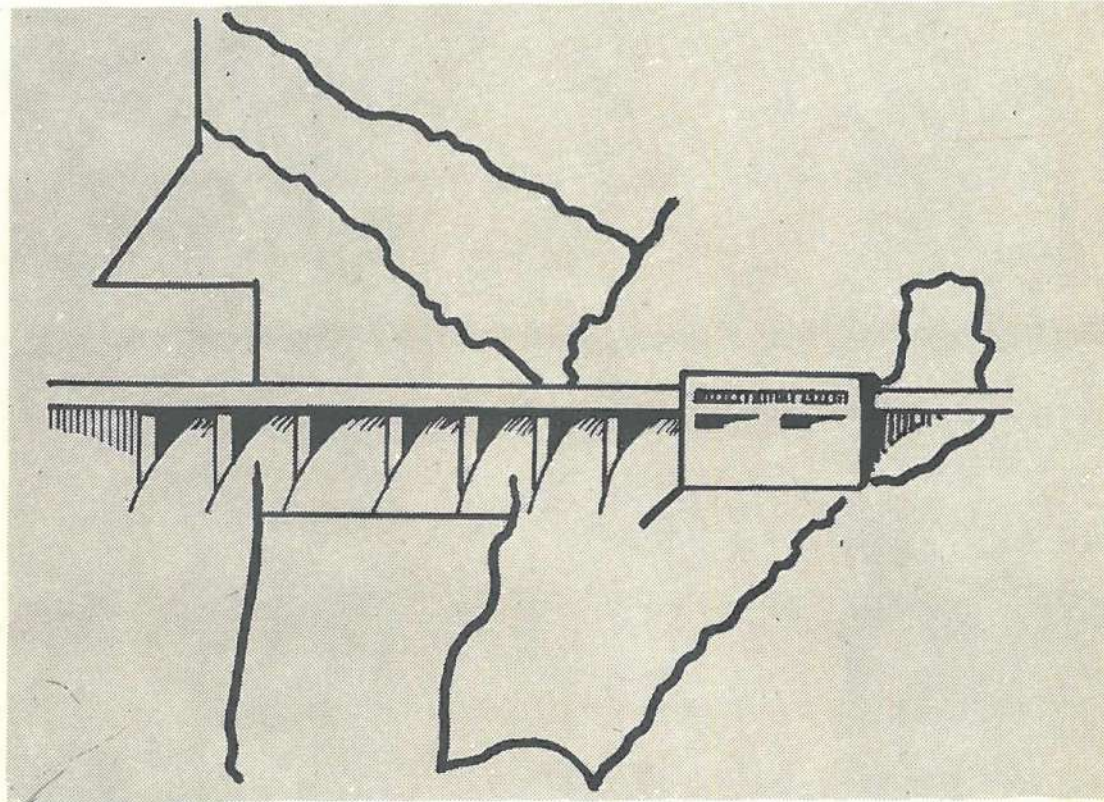


ISSN - 0325 - 2973

MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL SECTOR ARGENTINO DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LAS GRANDES OBRAS HIDROELECTRICAS

Por Ing. ELISEO POPOLIZIO



TOMO 16 - No. 1

CENTRO DE
GEOCIENCIAS
APLICADAS

SERIE "C"

INVESTIGACION
AÑO 1981



FACULTAD DE HUMANIDADES. FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
LAS HERAS 727 - 3500 - RESISTENCIA - CHACO - REP. ARGENTINA - 1981

MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL SECTOR ARGENTINO DE LA CUENCA DEL PLATA EN RELACION CON LAS GRANDES OBRAS HIDROELECTRICAS*

por Ing. Eliseo Popolizio

* Presentado al II Seminario Interamericano de hidroelectricidad Buenos Aires - 1979 -

RESUMEN

En este trabajo se pretende destacar el papel catalizador y multiplicador del desarrollo que juegan las grandes obras hidroeléctricas y las ventajas de integrarlas al manejo global de los recursos hídricos.

Se inicia con algunas consideraciones sobre los motivos por los cuales ellas provocan y desencadenan una serie de modificaciones sobre el sistema biosférico y antrópico.

En la segunda parte se analiza resumidamente la singularidad del subsistema del sector argentino de la Cuenca del Plata, que se presenta como de alta variabilidad espacio-temporal.

En la tercera parte se consideran los mas importantes proyectos y procesos que están alterando el subsistema y aquellos que al ponerse en práctica presionarán fuertemente sobre él, no solamente en los aspectos fisiográficos sino también sobre los socioeconómicos con estados de retroalimentación que deben ser controlados.

En la cuarta parte se analizan tres subsistemas de manejo hídrico que aumentarían la variabilidad del sistema conjunto de control: la navegación, las pequeñas obras hidroeléctricas y el retrobombeo.

Finalmente se pretende hacer comprender que un sistema de alta variabilidad como el subsistema del sector Argentino de la Cuenca del Plata, sólo se podrá controlar con otro manejo del mismo orden de variabilidad.

La integración de las grandes Obras Hidroeléctricas con esos y otros subsistemas, permitirá aumentar los homeóstatos de regulación y disminuir la amplitud de oscilación de los procesos naturales, mejorando la eficiencia y disminuyendo las expectativas de riesgo.

MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL SECTOR ARGENTINO DE LA CUENCA DEL PLATA, EN RELACION CON LAS GRANDES OBRAS HIDROELECTRICAS.

INTRODUCCION: El objeto de este trabajo es relacionar las grandes obras hidroeléctricas del sector Argentino de la Cuenca del Plata con el manejo integral de los recursos hídricos de la zona (Fig.1)

Frecuentemente se asocia el concepto de gran obra hidroeléctrica a la cantidad de KW instalados o a la potencia generada, pero entendemos que esto es minimizar la significación de estas obras.

La verdadera importancia y categoría de gran obra hidroeléctrica surge de la condición de catalizadora de un proceso de cambio a nivel macrorregional y factor multiplicador del desarrollo.

Desde este punto de vista, este tipo de estructuras no puede reducirse al tamaño de la obra civil, ni a la potencia generada en bordes, sino que se proyecta al entorno de la biósfera y al campo socioeconómico.

Ello implica un cambio de óptica en el análisis de la factibilidad de la obra, que lleva a considerar otra serie de aspectos ambientales y socioeconómicos, positivos y negativos, que transfieren la problemática al campo de los proyectos de desarrollo y requieren lógicamente la participación de equipos multi e interdisciplinarios para proyectarla y evaluarla.

La gran obra hidroeléctrica debe considerarse como el motor de un macrosistema abierto y multivariable, de alta capacidad de interacción con los sistemas biosférico y antrópico.

Frecuentemente y ante la angustiada necesidad creciente de energía barata y limpia, la gran obra hidroeléctrica es vista simplemente o casi exclusivamente, como un emprendimiento energético.

Pero la puesta en marcha de estos complejos provocan un salto impresionante de la oferta en un lapso muy corto de tiempo, es decir, un impacto muy fuerte sobre el sistema antrópico cuyos efectos deben preverse.

De la misma manera, origina una profunda y permanente alteración del sistema biosférico, en algunos casos más allá de su capacidad de estabilidad, que debería conocerse con suficiente antelación a fin de evitar o minimizar los efectos negativos que originan.

Creemos interesante analizar un poco más en detalle estas alteraciones a las que hacemos referencia, porque no son estáticas ni espacialmente puntuales.

