

Cuenca del Río de la Plata - Estudio para su Planificación y Desarrollo - República Argentina - República de Bolivia - Cuenca del Río Bermejo I - Alta Cuenca



[Índice](#)

I - Alta Cuenca del Río Bermejo Estudio de los Recursos Hídricos

Estudio llevado a cabo por la Unidad Técnica durante el periodo 1970-1973 Gobierno de Argentina - Gobierno de Bolivia Departamento de Desarrollo Regional de la OEA

Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Washington, D. C. 1974

Derechos reservados conforme a la ley
(c) 1974 Organización de los Estados Americanos
Washington, D.C.

Índice

[Prefacio](#)

[Abreviaturas y siglas](#)

[Sumario](#)

Capítulo I - Introducción

1. Términos de referencia

- [1.1 Objetivos del Estudio](#)
- [1.2 Participación y contribución de las Partes](#)
- [1.3 Secuencia de las operaciones](#)
- [1.4 Organización técnica](#)
- [1.5 Informes](#)

2. Desarrollo del estudio

- [2.1 Plan de Trabajo](#)
- [2.2 Organización de las operaciones](#)
- [2.3 Desarrollo de las actividades](#)
- [2.4 Programas de adiestramiento](#)
- [2.5 Personal y entidades participantes](#)
- [2.6 Informes parciales](#)
- [2.7 Consideraciones sobre la Cuenca Inferior](#)

3. Antecedentes

- [3.1 Comisión Nacional del Río Bermejo](#)
- [3.2 Estudios varios](#)

4. Estructura del informe final

Capítulo II - Descripción general

1. Aspectos físicos

- [1.1 Ubicación](#)
- [1.2 Delimitación de la Alta Cuenca](#)
- [1.3 Clima](#)
- [1.4 Hidrografía](#)
- [1.5 Aspectos fisiográficos](#)
- [1.6 Vegetación](#)
- [1.7 Geología](#)

2. Aspectos socioeconómicos

- [2.1 Introducción](#)
- [2.2 Subregiones económicas](#)
- [2.3 Desarrollo económico comparado](#)

[2.4 Estructura económica y componentes del PBI](#)

[2.5 Industria y minería](#)

[2.6 Servicios](#)

[2.7 Sector gobierno](#)

[2.8 Infraestructura](#)

Capítulo III - Objetivos y metas

1. Análisis global

[1.1 El desarrollo regional dentro de los desarrollos nacionales](#)

[1.2 Proyecciones sectoriales](#)

2. Metas de desarrollo

[2.1 Producción agropecuaria](#)

[2.2 Producción industrial y minera](#)

[2.3 Análisis por subregiones](#)

[2.4 Evolución de la población](#)

3. Demanda de energía eléctrica

[3.1 Introducción](#)

[3.2 Antecedentes](#)

[3.3 Evolución histórica de la demanda](#)

[3.4 Evolución teórica de la demanda de energía](#)

[3.5 Equipamiento eléctrico existente](#)

[3.6 Programas de expansión de los sistemas](#)

[3.7 Evolución teórica de la demanda de potencia](#)

4. Demanda de agua para riego

[4.1 Introducción](#)

[4.2 Antecedentes](#)

[4.3 Areas y sistemas agrícolas actuales](#)

[4.4 Composición y cualificación de la producción agropecuaria](#)

[4.5 Dotaciones y eficiencias de los sistemas](#)

[4.6 Mercado de productos representativos](#)

[4.7 Sistemas de riego en proceso de habilitación](#)

[4.8 Evolución previsible de la demanda de agua para riego](#)

5. Abastecimiento de agua para poblaciones e industrias

[5.1 Introducción](#)

[5.2 Sistemas actuales de suministro](#)

[5.3 Demanda de eficiencia](#)

[5.4 Proyección de la demanda](#)

[5.5 Demandas conjuntas](#)

6. Contaminación ambiental

[6.1 Introducción](#)

[6.2 Situación actual](#)

[6.3 Perspectivas y proyecciones en el mediano plazo](#)

[6.4 Proyección en el largo plazo](#)

[6.5 Control de efluentes](#)

[6.6 Conclusiones](#)

7. La erosión hídrica y las crecidas

[7.1 Consideraciones generales](#)

[7.2 Identificación de áreas erosionadas o susceptibles a la erosión](#)

[7.3 Daños a la tierra](#)

[7.4 Sedimentos](#)

[7.5 Las crecidas](#)

Capítulo IV - Recursos de la Cuenca

1. Recursos hídricos superficiales

[1.1 Disponibilidad y calidad del agua superficial](#)

[1.2 Los aprovechamientos actuales](#)

[1.3 Balance hídrico preliminar](#)

[1.4 Bases conceptuales del aprovechamiento de los ríos según su propósito](#)

[1.5 Esquemas considerados](#)

[1.6 Valoración de embalses, presas y centrales](#)

[1.7 Comparación preliminar de los aprovechamientos en cada río](#)

[1.8 Evaluación global de los recursos hídricos superficiales](#)

2. Agua subterránea

[2.1 Uso actual](#)

[2.2 Características de los acuíferos](#)

[2.3 Estimaciones de disponibilidad de agua](#)

[2.4 Posibilidades de explotación](#)

3. Recursos de la tierra

[3.1 Análisis general de los suelos](#)

[3.2 Criterios de selección de áreas prioritarias](#)

[3.3 Consideraciones sobre el medio rural](#)

Capítulo V - Proyectos y evaluación del programa

1. Propósito de los proyectos

[1.1 Generación de energía](#)

[1.2 Uso consuntivo](#)

2. Descripción de los proyectos hidráulicos estudiados

[2.1 Subcuenca Tarija - Bermejo](#)

[2.2 Subcuenca Grande - San Francisco](#)

