

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye una recopilación de datos, considerando estudios realizados por entes Nacionales como:

Administración Nacional de Electricidad (ANDE) y el Vice Ministerio de Minas y Energía, de modo a ilustrar en forma básica sobre el aprovechamiento de las fuentes naturales de Energía del País, priorizando la Hidroenergía la cual es una **Energía renovable**, así como la mayoría de los proyectos existentes a corto, mediano y largo plazo para el aprovechamiento de dichos recursos. Como ilustración definimos a la energía renovable.

Las fuentes de energías renovables se pueden definir como aquellas fuentes que de forma periódica se ponen a disposición del hombre y que éste es capaz de aprovechar y transformar en energía útil para satisfacer sus necesidades, es decir, se renuevan de forma continua en contraposición con los combustibles fósiles como petróleo, carbón, gas y uranio, de los que existen unas determinadas cantidades disponibles agotables en un plazo más o menos largo.

SITUACIÓN ENERGÉTICA DEL PARAGUAY

Actualmente la disponibilidad total de Energía que posee el País, basado en datos obtenidos en 1999 son:

- 63 % Hidroenergía
- 24 % Biomasa
- 13 % Petróleos y Derivados

Con respecto al Subsector Hidrocarburos el origen de la oferta interna de derivados del petróleo es de:

- 89 % Importaciones
- 11 % Producción Nacional

En referencia al consumo de Energéticos, la estructura del consumo final de Energía es de:

- 59 % Biomasa
- 32 % Derivados del Petróleo
- 9 % Electricidad

También en el País existen subsectores de Gas Natural y Pozos Petrolíferos los cuales se encuentran en estudios de exploración.

Con respecto al sector Eléctrico, el Origen de la Generación Bruta de Electricidad es de:

Potencial Hidroenergético del Paraguay

86 % Itaipú
12 % Yacyretá
2 % Acaray

Los destinos de la generación bruta de electricidad es de:

89 % Exportación
11 % Demanda Nacional

El porcentaje de Exportación es muy elevado debido a que en Itaipú se dispone de 6300 MW de Potencia Instalada que corresponde al Paraguay mensualmente, de esa cantidad sólo 700 MW son contratados por ANDE, y la diferencia es lo que se exporta.

El consumo final de electricidad en el país esta dado por los siguientes valores:

44 % Residencial
19 % Industrial
19 % Comercial
14 % Otros
4 % Consumo propio y de transmisión de la ANDE

Observando los valores estadísticos se puede llegar a la conclusión que el País tiene una gran oferta de Hidroenergía actualmente, sin considerar todo el potencial que posee, dicha Hidroenergía si se sabe aprovechar y administrar su explotación se podría llegar a prescindir de las demás fuentes, reduciendo en gran parte la importación de dichas fuentes y llegando a ser el Paraguay el que provea a los demás países del cono sur de la tan preciada Energía Eléctrica, aumentando así el crecimiento del país por medio de ingresos provenientes de las exportaciones, así como la creación de fuentes de trabajo para mano de obra nacional.

HIDROELECTRICIDAD

DEFINICIÓN

La Hidroelectricidad constituye una forma de energía, muy amplia en su utilización mundial al presente y altamente conveniente en tanto no acarrea polución, ventaja excepcional frente a la hulla o al petróleo cuyos efectos de contaminación llegan a ser en urbes de alta densidad poblacional irreparablemente altos. Se la denomina por eso, con buena razón "Oro Blanco", es tan valiosa como limpia.

Para un país de dimensión demográfica pequeña y del grado de desarrollo de Paraguay, ofrece además la Hidroelectricidad estas otras conveniencias:

