manuales del usuario, técnico y del programador)

- 1 JUL 1992

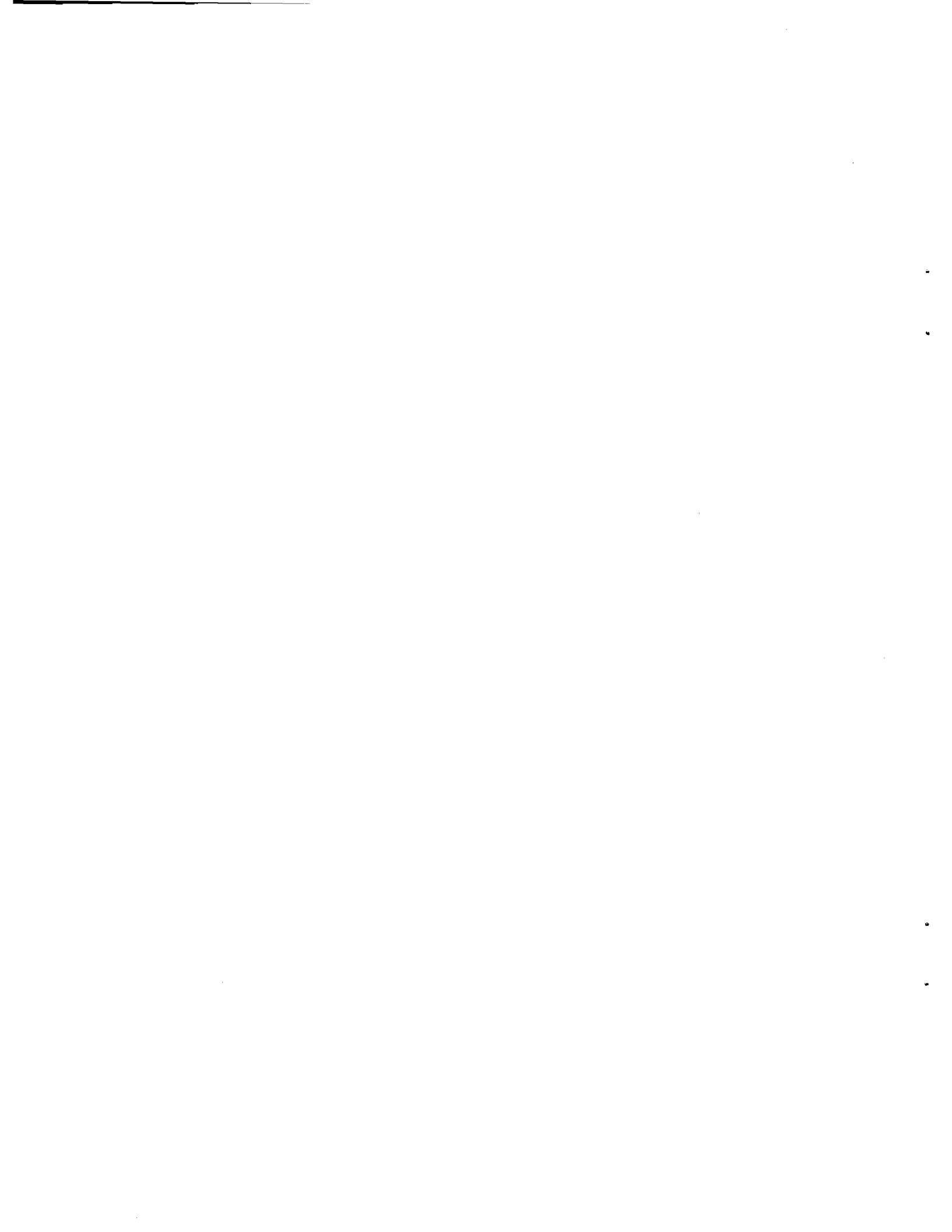


INDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACION	1
I. MANUAL TECNICO DEL SIMULADOR	3
1. ¿Qué es SOSEICA?	3
2. Objetivo	3
3. Datos básicos	3
4. Resultados	4
5. Supuestos y restricciones	5
6. Formulación del modelo	5
a) La representación de la demanda	6
b) Sistema totalmente térmico	7
c) Sistema hidrotérmico	10
d) Sistema real	15
e) Caso de varios sistemas interconectados	17
f) Restricciones suplementarias	18
g) Prioridad de los sistemas para el uso de las propias centrales	22
7. Proceso de simulación	23
a) Sistemas hidrotérmicos	23
b) Sistemas reales	28
c) Operaciones principales	28
d) Ubicación de una central en la curva de carga	29
e) Ubicación óptima de una central hidro en la curva de carga	30
f) Método de las tangentes (Newton-Raphson)	33
II. MANUAL DEL USUARIO	38
1. Requerimientos básicos	38
2. Proceso de instalación	38
3. Estructura de directorios	38

	<u>Página</u>
4. Formas de captura	40
a) Diseño de formas de captura	40
b) Restricciones en las formas de captura	42
c) Segunda parte de las formas de captura	42
d) Validación de información	43
5. Ventanas	44
6. Ayudas en línea	44
Restricciones en las ayudas en línea	46
7. Descripción y alcance del sistema	46
8. Abrir la base de datos	46
9. Manejo de datos básicos	47
a) Datos del archivo catálogo de centrales	47
b) Datos del archivo de costos	48
c) Datos del archivo de demandas	49
d) Datos del archivo de factores	49
e) Archivo de países	49
f) Energías hidráulicas	49
g) Preparación del archivo de pronóstico semanal	50
10. Simulaciones	50
Datos dinámicos	50
11. Generación de reportes	51
12. Impresión de reportes	51
13. Ejecución del SOSEICA	51
a) Explicación general de menús	52
b) Explicación de las formas de captura	53
c) Operaciones en registros de la base de datos	55
d) Abrir la base de datos	56
e) Manejo de datos básicos	57
f) Simulaciones	59
g) Generación de reportes	60
h) Impresión de reportes	62

	<u>Página</u>
III. MANUAL DEL PROGRAMADOR	64
1. Definición de archivos	64
a) Archivo costos0x.bin	64
b) Archivo dem0x.bin	65
c) Archivo catpla0x.bin	66
d) Archivo factores.bin	67
e) Descripción de archivos de salida	67
2. Descripción de módulos	68
a) Funciones de propósito específico	68
b) Funciones de propósito general	78
c) Definición de estructuras	82
BIBLIOGRAFIA	87



PRESENTACION

Estudios recientes 1/ elaborados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) indican que en el resto de este decenio (1992-2000) los excedentes de energía hidroeléctrica de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano serán mínimos, por lo que el uso de combustibles derivados del petróleo será creciente en ese período. Dichos estudios también ponen de manifiesto que se podrían lograr ahorros significativos si los sistemas eléctricos interconectados se operaran de manera coordinada. Los ahorros provendrían de reemplazar la energía eléctrica que generaría un país utilizando diesel por la de otro producida con búnker.

Con el propósito de cuantificar los beneficios económicos que se podrían obtener al operar de manera coordinada los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano, la CEPAL formuló un perfil de proyecto, 2/ orientado a concretar esa forma de operar, y desarrolló un simulador ad hoc para los seis sistemas eléctricos de América Central, denominado "Simulador de la Operación de los Sistemas Eléctricos del Istmo Centroamericano (SOSEICA)". Tanto el perfil --ya aprobado por los organismos de electrificación nacionales-- como el simulador se desarrollaron en el marco de la fase II del proyecto Desarrollo Institucional e Integración Eléctrica del Istmo Centroamericano (DIEICA). El proyecto DIEICA forma parte del Plan Especial de Cooperación para Centroamérica de las Naciones Unidas, y el Banco Mundial y la CEPAL fungen como agencias ejecutora y asociada, respectivamente.

En este documento se presentan los tres manuales del SOSEICA: a) el técnico, b) del usuario y c) del programador. La primera versión del simulador 3/ 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. En esta versión se incorporan cambios de fondo y forma, tanto en los programas como en los manuales. Parte de esas modificaciones fueron propuestas por los expertos de las empresas eléctricas del Istmo Centroamericano durante el encuentro antes citado.

1/ Véase, por ejemplo, CEPAL, Istmo Centroamericano: Evolución y perspectivas del subsector eléctrico y posibilidades para lograr una mayor integración (1980-2000) (LC/MEX/L.144 (CCE/SC.5/GRIE/XIV/4)), Vols. I y II, 24 de octubre de 1990.

2/ Véase, CEPAL, Istmo Centroamericano: Operación coordinada de los sistemas eléctricos. Perfil de proyecto (LC/MEX/R.253/Rev.1 (CCE/SC.5/GRIE/XV/3)), 31 de enero de 1991.

3/ Véase, 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.

•

•

•

•

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 manejar 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:

- a) 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.
- b) 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 al dividir 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.
- c) 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.

- d) Características de las centrales, como tipo, factor de planta, energía generable, rendimiento, entre otras.
- e) 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 búnker, así como los correspondientes volúmenes de combustible utilizado, clasificados en búnker 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 permite 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 elaborar 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 está condicionada por el régimen hidrológico, que es aleatorio, y por lo tanto una variable probabilística.

Si bien el modelo no está 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 en forma implícita por 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 cómo 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.

a) La representación de la demanda

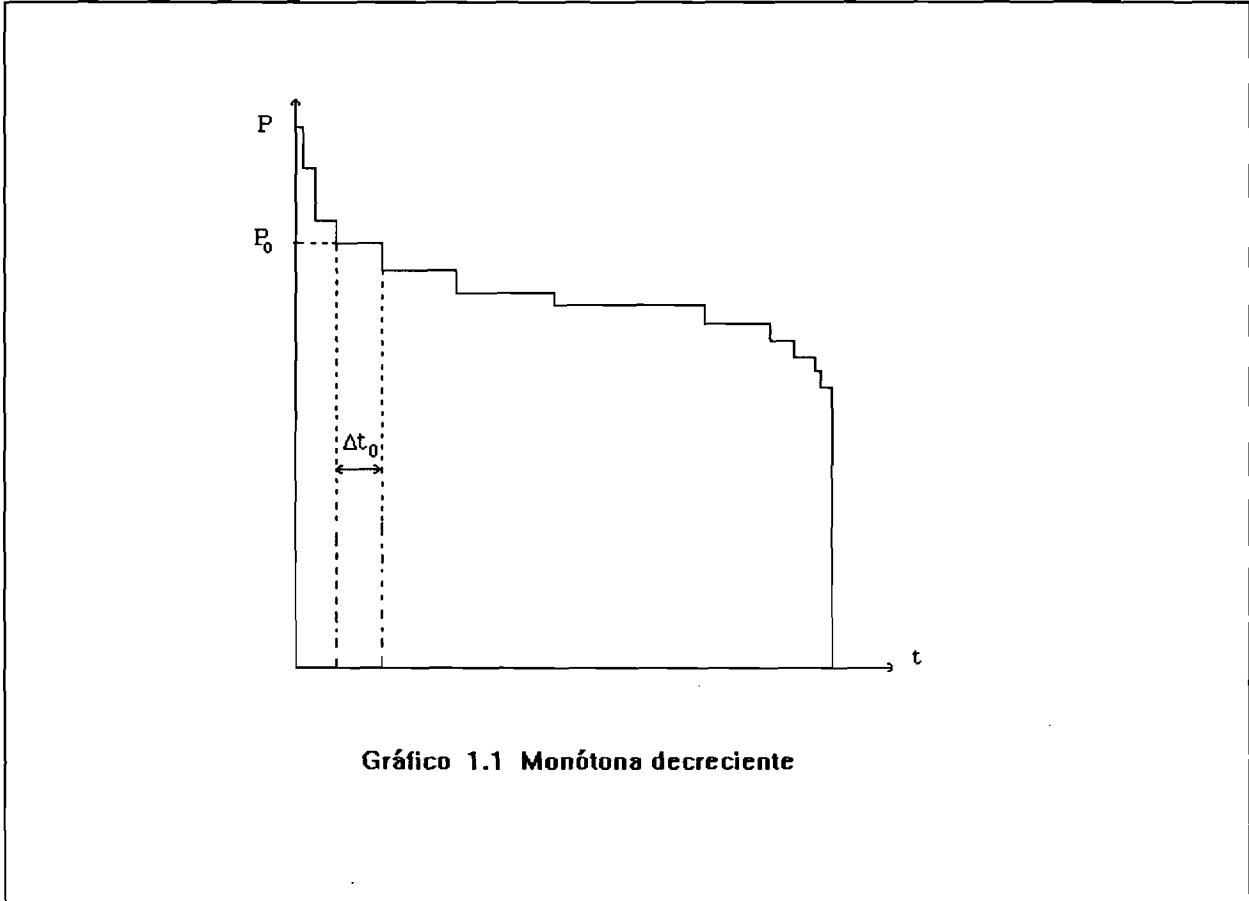
Los datos fuente de la demanda son los 8,760 valores de potencia horaria registrados en los seis sistemas durante el año 1987, y corresponden a la suma de las potencias netas generadas en las centrales, es decir, son valores que representan el requerimiento total de potencia, incluyendo las pérdidas.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

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).