3. Proyectos de riego

[3.1 Descripción de los proyectos](#)

[3.2 Parámetros específicos utilizados en las evaluaciones](#)

4. Evaluación individual de los proyectos

[4.1 Evaluación social de proyectos y análisis a precios de mercado](#)

[4.2 Beneficios](#)

[4.3 Costos de los proyectos](#)

[4.4 Resultados de las evaluaciones](#)

5. Selección del programa

[5.1 Consideraciones básicas](#)

[5.2 Selección final de los proyectos](#)

[5.3 Evaluación de los sistemas](#)

Capítulo VI - Plan para el desarrollo

1. Plan de desarrollo de los recursos hídricos

[1.1 Proyectos nacionales](#)

[1.2 Proyectos internacionales](#)

2. Influencia sobre el desarrollo de la Cuenca

[2.1 Sector argentino](#)

[2.2 Sector boliviano](#)

3. Importancia para los países

4. Programa de realizaciones

[4.1 Estudios complementarios](#)

[4.2 Construcción y puesta en operación de las obras](#)

[4.3 Proyecto ejecutivo, dirección y supervisión de las obras](#)

[4.4 Proyecto general y estudio de factibilidad](#)

[4.5 Montos de las inversiones](#)

[4.6 Calendario de inversiones](#)

5. Acciones inmediatas

[5.1 Administración del plan](#)

[5.2 Bases para la creación de entes nacionales](#)

Capítulo VII - Programa de estudios inmediatos

1. Estudios de factibilidad

[A. Sistema polo de desarrollo](#)

[A.1 Trabajos complementarios de campo](#)

[A.2 Investigaciones básicas](#)

[A.3 Incidencias socioeconómicas de los proyectos individuales y del sistema](#)

[A.4 Demanda de agua potable](#)

[A.5 Demanda de agua industrial](#)

[A.6 Riego y planeamiento rural](#)

[A.7 Turismo y recreación](#)

[A.8 Regulación de los ríos y control de sedimentos y crecidas](#)

[A.9 Modelos matemáticos](#)

[A.10 Anteproyectos conceptuales de las obras hidráulicas](#)

[A.11 Selección de los proyectos básicos](#)

[A.12 Proyecto de riego](#)

[A.13 Evaluación económica de los proyectos y del sistema](#)

[A.14 Evaluación financiera de los aprovechamientos](#)

[A.15 Organización administrativa y aspectos legales e institucionales](#)

[A.16 Juicio final de solidez e informe](#)

2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

[A. Cartografía](#)

[B. Meteorología](#)

[C. Hidrología](#)

[D. Hidrogeología](#)

[E. Geología](#)

[F. Podología](#)

[G. Manejo y conservación de tierras](#)

[H. Pasturas y recursos forestales](#)

[Organización de los Estados Americanos](#)



Prefacio

El Departamento de Desarrollo Regional (DDR) de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA) tiene el honor de poner a disposición de los países latinoamericanos esta edición del informe correspondiente al estudio de preinversión denominado "Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo" que se sitúa en territorios de la República Argentina y de la República de Bolivia.

En la II Reunión de Cancilleres de los Países de la Cuenca del Plata, efectuada en mayo de 1968 en Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) se aprobó la realización de los estudios previos a la ejecución de proyectos específicos presentados por los países miembros, entre los cuales se citaba "la regulación desde sus nacientes de los ríos Bermejo y Pilcomayo" (Proyecto B - 1). En la III Reunión de Cancilleres realizada en Brasilia en abril de 1969 fue acogida la decisión de los Gobiernos de Argentina, Bolivia y Paraguay de realizar un estudio conjunto de la cuenca del río Pilcomayo y de la cuenca superior del río Bermejo, con vistas a la identificación y posterior ejecución de obras de aprovechamiento hidráulico (Acta de Brasilia - Resolución II).

Como consecuencia de las resoluciones anteriores, los Gobiernos de Argentina y Bolivia cursaron oportunamente sendas solicitudes a la Secretaría General de la OEA, las que culminaron en los Acuerdos de Asistencia Técnica suscritos respectivamente el 30 de octubre de 1970 y el 21 de abril de 1972, a través de los cuales se materializó la decisión de ambos países para ejecutar conjuntamente el Estudio de la Alta Cuenca del Río Bermejo, cuyos resultados se expresan en el presente informe.

Las operaciones preliminares del Estudio comenzaron en Argentina a fines de 1970 y el Plan de Trabajo se firmó el 22 de septiembre de 1971. Las operaciones en Bolivia se iniciaron a fines de agosto de 1972 una vez designado el Director Nacional por dicho país.

La responsabilidad de la formulación general del Estudio y de la aprobación y ejecución del Plan de Trabajo estuvo a cargo de una Comisión Ejecutiva integrada con un representante de cada Gobierno y un representante del Departamento de Desarrollo Regional. La Comisión se reunió periódicamente para revisar el progreso en el cumplimiento del Plan y adoptar las decisiones necesarias para asegurar la ejecución exitosa del mismo. Asimismo, delegó la responsabilidad de la ejecución de las operaciones en los codirectores designados por los Gobiernos y por el Departamento de Desarrollo Regional.

El presente informe forma parte de la tercera fase del Programa de la Cuenca del Plata, iniciado en 1967 por el Departamento de Desarrollo Regional y su edición a cargo de OEA fue autorizada oportunamente por los Gobiernos participantes. Con ello se pretende efectuar una mayor distribución en los países considerando que el Estudio podrá servir de ejemplo metodológico para actividades similares en el continente.

En su contenido se ha dado particular énfasis a la planificación del uso de los recursos hídricos - atendiendo a los objetivos principales del Estudio - sin desatender los aspectos de planeamiento de

desarrollo de la región dentro de la cual se inscriben aquellos usos.

