

EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y LAS REPRESAS HIDROELECTRICAS DE LA CUENCA DEL PLATA EN EL MARCO DE LA INTEGRACION

**Silvina Gernaert Willmar
Emmanuelle Jorigné**

INTRODUCCION

La producción de energía hidroeléctrica en la región de la Cuenca del Plata se constituye en un factor fundamental para el desarrollo compartido. Esta actividad se inscribe en un marco regional caracterizado por períodos de conflicto y cooperación alternados entre los países, los cuales han visto limitadas sus posibilidades de coordinar políticas integradas.

Teniendo en cuenta la capacidad de desarrollo unida a los beneficios económicos y a la posición estratégica que ocupa la región, se potencializa la necesidad de integración. Actualmente y quizás con mayor claridad desde ECO 92, las negociaciones a nivel internacional se han enmarcado en la problemática de la defensa de los recursos naturales. Se hará indispensable establecer para dichas negociaciones los parámetros que deberán ser utilizados como indicadores de impacto ambiental de los grandes desarrollos regionales. Por lo tanto, en el presente trabajo se analizan los impactos directos e indirectos producidos por las tres grandes represas hidroeléctricas de Itaipú, Yacyretá y Salto Grande en cuanto a la ubicación, instalación y tecnología utilizada, en relación con la vulnerabilidad ambiental de cada región según sus características bioclimáticas, climáticas y de suelos, con el objeto de establecer los indicadores relevantes de impacto para la instalación de centrales hidroeléctricas en la región, que deberían ser utilizados para llegar a acuerdos en cuanto a minimizar los efectos negativos de éstas sobre el medio ambiente.

LA IMPORTANCIA DE LA CUENCA DEL PLATA PARA EL DESARROLLO DE LA REGION

La Cuenca del Plata es una región compartida entre cinco países de América del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay. Fue en 1969, que dichos países acordaron firmar el **Tratado de la Cuenca del Plata**, con el fin de buscar el desarrollo y la cooperación intrarregional que trajera, a través de estudios y

programas a realizarse, el progreso de una región rica en recursos naturales. En una primera observación, podríamos decir que cada país de la Cuenca reviste una importancia que es proporcional a su participación territorial, la cual se comparte de la siguiente manera:

Brasil	44%	con	1.415.000 Km ²
Argentina	32%	con	1.034.000 Km ²
Paraguay	13%	con	407.000 Km ²
Bolivia	6%	con	204.000 Km ²
Uruguay	5%	con	149.000 Km ²
 Cuenca del Plata	 100%	 con	 3.209.000 Km ²

(Echeverría, 1979).

Estos cinco países, que geográficamente comparten una región, son muy diferentes desde el punto de vista histórico, económico y político. Además, la importancia que cada país le da a la Cuenca del Plata varía según el porcentaje del territorio comprendido en relación con el territorio nacional. Por ejemplo, el estado Paraguayo está completamente incluido en la Cuenca del Plata, pero en cambio, sólo el 17% del territorio brasileño está ubicado en esta región (Koutoudjian, 1990). Por lo tanto, como puede observarse en el cuadro I, la preocupación de cada país y de su gobierno puede verse afectada en relación con el territorio abarcado o la población localizada en la Cuenca del Plata.

CUADRO I

	% sobre territorio nacional	% sobre población nacional
BRASIL	17%	54%
ARGENTINA	37%	67%
PARAGUAY	100%	100%
BOLIVIA	19%	22%
URUGUAY	80%	95%

(Koutoudjian, 1990)

Los países de la Cuenca del Plata tienen un mismo objetivo que se revela en una creciente necesidad de integración; esto ha llevado a iniciar otros acuerdos de cooperación, como el caso del MERCOSUR (en principio incluye a: Argentina,

Brasil, Paraguay y Uruguay), en el cual los países buscan formar un sistema más abarcativo y completo para poder competir con las grandes potencias del mundo.

Hoy se puede hablar de la cooperación y de la colaboración entre los gobiernos, pero en primer lugar, será necesario lograr una situación de paz estable y duradera entre los países antes de competir con otras potencias. Recordemos que hace pocos años que existen compromisos para mediar en los conflictos interregionales que han caracterizado a América del Sur.

Y en un segundo término, será indispensable para los países de la región definir las prioridades del desarrollo y concertar un conjunto de políticas que procuren aprovechar los vínculos positivos entre el desarrollo y el medio ambiente, y entre las diferentes opciones al desarrollo.

LA HISTORIA DE LA GEOPOLITICA EN LA CUENCA DEL PLATA

Los beneficios económicos, el respeto del medio ambiente y la posición estratégica de la Cuenca del Plata la convierten en una región geopolíticamente interesante para los países que la comparten. Pero cuando un territorio es compartido, rivalidades y tensiones aparecen dentro del sistema.

En la historia de América del Sur y especialmente en la de la región de la Cuenca del Plata, los conflictos y guerras han caracterizado a los países de la región desde la época colonial hasta nuestros tiempos.

-LOS CONFLICTOS REGIONALES

En nuestro siglo, la región del Chaco ha sido siempre un área de conflicto entre los países que la comparten. Los límites del Gran Chaco, dividido en Chaco Austral, Central y Boreal, fueron fijados después de la Guerra de la Triple Alianza en 1870.

Algunos años después, de acuerdo con decisión arbitral del Presidente de los Estados Unidos, 300.000 Km² del Chaco Boreal pasaron de manos argentinas al Paraguay (Cortese, 1981).

Finalmente, entre 1932 y 1935, Bolivia y Paraguay se disputaron los derechos de posesión de esta misma región, en la llamada «Guerra del Chaco».

Otro conflicto, que ocurrió a fines del siglo pasado, fue la mutilación de la mitad de la provincia de Misiones que pasó a pertenecer al Brasil (Cortese, 1981). Este conflicto es un ejemplo de la rivalidad hispano-lusitana en América del Sur, que existió durante cuatro siglos y se caracterizó por el expansionismo del Brasil hacia el oeste (Koutoudjian, 1990).

Las disputas en la posesión de tierras y aguas se han extendido hasta tiempos más modernos. En 1973, después del Tratado Argentino-Uruguayo, este último país perdió 70.000 Km² del Atlántico, ubicado al frente del estuario del Río de la Plata (Cortese, 1981).

-ARGENTINA Y BRASIL

Los conflictos entre los países de la Cuenca del Plata han existido por siglos, pero Argentina y Brasil siempre tuvieron una relación muy tensa. Bolivia, Paraguay y Uruguay, que tienen una importancia menor en la Cuenca del Plata, se articulan alrededor de Argentina y Brasil, las dos principales potencias.