El primer impacto se produce durante la etapa de estudio y proyectos al generarse una demanda más o menos localizada de recursos humanos y asesoramiento externo, cuya disponibilidad e ingreso debe estudiarse racionalmente. Ello provoca una expectativa sobre localización, disponibilidad de energía, equipamiento, infraestructura y efectos positivos que no siempre se prevén a tiempo.

El segundo impacto tiene lugar en la etapa constructiva, con una gran demanda de recursos humanos, e inversiones que deben ser estudiadas y previstas con suficiente antelación, a fin de asegurar su financiación y por consiguiente, los plazos de ejecución y no crear falsas expectativas del manejo de cifras sobre el máximo personal ocupado durante el pico de la obra.

La inversión en tecnología, capital y recurso humano, durante esta etapa, debe ser analizada con gran objetividad y con proyección futura que aseguren rentabilidad y estabilidad.

Este impacto no es puntual ni siquiera regional, porque se propaga a todo el país dada la magnitud de las obras, el tipo de tecnologías, personal necesario y las inversiones que deban encuadrarse en el plan nacional y en las negociaciones internacionales que asignen la financiación y provisión de determinado equipamiento.

El tercer impacto es el de más larga duración, con efecto multiplicador y se inicia al entrar en servicio la obra.

En primer lugar, en muy corto tiempo se altera el sistema natural aguas arriba y aguas abajo, pudiendo aparecer efectos negativos de todo orden, tanto o más serios cuanto menos estudiadas hayan sido las etapas anteriores.

En segundo lugar, comienzan a concretarse los múltiples propósitos de la obra. La energía se integra al despacho unificado de carga, modificando el sistema, propagando sus efectos a miles de Km. de la obra, y condicionando su operación al complejo conjunto de aporte energéticos de otras fuentes.

El lago de embalse genera influencias directas e indirectas sobre el escurrimiento interior, sobre las márgenes, sobre el microclima y en general sobre el ambiente, pero permite nuevas actividades vinculadas al turismo, la pesca e incluso la navegación, si estuviera prevista.

Aguas abajo se altera el régimen natural en función de la operación de la central y pueden surgir problemas con la navegación, la estabilidad del lecho, la migración aguas arriba de los peces, la necesidad de diques compensadores, etc.

Además, las obras pueden permitir el riego aguas abajo o la recuperación de tierras antes inundables, la disponibilidad de aguas para grandes acueductos y/o retro-bombeo.

La navegación introducida como variable optativa, puede modificar profundamente los costos de transporte, el emplazamiento de las localidades marginales y por ende, los flujos de servicios en todo el ámbito regional, alterando la rentabilidad de ciertas actividades.

Finalmente, el uso de la pendiente, la afectación directa e indirecta del embalse y la operación de la central, originarán problemas legales interjurisdiccionales, que deben ser previstos con suficiente antelación, contemplando las regalías, indemnizaciones por expropiación y lucro cesante y régimen de operación compatibles con los intereses en juego en cada caso.

Creemos innecesario ampliar consideraciones sobre el tema porque entendemos que las expuestas son suficientes para comprender el efecto multiplicador de beneficios y problemas a gran escala que estas obras originan y constituyen uno de los más grandes desafíos a la capacidad del ingenio humano.

2. EL SUBSISTEMA ARGENTINO DE LA CUENCA DEL PLATA

En el punto anterior hemos mencionado que la magnitud de las grandes obras hidroeléctricas da lugar a profundas alteraciones en los sistemas biofísicos y antrópicos.

Por ello es necesario conocer el comportamiento de estos sistemas con anterioridad a la ejecución de dichas obras.

Si bien es cierto que analizar sistemas de este tipo, de alta complejidad y variabilidad espacio-temporal no es nada simple, desde el punto de vista del manejo de la cuenca hídrica interesa conocer cuáles son las variables, los procesos, sus niveles de interacción, sus homeóstatos y sus umbrales de percepción e irreversibilidad.

Frecuentemente los sistemas que analizamos son abiertos, de manera que tienen un ingreso y un egreso, por consiguiente las alteraciones pueden ocurrir como consecuencia de modificaciones en la entrada, en la salida o en el interior.

Frente a esas alteraciones el sistema reacciona bajo la influencia de sus homeóstatos, tratando de mantener un equilibrio que frecuentemente es pulsátil.

Cuando más grande es un sistema más alto es su nivel de percepción y se necesita una alteración muy fuerte para que la perciba y reaccione frente a la misma. Pero no debemos olvidar que independientemente del tamaño, todos los sistemas tienen un nivel de irreversibilidad, es decir, cuando la acción externa sobrepasa ciertos niveles el sistema no puede recuperarse por sí solo, y cambia totalmente. Las posibilidades de manejo dependen fundamentalmente del control que se puede ejercer sobre el ingreso, el egreso y los homeóstatos que los regulan, pero en la práctica, los sistemas se interaccionan entre sí en paralelo o en serie, constituyendo macrosistemas cuya complejidad aumenta en proporción a la cantidad de subsistemas que los integran.

De lo antedicho surgen dos conceptos fundamentales: el primero implica que un sistema de alta variabilidad solo puede controlarse con otro sistema del mismo orden de variabilidad; el segundo, que la integración de sistemas en macrosistemas aumenta la capacidad de regulación.

El sector argentino de la Cuenca del Plata evidentemente constituye un macrosistema de alta complejidad y variabilidad espacio-temporal, con el agravante de que gran parte de sus ingresos provienen de fuera de él. Además, casi toda su periferia constituye límite internacional y por consiguiente en un elemento homeostático, desde el punto de vista jurídico institucional.

Internamente, la mayor parte del sector se sustenta sobre una planicie de un relieve de plataforma, en su borde occidental se inicia en una zona montañosa y en su extremo noreste en una maseta.

Por su parte, la misma planicie permite una subdivisión en grandes unidades morfológicas que se ven afectadas por las áreas vecinas mencionadas, directa o indirectamente en sus sistemas biótico, antrópico y de escurrimiento.

Esas características morfológicas no ejercen influencia apreciable en el desplazamiento de las masas de aire, lo que permite una gran variabilidad espacio-temporal de las condiciones de tiempo, influenciadas por la latitud. No obstante, en valores medios, predomina un gradiente con máximos térmicos en el sector norte y un gradiente pluviométrico con máximos en el sector este (excepción hecha de la zona montañosa).

Tampoco podemos dejar de mencionar el aumento de la continentalidad hacia el oeste, que alcanza su máxima en el centro norte.

Como resultado de la interacción entre las condiciones climáticas y morfológicas (en cuyos detalles no podemos entrar en este trabajo), el sistema biofísico se caracteriza por una alta variabilidad espacial y temporal.

Debemos destacar que esa misma variabilidad le da estabilidad, ya que los suelos, la vegetación y la hidrología se han adaptado a través del tiempo para responder a ese ritmo pulsátil.

Es por ello que predominan los tipos transicionales que pueden responder mejor a lo que vulgarmente se conoce como sequías e inundaciones.

Finalmente, debemos tener presente que debido a la faja latitudinal, el sistema morfológico tiene tendencia a cambiar hacia las condiciones naturales expuestas anteriormente que influyen marcadamente en los aspectos socioeconómicos, y originan también un ritmo pulsátil que aumenta los riesgos de explotación, provoca incertidumbre, favorece los desplazamientos de la población y crea periódicamente situaciones de emergencia. Estas últimas obligan a la intervención del Estado y a afectar recursos que no consiguen erradicar el problema.

Tampoco debemos olvidar que la comercialización de los productos de la zona se integran al macrosistema nacional e internacional, (también pulsátil) y en algunos aspectos sectoriales, de gran amplitud.