- Aprovecha un recurso natural local, su materia prima es el agua, lo que reduce la utilización de combustibles minerales importados para equilibrar la balanza comercial
- Su costo de explotación es a largo plazo menor que el de la energía térmica, a la cual generalmente sustituye, y tiene por sobre aquella la ventaja de una mayor seguridad de aprovisionamiento. (El agua es finita pero renovable, no se queda por el camino como la leña o la hulla)
- Ofrece mayores garantías de funcionamiento sin depender de factores externos a la economía, lo cual tiene relevancia en casos de embargo o trabas al comercio exterior que reduzcan la provisión continuada de otros tipos de combustibles, como el petróleo
- Puede ser acompañada de mejoras para la navegación, irrigación, suministro de agua para consumo humano y control de crecientes, lo que convierte en propósito múltiple un aprovechamiento hídrico
- Posibilita electrificar extensas zonas por donde cruzan las líneas de transmisión, desde el lugar de generación hasta los principales centros de consumo
- Es renovable y por tanto su costo va bajando paulatinamente en la medida que van amortizándose las inversiones iniciales, pudiendo por tanto bajar su precio de venta al público, en tanto otras energías van encareciéndose

Pero también existen desventajas:

- Requiere al principio inversiones altas por unidad de potencia disponible, en comparación a la energía térmica.

- Los recursos que deben mobilizarse para la construcción y puesta en marcha de una usina hidroeléctrica, por su magnitud, no pueden ser captados en su totalidad en el país

ESTUDIOS HIDROENERGÉTICOS

El objetivo de los estudios Hidroenergéticos es ilustrar las alternativas de configuraciones de aprovechamiento de los recursos hídricos de las Cuencas, con base en los resultados de beneficios hidroenergéticos obtenidos.

Actualmente en el país se están realizando estudios a las cuencas de los principales afluentes del Río Paraná, es decir los ríos Acaray, Monday y Ñacunday, así como también el Río Yguazú.

Los análisis fueron efectuados para diferentes configuraciones de reservorios, interconexiones hidráulicas entre reservorios y central hidroeléctrica.

El objetivo principal de las comunicaciones entre reservorios es de aprovechar las aguas excedentes del Río Paraná. Se debe resaltar que de una manera general, y fuera de los periodos de seca, las aguas excedentes del Río Paraná representan un gran volumen.

POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DEL PARAGUAY

En cuanto al potencial Paraguayo, el mismo excede en mucho las previsiones de consumo por lo menos hasta el año 2030. Hay un exceso de potencial que lo sitúa al país en la muy holgada situación de poder autoabastecerse en materia energética indefinidamente. A pesar que no se conozcan reservas de petróleo, los ríos internos y los de soberanía compartida son en sí tan caudalosos que una previsora política pondría énfasis en desarrollar industrias electro-intensivas de transporte eléctrico y electrificación rural.

OBSERVACIÓN: Otras fuentes, como gas y residuos vegetales (leña, cascarilla y carozo de coco, bagazo de leña) se hallan disponibles, aunque no se sepa exactamente a cuánto ascienden las respectivas reservas. Ellas constituyen alternativas viables para empleo restringido, tales como cocción de alimentos y otros.

- **Con todo, las mejores posibilidades de crecimiento y desarrollo descansan en la energía hidráulica, segura, barata, renovable y por sobre todo, de producción Nacional**

POTENCIAL DEL RÍO PARANÁ

El Río Paraná es, después del Amazonas, el más largo y caudaloso del continente.

En el tramo de 200 Km comprendido entre los saltos del Guairá y la boca del Río Yguazú solamente, tiene un potencial de más de 12000 MW, el que está en vías de ser totalmente aprovechado por los países ribereños. En el tramo de aquel último punto hasta su confluencia con el río Paraguay, de 600 Km de extensión, se estima un potencial de aproximadamente 7500 MW. A mediano plazo se prevé el aprovechamiento parcial del mismo. Con la mitad de la energía proveniente del tramo compartido con Brasil y Argentina el Paraguay estará entre los países con más alto índice de KW disponible por habitante en el mundo, sin que pueda llegar a aprovechar internamente más que un mínimo de esa energía en los próximos veinte años.

Los afluentes del Río Paraná son de condición aprovechable, entre los de mayor potencial hidráulico están el Monday, Capiibary, Ñacunday y Charapa, o fueron aprovechados, como el Acaray e Yguazú. Su potencial total se estima en unos 1500 MW.