Argentina y Brasil son los dos únicos países de la región que cuentan con instrumentos reales para viabilizar sus objetivos e intereses (Dallanegra Pedraza, 1984). En este marco, ambos países habrían contado con posibilidades de cooperación e integración de políticas comunes que los habrían colocado en una mejor posición para la negociación internacional. Pero la fricción surgió debido a la disímil identificación de los intereses regionales e internacionales, que derivó en una mutua percepción de rivalidad y hostilidad.

Durante el siglo XX, las relaciones entre ambas potencias se han caracterizado por períodos alternados de conflicto y cooperación.

A comienzos del siglo y hasta la década del treinta, las relaciones entre Argentina y Brasil se enmarcaron en el contexto de asociación del primero con Gran Bretaña, y del segundo con los Estados Unidos. Llegada la crisis de 1930, se sumaron las políticas proteccionistas en favor de la industrialización interna. En este período, las relaciones regionales se caracterizaron por: un primer período de conflicto, derivado de la carrera armamentista emprendida por ambos países; un período intermedio de cooperación y participación en el Tratado del ABC, y finalmente un nuevo período de rivalidad, caracterizado por el avance del Brasil hacia países mediterráneos como Paraguay y Bolivia, siguiendo una estrategia de ocupación del interior con múltiples vías de comunicación. Este último período fue percibido por la Argentina como la manifestación de una política expansionista y belicista por parte del Brasil (Bartolomé, 1989).

Después de la Segunda Guerra Mundial, el cambio por una política de perspectiva latinoamericanista no tuvo mucho éxito.

La Argentina quedó aislada, a causa de su postura neutral en la Guerra, mientras que Brasil, que participó al lado de los Estados Unidos, obtuvo mayores beneficios económicos y políticos. Por lo tanto, la disímil participación de ambos países en la política internacional impidió una colaboración bilateral. En la segunda mitad del siglo, la situación cambió en favor de un sistema internacional y las políticas proteccionistas perdieron su valor. (Bartolomé, 1989). La cooperación fue inevitablemente más beneficiosa para los países de la región.

LA INTEGRACION REGIONAL

No sólo períodos de conflicto y rivalidad han caracterizado las relaciones en el Cono Sur americano. Los períodos de cooperación han jugado un papel importante, aunque en muchos casos no hayan sido perdurables.

Las Misiones Jesuitas, desde mediados del siglo XVI hasta mediados del siglo XVIII, se constituyeron en un modelo de colaboración y cooperación entre los europeos y los nativos americanos. Los misioneros jesuitas y los indios guaraníes se ubicaron en la región fronteriza entre Paraguay y Argentina, hoy llamada Misiones (*Aspectos ambientais da Bacia do Prata*, 1993).

Así la convivencia posibilitó que la integración de la región fuera viable aun en la época de la conquista y colonización de nuestros territorios.

En nuestro siglo, y a partir de la década del cincuenta, las políticas de desarrollo para los países de América Latina se vieron plasmadas en tratados de tipo comercial, cuyos ejemplos se constituyeron en la ALALC (1960) y posteriormente en la ALADI (1980). Estos acuerdos se transformaron en iniciativas ambiciosas en favor de la integración, pero que no pasaron de ser sólo manifestaciones de principios y de apoyo político.

En la década del ochenta, los países latinoamericanos iniciaron el retorno a la democracia. Esta, como exteriorización de la concepción de una sociedad pluralista, participativa y abierta, a través de un conjunto de instituciones de marcada solidez y transparencia, y de un sistema de decisiones que neutralice las hegemonías nacionales (Vacchino, 1992) es la vía más óptima para lograr la compatibilización de los objetivos e intereses de los países de la región. La participación democrática sostiene el proceso de integración, y este último ayuda a afianzar los regímenes democráticos que lo integran.

Como lo expresa Juan Mario Vacchino «...cuando sólo participan los gobiernos y las tecnoestructuras el proceso se estanca y fracasa».

Sumados a este período de democratización, otros cambios habían comenzado a hacerse visibles unos años antes. La Argentina y Brasil modificaron su posición en el plano internacional: Brasil cambió sus relaciones con los Estados Unidos, y Argentina se volcó hacia América Latina luego del apoyo de la región durante la Guerra de las Islas Malvinas. La década del noventa comenzó con nuevos compromisos. Un renovado clima de integración permitió a los países del Cono Sur una mejor inserción internacional. El período internacional de transición, caracterizado por el fin de la Guerra Fría, la emergencia de nuevos bloques económicos regionales, el proteccionismo de los países desarrollados, etc, ha ejercido su influencia sobre la región (de Mahieu et al, 1993).

El éxito de la cooperación bilateral culminó con el Acta para la Integración Argentino-Brasileña, firmada en 1986; el de la cooperación regional, con el **Tratado de Asunción** entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay en 1991, en que se constituyó el MERCOSUR.

LA INTEGRACION Y EL MEDIO AMBIENTE.

Los períodos de conflicto y de cooperación analizados nos permiten evaluar la discontinuidad y el grado de dificultad que representaron los intentos de acuerdos de políticas coordinadas.

La integración busca maximizar los beneficios del desarrollo. Pero este desarrollo tiene valor si permite un crecimiento sustentable de los recursos naturales y asentamientos humanos de la región. De ahí que sea de suma importancia considerar e incluir en los modelos de desarrollo la problemática ambiental.

Especificamente, a partir de la década del noventa, se han realizado encuentros, jornadas y seminarios relacionados con las posibilidades de desarrollo y el medio ambiente entre los países de la región. Pero estas reuniones no han logrado incorporar el problema ambiental al ámbito institucional de la integración, salvo en casos aislados.