Como conclusión de lo antedicho podemos decir que la variabilidad es una condición esencial del subsistema. Desde el punto de vista del desarrollo es conveniente reducir la amplitud de la variabilidad, a fin de aumentar los márgenes de seguridad. Pero no debe llegarse a anular el ritmo pulsátil, ya que ello implicaría alcanzar el nivel de irreversibilidad y poner en peligro no sólo el sistema ecológico sino también el socioeconómico.

Para lograrlo se puede actuar sobre los distintos subsistemas: hidrológico, parcelario y de tenencia de la tierra, tecnológico, financiero, etc. Evidentemente se minimizarán los costos si se actúa simultánea y coherentemente sobre el mayor número de ellos, ya que de esta manera se lograría aumentar los homeóstatos y la variabilidad del sistema de control.

3. LAS MODIFICACIONES INTRODUCIDAS Y A INTRODUCIR EN EL SUBSISTEMA.

Es importante tener presente que en la actualidad no estamos presenciando la evolución del subsistema en su estado natural, sino que se encuentra alterado por acción antrópica.

Al referirnos a este punto, no estamos hablando exclusivamente de la acción que crean las represas ya instaladas en el sector brasileño, sino en igual medida, a la presión que se ejerce sobre el subsistema desde la llegada de los europeos a estas tierras.

La expansión agrícola-ganadera, las obras de infraestructura y, en general casi todas las actividades del hombre, han alterado las condiciones biosféricas en un nivel mucho mayor del que frecuentemente se imagina, y los cambios que se observan en el escurrimiento, en gran parte, tienen allí sus causas.

Tal como ha ocurrido en otras partes del planeta, a medida que aumenta la población y la tecnología, la presión sobre los homeóstatos naturales aumenta proporcionalmente y se hace cada vez más imperiosa una planificación prospectiva que prevenga la mayor parte de los desequilibrios que habrán de originarse, estableciendo los procedimientos operativos para controlarlos.

Son innumerables los procesos y las obras que están alterando, y alterarán aún más el subsistema. Nos encontramos en los umbrales del arranque de un proceso de cambio muy grande, que generará un impacto enorme, cuyos efectos deben preverse con suficiente antelación.

A los fines de dar una pauta general, agrupamos las obras y procesos en base a analogías de efectos:

3.1. La expansión de las fronteras agropecuarias:

Este es un proceso externo e interno. En efecto, la población boliviana ha iniciado el corrimiento de una frontera de avance que se desplaza hacia el centro del continente, desde el altiplano hacia las planicies interiores. Como resultado de ello, se ocupan rápidamente las yungas y el piedemonte andino, con el consiguiente talado de la cobertura vegetal y el incremento acelerado de la erosión, facilitada por las fuertes pendientes morfoclimáticas del área.

De la misma forma, en Brasil hace tiempo que la frontera avanza hacia el interior, apoyada y sustentada por las grandes metrópolis del planalto, arrasando con la vegetación natural y reemplazándola por cultivos.

Sus efectos se extienden hasta el Pantanal cuya recuperación podría alterar sensiblemente el escurrimiento del río Paraguay.

Lo expuesto resumidamente, implica que las entradas del subsistema serían alteradas cada vez más, ya que la ocupación del oriente paraguayo generará problemas semejantes.

Internamente, la expansión hacia el oeste en Chaco y Formosa y el reemplazo de la selva por coníferas en Misiones, son ejemplos que nos llaman seriamente a la reflexión, si tenemos en cuenta la alta susceptibilidad de estas áreas a la presión antrópica cuyo manejo debería estudiarse con extremo cuidado.

La remoción del suelo, por efecto hídrico y/o eólico, se va extendiendo como una mancha de aceite por la periferia sin que se hayan tomado todas las medidas necesarias para su control.

3.2. La polución:

Sería muy largo detenernos a analizar todos los aspectos incluidos en esta temática, por ello sólo resaltarémos los más importantes.

Es necesario hacer una consideración preliminar (por sus graves implicancias) a la situación de "aguas abajo" del subsistema argentino de la Cuenca del Plata; ello implica que, siendo los cursos vehiculadores de elementos de polución, agentes y vectores de enfermedades hídricas, los problemas de este tipo que se generen aguas arriba tenderán a ingresar al subsistema y propagarse, tanto más cuanto mayor sea la integración lograda.

Tal vez sean tres los aspectos fundamentales: 1) La polución generada por el arrastre de biocidas que aumentará proporcionalmente con la ocupación agropecuaria de la zona; 2) La polución por nutrientes arrastrados hacia los embalses, que podrían originar procesos de eutrofización; 3) La polución por efluentes industriales y urbanos cuya tendencia será aumentar con el desarrollo; 4) La propagación de enfermedades hídricas por la existencia o instalación de vectores y/o agentes patógenos.

Este es un aspecto muy serio de la problemática porque su control no es fácil, en base a la experiencia mundial, y deben iniciarse inmediatamente las medidas operativas que permitan reducir sus efectos y controlar su propagación.

3.3. Obras de regulación (Fig. 2):

Podemos destacar aquí las de las cuencas del río Bermejo y del Pilcomayo, cuyos aportes de sedimentos alcanzan valores enormes y que por su comportamiento morfogenético se asemejan más a macrotorrentes que a ríos en sentido estricto.

Con fuerte tendencia a cambios de cauce, el segundo ya ni siquiera tiene continuidad en la llanura y está reiniciando un proceso aluvial que lo llevará a cambiar de posición.

Las obras previstas y las que podrían encararse pueden modificar seriamente el subsistema, especialmente si los enormes caudales sólidos que se vuelcan al río Paraguay son retenidos aguas arriba. El encuentro Paraná-Paraguay indica una alta inestabilidad de canales como consecuencia de los valores diferentes de turbidez y un fenómeno de río doble se propaga kilómetros aguas abajo y será muy probablemente afectado.

Además se afectará el ritmo hidrológico de los cursos, con lo cual se alterará toda su morfodinámica, generándose cambios en sus meandros, lechos, riberas, etc., con influencia directa en la ecología de la planicie fluvial. Ello afectará el comportamiento de la fauna ictícola de manera sensible por los cambios en la turbidez, nichos ecológicos y ritmo estacional. Sus ventajas serán las de asegurar un caudal regulado y evitar los riesgos de crecientes depredatorias, los cambios de cauce y la disponibilidad de agua para consumo y riego.

Excluimos de este punto a las grandes obras hidroeléctricas, para tratarlas posteriormente, pero no podemos dejar de hacer notar que la planicie fluvial del río Paraná en su sector de lecho móvil, está condicionado a un ritmo pulsátil de caudales y velocidades que ya se han alterado y se alterarán aún más con las mencionadas obras.

3.4. Proyectos de Riego:

Si bien ellos se desarrollan y se ampliarán preferentemente en el sector occidental, las posibilidades y consecuencias del mismo se dan más en el sector oriental y deberán considerarse.

El riego alterará la cubierta vegetal (por la expansión del área agrícola) el balance hídrico del suelo y el escurrimiento superficial y subterráneo y debe manejarse con sumo cuidado en el oeste por los problemas que originaría la ascensión de sales.

En Formosa, Chaco, Santiago del Estero se están encarando estudios sobre el desarrollo de áreas de regadío de extensiones considerables; en este punto no puede olvidarse el proyecto de los canales del Bermejo.

