



PROGRAMA MARCO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE
LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DEL PLATA,
EN RELACIÓN CON LOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD Y
EL CAMBIO CLIMÁTICO

PROGRAMA MARCO PARA GESTÃO SUSTENTAVEL DOS
RECURSOS HIDRICOS DA BACIA DO PRATA,
CONSIDERANDO OS EFEITOS DECORRENTES DA
VARIABILIDADE E MUDANÇAS DO CLIMA



SUBCOMPONENTE: HIDROELECTRICIDAD

HIDROELECTRICIDAD EN PARAGUAY Y SU RELACION CON LA CUENCA DEL PLATA

Informe Final

Ing. Carlos A. Guerreño I.

Asunción – Paraguay

Mayo de 2015



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



HIDROELECTRICIDAD EN PARAGUAY Y SU RELACION CON LA CUENCA DEL PLATA

INDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 LA CUENCA DEL PLATA	1
2. OBJETIVO	2
3. EL SECTOR ENERGÉTICO Y ELÉCTRICO EN PARAGUAY	2
3.1 MATRIZ ENERGÉTICA ACTUAL DEL PARAGUAY	2
3.2 DEMANDA DE ENERGÍA Y SU EVOLUCIÓN	3
3.2.1 POBLACIÓN	3
EVOLUCION DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO - PIB DEL PARAGUAY	4
3.2.2 PERIODO 2000 – 2012 – Totales Anuales	4
3.2.3 DEMANDA DE ENERGÍA	5
3.2.3.1 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA	5
3.2.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA	6
3.2.3.3 PICOS DE DEMANDA DE POTENCIA Y VARIACIÓN HORARIA	7
3.3 POTENCIAL ENERGÉTICO	8
3.4 ASPECTOS INSTITUCIONALES – SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ENERGÍA	9
3.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR	9
3.4.2 ORGANIZACIÓN DEL SECTOR – INSTITUCIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO	9
3.5 PLANES DE EXPANSIÓN DEL SECTOR	9
3.5.1 GENERACION Y TRANSMISION	9
3.5.2 DISTRIBUCION	10
3.6 PLANEAMIENTO DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	11
3.6.1 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS INSTALADAS	11
3.6.2 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS A SER IMPLANTADAS	11
4. ASPECTOS TRANSFRONTERIZOS	13





4.1	ASPECTOS INTERNOS RELACIONADOS A HIDROELÉCTRICAS BINACIONALES	13
4.1.1	INFLUENCIA DE DESCARGAS AGUAS ABAJO DE HIDROELÉCTRICAS BINACIONALES.....	13
4.2	EXPORTACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN PARAGUAY	14
4.2.1	INTERCONEXIONES INTERNACIONALES	14
4.3	LA EXPORTACIÓN (CESIÓN) DE ENERGÍA EN ITAIPÚ Y YACYRETÁ.....	14
4.3.1	ENERGIA CEDIDA EN ITAIPÚ	14
4.3.2	ENERGIA CEDIDA EN YACYRETÁ	15
	ENERGÍA GENERADA Y CEDIDA EN PARAGUAY - AÑO 2014 – ENERGÍA GENERADA EN 16	
4.3.3	3 GARGANTAS	16
4.4	PRINCIPALES ASPECTOS TRANSFRONTERIZOS	16
4.4.1	ASPECTOS DE SEGURIDAD EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS TRANSFRONTERIZAS.....	16
4.4.2	CRITERIOS DE INSPECCIÓN Y SEGURIDAD.....	16
4.4.3	ROTURA DE PRESAS – FALLAS DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS.....	16
4.4.4	NIVELES DE ALERTA DE INUNDACIÓN	17
5.	PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS - DIAGNÓSTICO	17
5.1	DEBILIDAD INSTITUCIONAL – NECESIDAD DE MINISTERIO DE ENERGÍA	17
5.2	NECESIDAD DE UN MARCO REGULADOR DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO	17
5.3	NECESIDAD DE OPTIMIZACIÓN DE INVERSIONES - PRIORIZAR OBRAS DE DISTRIBUCIÓN	17
5.4	NECESIDAD DE MEJORAR LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL PAÍS	17
6.	PROPUESTAS PARA EL PAIS	17
6.1	ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS HIDROLÓGICOS – REVISIÓN DE SERIES DE CAUDALES 17	
6.2	ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE ROTURA DE PRESAS.....	18
6.3	PLANOS ACTUALIZADOS DE ÁREAS INUNDABLES AGUAS ABAJO DE PRESAS.....	18
6.4	REVISIÓN DE MATRIZ ENERGÉTICA - GAS NATURAL Y BIO COMBUSTIBLES	18





6.5	NECESIDAD DE ESCLUSA DE NAVEGACIÓN EN ITAIPÚ	18
6.6	NECESIDAD DE REVISIÓN DE CLASIFICACIÓN DE ENERGÍAS EN ITAIPÚ	18
6.7	NECESIDAD DE ESTABLECER METODOLOGÍA PARA AUTORIZACIÓN DE DESEMBALSE EN ITAIPÚ	19
6.8	AVANZAR EN DEFINICIÓN DE NUEVAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	19
7.	PROPUESTAS DE ACCIONES TRANSFRONTERIZAS.....	19
7.1	REUNIONES DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	19
7.2	SISTEMAS DE SEGURIDAD ANTE EMERGENCIAS.....	19
7.2.1	SEGURIDAD ANTE FILTRACIONES.....	19
7.2.2	PLANES DE ACCIÓN ANTE EMERGENCIAS	19
7.3	AVANZAR EN LA DEFINICIÓN DE NUEVAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	20
7.3.1	COORDINACIÓN EN LA OPERACIÓN DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	20
7.3.2	AMPLIACIÓN DEL PARQUE DE GENERACIÓN EN EBY – EMBALSE COMPENSADOR DE EBY – CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN ITATÍ – ITÁ CORÁ.	20
7.3.3	MAQUINIZACIÓN DEL BRAZO AÑÁ CUÁ DEL RIO PARANÁ	20
7.3.4	EMBALSE COMPENSADOR DE EBY – CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN ITATÍ – ITÁ CORÁ	20
7.3.5	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CORPUS CHRISTI	21
7.4	DISEÑO DE GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE CARA AL CAMBIO CLIMÁTICO.	21
8.	SECTOR HIDROELÉCTRICO EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO	21
8.1	AUMENTO DE LA TEMPERATURA:	21
8.2	VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN:.....	23
8.3	CAMBIOS DE HIDRAULICIDAD:	23
8.4	SEQUIAS:.....	24
8.5	VARIABILIDAD CLIMÁTICA (*)......	24
8.6	ASPECTOS INSTITUCIONALES DEL SECTOR HIDRO METEOROLÓGICO	25
9.	ANEXOS	27



HIDROELECTRICIDAD EN PARAGUAY Y SU RELACION CON LA CUENCA DEL PLATA

1. INTRODUCCIÓN

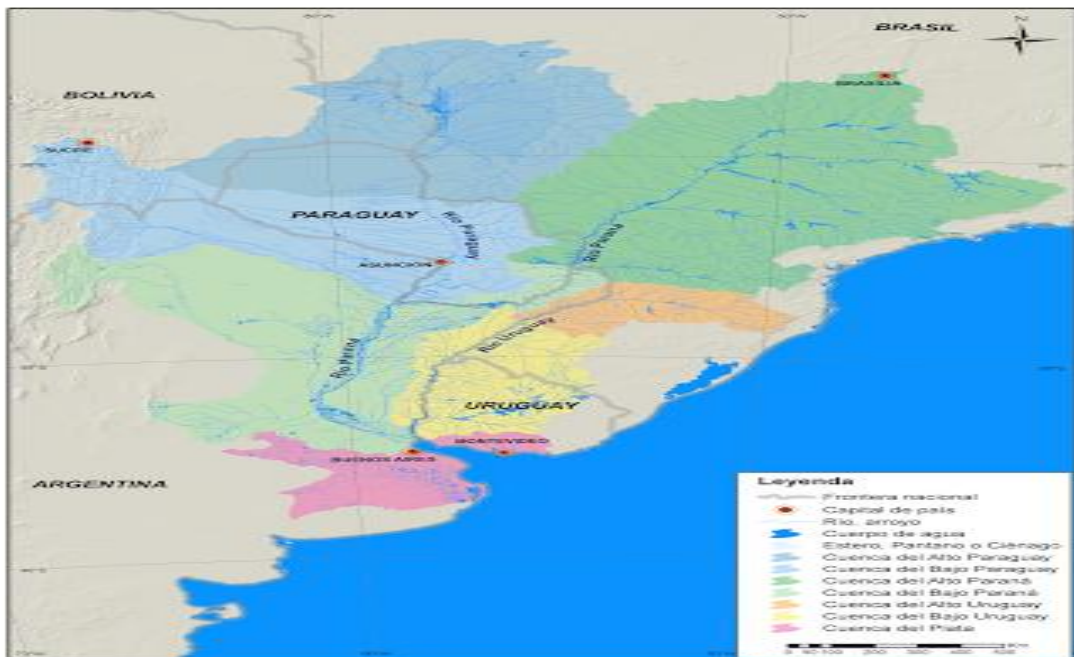
Antes de la operación de las grandes centrales de Itaipú y Yacyretá, el Paraguay era deficitario en cuanto a fuentes de energía

Se estimaba el potencial del país en 50.000 Kw, y las necesidades adicionales se cubrían con pequeñas centrales térmicas a gasoil o biomasa (madera)

Ya con la puesta en funcionamiento de la Central Hidroeléctrica de Itaipú, el País, pasó en los años 90 a ser un gran exportador de energía hidroeléctrica.

1.1 LA CUENCA DEL PLATA

En el documento “Programa para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático”, página 4, año 2011, puede leerse: “La Cuenca del Plata, cuya extensión es de 3,1 millones de Km², comprende el Sur de Brasil, el Sudeste de Bolivia, gran parte del Uruguay, todo el Paraguay, y una amplia zona del centro y norte de la Argentina. Los tres sistemas hídricos principales son los conformados por los Rios Paraguay, con un caudal medio de 3.800 m³/sg. (Pto. Pilcomayo), Paraná con 17.100 m³/sg. Corrientes) y Uruguay con 4.500 m³/sg. en su desembocadura.