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 de ilustrar con más claridad los procedimientos de solución.



b) 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, así:

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

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 una de dos posibilidades:

- 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

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

$$\Delta D = 0$$

c) 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: i) si la demanda se representa como valores discretos de potencia, ii) si la potencia mínima de las centrales se puede tomar igual a cero, y iii) 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:

$$ph_t + \sum p_i + p_F = D_t \quad \text{para toda } t \quad (1.9)$$

$$ph_t \leq PHmax$$

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

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

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

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, de esta manera:

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

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 (ΣC), 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 hidroeléctrica generada, se reduce para esa hora en la misma cantidad la potencia térmica. Tal reducción se obtiene al disminuir p_i de la central con el más alto c_i entre las que generan en esa hora. A la inversa, si se reduce ph 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 , de modo 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

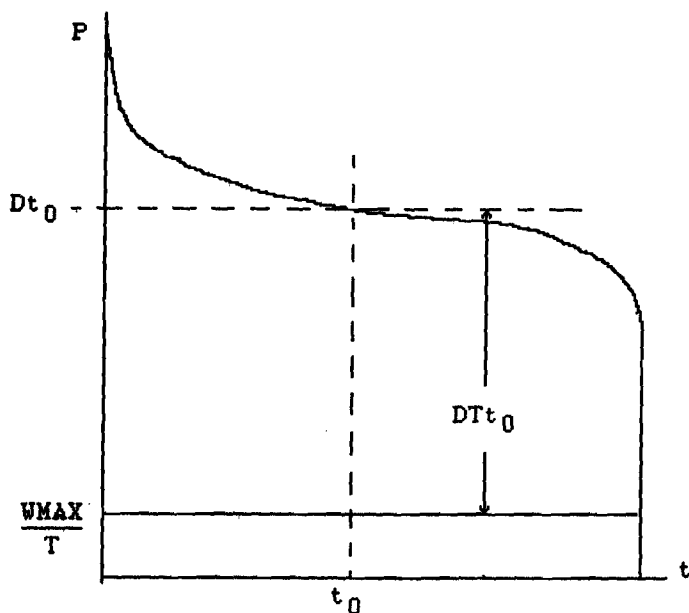


Gráfico 1.2 Monótona decreciente continua

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.

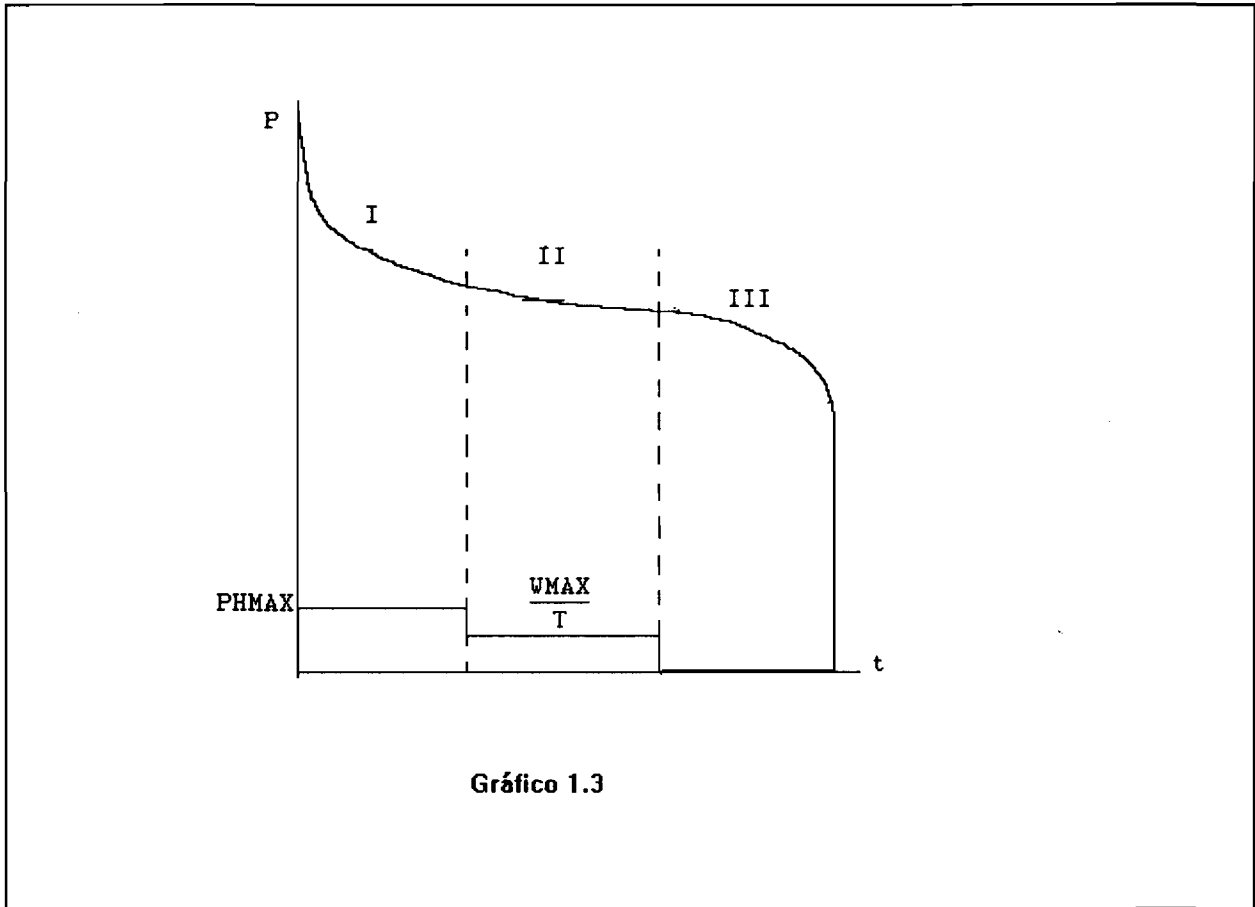
La transferencia de potencia hidro de una hora a otra termina cuando se presenta una de las siguientes condiciones:

$$ph_{t1} = PHMAX$$

$$ph_{t2} = 0 \quad (1.11)$$

$$D_{t1} = D_{t2}$$

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



Después de un tiempo de iniciado este proceso, el diagrama de despacho tendrá la forma del 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 .

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).

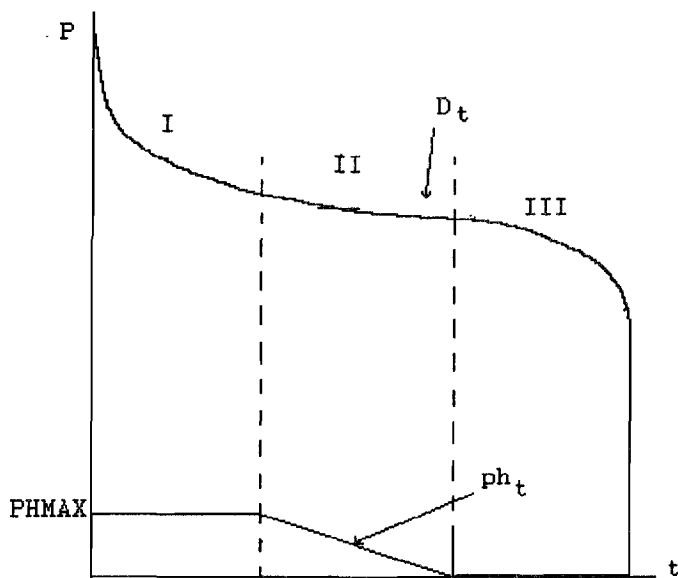
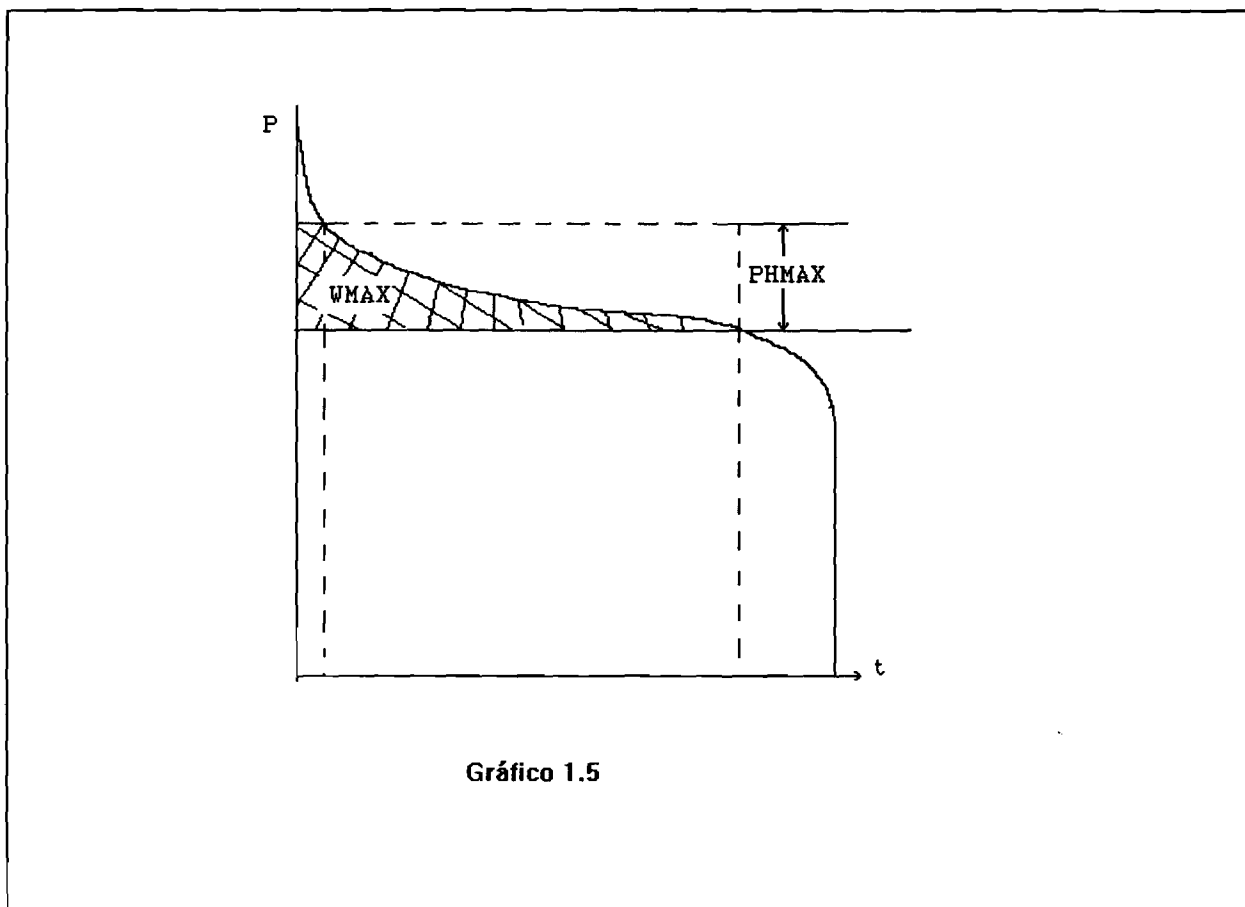


Gráfico 1.4

- 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.



d) Sistema real

Los sistemas eléctricos, en general, 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, éstas 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_{ti}), tal como se describió en el inciso c) 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 con la forma descrita en el inciso b).

e) Caso de varios sistemas interconectados

En el caso multisistemas, 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 $l_{is} = 0$)
$PMAX_i$	=	potencia máxima que puede tomar la potencia i-esima central 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:

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

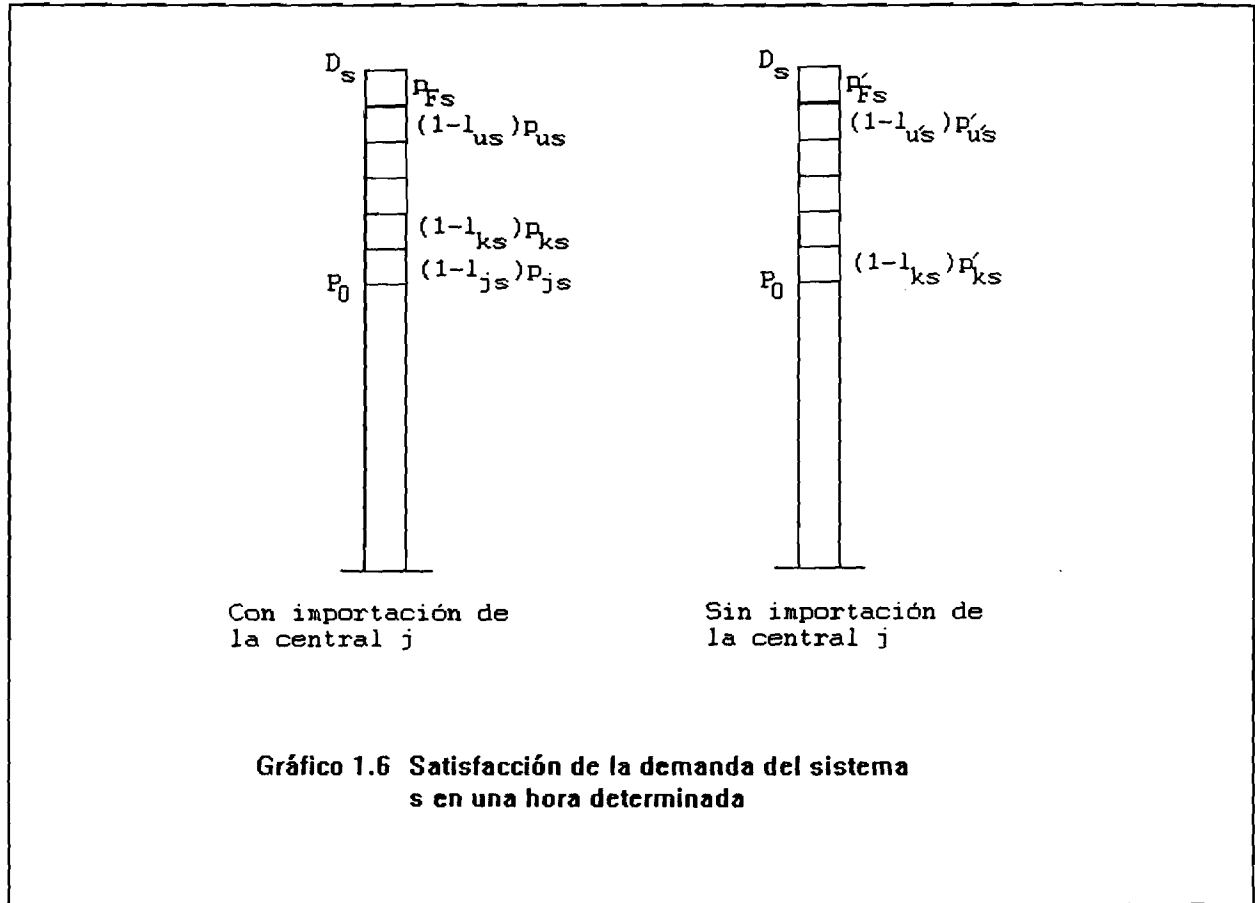
De manera similar al caso de un sistema único, $m_s D_s$ representa el costo del racionamiento, que es la opción más cara para "satisfacer" la demanda del sistema s. El coeficiente $((1 - l_{is}) m_s - c_i)$ representa el ahorro que se obtiene al sustituir racionamiento en el sistema s con energía proveniente 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 $((1 - l_{is}) m_s - c_i)$.

f) Restricciones suplementarias

Una transferencia internacional de energía de origen térmico, se realizará en la práctica cuando el ahorro a que da lugar esta operación sea 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:

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

el mismo que, ordenado, queda:

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

se desea que:

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

En este caso 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:

$$((1 - l_{js}) m_s - c_j - b_{js}) p_{js} + \sum_{i=1}^u ((1 - l_{is}) m_s - c_i) p_{is} + \sum_{i=1}^{u'} ((1 - l_{is}) - c_i) p'_{is} \quad (1.23)$$

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 i -ésima central i .

Se puede observar 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:

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

en cuyo caso 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 influido por los valores C_{is} , que incorporan la necesaria utilidad mínima impuesta a las transferencias.

g) 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 , genere 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 , genere 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 satisfecha 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 $p_i = p_i + p_{is}$.

a) 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 aún 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).

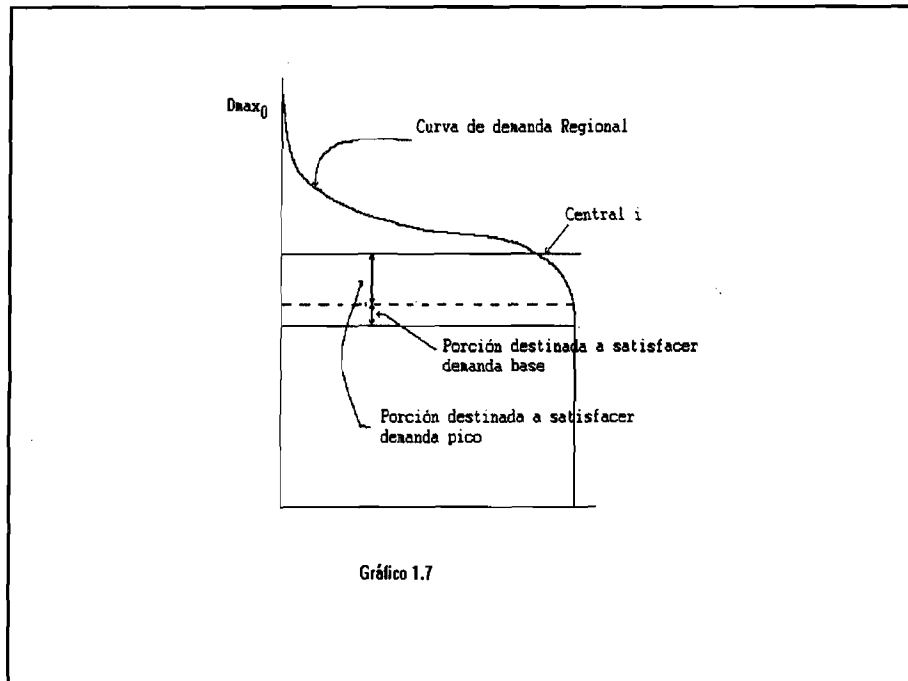


Gráfico 1.7

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.

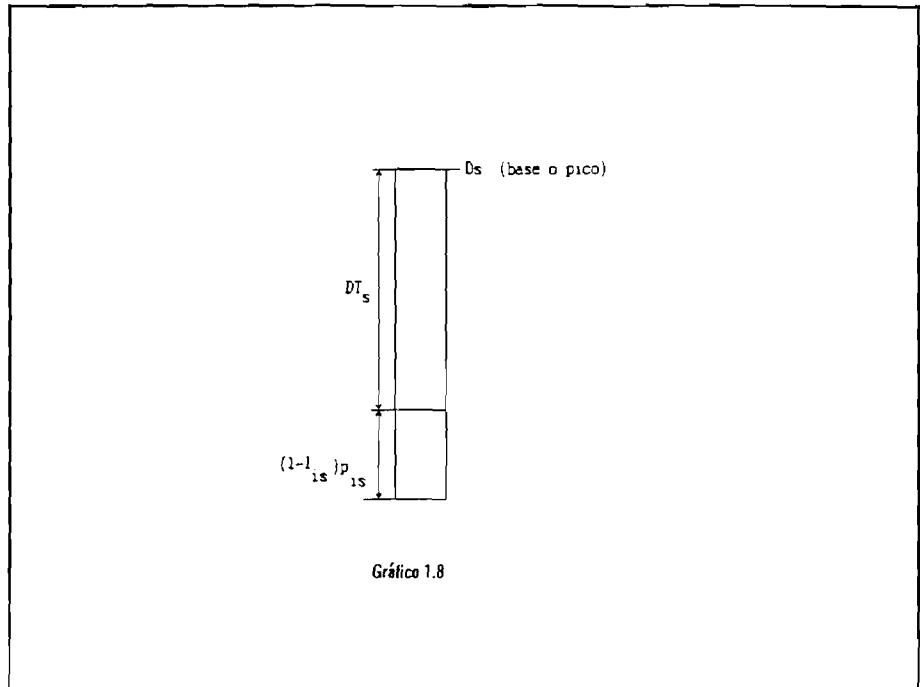
Si se destina la potencia de excedentes hidro a satisfacer la demanda de cualquiera de esos tipos del sistema s, en una hora dada (veáse el gráfico 1.8), la potencia hidro $(1 - l_{is}) p_{is}$, reduce el valor de la demanda DT_s a ser satisfecha con térmico y da lugar a un ahorro:

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

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 al restar 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.

b) 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 $P_{max_i} > DMIN_s$.

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

- i) 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).
- ii) 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.

c) 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 como se realizan las más importantes de esas operaciones.

d) Ubicación de una central en la curva de carga

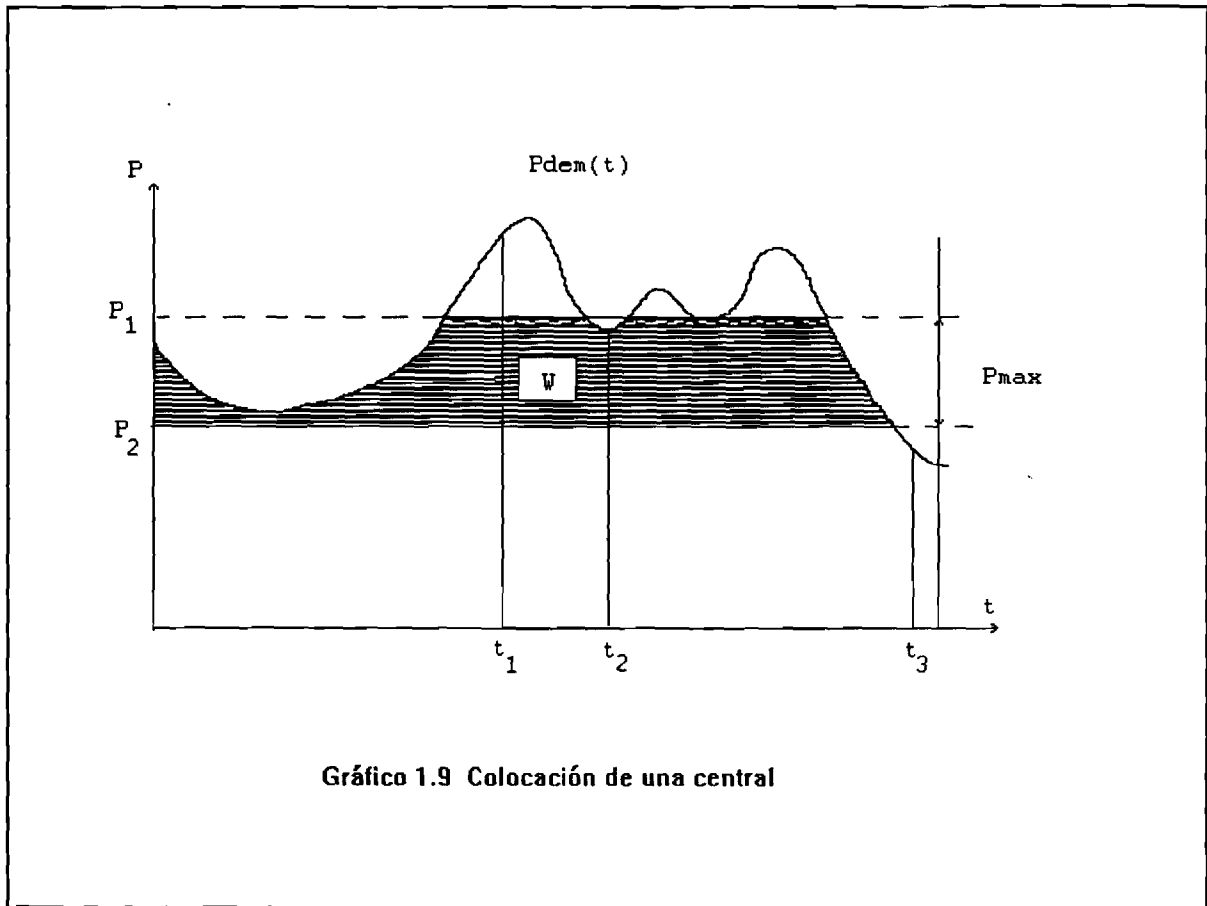


Gráfico 1.9 Colocación de una central

La descripción del proceso de colocación de una central bajo la curva de carga se hará con referencia al 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 sombreada representa la energía W generada por la central.

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

- i) 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;
- ii) 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 $t = t_3$)
- iii) La acumulación de los valores de P_{gen} para tener el valor W de la energía generada en el período, y
- iv) 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.

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.

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

e) 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).

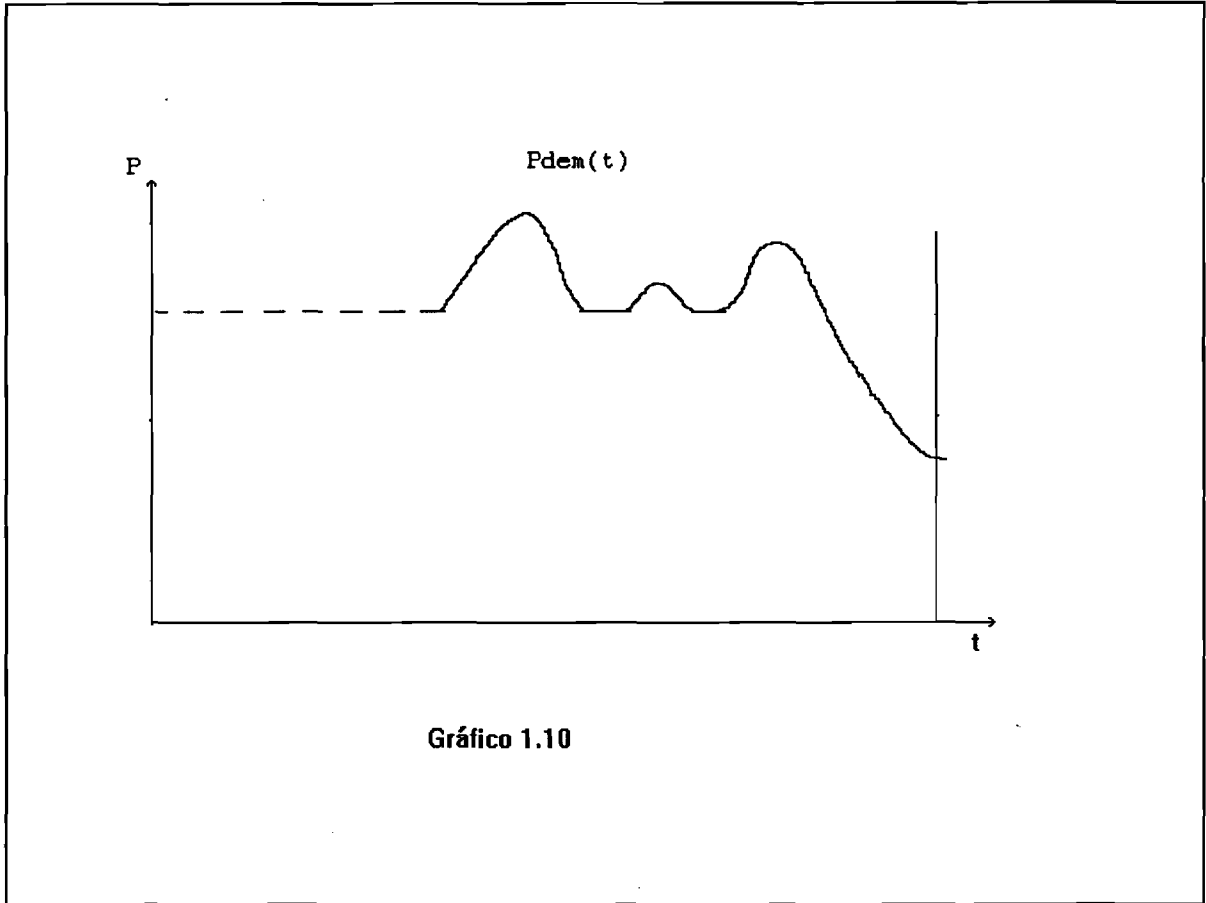


Gráfico 1.10

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 (Dmax, 0) como valores de $P_{2anterior}$ y $W_{anterior}$.