Es de destacar que el ritmo pulsátil originado por las condiciones climáticas y amplificado por las morfológicas, indican la necesidad de introducir el riego como variante de proyectos de desarrollo, a fin de evitar la incertidumbre en la producción de gran cantidad de productos, aún en áreas donde el promedio de las precipitaciones pareciera indicar la ausencia de déficit hídrico.

Por otra parte, la formación de distritos de riego facilitaría la radicación de la población e integrados en proyectos de desarrollo agroindustrial, podrían constituir nuevos homeóstatos del sistema socioeconómico.

3.5. Los retrocanales y el retrobombeo: (Fig. 4)

Sus posibilidades han sido esbozadas hace tiempo y su necesidad aumentará en la medida que se agoten los recursos hídricos del área occidental. Sus ventajas son muchas y podrían extender los sectores bajo riego, además de atender a los usos humanos e industriales.

El retrobombeo podría hacerse en los retrocanales, o bien en algunos sectores, con embalses escalonados en la llanura o incluso mediante un sistema mixto.

3.6. Proyecto de recuperación de tierras inundables (Fig.3)

Sus posibilidades son enormes, tantas como sus riesgos por mal manejo. Fuera del sector argentino el mayor proyecto es el del Pantanal, pero en Paraguay existen posibilidades de lograrlo entre el Neembucú y el río Paraná.

En Argentina, la extensión que abarcan las zonas inundadas o inundables es inmensa y estudios de recuperación existen por todas partes, surgidos en principio para regular las inundaciones, y luego para controlar las sequías. Todo el este de Formosa, Chaco y Santa Fe se encuentra en estas condiciones, destacándose los estudios realizados en los Bajos Submeridionales y los de Norchaco. En Corrientes, prácticamente con excepción de los niveles más altos de su extremo nordeste y centro sur, todo el resto permite implementar planes de recuperación.

Sin embargo el problema más serio de estos espacios es la falta de disponibilidad de recarga durante la estación seca y la baja capacidad de almacenamiento en las zonas llanas por la poca variación del relieve y la alta evaporación. De allí que si no se estudia su interconexión con otros proyectos (que permitan recarga), los efectos de la sequía pueden llegar a ser más serios que los de las inundaciones, y las modificaciones ecológicas muy grandes, ya que la mayoría de las fisonomías vegetales están adaptadas al ritmo pulsátil determinado por aquellas.

3.7. Proyecto de navegación:

Si bien es cierto que, excluyendo los grandes cursos, el más viejo y conocido de los proyectos es el de los canales del Bermejo, la llanura ofrece posibilidades de crear un sistema de navegación interior que sirva además de elemento homeostático y canal de flujo y reflujo para sistemas complejos de manejo. La Figura 5 muestra un proyecto modificador de canales del Bermejo para integrar los al manejo de los Bajos Submeridionales. El sector oriental de Formosa presenta características hidromorfológicas que permitirán implementar proyectos de este tipo y en Corrientes, en las primeras décadas de este siglo, se esquematisó un sistema de canales navegables para toda la Provincia y hoy se está estudiando su factibilidad.

En realidad, son las condiciones que imponen las áreas inundables las que determinan canales cuyas secciones permitan o no la navegación y no es ilógico preparar los sistemas de manejo con esta óptica, aún cuando inicialmente no sean usados como medios de transporte sino más bien como evacuadores de excedentes hídricos, como elementos de interconexión de las diferentes cuencas, o bien, como elemento de conducción para el retrobombeo, y lo más probable, para soluciones combinadas.

3.8. Las pequeñas obras hidroeléctricas

Si bien es cierto que los desniveles no son grandes en las llanuras, las posibilidades de instalar microcentrales presenta un campo muy grande de aplicación. El primer ejemplo lo constituyó el proyecto de canales navegables del Bermejo que preveía la instalación de una serie de microcentrales a lo largo de los canales, donde obligatoriamente había que establecer los desniveles. En el estudio de los Bajos Submeridionales, se analizó la posibilidad de emplazar algunas en el dorso oriental aprovechando el desnivel con el valle del río Paraná.

En Corrientes, las Cuencas del Macrosistema oriental presentan mucho mejores condiciones por el mayor desnivel; por supuesto son Misiones y los piedemontes y estribaciones de las sierras del oeste, los que permitirían centrales de este tipo o mayores.

El desarrollo de la tecnología ha permitido el aumento de la eficiencia de este tipo de obras, aún trabajando con caudales pequeños y saltos muy reducidos.

Por otra parte, en las zonas llanas, su interconexión a la red general permitiría que puedan trabajar al revés en horas de mínima demanda, actuando como centrales de bombeo, mejorando la capacidad de los reservorios en épocas de gran demanda, e incluso, actuando en cadenas podrían retrobombear agua de los grandes cauces hacia el interior, representando así un nuevo elemento regulador para el problema de las sequías.

Entendemos que esto representa un vasto campo poco explotado que podría ser abastecido con la tecnología nacional y establecer fuentes de generación para demandas locales, pero sobre todo, para actuar como elementos de regulación de un sistema de manejo integrado.

3.9. Las grandes obras hidroeléctricas: (Fig. 2)

Su nivel de presión sobre el subsistema será enorme si consideramos la magnitud de las mismas. Por ejemplo, las dos obras del Paraná Medio generarán el equivalente al total actual del país.

Pero directa o indirectamente serán aprovechamientos de propósito múltiple, ya que además de la generación de energía, facilitarán la navegación, el riego, la radicación de industrias, el turismo, etc.

La sola mención de estos hechos nos hacen comprender que actúan fuertemente sobre el sistema socioeconómico y esto generará una presión creciente sobre el sistema natural. Se alterará en mayor o menor grado el ritmo hidrológico de los grandes cursos, lo cual traerá aparejado modificaciones en la morfodinámica fluvial y la ecología.

Posibilitarán el transporte fluvial, y por consiguiente la necesidad de planificar la integración de los sistemas de transporte. Generarán lagos de embalse de enorme tamaño y volumen que en algunos casos podrían inducir sismos y sobre todo modificar fundamentalmente el escurrimiento.

Por ello, la multiplicidad de factores positivos y negativos que acompañan las grandes obras requieren incorporar un gran número de homeóstatos de equilibrio que aseguren el control de sus efectos, porque el sistema total se retroalimenta. Las obras favorecerán el desarrollo y el desarrollo presiona sobre el sistema natural, el que a su vez vuelve a influir sobre las primeras.

Existen innumerables subsistemas que podrían incorporarse al proyecto de las grandes obras hidroeléctricas para aumentar la capacidad de control general, pero a los fines de este trabajo y centrando la atención en el manejo de los recursos hídricos, mencionaremos los que se incluyen en el punto siguiente.

4. LA INTEGRACION DE SUBSISTEMAS DE MANEJO.

El primer concepto básico a tener en cuenta en la estrategia del desarrollo, es que el control de un sistema de alta variabilidad sólo se logra con otro del mismo orden de variabilidad.

El segundo, es la tendencia a la complejidad en el tiempo, es decir que cada vez se necesitará introducir nuevos homeóstatos y por consiguiente, aumentar la complejidad del sistema regulador.

El tercero es consecuencia de los anteriores e implica aumentar la capacidad de comando y control sobre los elementos de equilibrio, sobre los flujos y los emergentes.

Por lo expuesto, es urgente definir y poner en práctica una serie de medidas, técnicas, jurídicas e institucionales y por supuesto socioeconómicas, que permitan no sólo resolver situaciones coyunturales sino también permitir un desarrollo armónico del conjunto en el tiempo y el espacio, minimizando los factores negativos que indefectiblemente aparecerán y que descontrolados podrían provocar situaciones críticas, como ha ocurrido ya en muchas partes del mundo.