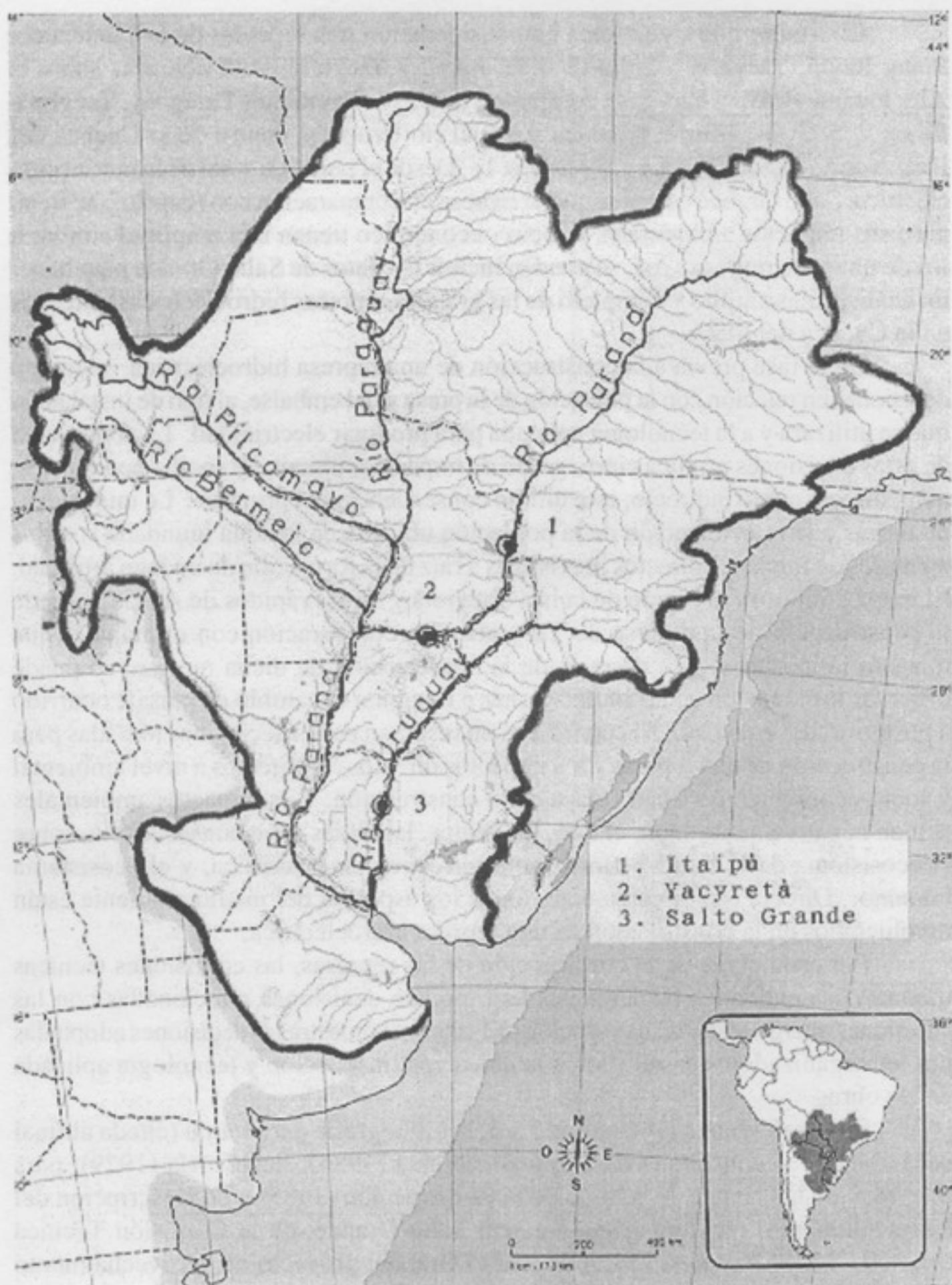
El sistema hídrico de la Cuenca del Plata, uno de los mayores del mundo, con una extensión de 8.600 Kilómetros (mapa 1), se constituye en un importante centro de desarrollo, principalmente para actividades relacionadas con la navegación y la producción de energía hidroeléctrica. Fue así como a partir de 1920, comenzaron los primeros estudios relacionados con la explotación hidroeléctrica. Los primeros relevamientos topográficos se realizaron en la región de las Cataratas del Iguazú, los rápidos de Apipé y la zona de Salto Grande.

Paralelamente, se llevaron a cabo estudios de factibilidad para la construcción de una planta hidroeléctrica en Yacyretá.

Posteriormente, a fines de la Segunda Guerra Mundial, los países de la Cuenca se agruparon para crear comisiones y entidades binacionales. Así, en 1946, nació la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande entre Argentina y Uruguay para el aprovechamiento del río Uruguay. Cuatro años después, se formó la Comisión Técnica Mixta de Yacyretá entre Argentina y Paraguay, y en 1974, la Entidad Binacional Yacyretá. La Entidad Binacional Itaipú se creó en 1973, siete años después que se firmó el **Acta de Iguazú** entre Brasil y Paraguay. Estas organizaciones se crearon para construir y explotar instalaciones hidroeléctricas, pero existen otras organizaciones como la Comisión Mixta del Paraná o la Comisión Administrativa del Río de la Plata que cumplen funciones relacionadas con el cuidado del cauce de dichos ríos. Estos acuerdos regionales binacionales, dirigidos a objetivos puntuales de desarrollo, sólo han considerado los aspectos ambientales en las fases de viabilidad y viabilidad. Unicamente el proyecto de Salto Grande ha incluido un modelo de monitoreo ambiental en sus etapas de planificación y construcción.

Tomando como base el *Manual de Gestión Ambiental para Obras Hidráulicas con Aprovechamiento Energético*, elaborado por la Secretaría de Energía en 1987, se hace necesario evaluar y establecer los indicadores que determinen criterios de evaluación de los impactos derivados del desarrollo hidroeléctrico.

MAPA 1 (Milia, 1992)



Cuenca del Plata (3.209.000 Km²)

LOS IMPACTOS DE LAS REPRESAS HIDROELECTRICAS

El estudio que sigue toma en consideración tres represas de la Cuenca del Plata: Itaipú, Yacyretá y Salto Grande. Itaipú y Yacyretá están ubicadas sobre el Alto Paraná. Brasil y Paraguay comparten Itaipú, y Argentina y Paraguay, Yacyretá. La tercera, Salto Grande, se ubica sobre el río Uruguay, dentro de la Cuenca del Plata, entre Argentina y Uruguay (Mapa 1). Desde el punto de vista de la producción eléctrica, Salto Grande es una pequeña represa en comparación con Itaipú o Yacyretá, pero sus impactos ambientales y socio - económico tienen una amplitud similar a los de una gran represa. Así, se pueden incluir los datos de Salto Grande para hacer un análisis más amplio y completo de las grandes represas hidroeléctricas ubicadas en la Cuenca del Plata.