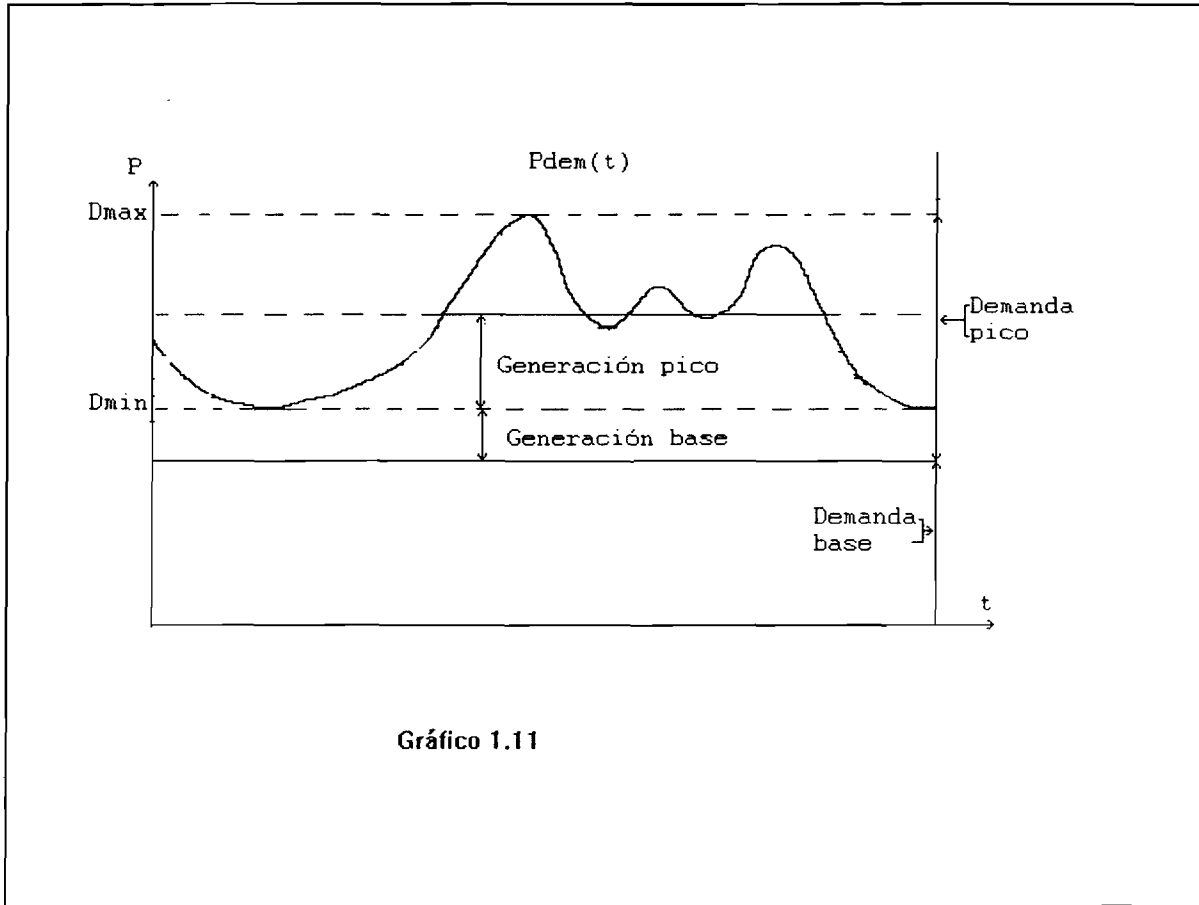


Gráfico 1.11

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, previo al cálculo de la derivada, se verifique si $W_{anterior} = W_{actual}$. 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.

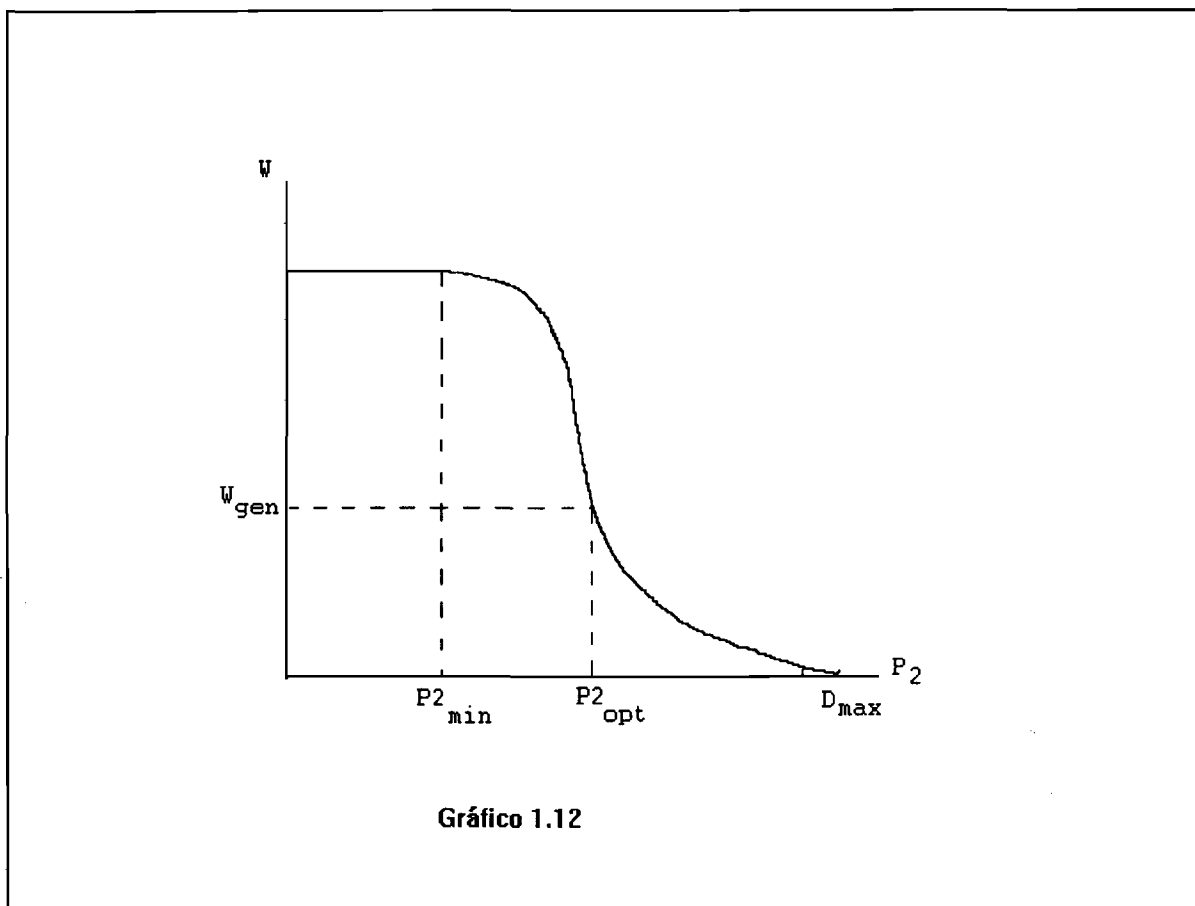


Gráfico 1.12

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.

f) 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:

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

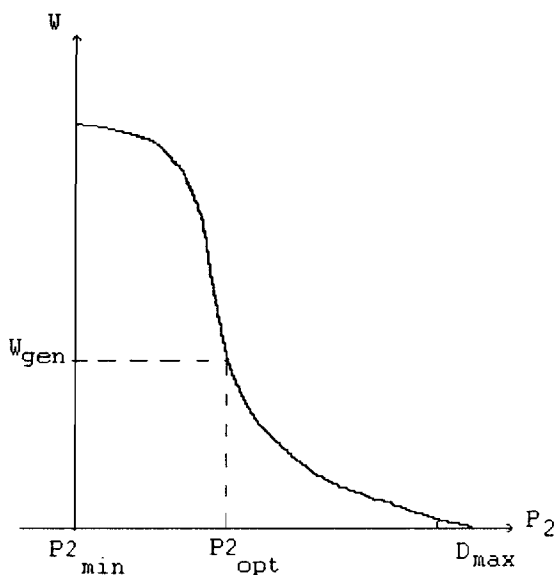


Gráfico 1.13

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 :

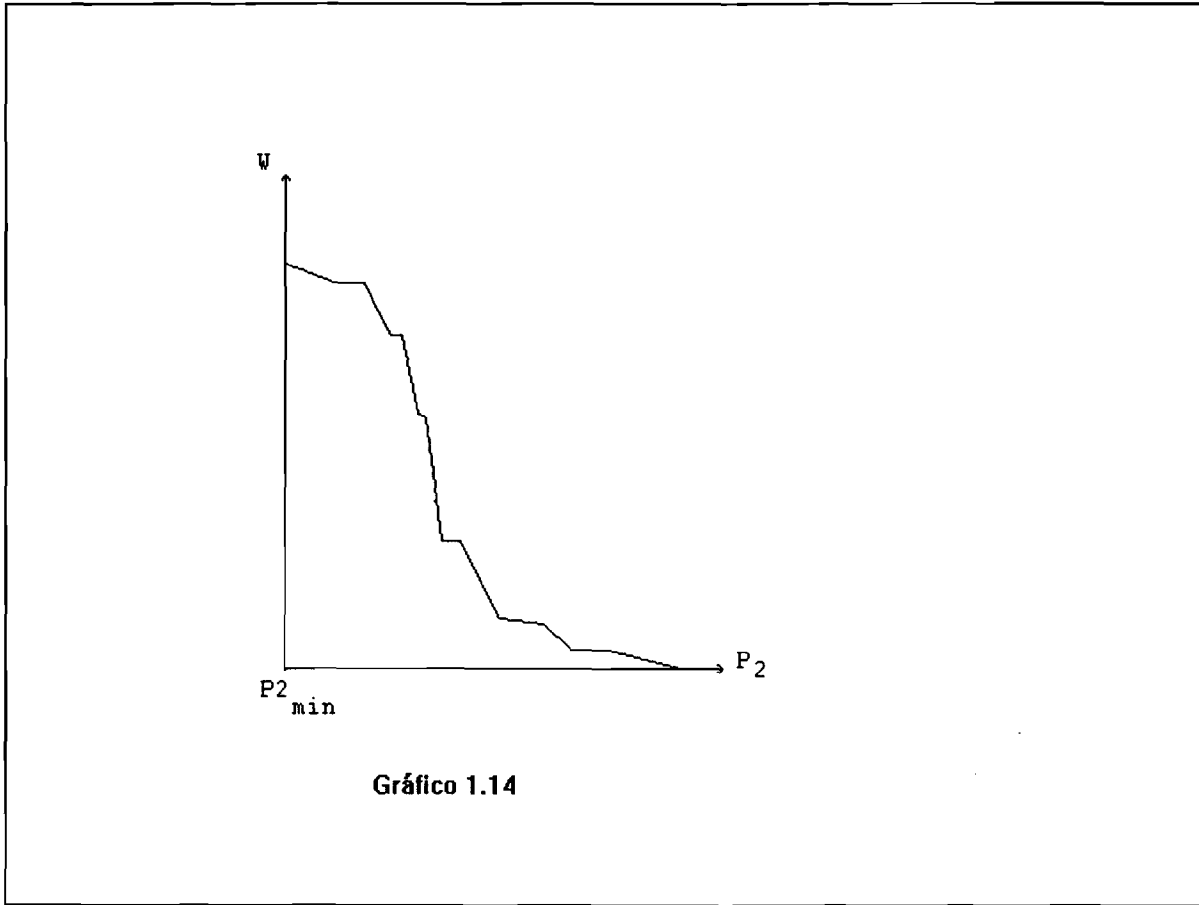
$$f(P) = f(P_0) + f'(P_0)(P - P_0) = 0 \quad (1.36)$$

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

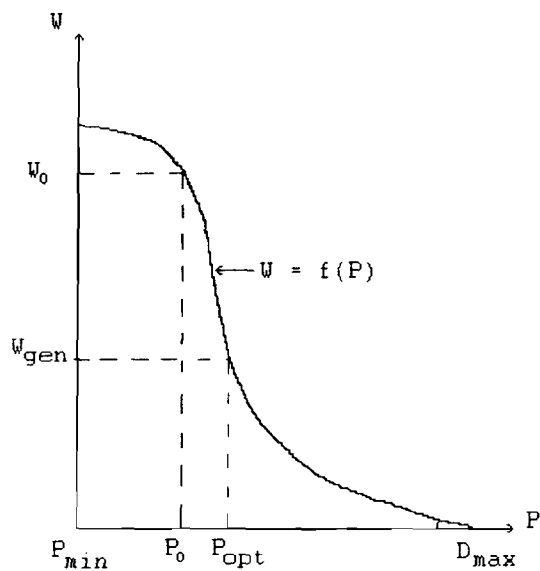


Gráfico 1.15

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

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,

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

$$\text{CON } \Delta P = \frac{P_{ant} - P_2}{W - W_{ant}} \text{EXCESW}$$

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.