Cuadro 1 – Cuenca del Plata

FUENTE: CIC/ Programa Marco



2. OBJETIVO

Este reporte busca ilustrar el potencial hidroeléctrico del País, la oferta y demanda de energía, y los aspectos transfronterizos que comprende, en un marco de Cambio Climático

3. EL SECTOR ENERGÉTICO Y ELÉCTRICO EN PARAGUAY

3.1 MATRIZ ENERGÉTICA ACTUAL DEL PARAGUAY

Las diversas fuentes de extracción de energía en Paraguay presentan serias incongruencias

“La composición de la matriz energética del Paraguay presenta una distribución absurda. La menor participación en el consumo energético nacional corresponde a la energía hidroeléctrica, del orden del 15 %, los hidrocarburos alrededor del 32 % a pesar de ser totalmente importados, y consecuentemente produciendo una importante e innecesaria sangría de divisas, y la bio masa con su secuela de deforestación tiene una participación del 53%

La matriz energética paraguaya debería ser una de las más competitivas del mundo por la gran disponibilidad de energía hidroeléctrica que el País dispone. Sin embargo al no promocionarse y facilitarse el acceso a la misma, tiene como consecuencias la limitada disponibilidad de este bien fundamental” (Ing. O. Valdes, 8-Dic.2013, artículo El Sector Eléctrico y los Poderes del Estado – ABC -Suplemento Económico)

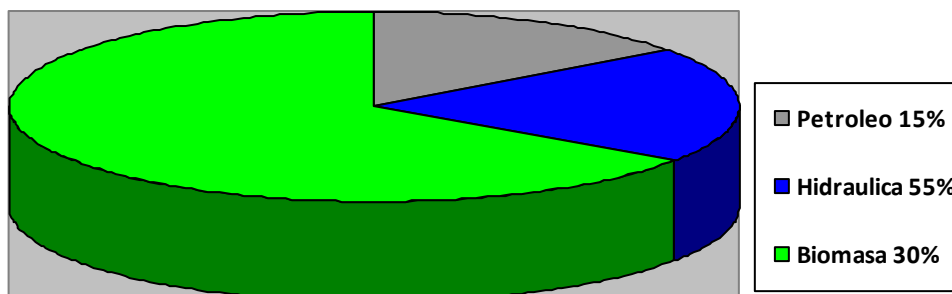
En el documento “PLAN ESTRATÉGICO DEL SECTOR ENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY (2004-2013), Item III.2 – EL BALANCE ENERGÉTICO DEL PARAGUAY”, puede leerse que “los comentarios que se realizan en este apartado, se refieren al periodo 1990-2001, dado que para estos años contamos con información estadística completa y homogénea.

La energía hidráulica y la biomasa constituyen las dos fuentes de energía primaria autóctonas. Paraguay no cuenta con recursos propios de hidrocarburos, ni de combustibles sólidos. La aportación de otras energías renovables (diferentes a la hidráulica y la biomasa) al balance energético de Paraguay es nula.

Petróleos, energía hidráulica y biomasa son las tres formas de energía que participan en el consumo bruto de energía primaria de Paraguay.

Excluyendo el saldo del comercio exterior de la electricidad, la participación de esas tres formas de energía en esa magnitud energética es la siguiente (2001; en %):

Petróleo 15%, Hidráulica 55% y Biomasa 30%”

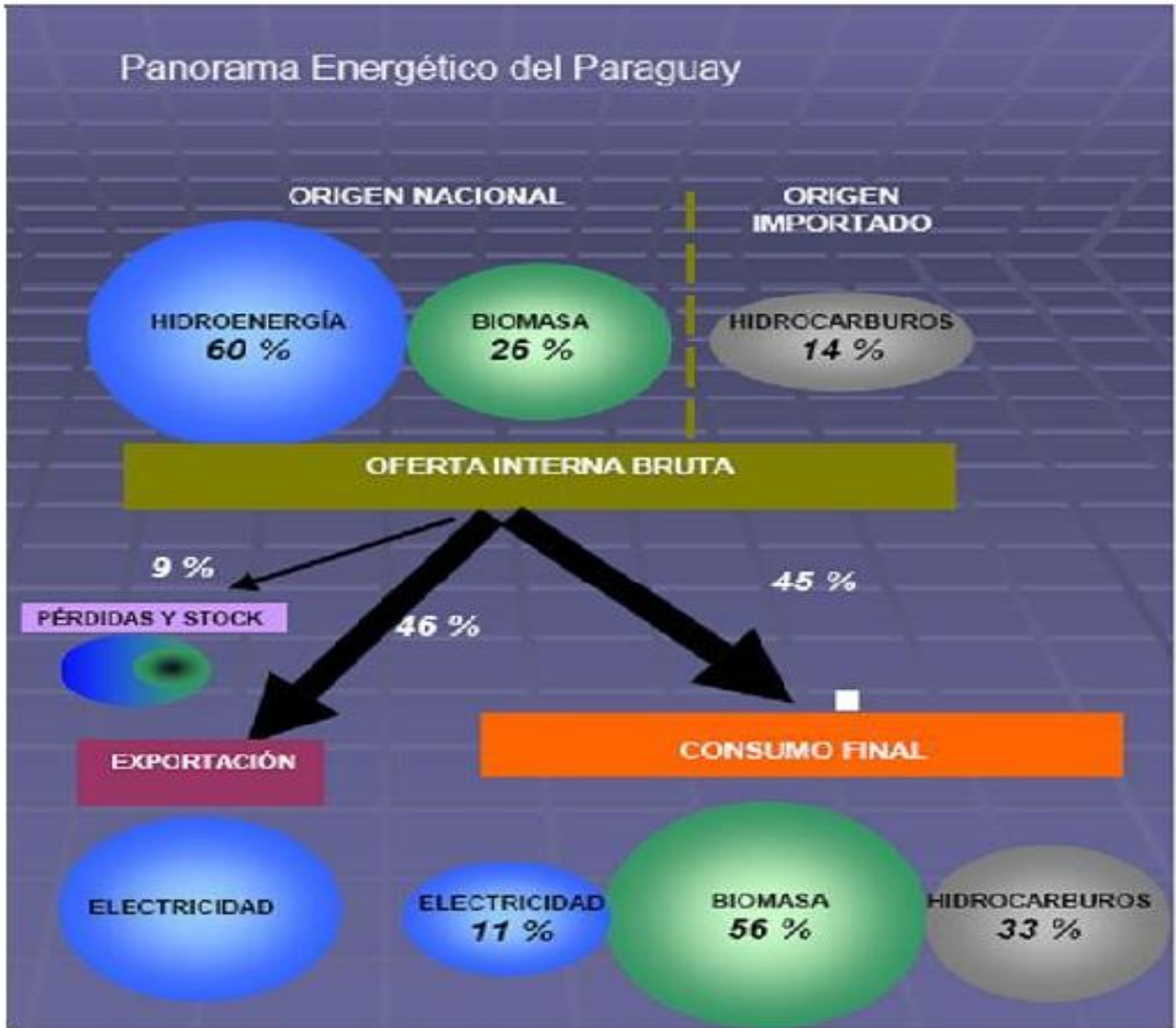


Cuadro 2 – Matriz Energética del Paraguay

FUENTE: EL BALANCE ENERGÉTICO DEL PARAGUAY – ANDE 2011



En el Cuadro abajo, puede verse la Matriz Energética Nacional – 2011, y su Aplicación por Sectores de la Oferta Interna Bruta



Cuadro 3 – Matriz Energética y Aplicación de la Oferta Interna Bruta de Energía

FUENTE: Documentos Vice Ministerio de Minas y Energía – VMME – 2011 y elaboración propia

3.2 DEMANDA DE ENERGÍA Y SU EVOLUCIÓN

3.2.1 POBLACIÓN

En el Cuadro 4, abajo, pueden verse datos del Censo de Población 2002 de la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos – DGEEC, y la proyección de la misma al Año 2030.



PT	Población final	Densidad	16
Po	Población inicial		
R	Tasa de Crecimiento		
T	tiempo (número de años normalmente) entre Po y Pr		
e	base de los logaritmos naturales		
Datos			
Población Paraguay Censo 2002		5.163.198	
Población Paraguay -EHP 2011		6.491.714	
Tasa de crecimiento poblacional		2,2 %	
Superficie (Km2)		406752	
Años	delta años	RT	Pr
			Lineal
			Densidad
2012	1	0,022	6636114
2013	2	0,044	6783727
2014	3	0,066	6934622
2015	4	0,088	7088875
2016	5	0,11	7246558
2017	6	0,132	7407749
2018	7	0,154	7572525
2019	8	0,176	7740967
2020	9	0,198	7913155
2021	10	0,22	8089174
2022	11	0,242	8269108
2023	12	0,264	8453044
2024	13	0,286	8641072
2025	14	0,308	8833282
2026	15	0,33	9029767
2027	16	0,352	9230623
2028	17	0,374	9435947
2029	18	0,396	9645839
2030	19	0,418	9860399
			9815816
			24

Cuadro 4 – Censo de Población 2002 – Proyección al Año 2030

FUENTE: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos – DGEEC

3.2.2 EVOLUCION DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO - PIB DEL PARAGUAY PERIODO 2000 – 2012 – Totales Anuales

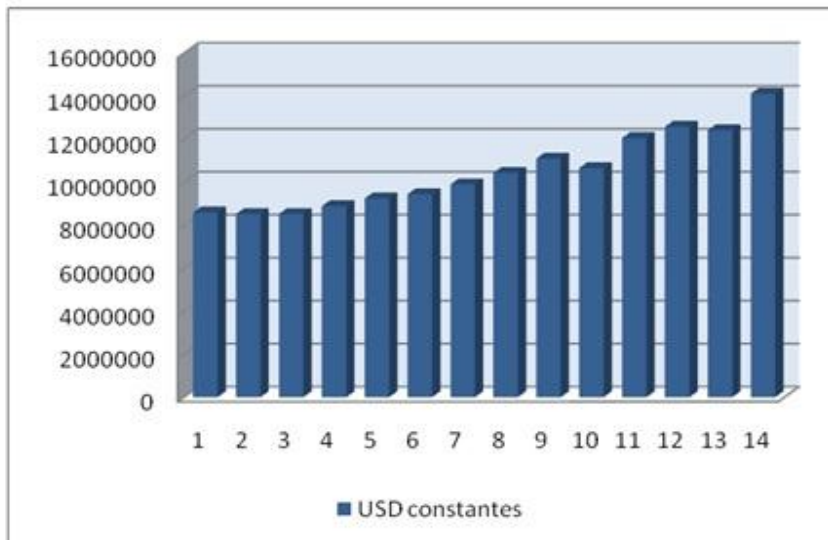
Considerando el año 1994 como Año Base (*) en el año 2009, después de seis años de crecimiento continuo (4,7% anualizado), el PIB del Paraguay se redujo un 3,8%. Este resultado obedece principalmente a una merma en el sector agrícola (25,0%) que se vio afectado por la intensa “sequía” que azotó al país en 2009, así como por la caída de los precios internacionales de los productos agropecuarios. Posteriormente a este período, la economía tuvo un repunte considerable cuya repercusión en todos los sectores ha sido favorable hasta nuestros días.

(*) Año Base: Año de referencia al que se le asigna un valor de 100 cuando se construye un índice.



