

# olade

## ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA Secretaría Permanente

BOLETIN ENERGETICO Nº 1.- ENERO-MARZO 1977



OLADE  
CENTRO DE DOCUMENTACION

ORGANO DE DIVULGACION TECNICA  
DEPARTAMENTO  
DE INFORMACION Y ESTADISTICA



# LOS PROGRAMAS DE APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO

\* INFORME EMANADO DE LA  
SECRETARIA EJECUTIVA DEL  
CONSEJO NACIONAL DE LA  
ENERGIA. VENEZUELA \*

## THE HIDROELECTRIC UTILIZATION PROGRAMS

The National Council of Energy from Venezuela has presented to the national government, a group of recommendations for the utilization of the hydraulic resources as a source of priority use within the programs of electric energy supply in the country.

According to the report transcribed, within the 1962 - 74 decade, it is observed a substitution of this primary energy source in opposite to the combustible resources from hydrocarbons as a source of electric supply. During this period it was observed a diminishing in the utilization of gas from 80% to 47.2% and of the liquid combustibles from 15 to a 12.8% . Notwithstanding this diminishing in percentage regarding the use of hydrocarbons, the consumption of those has increased notably. Graphic 1 shows the partici-

pation of the hydroelectricity in the total production of electric energy for the period 1971-2000.

The report also states the projections of the hydroelectric programs. Graphic 3 shows the prospectives 1971 - 2000 in the growth of electricity demand. On the other side, Chart No. 1 shows the contribution which the hydroelectricity represents as a source of substitution in the use of hydrocarbons for the period 1975 - 2000.

Are also detailed the principal hydroelectric projects under performance or under study. Are mentioned within a total of 12, the utilization of the Caroni River, the Urbante - Caparo project in its four phases and those of the Cataniapo rivers among the most important. (See summary of the mentioned projects and state of performance on Chart 2).

## *I.- INTRODUCCION*

Dentro de la amplia gama de los recursos energéticos con que cuenta el país, se destacan los Recursos Hidroeléctricos que por sus magnitudes y por su condición de renovable tiene una especial significación. En efecto, a los recursos hidroeléctricos del país se les ha asignado una primera prioridad en su aprovechamiento ya que esta vía, especialmente en lo que concierne a la generación de electricidad, significa el mejor respaldo a la política conservacionista de los recursos que el estado venezolano se ha planteado.

En esta ocasión, aparece oportuno informar al Consejo Nacional de Energía sobre los Recursos Hidroeléctricos existentes, sus aprovechamientos en curso o previstos y sus potencialidades y por esta vía obtener de este organismo las opiniones necesarias que conduzcan a reforzar, reorientar si es el caso, o respaldar los programas de aprovechamiento hidroeléctrico de nuestras aguas superficiales.

## *II.- ANTECEDENTES*

A fin de ubicar en sus magnitudes y en el tiempo los programas hidroeléctricos en curso o previstos es conveniente referir el proceso de desarrollo que ha vivido el país en cuanto al aprovechamiento de sus posibilidades hidroeléctricas y su aporte en el conjunto de la generación de electricidad. En efecto, la contribución de la hidroelectricidad a la producción total de energía eléctrica del país se podría considerar despreciable de la década de los cincuenta; sólo a principios de la década de los sesenta (1961) comienza a tener significación con la entrada en operación comercial de la Central Macagua 1. Este hecho, no fue sino la consecuencia de un convencimiento que se había tenido de la necesidad de aprovechar los recursos hidroeléctricos y concretamente el inmenso potencial del Río Caroní. A partir de ese año, se hace manifiesta la importancia del aporte de ese río y en base al programa de aprovechamiento del mismo, se ob-

serva en la producción hidroeléctrica del país, un crecimiento inter - anual de 22.8% entre 1962 - 1974. Este notable incremento provocó, que si para 1958 la producción hidroeléctrica significaba un 5% del total, para 1974 había alcanzado un 40% de la electricidad generada. Esto implica una sustitución que esta fuente energética primaria ha realizado de los recursos combustibles de hidrocarburos como fuente de generación de electricidad. En efecto, en el mismo período (1962 - 74) se constató en términos porcentuales una disminución de la utilización del gas como fuente de generación de electricidad del 80% al 47.2% y de los combustibles líquidos de un 15% a un 12.8%. De todas formas es interesante anotar que a pesar de las disminuciones porcentuales habidas en la utilización de hidrocarburos, en lo absoluto su consumo se ha incrementado considerablemente. (Para 1974 alrededor de 46.000 barriles diarios de petróleo equivalente a 2.4 millones de tpe en ese año).

En el Gráfico 1 se destaca la participación de la hidroelectricidad en el total de electricidad para el período 1971 - 2000.

Es bueno referir así mismo, que a pesar de los esfuerzos realizados por CVG - Edelca, y más recientemente por CADAPE, el aprovechamiento de los ríos identificados con un potencial hidroeléctrico tuvo retrasos considerables. Así, en el Plan de Electrificación CVF - Electricité de France CADAPE, elaborado en 1960 se anotaba la conveniencia de adelantar los programas de Santo Domingo y Uribante; estos programas se emprendieron con un retardo aproximado de 4 a 5 años en cada uno de ellos. Se ha considerado oportuna esta mención como un estímulo a la toma de las decisiones necesarias para evitar tal eventualidad en los programas previstos como aconsejables.

Las páginas que siguen aspiran a contribuir a plantear una panorámica de los recursos y de los programas hidroeléctricos del país.

### *III.- LOS RECURSOS HIDROELECTRICOS EXISTENTES EN VENEZUELA*

Los estudios realizados y las averiguaciones efectuadas permiten afirmar que se poseen recursos hidroeléctricos en magnitudes importantes, pero es bueno referir que no se ha realizado un estudio detallado y sistemático que permita adelantar con precisión la posibilidad económica clara de aprovechamiento de muchos de los ríos.

Es por ello que es necesario citar a un profesional estudioso del tema, el Ing. Rodolfo Tellería, quien manifiesta con toda propiedad lo siguiente:

“Es oportuno exponer, que no existe una evaluación del potencial hidroeléctrico y que es necesario y se impone realizarla en forma cabal y exhaustiva. Una ligera comparación de los dos únicos estudios realizados en gran escala, apoyarán esta afirmación.

“En 1960, con motivo de la preparación de un Plan Nacional de Electrificación contratado a la Electricité de France, ésta hace un intento para la determinación del potencial hidroeléctrico bruto de Los Andes, primero que se realizó en Venezuela en gran escala, estimando dicho potencial en 16 millones de KW y de 140200 millones de KWh., en cuencas, de las cuales en solo 17 había cierta hidrología y en las 32 restantes los caudales se determinaron utilizando correlaciones teóricas y según la experiencia del personal ligado al estudio a falta de mayor información”.