El Plan de Desarrollo que se propone ha sido formulado en base a los criterios suministrados por los Gobiernos durante el curso del Estudio. Obvio es señalar que posteriores cambios en tales criterios pueden alterar el Plan, no sólo en la selección de infraestructuras sino también en la prioridad asignada a cada una de ellas.

Es importante señalar que, en razón del poco tiempo disponible entre el ingreso efectivo de Bolivia en las operaciones (agosto de 1972) y la fecha fijada para la finalización de las mismas (marzo 31 de 1973), no fue posible cumplir con la totalidad de los objetivos del Estudio en dicho territorio, tal como fueron previstos en el Acuerdo Adicional de Asistencia Técnica suscrito el 22 de abril de 1972.

En consecuencia, los instrumentos que integran el Plan no son suficientes para atender los objetivos de desarrollo en territorio boliviano, y muestran la necesidad de realizar estudios adicionales que satisfagan los intereses bolivianos reflejados en el texto del citado Acuerdo Adicional.

Este departamento reconoce que la realización de dichos estudios adicionales son necesarios e indispensables para programar proyectos a nivel de prefactibilidad en dicha zona y que sus resultados podrían alterar el Plan de Desarrollo contenido en el presente Informe General dado que los mismos deberán compatibilizarse con los que motivaron dicho plan.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que en momentos en que se edita este informe se encuentra en operación el Estudio de la Cuenca Inferior del río Bermejo, que también se realiza con asistencia técnica de la OEA en virtud del Acuerdo suscrito con el Gobierno de Argentina el 7 de abril de 1973.

Por los motivos anteriormente expuestos, se considera que este Estudio de la Alta Cuenca constituye una primera etapa de la investigación global y que sus conclusiones en materia de utilización y optimización de recursos hídricos deberán compatibilizarse a la luz de los resultados del estudio actual y los complementarios que son necesarios para atender los objetivos de desarrollo en territorio boliviano.

En conclusión, debe interpretarse que los estudios realizados hasta la fecha y que se detallan en el presente Informe, constituyen una primera parte del estudio de la Cuenca del río Bermejo, la que será complementada con los estudios a ser encarados dentro de cada país.

Kirk P. Rodgers
Director
Departamento de Desarrollo Regional
Washington, D.C., junio de 1974





Abreviaturas y siglas

ARGENTINA	
ACRB	Alta Cuenca del Río Bermejo
AyEE	Agua y Energía Eléctrica. Empresa del Estado
AGAEP	Administración General de Agua y Energía de la Provincia de Jujuy
AGAS	Administración General de Aguas de Salta
AHG	Altos Hornos Güemes
AHZ	Altos Hornos Zapla
CARTA	Compañía Argentina Relevamientos Topográficos Aéreos
CFI	Consejo Federal de Inversiones
EXCNRB	Ex Comisión Nacional del Río Bermejo
CONADE	Consejo Nacional de Desarrollo
CONCAP	Comisión Nacional de la Cuenca del Plata
CORFO	Corporación de Fomento del Río Colorado
DNGM	Dirección Nacional de Geología y Minería
ENTel	Empresa Nacional de Telecomunicaciones
IFTA	Instituto Foto-Topográfico Argentino
IGM	Instituto Geográfico Militar
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IOVIF	Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Forestal
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación
NEA	Región de Desarrollo del Noreste argentino integrada con las provincias de Chaco, Formosa, Misiones y Corrientes
NOA	Región de Desarrollo del Noroeste argentino integrada con las provincias de Catamarca, Santiago del Estero, Salta, Jujuy y Tucumán
PNDS	Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad (1971 - 1975)
UBA	Universidad de Buenos Aires
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
SMN	Servicio Meteorológico Nacional

SRH	Subsecretaría de Recursos Hídricos (Ministerio de Obras y Servicios Públicos)
YPF	Yacimientos Petrolíferos Fiscales
BOLIVIA	
CBF	Corporación Boliviana de Fomento
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
CONAVI	Consejo Nacional de la Vivienda
COPyD	Comité de Obras Públicas y Desarrollo de Tarija
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad
ENTel	Empresa Nacional de Telecomunicaciones
IGM	Instituto Geográfico Militar
MACyA	Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura
YPFB	Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia
INTERNACIONALES	
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BDPA	Bureau pour le Développement de la Production Agricole
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CETREDE	Centro Interamericano de Formulación y Evaluación de Proyectos
CIDIAT	Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ODR	Oficina de Desarrollo Regional (OEA), actual Departamento de Desarrollo Regional
OEA	Organización de los Estados Americanos
OMM	Organización Meteorológica Mundial
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
VARIOS	
B/C	Relación Beneficio Total Actualizado/Costo Total Actualizado
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
MET	Estación del Servicio Meteorológico Nacional
PBI	Producto Bruto Interno
PSD	Precio Sombra de la Divisa
SS	Sólidos Suspendidos
TBR	Total Bajo Riego
VAN	Valor Actual Neto





Sumario

i. Alta Cuenca del Río Bermejo. La Alta Cuenca del Río Bermejo (ACRB) o cuenca activa ocupa una superficie de 50550 km² en el extremo NO de la Argentina y el extremo SSE de Bolivia, estando atravesada por el Trópico de Capricornio. De este total, 12180 km² pertenecen a Bolivia y 38370 km² a Argentina.

La ACRB es parte de la cuenca del río Paraná, de la cual es tributaria a través del río Paraguay, y por ende se inscribe también en la gran cuenca del Plata. El caudal medio anual del río Bermejo al dejar su cuenca activa es de 430 m³/s, que representa menos del 3% del módulo del río Paraná. La singularidad del río Bermejo está dada por el hecho de que, conjuntamente con ese relativamente pequeño aporte líquido, genera cerca del 73% del aporte sólido del Paraná, constituyéndose en uno de los más importantes ríos del mundo en cuanto a la degradación terrestre por unidad de superficie.