En el Gráfico 5, puede verse la evolución del PIB del País, con respecto al año base (1.994)

Año	USD x 1000
2000	8.588.449
2001	8.516.817
2002	8.514.994
2003	8.882.905
2004	9.243.322
2005	9.440.527
2006	9.894.345
2007	10.430.779
2008	11.094.084
2009	10.654.127
2010	12.049.072
2011	12.572.292
2012	12.416.525
2013	14.111.351



Cuadro 5: Evolución del PIB del Paraguay - Período 2000 – 2012

FUENTE: APORTE DEL SECTOR NAVIERO AL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) DEL PAÍS

– Guerreño/ Cataldi/ Mongelos – FIUNA - 2012

3.2.3 DEMANDA DE ENERGÍA

3.2.3.1 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA

La evolución de la potencia máxima demandada del SIN en los años 1.990-2003, se presenta a continuación

Potencia demandada SIN

año	Potencia (MW)	Variación anual (%)
1990	425	
1991	479	12,7%
1992	538	12,3%
1993	604	12,3%
1994	706	16,9%
1995	790	11,9%
1996	862	9,1%
1997	969	12,4%
1998	1.018	5,1%
1999	1.041	2,3%
2000	1.120	7,6%
2001	1.144	2,1%
2002	1.193	4,3%
2003	1.191	-0,2%

Cuadro 6 – Evolución de Potencia Demandada en el SIN – Período 1990 - 2003

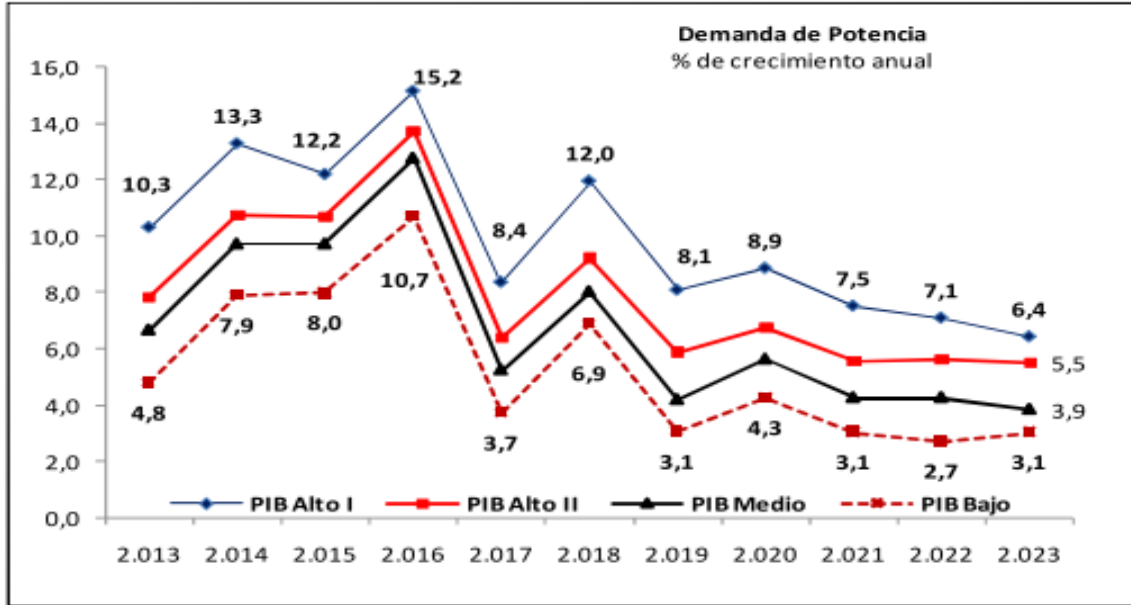
FUENTE - ANDE

En el documento PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN (PERÍODO 2014-2023), de la ANDE, pueden verse los escenarios de Demanda Máxima de Potencia del Sistema Interconectado Nacional – SIN, incluyendo la entrada de Pequeñas y Medianas Industrias Electrointensivas, en % del PIB – PRODUCTO INTERNO BRUTO



3.2.3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA

En el Cuadro 7 abajo, puede verse la proyección de la demanda de potencia en % del PIB, para el período 2014 - 2023



CUADRO 7 – PROYECCIÓN DE DEMANDA DE POTENCIA – PERIODO 2014 – 2023

FUENTE: ANDE - PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN (PERÍODO 2014-2023)

Abajo, se relacionan los valores de población con la demanda de energía

AÑO	POBLACION X 1000	DEMANDA DE POTENCIA MW	
		DEMANDA DE POTENCIA PREVISTA	DEMANDA DE POTENCIA MAXIMA VERIFICADA
2014	6.894	2.896	2.670 – Nov..2014
2018	7.330.	4.199	
2023	7.857.	6.223	

Cuadro 8 – POBLACION Y DEMANDA ENERGÉTICA – Período 2014- 2023

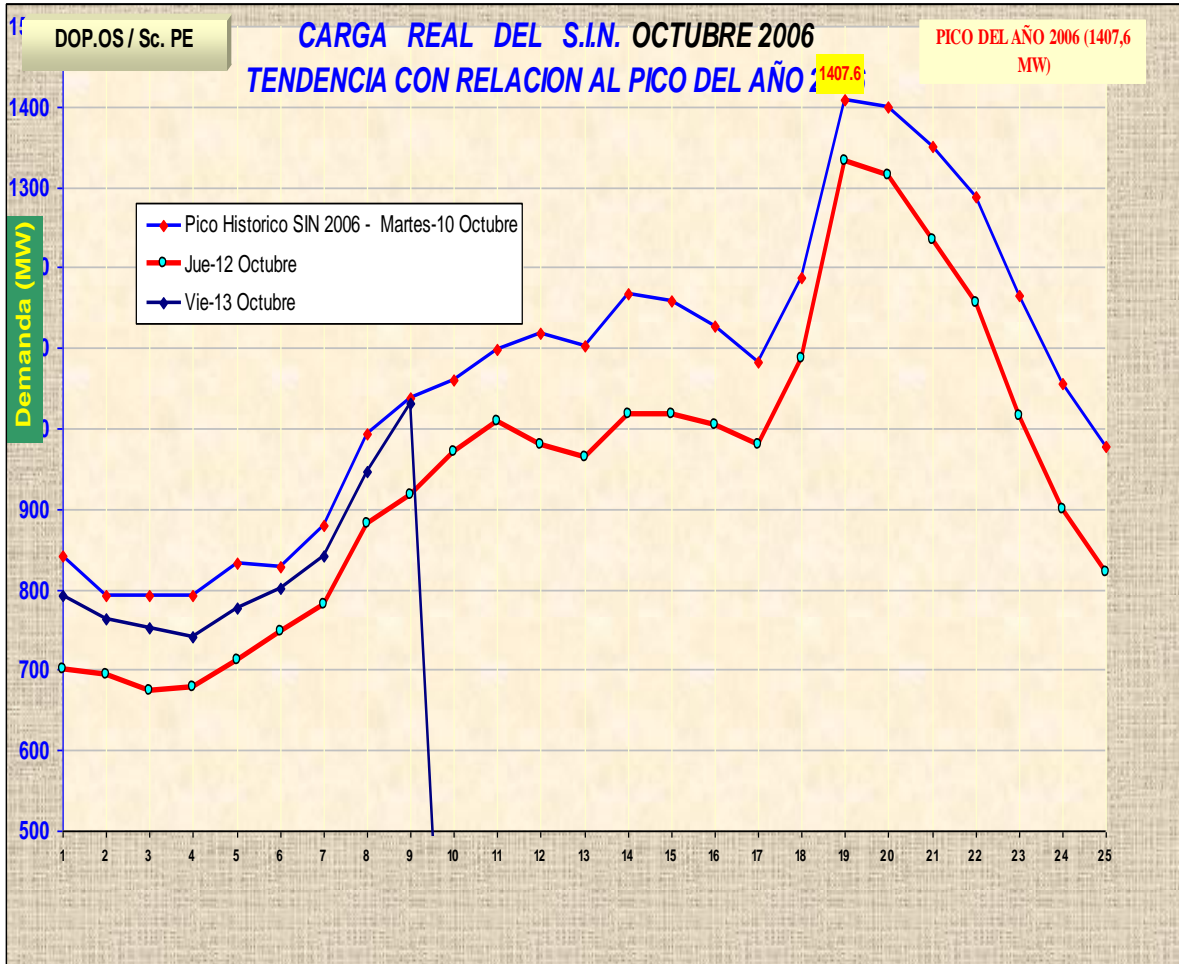
FUENTE: Elaboración propia, datos de DIRECC.GRAL. DE ESTADIST., ENCUESTAS y CENSOS - DGEE y C – Banco Central del Paraguay - BCP y ANDE

Observación: no se incluye eventual presencia de industrias electro – intensivas



3.2.3.3 PICOS DE DEMANDA DE POTENCIA Y VARIACIÓN HORARIA

Puede decirse que hasta los primeros años 2000, la curva de demanda de potencia horaria tenía un solo pico, como puede verse abajo



Cuadro 9 - Picos de Demanda de Potencia y Variación Horaria – Año 2006

FUENTE: Hidrogeneración, Variabilidad Climática y Escenarios – 12º Encuentro Regional Ibero americano – CIGRE – Lucas Chamorro - 2007

Sin embargo, ya en la década siguiente, esta curva presenta 2 picos, como se ve abajo



4 - MÁXIMAS DEMANDAS REGISTRADAS



Máxima de la noche: SIN \approx 2.534MW (6/02/2014, entre las 21:30h y 22:00h)

Máxima de la tarde: SIN \approx 2.537MW (7/02/2014, entre las 14:00h y 15:00h)

Cuadro 10 - Picos de Demanda de Potencia y Variación Horaria – Año 2014
FUENTE: ANDE

3.3 POTENCIAL ENERGÉTICO

El documento "PLAN ESTRATÉGICO 2004-2013" - ANDE, incluye datos relativos a la evolución de potencia instalada en el período 1990 – 2003, estimándose en este documento un total de 7.416 MW instalados

Abajo, puede verse la composición de la generación por potencia instalada descrita en ese año.

PARAGUAY - FUENTES	CAPACIDAD INSTALADA/ NACIONAL MW	PARTICIPAC. HIDROELÉCT	PARTICIP. EN EL PAIS (en generación)	PARTICIP. EN LA CUENCA (en generación)
Itaipú (Paraguay - Brasil)	14.000/ 7000	SI	85 %	37%
Yacyretá (Paraguay – Argentina Argentina)	3.100/ 1550	SI	12,1 %	8%
Acaray	190	SI	2,8 %	0,4 %

Cuadro11 – Generación Hidroeléctrica y Potencia Instalada

FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO 2004 - 2013 - ANDE, y elaboración propia



En la actualidad, el total de producción de energía del País, sin incluir las pequeñas usinas térmicas puede estimarse en 7.840 MW, incluyendo el 50% que corresponde al País en Itaipú y Yacyretá, Acaray – emprendimiento nacional (190 MW)

A esto se agregan pequeños grupos de generación térmica, propiedad de la ANDE en Bahía Negra, y actualmente Saltos del Guairá

La Central Térmica a diesel de Pedro Juan Caballero tiene una potencia instalada total de 5,8 MW. Además, se encuentran otros grupos térmicos, 20 KW en Nueva Mestre y 280 KW en Bahía Negra; las que en conjunto suman alrededor del 0,1% de la capacidad instalada nacional.

3.4 ASPECTOS INSTITUCIONALES – SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ENERGÍA

3.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

“Puede decirse que el País no cuenta con una Política Energética, existe elevada dispersión, se toman decisiones aleatorias y parciales.

No se cuenta con capacidad suficiente para atender la demanda y su proyección, en distribución y transmisión.