POTENCIAL DEL RÍO PARAGUAY

Los afluentes del Río Paraguay que bañan la región Oriental también pueden ser aprovechados para generar energía, entre los más importantes están el Ypane y el Aquidabán. Su mayor utilidad sería, junto con el represamiento del Río Paraguay, el de control de inundaciones y para regadíos.

■ Por lo que se deduce de las comparaciones del potencial energético en relación con el total de la población, Paraguay es uno de los países más favorecidos en el continente. Del potencial hidroeléctrico en América Latina en su conjunto, aproximadamente 120.000 MW, Paraguay cuenta con aproximadamente el 8 %. La ubicación y características de los ríos son tal que ese potencial puede ser íntegramente aprovechado.

La distribución de dicho potencial se anota en el cuadro siguiente

2ª Etapa. Mediano Plazo

- 2-a. Construcción de Embalse Confluencia Yguazú/Acaray**
Aproximadamente a Cota 208 msnm (3 KW con 2 unidades
Bulbo x 25 = 50 MW) - (*a especificar*).
- 2-b. Construcción de Canal Abierto Itaipú – Embalse Confluencia**
Aproximadamente 25 Km. Q max. x 300 m³/s (*a especificar*).
- 2-c. Instalación de Central de Bombeamiento**
Embalse confluencia a Embalse Iguazú \simeq 50 MW (*a especificar*).
- 2-d Estudios realizados para el aprovechamiento** de las cuencas del los
Ríos Acaray, Monday y Ñacunday
- 2-e Construcción de la Represa CORPUS CRISTHI**

3ª Etapa. Largo Plazo

- 3-a. Construcción de la 4ª Casa de Máquinas en Acaray**
Instalación de 2 unidades x 87,5 = 175 MW (a especificar).
(1 unidad por operar como bomba).

PROYECTOS A CORTO PLAZO

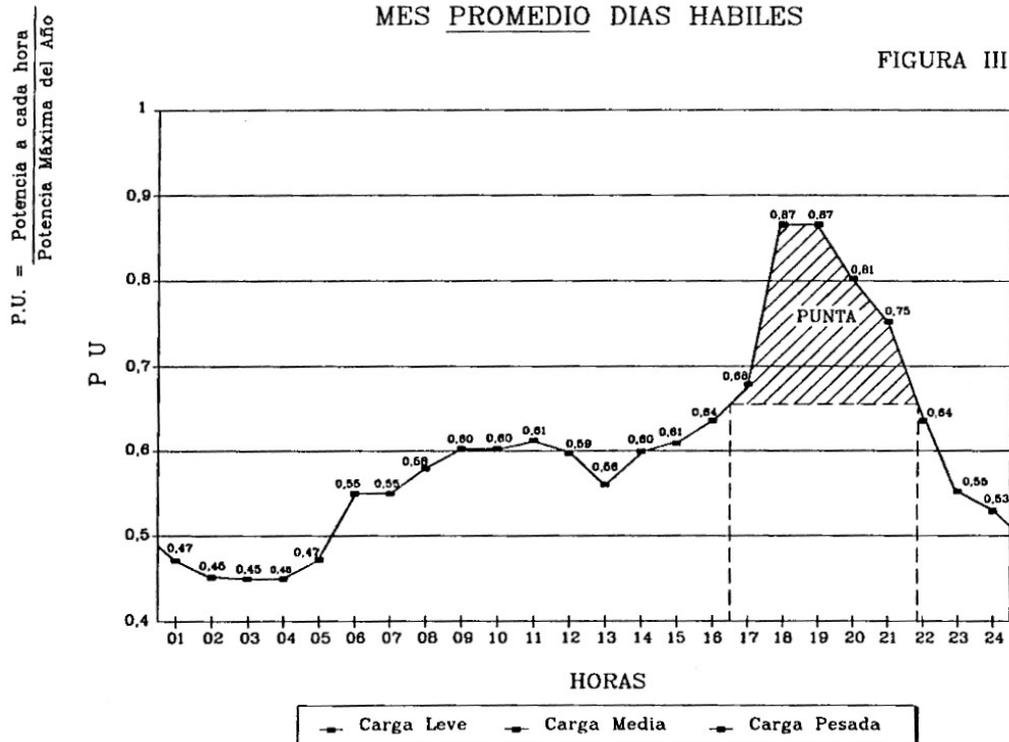
Actualmente el Proyecto que más factibilidad de realización tiene es el que concierne a la Presa de Yguazú, que consiste en la Instalación de 2 Unidades Hidrogeneradoras de 100 MW cada una de modo a completar en total 200 MW de producción de esta presa, que hasta ahora sólo cumple una función de regulador.

