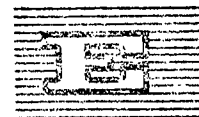


NACIONES UNIDAS  
CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



LIMITADO  
CCE/SC.5/GRIE/IV/3/Rev.1  
Noviembre de 1976

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA  
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA  
DEL ISTMO CENTROAMERICANO  
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE ELECTRIFICACION  
Y RECURSOS HIDRAULICOS  
GRUPO REGIONAL SOBRE INTERCONEXION ELECTRICA (GRIE)

Cuarta Reunión

PROYECTO DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Programa de operación simulada de una central hidroeléctrica

Informe preparado por el señor Hernán García, Experto de las Naciones Unidas en Desarrollo de Energía Hidroeléctrica, bajo la dirección y coordinación de la Sección de Recursos Naturales y Energía de la Comisión Económica para América Latina, Sub sede en México.

## INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción	1
2. Descripción del modelo	2
3. Fórmulas utilizadas	6
4. Método de cálculo	8
5. Resultados obtenidos	10
Anexo 1: Programa de operación simulada de una central hidroeléctrica. Diagrama de flujo	
Anexo 2: Programa de operación simulada de una central hidroeléctrica. Listado del Programa	
Anexo 3: Definición de variables	
Anexo 4: Proyectos hidroeléctricos centroamericanos. Energía generada para distintas potencias	

## 1. Introducción

Como es sabido, en la elección de la potencia por instalar en una central hidroeléctrica intervienen, tanto las características del aprovechamiento (caída aprovechable, distribución del caudal, capacidad de regulación) como las del sistema eléctrico del cual formará parte, y en especial la forma de la curva de carga.

Cuando se dispone de un sistema de precios para valorizar los aportes del proyecto al sistema (potencia y energía en los diferentes bloques de la curva de carga) y de una curva de costos de la central para diferentes potencias instaladas puede pensarse en "optimizar" la potencia por instalar en el proyecto, es decir, encontrar aquella potencia que haga máxima la diferencia entre el valor de sus aportes al sistema y su costo de inversión y operación.

La aplicación del Modelo Nacional de Inversiones (MNI) para la definición de los medios de generación proporciona un sistema de valorizaciones basado en tres componentes: potencia en la punta, energía en la punta y energía en la base. El programa de cálculo económico denominado NOTA AZUL agrega una metodología para evaluar los beneficios que significan para el sistema la instalación de un proyecto hidroeléctrico.

En lo que se refiere al estudio de interconexión eléctrica del Istmo Centroamericano, los proyectos hidroeléctricos considerados en él están, en general, definidos para una sola potencia, y los criterios adoptados en su determinación se basan normalmente en condiciones nacionales.

Por consiguiente, su estudio frente al sistema regional integrado puede llegar a modificar sus características ya que en el sistema interconectado varían tanto la forma de la curva de carga como las valorizaciones de potencia y energía.

Estas consideraciones hicieron pensar en la conveniencia de obtener, a partir de proyectos con características determinadas, un conjunto de alternativas con diferentes potencias, costos y energía generables.

El primer problema que se abordó fue el de obtener los costos para las diferentes alternativas de potencia mediante un simple programa de cálculo basado en las curvas de costos de obras de proyectos hidroeléctricos<sup>1/</sup> y que se explican en documentos aparte.<sup>2/</sup>

La estimación de la energía generable es, en cambio, un problema relativamente complejo, ya que requiere simular la operación de la central con base en una muestra hidrológica. Para tales fines se preparó un modelo matemático de simulación que se describe en el presente informe.

## 2. Descripción del modelo

El objetivo del modelo es calcular la energía generada por una central hidroeléctrica para distintas alternativas de potencia instalada suponiendo que no varían el resto de las características técnicas (desnivel aprovechable, curva de embalse, coeficiente energético). La información hidrológica necesaria es un número  $n$  de años completos con promedios mensuales de caudales afluentes, los valores medios de la precipitación y la evaporación directa desde el embalse. El programa permite introducir como datos diferentes políticas de operación del embalse o diseñar un cierto número de éstas basándose en la distribución de los caudales afluentes al embalse.

El programa puede probar todas las políticas de operación, suministradas como datos o generadas, y elegir como la mejor aquella que arroje una mayor generación media anual al operar con el promedio de la muestra hidrológica.<sup>3/</sup>

- 1/ Estimación de los costos de inversión de proyectos hidroeléctricos para varias alternativas de potencia instalada (CCE/SC.5/GRIE/III/6).
- 2/ Avance del estudio de interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano. Sistema interconectado. Anexo 2A, Curvas de costos de obras de proyectos hidroeléctricos, (CCE/SC.5/GRIE/III/5).
- 3/ La experiencia con el uso del modelo mostró que es mejor seleccionar la tasa operando con la muestra hidrológica completa; pero no se utilizó este procedimiento debido a que tomaba demasiado tiempo de computación.

El modelo realiza la operación simulada de la central para los n años adaptándose ya sea a una política anual de operación determinada o bien usando la política de operación previamente seleccionada como la mejor.

Finalmente todo este proceso o parte de él puede ser repetido para distintas alternativas de potencia instalada.

Los resultados obtenidos contienen todos los elementos del balance de aguas y la generación obtenida mes a mes para los n años.

El programa está dividido en siete bloques y tres subrutinas, que se describen más adelante.<sup>4/</sup> Se han llamado bloques aquellas partes del programa que ejecutan un proceso completo y subrutinas a los procedimientos de cálculo que se utilizan en forma reiterada en cualquiera de los bloques.

#### 2.1 Bloque características

Contiene las instrucciones de dimensionamiento de matrices utilizadas para almacenar datos y definición de algunas variables alfanuméricas además de las siguientes características generales de la central:

- Carga bruta máxima
- Carga bruta mínima
- Carga de diseño
- Curva de embalse

También calcula el volumen máximo disponible, la superficie media del embalse y el coeficiente energético medio.

#### 2.2 Bloque datos hidrológicos

Lee la información hidrológica, caudal medio mensual de n años y evaporación y lluvia media mensual; calcula los caudales promedio mensual de la muestra y los volúmenes caídos sobre el embalse por precipitación menos evaporación.

#### 2.3 Bloque potencia

Lee la potencia instalada de la alternativa que se está estudiando.

<sup>4/</sup> Se acompañan los detalles del programa en los anexos que se indican: Anexo 1: Diagrama de flujo; Anexo 2: Listado del programa; Anexo 3: Definición de variables.

#### 2.4 Bloque selección políticas de operación

Tiene dos alternativas:

- a) Leer un cierto número de políticas de operación posibles que se le entreguen como dato, o bien;
- b) Generar un cierto número de ellas.

En el caso de generar las políticas de operación el usuario debe seleccionar el nivel máximo que desee que alcance el embalse en cualquier época del año. El programa calcula los caudales afluentes promedios a la central y diseña cinco<sup>5/</sup> curvas de vaciado del embalse bajo las siguientes suposiciones:

- a) El nivel máximo del embalse se produce el día 10. del mes siguiente al que registra máximo caudal afluente;
- b) Se eligen cinco posibles niveles mínimos que figuran en el programa como datos;
- c) El nivel mínimo se produce al mes siguiente al que se registra caudal afluente mínimo;
- d) Entre estos límites la variación del volumen embalsado es lineal; y
- e) Si la diferencia entre el mes de caudal máximo y mínimo es menor que tres meses, el programa se declara incapaz de diseñar la política de operación y pide al usuario que la proporcione como dato.

Las suposiciones mencionadas están basadas en la observación de la forma en que varían los caudales en los ríos de Centroamérica.

#### 2.5 Bloque selección de la mejor tasa

Prueba las diferentes políticas de operación propuestas y calcula la generación que se obtiene para cada una de ellas al operar bajo el promedio de la muestra hidrológica. Selecciona como "mejor tasa" aquella que produce la mayor energía.

Originalmente este bloque se diseñó para probar las tasas con la totalidad de la muestra hidrológica obteniéndose mejores resultados, pero consumía demasiado tiempo el computador utilizado,<sup>6/</sup> motivo por el cual

5/ Esta cifra puede ser fácilmente ampliada al número que se desee en caso de disponer de un computador rápido.

6/ Hewlett-Packard 9830-8K.

se recurrió a los caudales promedios. En caso de adaptarse el modelo a un computador más rápido es recomendable modificarlo en este sentido.

#### 2.6 Bloque operación de n años

Efectúa la operación simulada para toda la muestra hidrológica utilizando la subrutina OPERA. La política de operación utilizada puede ser la previamente seleccionada como la mejor o cualquiera de las que retiene en memoria y que el usuario seleccione. Imprime los resultados.

#### 2.7 Subrutina OPERA

Efectúa la operación simulada de un año de una central de embalse. Calcula el volumen disponible para generar de acuerdo a la política de operación. Si éste es menor que el volumen máximo aprovechable para generación, sigue exactamente la política de operación. Si resulta ser mayor, genera el máximo posible y procede a modificar la política de operación para el siguiente mes de acuerdo con el agua sobrante. En caso de haber rebases, los calcula.

Para cada mes calcula los niveles del embalse y efectúa las correcciones del coeficiente energético y de la potencia generable por diferencias de nivel.

#### 2.8 Subrutina PASADA

Efectúa la operación simulada de un año para una central a hilo de agua. Calcula la generación teórica máxima posible, la generación real y, de existir, los rebases.

#### 2.9 Subrutina HORAS

Calcula el número de horas de un mes con el objeto de calcular los volúmenes generados.

### 3. Fórmulas utilizadas

Con el objeto de aprovechar los datos disponibles que fueron recopilados para utilizar el modelo CONCENTRABLE, se acepta que la forma de la curva de embalse puede representarse con la función: <sup>7/</sup> <sup>8/</sup>

$$V = BF^A \quad (1)$$

V = Volumen embalsado  
 F = Altura medida sobre la toma de agua  
 B y A = Coeficientes

La superficie del embalse en un instante cualquiera es:

$$S = \frac{dV}{dF} = B A F^{A-1} \quad (2)$$

El volumen afluente por precipitación directa sobre el lago menos las pérdidas por evaporación correspondiente es:

$$S(I, J) [V(J) - W(J)] \quad (3)$$

$$S(I, J) P(J)$$

S(I, J) = Superficie media en el mes J año I  
 V(J) = Precipitación media para el mes J  
 W(J) = Evaporación media para el mes J

Se define como tasa de almacenamiento la proporción del volumen del embalse lleno en un momento dado:

$$T(I, J) = \frac{B(I, J)}{V_9} \quad (4)$$

B(I, J) = Volumen embalsado en el año I mes J  
 V<sub>9</sub> = Volumen máximo del embalse

La energía elemental generada es:

$$dE = P dt = ZQH dt$$

P = Potencia  
 Z = Peso específico del agua  
 Q = Caudal  
 H = Altura de Bernouilli  
 t = Tiempo  
 E = Energía  
 V = Volumen

<sup>7/</sup> La experiencia muestra que esta función no se adapta bien en algunos casos; sin embargo debido a que los datos para el modelo CONCENTRABLE están dados en esta forma se recurrió a ella. En caso de conocerse la curva de embalse por puntas es fácil ajustarse una función que se adapte mejor; por ejemplo una parábola de 3° o 4° grados.

<sup>8/</sup> Las definiciones de variables se incluyen en el anexo 3.

$$dE = Z H dV$$



$$dE = Z H dV$$

Se define como coeficiente energético  $C_9$  la energía generada por unidad de volumen:

$$C_9 = \frac{dE}{dV} = Z H$$

Y si se desprecia a la altura de velocidad  $\frac{V^2}{2g}$ ,

$$C_9 = Z (H_0 + F)$$

$H_0$  = Caída entre la altura de descarga y la toma de aguas

Se observa que el coeficiente energético es función de la altura, o, en último término del volumen embalsado.

El coeficiente energético medio  $C$  es la razón entre la energía generada al vaciar el embalse y el volumen total de éste y puede deducirse por integración de la ecuación anterior:

$$dE = Z (H_0 + F) dV$$

como  $F = \left(\frac{V}{B}\right)^{1/A}$

$$dE = Z \left( H_0 + \left(\frac{V}{B}\right)^{1/A} \right) dV$$

Integrando entre límites 0 y  $V_9$  resulta:

$$E = Z \left( H_0 V_9 + \frac{1}{B} \frac{A}{1+A} V_9^{\frac{1+A}{A}} \right)$$

y haciendo

$$A_1 = \frac{A}{1+A} ; \quad H_6 = \left(\frac{V_9}{B}\right)^{1/A}$$

$H_6$ : Fluctuación máxima del embalse, resulta:

$$E = Z V_9 (H_0 + A_1 * H_6)$$

El coeficiente energético medio es:

$$C = \frac{E}{V_9} = Z (H_0 + A_1 * H_6)$$

El coeficiente energético para un momento cualquiera puede expresarse en función del volumen instantáneo  $V$  y el coeficiente energético medio:

$$C_9 = C \left( \frac{H_0 + F}{H_0 + A_1 H_6} \right)$$

/Por su

Por su parte la potencia P en un instante dado es función de la carga total y despreciando la altura de velocidad puede expresarse como:

$$P = P1 \left( \frac{H0 + F}{H0 + H9} \right)^{3/2}$$

P1 = Potencia máxima

H9 = Altura máxima sobre la toma

#### 4. Método de cálculo

El programa discrimina si se trata de una central de embalse o a hilo de agua mediante el coeficiente A, <sup>9/</sup> (A = 0; central tipo hilo de agua). Para ambos casos utiliza subrutinas de operación diferente.