Existe confusión de responsabilidades al ser el Estado Paraguayo, autoridad del sector, y asumir el rol de empresario

Pese a la abundante disponibilidad de energía eléctrica en cuanto a generación; se carece de seguridad y calidad en el suministro”. (Ing. Ernesto Samaniego, ABC – Suplemento Económico – 21/ Abril/ 2013, Propuesta para el Sector Energía)

3.4.2 ORGANIZACIÓN DEL SECTOR – INSTITUCIONES DEL SECTOR ELÉCTRICO

La autoridad responsable de establecer la política energética nacional es el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones – MOPC, a través del Vice Ministerio de Minas y Energía – VMME

El Estado ejerce su rol empresarial en los sub-sectores combustibles y energía eléctrica a través de Petroleos Paraguayos S.A./ PETROPAR en combustibles, Administración Nacional de Electricidad – ANDE, y las Centrales Binacionales (Itaipú y Yacyretá) en el sector eléctrico.

En Biomasa el Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG a través del INFONA – INSTITUTO FORESTAL NACIONAL, y el Instituto de Tecnología y Normalización – INTN, dependiente del Ministerio de Industria y Comercio

La Secretaría Técnica de Planificación – STP, dependiente de la Presidencia de la República se encarga de elaborar el balance energético nacional

3.5 PLANES DE EXPANSIÓN DEL SECTOR

3.5.1 GENERACION Y TRANSMISION

El documento ANDE - PLAN MAESTRO DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE CORTO Y MEDIO PLAZO - Periodo 2014-2023, presenta una síntesis de los estudios técnicos de planificación realizados con vistas a determinar el conjunto de obras necesarias en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), de forma a acompañar el crecimiento de la demanda, Dicho Plan se desarrolló en base a la adopción de un escenario de mercado de energía eléctrica con una tasa de crecimiento promedio de **9,1 %**



Contempla las siguientes obras, ver cuadro abajo

Obras de Generación	
Repotenciación de generación existente	4
Construcción de nuevas centrales	1

Obras en Líneas de Transmisión	
Recapitación de líneas existentes	27
Nuevas líneas de transmisión:	
500 kV	6
220 kV	26
66 kV	15

Obras en Subestaciones	
Ampliaciones de capacidad de transformación existentes	118
Nuevas subestaciones:	
500 kV	3
220 kV	26
66 kV	9

Obras de Compensación Reactiva	
Compensación en 220 kV	2
Compensación en 23 kV	113

Cuadro 12 - Obras de Generación y Transmisión y Complementarias – Período 2014 – 2023

FUENTE: ANDE - PLAN MAESTRO DE GENERACION Y TRANSMISION – PERIODO 2014 – 2023

El mismo documento ANDE - PLAN MAESTRO DE GENERACION Y TRANSMISION – PERIODO 2014 – 2023, prevé en generación lo siguiente:

GENERACIÓN

Las obras de generación contempladas incluyen la finalización de los trabajos de adecuación, modernización y re potenciación de los Grupos 3 y 4 de la Central Hidroeléctrica de Acaray para el año 2014.

Para el año 2015, se prevé la culminación de trabajos similares en los Grupos 1 y 2 de dicha Central.

La obra de generación más importante contemplada en el periodo es la maquinización de la presa Yguazú, (*) con puesta en servicio prevista para el año 2018, con dos unidades generadoras de 100 MW cada una, para la generación en horario de punta.

(*) Ver página 11 - Item 3.6.2

3.5.2 DISTRIBUCION

En el documento ANDE - PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN DE CORTO Y MEDIO PLAZO PERÍODO: 2014 – 2023, pueden verse las obras de expansión en distribución, de mejora de las condiciones físicas y operativas de las líneas, y de Recuperación de Obras de Distribución discriminadas en el Corto y Medio Plazo, que se transcriben abajo

CORTO PLAZO (2014 – 2018)

El Plan de Obras de Distribución contempla en el corto plazo la construcción de 360 nuevos alimentadores, los cuales afectarán a 55 Subestaciones existentes y a 20 nuevas Subestaciones proyectadas en el Plan de Transmisión. Para el final del período se prevé la totalidad de 742 alimentadores en servicio.

También se incluyen obras para mejorar las condiciones físicas y operativas de las líneas para dar más confiabilidad al servicio.

Otro componente de obras es el Programa de Recuperación de Obras de Distribución que tiene por objetivo normalizar las líneas de distribución del Sistema de Autoayuda.

En el corto plazo (2014 – 2018) se contempla la inversión de 1.092,19 (miles de US\$).



MEDIO PLAZO (2019 – 2023)

El PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN DE CORTO Y MEDIO PLAZO PERÍODO: 2014 – 2023, prevé la construcción de 204 nuevos alimentadores. Para el final del período se prevé la totalidad de 861 alimentadores en servicio.

Este Plan incluye las obras necesarias para atender la expansión y el crecimiento vegetativo del Sistema de Distribución; además, las del Programa de Recuperación de Obras de Distribución se incluyen las obras

En el Medio Plazo (2019 - 2023) se contempla la inversión de 948.34 (miles de US\$). Las obras necesarias incluyen las del Programa de Recuperación de Obras de Distribución (P.R.O.D.).

3.6 PLANEAMIENTO DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

3.6.1 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS INSTALADAS

Los aprovechamientos hidroeléctricos instalados en el País son los de Itaipú y Yacyretá - emprendimientos binacionales con Brasil y Argentina respectivamente, y Acaray – nacional

En el cuadro abajo pueden verse algunos aspectos técnicos

USINA	CAUDAL MEDIO AFLUENTE (m ³ / sg)	NIVEL MEDIO EMBALSE	SALTO (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)	GENERACION ANUAL PROMEDIO (GWh)
ITAIPIÚ	11.000	220	120	14.000	98.000
YACYRETÁ	14.500	83	22.80	3.100	20.000
ACARAY				210	1.100

Cuadro 13 – Centrales Hidroeléctricas instaladas en Paraguay – Algunos Datos Técnicos

FUENTE: ANDE

3.6.2 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS A SER IMPLANTADAS

Entre los emprendimientos a ser implantados, pueden citarse como los más avanzados y con mejores posibilidades de entrar en fase de construcción los de Corpus – emprendimiento binacional con la Argentina, y la maquinización de la Presa de Yguazú (embalse de acumulación de la Central Hidroeléctrica de Acaray)

Debe citarse también la instalación de nuevos equipos generadores en la Central Hidroeléctrica de Acaray, actualmente – Noviembre 2014 - en proceso de licitación.

Abajo se indican algunos datos técnicos aproximados

USINA	CAUDAL MEDIO AFLUENTE (m ³ / sg)	NIVEL MEDIO EMBALSE (msnm)	SALTO (m)	POTENCIA INSTALADA MW	GENERACION ANUAL PROMEDIO GWh
CORPUS	11.600	105	21	2875	18.600
YGUAZÚ				200	(*)



Cuadro 14 – Centrales Hidroeléctricas a ser implantadas

FUENTE: ANDE

msnm: metros sobre el nivel del mar

(*) El Proyecto de Maquinización de la Presa de Yguazú enfrentaba a Noviembre 2014, serios cuestionamientos: en términos de prioridad del sistema eléctrico nacional lo necesario no es generación. Se pretendía turbinar 3 horas al día x 5 días a la semana, con lo que este proyecto solo aportaría 200 MW, que no cubre el aumento vegetativo de la demanda.

Al momento de realizarse el estudio de factibilidad de la Presa de Yguazú, la curva de carga tenía un solo pico, hoy tiene 2 picos – Ver Cuadro 10

Los aumentos de costos por el atraso de 7 años, la falta de financiación para la conclusión del proyecto – no están incluidas las líneas de transmisión, aspectos ambientales, y otros aspectos han puesto en duda la conclusión de este emprendimiento

Finalmente, en Marzo 2015, el Gobierno Nacional canceló el Proyecto Yguazú.

Existen otros proyectos de desarrollo hidro energético de grande, medio y pequeño porte que obran en poder de entidades como la Secretaria Técnica de Planificación - STP, Vice Ministerio de Minas y Energía - VMME, Administración Nacional de Energía Eléctrica - ANDE y otros, que con poca inversión podrían ser actualizados, y eventualmente enmarcados dentro una ley de regulación que permita una recuperación adecuada del capital, de modo a permitir a inversores incursionar en esta área.

El área del Alto Paraná ha sido extensamente analizada por Itaipú produciendo un anteproyecto que podría servir como indicador para definir el camino que deba seguirse en esta área.

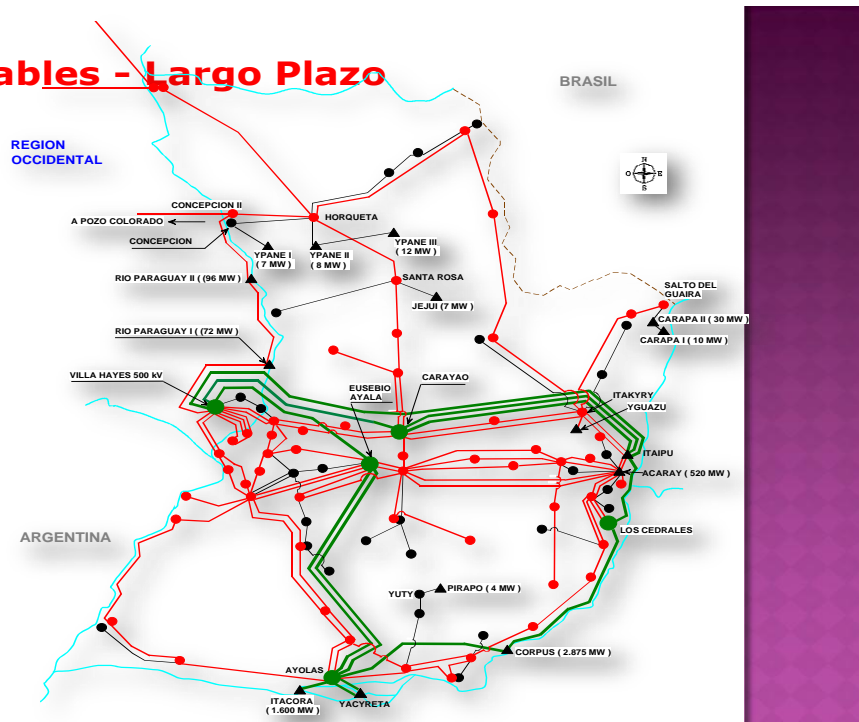
En el estudio “ATLAS DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DEL PARAGUAY”, elaborado por la Itaipú Binacional, se seleccionaron los locales con potencial hidroeléctrico aprovechable por medio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH).

1. **PCH Ypané I:** Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Concepción con 7 MW y que podría generar al año un promedio de 46 GWh.
2. **PCH Ypané II:** Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Horqueta y regiones aledañas con 8 MW y que podría generar al año un promedio de 43 GWh.
3. **PCH Ypané III:** Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Horqueta y regiones aledañas con 12 MW y que podría generar al año un promedio de 79 GWh.
4. **PCH Jejuí:** Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Santa Rosa y regiones aledañas con 9 MW y que podría generar al año un promedio de 66 GWh.
5. **PCH Carapá I:** Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Salto del Guará y regiones aledañas con 10 MW y que podría generar al año un promedio de 66 GWh.
6. **PCH Carapá II:** Para abastecer parte de la demanda de la Ciudad de Salto del Guará y regiones aledañas con 30 MW y que podría generar al año un promedio de 197 GWh.
7. **PCH Pirapó:** Para abastecer parte de la demanda de la localidad de Yuty y regiones aledañas con 4 MW y que podría generar al año un promedio de 26 GWh.