Con el funcionamiento de esta presa como generadora de Energía, la cual es exclusivamente de dominio nacional y se encuentra administrada por la ANDE, se podrá llenar la denominada Demanda de Punta, que consiste en el pico de demanda de energía en la curva de carga típica de la ANDE.

Con esto la ANDE reducirá la cantidad de energía contratada de la Itaipú, con lo cual se tendrá ahorro de capital invertido por esta institución en la compra de Energía, con lo cual, esperemos, reduzcan en algo las tarifas de la misma.

A este tipo de presa se la conoce con el nombre de **Represa de Punta**

CURVA DE CARGA TIPICA – SIN 1995
MES PROMEDIO DIAS HABILES

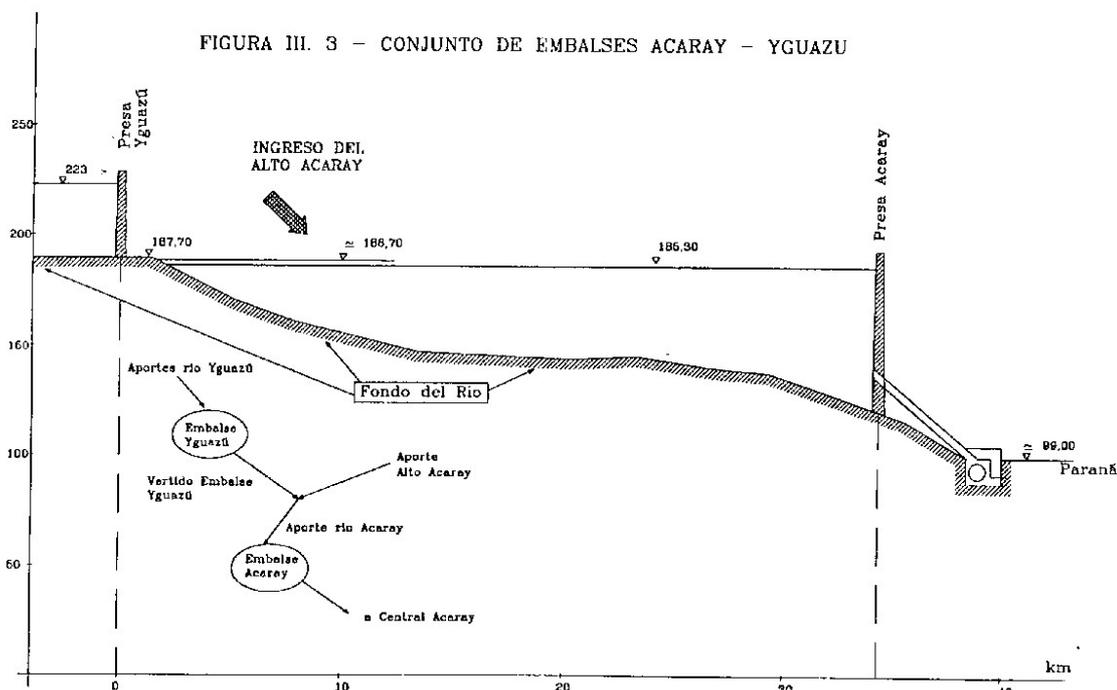


ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA YGUAZÚ

Siguiendo la presentación general del proyecto de la Central Hidroeléctrica de Yguazú para generación de punta, recordemos que la presa construida, interceptando el río Yguazú a pocos kilómetros aguas arriba de su confluencia con el río Acaray, forma un embalse de cerca de 8.500 hectómetros cúbicos (hm^3) de capacidad cuyo espejo de agua se sitúa a cota de 223 msnm (nivel normal) vertiendo caudales regulados al embalse inferior de Acaray, que al pie de la presa Yguazú determina el nivel de restitución del vertedero de ésta última, de aproximadamente 187 msnm (fig. III). El salto bruto de 36 m así determinado, y la administración de los caudales aportados por el río Yguazú permitirán establecer la potencia disponible y la energía producible en periodo de punta.