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

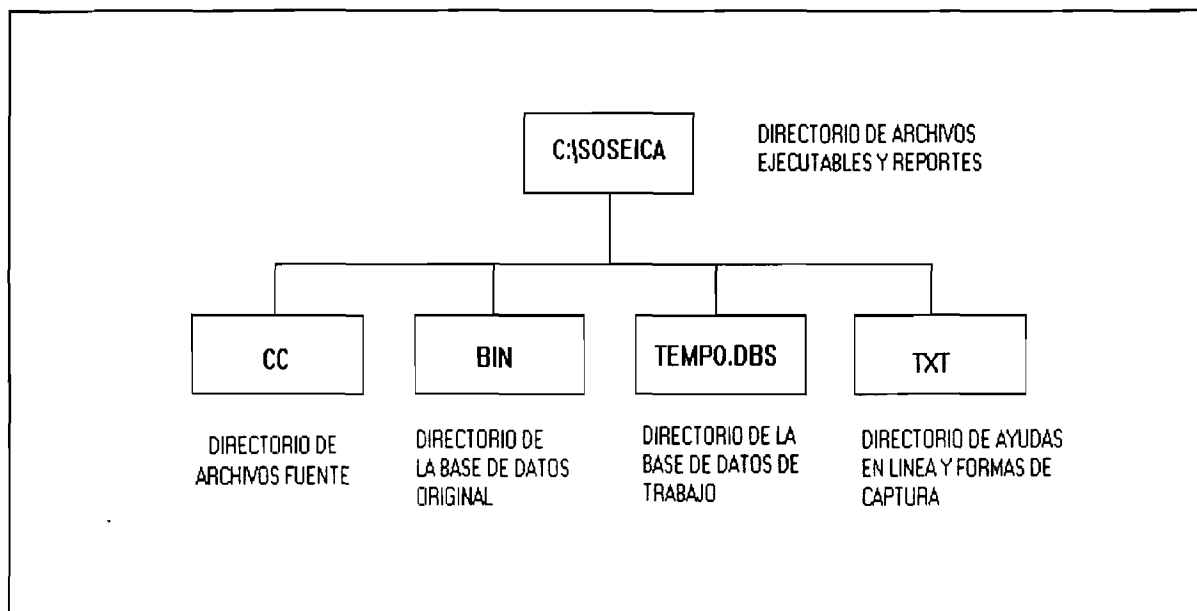


Gráfico 2.1 Directorios de SOSEICA

se requiera hacer estudios de sensibilidad poder transferirlos a distintas bases de datos. Los nombres de estos archivos son: COSTOS0x.BIN, DEMOx.BIN, CATPLAOx.BIN, FACTOR0x.BIN, PAIS.BIN Y DATHID0x.BIN, respectivamente, donde **x** representa la clave del país o sistema.

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

El subdirectorío TEMPO.DBS contiene una copia de los archivos básicos del subdirectorío BIN con el objeto de hacer todas las pruebas necesarias en este subdirectorío y tener siempre la base de datos original intacta en el subdirectorío 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 entre todas la que más se adecue a sus necesidades.

El directorío **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.

4. Formas de captura

a) 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 (véase el 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++.

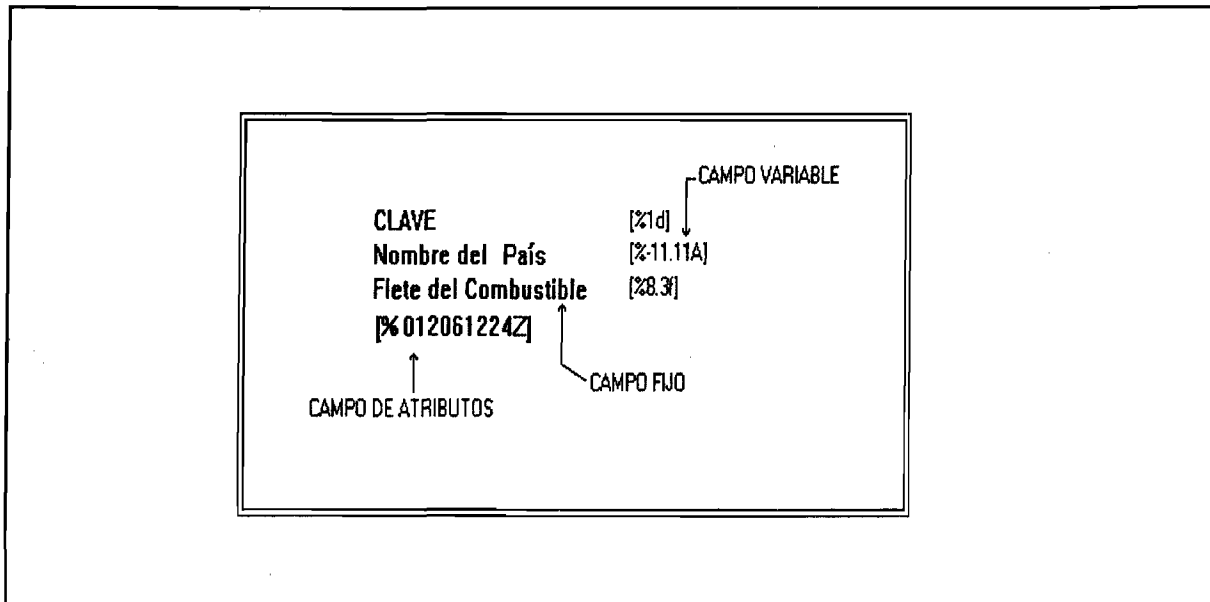


Gráfico 2.2 Forma de Captura.

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 espacio 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 instrumentado 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:

[%abbcdeffZ]

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

b) Restricciones en la formas de captura

- No se debe usar los caracteres "[]".
- 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 está reservado para los atributos de la forma.
- El número máximo de campos variables no debe ser mayor de 64, incluyendo el campo de atributos.

c) 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

d) 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 está pidiendo y no al contenido del mismo, es decir, no se acepta un carácter alfabético en un campo definido para enteros y viceversa; por esta razón se han incluido los siguientes tipos de validación:

RANGO	Verifica que el valor del campo esté dentro de los límites especificados.
LISTA	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 de que los comandos que se encuentran subrayados quedan pendientes para desarrollos futuros, es decir, no están instrumentados 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. (Véase el gráfico 2.3).

6. Ayudas en línea

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

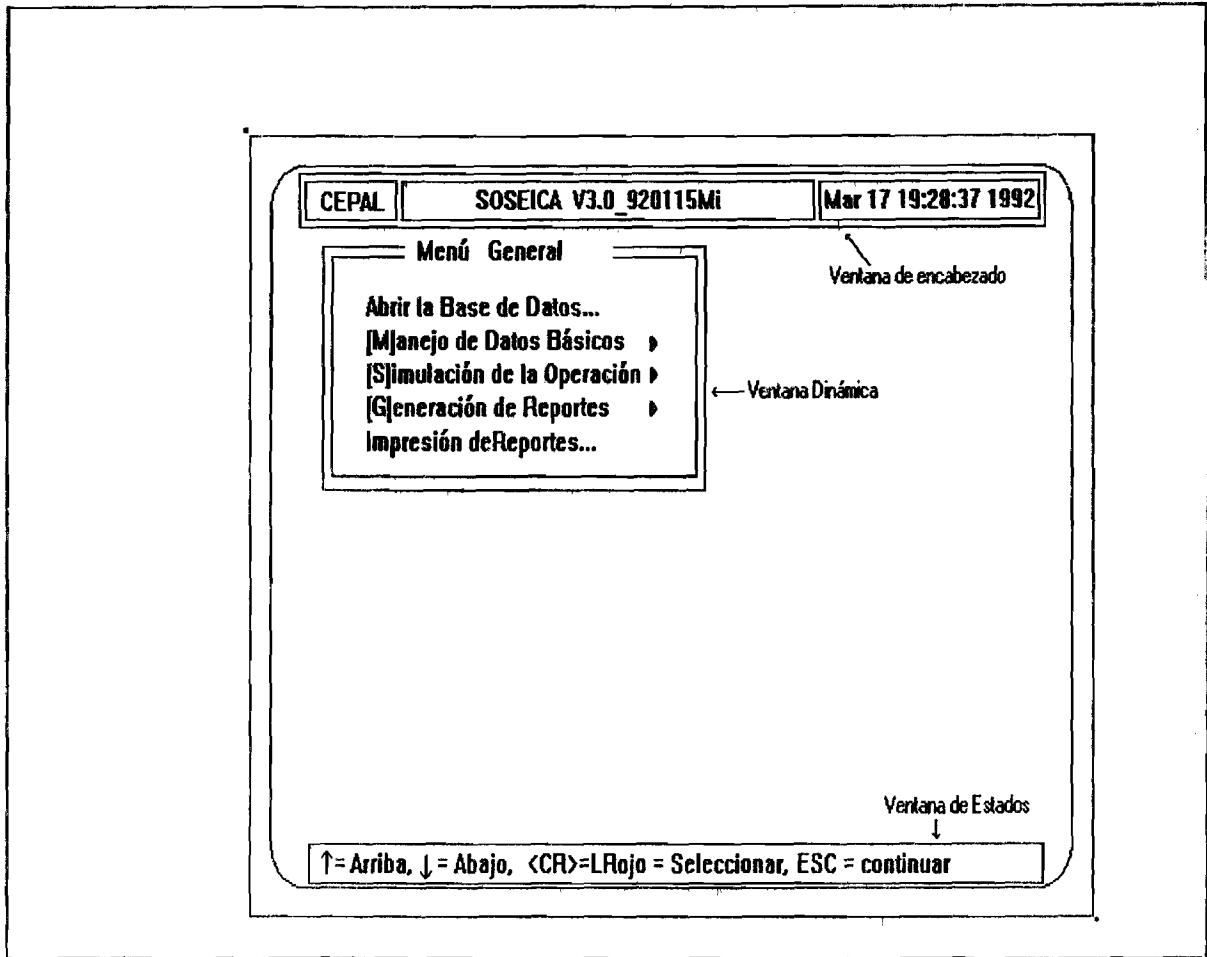


Gráfico 2.3 Tipos de Ventanas

```

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

```

donde i es el número de campo variable. Al diseñar la forma de captura implícitamente se le asignará un número secuencial de 0 a n de acuerdo con el orden en que van apareciendo los campos variables, las llaves $\{\}$ indican el inicio y fin del bloque de ayuda.

Restricciones en las ayudas en línea

El usuario puede modificar también los archivos de ayuda en línea, editando el archivo correspondiente y respetando las siguientes restricciones:

- i) El número que identifica al campo variable debe corresponder al de la forma de captura.
- ii) El número de campo debe ir seguido de la llave de inicio de bloque "{", de otra manera no se podrá identificar dicho campo para desplegar el campo de ayuda.
- iii) El bloque de ayuda debe terminar con la llave "}" y debe ser única en la línea donde se encuentre ésta; de no ser así, desplegará información hasta que encuentre la siguiente llave de terminación del bloque.

7. Descripción y alcance del sistema

El sistema SOSEICA, como cualquier proceso, admite información, la procesa y genera reportes. Para tal efecto, se han estructurado y jerarquizado las actividades y/o los procesos correspondientes como se indica en el gráfico 2.4.

8. Abrir la base de datos

Aunque el sistema está desarrollado utilizando las técnicas de Programación Orientada a Objetos; es conveniente mencionar que en el caso de hacer operaciones que tengan que acceder la base de datos siempre será necesario hacer uso de esta actividad, pues por este medio es como se comunica el usuario con todos los archivos que forman la base de datos del sistema SOSEICA; además, en este tipo de estudios siempre será necesario realizar varias simulaciones con bases de datos diferentes.