El primer subsistema a prever como elemento a incorporar al conjunto es la navegación. Pero ello no debe hacerse con el esquema simplista de minimizar los costos de transporte, lo que constituye sólo una de las variables en juego.

Podríamos mencionar varios factores que indican la necesidad de incluir este subsistema en el planeamiento, pero sólo destacaremos algunos.

1o) Las condiciones fisiográficas indican que el escurrimiento fluvial es irregular, parcial desintegrado, e ineficaz desde el punto de vista de asegurar la estabilidad del flujo en condiciones aptas para maximizar la oferta de los recursos naturales.

2o) Los volúmenes a evacuar en las planicies inundadas para recuperarlos a la actividad productiva son tan grandes, que justifican canales navegables, reduciendo el ancho enorme que significaría la evacuación mediante canales poco profundos, a lo que se sumaría el alto costo de las obras de arte necesarias para atravesarlas y la casi segura invasión de biomasa.

3o) Mantener el caudal estable en los canales actuaría como homeóstato de las oscilaciones de la freática; de optarse por otra solución podría comprometerse seriamente a los cultivos.

4o) La interconexión de los canales navegables multiplicaría los puntos que pueden actuar como homeóstatos de regulación hídrica, aún cuando en principio no se los utilizaran para la navegación.

5o) El costo de movimiento de suelos sería prácticamente el mismo que el de los canales no navegables.

6o) En muchos sectores el canal podría usarse como elemento de recarga de acuíferos, con las ventajas que ello traería aparejado, e incluso mejoraría las condiciones de alta salinidad que se presentan en algunas zonas.

7o) Los canales podrían ser diseñados con secciones que permitan evacuar los excedentes y además servir de conducción inversa si se incorporan a un sistema conjunto de retrobombeo, imprescindible para el control de las sequías.

Es evidente que las condiciones anteriores se refieren fundamentalmente a las áreas situadas fuera de los grandes cursos, donde la navegación ya está incluida como elemento de proyecto de las grandes obras. Pero lo que proponemos es la integración de toda una vasta red de circulación e interligación interior, cuyos ejes de convergencia fueran los grandes colectores.

Queremos destacar que ello provocará un impacto muy fuerte sobre los sistemas actuales de flujos y de costos de transporte, que podrían originar superposiciones inútiles y antieconómicas que deberían preverse con suficiente antelación mediante un plan conjunto hidrovial que permita integrar los subsistemas fluviales y terrestres en un solo cuerpo de flujo de mercancías.

El segundo subsistema a incorporar al conjunto, son los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos que tampoco deben ser vistos con un enfoque particular energético, sino dentro de una óptica más amplia.

Destacaremos únicamente aquellos aspectos que nos parecen relevantes:

1o) Los pequeños aprovechamientos surgen como una ventaja adicional de las pequeñas obras de regulación de crecidas, cuya demanda es enorme.

2o) Actualmente se está trabajando a nivel mundial con saltos de muy pocos metros y nuestra área presenta centenares de posibilidades de este tipo.

3o) La industria nacional podría fabricar todo el equipamiento hidroenergético.

4o) Los emprendimientos podrían ser encarados por los particulares y su explotación transferida a los mismos, en la medida en que se instrumenten líneas de crédito

consecuentes y normas jurídicas adecuadas.

5o) La localización en el interior permitiría "la industrialización de la producción primaria en el interior, en el mismo lugar en que es generada".

6o) Sería factible integrarlos a redes de distribución mayores que mejoraran su eficiencia para adaptarse a la demanda local.

7o) Incorporarlos a los sistemas navegables interiores y/o conjuntos más amplios; podrían trabajar parcialmente como centrales de bombeo, con lo cual mejorarían la eficiencia y el control de las demandas para otros usos, como el riego por gravedad.

8o) En los períodos de sequía serían los mayores homeóstatos de regulación, porque trabajando en cadena como centrales de retrobombeo en horas de bajo consumo local, podrían llevar agua desde los grandes reservorios hasta el interior.

El tercer subsistema a incorporar, íntimamente vinculado con los anteriores, es el retrobombeo. (Fig.4)

Es evidente que existe un compromiso ineludible de parte de esta área del país, que concentra un alto porcentaje de los recursos hídricos superficiales, con vastas zonas periféricas e incluso internas, donde el agotamiento y la escasez del recurso adquiere niveles críticos y no da mucho margen de tiempo para actuar.

Hace ya muchos años que se elaboran proyectos de retrocanales para responder a ese compromiso. En aquel momento parecieron absurdas concepciones, pero cada día que pasa aumenta su necesidad.

Muchísimos argumentos podrían manejarse a favor de los retrocanales, pero únicamente mencionaremos los que creemos más importantes.

1o) El agua es un recurso escaso y limitado, en grandes áreas que se acercan al límite de su disponibilidad, o simplemente no lo tienen.

2o) Es un absurdo dejar escurrir hacia el mar el más valioso recurso natural, cuando deberíamos retener toda el agua dulce disponible.

3o) Las grandes obras hidroeléctricas, integradas a la red de distribución global, permiten perfectamente disponer de energía suficiente para el retrobombeo.

4o) Los canales pueden ser ampliados en función de la demanda, lo que no puede hacerse con los grandes acueductos.

5o) Las llamadas pérdidas por infiltración, bien manejadas, pueden ser muy útiles para la recarga y mejoramiento de los acuíferos.

6o) Nada impide diseñar los retrocanales como canales evacuadores de crecientes, en la medida en que se realicen estudios serios, adecuados a la alta variabilidad del sistema fisiográfico.

5. CONSIDERACIONES FINALES.

Como vemos, ninguno de los subsistemas que proponemos incorporar al conjunto de las grandes Obras Hidroeléctricas son incompatibles entre sí.

Por el contrario, incorporarlos racional y ordenadamente en un sistema de control multivariable representa mejorar el conjunto y aumentar los homeóstatos al máximo.

Si bien todos los proyectos que hemos mencionado suscitantamente representan un sinnúmero de nuevas posibilidades de desarrollo que podrían convertir a esta zona en una de las más ricas del planeta, no debemos dejar

de considerar todos los problemas que traen aparejados.

Integrar las grandes obras hidroeléctricas con esos subsistemas, permitiría llevar agua hacia dónde y cuándo se la necesite, mejorar el aprovechamiento de los acuíferos, el transporte y uso racional de los recursos naturales.

Las necesidades de energía nos impulsan prioritariamente hacia enormes proyectos de aprovechamiento en el subsistema de la Cuenca del Plata, de alta variabilidad espacio-temporal, y es por ello que aumentar la capacidad de control sobre los recursos naturales y las modificaciones generadas por la actividad del hombre, debe ser su verdadero objetivo.

Tal vez lo expuesto sea una buena definición de la ingeniería en la época actual y porqué no decirlo, del accionar del hombre. Se nos fue dicho: "Creced y multiplicaos, henchid la Tierra y enseñoreaos de ella".

Poner todo nuestro esfuerzo en usar la inteligencia, la ciencia y la tecnología para ser señores de la Tierra es sentir que ser ingenieros nos hace coparticipar en la obra de la Creación.

Incluir las obras hidroeléctricas en un marco de referencia mucho más amplio e integrarlas al desarrollo de los pueblos es al desafío de América, porque "La nueva expresión de la Paz se llama Desarrollo", y nada mejor podemos hacer como americanos que decir al mundo que aquí está la Paz, la Paz se construye, la Paz triunfa.