En 1969, en el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos se estimó un potencial hidroeléctrico bruto a nivel nacional de 45,4 millones de KW máximo teórico para “los principales cursos de agua que constituyen la red fluvial del país. Esta es la primera estimación a nivel nacional y segunda en gran escala. Así mismo, dentro de este potencial se estimó, para lo que comprendería la misma área andina incluida en el estudio de la Electricité de France, un potencial bruto de

tan solo 6,2 millones de KW. analizando unos 20 ríos.

Lo anterior significa que o la primera apreciación fue hecha con un optimismo exagerado o por el contrario, el estudio de 1969 se hizo en una forma conservadora habiendo seleccionado sólo aquellos ríos donde había información suficiente. Esta última hipótesis luce como más valedera, por cuanto COPLANARH lo deja entrever en su informe y por que la planta sobre el río Santo Domingo y los estudios detallados del Uribante - Doradas-Caparo han sobrepasado la estimación del potencial técnico - económico estimado para dichas cuencas en el estudio de Electricité de France.

La enorme diferencia entre una y otra estimación debe ser revisada e indica que entre 1960 y 1969 no hubo adelanto en cuanto a la calidad y cantidad de la información que es requerida para la evaluación del potencial hidroeléctrico bruto a nivel nacional, estimación básica para cualquier estudio y en especial para la planificación de la utilización de este recurso dentro del sistema eléctrico nacional”.

De todas formas cualquiera fuese la realidad, a los fines de considerar el equipamiento hidroeléctrico probable, pueda decirse que los recursos hidroeléctricos alcanzan alrededor de los 25.000 MW., (negativos) que comparados a los 4.500 MW., totales (hidroeléctricos y térmicos) instalados en Venezuela en 1975 dan una imagen de su importancia.

Con fines de ilustración se muestra en el Gráfico 2, el mapa de localización de los recursos hidroeléctricos en el país.

### *IV.- LOS PROGRAMAS DE APROVECHAMIENTO*

#### *A.- CONSIDERACIONES GENERALES*

Los largos plazos de concepción y maduración de las inversiones hidroeléctricas configuran al sector eléctrico como un sector de ac-

tividad en el cual la planificación a largo plazo es fundamental.

En efecto, para prever la entrada en operación comercial de una planta hidroeléctrica es necesario prever el comportamiento y crecimiento del sector eléctrico y por supuesto las exigencias energéticas y (concretamente de electricidad) de la economía en su conjunto.

Es por ello que para plantearse la necesidad de los programas hidroeléctricos que posteriormente se detallan, es preciso concebir cuando y donde se ha de satisfacer la necesidad. En otras palabras la necesidad de mantener unas proyecciones actualizadas del sector eléctrico es manifiesta. Esas proyecciones no bastan a un horizonte de 5 años, y es necesario plantearlas a 15 o 20 años, períodos en los cuales una inversión de este tipo da sus frutos.

En el Gráfico 3, se plantea una prospectiva 1971 - 2000 de crecimiento de la demanda de electricidad. Esta curva respeta y en general proviene de los estudios que ha realizado la Comisión del Plan de Energía Eléctrica, (COPLANEL), el Instituto de Energía Eléctrica de la USB y de diversos estudios efectuados por profesionales dedicados al tema (Ing. R. Tellería).

A la curva de demanda se le ha superpuesto una curva de equipamiento que incorpora al equipamiento proveniente de los proyectos hidroeléctricos previstos a las fechas en que se considera oportuno.

Puede observarse que la entrada en servicio de la etapa final de Guri y del proyecto Uribante - Caparo para 1983 satisfacen los requerimientos hasta mediados de 1987, año en el cual deberían entrar los proyectos sobre el río Caroní aguas abajo de Guri (Tocoma, Caruachi y Macagual 1), satisfaciéndose las necesidades estimadas hasta 1993. En este año debe entrar en servicio el Caura, posteriormente el resto del potencial andino y finalmente el Orinoco. Por supuesto que esto, son

sólo hipótesis y sólo el afinamiento de los proyectos y la mejor evaluación del potencial total nos indicarán con exactitud el camino a seguir.

Es entendido que asumiendo se cumplan las previsiones de crecimiento de demanda (11% inter - anual en el período 1975 - 1990 y 9% 1990 - 2000) se hace impostergable la concepción y ejecución de los programas anotados. De todas formas en caso de no darse esas expectativas de demanda de electricidad, los programas hidroeléctricos tendrían la misma validez pero con más holgura en su ejecución y puesta en servicio.

Así mismo, y como reflexión de importancia vale la pena presentar la Tabla No. 1, en la cual se presenta el aporte que representa la hidroelectricidad como fuente de sustitución de utilización de hidrocarburos en el período 1975 - 2000. En efecto, de no ejecutarse esos programas la penalización sobre el sector hidrocarburos se hace muy fuerte y el sacrificio del país en términos de recursos no renovables y/o divisas se haría cada vez más intolerable.

TABLA No. 1

Energía necesaria, adicional a la hidroeléctrica para generar electricidad en el período 1975 - 1999 (por quinquenios).

	Producción total de Electricidad	Hidroelec- tricidad	Otras Fuentes
	(millones de tpe)		
1975 - 79	45,8	30,8	15,0
1980 - 84	80,0	61,1	18,9
1985 - 89	121,7	97,3	24,4
1990 - 94	182,1	145,8	36,3
1995 - 99	281,9	217,6	64,3
Total			
1975 - 1999	711,5	552,6	158,9
Año 2000	69,5	45,5	24,0

Fuente: Ing. Rodolfo Tellería - Cálculos Propios.

A continuación y con ánimo de ilustración se presenta una sinopsis de los programas hidroeléctricos en ejecución y de aquellos que los agentes del Estado (EDELCA Y CADAPE) han manifestado haberlos incluido en su programación.

#### A.- PROYECTOS HIDROELECTRICOS

##### 1.- APROVECHAMIENTO DEL RIO CARONI

En 1977 quedará terminada y en operación la primera etapa de Guri, con una capacidad instalada de 2.065.000 KW que sumados a los 370.000dW de Macagua 1, arroja un total de 2.435.000 KW. Esta etapa consiste en una primera casa de máquinas dotadas de 10 unidades generadoras, tres de 175.000 KW c/u y siete de 220.000 KW c/u. La séptima unidad tendrá una capacidad de 340.000 KW y las restantes -números 8, 9 y 10- , tendrán una capacidad cercana a los 400.000 KW c/u., cuando el nivel de embalses se lleve a su cota final.