##### 4.1 Operación de plantas de regulación

El volumen disponible para generar en un mes J, año I está formado por:

Afluentes Q (I,J) + P (J)

Regulación B (I,J + 1) - B (I,J)

Q (I,J) = Volumen afluente

P (J) = Volumen caído sobre el lago por precipitación menos evaporación

B (I,J) = Volumen embalsado

El agua disponible para ser generada es:

$$C (J) = Q (I,J) + P (J) + B (I,J + 1) - B (I,J)$$

El volumen de agua que la planta es capaz de generar de acuerdo a su capacidad de máquinas es:

$$D (J) = (K P T2)/C9$$

siendo P la potencia media corregida por altura

$$P = P1 \left( \left( \frac{F (J) + F (J+1)}{2} + H0 \right) / H9 \right)^{1.5}$$

<sup>9/</sup> El coeficiente A debe ser mayor que 1, véase fórmula (2).

C9 es el coeficiente energético medio, corregido también por altura y K un factor de conversión de unidades.

$$C9 = C (H0 + 0.5 (F(J) + F(J+1)) / (1 + 0 + A1 H6))$$

$$F (J) = (B (J)/B)^{1/A}$$

$$F (J + 1) = (B (J + 1)/B)^{1/A}$$

Pueden presentarse los siguientes casos:

Caso A.  $C(J) \leq D(J)$

El agua disponible para ser generada es menor o igual que la capacidad de generación de la planta.

Hay dos subcasos:

Caso A 1.  $C (J) \geq 0$

En este caso

$$E (J) = C(J)$$

E (J) es el volumen realmente generado en el mes J y

$$G (J) = E (J) * C9$$

G (J) es la energía generada en el mes. En este caso no hay cambios en la política de operación

Caso A 2.  $C (J) < 0$

En este caso el volumen generado y la energía generada en el mes son nulos.

$$E (J) = 0$$

$$G (J) = 0$$

y es necesario además corregir el volumen inicial del siguiente mes

$$B (J + 1) = B (J + 1) + C (J)$$

Caso B.  $C (J) > D (J)$

El volumen disponible para ser generado excede la capacidad de generación de la planta; ésta genera todo lo que pueda.

$$E (J) = D (J)$$

$$G (J) = E (J) C9$$

/Es necesario

Es necesario corregir el volumen inicial del mes siguiente:

$$B (J + 1) = B (J + 1) + C (J) - D (J)$$

puede ocurrir que

$$B (J + 1) > V9$$

en cuyo caso habrá derrame de magnitud

$$H (J + 1) = B (J + 1) - V9$$

y como la capacidad máxima de embalse es V9

$$B (J + 1) = V9$$

#### 4.2 Operación de plantas a hilo de agua

Este caso, calificado por  $A = 0$ , es mucho más simple.

El volumen disponible para ser generado es el caudal afluente

$A (J)$ ; pueden presentarse dos casos:

Caso A.  $A (J) \geq D (J)$

Lo que significa que hay un exceso de agua generable. La generación será la máxima posible

$$G (J) = D (J) C$$

y se produce un derrame

$$H (J) = A (J) - D (J) C$$

Caso B.  $A (J) < D (J)$

En este caso la generación es

$$G (J) = A (J) C$$

### 5. Resultados obtenidos

El programa se aplicó a todos los proyectos que cuentan con información hidrológica (20) y para varias alternativas de cada uno; totalizando 77 corridas y 770 años de operación.

En la operación del modelo, así como en algunas fases de la programación, se contó con la colaboración del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (se utilizaron equipos Hewlett-Packard 9830 de Nicaragua y de Honduras).

Los resultados, de energía generada (promedio de 10 años), se acompañan en el anexo 4.

/En los

En los cuadros 1 al 3 se muestran algunos ejemplos detallados de los resultados obtenidos. En las figuras 1 a la 3 se han llevado a gráficos dichos resultados junto con cifras de los costos estimados para las distintas potencias.<sup>10/</sup>

Se han elegido tres ejemplos que, por sus características, responden en forma diferente a la variación de la potencia instalada. La central Siquirres (figura 1) aumenta rápidamente la generación con la potencia hasta que ésta alcanza aproximadamente 300 MW; para potencias mayores, la energía no aumenta sensiblemente. En cambio, en el proyecto El Cajón (figura 2) la energía aumenta en forma importante en todo el rango estudiado (200 - 500 MW). Por último se encuentra el proyecto Changuinola (figura 3) en el cual se observa que, dentro del rango estudiado la energía generada es prácticamente constante.

#### 6. Conclusiones

El modelo que se describe, permite obtener una curva de energía generable en función de la potencia instalada para los proyectos hidroeléctricos. En conjunto con una curva de costos en función de la potencia es posible obtener diversas soluciones posibles para ser evaluadas frente al sistema en que se pretende incluir. Las valorizaciones de la potencia que el proyecto agrega al sistema así como de la energía que es capaz de colocar en los diferentes bloques de la curva de carga permiten estimar el beneficio de cada alternativa frente al sistema y decidir cuál debería ser la potencia óptima a instalar.

10/ Véase el documento: Estimación de los costos de inversión de proyectos hidroeléctricos para varias alternativas de potencia instalada, op. cit.

Cuadro 1

PROYECTO SIQUIRRES  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

	POTENCIA	300 MW
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE		
COTA MAXIMA DE OPERACION=	170.00	METROS
COTA DE DISEÑO	= 155.00	METROS
COTA MINIMA DE OPERACION=	125.00	METROS
FLUCTUACION MAXIMA	= 45.00	METROS
CURVA DE EMBALSE		
	ALFA=	1.2600
	BETA=	2.7000

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM. 1964	1.00	0.99	0.96	0.91	0.87	0.84	0.83	0.85	0.89	0.92	0.96	1.00
AFLUENTE	490	167	134	130	260	438	495	482	476	543	461	294
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	495	177	149	145	268	441	488	472	465	530	447	294
VOL. GENERADO	495	177	149	145	268	441	488	472	465	530	447	294
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	195	69	58	56	102	168	186	181	179	206	175	116
1965												
AFLUENTE	538	280	337	170	444	471	498	492	515	562	513	447
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	543	290	352	185	452	474	491	482	504	549	499	447
VOL. GENERADO	543	290	352	185	452	474	491	482	504	549	499	447
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	213	114	137	71	172	180	187	184	194	213	196	176
1966												
AFLUENTE	493	471	316	269	551	539	482	476	445	498	557	666
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	498	481	331	284	559	542	475	466	434	485	543	666
VOL. GENERADO	498	481	331	284	558	539	475	466	434	485	543	567
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	196	188	129	109	213	205	181	178	167	188	213	223
1967												
AFLUENTE	455	261	229	406	415	554	508	546	508	565	518	466
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	460	271	244	421	423	557	501	536	497	552	504	466
VOL. GENERADO	460	271	244	421	423	539	501	536	497	552	504	466
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	181	106	75	162	161	205	191	205	199	214	197	184

/(Cont infa)

Cuadro 1 (continuación)

1968												
AFLUENTE	308	442	425	391	506	547	546	543	583	533	534	514
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	313	452	440	406	514	550	539	533	572	520	520	514
VOL. GENERADO	313	452	440	406	514	539	539	533	543	520	520	514
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	123	177	171	156	196	205	205	204	209	202	204	202
1969												
AFLUENTE	259	187	158	211	255	487	396	516	572	567	728	645
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	264	197	173	226	263	490	389	506	561	554	714	645
VOL. GENERADO	264	197	173	226	263	490	389	506	543	554	548	567
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	166
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	104	77	67	87	100	166	148	194	209	215	215	223
1970												
AFLUENTE	597	544	263	858	541	469	541	530	502	484	728	1283
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	602	554	278	873	549	472	534	520	491	471	714	1283
VOL. GENERADO	567	511	278	542	549	472	534	520	491	471	548	567
REBASES	0	30	29	0	286	0	0	0	0	1	0	166
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	223	200	108	209	210	180	203	199	189	183	215	223
1971												
AFLUENTE	447	261	321	412	516	484	525	482	479	589	487	300
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	452	271	336	427	524	487	518	472	468	576	473	300
VOL. GENERADO	452	271	336	427	524	487	518	472	468	563	473	300
REBASES	0	30	29	0	286	0	0	0	0	1	0	166
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	178	106	131	164	200	185	197	181	181	219	185	118
1972												
AFLUENTE	364	251	226	337	500	484	364	476	513	594	515	487
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	369	261	241	352	508	487	357	466	502	581	501	487
VOL. GENERADO	369	261	241	352	508	487	357	466	502	563	501	487
REBASES	0	30	29	0	286	0	0	0	0	1	3	166
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	145	102	94	135	194	185	136	178	194	219	196	192
1973												
AFLUENTE	383	258	191	128	444	495	487	503	510	554	567	562
PRECIPITAC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EVAPORACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. EMBALSADO	337	332	322	307	292	284	281	288	298	309	323	337
VOL. GENERABL	388	268	206	143	452	498	480	493	499	541	553	562
VOL. GENERADO	388	268	206	143	452	498	480	493	499	541	548	562
REBASES	0	30	29	0	286	0	0	0	0	1	3	5
NIV. INICIAL	170	170	168	167	165	164	164	165	166	167	168	170
GENERACION	153	105	80	55	172	189	183	189	193	210	215	221

Cuadro 1 (continuación)

	ENERGIA GENERADA EN GWh											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	195	69	58	56	102	168	186	181	179	206	175	116
1965	213	114	137	71	172	180	187	184	194	213	196	176
1966	196	188	129	109	213	205	181	178	167	188	213	223
1967	181	106	95	162	161	205	191	205	192	214	197	184
1968	123	177	171	156	196	205	205	204	209	202	204	202
1969	104	77	67	87	100	136	148	194	209	215	215	223
1970	223	200	188	209	210	180	203	199	189	183	215	223
1971	178	106	131	164	200	185	197	181	181	219	185	118
1972	145	102	94	135	194	185	136	178	194	219	196	192
1973	153	105	80	55	172	189	183	189	193	210	215	221
PROMEDIO	171	125	107	121	172	189	182	189	191	207	201	188
GENERACION TOTAL ANUAL												
1964	1691											
1965	2039											
1966	2192											
1967	2094											
1968	2256											
1969	1827											
1970	2342											
1971	2045											
1972	1971											
1973	1965											
PROMEDIO	2042											



**Cuadro 1 (continuación)**

PROYECTO SIQUIRRES  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 400 MW

CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE

COTA MAXIMA DE OPERACION= 170.00 METROS  
COTA DE DISEÑO = 155.00 METROS  
COTA MINIMA DE OPERACION= 125.00 METROS  
FLUCTUACION MAXIMA = 45.00 METROS  
CURVA DE EMBALSE

ALFA= 1.2680

BETA= 2.7000

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	1.00	0.99	0.96	0.91	0.87	0.84	0.83	0.85	0.89	0.92	0.96	1.00
ENERGIA GENERADA EN GWH												

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	194	69	58	56	102	167	185	180	179	205	175	115
1965	213	113	136	71	172	180	187	184	194	213	195	176
1966	195	188	128	109	213	206	181	178	167	188	212	262
1967	180	106	95	162	161	211	190	205	191	214	197	183
1968	123	177	170	156	196	209	205	203	220	201	203	202
1969	103	77	67	87	100	186	148	193	216	215	279	253
1970	236	216	108	277	209	179	203	198	189	182	279	297
1971	177	106	130	164	199	185	197	180	180	223	185	118
1972	145	102	93	135	193	185	136	178	193	225	196	191
1973	152	105	80	55	172	189	182	188	192	210	216	221
PROMEDIO	172	126	107	127	172	190	181	189	192	208	214	202

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	1586
1965	2033
1966	2226
1967	2095
1968	2265
1969	1924
1970	2574
1971	2044
1972	1972
1973	1961
PROMEDIO	2078

Cuadro 1 (continuación)

PROYECTO SIQUIRRES  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 449 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 170.00 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 155.00 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 125.00 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 45.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.2680  
 BETA= 2.7000

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

TASA DE ALM.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	1.00	0.99	0.96	0.91	0.87	0.84	0.83	0.85	0.89	0.92	0.96	1.00

ENERGIA GENERADA EN GWh

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	194	69	58	56	102	167	185	180	179	205	175	115
1965	213	113	136	71	172	180	187	184	194	213	195	176
1966	195	188	128	109	213	206	181	178	167	188	212	262
1967	180	106	95	162	161	211	190	205	191	214	197	183
1968	123	177	170	156	196	209	205	203	220	201	203	202
1969	103	77	67	87	100	186	148	193	216	215	279	253
1970	236	216	108	311	209	179	203	198	189	182	279	333
1971	177	106	130	164	199	185	197	180	180	223	185	118
1972	145	102	93	135	193	185	136	178	193	225	196	191
1973	152	105	80	55	172	189	182	188	192	210	216	221
PROMEDIO	172	126	107	131	172	190	181	189	192	208	214	205

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	1686
1965	2033
1966	2226
1967	2095
1968	2265
1969	1924
1970	2645
1971	2044
1972	1972
1973	1961
PROMEDIO	2085

**Cuadro 1 (conclusión)**

PROYECTO SIQUIRRES  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 705 MW

CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE

COTA MAXIMA DE OPERACION= 170.00 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 155.00 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 125.00 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 45.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE

ALFA= 1.2680  
 BETA= 2.7000

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	1.00	0.99	0.96	0.91	0.87	0.84	0.83	0.85	0.89	0.92	0.96	1.00
ENERGIA GENERADA EN GWH												

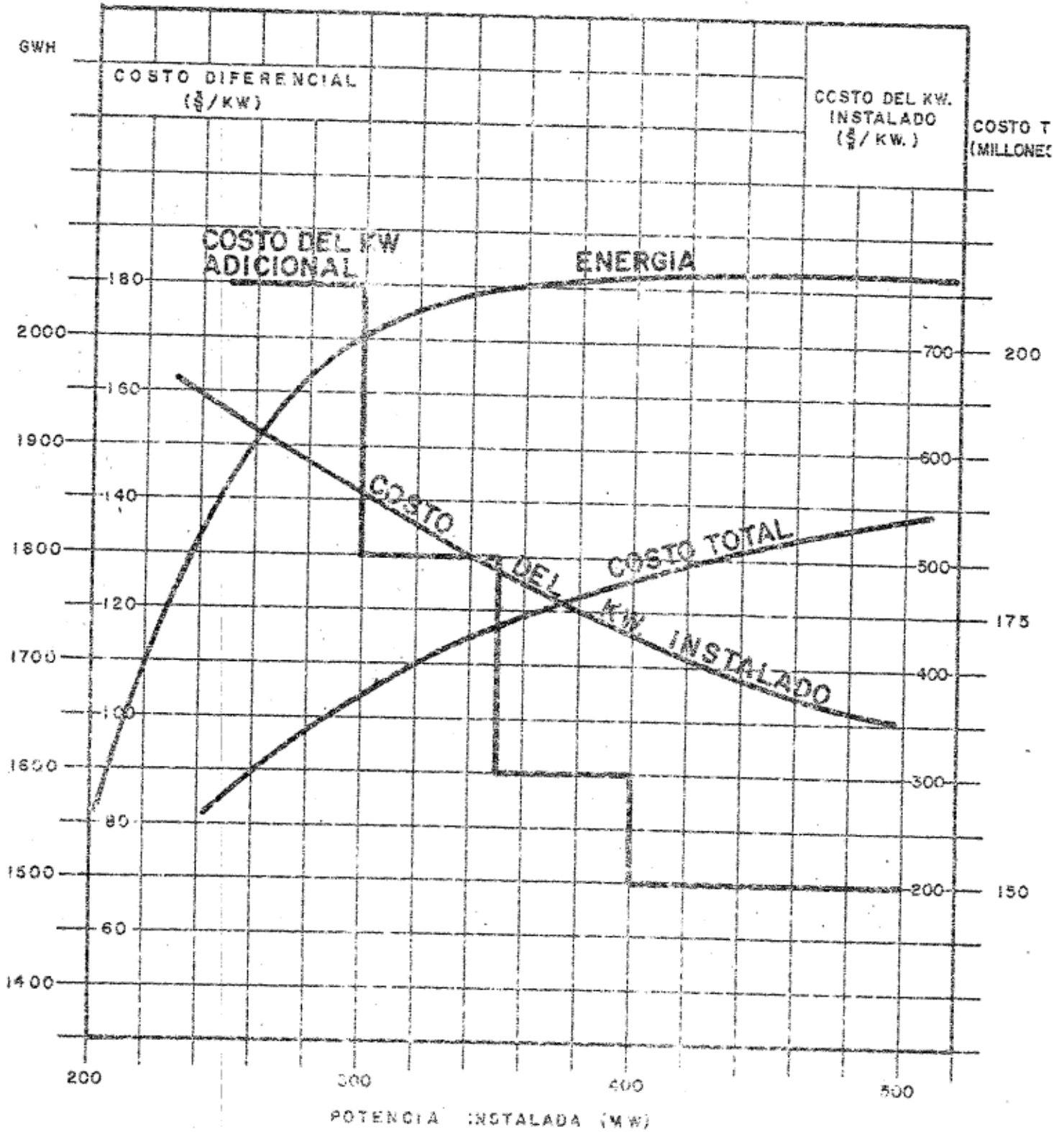
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	194	69	58	56	102	167	185	180	179	205	175	115
1965	213	113	136	71	172	180	187	184	194	213	195	176
1966	195	188	128	109	213	206	181	178	167	188	212	262
1967	180	106	95	162	161	211	190	205	191	214	197	183
1968	123	177	170	156	196	209	205	203	220	201	203	202
1969	103	77	67	87	100	186	148	193	216	215	279	253
1970	236	216	108	335	209	179	203	198	189	182	279	504
1971	177	106	130	164	199	185	197	180	180	223	185	118
1972	145	102	93	135	193	185	136	178	193	225	196	191
1973	152	105	80	55	172	189	182	188	192	210	216	221
PROMEDIO	172	126	107	133	172	190	181	189	192	200	214	223

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	1686
1965	2033
1966	2226
1967	2095
1968	2265
1969	1924
1970	2839
1971	2044
1972	1972
1973	1961
PROMEDIO	2104

PROYECTO

SIQUIRES



Cuadro 2

PROYECTO EL CAJON  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 400 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 182.00 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 153.00 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 97.00 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 85.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.3900  
 BETA= 11.4680

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA.

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	0.92	0.88	0.84	0.80	0.83	0.86	0.89	0.91	0.94	0.97	1.00	0.96
ENERGIA GENERADA EN GWH												

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	136	126	116	0	0	86	58	66	269	200	181	150
1965	133	116	108	0	31	148	12	0	170	236	265	163
1966	148	144	123	0	0	188	199	130	172	169	198	167
1967	141	137	127	0	0	53	40	17	51	153	210	143
1968	124	118	111	0	0	224	112	103	236	296	285	188
1969	147	126	118	0	100	216	210	256	168	276	256	193
1970	151	139	127	0	0	35	172	244	282	289	274	195
1971	153	133	119	0	0	0	5	176	265	296	191	140
1972	124	116	109	0	0	0	1	71	113	172	177	138
1973	122	118	108	0	0	72	39	56	91	155	174	132
PROMEDIO	138	127	116	0	13	102	85	112	182	224	221	161

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	1389
1965	1382
1966	1638
1967	1072
1968	1796
1969	2065
1970	1907
1971	1479
1972	1020
1973	1067
PROMEDIO	1481

Cuadro 2 (Continuación)

PROYECTO EL CAJON  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 300 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 182.00 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 153.00 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 97.00 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 85.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.3900  
 BETA= 11.4600

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	0.92	0.88	0.84	0.80	0.83	0.85	0.89	0.91	0.94	0.97	1.00	0.96
ENERGIA GENERADA EN GWH												

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	136	126	116	0	0	66	58	66	212	200	181	150
1965	133	116	108	0	31	148	12	0	170	222	214	163
1966	148	144	123	0	0	188	199	130	172	169	198	167
1967	141	137	127	0	0	53	40	17	51	153	210	143
1968	124	118	111	0	0	202	112	103	212	222	214	188
1969	147	126	118	0	100	202	210	215	168	222	214	193
1970	151	139	127	0	0	35	172	215	212	222	214	195
1971	153	133	119	0	0	0	5	176	212	222	191	140
1972	124	116	109	0	0	0	1	71	113	172	177	138
1973	122	118	108	0	0	72	39	56	91	155	174	132
PROMEDIO	138	127	116	0	13	99	85	165	161	196	199	161

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	1331
1965	1317
1966	1638
1967	1072
1968	1605
1969	1915
1970	1681
1971	1351
1972	1020
1973	1067
PROMEDIO	1400

/(continda)

Cuadro 2 (Conclusión)

PROYECTO EL CAJON  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

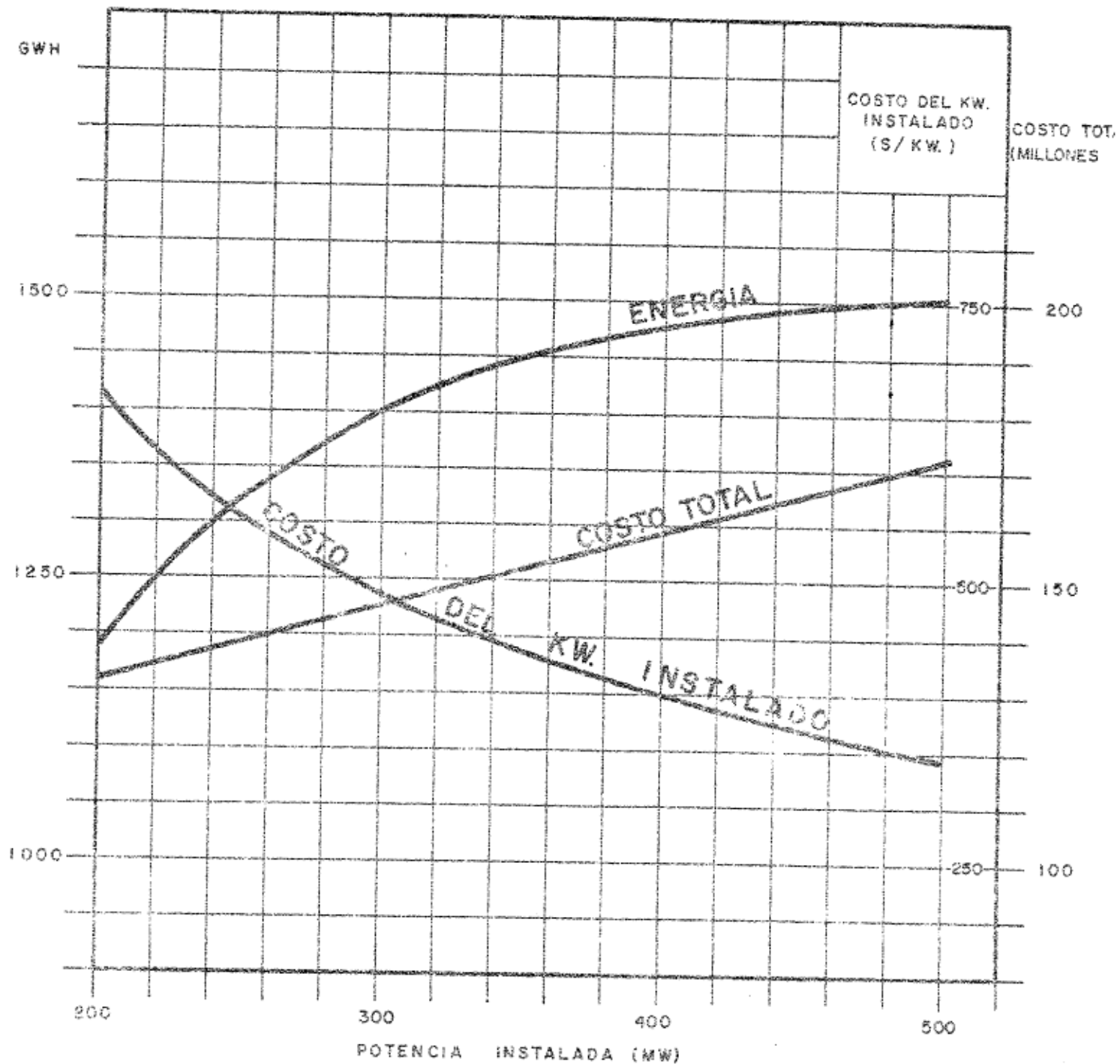
POTENCIA 200 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 182.00 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 153.00 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 97.00 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 85.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.3980  
 BETA= 11.4680

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DI
TASA DE HLM.	0.99	0.96	0.94	0.87	0.83	0.75	0.75	0.75	0.63	0.93	0.98	1.0
ENERGIA GENERADA EN GWH												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	117	84	142	118	133	126	116	0	133	146	43	83
1965	113	74	142	106	133	126	73	0	6	146	127	97
1966	129	103	142	114	133	126	130	13	9	118	60	106
1967	122	96	142	133	133	111	98	0	0	102	72	70
1968	104	76	142	110	133	126	130	0	70	146	143	122
1969	128	84	142	117	133	126	130	132	4	146	118	128
1970	132	98	142	133	133	94	130	121	130	146	136	129
1971	134	92	142	114	133	51	66	56	59	146	53	73
1972	104	74	142	112	133	58	61	0	0	121	38	71
1973	102	76	142	112	133	126	97	0	0	104	36	65
PROMEDIO	118	86	142	117	133	107	103	33	42	132	83	94
GENERACION TOTAL ANUAL												
1964	1209											
1965	1141											
1966	1176											
1967	1085											
1968	1301											
1969	1387											
1970	1523											
1971	1158											
1972	914											
1973	993											
PROMEDIO	1189											

# PROYECTO EL CAJON

## ALTERNATIVA 285 m.s.n.m.





Cuadro 3

PROYECTO CHANGUINDOLA  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 610 MW

CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE

COTA MAXIMA DE OPERACION= 301.90 METROS  
COTA DE DISEÑO = 292.90 METROS  
COTA MINIMA DE OPERACION= 289.90 METROS  
FLUCTUACION MAXIMA = 12.00 METROS  
CURVA DE EMBALSE