BIBLIOGRAFIA

POPOLIZIO, Eliseo.

1 - 1973

"Informe de Geomorfología" - Estudio de Recuperación de áreas inundadas, esteros y Río Riachuelo (Pcia. de Corrientes). T.I y II - Ministerio de Defensa - DIGID.

2 - 1976

Geomorfología de los Bajos Submeridionales en el área del Chaco - Convenio U.N.N.E.-C.F.I.- Inédito.

3 - 1976

Geomorfología de los Bajos Submeridionales en el área de Santa Fe - Convenio U.N.N.E.-C.F.I.

4 - 1977

Manejo integrado de los recursos hídricos de los Bajos Submeridionales (Santa Fe y Chaco) - Serie C: Investigación. T. 13 No 2-Centro de Geociencias Aplicadas del Nordeste, U.N.N.E.

5 - 1978

Fotointerpretación aplicada al estudio de la cuenca del Río Negro - Chaco - Serie C: Investigación - T. 14- Centro de Geociencias Aplicadas de la U.N.N.E.

6 - 1979

Aplicaciones de la Geomorfología al Estudio de las cuencas fluviales de la llanura argentina - Presentado al IV Congreso Internacional de Geología para Ingenieros, Madrid.

7 - 1979

Pautas para el manejo integral de los recursos hídricos del N.E.A. -Serie C Investigación -T. 13 No 5- Centro de Geociencias Aplicadas de la U.N.N.E.

8 - 1979

Las Grandes Obras Hidroeléctricas de la llanura y su integración al manejo de los Recursos Hídricos del N.E.A. -Serie C. Investigación- T. 13 No 3- Centro de Geociencias Aplicadas de la U.N.N.E.

POPOLIZIO, Eliseo y SERRA, Pilar Yolanda.

9 - 1978

Bases fisiográficas para el manejo de los recursos hídricos en un sector de la llanura chaqueña - Presentado al III Congreso Internacional de Aprovechamientos Hidráulicos, México.

POPOLIZIO, Eliseo y GONZALEZ, Marta P.

10 - 1973

Los dos polos de la Cuenca del Plata (Inédito).

BIBLIOGRAFIA DE LAS BIBLIOGRAFIAS

Como bibliografía complementaria puede ser consultada la vasta producción de las siguientes Reparticiones y Organismos:

*Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA).

*Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.)

*Corporación Financiera Regional del Nordeste (COFIRENE).

*Dirección General de Investigación y Desarrollo (DIGID).

*Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH).

*Instituto Nacional de Planificación Económica (INPE).

*Subsecretaría de Recursos Hídricos (SHR).

*Agua y Energía Eléctrica (AyEE).

* Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).

*Italconsult Argentina.

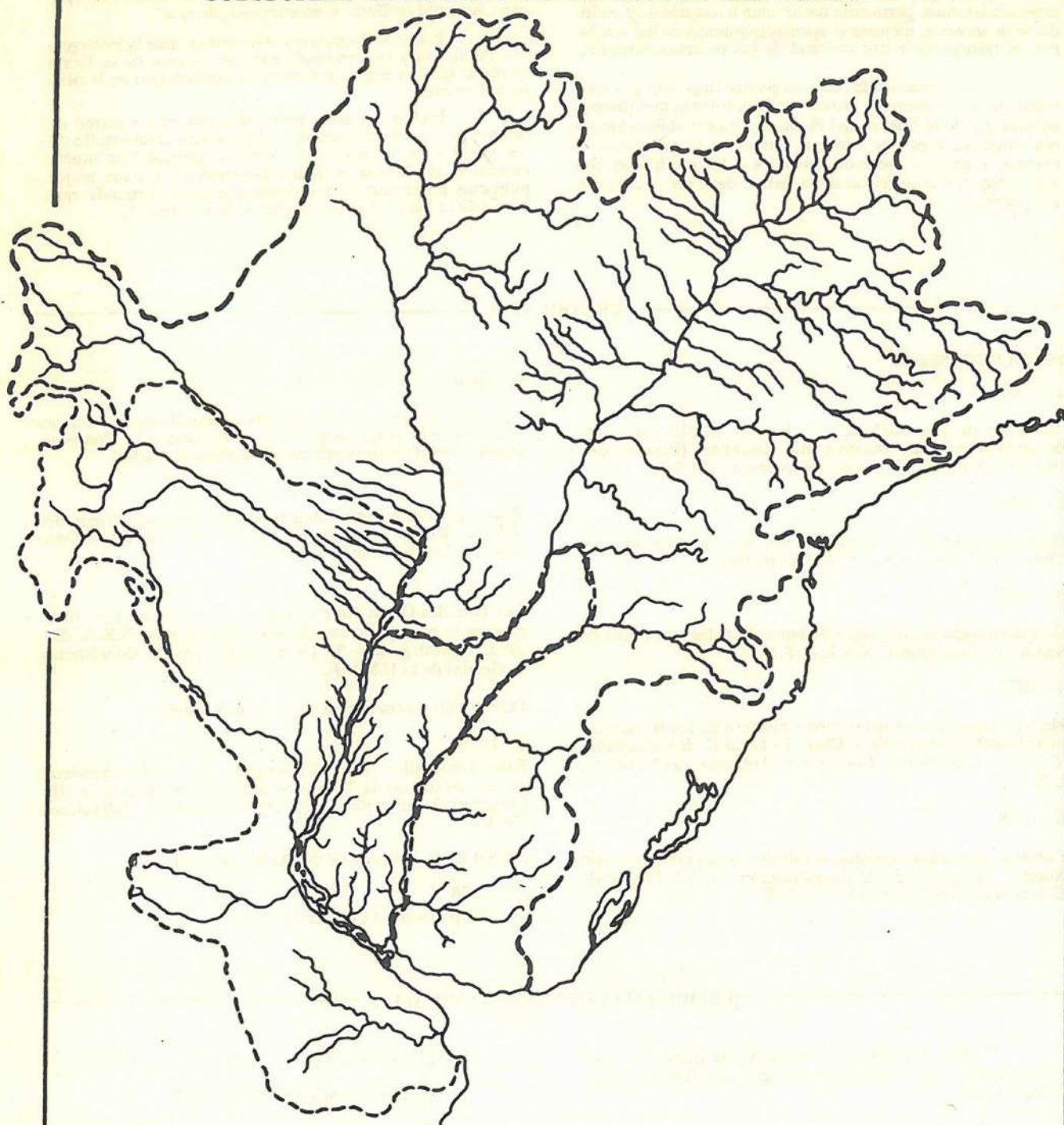
*Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

*Organización de los Estados Americanos - Cuenca del Río de la Plata -(O.E.A.)

*Banco Interamericano de Desarrollo (B.I.D.)