Entre 1975 y 1983 se construirá la etapa final de la Presa Raúl Leoni, en Guri, con una segunda casa de máquinas que alojará 10 unidades generadoras de gran tamaño, 660.000

KW c/u., que sumadas a las 10 unidades de la primera casa de máquinas, darán un total superior a los 9.000.000 de KW. Se espera que esta meta será alcanzada, en su totalidad, hacia 1987. Según se ha estimado, la capacidad instalada nacional será entonces de unos 15.000.000 KW, de cuyo total el complejo hidroeléctrico del Bajo Caroní, a cargo de CVG-EDELCA, representará más del 61%.

No obstante este gran programa, se adelantan planes para el total aprovechamiento del potencial energético del Bajo Caroní. Estos planes incluyen las instalaciones necesarias para aumentar la potencia instalada en los saltos inferiores en más de un millón de kilovatios, frente a Ciudad Guayana, como parte del programa de ampliación de la Presa de Macagua 1

Entre las plantas de Guri y Macagua 1, se prevé la construcción de dos centrales adicionales: Caruachi (1.760.000 KW) y Río Claro o Tocoma, (1.100.000 KW). Entonces, CVG-EDELCA habrá completado el dispositivo destinado al cabal aprovechamiento del potencial del Bajo Caroní, estimado en unos 13.175.000 de kilovatios. Así, Venezuela se mantendrá, con un margen aún más amplio, como el país latinoamericano de mayor producción y consumo de electricidad per cápita, colocándose además entre los primeros en términos de cifras absolutas.

Resumen de los Aprovechamientos hidroeléctricos de los centros de Macagua y Guri.

Macagua 1 (a filo de agua)	Actual	Futuro
Altura de la presa	42m.	El desarrollo ulterior del sitio
Potencia instalada	370.000 KW	(Saltos inferiores) con un potencial estimado en 1.315.000 KW.
Unidades generadoras		
Presa Raúl Leoni (Guri)	Etapas inicial	Etapas final
Altura de la presa	110 m.	162 m.
Volumen de agua almacenada en el Lago	17.700.000.000 m <sup>3</sup>	140.000.000.000 m <sup>3</sup>
Area inundada	800 Km <sup>2</sup>	4.250 Km <sup>2</sup>
Cota de embalse	215 KW	270 m.
Potencia instalada	2.065.000 KW	9.000.000 KW
Unidades generadoras	10	20

## 2.- PROYECTO URIBANTE - CAPARO

El sistema de aprovechamiento tiene por objetivo fundamental la producción de energía eléctrica, para el abastecimiento de parte de la zona occidental del país.

La zona de influencia se identifica con el territorio cubierto por los sistemas operados por Cadafe y Enelven en la región occidental del país, el cual comprende los Estados Zulia, Trujillo, Táchira y Mérida, más Altos Llanos Occidentales, integrados por los Estados Barinas y Portuguesa. Se ha previsto la posibilidad de suministrar energía al Estado Falcón y, en Colombia, al Norte del Departamento de Santander y la Península de la Guajira.

El aprovechamiento haciendo una utilización óptima de los desniveles existentes, se fundamenta en el uso progresivo y repetido de los recursos hidráulicos disponibles en los ríos Uribante, Doradas, Camburito y Caparo, mediante la construcción de tres embalses y una obra de derivación, que complementados con tres túneles de trasvase permitirán la generación de energía en tres centrales interconectadas.

El sistema consiste en cuatro desarrollos:

### a) *Desarrollo Uribante - Doradas*

Las aguas del río Uribante serán embalsadas mediante una Presa construída en el sitio denominado la Honda. Desde este embalse, los gastos regulados pasarán a través de un túnel de trasvase hacia la cuenca del Río Doradas para generar una energía media anual de 1.174 G.W.H., en la central denominada San Agatón.

Se contemplan la instalación de dos turbinas con una potencia de 125 M. W. cada una, en una sola etapa.

### b) *Desarrollo Doradas - Camburito*

Se preve la instalación de dos turbinas de una potencia de 215 M.W. cada una, la potencia instalada será de 430 M.W.

### c) *Desarrollo Camburito - Caparo*

Consta de dos presas construídas sobre los ríos Camburito en el sitio Borde Seco y Caparo en el sitio La Vueltona. Se formará un gran embalse interconectando sus respectivas bases.

En este embalse, además de regularse los gastos propios de ambos ríos, se almacenará el agua trasvasada desde los ríos Uribante y Doradas. Una planta ubicada al pie de la presa sobre el río Caparo, producirá una energía media anual de 1743 G.W.H. (gigevation - hora).

Se preve la instalación de dos turbinas con una potencia de 260 M.W. cada una, la potencia instalada será de 520. M.W.

### d) *Desarrollo Agua Linda - Doradas*

Adicionalmente el Desarrollo Uribante - Doradas, el excedente del gasto



del río Uribante entre los sitios de la Honda y Agua Linda, será captado mediante el uso de una estructura de derivación y enviadas por un túnel al embalse del Río Doradas en Las Cuevas para ser usadas en generación en la planta hidroeléctrica del segundo desarrollo,

### Resumen

Generación media anual	4.844 G.W.H.
Potencia Instalada:	
Primera etapa	1.200 M.W.
Segunda etapa	1.200 M.W.
Total:	2.400 M.W.
Población beneficiada (año 1990)	5.700.000 Habitantes
Áreas de las cuencas	4.900 Km <sup>2</sup>
Gastos máximo regulado	227 m <sup>3</sup> /seg.
Altura media de las presas	110 mts.
Volumen total de las presas	15 millones de m <sup>3</sup>
Longitud total de túneles	17.000 mts.
Diámetro medio de los túneles	5.5 m.
Área de los tres embalses	15.100 Ha.
Volumen total de los embalses	7.250 millones de m <sup>3</sup>
Costo estimado	3.500 millones de Bs.

### 3.- PROYECTO HIDROELECTRICO RIO CAURA

Ubicado sobre el río Caura en el Estado Bolívar. Su objetivo primordial es la producción de energía eléctrica para ser integrada al Sistema de Interconexión Nacional.

A groso modo se estima que un aprovechamiento múltiple con fines hidroeléctricos podría llegar a tener un potencial del orden de los 4.000 M.W.

En la actualidad los estudios correspondientes están en una fase preliminar.

El sitio de presa más apropiado por su caída natural es el llamado Salto Pará a 250 Km. aguas arriba del río Caura, desde su desembocadura en el río Orinoco.

Central La Colorada.

A partir de 1982 entrarán en operación las primeras unidades generadoras del aprovechamiento, las últimas entrarán en 1986.

La cuenca hidrográfica hasta el Salto Pará tiene una extensión de 66.500 Km<sup>2</sup>, estimándose un gasto promedio de unos 2.000 m<sup>3</sup>/seg.

Se considera que aguas abajo de este sitio, con una caída de 180 mts. se puede ubicar una Central Hidroeléctrica para un potencial bruto aprovechable del orden de los 4.000 M.W.