En la Cuenca pueden diferenciarse netamente dos subcuencas: la del Tarija - Bermejo y la del Grande - San Francisco. Esta diferenciación es clara no sólo desde el punto de vista geográfico o en cuanto a las características hidrológicas, sino también en relación con el desarrollo económico y los asentamientos poblacionales.

La subcuenca Grande - San Francisco ocupa prácticamente el 50% de la superficie de la cuenca activa, pero aporta menos del 30% del caudal. Por otra parte, en ella se asienta el 65% de la población de la Cuenca, los principales centros productores y los principales centros administrativos correspondientes al sector argentino. La subcuenca Tarija - Bermejo, con un área semejante, es más rica en recursos hídricos superficiales, pero con menores posibilidades para el desarrollo económico general. El sector boliviano se inscribe territorialmente en esta subcuenca.

ii., Diagnóstico de los problemas de desarrollo. El diagnóstico debe considerar separadamente a ambas naciones.

En la región argentina, la ACRB abarca a las zonas económicamente más activas de las provincias de Jujuy y Salta. El producto bruto per cápita se estima en US\$ 338. La tasa de crecimiento del PBI, en la década del 60, ha sido de 5,2% y superior a la del resto del país con 3,7%, verificándose un desarrollo equilibrado entre los diferentes sectores, con preponderancia en el crecimiento del sector industrial. La región desde el punto de vista económico tiene su centro de gravedad en la parte sur donde se sitúa el Polo de Desarrollo del Noroeste Argentino (Salta, Jujuy, San Pedro, Güemes) el cual constituye un centro de atracción de las corrientes migratorias, tanto internas como de los países limítrofes. La tasa de crecimiento de la población en la misma década fue del 2,4% anual, superior a la de todo el país con 1,5%.

Dentro de este panorama debe destacarse el incremento de la producción industrial, por la radicación de fuertes inversiones en el sector, sobre la base de la siderurgia y la agroindustria, dimensionadas para el mercado nacional. Tal tendencia se incrementará en el futuro al hacerse efectivos los planes de

ampliación o de instalación de los parques industriales Pálpala, San Pedro y Güemes, dentro del Polo de Desarrollo.

El desarrollo agropecuario en la parte de la región drenada por los ríos Grande y San Francisco ha llegado prácticamente al límite dado por el máximo aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales, durante los períodos de estiaje. En esta parte se inscribe el Polo de Desarrollo y por lo tanto, las demandas de las industrias y las poblaciones, en continuo crecimiento, compiten fuertemente con las que resultan de las concesiones de agua para riego otorgadas hasta el presente. En consecuencia, todo desarrollo económico futuro debe estar basado en la realización de obras de regulación y en el uso más racional del recurso, en forma de incrementar adecuadamente la oferta de agua para el riego, la industria y los servicios municipales.

La zona norte de la región argentina corresponde a la subcuenca Tarija - Bermejo; los problemas difieren notoriamente por cuanto a una considerable oferta de recursos superficiales corresponde una escasa demanda de servicios.

En la región boliviana, el territorio de la ACRB incluye parcialmente al departamento de Tarija y en él se radica la ciudad capital del mismo nombre. En este departamento las estimaciones realizadas indican que el PBI ha crecido a una tasa anual de 4,5%, inferior a la del resto del país, con 6%. La población, en cambio, ha crecido a un ritmo levemente superior al del país: 2,6% frente al 2,4%. Como consecuencia de ello el standard de vida regional ha experimentado un retroceso con respecto al de todo el país. La actividad económica principal está representada por el sector agropecuario; la participación industrial es mínima. Se constata, asimismo, una fuerte incidencia en el PBI de los sectores terciarios, tales como gobierno, transportes y servicios.

Uno de los aspectos limitativos para el desarrollo de esta región, es el alto porcentaje de la población rural dispersa, la cual no participa en el intercambio comercial regional, reduciéndose éste al trueque directo.

Los recursos hídricos del área boliviana corresponden a la subcuenca Tarija - Bermejo, y no han sido utilizados ni aun en su capacidad natural mínima. En consecuencia, el desarrollo agropecuario de la región, a corto y mediano plazo, puede aún sustentarse en aprovechamientos hídricos que no requieren inversiones importantes de infraestructura.

iii. Objetivos y metas. El objetivo principal del Estudio es orientar el desarrollo de los recursos hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, para obtener el máximo beneficio en concordancia con las prioridades establecidas por los Gobiernos.

La Unidad Técnica ha realizado un análisis de los objetivos explícitos e implícitos que integran el Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad de Argentina y el Plan Regional de Desarrollo Económico y Social Chuquisaca - Tarija, que involucra a la parte boliviana de la Cuenca. Tomando los valores más conservadores previsibles en la evolución de las tasas acumulativas anuales del crecimiento del PBI, de manera uniforme para ambas regiones, se adoptaron las siguientes:

Períodos	1970/80	1980/90	1990/2000
Tasas	8%	7%	6%

A continuación, en base a hipótesis lógicas sobre la participación esperada en cada región nacional, de

los sectores económicos integrantes del PBI, se expresaron sus evoluciones relativas.

Estos análisis globales permitieron vincular el crecimiento esperado del desarrollo económico regional con las demandas de agua, suelo y energía que deberán contemplarse en la programación paralela de los aprovechamientos hídricos.

Finalmente, se analizaron los efectos del desarrollo de estos recursos sobre aspectos relativos a la erosión hídrica, control de crecidas, manejo y conservación de suelos.