Ver Plano esquemático indicativo de ubicación abajo



PCHs Probables - Largo Plazo



Cuadro 15 - Plano esquemático indicativo de ubicación de Futuras PCHs – Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

FUENTE: - Atlas del Potencial Hidro energético del Paraguay - IB

4. ASPECTOS TRANSFRONTERIZOS

4.1 ASPECTOS INTERNOS RELACIONADOS A HIDROELÉCTRICAS BINACIONALES

4.1.1 INFLUENCIA DE DESCARGAS AGUAS ABAJO DE HIDROELÉCTRICAS BINACIONALES

DESCARGAS EN ITAIPÚ

En los períodos o estación de invierno, se producen cíclicas bajantes en los embalses aguas arriba de Itaipú, debido a la característica monzónica de la cuenca alta del Paraná, hecho que obliga a producir más energía en Itaipú a costa de vertidos adicionales en función al almacenamiento disponible o antecedente, y al manejo de la cadena de embalses de aguas arriba.

No obstante ello, en casos de crecidas que sobrepasen los 14.000 m³/sg, se producen descargas en el vertedero, que cuando coinciden con las crecidas del río Iguazú, dan como resultado caudales en confluencia de 24.000 m³/sg. Que provocan problemas de inundaciones en algunos barrios precarios de Ciudad del Este – Remansito

DESCARGAS EN YACYRETÁ

En forma similar, por encima de valores de caudales de 13.000 m³/sg, se dan vertimientos en Yacyretá, y con caudales del orden de 25.000 m³/s, aparecen problemas de inundaciones en barrios bajos de Ayolas



4.2 EXPORTACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN PARAGUAY

4.2.1 INTERCONEXIONES INTERNACIONALES

Se tienen en Acaray – COPEL (Brasil) y Pedro Juan Caballero – ENERSUL (Brasil) a 23 kv.

Se tiene una interconexión en Carlos A. López – Py, al Sistema Norte Argentino (EMSA) en 132 Kv. Una segunda interconexión con Argentina se dà desde Guarambaré - Py, que llega a Clorinda – Argentina, al Sistema Nordeste Argentino – el mismo está desactivado desde el mes de Noviembre del año 2010.

En Octubre 2014, la exportación totalizó 26 MW. Desde Noviembre 2011 ésta energía es vendida a 120 U\$S/ MW/ h y 150 U\$S MW/ h, fuera del horario de punta y en punta.

4.3 LA EXPORTACIÓN (CESIÓN) DE ENERGÍA EN ITAIPÚ Y YACYRETÁ

Los tratados de Itaipú y Yacyretá no permiten la venta de energía eléctrica a terceros países. En lugar de ello se estableció la figura de la “cesión de energía no utilizada” por el País socio del emprendimiento (Paraguay en ambos casos), a favor del otro País Socio; estableciéndose en compensación a esta “cesión”, un ínfimo costo. Por dicha razón se habla de energía cedida

4.3.1 ENERGIA CEDIDA EN ITAIPÚ

AÑO	GENERACIÓN TOTAL MWH	ENERGIA CEDIDA
1984	276.529	
1985	6.327.274	2.927.306
1986	21.852.647	10.110.380
1987	35.807.360	16.789.443
1988	38.508.280	17.839.330
1989	47.229.655	22.105.927
1990	53.089.818	24.758.580
1991	57.517.540	26.752.390
1992	52.268.287	24.273.955
1993	59.996.720	27.648.673
1994	69.393.988	31.879.885
1995	77.212.396	35.351.910
1996	81.653.677	36.839.315
1997	89.237.001	40.665.212
1998	87.845.979	39.793.726
1999	90.001.900	39.987.790
2000	93.427.598	41.288.422
2001	79.307.075	34.090.353
2002	82.914.269	35.709.784
2003	89.151.176	38.833.895
2004	89.911.628	38.592.279
2005	87.970.615	37.413.927
2006	92.689.936	38.978.810
2007	90.620.003	37.739.660
2008	94.684.781	39.582.382



2009	91.651.808	38.477.885
2010	85.970.018	35.712.906
2011	92.245.539	38.086.729
2012	98.287.128	40.393.092
2013	98.630.035	39.904.119
	2.135.680.660	932.528.064

Cuadro 16 – Energía Total Generada y Cedida en Itaipú – Período 1984 - 2013

FUENTE: ITAIPÚ BINACIONAL

4.3.2 ENERGIA CEDIDA EN YACYRETÁ

Según publicaciones ABC – 8-Octubre -2014, basadas en Informes del Departamento Técnico de EBY, se tiene desde el inicio de producción hasta Set. 2014

USINA	PERIODO	TOTAL GENERACION GWh	ENTREGADO A SADI –Argentina GWh
YACYRETÁ	Set. 1994 Set. a 2014	272.089	256.158

Cuadro 17 - Energía Total Generada y Cedida en Yacyretá – Período Set. 1994 – Set. 2014

FUENTE: Periódico ABC - Informes DT-EBY

En el Cuadro abajo, pueden verse la energía cedida por año, desde la entrada en operación de Yacyretá, hasta 2009

AÑO	GENERACIÓN TOTAL MWH	ENERGIA CEDIDA MWH
1994	354.919	354.919
1995	3.783.238	3.783.238
1996	6.337.548	3.162.773
1997	10.246.685	4.937.756
1998	11.733.863	5.750.527
1999	11.879.775	5.894.081
2000	11.890.413	5.914.880
2001	11.507.454	5.667.909
2002	12.335.334	6.118.848
2003	12.131.874	6.004.825
2004	11.938.868	5.891.754
2005	12.591.126	6.104.824
2006	13.031.174	6.182.085
2007	14.672.689	7.005.333



2008	15.118.459	6.691.284
2009	16.545.072	6.322.198

Cuadro 17 - 1 – Energía Total Generada y Cedida en Yacyretá – Período 1994 - 2009

FUENTE: YACYRETÁ

4.3.3 ENERGÍA GENERADA Y CEDIDA EN PARAGUAY - AÑO 2014 – ENERGÍA GENERADA EN 3 GARGANTAS

USINA	PERIODO	TOTAL GENERACION GWh	ENTREGADO A GWh
YACYRETÁ	Enero - 2014 Dic. - 2014	20.314,7	18.501,8 a Argentina
ITAIPU		98.500	
3 GARGANTAS (China)		98.800	

Cuadro 17 – 2 - Energía Generada y Cedida en Paraguay - Año 2014

FUENTE: Departamento Técnico de ITAIPU y EBY, Agencia oficial Xinhua – Corporación de las 3 Gargantas

4.4 PRINCIPALES ASPECTOS TRANSFRONTERIZOS

4.4.1 ASPECTOS DE SEGURIDAD EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS TRANSFRONTERIZAS

PROTOCOLOS DE SEGURIDAD

Los expertos en seguridad de presas recomiendan seguir las líneas de acción y las directrices de la “Canadian Dam Safety Association”, y para una evaluación de riesgos el ICOLD Bulletin 130, “Risk Safety Management in Dam Safety”

Las consecuencias aguas abajo deberán ser evaluadas en forma de estimar los efectos incrementales, es decir la diferencia de efectos entre avenidas naturales extraordinarias de muy baja probabilidad de ocurrencia anual y los causados por los escenarios definibles para las obras con igualmente baja probabilidad estadística de ocurrencia accidental

4.4.2 CRITERIOS DE INSPECCIÓN Y SEGURIDAD.

La seguridad de las presas en general, se basan en la aplicación eficiente y sistemática de acciones y controles como: Red de monitoreo de sismicidad, Red hidrometeorológica, Vigilancia de vientos y olas, Nivel de embalse y de cuencas o tributarios aportantes incrementales, Auscultación de presiones (piezómetros), Control de órganos de evacuación, Control de mecanismos electromecánicos, Intercambio de información con los operadores hidroeléctricos regionales

4.4.3 ROTURA DE PRESAS – FALLAS DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

ROTURA EN ITAIPÚ

El estudio Motor Columbus 1979, analiza el caso de rotura de la presa de Itaipú, ante una avenida de 60.000 m³/ sg, con el vertedero que no se abre, produciendo en este caso las roturas de presas de Corpus (*), Yacyretá e Itá Ybaté (*)

(*) Aún no construidas

ROTURA EN YACYRETÁ

No se disponen de referencias de estudios, o de actualizaciones en la EBY



4.4.4 NIVELES DE ALERTA DE INUNDACIÓN

Para el río Paraná, aguas arriba de Yacyretá, los niveles de alerta de inundación concuerdan mejor con las crecidas de 20 años de tiempo de recurrencia. Ya en el tramo aguas abajo de Yacyretá, las crecidas de 2 hasta 5 años de tiempo de recurrencia son las más compatibles con los niveles de alerta/ evacuación.

Los niveles máximos históricos son compatibles con la crecida de 100 años de recurrencia.

En el caso del Río Paraguay, los niveles de alerta / evacuación se ubican entre las crecidas de 2 y 10 años de recurrencia, mientras que los niveles de máximos históricos son compatibles con la crecida de 50 años de recurrencia.

La Crecida Máxima Probable en el río Paraná supera significativamente los máximos históricos registrados a lo largo del mismo.

5. PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS - DIAGNÓSTICO

5.1 DEBILIDAD INSTITUCIONAL – NECESIDAD DE MINISTERIO DE ENERGÍA

Como quedó dicho en 3.4.1, al no existir una institución o estamento de decisión común, se dificulta la coordinación de políticas, lo que no permite coordinar decisiones y acciones del Sector

Por ello, la reciente creación del VMME/ MOPC, ha sido un paso fundamental para cumplir el papel de autoridad en el sector

5.2 NECESIDAD DE UN MARCO REGULADOR DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO

Se requiere un nuevo Marco Regulatorio del Sub-Sector Eléctrico a fin de – entre otros aspectos - definir los roles institucionales, crear un ente regulador, y disminuir asimetrías jurídicas regionales; que permitan avanzar hacia la creación de un Mercado Eléctrico Regional, que involucre al Paraguay.

5.3 NECESIDAD DE OPTIMIZACIÓN DE INVERSIONES - PRIORIZAR OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

Al no existir un Organismo Rector, se plantean proyectos muy cuestionados como el de Maquinización de la Presa de Yguazú, cuando existe un déficit urgente en distribución, donde los problemas son urgentes. La ANDE tiene previsto aplicar en este proyecto un monto superior a 400 Millones de dólares,

5.4 NECESIDAD DE MEJORAR LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL PAÍS

En el ítem 3.1, puede verse la matriz energética actual, donde la Biomasa sigue siendo la principal fuente de energía, en detrimento de aspectos ambientales, pese a que el País es uno de los mayores productores de energía hidroeléctrica

La definición de una Política Energética para el País permitirá la inserción del gas natural y de los bio combustibles.

6. PROPUESTAS PARA EL PAIS

6.1 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS HIDROLÓGICOS – REVISIÓN DE SERIES DE CAUDALES

El estudio “ANÁLISIS DE ESTUDIOS DE SERIES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA INCREMENTAL DE ITAIPÚ”, de Muller, Kruger, Kavisky, CEHPAR/ UFPR, utilizando métodos sugeridos por el IPH/ UFRGS, Tucci –Clarke, refiere en sus Conclusiones con respecto a los caudales, que las mayores alteraciones en el caudal medio se dan después de 1970, que ha habido aumentos de caudal en todas las cuencas, excepto la cuenca del Rio Paranaíba.