Estimaciones muy preliminares muestran que la presa principal en el Salto podría tener unos 800 m., de largo y una altura aproximada de 40 m. Se requeriría además la construcción de 8 o 10 presas de cierre en el embalse que cubrirían una longitud de unos 8 Kms., con alturas que no sobrepasan los 35 o 40 m., dentro de las limitaciones que imponen un largo de presa razonablemente económico.

Una vez regulado el río en el Salto Pará, luce con grandes posibilidades aprovechar el caudal controlado aguas abajo; así como también los raudales que drenan al Caura, principalmente constituídos por el río Nichare y otros afluentes, en el sitio próximo a Jobillal o Trincheras, con la doble perspectiva de aprovechar la energía hidroeléctrica y la normalización de las aguas del río a fin de hacerlo navegable desde este punto hasta su desembocadura en el Orinoco.

Aguas arriba del Salto Pará se ofrecen otras posibilidades de aprovechamiento, tales como en el río Erebató afluente del Caura y en las zonas altas, los llamados Tepuis, que son caídas naturales que sobrepasan los 100 m de altura. Como son zonas de gran precipitación fluvial, disponen de caudales razonables durante todo el año, más abundantes en in-

vierno, y que sería interesante estudiar desde el punto de vista hidroeléctrico.

Potencia Instalable: 4.000 M.W.  
Energía Generable: 35.000 G.W.h.  
Costo Estimado: Bs. 8.000.000.000

#### 4.- PROYECTO HIDROELECTRICO RIO CATANIAPÓ

El posible sitio de presa y central se ubica sobre el río Cataniapo a unos 50 Km. de Pto. Ayacucho, Territorio Federal Amazonas y su objetivo la generación de energía eléctrica para satisfacer la demanda de esa ciudad y su zona de influencia, además de las poblaciones de Pto. Páez y Samariapo. Incluye también el desarrollo de áreas recreacionales para fomentar el turismo.

Las características principales del embalse son:

Presa:	Enrocado con núcleo impermeable.
Long. de coronación:	338 m.
Altura:	34 m.
Volumen:	326.000 m <sup>3</sup>
Aliviadero de superficie:	Tipo vertedero, Capac. 52 m <sup>3</sup> /seg.
Capacidad embalse:	520.000.000 m <sup>3</sup>
Capacidad útil:	400.000.000 m <sup>3</sup>
Reservas energéticas:	200.000.000 m <sup>3</sup>
Superficie inundada:	11.700 Has.

Las características de la Central son:

Central:	Tipo semiexterior.
No. de Grupos:	4
Tipo Turbina:	Hélice.
Gasto nominal:	20 m <sup>3</sup> /seg.
Potencia Instalable:	6 M.W.
Energía Generable:	23 G.W.h.
Costo Estimado:	Bs. 19.200.000

5.- *PROYECTO HIDROELECTRICO RIO  
CAPAZ*

Según los estudios preliminares el sitio de presa posiblemente se ubique sobre el río Capazón, en el Estado Mérida a 700 mts. aguas abajo de la confluencia de los ríos Blanco y Capaz, en el sitio escogido como Salto Superior.

Su objetivo fundamental es la generación de energía eléctrica no obstante también ofrece la posibilidad de riego para unas 65.000

Ha., aproximadamente.

La cuenca hidrográfica hasta este sitio de presa cubre 242 Km<sup>2</sup> y la lluvia promedio anual sobre ella se ha calculado en 1.400 mm.

El caudal medio del río resulta de 7.75 m<sup>3</sup>/seg., y la creciente milenaria de unos 900 m<sup>3</sup>/seg.

Se consideran dos alternativas para la presa siendo las más interesante la de los siguientes parámetros:

Presa en arco de altura:	136 m.
Embalse:	70.000.000 m <sup>3</sup>
Volumen útil:	65.000.000 m <sup>3</sup>

El estimado del resto de las obras es el siguiente:

*Túnel de conducción:*

Longitud:	7.640 m.
Diámetro:	2.70 m.

*Chimenea de equilibrio:*

Tipo de expansión

*Tubería forzada:*

Longitud:	2.120 m.
Diámetro:	1.85 m.

*Casa de máquinas:*

Tipo exterior

Número de unidades:	2
Potencia instalable:	125 M.W.
Energía Generable:	560 G.W.h.

Costo Estimado:	Bs. 250.000.000
-----------------	-----------------

## 6.- PROYECTO BOCONO - TUCUPIDO

Este proyecto se adelanta dentro del Programa Conjunto CADAPE M.O.P., para el aprovechamiento de recursos hidroeléctricos. Se encuentra ubicado en los Estados Portuguesa y Barinas, aprox. a 50 Km. de la ciudad de Guanare. El conjunto consiste en una presa de tierra de 80 m. de altura sobre el río Boco-nó y otras de 115 m., de altura sobre el Río Tucupido. Ambos embalses estarán unidos por un canal formando un solo lago de 3.590 millones de metros cúbicos de capacidad.

El proyecto tiene como principal finalidad el riego de 190.000 Ha. brutas (150.000 Ha. con el Boconó y 40.000 Ha. con el Tucupido), y como complemento la producción de energía eléctrica en la cantidad de 340 x10 Kwh o más, según el grado de desarrollo del sistema de riego.

Según lo convenido, la construcción de las presas, carreteras de acceso, túneles, vertedero, etc., correrá a cargo del M.O.P. La planta hidroeléctrica con todos sus implementos será construída por CADAPE.

Para tener una idea de las características de las diferentes estructuras e implementos que permitan la producción de energía eléctrica, a continuación hacemos la siguiente descripción:



### *Torre Toma*

Sistema: Unica con dos entradas  
Altura: 50 mts.  
Area de Rejilla: 288 m<sup>2</sup>  
Compuerta: 2 deslizantes tipo "Wagon"  
4 x 6 mts.

### *Túneles*

Número: 2 de sección idéntica  
Diámetro: 5 mts. (interno)  
Longitud: 366 mts.  
Revestimiento: Concreto armado con  
camisa de acero.  
Capacidad: 210 m<sup>3</sup>/seg. por cada túnel a  
nivel normal del embalse.

### *Tuberías Forzadas*

A la salida, cada túnel se bifurca en 2 tuberías forzadas; una de 3,20 m. de diámetro para el agua de riego y otra de 4,25 m. de diámetro para el agua de la turbina.

### *Válvulas de Riego*

Descargarán al río el gasto correspondiente a la diferencia entre el gasto requerido para el riego y el gasto que pasa por las turbinas. Serán 2 de chorro hueco con un diámetro de 3,20 m. c/u.