Las metas cuantificadas del desarrollo económico regional, incidirán de la siguiente manera:

a) La demanda de energía eléctrica de la ACRB, crecerá desde el nivel de 537 GWh en 1971 hasta el valor de 18453 GWh en el año 2000. De esos valores, 533 y 18370, respectivamente, corresponden al sector argentino.

El equipamiento para generación deberá alcanzar en el año 2000, un nivel de 5160 MW en el sector argentino, y de 28 MW en el sector boliviano.

b) La demanda de agua para riego alcanzará, en el año 2000, a 6123 hm³/año. Esta demanda equivaldrá, en base a una eficiencia en el uso del agua del 50%, a 428000 ha en el sector argentino y 31000 ha en el sector boliviano.

c) La demanda de agua para abastecimiento de poblaciones e industria crecerá, de un total de aproximadamente 100 hm³/año en 1970, a 535 hm³/año en el año 2000.

De este último total, casi 432 hm³ corresponderán a la demanda del Polo de Desarrollo.

iv. Recursos de la Cuenca. El caudal disponible medio anual en la Alta Cuenca del Río Bermejo es de 430 m³/s, que representa un aporte aproximado de 13500 hm³/año. De ese total, el 71% corresponde a la subcuenca Tarija - Bermejo y el 29% restante a la del Grande - San Francisco.

Los recursos principales y afluentes de la cuenca activa presentan características semejantes en cuanto a estacionalidad: un período de elevados caudales en los meses de verano (de diciembre a abril) cuando ocurren las máximas precipitaciones y un período prácticamente seco durante el resto del año. El año hidrológico en la ACRB va de septiembre a agosto.

Un análisis del potencial teórico bruto obtenible en la Alta Cuenca, lo ubicaría en un total cercano a 17700 GWh y en una capacidad para riego permanente que equivaldría a 700000 ha.

Ello indica que con el aprovechamiento integral de los recursos hídricos de la ACRB y un equipamiento térmico de base adecuado, podrían verse satisfechas las demandas de agua y energía requeridas por una evolución económica regional de grado muy elevado.

Las disponibilidades de suelos aptos para riego en la misma Alta Cuenca, alcanzan a un total de aproximadamente 500000 ha. Aun cuando no existen relevamientos generalizados en la cuenca media e inferior puede aceptarse que ésta contaría también con importantes superficies de suelos aptos.

La región se caracteriza también por su disponibilidad de zonas ricas en acuíferos subterráneos. Estas áreas se ubican fundamentalmente en la zona del Polo de Desarrollo y a lo largo y en ambas márgenes del río San Francisco. Otras áreas con recursos algo más limitados, están en la Quebrada de Humahuaca y en alrededores de la ciudad de Tarija. Las reservas totales evaluadas en la Cuenca alcanzarían a unos

11130 hm³. Sin duda que en el plazo que media al año 2000, estas reservas serán ampliamente utilizadas para atender la insuficiencia de recursos superficiales.

A pesar de los amplios recursos disponibles, el río Bermejo es un sistema no regulado, ni aun en forma parcial, por lo cual la mayor parte de dichos recursos son subutilizados en la actualidad. Solamente dos proyectos de regulación, los de los diques Las Maderas y Campo Alegre, con una capacidad de embalse de unos 350 hm³ en total, se encuentran en construcción. Ambos se sitúan en la zona sur de la Cuenca. Otro pequeño embalse de 25 hm³, denominado La Ciénaga, se encuentra en operación desde 1923.

Sobre la base de los recursos detectados, la Unidad Técnica desarrolló un programa de proyectos que cubre prácticamente toda la red hidrográfica. Dichos proyectos reconocen distintos propósitos en función de la ubicación geográfica, de las demandas locales prioritarias y de las características hidrológicas, topográficas y geológicas en los sitios de cierre considerados.

Básicamente la generación de energía resulta el propósito prioritario en la subcuenca Tarija - Bermejo. Por su parte los usos consuntivos de agua potable, industrial y riego son prioritarios en la subcuenca Grande - San Francisco.

El número total de proyectos de aprovechamiento estudiados por la Unidad Técnica alcanzó a 26 y en su gran mayoría fueron elevados a nivel de prefactibilidad. A ese número se llegó realizando un inventario de todos los proyectos detectados en la Cuenca, en diferentes estados de elaboración: simple idea, reconocimiento preliminar, esbozos, anteproyectos preliminares y anteproyectos generales. La Unidad Técnica elaboró sus propios proyectos y para poder realizar un estudio comparativo sobre bases igualitarias, todos ellos fueron desarrollados a un mismo nivel de diseño y computación métrica.

En un primer análisis, once de dichos proyectos fueron descartados y el resto, junto con los de Zanja del Tigre y Las Maderas, fueron posteriormente llevados a nivel de evaluación.

v. *Proyectos y evaluación del programa.* Los dieciséis proyectos preseleccionados se dimensionaron en relación con sus propósitos; sus costos fueron estudiados analíticamente y las regulaciones, oferta de agua, energía y potencia se establecieron en función de sus propósitos múltiples o simples y según un ordenamiento prioritario previamente seleccionado.

Los beneficios que generarían, así como los costos directos y asociados fueron evaluados tanto a precio de mercado como en base a costos de oportunidad de los factores. Es decir, se empleó el criterio de evaluación social.