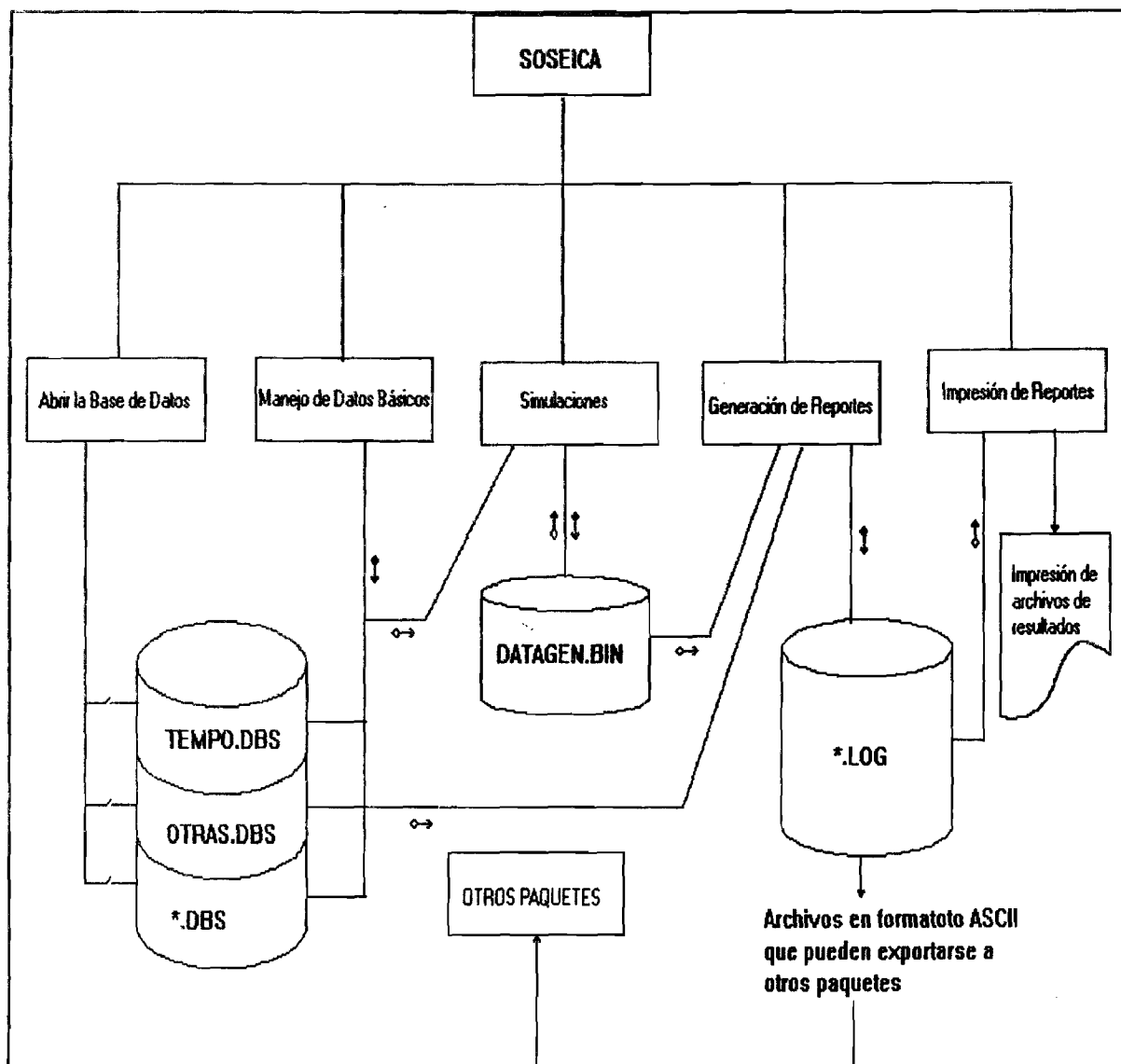


Gráfico 2.4 Estructura y Jerarquía de Actividades

9. Manejo de datos básicos

a) 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 plazos. 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 porcentajes.
- Factor de disponibilidad en porcentajes.
- 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 Búnker.
 - 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 dólares por galón.

b) Datos del archivo de costos

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

c) Datos del archivo de demandas

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

d) 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.

e) 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 las energías semanales de las centrales hidráulicas.

f) 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.

g) 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, éstos serán sustituidos por ceros.

10. Simulaciones

El sistema SOSEICA tiene dos opciones para realizar las simulaciones; éstas 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.

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 solo 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.

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 han instrumentado 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 sistemas 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 del 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 menú las opciones, de las cuales el usuario debe seleccionar una o varias de ellas (veáse el gráfico 2.5).

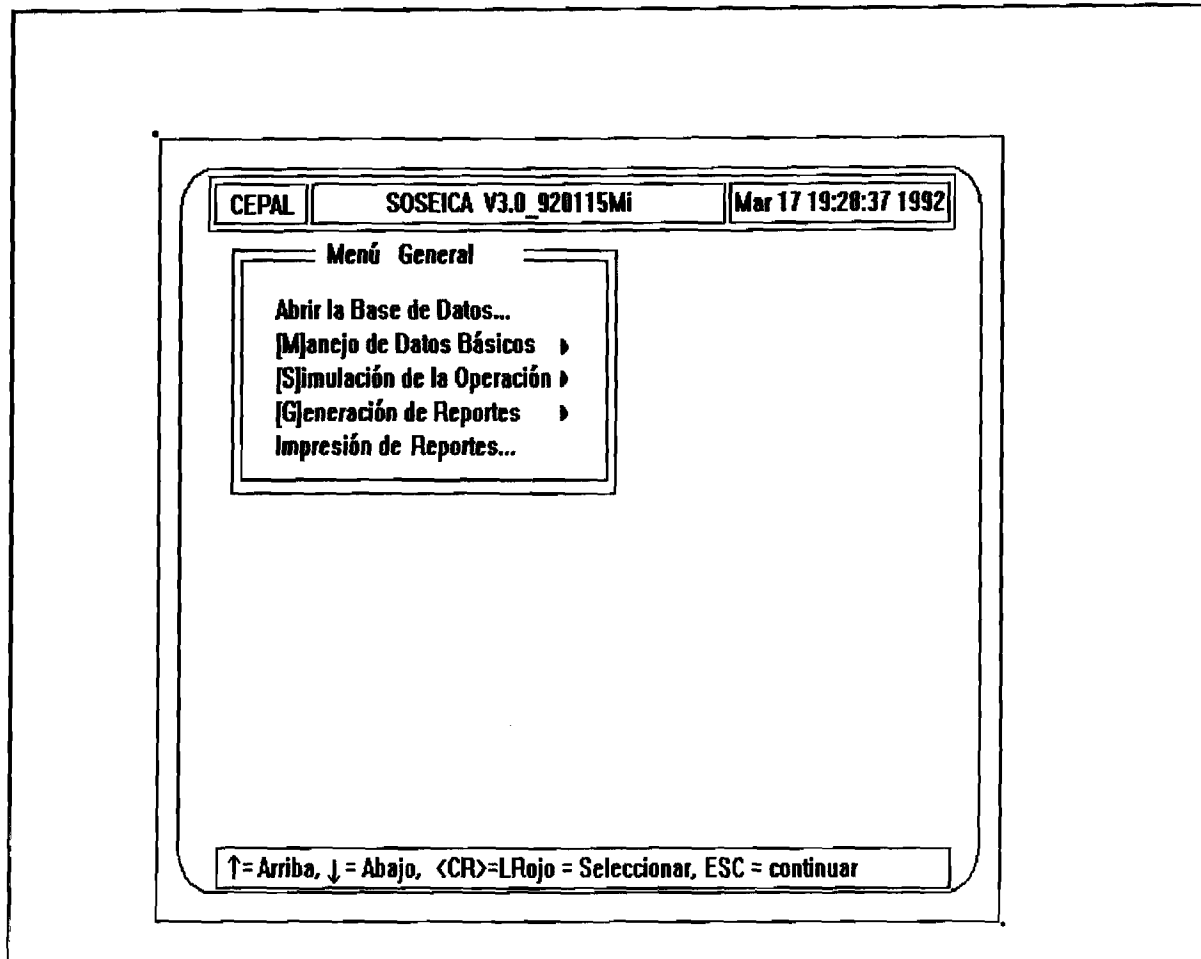


Gráfico 2.5 Menú General de SOSEICA

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 qué teclear, solicite la ayuda necesaria presionando la tecla [F1] del teclado de funciones.

a) Explicación general de menús

En todas las ventanas de menú aparece una lista de opciones, de las que el usuario debe seleccionar una de ellas, la opción donde está posicionado el cursor está 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 ó la letra marcada en color rojo.
- Para salir de cualquier menú, presione la tecla [ESC]

b) 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 a) 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 accederse 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.

i) Mover el cursor en un campo de la forma. Las flechas izquierda [←] y derecha [→] tienen el propósito de retroceder y avanzar un carácter dentro del campo donde el cursor se encuentra posicionado sin alterar la información del mismo.

ii) Mover el cursor entre campos de la forma. Para mover el cursor al siguiente campo de la forma de captura existen dos comandos, 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 éste, 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.

iii) 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.

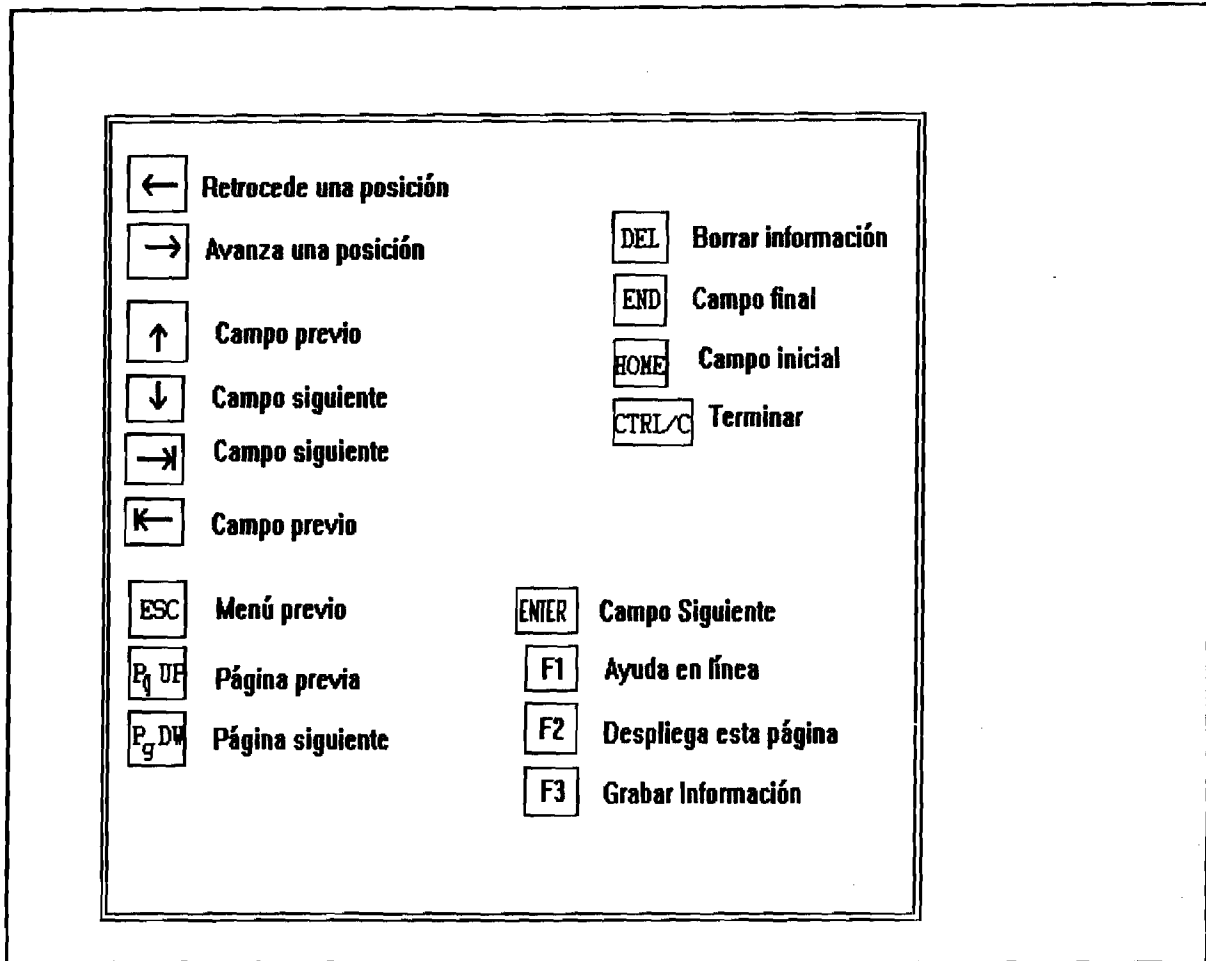


Gráfico 2.6 Comandos de Edición

iv) 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].

v) 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.

vi) 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 ó en el último si las opciones fueron bajas o consultas.

vii) Grabar información. Con el comando [F3], el usuario pasa la información de la forma de captura a un registro del archivo en el disco; a esta operación se le llama "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.

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

ix) 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 qué tipo de información debe ingresar en el campo donde se encuentra colocado el cursor; esto se logra ejecutando el comando [F1].

c) Operaciones en registros de la base de datos

El proceso de manejo de datos se realiza en forma interactiva con el usuario. Se pueden ingresar 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.

d) 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.