### *Central Hidroeléctrica*

Estará situada a la salida de los túneles y comprenderá 2 grupos generadores de 40.000 KW c/u., equipado con turbinas Francis con una velocidad nominal de rotación de 200 rpm. Cada turbina tendrá una capacidad de descarga máxima de 80

m<sup>3</sup>/seg.; estará conectada a uno de los túneles por la tubería a presión de 50 m. de largo y tendrá una válvula mariposa de 3.50 m. de diámetro.

La sala de máquinas será de tipo pórtico de concreto armado con las siguientes dimensiones: 20 de ancho x 54 de largo x 30 de altura. Estará equipada con 2 grúas tipo puente con capacidad de 85 ton. c/u

Los generadores serán en número de 2, de corriente alterna, eje vertical y enfriamiento por aire. Su potencia nominal será de 40.000 KW para un factor de carga = 95%.

El costo estimado es de Bs. 80.000.000.

### *7.- PROYECTO AGUA VIVA*

También este proyecto pertenece al programa adelantado conjuntamente por CADA-FE y el M.O.P. Entre esos organismos se ha concebido que la Central Hidroeléctrica Agua Viva estará ubicada en Jurisdicción del Edo. Trujillo, en el sitio de intersección de la carretera Panamericana con el ramal Maracaibo - Valera. El aprovechamiento hidráulico consiste en la construcción de un embalse de regulación del río Motatán con el objetivo de desarrollar la irrigación de El Cenizo. Como aprovechamiento marginal se ha previsto un desarrollo hidroeléctrico con rebombeo que utilice la caída disponible.

En el estribo izquierdo de la presa de tierra que construirá el M.O.P., se ejecutará la Planta Hidroeléctrica por parte de CADA-FE

Constara de una presa de gravedad de concreto de 30 m. de altura situada en un corte de trinchera en el referido estribo. A través de su cuerpo pasarán cinco (5) conductos a presión de acero de 4.50 m de diámetro y de 140 m. de longitud aproximadamente, con una caída del orden de 70 mts.

En la central se utilizará un equipo reversible de turbina - bomba y de generador - motor.

Como primera etapa se prevé la instalación de una sola turbina, la cual podría operarse sin necesidad de rebombeo de agua.

La generación de energía hidroeléctrica por esta planta es independiente de las demandas de riego y no se consumirá agua del embalse Agua Viva.

Para la operación en el futuro, de cinco (5) turbinas reversibles se necesitarán 10.5 millones de metros cúbicos de capacidad para el pondaje de regulación diaria.

Para la selección del potencial de cada turbina se asumió un gasto de 120 m<sup>3</sup>/seg. equivalente a cuatro (4) veces el caudal medio del río Motatán, lo cual permitirá la instalación de una unidad sin necesidad de rebombeo, como primera etapa, cuyo servicio durará un tiempo prudencial, dependiendo de la demanda de energía y del desarrollo del área de riego del Sistema El Cenizo.

El potencial de una turbina se estima en 75 MW y, por lo tanto, el Potencial Instalable total de la planta sería de 375 MW.

La producción anual de energía eléctrica se estima en 320 GWh para toda la planta y de 185 GWh en su primera etapa.

El costo estimado de la planta en su totalidad es de Bs. 375.000.000.

## 8.- PROYECTO LAS PALMAS - LAS MAJAGUAS

El Sistema de Riego Cojedes - Sarare se encuentra ubicado en la Región Centro - Occidental de Venezuela, aproximadamente a unos 240 Kms. al Oeste de Caracas, en el vértice de concurrencia de los Edos. Portuguesa, Lara y Cojedes. Está integrado por los embalses: Las Majaguas (construido), Las Palmas (proyectado) y Las Margaritas (en estudio). La concepción y ejecución de este proyecto se encuentra compartido entre CADAPE y el M.O.P.

El propósito fundamental de este Sistema es la utilización del agua almacenada para el riego de 90.000 Has., control de inundaciones, aprovechamiento piscícola y recreacional, así como la posible generación hidroeléctrica. Para esto último, los embalses Las Palmas y Las Majaguas anticipan una caída de 70 mts. que podría ser utilizada para un aprovechamiento con rebombeo.

El esquema de aprovechamiento consistiría en situar una "Planta Reversible" en una de las depresiones entre ambos embalses para producir energía eléctrica efectuando el rebombeo de las aguas turbinadas. Se crearía un ciclo continuo turbinando un gasto importante liberado del embalse superior (Las Palmas), durante las horas de máxima demanda, almacenando el volumen turbinado en el embalse inferior (Las Majaguas), el cual actuaría como Pondaje, produciéndose entonces una energía pico. Luego el volumen liberado en el embalse superior, menos el requerido para el riego, sería rebombeado por el mismo equipo instalado trabajando en la forma inversa (las turbinas trabajando como bombas) y utilizando para tal fin la energía de bajo costo, en horas ociosas de la noche. De este modo, se almacenaría nuevamente en el vaso superior el volumen bombeado a fin de disponer de la cantidad de energía potencial requerida para realizar un nuevo ciclo.

Constará de una presa de gravedad de concreto de 30 m. de altura situada en un corte de trinchera en el referido estribo. A través de su cuerpo pasarán cinco (5) conductos a presión de acero de 4.50 m de diámetro y de 140 m. de longitud aproximadamente, con una caída del orden de 70 mts.

En la central se utilizará un equipo reversible de turbina - bomba y de generador - motor.

Como primera etapa se prevé la instalación de una sola turbina, la cual podría operarse sin necesidad de rebombeo de agua.

La generación de energía hidroeléctrica por esta planta es independiente de las demandas de riego y no se consumirá agua del embalse Agua Viva.

Para la operación en el futuro, de cinco (5) turbinas reversibles se necesitarán 10.5 millones de metros cúbicos de capacidad para el pondaje de regulación diaria.

Para la selección del potencial de cada turbina se asumió un gasto de 120 m<sup>3</sup>/seg. equivalente a cuatro (4) veces el caudal medio del río Motatán, lo cual permitirá la instalación de una unidad sin necesidad de rebombeo, como primera etapa, cuyo servicio durará un tiempo prudencial, dependiendo de la demanda de energía y del desarrollo del área de riego del Sistema El Cenizo.

El potencial de una turbina se estima en 75 MW y, por lo tanto, el Potencial Instalable total de la planta sería de 375 MW.

La producción anual de energía eléctrica se estima en 320 GWh para toda la planta y de 185 GWh en su primera etapa.

El costo estimado de la planta en su totalidad es de Bs. 375.000.000.

## 8.- PROYECTO LAS PALMAS - LAS MAJAGUAS

El Sistema de Riego Cojedes - Sarare se encuentra ubicado en la Región Centro - Occidental de Venezuela, aproximadamente a unos 240 Kms. al Oeste de Caracas, en el vértice de concurrencia de los Edos. Portuguesa, Lara y Cojedes. Está integrado por los embalses: Las Majaguas (construido), Las Palmas (proyectado) y Las Margaritas (en estudio). La concepción y ejecución de este proyecto se encuentra compartido entre CADAFE y el M.O.P.