Los 16 proyectos evaluados fueron clasificados en función de la relación de los costos y beneficios netos actualizados. Algunos de ellos presentaron de buena a muy buena rentabilidad y factibilidad técnico - económica. Otros han probado ser ineficientes frente a otras alternativas técnicas. En esa forma fue seleccionado un conjunto de diez proyectos que a su vez se distribuye en dos sistemas de obras y tres proyectos individuales. Ellos son:

I. Sistema Tarija - Bermejo, con las presas, embalses y centrales de:

- Cambari
- Astilleros
- Las Pavas
- Arrazayal
- Zanja del Tigre

II. Sistema Polo de Desarrollo, con las presas y embalses de:

Las Maderas
Mojotoro (que incluye una central)
Vilte

III. Los proyectos individuales de:

Presa y embalse de Ucumazo
Presa y embalse de Santa Rosa
Presa, embalse y central de Yuto

Las siete centrales incluidas en estos esquemas tendrían una capacidad instalada total de 1220 MW, generando 2500 GWh anuales. Con ella, la ACRB podría atender las demandas de pico de energía del noroeste argentino y de Tarija hasta el año 1990 aproximadamente.

La capacidad de embalse del conjunto de obras de regulación, incluyendo Las Maderas, asciende a 15533 hm³, con la cual pueden atenderse los extraordinarios incrementos de agua potable e industrial previstos para la región hasta el año 2000.

Los caudales regulados de los ríos donde se ubican los cierres y presas previstos podrían atender las dotaciones de riego de 140000 ha adicionales en la Alta Cuenca y de aproximadamente 330000 ha en la Cuenca Inferior del Río Bermejo.

Finalmente, los embalses creados en los ríos principales Tarija, Bermejo, San Francisco y Mojotoro, permitirían la decantación natural de cerca del 95% de los sedimentos transportados por el río Bermejo, o sea casi 70% del total de los sedimentos responsables del dragado continuo en los canales navegables de los ríos Paraná y de la Plata.

vi. Plan para el desarrollo. En base a los resultados de la evaluación efectuada, la Unidad Técnica propone un plan de obras de aprovechamiento. Estas obras tienen una envergadura adecuada y están programadas, en cuanto a estudios, construcción y puesta en marcha, de manera tal que contribuyan en forma eficaz al crecimiento económico de la región acorde con los niveles y tasas previstos en los planes nacionales de desarrollo.

La energía eléctrica, requerida para la evolución industrial y para atender los crecientes niveles de un mejor standard de vida de la población, será provista por centrales térmicas de base y por las siguientes centrales hidroeléctricas, cuya puesta en operación fue racionalmente programada:

Mojotoro
Las Pavas
Arrazayal
Yuto
Cambari
Zanja del Tigre
Astilleros

El crecimiento de la localidad de Humahuaca y su desarrollo acorde con el potencial turístico de la zona circundante, será posibilitado mediante la construcción del embalse de Ucumazo, que proveerá suficiente reserva de agua para uso doméstico y eventual riego.

El desarrollo de las industrias en los parques de Pálpala, Güemes y San Pedro, así como el agua para los asentamientos poblacionales prioritarios en el Polo de Desarrollo, se atenderán con los embalses de Las Maderas y Mojotoro y la construcción del canal de aducción Las Maderas-Palpalá y del acueducto a Güemes.

Ha sido programada, asimismo, la implementación sucesiva de una serie de proyectos de riego, basada en la regulación de caudales obtenida por los diferentes embalses propuestos. Estos proyectos y las áreas de riego adicionales son:

- Las Maderas (20000 ha)
- San Pedro, obtenida por los retornos de Pálpala y Las Maderas (18000 ha)
- Acheral (43000 ha)
- Santa Rosa (7700 ha)
- Peña Colorada y San Telmo (16000 ha)
- Yuto (27000 ha)
- Triángulo Tarija - Bermejo, en Bolivia (9000 ha)

La programación global encarada por la Unidad Técnica, incluye no sólo los estudios y proyectos de las respectivas obras sino también las investigaciones básicas que permitan concretar los correspondientes estudios de factibilidad y proyectos ejecutivos.

La inversión prevista alcanza a un total de US\$ 667 millones aproximadamente, distribuida en un período de 20 años, desde el inicial de 1974 hasta el final de 1994.

Debe destacarse que cuatro de los proyectos fundamentales afectan a la República de Bolivia: uno, el de Cambari, por desarrollarse íntegramente en su territorio, y otros tres. Las Pavas, Arrazayal y Astilleros, que se ubican en tramos internacionales de los ríos Tarija y Bermejo. Su construcción redundará en un gran influjo monetario directo e inducido en la región que podrá contribuir significativamente en el desarrollo regional de Tarija y en la creación de un sistema económico acorde con el del resto de la nación boliviana.

vii. Conclusiones y recomendaciones. La labor desarrollada por la Unidad Técnica durante los dos años de operaciones, presenta tres aspectos relevantes. El primero y más importante se refiere a la evaluación de recursos naturales que permitió llevar el conocimiento del medio natural a nivel adecuado para la formulación de un plan de desarrollo. Los progresos más significativos se ubican en las áreas de cartografía regional, hidrometeorología, sedimentología, hidrogeología y pedología, así como en el diagnóstico económico de la región y en las actividades vinculadas al riego y a la producción agropecuaria. El alcance de las respectivas investigaciones se aprecia en los volúmenes 2, 3 y 4 del Informe Final.

El segundo aspecto se refiere a la compleja tarea que significó realizar 26 anteproyectos de presas de embalse, ubicadas en diferentes zonas de la región, con determinación de cómputos métricos y costos analíticos, lo que ha permitido encarar el análisis económico definitivo sobre la base de diferentes índices de comparación.

Finalmente, cabe señalar la labor de evaluación realizada dentro de los términos y conceptos más actualizados, de la cual surgió la formulación de un programa de obras de desarrollo racionalmente estructurado.

El informe concluye con una serie de recomendaciones tendientes a facilitar la continuación y complementación de la investigación iniciada por la Unidad Técnica y a poner en práctica la primera etapa del Plan por medio de los estudios de factibilidad inherentes a los sistemas Tarija - Bermejo y Polo de Desarrollo, cuyos términos de referencia se agregan.