En la fase previa a la construcción de una represa hidroeléctrica, se toman decisiones en relación con la ubicación de la presa y del embalse, al tipo de instalación que se utilizará y a la tecnología aplicada para producir electricidad. La concreción de estas decisiones implica cierto grado de impacto ambiental y socio - económico, tanto directo como indirecto, este último consecuencia del primero . La inundación de tierras o la relocalización de la población ubicada en la zona inundada son dos ejemplos de impactos directos previsibles a raíz de la formación de un lago artificial. El mapa 2 muestra la región de la isla Yacyretá y de los rápidos de Apipé antes de la construcción de la represa de Yacyretá. En comparación con el mapa 3, que muestra la misma región después de la construcción de dicha represa, se puede observar la extensión de las inundaciones e imaginar el cambio de paisaje ocurrido a posteriori del embalse. El cuadro 2 es un resumen de las decisiones tomadas para la construcción de una represa y los impactos directos e indirectos a nivel ambiental y socio-económico para cada etapa de la construcción. Los impactos ambientales actúan negativamente sobre el aire, los suelos, las aguas y, en consecuencia, sobre el ecosistema de la fauna y flora, tanto terrestre como acuática, y el ecosistema humano. Directa o indirectamente, todos los aspectos del medio ambiente están involucrados en la construcción de una represa hidroeléctrica.

Por cada etapa de la construcción de las represas, las comisiones técnicas mixtas y las entidades binacionales han tomado decisiones relacionadas con las cuestiones energéticas y de navegación. El cuadro 3 muestra las decisiones adoptadas por los organizadores en relación a la ubicación, instalación y tecnología aplicada en las obras.

En lo referente a los cuadros 2 y 3, la bibliografía para Itaipú (citada al final del trabajo) fue consultada de Itaipú Binacional (1980), Echeverría (1979); para Yacyretá, de la Cámara Argentina de la Construcción (1985) y de Descripción del emprendimiento Yacyretá (1989); y para Salto Grande, de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (1984) y de "Salto Grande: proyecto de aprovechamiento binacional de propósitos múltiples" (1983).

Los tres proyectos son muy diferentes, pero es posible establecer una comparación en el tamaño de los lagos artificiales, las instalaciones para facilitar la navegación y la migración de peces. Los lagos de Itaipú y Yacyretá tienen una superficie similar, mientras que la potencia total instalada es muy desigual. Itaipú, que constituye el proyecto más importante del mundo, tiene una potencia total instalada de 12.600 MW, mientras que Yacyretá sólo alcanza la potencia de 4.050 MW. La figura 1 compara el tamaño de cada lago en relación con la potencia total instalada.

MAPA 2 Y 3 (Descripción del emprendimiento de Yacyretá, 1989)



CUADRO 2: REPRESAS HIDROELECTRICAS Y SUS IMPACTOS DERIVADOS DE SU UBICACION, INSTALACION Y TECNOLOGIA APLICADA.

DECISIONES ADOPTADAS EN LA UBICACION, INSTALACION Y TECNOLOGIA APLICADA	IMPACTOS DIRECTOS	IMPACTOS INDIRECTOS
<p>* Decidir la ubicación geográfica de la planta hidroeléctrica: La represa hidroeléctrica se ubica sobre un río con saltos de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Crecimiento acelerado de las ciudades aguas abajo de la represa. 	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de servicios adecuados: salud-viviendas-educación. -Aumento de la delincuencia y de la violencia. -Aumento de los trabajos temporarios.
<p>* Desarrollar un lago artificial: Se forma un lago artificial después de la construcción de la presa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Inundación de tierras y bosques para la ubicación del lago. -Desmonte del terreno antes de inundar: deforestación. -Relocalización de la población urbana, rural y de las comunidades indígenas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Impactos sobre el microclima por modificación de la tasa de evaporación y aumento de la salinidad del agua. -Erosión y pérdida de la fertilidad del suelo. -Asignación de nuevas tierras. -Problemas de indemnización a los pobladores.
<p>* Ampliar el curso del río: Ampliación del curso del río sobre las márgenes para la instalación y construcción de la represa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Alteración del equilibrio acológico natural en las márgenes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio del habitat de la fauna (en Itaipú: durante la época de cría).
<p>* Desviar el curso del río: Construcción de un canal de desvío para instalar represa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio del lecho del río. -Cambio del paisaje. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio de la composición de los sedimentos del agua y de la flora y fauna de fondo.
<p>* Cerrar la posibilidad del desarrollo de la navegabilidad a corto plazo: (Itaipú - Salto Grande) Alteración de las condiciones de navegabilidad por falta de un canal de navegación a la altura de la represa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Interrupción de las comunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Barrera al desarrollo de la zona de influencia de la Hidrovía Paraguay-Paraná.
<p>* Construir un canal de navegación: (Yacyretá) Construcción de un canal de navegación con esclusas para permitir el pasaje de barcos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio del lecho del río. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio de la composición de los sedimentos del agua y de la flora y fauna de fondo.

*** Instalar una represa de embalse:**

Instalación de una represa de embalse que atravesase el curso del río y que aprobase la caída del agua para producir energía.

-Estancamiento del agua y de la arena.

-Cambio del paisaje.

-Interrupción de la migración de los peces por falta de ascensor de peces (Itaipú) o alteración de la migración de las especies.

-Degradación de la calidad del agua: contaminación del embalse, olores, enfermedades epidémicas.

-Mortalidad de peces y cambio en la cadena trófica.

-Modificaciones de los ecosistemas.

-Cambio en la composición de las especies.

*** Utilizar hormigón para la construcción:**

Utilización de una gran cantidad de concreto para la construcción del vertedero y del dique principal.

-Producción y refrigeración del hormigón en el lugar.

-Contaminación del aire, de los suelos y del agua debido a las plantas industriales.

*** Construir diques en rocas impermeabilizadas:**

Arcilla compactada, además de rocas impermeabilizadas, sirven para la construcción de los diques de contención.

-Aprovisionamiento de rocas y arcilla.

-Disminución de los recursos de la región.