El propósito fundamental de este Sistema es la utilización del agua almacenada para el riego de 90.000 Has., control de inundaciones, aprovechamiento piscícola y recreacional, así como la posible generación hidroeléctrica. Para esto último, los embalses Las Palmas y Las Majaguas anticipan una caída de 70 mts. que podría ser utilizada para un aprovechamiento con rebombeo.

El esquema de aprovechamiento consistiría en situar una "Planta Reversible" en una de las depresiones entre ambos embalses para producir energía eléctrica efectuando el rebombeo de las aguas turbinadas. Se crearía un ciclo continuo turbinando un gasto importante liberado del embalse superior (Las Palmas), durante las horas de máxima demanda, almacenando el volumen turbinado en el embalse inferior (Las Majaguas), el cual actuaría como Pondaje, produciéndose entonces una energía pico. Luego el volumen liberado en el embalse superior, menos el requerido para el riego, sería rebombeado por el mismo equipo instalado trabajando en la forma inversa (las turbinas trabajando como bombas) y utilizando para tal fin la energía de bajo costo, en horas ociosas de la noche. De este modo, se almacenaría nuevamente en el vaso superior el volumen bombeado a fin de disponer de la cantidad de energía potencial requerida para realizar un nuevo ciclo.

Las obras de trasvase consistirían en un canal de aproximación, estructura de control al final del canal, donde se colocarían las compuertas de emergencia para los conductos forzados que partirían de ella. Al final de estos, se colocaría la Planta con el número de turbinas que resultase conveniente. Aguas abajo de la planta arrancarían un canal de descarga que la conectaría con el embalse de pondaje.

Los estudios preliminares señalan que podríanse instalar unos 2.000 MW. para una generación anual de 4.360 GWh.

El costo estimado es de Bs. 936.000.000.

#### 9.- PROYECTO RIO ORINOCO

El Ministerio de Obras Públicas, la Corporación Venezolana de Guayana y el Instituto Nacional de Canalizaciones, firmaron con fecha 25 de abril de 1973, un Convenio para coordinar los estudios del río Orinoco y sus afluentes, especialmente en lo que se refiere a la planificación, programación, métodos para la recolección de información de campo y estudios, mediante modelos hidráulicos, físicos o matemáticos y otras investigaciones, a fin de verificar en lo posible el comportamiento de las obras que se proyecten, por parte de cada uno de los organismos indicados, para el aprovechamiento integral del sistema fluvial, en especial en lo que se refiere a la navegación, protección contra inundaciones, recuperación de tierras y desarrollo hidroeléctrico.

En cuanto a este último aspecto, que es el que concierne a este informe se ha considerado la existencia de alrededor de 2.000 MW en el sitio de Atures y Maipures, pero su verdadera potencialidad y su posibilidad de ejecución está aún por concretarse. El estado de los estudios es aún preliminar, pero de todas formas es correcta la apreciación de la existencia de recursos hidroeléctricos en ese río, en cuyo aprovechamiento habrían de considerarse aspectos limítrofes o de integración binacional.

#### 10.- OTROS APROVECHAMIENTOS

De la misma forma, aunque en una etapa

muy preliminar se encuentran previstos los estudios relativos al Río Chama y otros ríos de los Andes, el Mucujun, el Socuy, el Ventuari, el Bonocó y otros de eventual posibilidad.

#### 11.- RESUMEN DE LOS PROGRAMAS

En la tabla 2, en la cual se resumen los proyectos aludidos anteriormente y su estado de ejecución.

#### V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los antecedentes de aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos y el estado de desarrollo o investigación de los proyectos anotados se desprenden algunas conclusiones de interés que es importante anotar. En efecto se destacan:

- a) No existe un inventario nacional detallado de los recursos hidroeléctricos del país que permita un establecimiento de prioridades de ejecución, lo cual ha hecho que la identificación de aprovechamientos posibles ha sido, en general, consecuencia de la preocupación individual de agentes del Estado. No existe una ordenación previa de prioridades, debido a la ausencia de un ente rector o autoridad central en materia de aprovechamiento del agua con fines hidroeléctricos.
- b) Se destaca un ahorro importante en la utilización de hidrocarburos por la vía de los aprovechamientos hidroeléctricos. En efecto se puede mencionar que en el quinquenio 1975 - 1979, la producción hidroeléctrica representa un ahorro de 30.8 millones tpe y en el período 1975 - 1999 representará, si el desarrollo de los programas se realiza de acuerdo a lo previsto, la cantidad de 552.6 millones tpe.
- c) El desarrollo de los programas hidroeléctricos provoca efectos y elementos colaterales que se han ido incorporando paulatinamente. Esto con-



duce a conferirle a estos programas una visión de aprovechamiento integrado, el estado de desarrollo de los programas en curso y previstos permite incorporar todas las variables que proporcionen el mejor beneficio integral de los aprovechamientos.

## VI.- RECOMENDACIONES

El Consejo Nacional de la Energía, en su sesión del 24 - 9 - 76, acogió favorablemente este informe y acordó formular las siguientes recomendaciones al Ejecutivo Nacional:

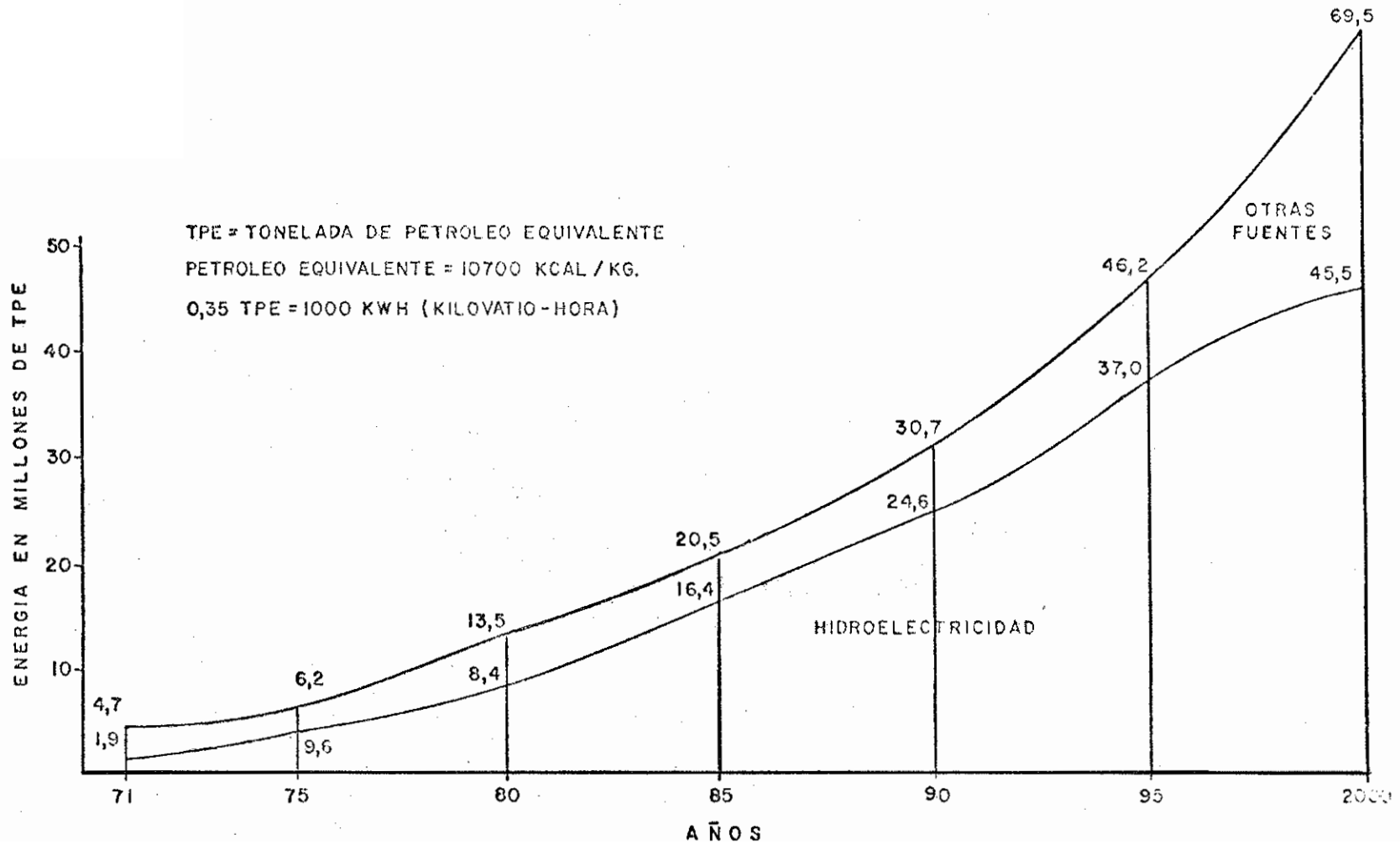
- 1.- Considerando que la utilización de los recursos hidráulicos para generación eléctrica representa el mejor respaldo a la política conservacionista del Estado Venezolano, se recomienda que se de a esta fuente un uso prioritario dentro de los programas de generación de energía eléctrica del país, en adecuada coordinación con el aprovechamiento del agua para sus diversos usos de interés nacional.
- 2.- En razón de que se ha avanzado poco en el inventario de los recursos hidráulicos para generación eléctrica, se considera conveniente que el Eje-

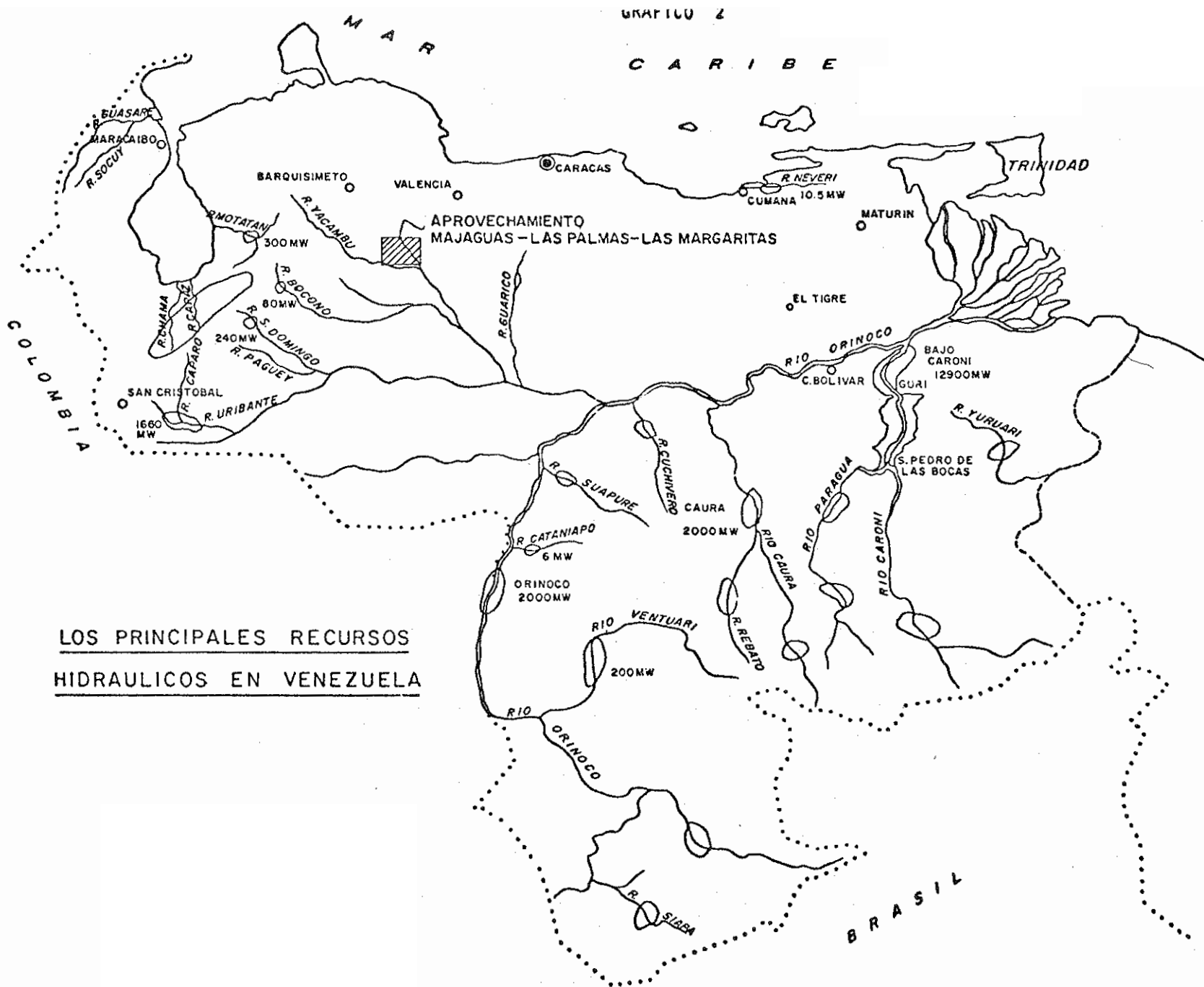
cutivo Nacional provea los fondos necesarios para que en el plazo de dos años se realice el inventario requerido.