1. Términos de referencia

[1.1 Objetivos del Estudio](#)

[1.2 Participación y contribución de las Partes](#)

[1.3 Secuencia de las operaciones](#)

[1.4 Organización técnica](#)

[1.5 Informes](#)

El 30 de octubre de 1970, el Gobierno de la República Argentina y la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, suscribieron el Acuerdo de Asistencia Técnica para la ejecución de un estudio de los recursos hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo y programación para su desarrollo.

En la parte dispositiva de dicho Acuerdo se establece (Art. II) que "este Estudio es parte integrante y una primera etapa del proyecto B - 1 del Acta de Santa Cruz de la Sierra que manifiesta el interés de los países de la Cuenca del Plata en el Estudio de la Alta Cuenca del Bermejo y de la Cuenca del río Pilcomayo".

Asimismo, por el artículo I se estableció que, si durante la ejecución del Estudio, el Gobierno de Bolivia manifestara su interés en participar, el área de trabajo se podría incrementar para completar la totalidad de la Cuenca del Alto Río Bermejo, previa la suscripción de un acuerdo adicional en que se definan las modalidades de cooperación entre el Gobierno de Bolivia, el Gobierno de la República Argentina y la Secretaría General de la OEA. Como consecuencia de la respectiva solicitud de Bolivia, este último acuerdo adicional fue suscrito por las Partes, el 21 de abril de 1972, manteniéndose en general, los términos del primero - que en este documento fue denominado "Acuerdo Básico" - e incorporándose las nuevas contribuciones de Bolivia y la OEA.

A continuación se señalan, en forma resumida, las principales cláusulas del Acuerdo - generalizando con este término a ambos - con el objeto de ilustrar sobre el marco de referencia dentro del cual las Partes programaron el desarrollo del Estudio. Las mismas se refieren, en particular, al contenido del Plan de Operaciones, que constituye el artículo VI de dicho documento.

1.1 Objetivos del Estudio

El objetivo principal del Estudio, tal como lo establece el Acuerdo, es orientar el desarrollo de los recursos hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo (ACRB) para obtener el máximo beneficio de acuerdo con las prioridades establecidas por los Gobiernos en relación con sus planes nacionales de desarrollo.

El Estudio contempla una investigación a nivel de reconocimiento de los recursos hídricos, a efectos de identificar y evaluar proyectos específicos de desarrollo, para hacer recomendaciones generales sobre la secuencia y plazos de ejecución con criterios económicos establecidos por los Gobiernos. Asimismo, debe proporcionar las bases técnicas para adoptar decisiones en cuanto al desarrollo integral de dichos recursos y a los alcances de trabajo para estudios de prefactibilidad y factibilidad de proyectos de inversión que puedan ser sometidos a entidades internacionales de financiamiento.

Una meta importante del Estudio es familiarizar al personal de contrapartida de los Gobiernos con la metodología de planificación del desarrollo de cuencas hidrográficas, a fin de capacitarlos para la ejecución de trabajos similares en el futuro.

1.2 Participación y contribución de las Partes

i. OEA. La Secretaría General, por intermedio del Departamento de Desarrollo Regional, se obligó a proveer no menos de 118 hombre-meses de expertos en las diferentes disciplinas del Estudio y un vehículo de campo, así como a efectuar cursos cortos de entrenamiento a nivel local.

ii. Gobiernos. Los servicios de contrapartida previstos en los Acuerdos se refieren a personal técnico profesional y personal auxiliar (ayudantes técnicos, secretarías y personal de servicio) así como al apoyo logístico general, comprendido en éste las facilidades de oficina en la sede y subse-des del Estudio, útiles, equipos, materiales de trabajo y transportes. El personal de Contrapartida, en cifras globales, fue establecido en 168 hombre-meses de técnicos profesionales y 332 hombre-meses de auxiliares, distribuidos de la siguiente manera:

	Técnicos profesionales hombre-meses	Personal auxiliar hombre-meses
Argentina	114	252
Bolivia	54	80
Totales	168	332

1.3 Secuencia de las operaciones

Fue previsto un período de operaciones preliminares para establecer contactos con técnicos y organismos nacionales, proporcionar gradualmente el personal - tanto de los Gobiernos como de la Secretaría General - efectuar visitas a la zona del Estudio, instalar los locales para sede y subse-des y redactar el Plan de Trabajo del Estudio.

Las operaciones definitivas se programaron para iniciarse dentro de los 30 días de la aprobación de dicho Plan y su duración fue prevista en 18 meses.

Se estableció, además, que el Estudio llega a su término con la entrega del texto definitivo del Informe Final a los Gobiernos.

1.4 Organización técnica

Tal como es usual en este tipo de servicios prestados por la OEA, la realización de las tareas requeridas para cumplir con los objetivos del Estudio responde a una organización constituida por una Comisión Ejecutiva, dos Codirectores y una Unidad Técnica integrada por los funcionarios nacionales e internacionales asignados al Estudio en régimen de dedicación exclusiva.

La Comisión Ejecutiva está constituida por un representante de cada Gobierno y por el Director de la Oficina de Desarrollo Regional de la OEA o su representante. Es responsable de la formulación general del Estudio y de la aprobación y ejecución del Plan de Trabajo y se le asignan facultades para autorizar eventualmente la ampliación del período de validez del Acuerdo, a fin de facilitar los trabajos complementarios que resulten de las recomendaciones finales.

Los Codirectores están representados por los Directores Nacionales designados por los Gobiernos y por el Jefe de la Misión Internacional de Asistencia Técnica, designado por la Secretaría General. Actúan conjuntamente en el cumplimiento de las responsabilidades asignadas por la Comisión Ejecutiva y tienen la responsabilidad de la dirección de su respectivo personal. Asimismo, deben mantener coordinación con los organismos gubernamentales relacionados con el Estudio.