*** Instalar turbinas:**

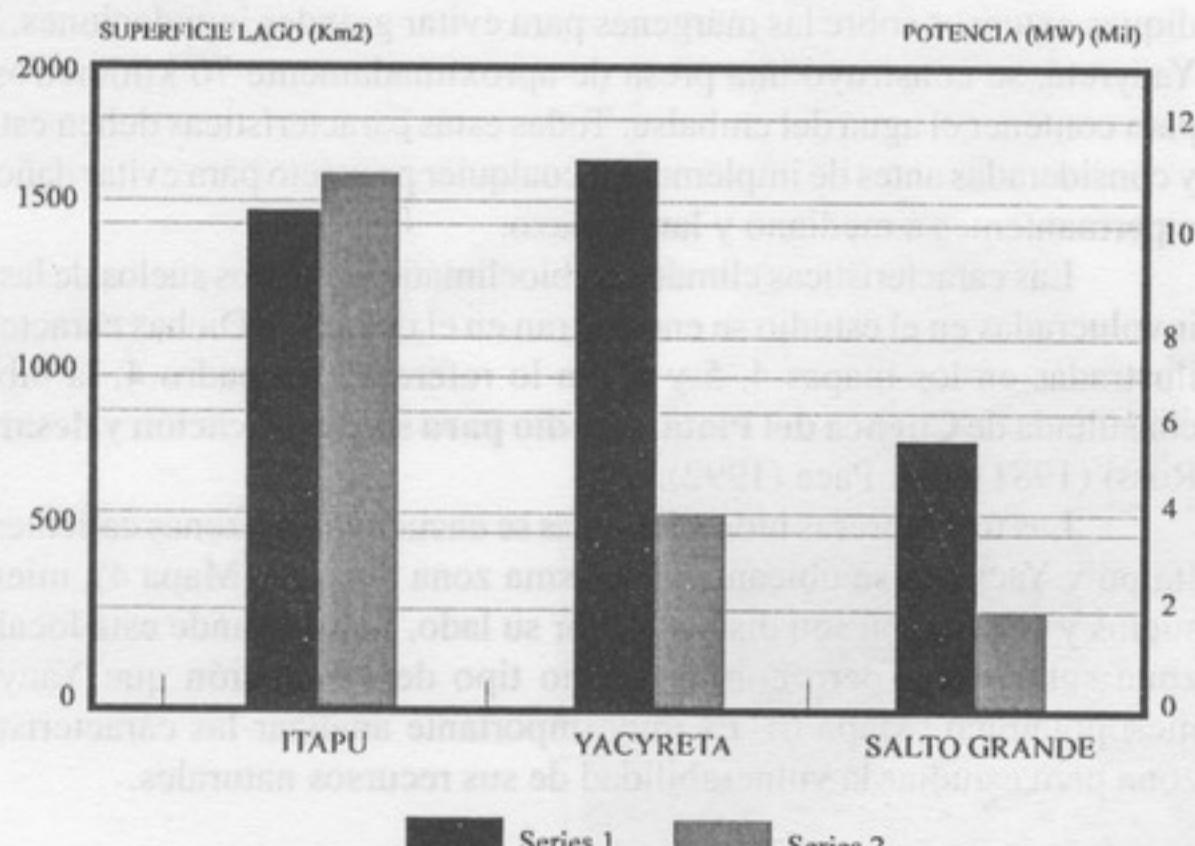
Instalación de turbinas.

-Atracción de los peces por las frecuencias generadas por las turbinas..

-Mortalidad de huevos, larvas y adultos de organismos acuáticos, muchos peces.

La superficie de tierras inundadas, en donde el paisaje ha sido modificado, no es proporcional a la potencia total instalada de la represa. La extensión del lago artificial depende de la ubicación de cada represa, del relieve de los suelos, de la permeabilidad de los mismos, etc.

FIGURA 1



En el cuadro 3, también se puede observar que Yacyretá es la única represa que construyó un canal de navegación para promover la reactivación de este medio de transporte en el Alto Paraná.

El primer barco pasó por la esclusa de Yacyretá el 13 de septiembre de 1990 (Sánchez Bonifato, 1992). La reactivación del tramo permite el desarrollo de la zona aguas arriba de Yacyretá hasta la represa de Itaipú, donde la navegación está cortada por un tiempo indeterminado. La diferencia de cota entre aguas arriba y aguas abajo de la presa de Itaipú, que representa aproximadamente una altura de 100 metros, es el mayor obstáculo para la construcción de un canal de navegación y, especialmente, de las esclusas. Una de las alternativas estudiadas es un proyecto de 3 esclusas de 33 metros de salto cada una. Debido a la falta de tecnología en esclusas con un salto superior a 20 metros, el éxito de este proyecto dependería de la posibilidad de realizar esclusas aptas para soportar un volumen y una presión de agua abundante sobre las compuertas. No se ha llegado, todavía, a la solución del problema de la navegación en Itaipú, como tampoco a la interrupción del pasaje de peces de un lado al otro de la represa. La migración de los peces en el río Paraná - como la del dorado, que sube aguas arriba del río - está interrumpida a la altura de Itaipú. En la represa de Yacyretá se construyó un canal para peces y, en Salto Grande, se hizo una escala para el pasaje de los peces del río Uruguay.

El conocimiento de las especies migratorias en los ríos y, en general, el conocimiento de las características bioclimáticas, climáticas y de los suelos es un requisito necesario para elegir el área de construcción de las represas y su zona de influencia.

Por ejemplo, no se puede elegir una zona con problemas sismológicos, para no incidir en la estabilidad del proyecto y la seguridad de los pueblos ubicados aguas abajo de la represa.

También, si el proyecto se ubica en una zona muy plana, se deberían construir diques extensos sobre las márgenes para evitar grandes inundaciones. En el caso de Yacyretá, se construyó una presa de aproximadamente 70 kilómetros de longitud para contener el agua del embalse. Todas estas características deben estar calculadas y consideradas antes de implementar cualquier proyecto para evitar daños provisionales o permanentes a mediano y largo plazo.

Las características climáticas, bioclimáticas y de los suelos de las tres regiones involucradas en el estudio se encuentran en el cuadro 4. Dichas características están ilustradas en los mapas 4, 5 y 6. En lo referente al cuadro 4, la bibliografía fue consultada de **Cuenca del Plata: estudio para su planificación y desarrollo** (1971), Rossi (1981) y Di Pace (1992).

Las tres represas hidroeléctricas se encuentran en zonas calientes y pluviosas. Itaipú y Yacyretá se ubican en la misma zona tropical (Mapa 4), mientras que sus suelos y vegetación son distintos. Por su lado, Salto Grande está localizada en una zona subtropical pero con el mismo tipo de vegetación que Yacyretá: parque mesopotámico (Mapa 6). Es muy importante analizar las características de cada zona para estudiar la vulnerabilidad de sus recursos naturales.