Con respecto las precipitaciones, indica que fueron detectados aumentos en la precipitación media después de 1970 en todas las cuencas, y que esta precipitación media aumenta para las cuencas de aguas arriba

Asimismo indica que el aumento de caudales medios y mínimos puede deberse al aumento de la precipitación, la disminución de la evapotranspiración por deforestación de la flora nativa y el aumento de la infiltración

El estudio arriba indicado y otros, sugieren la conveniencia de la revisión de estudios hidrológicos para Centrales Hidroeléctricas aguas abajo de Itaipú – Yacyretá, y las futuras de Corpus e Itatí – Itá Corá; estudios realizados en los años 70.

6.2 ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE ROTURA DE PRESAS

Visto lo indicado en 6.1, relacionado al aumento de caudales después de 1970, se hacen necesarios estudios que analicen las implicancias de estos aumentos de caudales.

6.3 PLANOS ACTUALIZADOS DE ÁREAS INUNDABLES AGUAS ABAJO DE PRESAS

El estudio “Impacto Hídrico vinculado al Manejo de Embalses” - G. Malinow, plantea que

- Las presas o embalses producen una atenuación de las crecidas naturales
- Esto no implica la eliminación de crecidas, sino solo una atenuación de sus efectos
- La aparente “menor” inundación alienta la ocupación de áreas aguas abajo, sin que el Estado alerte sobre riesgos futuros.

Ante estas situaciones propone:

- Revisión de Pautas de Operación de Embalses, que implica entre otros aspectos la necesidad de verificación de la vigencia de parámetros hidráulicos de diseño, ya sea por la antigüedad de la presa, o por haber sido diseñadas en su momento, con información hidrológica insuficiente
- Implementación (en el terreno) de Zonas de Riesgo de Inundación

6.4 REVISIÓN DE MATRIZ ENERGÉTICA - GAS NATURAL Y BIO COMBUSTIBLES

En base a la definición de una Política Energética, debe propiciarse la participación del gas natural y de bio combustibles en la matriz energética del País

6.5 NECESIDAD DE ESCLUSA DE NAVEGACIÓN EN ITAIPÚ

La navegación en la zona de la Central Hidroeléctrica de Itaipú ha quedado interrumpida en razón de no haberse construido las esclusas de navegación previstas en el proyecto IECO-ELC – 1974, de Itaipú. Debe señalarse que los objetivos fundamentales de los Tratados de Itaipú y Yacyretá son aprovechar el potencial hidroeléctrico y mejorar la navegación de los ríos compartidos

Por razones técnicas y económicas, entre otras, se optó por construir carreteras alternativas. Hoy con el gran incremento de carga en las vías navegables del País, este proyecto deberá ser re lanzado

6.6 NECESIDAD DE REVISIÓN DE CLASIFICACIÓN DE ENERGÍAS EN ITAIPÚ

Itaipú Binacional posee una capacidad de generación del orden de 145.600 MW/ año, que es la llamada Potencia Disponible para Contratación - PDC

La contratación de Itaipú es por bloques de Potencia, por las entidades de cada País, y son del orden 7% la ANDE y 93% la ELECTROBRAS. Por disposición interna de la Itaipú, cada compradora utiliza dicha energía en forma proporcional a su contratación de potencia.



La energía generada con la potencia contratada tiene un costo aproximado de 44 U\$\$/ MWh, y es aquella que tiene un 95% o más de garantía de ser producida. Sin embargo la Energía Adicional, con garantía de menos del 5%, proveniente de la misma Potencia Disponible para Contratación tiene un costo de 5.6 U\$\$/ MWh

La Itaipú comercializa potencia, sin embargo por Resoluciones internas se manejan valores discriminados de energía

Esta situación plantea serios cuestionamientos a los Directivos nacionales en esta hidroeléctrica, que deben ser atendidos y solucionados.

6.7 NECESIDAD DE ESTABLECER METODOLOGÍA PARA AUTORIZACIÓN DE DESEMBALSE EN ITAIPÚ

La Usina de Itaipú opera en condiciones normales (nivel normal del embalse) entre 220,3 m. a 219 m. sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). En repetidas ocasiones se ha producido el desembalse hasta niveles de 216 m.s.n.m.

Esto ha producido debates en ámbitos técnicos y cuestionamientos políticos a los Decisores, en razón de no haberse negociado una compensación razonable por el enorme aporte al Sistema Interconectado Brasileño. La parte condómina – Brasil – por intermedio de la entidad designada –

Electrobras retira esa energía adicional a 5 U\$S MW/ h aproximadamente, y lo negocia a un precio que ronda los 150 U\$S MW/ h.

Esta importante diferencia de costo, y el hecho de que la Electrobras puede retirar la mayor parte de esta energía adicional (93 %), en forma proporcional a la energía adquirida; indican la perentoria necesidad de buscar mecanismos más equitativos para la comercialización de dicha energía.

6.8 AVANZAR EN DEFINICIÓN DE NUEVAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

A nivel nacional, se analizó en el Item 3.6.2 de éste Informe, y fundamentalmente corresponden a Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCH.

Ya las grandes centrales hidroeléctricas tendrían carácter binacional, y se comentan en el Item 7.3

7. PROPUESTAS DE ACCIONES TRANSFRONTERIZAS

7.1 REUNIONES DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA

Realizar talleres trimestrales entre Técnicos la Represas Binacionales para evaluar las condiciones climáticas e hidrológicas de la cuenca, buscando identificar tendencias hidrológicas que permitan un mejor gerenciamiento para sus propias operaciones, crecidas, estiajes, navegación y medio ambiente.

7.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD ANTE EMERGENCIAS

7.2.1 SEGURIDAD ANTE FILTRACIONES

Las reuniones de la IAEA – International Agency Energy Atomic , ICOLD-Comisión Internacional de Grandes Presas, proponen aplicar técnicas de hidrología isotópica para identificación de orígenes filtraciones por debajo, alrededor y a través de las presas.

7.2.2 PLANES DE ACCIÓN ANTE EMERGENCIAS

Se sugiere poner en marcha iniciativas que transparenten los procesos de actualización de los Planes Acción de Emergencias ante los estudios identificados de los escenarios de probables fallas.



7.3 AVANZAR EN LA DEFINICIÓN DE NUEVAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

7.3.1 COORDINACIÓN EN LA OPERACIÓN DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

ITAIPU es beneficiada de un escenario de producción de máxima energía, que es consecuencia de la operación bien coordinada de las centrales ubicadas aguas arriba y que pertenecen al sistema eléctrico Brasileño; dicho resultado es obtenido por un modelo matemático de optimización de todas las centrales del Brasil en la cuenca del río Paraná; e ITAIPU es beneficiada por el modelo de optimización por ser una central de paso y principalmente por tratarse de la última usina sobre el río Paraná .

La optimización de la operación coordinada es deseable en el futuro sistema de las centrales hidroeléctricas de ITAIPU – CORPUS – YACYRETA – ITATI / ITACORA, tendría como objetivo en el corto plazo, la programación de generación diaria discriminada horariamente para las 24 horas del día en cada usina,

7.3.2 AMPLIACIÓN DEL PARQUE DE GENERACIÓN EN EBY – EMBALSE COMPENSADOR DE EBY – CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN ITATÍ – ITÁ CORÁ.

El proyecto de ampliación del parque de generación de la EBY, plantea la instalación de 3 turbinas que aportarían unos 480 MW a la potencia instalada.

El proyecto original de Yacyretá prevé en su fase III, la instalación de 30 unidades generadoras movidas por turbinas tipo Kaplán, con potencia nominal de 135 MW cada una, con un Embalse Compensador ubicado aproximadamente a 90 Km. aguas abajo de la presa de la EBY, en el lugar denominado Itá Ybaté, obra que aún no fue construida.

Esto ha provocado problemas de cavitación y empeorado las condiciones de navegación

El proyecto de ampliación del parque generador de la EBY, actualmente se encuentra detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá

7.3.3 MAQUINIZACIÓN DEL BRAZO AÑÁ CUÁ DEL RIO PARANÁ

Es un proyecto que pretende aprovechar el caudal llamado ecológico de 1.500 m³/ sg, (actualmente reducido a alrededor de 1000 m³/ sg. o menos) que es vertido por el vertedero Añá Cuá ubicado sobre el Brazo Añá Cuá del Río Paraná. Se desea instalar 5 grupos generadores en dicho vertedero, que aportarían 270 MW de potencia instalada

Este proyecto no tiene visos de prosperar actualmente, en razón de cuestionamientos técnicos y jurídicos – no figura en el Tratado de Yacyretá, y se encuentra íntegramente en territorio paraguayo; y actualmente se encuentra detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá

7.3.4 EMBALSE COMPENSADOR DE EBY – CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN ITATÍ – ITÁ CORÁ

La Central Hidroeléctrica en Itatí – Itá Corá funcionará como Embalse Compensador de Yacyretá, permitirá que las máquinas instaladas generen hasta su capacidad instalada de 3.200 MW, y la instalación de nuevas máquinas en la Presa Principal de Yacyretá, como previsto en el Proyecto Harza Lahmeyer 1973. De esta manera, los 1.500 m³/ sg que deben vertirse hoy en este brazo del Río Paraná por cuestiones ecológicas; podrá ser turbinadas en la Presa Principal, y en las nuevas máquinas a instalarse.

Adicionalmente, al crearse el embalse de esta represa, el Brazo Añá Cuá tendrá un nivel elevado, con ello el Vertedero Añá Cuá estará en términos técnicos inhabilitado, y es otra de las razones por la que no se recomienda la maquinización del Brazo Añá Cuá.

Esta nueva Central Hidroeléctrica en Itatí – Itá Corá podrá generar alrededor de 11.300 GWh/ año.



El avance en este proyecto, también está detenido ante los procesos de negociación del Anexo C del Tratado de Yacyretá.

7.3.5 CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CORPUS CHRISTI

El documento “Plan Maestro de Generación y Transporte 2014 – 2023” de la ANDE expresa con respecto a este Proyecto.

El Gobierno Nacional ha indicado su voluntad de avanzar con el Proyecto de Construcción de la Central Hidroeléctrica de Corpus Christi. Este proyecto ha sido realizado por la Comisión Mixta Paraguayo-Argentina del Río Paraná (COMIP).

El nivel máximo normal del embalse Corpus Christi sería de 105.00 msnm, el salto (H) o diferencia entre este nivel (NE) y el de restitución (NR), para el caudal medio de 11.600 m³/s sería de 21 m. El proyecto de la central tiene 20 turbinas Kaplan de 9.50 m de diámetro. La Potencia Instalada sería de 2.875 MW y la Potencia Firme de 2688 MW. Podría generar al año un promedio de 18.600 GWh.

El proyecto de la central contiene un vertedero de 28 vanos y una esclusa de navegación

El proyecto de la Central Hidroeléctrica de Corpus Christi, fue aprobado por los Gobiernos de Paraguay y Argentina en el sitio denominado Itacuí, ubicado a 5 Km. aguas arriba de Encarnación. Posteriormente surgieron propuestas de cambio de ubicación

7.4 DISEÑO DE GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE CARA AL CAMBIO CLIMÁTICO.

En los proyectos de nuevos emprendimientos, los diseñadores deberían tomar en cuenta al Cambio Climático. A priori, deberían considerar márgenes de seguridad mayores de modo que las represas tengan mayor capacidad para afrontar las inundaciones de manera segura y ambientalmente compatible.