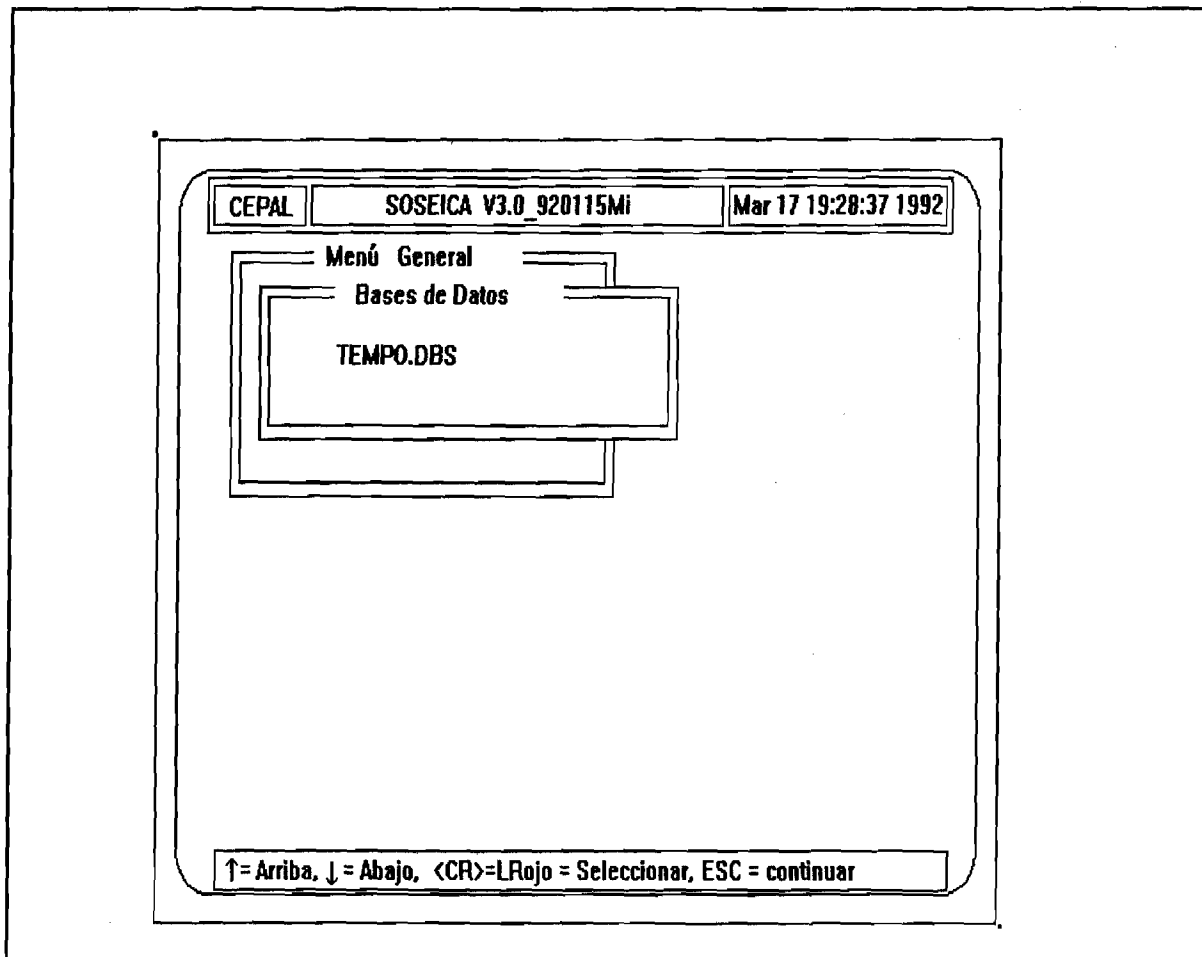


Gráfico 2.7 Menú de Bases de Datos

e) 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**.

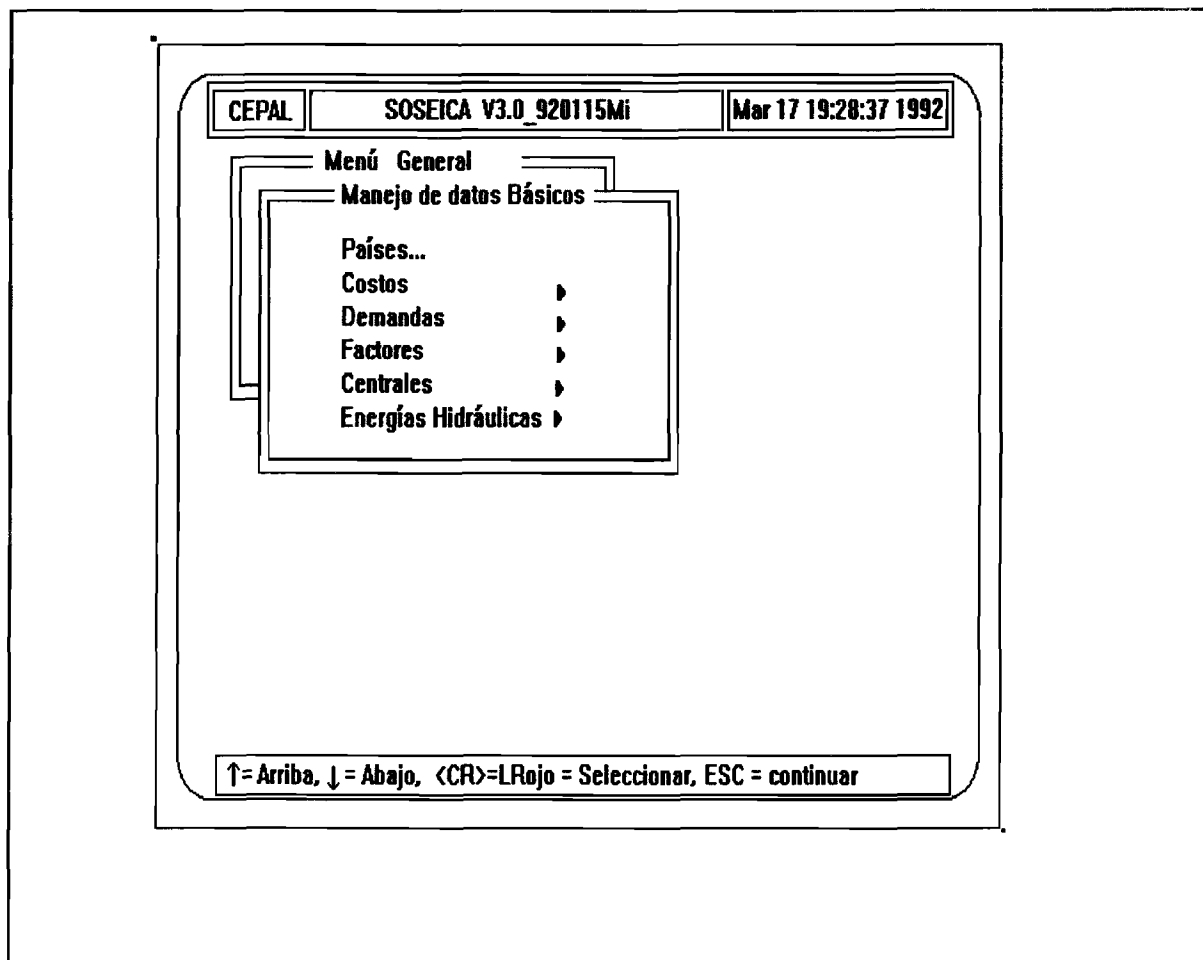


Gráfico 2.8 Manejo de Datos Básicos

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

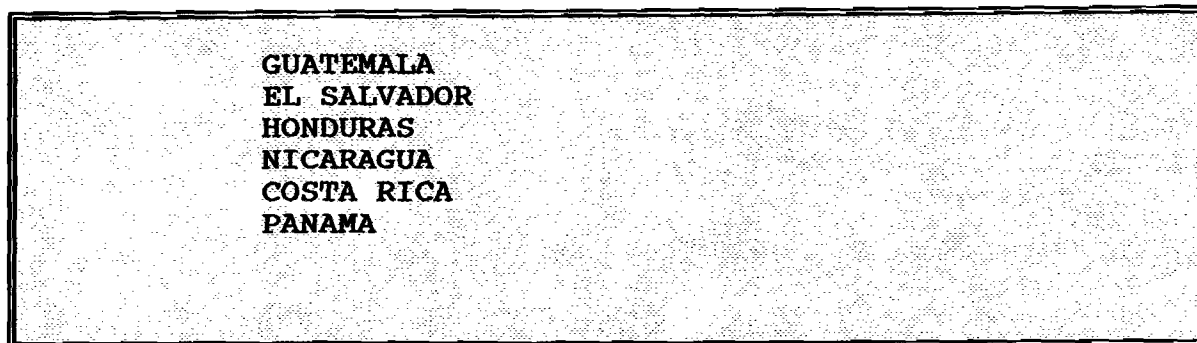


Fig. 2.9 Lista de Países Disponibles

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.

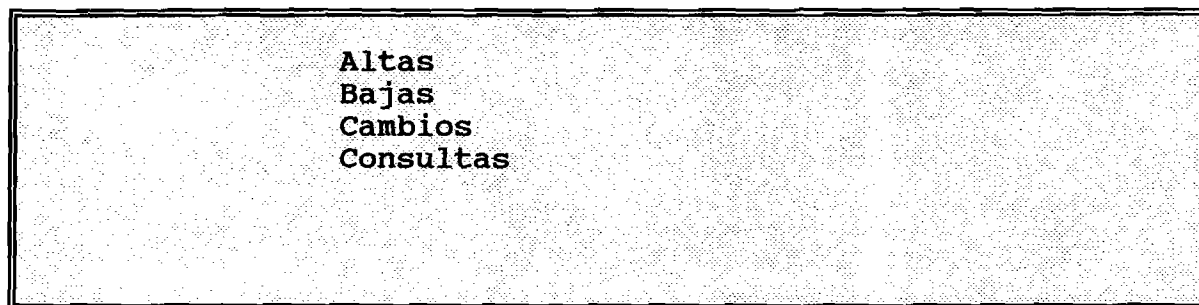


Fig. 2.10 Operaciones Sobre Registros

- 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, a) diseño de formas de captura.

Como se puede observar, 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 se puede aclarar en la sección 13, b).

- ii) Bajas. En esta opción será necesario proporcionar la clave de la central para poder tener acceso al 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).
- 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.

f) Simulaciones

La simulación de la operación de los sistemas eléctricos del Istmo Centroamericano requiere la utilización de modelos matemáticos que se acerquen lo más posible a la realidad. El SOSEICA es un modelo orientado a la planeación de la operación, y utiliza técnicas de programación, para 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.

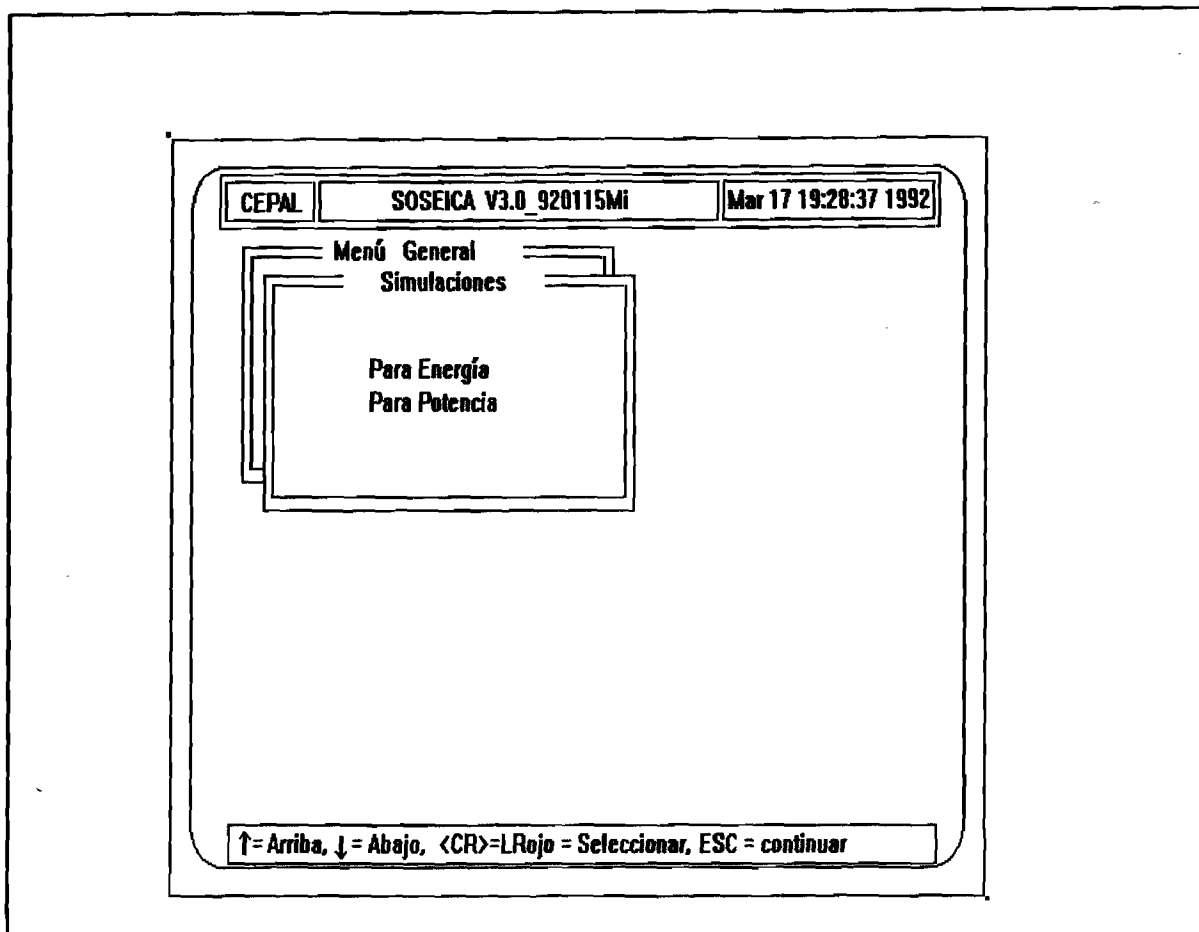


Gráfico 2.11 Menú para las simulaciones

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 tener la información de energías hidráulicas para las centrales de este tipo; de lo contrario, la simulación no podrá realizarse.

g) 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 son 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 2.12 y 2.13.