Este inventario es no sólo compatible sino que se incorpora a la previsión del Ejecutivo Nacional de la creación del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables, organismo al cual se asignará la responsabilidad de fijar las políticas relativas a los usos de las aguas existentes en el país.

- 3.- Plantear al Ejecutivo Nacional la conveniencia de que en los proyectos hidroeléctricos en curso o previstos se incorporen las variables necesarias que confieran a esos aprovechamientos las características de Desarrollo Integrales, para el óptimo aprovechamiento de nuestras riquezas hidráulicas en todas sus utilidades de interés nacional.
- 4.- Recomendar al Ejecutivo Nacional dar especial apoyo a los programas de recolección y procesamiento de la información básica requerida para el desarrollo integral de los proyectos hidroeléctricos.

GRAFICO 1  
 PARTICIPACION DE LA HIDROELECTRICIDAD  
 EN LA PRODUCCION TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA  
 1971 - 2000





FUENTE: Comisión del plan de Energía Eléctrica (1974).  
Otras Fuentes

GRAFICO 3

PARTICIPACION DE LA HIDROELECTRICIDAD  
 EN LA PRODUCCION TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA  
 1971-2000

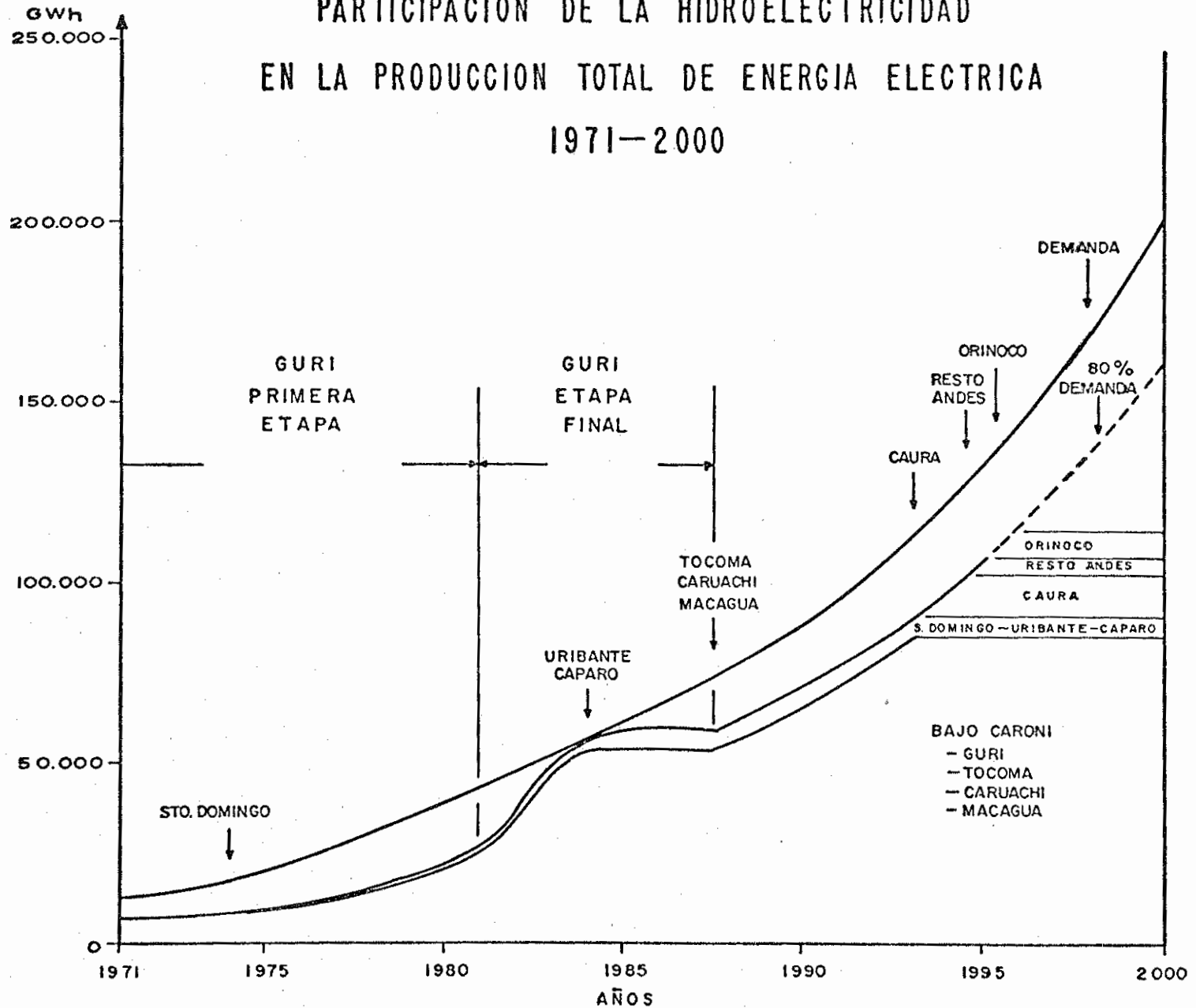




TABLA 2  
CUADRO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

RIO	SITIO	POTENCIA MW	ENERGIA GWh.	OTRO PROPOSITO	SITUACION ACTUAL
Caroní	Guri	9.000	50.000		
Caroní	Tocoma (1)	1.100			
Caroní	Caruachi (1)	1.760	35.000		
Caroní	Macagua (1)	1.315			
Esquema	Uribante-Doradas	250	1.174		
Uribante		430	1.927		Fase de proyecto
Doradas	(1a. Etapa) Camburito-Caparo	520	1.743		
Caparo					
2a. Etapa		1.200			
Mucujún		20	100		Proyecto terminado
Boconó		80	340	Riego	Fase de proyecto
Tucupido					
Notatán	Agua Viva	75	820	Riego	Fase de estudio
	(como idea)	375		Rebombero	
Cataniapo		6	28		En ejecución
Neverí	Bajo Negro	4 a 8	30 a 708	Riego	Nota oficial

RIO	SITIO	POTENCIA MW	ENERGIA GWh.	OTRO PROPOSITO	SITUACION ACTUAL
Ventuari	Salto Tencua	60	?		Investigaciones Preliminares.
	Salto Oso	140	?		
Orinoco	Atures-Maipure	2.000	10.000	Internacional	Preliminar
Cojedes-Sarare	Las Palmas-Majagua	2.000	4.880 ?	Riego	Fase de estudio preliminar
Capaz		124	560		Fase estudio.
Caura (2)		4.000			Fase estudio

(1) No se ha estimado el posible nuevo potencial con la mayor regulación en Guri a cota 270 de embalse.

(2) COPLANARH ha estimado un potencial bruto de 7.000 MW