*Comisión Nacional de la Cuenca Argentina del Plata (CONCAP)

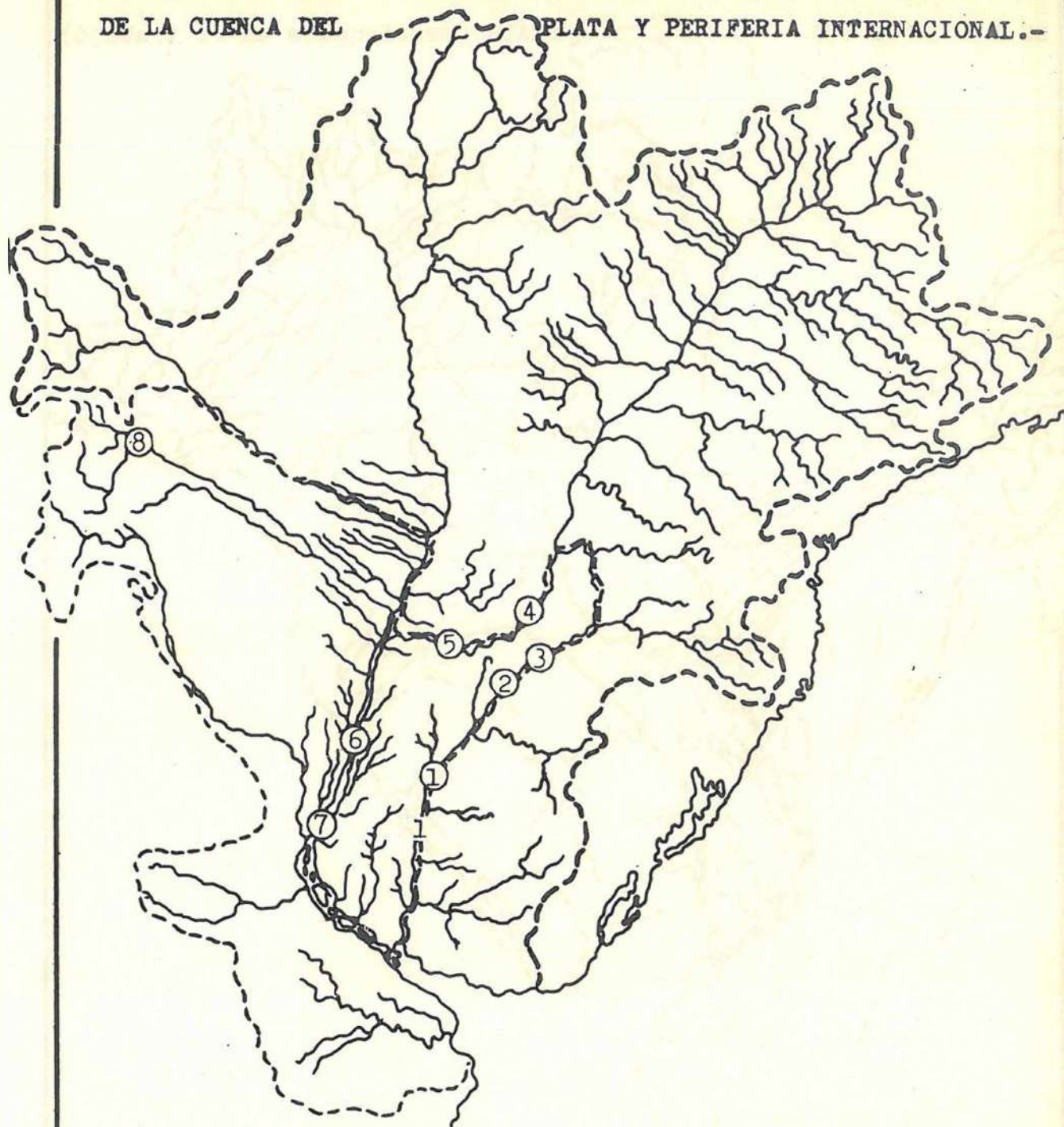
SUBSISTEMA ARGENTINO DE LA CUENCA DEL PLATA



--- límite de la cuenca del Plata
— sector argentino de la cuenca

Fig. 1

OBRAS Y PROYECTOS DE GRANDES PRESAS EN EL SUBSISTEMA ARGENTINO
DE LA CUENCA DEL PLATA Y PERIFERIA INTERNACIONAL.-

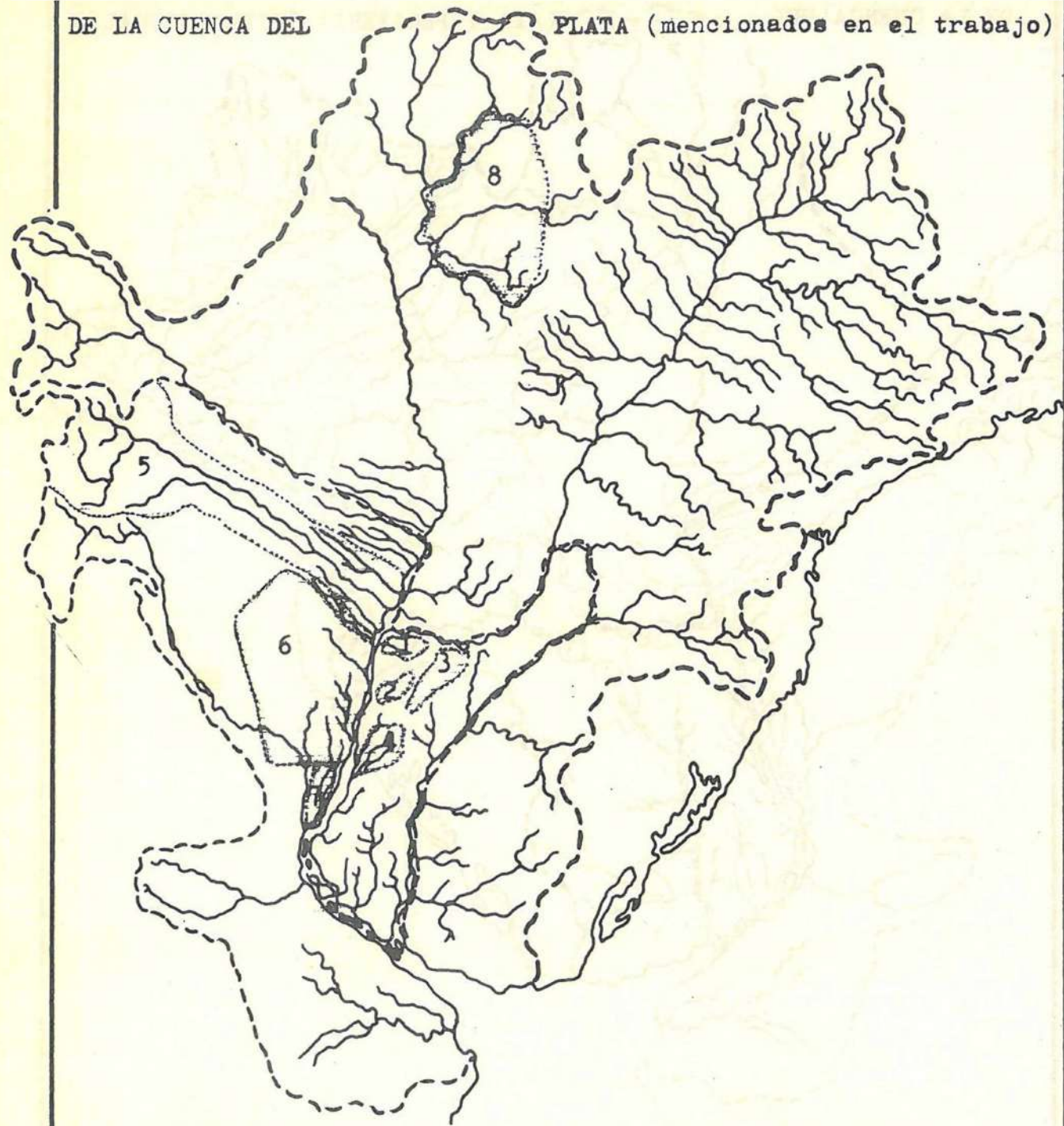


- 1 - Salto Grande
- 2 - San Pedro
- 3 - Garabí
- 4 - Roncador
- 5 - Corpus

- 6 - Yaciretá Apipé
- 7 - Paraná Medio (C.Norte)
- 8 - Paraná Medio (C.Sur)
- 9 - Zanja del Tigre