Estos mayores márgenes de seguridad aumentarían los costos, pero seguramente reducirían los riesgos socioeconómicos y ambientales, y por lo tanto facilitarían la viabilidad de los proyectos. Una alternativa más sofisticada es tratar de reducir la incertidumbre futura mediante el uso criterioso de los escenarios climáticos.

8. SECTOR HIDROELÉCTRICO EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Las grandes centrales hidroeléctricas se construyen suponiendo que los eventos hidrológicos de períodos anteriores pueden ser usados para predecir con precisión futuros escenarios de producción de energía y el tamaño de las inundaciones que pudieran amenazar la seguridad de las presas.

Sin embargo, se han verificado apartamientos de los escenarios actuales al calcular con series de tiempo cortas, o de tiempos de sequías o de crecidas para sus escenarios de energía. Diversos estudios indican que la variabilidad inter decadal, responsable por las variaciones no antropogénicas con ciclos del orden de varias décadas parece ser responsable por casi toda la variación ocurrida después de las décadas del 60 y 70, en el siglo XX.

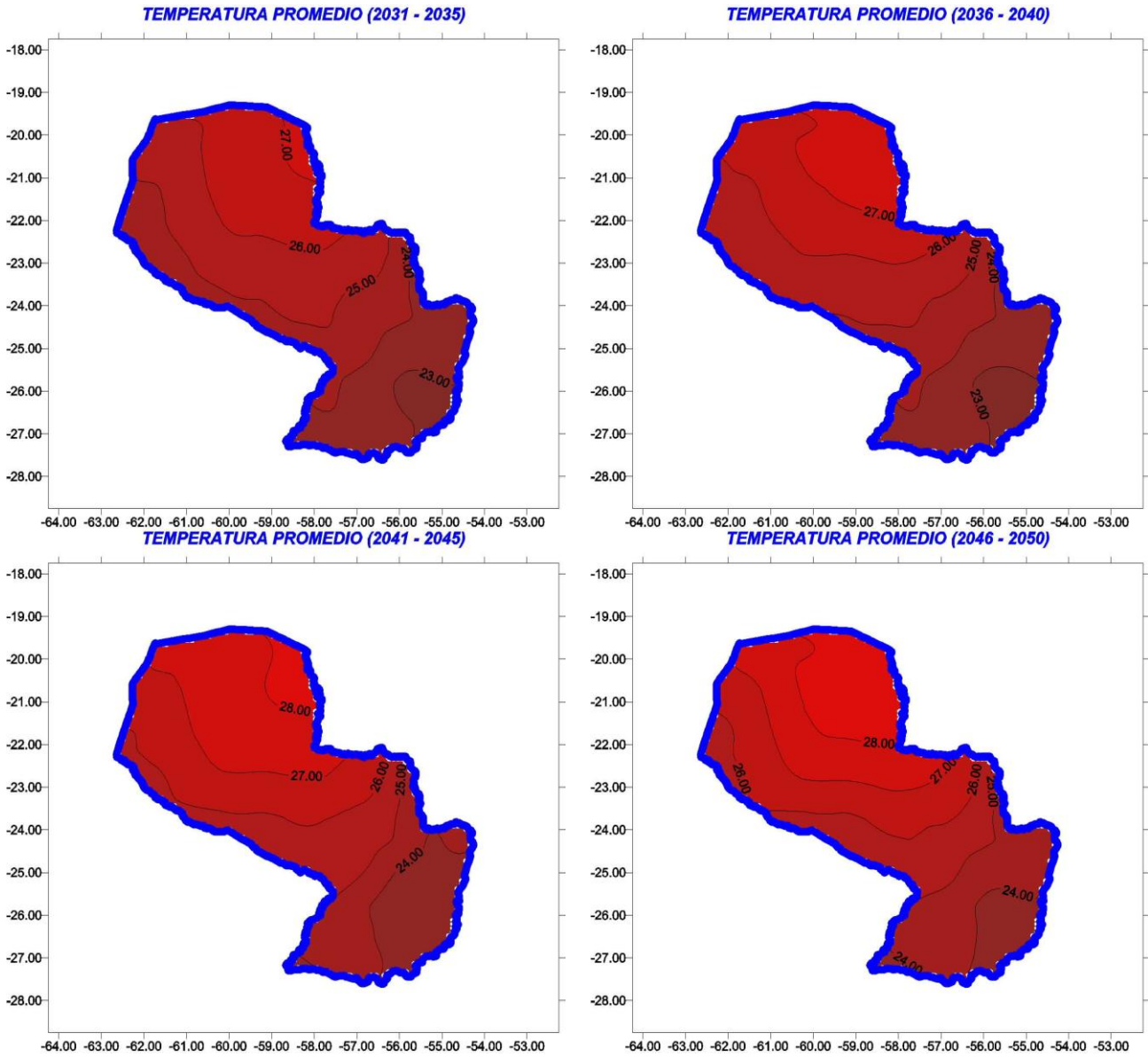
La destacada influencia que ejercen los factores meteorológicos sobre la generación hidroeléctrica, hacen que se identifiquen los siguientes aspectos:

8.1 AUMENTO DE LA TEMPERATURA:

El impacto del calentamiento global de algunos grados centígrados podría reflejarse en los caudales y eventualmente la hidrología de la Cuenca del Plata, lo cual no debería ser subestimado.



Ello podría causar considerable disminución en la producción regional de energía, y además dado que este tipo de escenario de calentamiento podría mantenerse por varias décadas desde ahora, no debe descartarse que la tendencia de calentamiento este movimentando una tendencia de disminución en las descargas observadas en las últimas tres décadas. Si ese fuera el caso, las planificaciones de largo plazo para los sectores de la energía deberían incluir esta posibilidad.



Cuadro 18 - Temperaturas promedios, estimadas para períodos consecutivos de 5 años.

Paraguay (2031-2050)

Unidad de medida: (°C). Grilla de cálculo: 0.5° (lat) x 0.5° (long)

FUENTE: Hidrogeneración, Variabilidad Climática y Escenarios – 12º Encuentro Regional Iberoamericano – CIGRE – Lucas Chamorro – 2007



8.2 VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN:

La producción de energía eléctrica es influenciada por la variabilidad de la precipitación

8.3 CAMBIOS DE HIDRAULICIDAD:

Estos cambios podrían ocurrir como consecuencia del cambio climático global, podrán favorecer o perjudicar la generación de energía hidráulica dependiendo de su estacionalidad en relación con la demanda de electricidad.

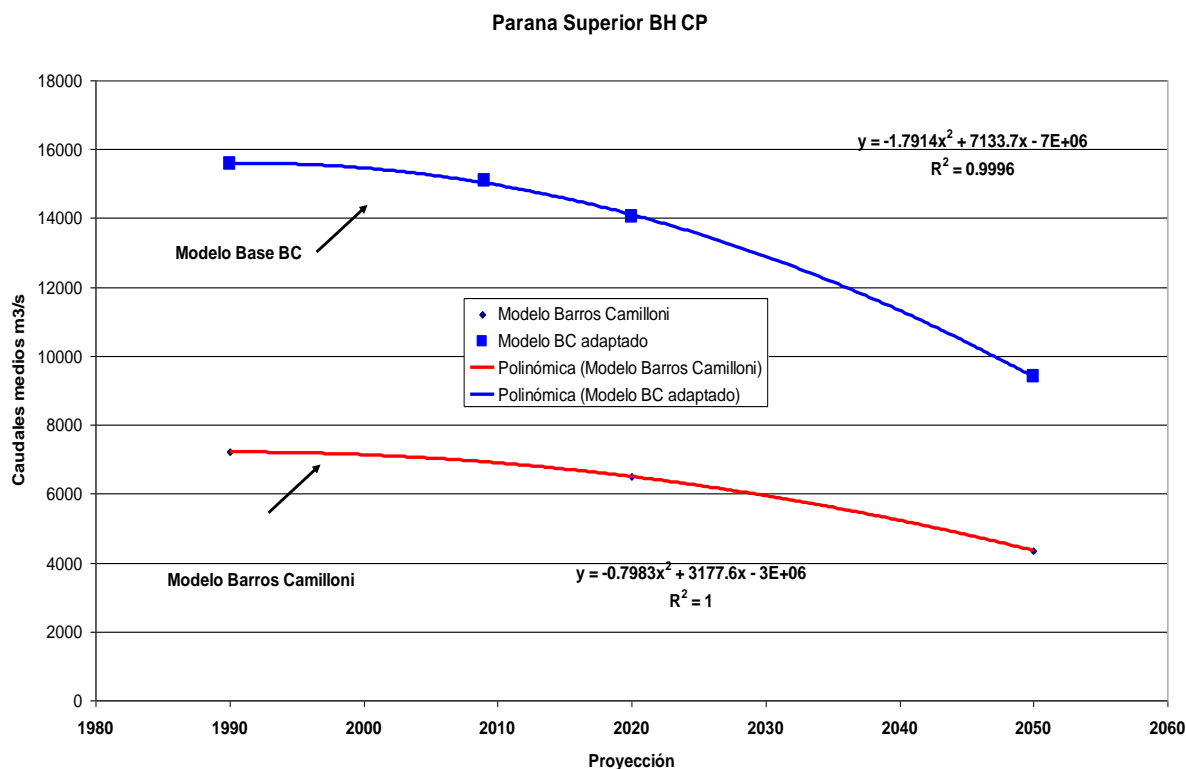
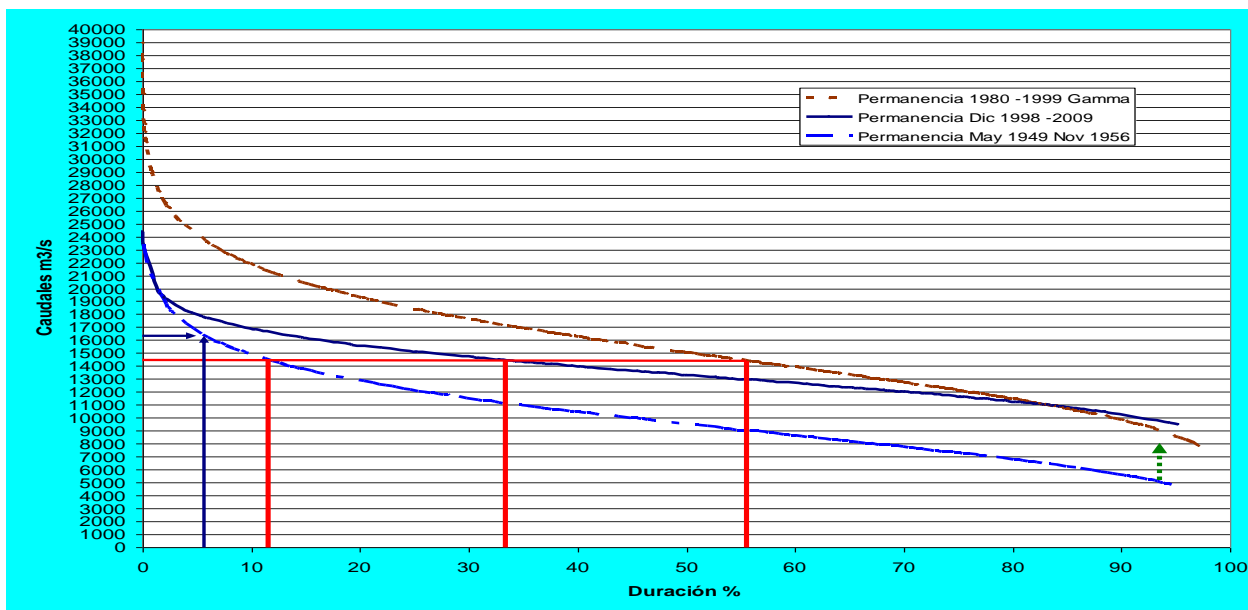