ALFA= 1.0170  
BETA= 27.4090

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	0.92	0.84	0.75	0.65	0.57	0.62	0.69	0.70	0.72	0.78	0.87	0.93
1964												
AFLUENTE	348	100	115	96	191	279	246	190	313	361	357	316
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	379	133	150	128	179	261	249	190	300	343	348	329
VOL. GENERADO	379	133	150	128	179	261	249	190	300	343	348	329
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	264	92	104	88	123	160	172	131	208	239	242	230
1965												
AFLUENTE	327	237	203	261	251	311	275	289	362	412	406	348
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	358	270	238	293	239	293	278	289	349	394	397	361
VOL. GENERADO	358	270	238	293	239	293	278	289	349	394	397	361
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	249	187	165	202	164	202	192	200	242	274	277	252
1966												
AFLUENTE	340	241	214	277	294	362	318	316	285	484	474	401
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	371	274	249	309	282	344	321	316	272	466	465	414
VOL. GENERADO	371	274	249	309	282	344	321	316	272	466	465	414
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	258	190	172	213	194	237	222	219	188	324	324	289
1967												
AFLUENTE	313	212	187	251	251	321	275	289	362	410	406	348
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	344	245	222	283	239	303	278	289	349	392	397	361
VOL. GENERADO	344	245	222	283	239	303	278	289	349	392	397	361
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	240	170	153	195	164	209	192	200	242	273	277	252

/(Continúa)

Cuadro 3 (continuación)

1968												
AFLUENTE	361	275	222	300	305	386	329	334	305	490	479	425
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	392	308	257	332	293	368	332	334	292	472	470	438
VOL. GENERADO	392	308	257	332	293	368	332	334	292	472	470	438
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	273	214	178	229	202	254	236	231	202	328	327	306
1969												
AFLUENTE	219	159	139	486	241	362	318	316	285	479	466	401
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	250	192	174	518	229	344	321	316	272	461	457	414
VOL. GENERADO	250	192	174	518	229	344	321	316	272	461	457	414
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	174	133	120	357	157	237	222	219	188	320	318	289
1970												
AFLUENTE	337	312	168	484	361	443	385	388	513	581	580	492
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	368	345	203	516	349	425	388	388	500	563	571	505
VOL. GENERADO	368	345	203	516	349	425	388	388	500	563	571	505
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	256	239	140	355	240	293	268	268	346	391	398	352
1971												
AFLUENTE	316	239	200	230	275	326	297	299	274	771	373	283
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	347	272	235	262	263	308	300	299	261	753	364	296
VOL. GENERADO	347	272	235	262	263	308	300	299	261	647	364	296
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	242	189	162	181	181	212	208	207	181	458	254	207
1972												
AFLUENTE	388	196	182	298	340	474	455	458	443	632	456	471
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	419	229	217	330	328	456	458	458	430	614	447	484
VOL. GENERADO	419	229	217	330	328	456	458	458	430	614	447	484
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	292	159	150	227	226	314	317	317	298	427	311	328
1973												
AFLUENTE	316	203	107	129	281	326	409	415	326	511	673	650
PRECIPITAC.	314	206	180	244	278	360	338	320	344	470	476	458
EVAPORACION	130	138	156	130	106	93	81	91	90	94	82	109
V. EMBALSADO	314	288	257	223	194	211	237	242	248	269	297	317
VOL. GENERABL	347	236	142	161	269	308	412	415	313	493	664	663
VOL. GENERADO	347	236	142	161	269	308	412	415	313	493	627	648
REBASES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
NIV. INICIAL	301	300	299	298	297	297	298	298	299	299	300	301
GENERACION	242	164	98	111	185	212	285	287	217	343	437	452

/(Continúa)

Cuadro 3 (continuación)

ENERGIA GENERADA EN GW-H												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	264	92	104	88	123	180	172	131	208	239	242	230
1965	249	187	165	202	164	202	192	200	242	274	277	252
1966	258	190	172	213	194	237	222	219	188	324	324	289
1967	240	170	153	195	164	209	192	200	242	273	277	252
1968	273	214	178	229	202	254	230	231	202	328	327	306
1969	174	133	120	357	157	237	222	219	188	320	318	289
1970	256	239	140	355	240	293	268	268	346	391	398	352
1971	242	189	162	181	181	212	208	207	181	450	254	207
1972	292	159	150	227	226	314	317	317	298	427	311	338
1973	242	164	98	111	185	212	285	287	217	343	437	452
PROMEDIO	249	174	144	216	184	235	231	228	231	337	317	297
GENERACION TOTAL ANUAL												
1964	2073											
1965	2606											
1966	2800											
1967	2566											
1968	2972											
1969	2736											
1970	3549											
1971	2671											
1972	3375											
1973	3032											
PROMEDIO	2841											

**Cuadro 3 (continuación)**

PROYECTO CHANGUINOLA  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 926 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 301.90 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 292.90 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 289.90 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 12.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.0170  
 BETA= 27.4090

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

TASA DE ALM.	ENERGIA GENERADA EN GW-H											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.92	0.84	0.75	0.65	0.57	0.62	0.69	0.70	0.72	0.78	0.87	0.93	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	264	92	104	88	123	180	172	131	208	239	242	230
1965	249	187	165	202	164	202	192	200	242	274	277	252
1966	258	190	172	213	194	237	222	219	188	324	324	289
1967	240	170	153	195	164	209	192	200	242	273	277	252
1968	273	214	178	229	202	254	230	231	202	328	327	306
1969	174	133	120	357	157	237	222	219	188	320	318	289
1970	256	239	140	355	240	293	268	268	346	391	398	352
1971	242	189	162	181	181	212	208	207	181	523	254	207
1972	292	159	150	227	226	314	317	317	298	427	311	338
1973	242	164	98	111	185	212	285	287	217	343	463	463
PROMEDIO	249	174	144	216	184	235	231	228	231	344	319	298
GENERACION TOTAL ANUAL												
1964	2073											
1965	2606											
1966	2830											
1967	2566											
1968	2972											
1969	2736											
1970	3549											
1971	2745											
1972	3375											
1973	3068											
PROMEDIO	2852											

/(Continúa)

Cuadro 3 (continuación)

PROYECTO CHANGUINOLA  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 721 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 301.90 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 292.90 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 289.90 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 12.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.0170  
 BETA= 27.4090

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	0.92	0.84	0.75	0.65	0.57	0.62	0.69	0.70	0.72	0.78	0.87	0.93
ENERGIA GENERADA EN GWh												

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	264	92	104	88	123	180	172	191	208	239	242	230
1965	249	187	165	202	164	202	192	200	242	274	277	252
1966	258	190	172	213	194	237	222	219	188	324	324	289
1967	240	170	153	195	164	209	192	200	242	273	277	252
1968	273	214	178	229	202	254	230	231	202	328	327	306
1969	174	133	120	357	157	237	222	219	188	320	318	289
1970	256	239	140	355	240	293	268	268	346	391	398	352
1971	242	189	162	181	181	212	208	207	181	323	254	207
1972	292	159	150	227	226	314	317	317	298	427	311	338
1973	242	164	98	111	185	212	285	287	217	343	463	463
PROMEDIO	249	174	144	216	184	235	231	228	231	344	319	298

GENERACION TOTAL ANUAL

1964	2073
1965	2606
1966	2830
1967	2566
1968	2972
1969	2736
1970	3549
1971	2745
1972	3375
1973	3068
PROMEDIO	2852

**Cuadro 3 (conclusión)**

PROYECTO CHANGUINOLA  
CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA

POTENCIA 499 MW  
 CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE  
 COTA MAXIMA DE OPERACION= 301.90 METROS  
 COTA DE DISEÑO = 292.90 METROS  
 COTA MINIMA DE OPERACION= 289.90 METROS  
 FLUCTUACION MAXIMA = 12.00 METROS  
 CURVA DE EMBALSE  
 ALFA= 1.0170  
 BETA= 27.4090

RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA

=====

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TASA DE ALM.	0.92	0.84	0.75	0.65	0.57	0.62	0.69	0.70	0.72	0.78	0.87	0.93

ENERGIA GENERADA EN GWh

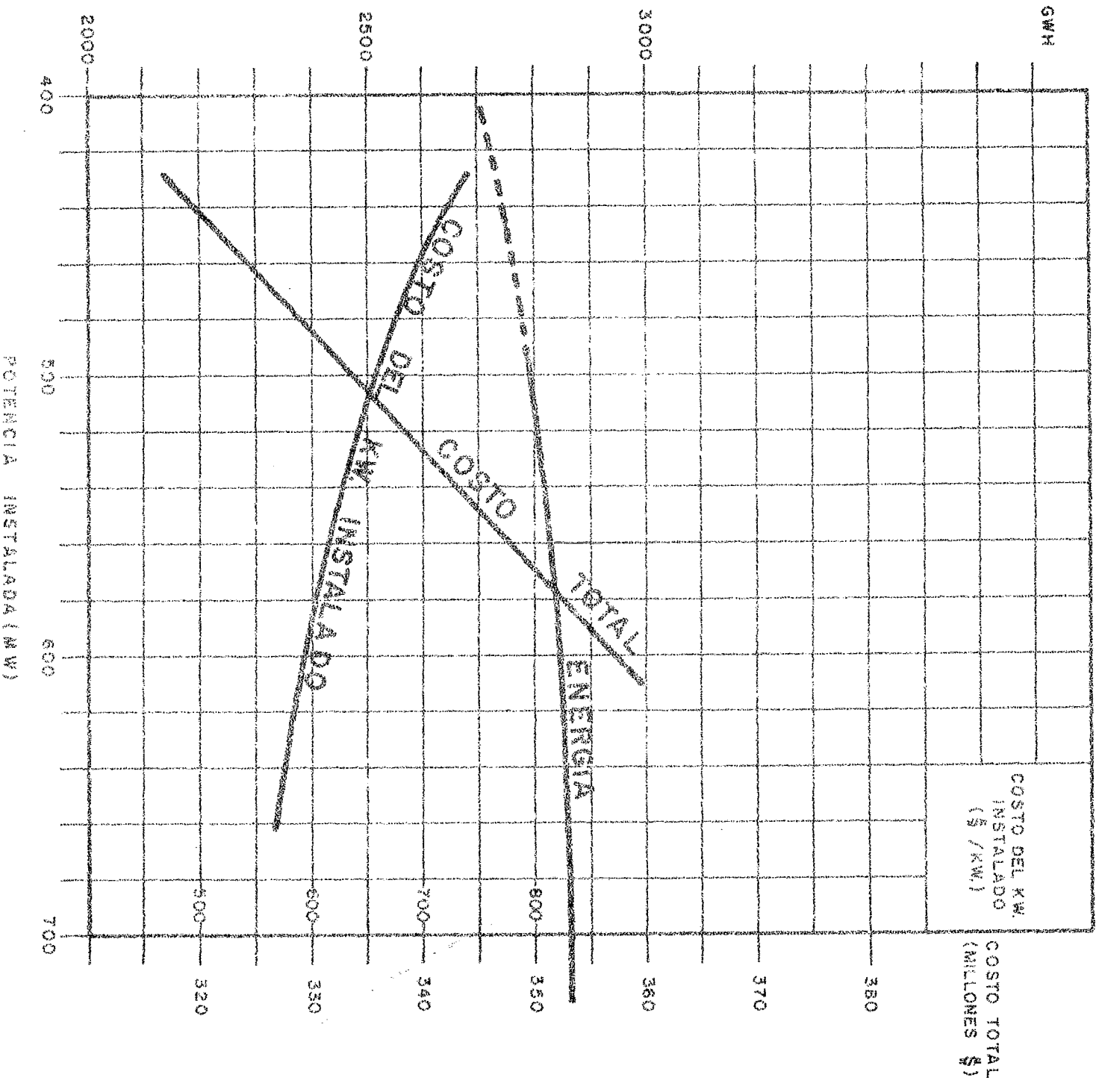
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1964	264	92	104	86	123	180	172	131	208	239	242	230
1965	249	187	165	202	164	202	192	200	242	274	277	252
1966	258	190	172	213	194	237	222	219	188	324	324	289
1967	240	170	153	195	164	209	192	200	242	273	277	252
1968	273	214	178	229	202	254	230	231	202	328	327	306
1969	174	133	120	351	157	237	222	219	188	320	318	289
1970	256	239	140	351	240	293	268	268	346	368	357	352
1971	242	189	162	181	181	212	208	207	181	368	254	207
1972	292	159	150	227	226	314	317	317	298	368	311	338
1973	242	164	98	111	185	212	285	287	217	343	357	370
PROMEDIO	249	174	144	215	184	235	231	228	231	320	305	288

GENERACION TOTAL ANUAL:

1964	2073
1965	2606
1966	2630
1967	2566
1968	2972
1969	2730
1970	3481
1971	2590
1972	3316
1973	2870
PROMEDIO	2803

FIGURA 3

# PROYECTO CHANSUMOLA



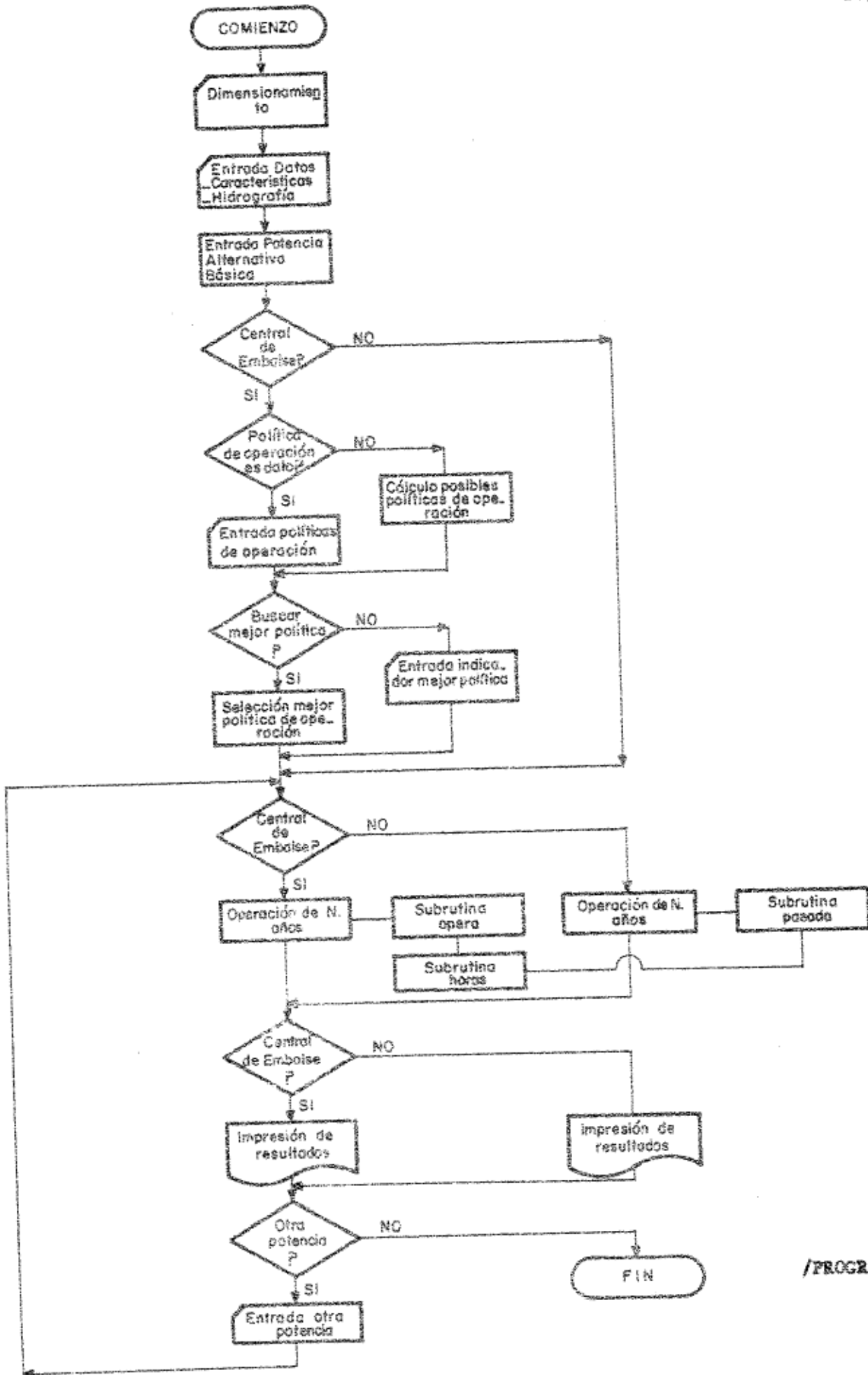
Anexo 1

PROGRAMA DE OPERACION SIMULADA DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA

Diagrama de flujo

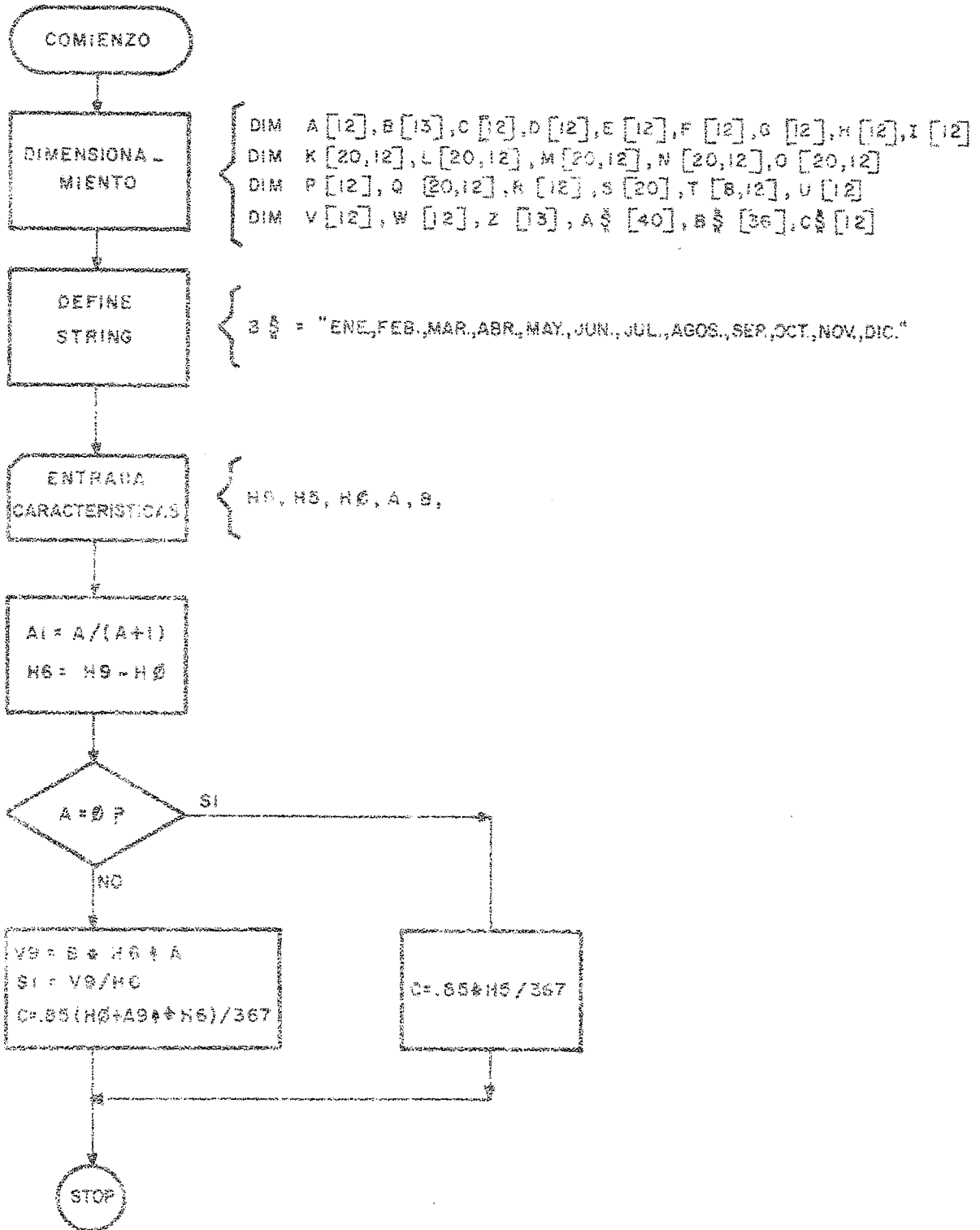


# PROGRAMA SIMULA DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL

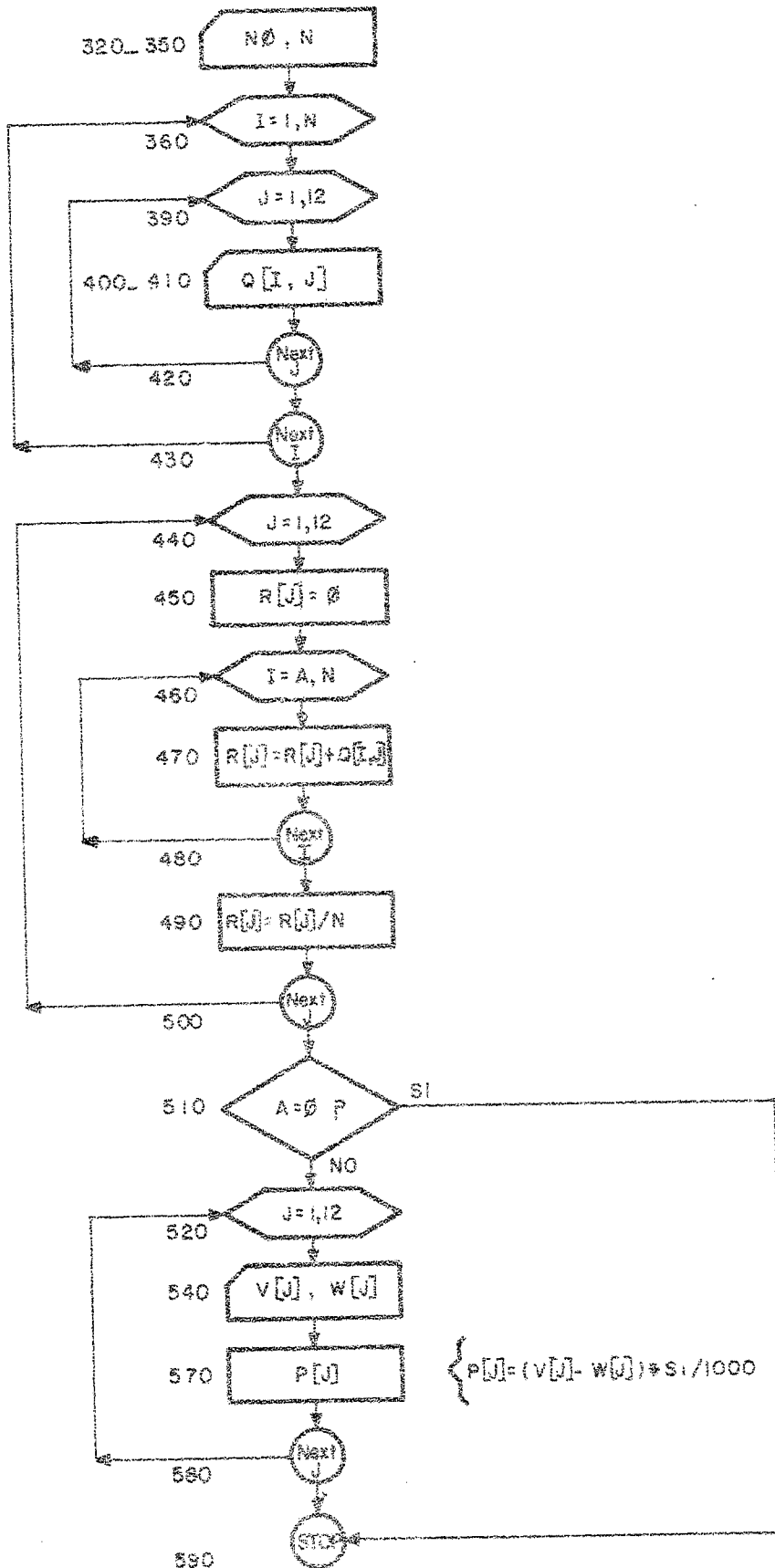


# PROGRAMA SIMULA BLOQUE CARACTERISTICAS

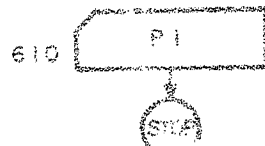
## DIAGRAMA DE FLUJO



# PROGRAMA SIMULA BLOQUE DATOS HIDROLOGICOS DIAGRAMA DE FLUJO

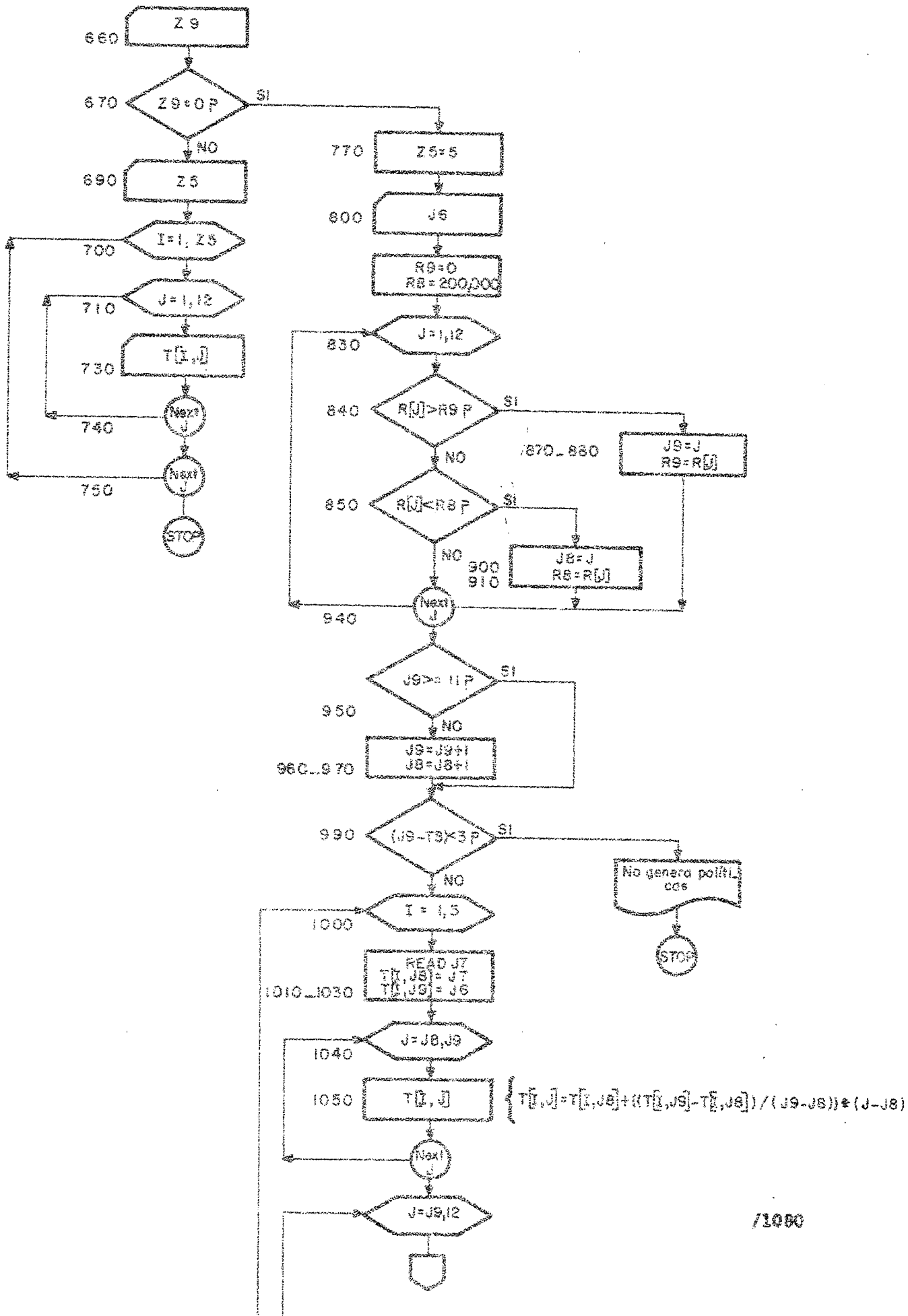


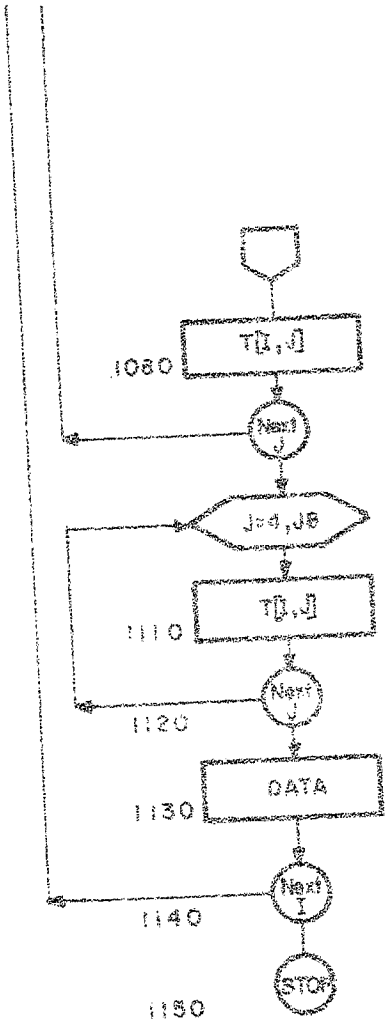
## BLOQUE POTENCIA



# BLOQUE SELECCION POLITICAS DE OPERACION

Pág. 4





$$T[i, j] = T[i, j9] - ((T[i, j9] - T[i, j6]) / (i8 + i2 - j9)) * (j - j6)$$

$$T[i, j] = T[i, j9] - ((T[i, j9] - T[i, j6]) / (j8 + i2 - j9)) * (i2 - j9 + 1)$$

# PROGRAMA SIMULA BLOQUE SELECCION DE LA MEJOR TASA

Fig. 6

0 = CERO

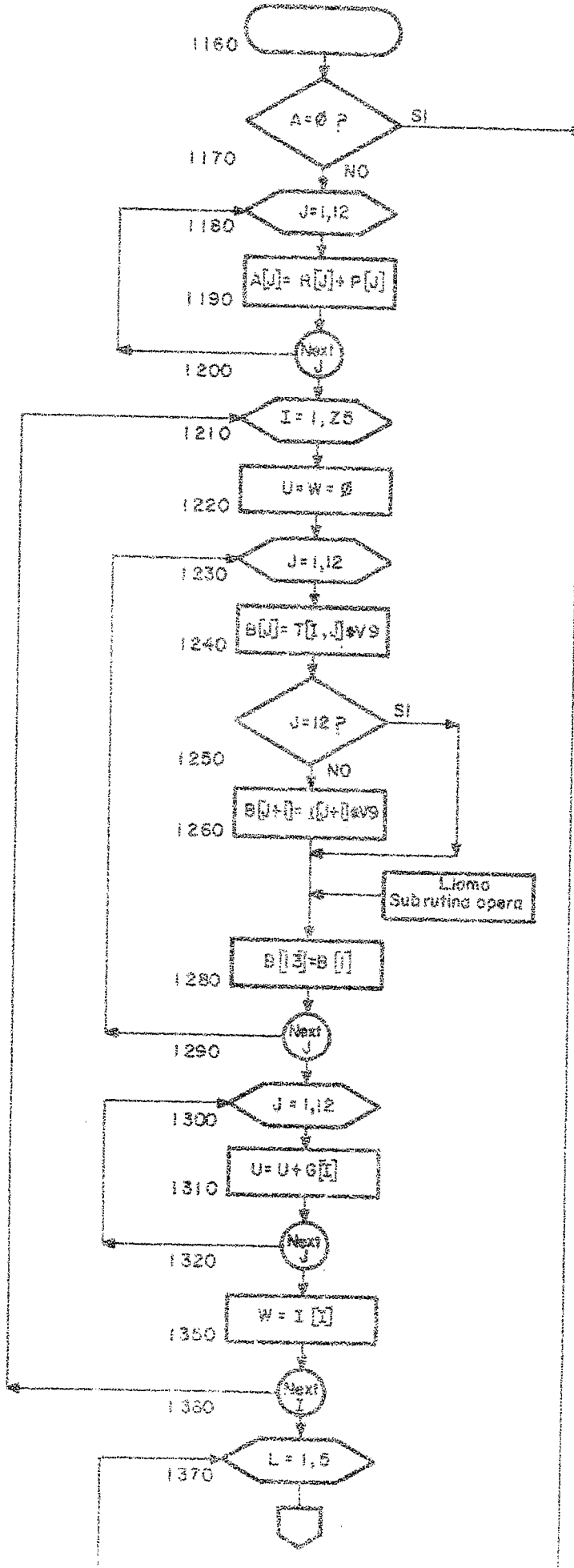
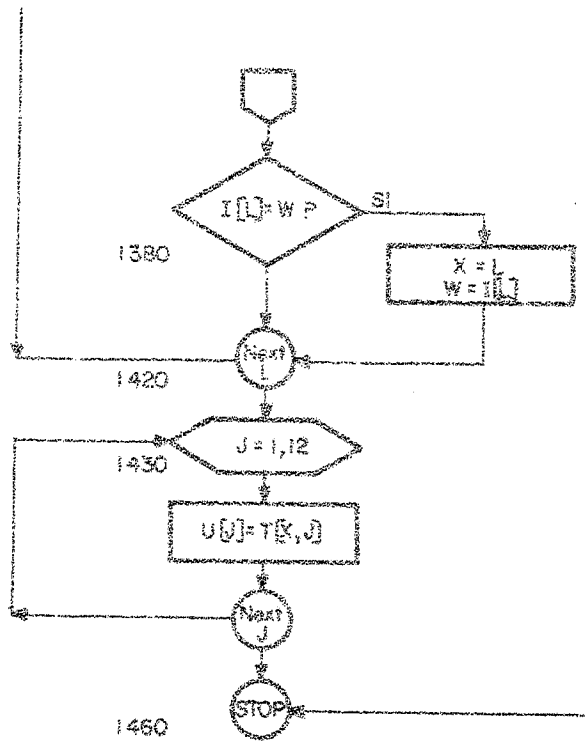
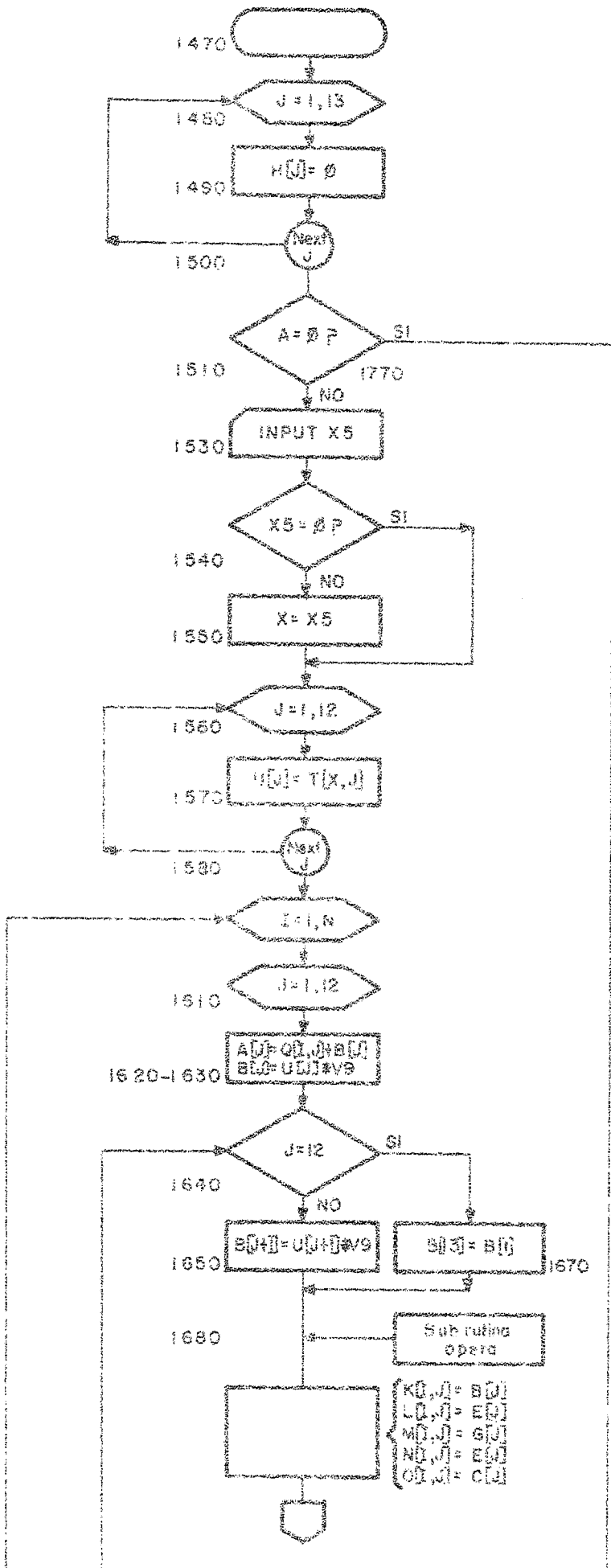