Potencial Hidroenergético del Paraguay

COTAS (Metros Sobre el Nivel del Mar-msnm)



Del adecuado procesamiento de los datos pluviográficos registrados en las diversas estaciones instaladas en la cuenca del río Yguazú, resultan los siguientes valores hídricos

■ Aporte mínimo Río Yguazú	1.600 hm ³ /año
■ Aporte máximo Río Yguazú	6.900 hm ³ /año
■ Aporte promedio Río Yguazú	3.300 hm ³ /año

PROYECTOS A MEDIANO PLAZO

Dentro de los proyectos a mediano plazo, se encuentran los aprovechamientos de los ríos afluentes del Río Paraná, los cuales son el Acaray, Monday y Ñacunday.

Las investigaciones y los estudios realizados en el ámbito del inventario llevan a la conclusión y confirman que las cuencas de los ríos Acaray, Monday y Ñacunday presentan aspectos altamente favorables al aprovechamiento de sus recursos hídricos, en particular para fines hidroenergéticos, por sus características geográficas, fisiográficas, topográficas y climato-meteorológicas.

Merece especial atención la proximidad existente entre la central hidroeléctrica de Acaray, y la central hidroeléctrica de Itaipú en el Río Paraná, en operación, con la cual estos conjuntos de obras podrá interconectarse hidráulicamente, con un aumento importante en los beneficios de generación por el aprovechamiento parcial de los excedentes vertidos en Itaipú.

APROVECHAMIENTO HIDROENERGÉTICO DE LOS RÍOS ACARAY, MONDAY Y ÑACUNDAY

La cuencas hidrográficas de los tres ríos ocupan una superficie total de cerca de 19.300 Km² de los cuales el río Acaray abarca 9.900 Km², el río Monday 6.800 Km² y el río Ñacunday 2.600 Km².

En lo que se refiere a los resultados de los estudios de aprovechamiento hidroenergético de los recursos de las cuencas asiladas, la situación es la descrita a continuación.

- En la cuenca del río Acaray fueron confirmados básicamente los estudios precios que consideraron una fase inicial con 90 MW ya instalados en la central hidroeléctrica de Acaray, una segunda fase de 100 MW por cuenta de la construcción del reservorio de regularización de Yguazú ya instalados y una tercera fase de hasta 70 MW por cuenta del mismo reservorio, totalizando hasta 260 MW instalados.
- En la cuenca del río Monday, el esquema propuesto prevé la construcción de una presa aguas arriba de la caída existente y una central hidroeléctrica cerca de la confluencia con el Río Paraná, con capacidad instalada de 200 MW.
- En la cuenca del Río Ñacunday, la situación es parecida, o sea, el esquema de desarrollo prevé una única presa Itaipyté, a realizarse en una localidad a 12 Km aguas arriba de la caída existente, y una central hidroeléctrica en la margen del Río Paraná, con capacidad instalada de 900 MW.

En particular, en el caso del río Ñacunday, el costo relativamente alto del KW instalado deriva en que la elección de una solución permite aprovechar al máximo posible el potencial hidroenergético del curso del agua. No se excluye la posibilidad de realizar un aprovechamiento de costo unitario más bajo, sacrificando parte de la energía producible.