Figura: Tendencia de caudales en el Alto Paraná y Río Paraguay según escenarios

Cuadro 19 – Disminución de Caudales – Paraná Superior 1980 - 2050

FUENTE Hidrogeneración, Variabilidad Climática y Escenarios – 12º Encuentro Regional Iberoamericano – CIGRE – Lucas Chamorro 2007



Cuadro 20 - Curvas de Permanencia de Caudales en el Alto Paraná

FUENTE: Hidrogeneración, Variabilidad Climática y Escenarios – 12º Encuentro Regional
Iberoamericano – CIGRE – Lucas Chamorro 2007

8.4 SEQUIAS:

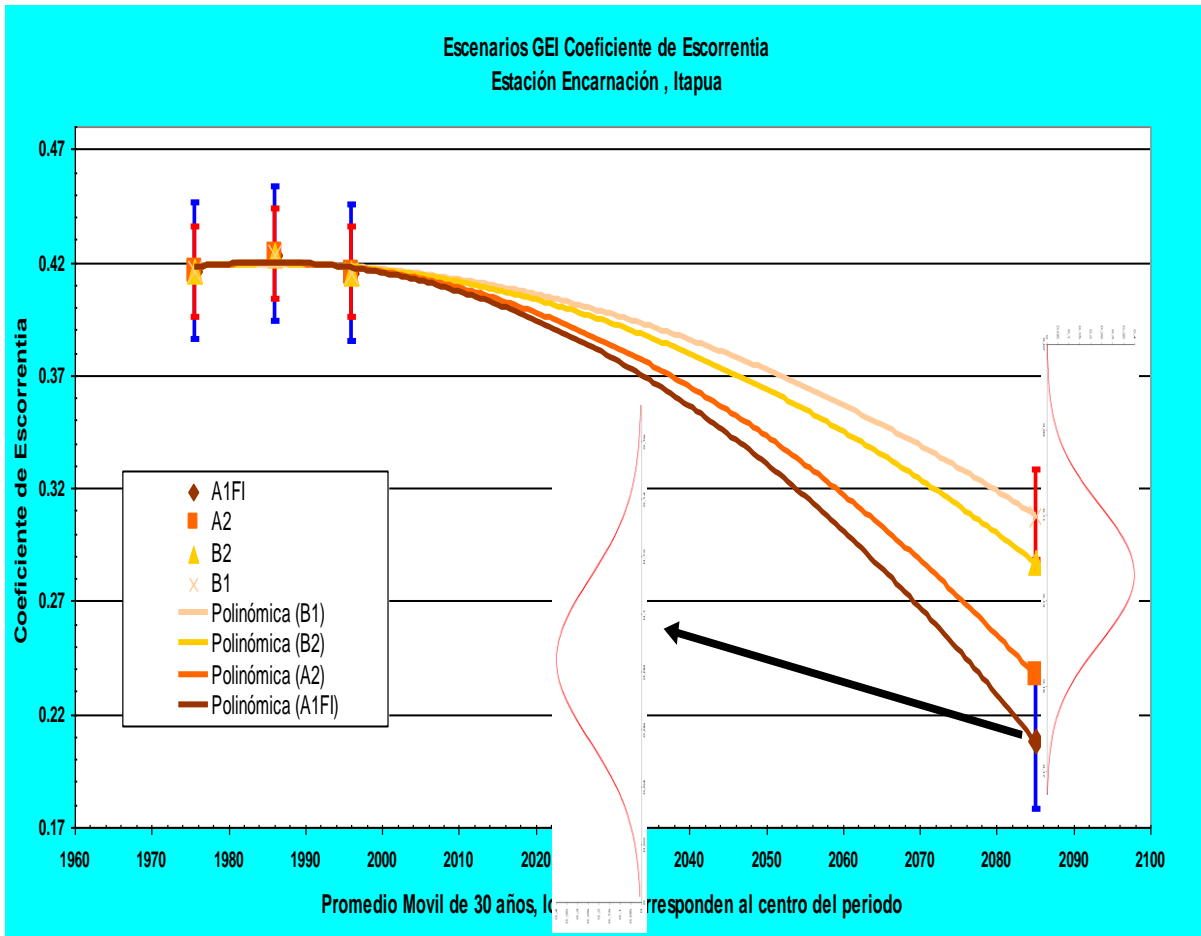
Traen aparejado muchos perjuicios económicos y sociales, especialmente en países con gran dependencia de la agricultura.

La afectación de las sequías en las usinas hidroeléctricas también puede ocasionar problemas económicos, en momentos en que la economía ya se ve afectada por la baja producción de alimentos y la reducción de las exportaciones. Las capacidades de generación plena se ven reducidas sustancialmente y en algunos casos se llega a una reducción extrema en los niveles de los embalses como en Itaipú en 1999 y en Salto Grande en 2004.

8.5 VARIABILIDAD CLIMÁTICA (*)

Puede influir en parámetros como la escurrentía – Ver abajo variaciones en el período 1960 - 2010 y proyecciones al año 2085

(*) Variaciones del clima en función de las condiciones naturales del globo terrestre y sus interacciones.



Cuadro 21 – Variación Coeficiente de Escorrentía – Período 1960 – 2085
FUENTE: Hidrogeneración, Variabilidad Climática y Escenarios – 12º Encuentro Regional Iberoamericano – CIGRE – Lucas Chamorro 2007

8.6 ASPECTOS INSTITUCIONALES DEL SECTOR HIDRO METEOROLÓGICO

Mejorar Relacionamiento

Los Servicios Operativos de Medición y de Pronósticos y Centros de Investigación relacionados a la meteorología operativa, climatología e hidrología deberían establecer un mayor relacionamiento a fin de poder integrar informaciones, productos e infraestructura (radares, imágenes satelitales, redes telemétricas, antenas detectoras de rayos, previsiones de modelos globales y regionales), a fin de proveer información integrada y amplia que pueda ser utilizada para diversos fines específicos.

Al mismo tiempo, los potenciales usuarios deben integrarse en esa línea participativa de trabajo y de responsabilidad compartida.

Pronósticos Meteorológicos:

Disponibilizar los pronósticos de mesoescala, con antelación de por lo menos 48 hs y a una escala espacial de 20 x 20 Km, o menor, compatibles con las sub-cuencas de interés, en forma cuantitativa, finita y distribuida a fin de alimentar los modelos hidrológicos e hidrodinámicos operativos.

Las informaciones climáticas han mostrado ser de utilidad e importancia a la hora de tomar decisiones operativas en las centrales hidroeléctricas, por lo tanto sería aún más interesante contar con previsiones mensuales.



(Por cuencas hidrológicas para el caso de las Precipitaciones), como complemento a las previsiones climáticas trimestrales existentes, con el propósito de mejorar los escenarios hidrológicos estacionales afluentes a las hidroeléctricas.

Densidad de Redes Meteorológicas:

Se deberían mejorar la densidad de redes terrestres de teledetecada regional, y continuar con la evaluación y mejoramiento de la resolución espacial, temporal y cuantitativa de los factores hidrometeorológicos provenientes de las imágenes satelitales.

Asunción, Mayo de 2015



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



9. ANEXOS

ANEXO 1

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1 – Cuenca del Plata
- Cuadro 2 – Matriz energética del Paraguay
- Cuadro 3 - Matriz energética y aplicación de la oferta interna bruta de energía
- Cuadro 4 - Población del Paraguay
- Cuadro 5 – Evolución del PIB
- Cuadro 6 – Evolución de la potencia demandada en el SIN – Período 1990 - 2003
- Cuadro 7 - Proyección de la demanda de potencia en el SIN – Período 2000 – 2023
- Cuadro 8 – Proyección de la Población y Demanda Energética - Período 2014 – 2023
- Cuadro 9 - Picos de demanda de potencia y variación horaria - Año 2006
- Cuadro 10 - Picos de demanda de potencia y variación horaria - Año 2014
- Cuadro 11- Generación hidroeléctrica y potencia instalada
- Cuadro 12 – Obras de Generación, Transmisión y Complementarias - Período 2014 -2023
- Cuadro 13 – Centrales Hidroeléctricas instaladas
- Cuadro 14 – Centrales Hidroeléctricas a ser implantadas
- Cuadro 15 – Ubicación esquemática de futuras Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCH s
- Cuadro 16 - Energía Total Generada y Cedida en Itaipú – Período 1984 – 2013
- Cuadro 17 - Energía Total Generada y Cedida en Yacyretá – Período 1994 – 2009
- Cuadro 18 – Temperaturas Promedio Estimadas - Períodos consecutivos de 5 años –
Período 2031 – 2050
- Cuadro 19 – Disminución de caudales – Paraná superior – Período 1980 – 2050
- Cuadro 20 – Permanencia de Caudales
- Cuadro 21 – Variación de Coeficiente de escorrentía - Período 1960 – 2085



Anexo 2

BIBLIOGRAFÍA

Muller, Marchand K., Kavisky, (1998), Análisis de Estacionalidad de Series Hidrológicas en la Cuenca Incremental de Itaipú – CEHPAR/ UFRGS

G. Malinow, Impacto Hídrico Vinculado al Manejo de Embalses. Acciones Políticas para su Mitigación



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



Anexo 3

GLOSARIO

ANDE – Administración Nacional de Electricidad

ITAIPU - ITAIPU BINACIONAL

YACYRETÁ - ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ – EBY

PIB – Producto interno bruto

SIN – Sistema interconectado nacional

MW – mega Watt - unidad de potencia eléctrica

GWh – giga Watt hora – unidad de energía

PCH – Pequeña central hidroeléctrica



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA



Anexo 4

DOCUMENTOS CONSULTADOS

Programa para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático”

PLAN ESTRATÉGICO DEL SECTOR ENERGÉTICO DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY (2004-2013).

Censo de Población y Vivienda Año 2002, Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos – DGEEC

APOORTE DEL SECTOR NAVIERO AL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) DEL PAÍS - Guerreño/ Cataldi/ Mongelos – FIUNA – 2012

PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN - 2014-2023. ANDE

PLAN ESTRATÉGICO 2004-2013” - ANDE

PLAN MAESTRO DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN DE CORTO Y MEDIO PLAZO – 2014 - 2023 – ANDE

ATLAS DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DEL PARAGUAY – Itaipú Binacional



CIC



GEF / FMAM



UNEP / PNUMA



OAS / OEA