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, puede también seleccionar un período de días, que puede ser homogéneo ó eterogéneo para el conjunto de países seleccionados.

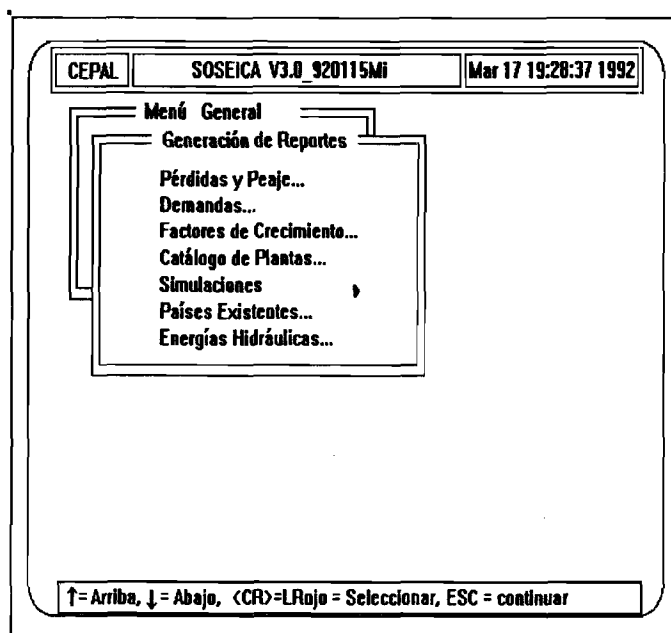


Gráfico 2.12 Tipos de Reportes

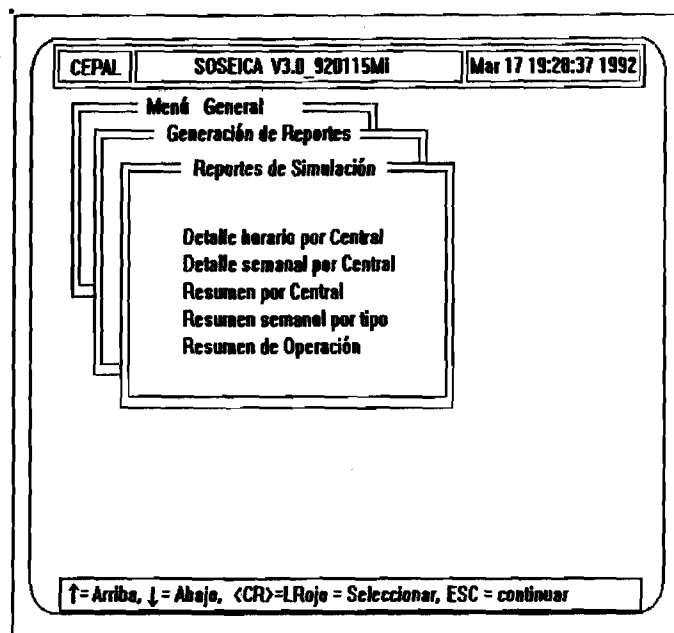


Gráfico 2.13 Reportes de Simulación

h) 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 de 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 este código y poder manipular esta información con el paquete preferido del usuario.

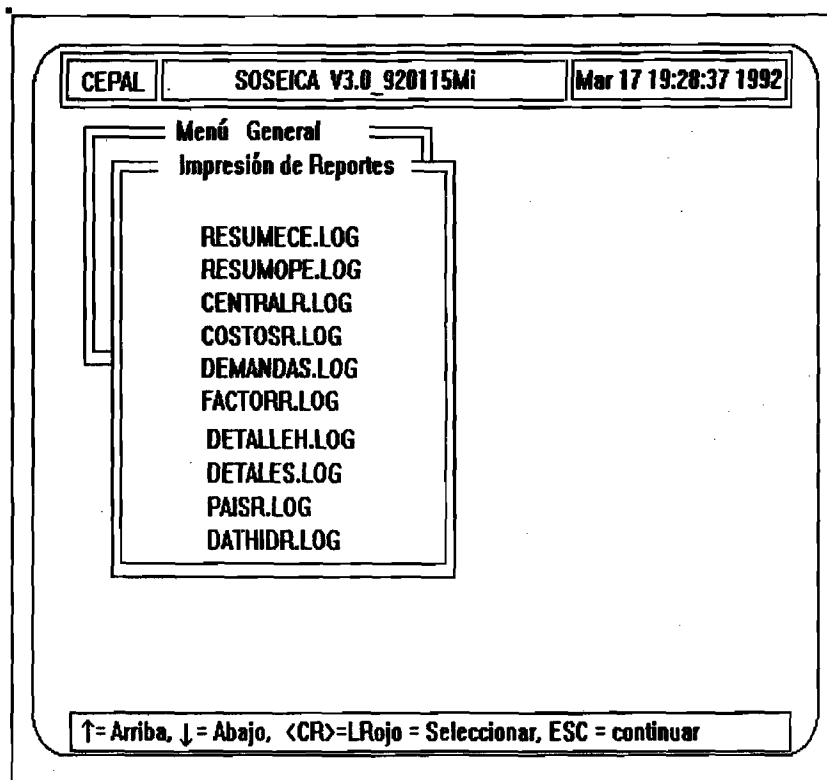


Gráfico 2.14 Archivos con extensión .LOG a imprimir

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 buffer de 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 instrumentación.

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 ingresar 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; se debe 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.

a) Archivo costos0x.bin

Este archivo contiene el valor promedio estimado de las pérdidas de transmisión en porcentajes 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 miles de dólares/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/kW h

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**.

b) 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 con el 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 ingreso 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.

c) Archivo catpla0x.bin

Este archivo es el que contiene la información característica de cada central y está dividido en seis secciones, una por país en cada una de las cuales se le ha previsto espacio para treinta centrales identificando los registros libres con la descripción en el nombre de central como "vacante" y en la variable Clase de centrales con -1.

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	floa t	MW
13	Potencia mínima de OP.	4	1	floa t	MW
14	Rendimiento	4	1	floa t	***
15	Costo Unitario d Comb.	4	1	floa t	US/Gal

d) 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 durante 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	

e) Descripción de archivos de salida

El proceso de simulación genera un archivo binario de nombre datagen.bin en el directorio \soseica, este archivo sirve como base para generar los diferentes tipos de archivos de reportes tipo ASCII a saber:

\soseica\datagen.bin	Archivo intermedio para la generación de los archivos de resultados.
\soseica\detalleh.log	Resumen horario de la energía despachada por cada central.
\soseica\resumece.log	Resumen de energía despachada por cada central.
\soseica\resumope.log	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\detalles.log	Resumen semanal de la energía despachada por cada central.
\soseica\resuseti.log	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 periodo 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 la centrales de filo de agua y regulación.

Es importante hacer notar que los reportes de simulación que se puedan generar dependerán del archivo datagen.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

a) Funciones de propósito específico

FUNCION: 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.

FUNCION: 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, graba 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 datagen.bin.

VALOR QUE REGRESA: 0

FUNCION: SWapGeneración

SINTAXIS: int SWapGeneración(Fpg, reg, Centrale, Pg, ht)
 FILE *Fpg Descriptor del Archivo de trabajo datagen.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 periodo de estudio.

PROCESO: Graba en el Archivo de trabajo datagen.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 accesados 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: GetPronóstico

```
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: Con base en el arreglo de demandas y en el 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 ó 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 y 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

b) Funciones de propósito general

FUNCION: MenusGrales

SINTAXIS: int MenusGrales(x1, y1, Head, Menu, 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 *Menu[] 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 *Menu[] 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 ó minúsculas (0 = minúsculas, 1=mayúsculas).

PROCESO: Realiza la captura de información por líneas de acuerdo con el 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 con 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 (véase 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, véase 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 cuántos 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 en 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

c) Definición de estructuras

i) Estructura del archivo de costos.

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


ii) Estructura del archivo del catálogo de centrales.

```

#define MAX_CAR 21 /* máximo núm. 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 operacion */
        anio_sal; /* año salida de operacion */
    wmin, /* energia generable min */
    wmax, /* energia 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;

```

iii) 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 */
        Limitacion, /* 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;

```

iv) Estructura para la captura de datos por línea.

```

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

```

v) Estructura para las fechas.

```

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

```

vi) 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 Leni;
}SCRCV;

```

vii) Estructura para el archivo países.

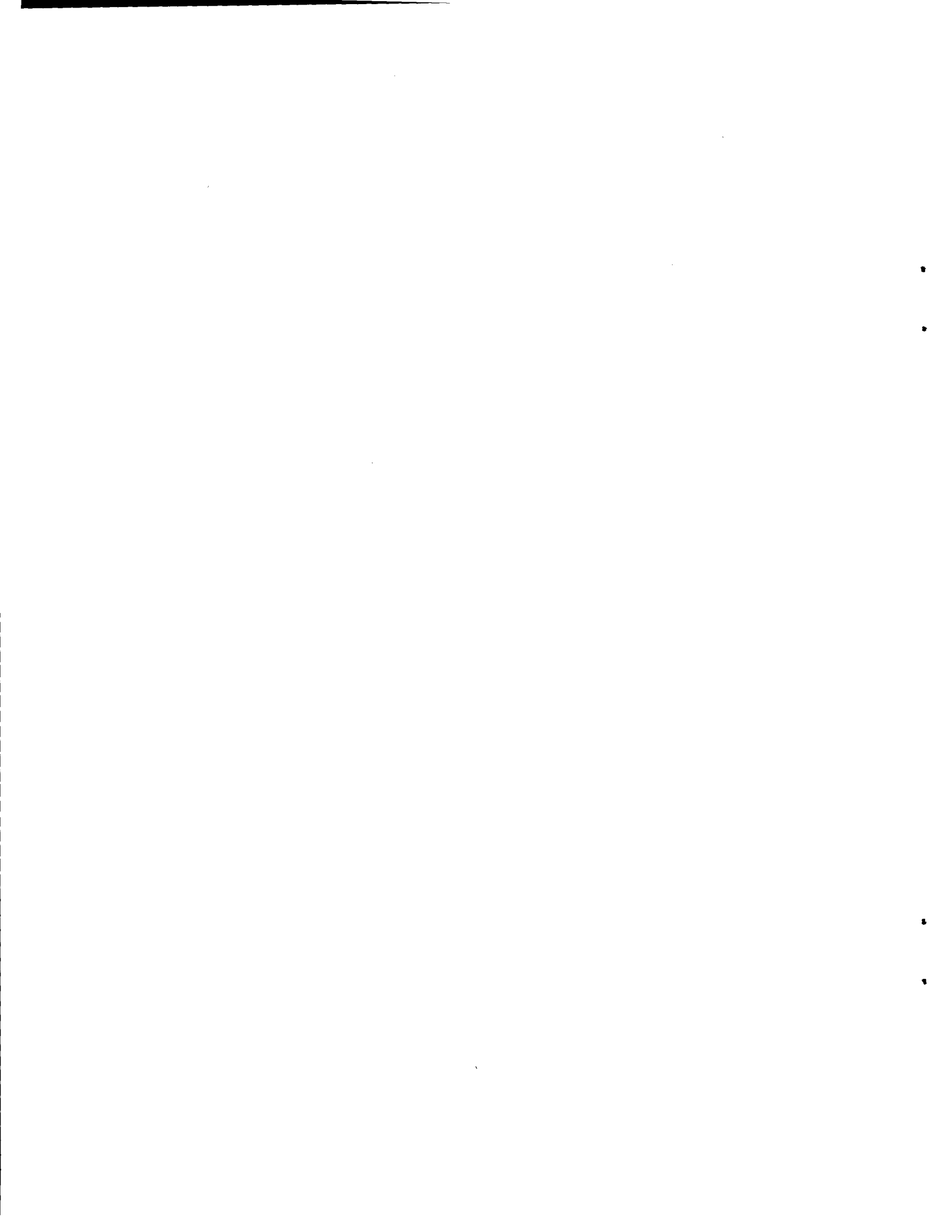
```

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;

```

viii) 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.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

•
•
•

•
•
•