Fig. 2

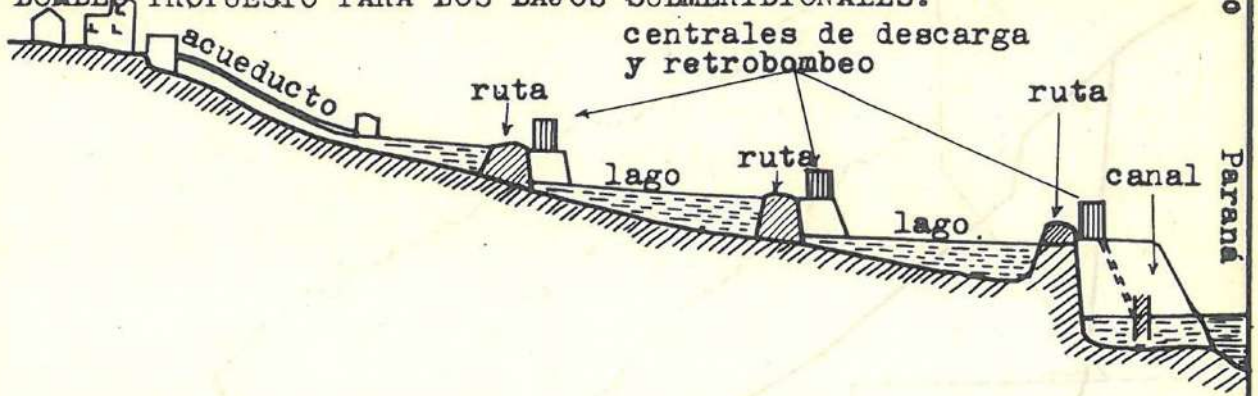
PRINCIPALES PROYECTOS DE MANEJO HIDRICO EN EL SUBSIST. ARGENTINO
DE LA CUENCA DEL PLATA (mencionados en el trabajo)



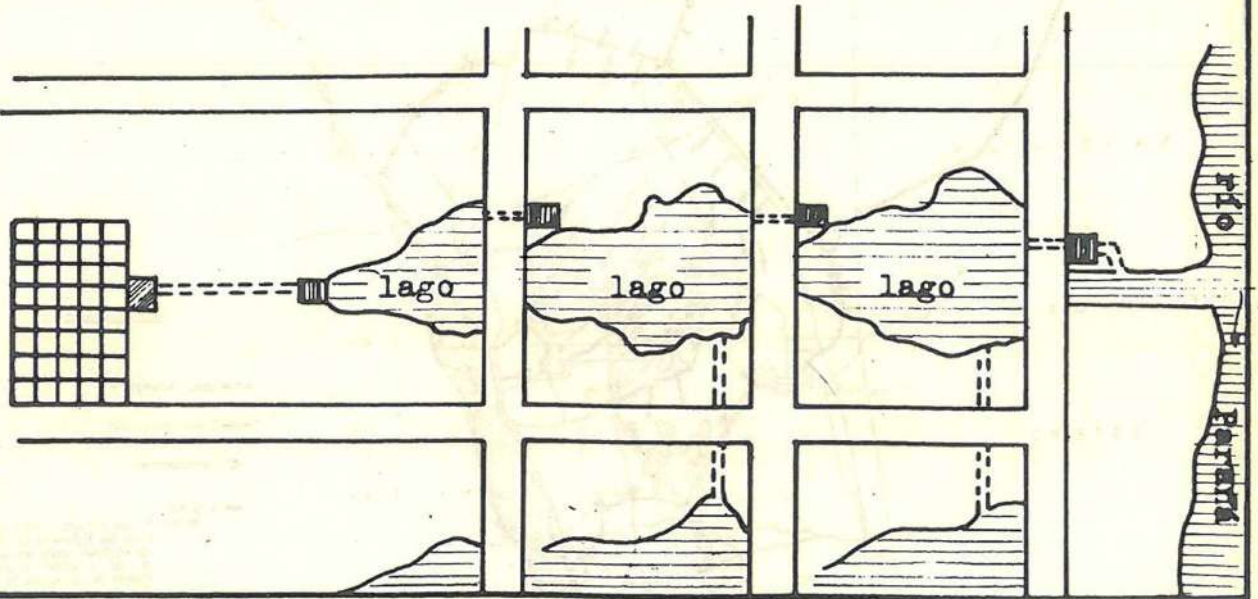
- 1 - Estudio Riachuelo
- 2 - Estudio Batel-Batelito
- 3 - Estudio Iberá
- 4 - Estudio área Esquina
- 5 - Estudio Bermejo
- 6 - Estudio Bajos Submeridionales
- 7 - Estudio recuperación Paraná medio
- 8 - Estudio Pantanal (Brasil)

Fig. 3

ESQUEMA EMBALSES ESCALONADOS ACUEDUCTO Y CENTRALES CON RETRO-
BOMBEO PROPUESTO PARA LOS BAJOS SUBMERIDIONALES.



centrales de descarga
y retrobombeo



AMPLIACION DE UNA MALLA

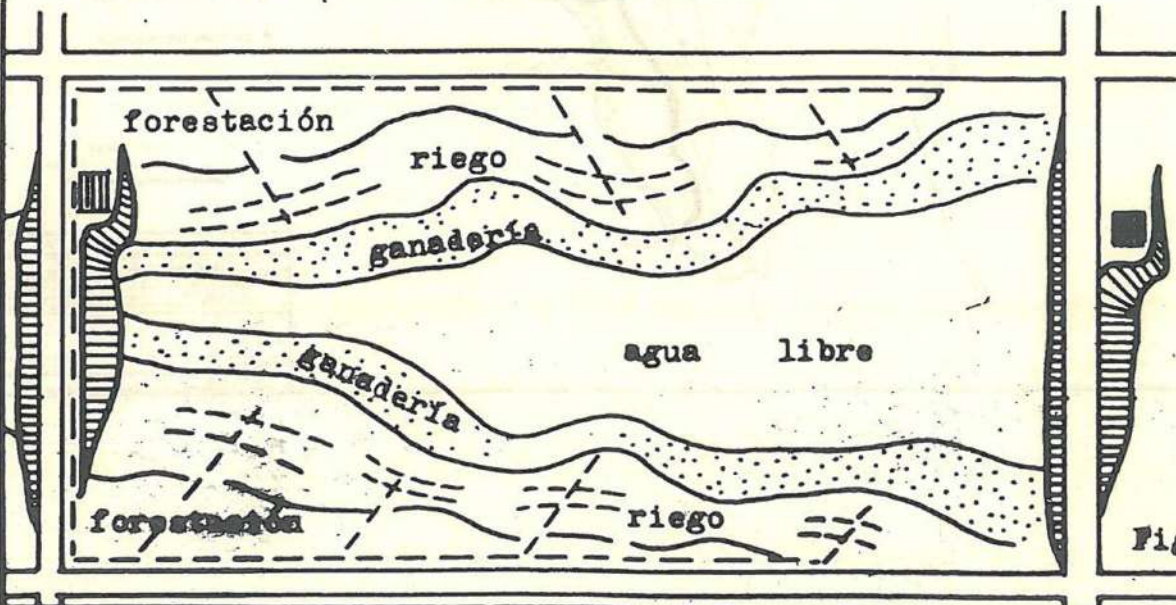


Fig. 4