Fig. 7

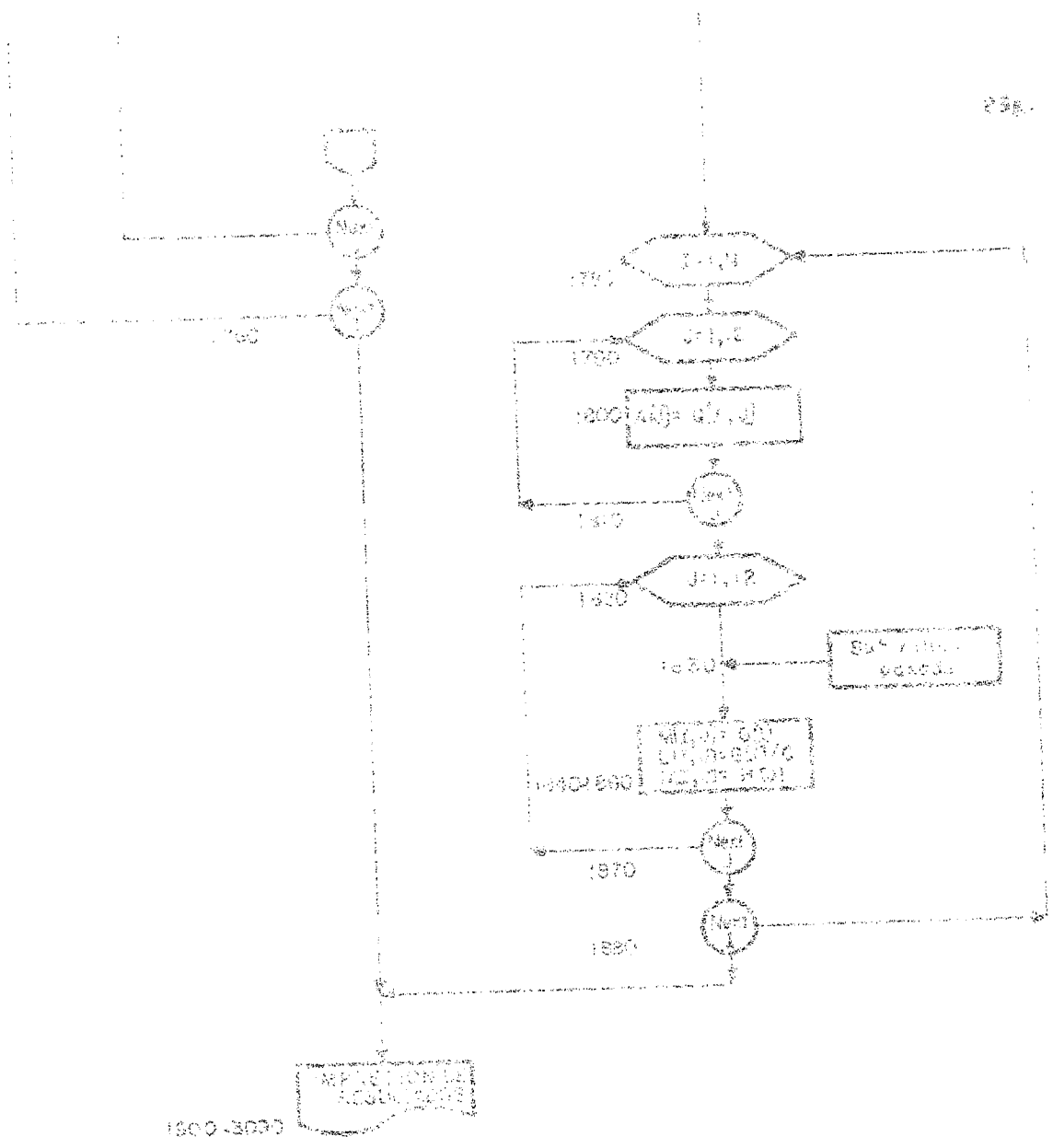


# PROGRAMA SIMULA BLOQUE OPERACION DE N. AÑOS

Fig. 3







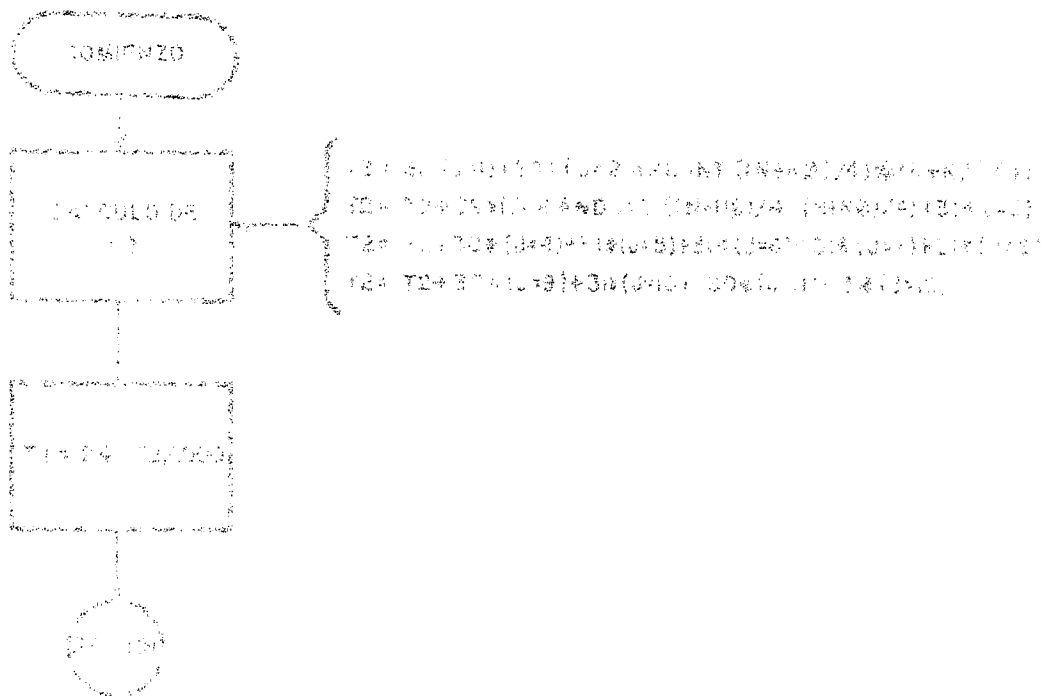
1500-3000





# CONVERSION HORAS (H)

## DIAGRAMA DE FLUJO





Anexo 2

PROGRAMA DE OPERACION SIMULADA DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA

Listado del Programa

(Lenguaje BASIC)

## Cuadro 4

```

10 REM *** OPERACION SIMULADA DE CENTRALES HIDROELECTRICAS ***
20 REM *** CEPAL MEXICO-PROYECTO HIDROMETEOROLOGICO CENTROAMERICANO ***
30 REM *** PROGRAMADO POR H. GARCIA , E.BASSO ***
40 REM *** DIMENSIONAMIENTO ***
50 DIM ASE[12],BSI[13],CSI[12],DSI[12],ESI[12],FSC[13]
60 DIM GSI[12],HSI[13],ISI[8]
70 DIM KSI[20,12],LSI[20,12],MSI[20,12],NSI[20,12],OSI[20,12]
80 DIM PSI[12]
90 DIM QSI[20,12]
100 DIM RSI[12],SSI[20]
110 DIM TSI[8,12]
120 DIM USI[12],VSI[12],WII[12],ZSI[13]
130 DIM A#[40],B#[36],C#[12]
140 B#="ENEFEEMARABRMAYJUNJULAGOSEPOCTNOVDIC"
150 REM *** ENTRADA CARACTERISTICAS CENTRAL ***
160 DISP "NOMBRE DE LA CENTRAL ";
170 INPUT A#
180 DISP "COTAS MAX, MED, MIN";
190 INPUT H9,H5,H0
200 DISP "ALFA, BETA";
210 INPUT A,B
220 A1=A/(A+1)
230 H6=H9-H0
240 IF A=0 THEN 290
250 V9=B*H6+A
260 S1=V9/H6
270 C=((H0+A1*H6)/366.8)*0.85
280 IF A#0 THEN 300
290 C=0.85*H5/366.8
300 STOP
310 REM ***ENTRADA DATOS HIDROLOGICOS***
320 DISP "PRIMER AÑO";
330 INPUT N0
340 DISP "NUMERO DE AÑOS";
350 INPUT N
360 FOR I=1 TO N
370 DISP N0+I-1
380 WAIT 500
390 FOR J=1 TO 12
400 DISP "Q("J")";
410 INPUT Q[I,J]
420 NEXT J
430 NEXT I
440 FOR J=1 TO 12
450 RI[J]=0
460 FOR I=1 TO N
470 RI[J]=RI[J]+Q[I,J]
480 NEXT I
490 RI[J]=RI[J]/N
500 NEXT J
510 IF A=0 THEN 590
520 FOR J=1 TO 12
530 DISP "P,E("J")MM";
540 INPUT P,E
550 VI[J]=P
560 WI[J]=E
570 FI[J]=(P-E)*S1/1000
580 NEXT J
590 STOP

```

//continúa

```

600 REM *** DIFERENTES ALTERNATIVAS DE POTENCIA ***
610 DISP "POTENCIA";
620 INPUT P1
630 STOP
640 REM *** SELECCION POLITICAS DE OPERACION ***
650 DISP "DA TASAS=1 NO =0";
660 INPUT Z9
670 IF Z9=0 THEN 770
680 DISP "CUANTAS TASAS DA";
690 INPUT Z5
700 FOR I=1 TO Z5
710 FOR J=1 TO 12
720 DISP "TASA "I",MES "J";
730 INPUT T[I,J]
740 NEXT J
750 NEXT I
760 GOTO 1150
770 Z5=5
780 REM*** CALCULO POLITICAS DE OPERACION ***
790 DISP "TASA DE ALM. MAX.";
800 INPUT J6
810 R9=0
820 R8=200000
830 FOR J=1 TO 12
840 IF R[J]>R9 THEN 870
850 IF R[J]<R8 THEN 900
860 GOTO 940
870 J9=J
880 R9=R[J]
890 GOTO 940
900 J8=J
910 R8=R[J]
920 GOTO 940
930 IF J8>J9 THEN 4120
940 NEXT J
950 IF J9 >= 11 THEN 980
960 J9=J9+1
970 J8=J8+1
980 IF J9>12 THEN 4120
990 IF (J9-J8)<3 THEN 4120
1000 FOR I=1 TO 5
1010 READ J7
1020 T[I,J8]=J7
1030 T[I,J9]=J6
1040 FOR J=J8 TO J9
1050 T[I,J]=T[I,J8]+((T[I,J9]-T[I,J8])/(J9-J8))*(J-J8)
1060 NEXT J
1070 FOR J=J9 TO 12
1080 T[I,J]=T[I,J9]-((T[I,J9]-T[I,J8])/(J8+12-J9))*(J-J9)
1090 NEXT J
1100 FOR J=1 TO J8
1110 T[I,J]=T[I,J9]-((T[I,J9]-T[I,J8])/(J8+12-J9))*(12-J9+J)
1120 NEXT J
1130 DATA 1,0.9,0.8,0.7,0.5
1140 NEXT I
1150 STOP
1160 REM *** SELECCION DE LA MEJOR TASA ***
1170 IF A=0 THEN 1460
1180 FOR J=1 TO 12
1190 R[J]=R[J]+P[J]
1200 NEXT J

```



```

1210 FOR I=1 TO 25
1220 U=W=0
1230 FOR J=1 TO 12
1240 B[J]=T[I,J]*V9
1250 IF J=12 THEN 1270
1260 B[J+1]=T[I,J+1]*V9
1270 GOSUB 3100
1280 B[13]=B[1]
1290 NEXT J
1300 FOR J=1 TO 12
1310 U=U+G[J]
1320 NEXT J
1330 I[I]=U
1340 PRINT I[I],I
1350 NEXT I
1355 X=1
1370 FOR L=1 TO 25
1380 IF I[L]>W THEN 1400
1390 GOTO 1420
1400 X=L
1410 W=I[L]
1420 NEXT L
1430 FOR J=1 TO 12
1440 U[J]=T[X,J]
1450 NEXT J
1460 STOP
1470 REM *** OPERACION DE N ANOS PLANTAS DE REGULACION ***
1480 FOR J=1 TO 13
1490 H[J]=0
1500 NEXT J
1510 IF A=0 OR B=0 THEN 1770
1520 DISP "T. OPTIMIZADA=0;OTRA ENTRE #";
1530 INPUT X5
1540 IF X5=0 THEN 1560
1550 X=X5
1560 FOR J=1 TO 12
1570 U[J]=T[X,J]
1580 NEXT J
1590 FOR I=1 TO N
1600 PRINT I
1610 FOR J=1 TO 12
1620 A[J]=Q[I,J]+P[J]
1630 B[J]=U[J]*V9
1640 IF J=12 THEN 1670
1650 B[J+1]=U[J+1]*V9
1660 GOTO 1680
1670 B[13]=B[1]
1680 GOSUB 3100
1690 K[I,J]=B[J]
1700 L[I,J]=E[J]
1710 M[I,J]=G[J]
1720 N[I,J]=H[J]
1730 O[I,J]=C[J]
1740 NEXT J
1750 NEXT I
1760 GOTO 1900
1770 REM *** OPERACION N ANOS PLANTAS DE PASADA ***
1780 FOR I=1 TO N
1790 FOR J=1 TO 12
1800 A[J]=Q[I,J]
1810 NEXT J

```

```

1820 FOR J=1 TO 12 ✓
1830 GOSUB 3370 ✓
1840 M[I,J]=G[J] ✓
1850 L[I,J]=G[J]/C ✓
1860 M[I,J]=M[I,J] ✓
1870 NEXT J
1880 NEXT I
1890 GOTO 1900
1900 REM *** IMPRESION DE RESULTADOS ***
1910 DISP "IMPRES.COMPL.=1 RESUM =0";
1920 INPUT Z8
1930 PRINT "
1940 PRINT "          PROYECTO "A#"
1950 PRINT "          CALCULO DE LA ENERGIA GENERADA"
1960 WRITE (15,2230)"          POTENCIA "P1" MW"
1970 PRINT "          CARACTERISTICAS GENERALES DEL EMBALSE"
1980 WRITE (15,1990)"          COTA MAXIMA DE OPERACION="H9" METROS"
1990 FORMAT 2F9.2
2000 WRITE (15,1990)"          COTA DE DISENO          ="H5" METROS"
2010 WRITE (15,1990)"          COTA MINIMA DE OPERACION="H0" METROS"
2020 WRITE (15,1990)"          FLUCTUACION MAXIMA          ="H6" METROS"
2030 PRINT "          CURVA DE EMBALSE"
2040 WRITE (15,2050)"          ALFA="A
2050 FORMAT 2F10.4
2060 WRITE (15,2050)"          BETA="B
2070 PRINT
2080 PRINT "          RESULTADOS DE LA OPERACION SIMULADA"
2090 PRINT "          ====="
2100 WRITE (15,2050)"          ";
2110 FORMAT 2F5.2
2120 FOR I=1 TO 12
2130 WRITE (15,2230)B#[3*I-2,3*I]" ";
2140 NEXT I
2150 PRINT
2160 IF A=0 THEN 2210
2170 WRITE (15,2050)"          TASA DE ALM.";
2180 FOR L=1 TO 12
2190 WRITE (15,2110)U[L];
2200 NEXT L
2210 PRINT
2220 IF Z8=0 THEN 2660
2230 FORMAT 2F5.0
2240 FOR I=1 TO N
2250 WRITE (15,2260)N0+I-1
2260 FORMAT 2F8.0
2270 FORMAT 4X,F4.0
2280 IF A=0 THEN 2410
2290 FOR K=1 TO 9
2300 GOSUB K OF 3670,3720,3770,3820,3870,3920,3970,4020,4070
2310 WRITE (15,2270)C#;
2320 FOR J=1 TO 12
2330 WRITE (15,2340)Z[J];
2340 FORMAT 2F5.0
2350 NEXT J
2360 PRINT
2370 NEXT K
2380 NEXT I
2390 PRINT
2400 GOTO 2500
2410 FOR K=1 TO 4
2420 GOSUB K OF 3670,3920,3970,4070