CUADRO 3: COMPARACION DE TRES GRANDES REPRESAS HIDROELECTRICAS DE LA CUENCA DEL PLATA

DECISIONES ADOPTADAS EN LA UBICACION, INSTALACION Y TECNOLOGIA APLICADA	ITAIPU	YACYRETA	SALTO GRANDE
* Decidir la ubicación geográfica de la planta hidroeléctrica:			
-Sobre el río:	Paraná	Paraná	Uruguay
-En la frontera entre:	Brasil/Paraguay	Argentina/Paraguay	Argentina/Uruguay
-Ciudades aguas abajo de la planta:	Foz do Iguaçu/Ciudad del Este	Ituzaingó/Ayolas (Itá-Ibaté/Cnel. Panchito López)	Concordia/Salto
-Zona climática:	Tropical	Tropical	Subtropical
-Datos climatológicos, suelos, fauna y flora de las zonas (cuadro 4)			
* Desarrollar un lago artificial:			
-Superficie del lago:	1.460 Km ² (835 Km ² en Brasil) (625 Km ² en Paraguay)	1.600 Km ² (800 Km ²)	732 Km ²
-Extensión del lago:	151 Kms *	130 Kms *	140 Kms
-Zona de influencia del lago de:	Guairá/Salto del Guairá	Encarnación/Posadas (Ituzaingó/Ayolas)	Monte Caseros/Bella Unión
a:	Foz do Iguaçu/Ciudad del Este	Ituzaingó/Ayolas (Itá-Ibaté/Cnel. Pancuito López).	Concordia / Salto
-Volumen del embalse:	29.000 hm ³	21.000 hm ³ (2.180 hm ³)	5.000 hm ³
-Longitud total de la presa:	14.6 Kms *	69.6 Kms (9.75 Kms)	2.5 Kms (+)
-Volumen total de la presa	33.200.000 m ³	64.400.000 m ³	3.900.000 m ³
* Ampliar el curso del río:			
	Ampliación del curso sobre ambas márgenes	Ampliación del curso sobre islas de Yacyretá y Talavera	No se efectuó una ampliación del curso
* Desviar el curso del río:			
	Canal de desvío de 2 Kms	Canal de desvío corto a la altura de la represa	No se realizó un canal de desvío pero sí el estrechamiento del curso.

DECISIONES	ITAIPU	YACYRETA	SALTO GRANDE
* <i>Cerrar la posibilidad del desarrollo de la navegabilidad a corto plazo:</i>	Interrupción del pasaje de barcos		Interrupción del pasaje de barcos
<i>o Construir un canal de navegación:</i>	Canal de navegación en proyecto para principios del siglo XXI	Canal de navegación a la altura de la represa	Canal de navegación de 13 Kms en proyecto desde el principio
Número de esclusas:		1 esclusa (1 esclusa)	2 esclusas
Salto de cada esclusa:		24 metros (8 metros)	16.5 metros
* <i>Instalar una represa de embalse:</i>	Se instaló la represa efectuando un cierre perpendicular al eje del río	Se instaló la represa efectuando un cierre perpendicular al eje del río	Se instaló la represa efectuando un cierre perpendicular al eje del río
Salto del agua:	100 metros *	24 metros (8 metros)	33 metros
Vertedero:	14 compuertas	18 compuertas en el brazo principal 16 compuertas en el brazo Aña-Cuá	19 compuertas
Dispositivo para el pasaje de peces:	No se realizó un dispositivo para el pasaje de peces	Se realizó un canal para peces	Se realizó una escalada para peces
* <i>Utilizar hormigón para la construcción:</i>	Volumen de hormigón para la presa: 11.800.000 m ³	3.100.000 m ³ (598.700 m ³)	1.500.000 m ³
* <i>Construir diques en rocas impermeabilizadas:</i>	Longitud de los diques: 12,1 Kms *	48 Kms *	1,6 Kms (+)
* <i>Instalar turbinas:</i>	Tipo: Francis Número: 18	Kaplan 20 (más 10 en el futuro)	Kaplan 14
Potencia por generador:	700 MW	135 MW	135 MW
Potencia total instalada:	12.600 MW	4.050 MW	1.890 MW
Generación:	75.000 GWh	20.300 GWh	6.640 GWh

*Datos estimados por el autor

+ Datos redondeados

LA VULNERABILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES Y ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Tomando como base el libro **Directrices ambientales para la planificación y gestión de asentamientos** (1991) y el cuadro 4, se pueden caracterizar las vulnerabilidades regionales involucradas en los proyectos. En el caso de Itaipú, la selva misionera representa, como todo tipo de selva tropical húmeda, un hábitat natural para la vida animal y un medio de regulación del abastecimiento de aguas y del control de la erosión. Una importante alteración o degradación de la vegetación, como la deforestación, puede provocar en esta zona un cambio irreversible sobre la fauna, los suelos y el clima, con un aumento del calor y de las precipitaciones y, en consecuencia, un aumento de las inundaciones y de la difusión de enfermedades y parásitos. Sin ninguna duda, la vegetación es el recurso natural más importante de la selva misionera y su cuidado es esencial para el desarrollo sustentable.

CUADRO 4: DATOS CLIMATOLOGICOS, SUELOS, FAUNA Y FLORA DE LAS ZONAS DE LAS REPRESAS

DATOS	ITAIPU	YACYRETA	SALTO GRANDE
* <i>Región climática (mapa 4):</i>	Clima tropical pluvial	Clima tropical pluvial	Clima subtropical pluvial
Precipitación anual media:	1800 mm	1500 mm	1800 mm
Evaporación anual media:	1000 mm	1000 mm	1000 mm
Temperatura mínima media:	15 °C	15 °C	15 °C
máxima media:	25 °C	25 °C	25 °C
*Región de suelos (Mapa 5):	Planalto meridional central del Brasil	Llanura inundable del Paraguay-Paraná	Llanuras de Utuguay y sur de Brasil
Relieve:	Ondulado	Plano	De llano a ondulado
Elevación:	200-500 metros	100 metros	100-200 metros
Tipo de suelo:	Suelos derivados de roca ígnea básica	Suelos hidromórficos	Suelos derivados de areniscas y esquistos asociados con suelos hidromórficos
Textura y fertilidad:	-Suelos fértiles con alta friabilidad y textura baja en sílica y alta en hierro y magnesio -Suelos permeables con gran porosidad	-Textura arenosa y arcillosa en las capas subyacentes -Drenaje pobre y formación de esteros	Textura pesada y fertilidad inherente que varía de alta a media
Uso de la tierra:	-Explotación forestal	-Ganadería intensiva de bovinos	-Ganadería intensiva de bovinos.
Cultivos principales:	-Producción intensiva de cultivos (cítricos).	-Producción limitada de cultivos.	
Limitaciones naturales para la agricultura:			

En la zona de Yacyretá, además de un clima tropical con abundantes precipitaciones, la región tiene suelos de textura arenosa y arcillosa y de relieve muy plano. Así, la abundancia de agua que cae sobre el suelo plano y de drenaje inadecuado provoca inundaciones extensas y facilita la formación de esteros en la región. Las consecuencias se observan en la detección de erosión hídrica y eólica relevantes en una gran parte de la zona de Yacyretá. La vulnerabilidad de la región se destaca en sus suelos y en la fuerte interrelación de éstos con el clima que genera la erosión.