Se realizaron estudios donde se consideraron intercomunicaciones de cuencas entre sí y de las cuencas con Itaipú

PROYECTOS DE INTERCOMUNICACIÓN DE CUENCAS

CUENCAS	OBJETIVO	GANANCIAS
Acaray - Monday		No ocurren ganancias
Ñacunday - Monday	Ganancias en términos de energía	No ocurren ganancias
Río Paraná - Río Acaray	Transferir y acumular los excedentes de Itaipú	Poco interés, existe mayor interés en la siguiente intercomunicación
Río Paraná - Río Monday		Mucho interés

La intercomunicación hidráulica entre cuencas fue estudiada con vistas a aumentar la posibilidad global de producción de energía eléctrica

En el caso de la intercomunicación del Río Paraná con el Acaray, serán realizados los siguientes trabajos:

- El Canal de Hernandarias (Capacidad de 1000 m³/s) entre el reservorio de Itaipú y la cuenca del Acaray
- La presa y el reservorio Hernandarias (Capacidad 11.2 billones m³ para un nivel de agua máximo de 220 m), sustituyendo el de Yguazú, de 170 MW.
- Una expansión de la central hidroeléctrica Acaray de 260 MW hasta 520 MW, así, la capacidad total instalada en el río Acaray sería de 690 MW

Los esquemas más atractivos del punto de vista hidroenergético son los que prevén la comunicación de las cuencas del Río Acaray y Monday, entre sí y con el reservorio de Itaipú.

En este caso, la energía firme producible puede alcanzar un total de hasta 520 MW medios y la capacidad instalada de 1300 MW aproximadamente; aumentando 90 MW la capacidad instalada en la cuenca del río Ñacunday, los tres ríos en conjunto tendrían una capacidad próxima de los 1400 MW.

HIDROENERGÍA ACTUALMENTE UTILIZADA

HIDROELÉCTRICAS EXISTENTES

En la actualidad nuestro país cuenta con tres Hidroeléctricas en funcionamiento, las cuales son:

- Itaipú
- Yacyretá
- Acaray

De las cuales, las dos primeras son Binacionales, y la última es enteramente propiedad nacional, y se encuentra bajo la Administración de la ANDE.

También es importante destacar que la Represa de Itaipú Binacional actualmente es la más grande del mundo.

ALGUNOS DATOS DE ITAIPÚ Y YACYRETÁ

	Itaipú	Yacyretá
Tabla 2: DATOS BASICOS PROYECTOS BINACIONALES EN CONSTRUCCION		
1. Capacidad total (millones kw)	12.6	2.7
2. Generación anual (miles de millones kwh)	72	17
3. Parte que corresponde a Paraguay de la corriente generada (miles de millones kwh)	36	8.5
4. Costo estimado (millones U\$S a 1983)	15.000	10.500
5. Estado de los trabajos de construcción a Fines de 1983	según cronograma revisado	atrasado
6. Fecha de instalación primera turbina	1983	-----
Dique principal		
1. Area inundada	1.460 km ²	1.690 km ²
2. Volumen de agua	19.000 Hm ³	21.000 Hm ³
3. Longitud	1.5 Km	70 km
4. Altura sobre la fundación	176 m	33

ITAIPU	GRAND COULEE1	KRASNOYARSK	CHURCHILL FALLS	URUBUPUNGA	YACYRETA	ASSUAN
BRASIL PARAGUA Y 12.600 MW	E.E.U.U. 9.700 MW	U.R.S.S. 6.000 MW	CANADA 5.200 MW	4.600 MW	ARGENTI NA PARAGUA Y 4.000 MW	EGIPTO 2.100 MW

ELECTRIFICACIÓN EXISTENTE Y PROYECTADA POR ANDE

Actualmete el Paraguay consta con una muy compleja red de distribución de enrgía desde las citadas represas a las estaciones, las cuales se constituyen en centros de distribución.

Todas las líneas existentes son de 200KV, de las cuales la línea que une Horqueta con Cruce Bella Vista, se encuentra actualmente en construcción, también existen proyectos de líneas de 500 KV, como ser la que interconectará Yacyretá – Ayolas, la cual actualmente se encuentra en Licitación.

Otras líneas de 500 KV, proyectadas son:

- Itaipú – Limpio
- Yacyretá – Guarambaré
- Yacyretá – Carayao

Y la mas importante de todas, Yacyretá – Itaipú.

El objetivo de ésta última conexión es la posibilidad de realizar negociaciones de la energía de Yacyretá con el Brasil.

REPUBLICA DEL PARAGUAY - MAPA ELECTRICO AÑO 2001