```

```

2430 WRITE (15,2270)C#;
2440 FOR J=1 TO 12
2450 WRITE (15,2340)ZI JJ;
2460 NEXT J
2470 PRINT
2480 NEXT K
2490 NEXT I
2500 PRINT
2510 WRITE (15,2340)"      ENEER. MEDIA ";
2520 R0=0
2530 FOR J=1 TO 12
2540 R=0
2550 FOR I=1 TO N
2560 R=R+MCI,J;
2570 NEXT I
2580 R=R/N
2590 R0=R0+R
2600 WRITE (15,2340)R;
2610 NEXT J
2620 R0=R0/12
2630 WRITE (15,2640)R
2640 FORMAT "      ENERGIA ANUAL PROMEDIO= ",F8.0," GWH"
2650 PRINT
2660 PRINT "      ENERGIA GENERADA EN GWH"
2670 PRINT
2680 WRITE (15,2230)"      ";
2690 FOR I=1 TO 12
2700 WRITE (15,2230)B#[3*I-2,3*I]" ";
2710 NEXT I
2720 PRINT
2730 PRINT
2740 R0=0
2750 FOR I=1 TO N
2760 S[I]=0
2770 WRITE (15,2260)N0+I-1," ";
2780 FORMAT 4X,F4.0,4X
2790 FOR J=1 TO 12
2800 WRITE (15,2340)MCI,J;
2810 S[I]=S[I]+MCI,J
2820 R0=R0+MCI,J
2830 NEXT J
2840 PRINT
2850 NEXT I
2860 PRINT
2870 WRITE (15,2270)"PROMEDIO ";
2880 FOR J=1 TO 12
2890 R=0
2900 FOR I=1 TO N
2910 R=R+MCI,J
2920 NEXT I
2930 WRITE (15,2230)R/N;
2940 NEXT J
2950 PRINT
2960 PRINT
2970 PRINT "      GENERACION TOTAL ANUAL"
2980 FORMAT 2F12.0
2990 R=0
3000 FOR I=1 TO N
3010 WRITE (15,3020)N0+I-1,S[I]
3020 FORMAT F8.0,F16.0,F2.0
3030 R=R+S[I]

```

```

3040 NEXT I
3050 C#=" PROMEDIO"
3060 WRITE (15,2980)C#,R/N
3070 WRITE (15,3080)
3080 FORMAT /,/,/
3090 STOP
3100 REM *** SUB RUTINA OPERA ***
3110 GOSUB 4210
3120 C[J]=B[J]-B[J+1]+A[J]
3130 F[J]=(B[J]/B) $\uparrow$ (1/A)
3140 F[J+1]=(B[J+1]/B) $\uparrow$ (1/A)
3150 P=P1*((F[J]+F[J+1])*0.5+H0)/H9 $\uparrow$ 1.5
3160 D[J]=10.368*P*T2/(H0+0.5*(F[J]+F[J+1]))
3170 C9=C*(H0+0.5*(F[J]+F[J+1]))/(H0+A1*H6)
3180 IF C[J] >= D[J] THEN 3270 ✓
3190 IF C[J]<0 THEN 3230
3200 E[J]=C[J]
3210 G[J]=E[J]*C9
3220 GOTO 3360
3230 E[J]=0
3240 B[J+1]=B[J+1]+C[J]
3250 G[J]=0
3260 GOTO 3360
3270 E[J]=D[J] ←
3280 G[J]=E[J]*C9
3290 B[J+1]=B[J+1]+C[J]-D[J]
3300 IF B[J+1]>V9 THEN 3330 ✓
3310 GOTO 3360
3320 E[J]=D[J]
3330 H[J+1] = B[J+1]-V9 *
3340 B[J+1]=V9
3350 G[J]=E[J]*C9
3360 RETURN
3370 REM ***SUBRUTINA PASADA***
3380 GOSUB 4210
3390 D[J]=P1*T1/C
3400 H[J]=0
3410 IF A[J] <= D[J] THEN 3450
3420 H[J]=A[J]-D[J]
3430 G[J]=D[J]*C
3440 GOTO 3460
3450 G[J]=A[J]*C
3460 RETURN
3470 REM *** IMPRESION TASAS ***
3480 PRINT " TASAS DE OPERACION"
3490 PRINT
3500 WRITE (15,2050)" "
3510 FOR I=1 TO 12
3520 WRITE (15,2230)B#[3*I-2,3*I] " "
3530 NEXT I
3540 PRINT
3550 FOR I=1 TO 25
3560 WRITE (15,2230)" I," "
3570 WRITE (15,2230)" "
3580 FOR J=1 TO 12
3590 WRITE (15,3600)T[I,J]
3600 FORMAT 2F5.2
3610 NEXT J
3620 PRINT
3630 NEXT I
3640 PRINT

```

```

3650 STOP
3660 REM*** SUBROUTINAS ***
3670 C#="AFLUENTE "
3680 FOR J=1 TO 12
3690 Z[I,J]=Q[I,J]
3700 NEXT J
3710 RETURN
3720 C#="PRECIPITAC. "
3730 FOR J=1 TO 12
3740 Z[I,J]=V[I,J]
3750 NEXT J
3760 RETURN
3770 C#="EVAPORACION "
3780 FOR J=1 TO 12
3790 Z[I,J]=W[I,J]
3800 NEXT J
3810 RETURN
3820 C#="V. EMBALSADO "
3830 FOR J=1 TO 12
3840 Z[I,J]=K[I,J]
3850 NEXT J
3860 RETURN
3870 C#="VOL. GENERABL"
3880 FOR J=1 TO 12
3890 Z[I,J]=D[I,J]
3900 NEXT J
3910 RETURN
3920 C#="VOL. GENERADO"
3930 FOR J=1 TO 12
3940 Z[I,J]=L[I,J]
3950 NEXT J
3960 RETURN
3970 C#="REBASES "
3980 FOR J=1 TO 12
3990 Z[I,J]=N[I,J]
4000 NEXT J
4010 RETURN
4020 C#="NIV. INICIAL"
4030 FOR J=1 TO 12
4040 Z[I,J]=(K[I,J]/B)+(1/A)+H0
4050 NEXT J
4060 RETURN
4070 C#="GENERACION "
4080 FOR J=1 TO 12
4090 Z[I,J]=M[I,J]
4100 NEXT J
4110 RETURN
4120 PRINT "HIDROLOGIA NO PERMITE CALCULAR POLITICA DE OPERACION"
4130 PRINT "DISENELA CON BASE EN LOS CAUDALES AFLUENTES"
4140 Z7=Z7+1
4150 FOR J=1 TO 12
4160 WRITE (15,4170)R[I,J]
4170 FORMAT F6.0
4180 NEXT J
4190 PRINT
4200 GOTO 640
4210 T2=31*(J=1)+28*(J=2 AND (INT((N+N0)/4))#(N+N0)/4)
4220 T2=T2+29*(J=2 AND (INT((N+N0)/4))=(N+N0)/4)+31*(J=3)+30*(J=4)
4230 T2=T2+31*(J=5)+30*(J=6)+31*(J=7)+31*(J=8)+30*(J=9)+31*(J=10)+30*(J=11)
4240 T2=T2+31*(J=12)
4250 T1=24*T2/1000
4260 RETURN

```

Anexo 3

## DEFINICION DE VARIABLES

Arreglos

A	(12)	Volumen afluente + precipitación - evaporación	S.R. Opera
B	(13)	Volumen embalsado al comienzo del mes	S.R. Opera
C	(12)	Volumen aprovechable	S.R. Opera
D	(12)	Volumen generable por potencia	S.R. Opera
E	(12)	Coefficiente energético corregido	S.R. Opera
F	(12)	Altura al inicio del mes	S.R. Opera
G	(12)	Generación en el mes	S.R. Opera
H	(13)	Rebases	S.R. Opera
I	(8)	Energía total generada en la S.R. Opera	
J	(8)	Rebases totales en S.R. Opera	
K	(20,12)	Volumen embalsado a comienzo de mes	
L	(20,12)	Volumen turbinado	
M	(20,12)	Energía generada	
N	(20,12)	Rebases	
O	(20,12)	Volumen generable por agua disponible	
P	(12)	Volumen caído sobre el lago por precipitación menos evaporación	
Q	(20,12)	Volúmenes mensuales afluentes	
R	(12)	Caudal de cada mes promedio mensual	
S	(20)	Generación anual total	
T	(8,12)	Tasas de almacenamiento calculadas por el programa	
U	(12)	Tasas de operación dadas por el usuario	
V	(12)	Precipitación en mm	
W	(12)	Evaporación en mm	
Z	(13)	Matriz de traspaso en impresión de resultados	

Variables simples

1	F1	Potencia nominal
2	H9	Carga máxima
3	H5	Carga media
4	H0	Carga mínima
5	A	Alfa. Coeficiente de la curva de embalse
6	B	Beta. Coeficiente de la curva de embalse
7	V9	Volumen máximo

8	H6	H9 - H8	Altura de fluctuación máxima del embalse
9	S1		Superficie media del embalse
10	N0		Primer año de la hidrología
11	N		Número de años de hidrología
12	P		Precipitación de un mes determinado
13	E		Evaporación de un mes determinado
14	Z9	= 1 se da política de operación	= 0 las calcula el programa
15	J6		Tasa de almacenamiento máxima (dada por el usuario)
16	R9		Variable local para buscar máximo de R(J)
17	R8		Variable local para buscar mínimo de R(J)
18	J8		Índice del mes en que el afluente R(J) es mínimo
19	J9		Índice del mes en que el afluente R(J) es máximo
20	J7		Parámetro que define amplitud del descenso del embalse
21	T1		Parámetro que define el tiempo en horas de cada mes
22	C		Coefficiente energético medio
23	K		Coefficiente de corrección por altura para la potencia
24	U		Acumulador para energía en S.R. Opera
25	V		Acumulador para rebases en S.R. Opera
26	W		Variable para seleccionar máximo de I(J)
27	X		Variable para seleccionar la mejor tasa
28	Z8	= 1 impresión de resultados completos	= 0 resumidos
29	T2		Variable auxiliar en subrutina (número de días del mes)
30	R		Totalizador para generación mes a mes
31	R0		Totalizador para generación anual
32	G7		Contador para potencias
33	A1		(A/1-A)
34	Z5		Número de tasas cuando se entran a mano
35	X5		Indicador para utilizar política de vaciado externa

Variables alfanuméricas

A\$	(40)	Nombre de la central
B\$	(36)	Meses del año

Anexo 4

PROYECTOS HIDROELECTRICOS CENTROAMERICANOS. ENERGIA GENERADA  
PARA DISTINTAS POTENCIAS

Pais y proyecto	Potencia (MW)	Energía media anual a/ (GWh)	Factor de planta (%)
<u>Guatemala</u>			
María Linda	131	417	36
	90	389	49
	71	340	55
	54	290	61
Pueblo Viejo	538	2 019	43
	419	1 907	52
	342	1 770	59
	290	1 649	65
	251	1 537	70
	222	1 438	74
GX3	110	343	36
	90	342	43
	70	334	54
	52	303	67
GX2	368	1 015	31
	270	1 013	43
	235	1 001	49
	171	948	63
<u>El Salvador</u>			
Zapotillo	270	727	31
	200	660	38
	135	558	47
	100	474	54
	62	330	61
Cerrón Grande	270	547	23
	174	547	36
	135	547	46
	72	529	84

/(Continúa)



## Anexo 4 (Continuación)

País y proyecto	Potencia (MW)	Energía media anual a/ (GWh)	Factor de planta (%)
<u>El Salvador (conclusión)</u>			
Paso del Oso	40	112	32
	29	99	39
	22	86	45
El Astillero	40	176	50
	25	129	59
	15	93	71
<u>Honduras</u>			
El Cajón	500	1 510	34
	400	1 481	42
	300	1 400	53
	200	1 189	68
Naranjito	139	427	35
	108	395	42
	84	354	48
	65	310	54
<u>Nicaragua</u>			
Copalar	461	1 767	44
	330	1 520	53
	248	1 273	59
	215	1 164	62
Paso Real	64	259	46
	50	225	51
	30	170	65
<u>Costa Rica</u>			
Arenal	208	716	39
	135	700	59
	112	694	71
Guaysbo	390	1 442	42
	248	1 442	66
	182	1 339	87
	150	1 198	91

/(Continúa)

## Anexo 4 (Conclusión)

Pais y proyecto	Potencia (MW)	Energía media anual a/ (GWh)	Factor de planta (%)
<u>Costa Rica (conclusión)</u>			
Boruca	1 626	5 250	37
	1 034	4 979	55
	875	4 772	62
	760	4 531	68
	669	4 251	73
Siquirres	705	2 114	34
	400	2 060	59
	300	2 014	77
	200	1 560	89
<u>Panamá</u>			
Fortuna	340	1 447	49
	280	1 421	58
	204	1 311	73
Estrella	80	311	44
	55	301	62
	45	232	72
	38	261	78
Bayano	225	869	44
	150	786	60
Changuinola	926	2 852	35
	721	2 852	45
	610	2 841	53
	499	2 803	64
a/ Promedio de 10 años.			