En el caso de Salto Grande, los suelos y el clima siempre fueron favorables para la producción de una amplia variedad de cultivos. Hoy en día, los suelos representan el recurso natural más vulnerable de la región. El uso intensivo y continuo en actividades agropecuarias facilitó la degradación presente de los mismos. Se puede observar una relevante pérdida de la fertilidad de los suelos de la región de Salto Grande y se detecta una erosión hídrica de ligera a moderada. Además, en los últimos años, se notó un cambio climático con precipitaciones anuales más abundantes e inundaciones frecuentes debido a la falta de drenaje adecuado. Las frecuentes inundaciones influyen sobre la calidad de las aguas y contribuyen a la difusión de enfermedades epidémicas y de parásitos.

Teóricamente, la vulnerabilidad de los recursos, como un aspecto de la cuestión ambiental, fue relativamente estudiada en los proyectos de las centrales hidroeléctricas. En Itaipú, se hicieron informes sobre las cuestiones ambientales y seminarios sobre el medio ambiente. En Yacyretá, se estudiaron la calidad del agua, la población piscícola y el mejoramiento de las condiciones sanitarias y, en el Salto Grande, se realizó un sistema de vigilancia para detectar cambios en el medio ambiente y prevenir sus consecuencias. Pero en la realidad, los proyectos no fueron tomados en consideración teniendo como base los resultados de los análisis, porque los impactos previsibles sobre el medio ambiente y los asentamientos humanos siguieron siendo evidentes después de la implementación de los proyectos. Por ejemplo, en Itaipú, la reforestación que se hizo después de una amplia deforestación de la margen brasileña no fue la apropiada. Los árboles de crecimiento muy rápido, que fueron plantados en la margen, no crecieron, por el contrario, destruyeron la fertilidad de la tierra. En Yacyretá, la extensión del lago, además de provocar el desmonte del terreno antes de inundar, influyó sobre la calidad del agua y de los suelos con un importante aumento de la salinidad. En Salto Grande, el desplazamiento de la totalidad de la ciudad de Federación provocó muchos problemas para los ciudadanos.

PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA PREVENIR LOS IMPACTOS DE LAS REPRESAS HIDROELECTRICAS.

El conocimiento de los impactos ambientales y sociales de las represas hidroeléctricas debe ser considerado en forma profunda en la elaboración de los proyectos. En la actualidad, algunas organizaciones como el Banco Mundial y el BID (Banco Internacional de Desarrollo) se preocupan por los impactos de este tipo de proyectos. El Banco Mundial, antes de considerar cualquier tipo de financiamiento, requiere una evaluación completa y detallada de los proyectos que podrían causar daños graves, como los de las centrales hidroeléctricas. La falta de planificación en el desarrollo podría ocasionar en un futuro cercano la pérdida de los beneficios regionales del desarrollo.

Para cualquier proyecto, es necesario seguir un plan de estudio que debería empezar por el inventario de la variedad y cantidad de los recursos naturales, y un análisis de la vulnerabilidad de los mismos en la región involucrada. En segundo lugar, se deben estudiar las interrelaciones reales e hipotéticas de los proyectos con el medio ambiente y los asentamientos humanos de la zona. A partir de estas dos bases de datos combinados, se puede elegir o cambiar un proyecto existente para lograr una mejor compatibilización con los ecosistemas humanos y ambientales. Después de la elección, se puede efectuar la coordinación del proyecto y su implementación, teniendo en consideración un programa de observación y vigilancia de los ecosistemas en cada etapa de evolución del proyecto. En la elaboración de este plan de desarrollo, el **Manual de gestión ambiental para obras hidráulicas de aprovechamiento energético**, elaborado por la Secretaría de Energía de la Nación Argentina en 1987, representa una base para el estudio socio-ambiental de los recursos a nivel del inventario, de la prefactibilidad, de la factibilidad y del proyecto ejecutivo.

Además, para considerar todos los aspectos de los impactos negativos, se debería reunir un equipo de profesionales multidisciplinarios en : hidrología, climatología, geología, botánica, fauna, salud, etc. El tratamiento de la información proveniente de los especialistas será de suma importancia para el éxito ambiental, social y económico de los proyectos.

Se pueden dar ciertas recomendaciones para la planificación de proyectos hidroeléctricos relacionadas con los ecosistemas ambiental y humano, con las instalaciones y, en general, con el desarrollo de la navegación en las áreas de influencia de las centrales, a saber:

*ECOSISTEMA AMBIENTAL:

- Establecer metodologías para la evaluación a priori del impacto ambiental global de los proyectos a corto, mediano y largo plazo.

- Evaluar las características de los recursos -suelo, aire, agua- para establecer la capacidad máxima que pueden soportar.
- Elaborar una lista roja de las especies animales y vegetales en peligro en la región.
- Imponer un caudal mínimo o caudal ecológico en relación con el caudal nominal (en España: caudal ecológico = 10% del caudal nominal).
- Diseñar un dispositivo para el pasaje de peces (obligatorio en la Comunidad Europea).

***ECOSISTEMA HUMANO:**

- Planificar el movimiento de los asentamientos humanos en relación con la vulnerabilidad de la región.
- Tomar medidas para proteger a la población humana en zonas donde existen ciertos peligros.
- Promover la participación de la población en el mejoramiento de las condiciones de vida.
- Diseñar sistemas urbanos sanitarios adecuados a la región.
- Coordinar las necesidades energéticas de la sociedad con el desarrollo de la región.
- Planificar el aumento del turismo y uso recreativo del área.

***INSTALACIONES:**

- Prohibir construcciones no planificadas a corto, mediano y largo plazo.
- Limitar el número de proyectos de grandes centrales, fomentando los proyectos de centrales hidroeléctricas de pequeño tamaño que tienen impactos escasos.
- Tomar en cuenta los modelos de centrales ambientalmente compatibles, tanto del país como del extranjero, y adaptarlos a la región.

***GENERALES:**

- Establecer una red regional e internacional de intercambio de información y base de datos.
- Conseguir soluciones para minimizar los problemas presentes antes de implementar nuevos proyectos.
- Establecer límites a la transformación geográfica de la región.
- Fomentar el uso de energías renovables como la energía solar para el balizamiento de las vías de navegación.
- Planificar la excavación y el dragado de las vías fluviales.
- Desarrollar planes de contingencia de cada país para proteger la región en el caso de derrames de barcos.

- CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN. «Complejo Yacyretá», en *Construcciones*, Buenos Aires, Nº 312, 1985.
- COMISIÓN TÉCNICA MIXTA DE SALTO GRANDE. *Guía práctica del estudiante técnico*, Buenos Aires, Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, 1984.
- CONTROL DE DERRAMES EN SISTEMAS ACUÁTICOS. *Periódico regional Sistemas Argentinos y del mundo*, Campana, Año II, Nº 11, 1993.
- CORTESE, E. «La Argentina: país geopolíticamente agredido», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año VII, Nº 21, 1981.
- Cuenca del Plata: estudio para su planificación y desarrollo*, Washington, D.C., OEA., 1971, tomo 1, 2 y 3.
- DALLANEGRA PEDRAZA, L. «Análisis estructural del comportamiento externo de los países del Plata», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año X, Nº 29, 1984.
- DE LUÍSE, R. «Hidrovía Paraguay-Paraná: navegando hacia la integración regional», en *Simetría*, Buenos Aires, Año 1, Nº 2, 1991.
- BANCO MUNDIAL. *Desarrollo y medio ambiente. Informe sobre el desarrollo mundial 1992*, Washington, D.C., 1992.
- ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ. *Descripción del emprendimiento Yacyretá*, 1989.
- DI PACE, M. *Las utopías del medio ambiente. Desarrollo sustentable en la Argentina*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1992.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES. *Directrices ambientales para la planificación y gestión de asentamientos*, Madrid, 1991.
- «Documento regional de experiencias nacionales en pequeñas centrales hidroeléctricas», en *Revista Energética*, Quito, Año 12, Nº 1, 1988.
- ECHEVERRÍA, A.E. «Itaipú: en concreto, ¿Qué es?», en *Veritas*, Buenos Aires, Año 49, Nº 523, 1979.
- «El medio ambiente y los recursos: el Banco Interamericano de Desarrollo», en *Revista Energética*, Quito, Año 16, Nº 1, 1992.
- FRAGA, J.A. *Ensayos de geopolítica*, Buenos Aires, Instituto de Publicaciones Navales, 1985.
- FREIXINHO, N. «Itaipú, el proyecto hidroeléctrico brasileño-paraguayo», en *Revista Energética*, Quito, Año 16, Nº 2, 1992.
- HOLTZ, A.C.T. «Problemas e importancia del potencial hidroeléctrico de América Latina y el Caribe», en *Revista Energética*, Quito, Año 16, Nº 1, 1992.
- IBAÑEZ, C.A. «La Hidrovía, decisivo factor para la integración. Proyectos complementarios para el canal de navegación Paraguay-Paraná», en *Periódico regional Sistemas Argentinos y del mundo*, Campana, Año II, Nº 11, 1993.
- ITAIPÚ BINACIONAL. *Resumo do projeto Itaipú*, Graphos, 1980.
- ITAIPÚ BINACIONAL. *Segundario seminario de la Itaipú Binacional sobre medio ambiente*, Foz do Iguaçu, Itaipú Binacional, 1987.
- KOUTOUDJIAN, A. «Hidrovía Paraguay-Paraná: Apreciación geopolítica y económica de su interés», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año XVI, Nº 41, 1990.

- KUGLER, W.F. «Inundación y erosión del suelo en la Cuenca del Plata», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año IX, N° 27, 1983.
- LEGISA, J. et al. «Salto Grande: Modelo de integración», en *Revista Energética*, Quito, Año 16, N° 2, 1992.
- MARINI, J.F. *El conocimiento geopolítico*, Buenos Aires, Círculo Militar, 1985.
- MAZONDO, J.O. «La navegación en la Cuenca del Plata», en *La Hidrovía Paraguay-Paraná. Factor de integración*, Buenos Aires, Boletín del Centro Naval, 1992.
- MILIA, F.A. et al. «Comentario analítico», en *La Hidrovía Paraguay-Paraná. Factor de integración*, Buenos Aires, Boletín del Centro Naval, 1992.
- MONETA, C.A. «Las relaciones argentino-brasileñas. Factores ideológicos, económicos y geopolíticos relevantes», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año VI, N° 19, 1980.
- «Obras hidroeléctricas. Salto Grande», en *La Ingeniería*, Buenos Aires, N° 1040, 1979.
- PAEZ, R. «Historia del problema, síntesis de la situación», en *La Hidrovía Paraguay - Paraná. Factor de integración*, Buenos Aires, Boletín del Centro Naval, 1992.
- PELLIZZETTI, B. «Influencia argentina en la Cuenca del Plata», en *Geopolítica*, Buenos Aires, Año XVIII, N° 45, 1992.
- PREGO, A.J. «Erosión actual en la República Argentina. Conclusiones y recomendaciones», en *El deterioro del Ambiente en la Argentina*, Buenos Aires, Fundación para la educación, la ciencia y la cultura, 1988.
- «Provincia de Entre Ríos: datos generales», en *Representación gobierno de Entre Ríos en Capital Federal*, Buenos Aires, 1992.
- Proyecto de navegación para el sistema de los ríos paraguayos*, Buenos Aires, 1963.
- ROJAS, I.F. «La defensa de nuestras aguas fluviales», en *La Prensa*, Buenos Aires, 18/08/1970.
- ROSSI, F. *Geografía de la República Argentina*, Buenos Aires, Editorial Stella, 1981.
- ONU. «Salto Grande: proyecto de aprovechamiento binacional de propósitos multiples», en *Recursos Naturales*, New York, ONU, Serie del agua N° 10, 1983.
- SÁNCHEZ BONIFATO, C.L. «Se volvió a navegar aguas arriba de Yacyretá», en *La Hidrovía Paraguay - Paraná. Factor de integración*, Buenos Aires, Boletín del Centro Naval, 1992.
- SANGUINETTIN, J. «Conferencia sobre aspectos socio-políticos y económicos de la Hidrovía», en *Revista Geográfica*, Río de Janeiro, N° 114, 1991.
- SPALLANZANI, P. «Integración del río Uruguay de la Hidrovía Paraguay - Paraná. Navegación en la Cuenca del río Uruguay», en *La Hidrovía Paraguay - Paraná. Factor de integración*, Buenos Aires, Boletín del Centro Naval, 1992.
- TRINDADE, S.C. «Energía, cambios tecnológicos y medio ambiente: América Latina y el Caribe en el contexto mundial hasta el año 2010», en *Revista Energética*, Quito, Año 16, N° 3, 1992.