1.5 Informes

El Acuerdo previo la confección de informes trimestrales de progreso, que los Codirectores han sometido a la Comisión Ejecutiva.

El texto del Informe Final es entregado a los Gobiernos previa revisión, por parte de la Comisión Ejecutiva, de un borrador que les fue sometido oportunamente por el Jefe de Misión y los Directores Nacionales.

Una vez aprobado el Informe Final por parte de los Gobiernos, la edición definitiva es de responsabilidad de la Secretaría General de la OEA.





2. Desarrollo del estudio

[2.1 Plan de Trabajo](#)

[2.2 Organización de las operaciones](#)

[2.3 Desarrollo de las actividades](#)

[2.4 Programas de adiestramiento](#)

[2.5 Personal y entidades participantes](#)

[2.6 Informes parciales](#)

[2.7 Consideraciones sobre la Cuenca Inferior](#)

2.1 Plan de Trabajo

En setiembre de 1971, la Comisión Ejecutiva aprobó el Plan de Trabajo, que se refirió en principio al Acuerdo de 30/X/70, dado que Bolivia aún no se había adherido al Estudio en esa fecha.

En relación con la secuencia de tareas, el Plan estableció las siguientes etapas:

1. Reconocimiento de campo
2. Formulación de anteproyectos
3. Análisis y evaluación de anteproyectos y programas
4. Preparación del Informe Final

Sin perjuicio de los plazos parciales asignados a cada etapa, las dos primeras fueron consideradas como parcialmente superpuestas, habida cuenta de la necesidad de verificar un grupo de aparentes soluciones a problemas de demandas sectoriales, algunas de las cuales habían sido estudiadas en forma preliminar por organismos técnicos nacionales o provinciales.

El Plan de Trabajo estableció además el alcance de la investigación en cada disciplina y los recursos técnicos requeridos para el cumplimiento de las metas respectivas. Asimismo, se formularon las normas de carácter técnico-administrativo que regirían durante el plazo del Estudio, complementando así los términos generales contenidos en el Acuerdo de Asistencia Técnica.

Quedó establecido que las operaciones definitivas comenzarían el 1° de octubre de 1971, lo cual llevaba la fecha de terminación al 31 de marzo de 1973.

2.2 Organización de las operaciones

La conducción de los servicios argentinos de contrapartida estuvo a cargo, en la mayor parte del Estudio, de la Comisión Nacional de la Cuenca del Plata (CONCAP), dependencia de la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SRH), siendo éste el organismo principal de contrapartida. Asimismo, el Consejo Federal de Inversiones (CFI) tuvo a su cargo la administración de dichos servicios y por su intermedio se proveyó el personal nacional y los insumos correspondientes al apoyo logístico situados bajo la responsabilidad de dicho país.

En cuanto a los servicios bolivianos de contrapartida - que se habilitaron al promediar el año 1972 - estuvieron a cargo del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura, designado como organismo principal, y del Comité de Obras Públicas y Desarrollo de Tarija.

Por su parte, la OEA confió la responsabilidad de la Asistencia Técnica al Departamento de Desarrollo Regional, en cuya División II opera el Programa de la Cuenca del Plata, del cual dependió la Misión Internacional.

Los Convenios suscritos en cada país entre las autoridades nacionales y las provinciales (Argentina) o departamentales (Bolivia) permitieron la adscripción de personal local y el uso de facilidades para las operaciones de campo. Estas últimas estuvieron concentradas fundamentalmente en San Salvador de Jujuy, no obstante lo cual, ciertas actividades específicas se radicaron en las subsedes auxiliares de Salta, Tarija y Oran.

Además de los organismos nacionales citados anteriormente, participaron en las operaciones una serie numerosa de dependencias oficiales, algunas de las cuales facilitaron además la adscripción de personal técnico. Tal circunstancia se tradujo en beneficios sensibles para la conducción del Estudio y muy particularmente en la prestación de la asistencia técnica cuyo efecto multiplicador resultó por demás significativo, tanto desde el punto de vista de la capacitación individual, como del nivel de eficiencia de las instituciones participantes.

La sede principal del Estudio fue instalada en Buenos Aires y se concentró en ella la recopilación y procesamiento definitivo de la información, así como la preparación de informes sectoriales, actividades cartográficas, centro de cálculos y administración general de las operaciones.

2.3 Desarrollo de las actividades

En el balance general de resultados puede afirmarse que el Estudio logró sus objetivos, tanto desde el punto de vista de la información que suministra a los Gobiernos, como por el grado de asistencia brindada por el organismo internacional participante.

Obvio es señalar que, en un programa como el que se trata, aplicado a un área física y climáticamente heterogénea, bastante alejada de los principales centros de decisión y administración, con una frontera política de por medio y con participación de dos países de medios disímiles, era poco menos que imposible prever las contingencias que podrían alterar el curso programado de las operaciones. En consecuencia, fue necesario modificar el Plan - y a veces el alcance - de las tareas fijadas en los cronogramas respectivos, todo lo cual se tradujo en atrasos parciales no siempre recuperables y en un mayor empleo de recursos atribuibles a las Partes.

Entre las limitaciones que incidieron en la marcha del Estudio, sin duda la más importante resultó ser la ausencia de cartografía uniforme, con la cual hubiera sido posible mejorar el conocimiento del medio natural y sus posibilidades de desarrollo.

En otro orden de circunstancias, parte del atraso acusado en el plazo total y en la falta de equivalencia entre los estudios de las dos áreas nacionales, es atribuible al hecho de que las operaciones en Bolivia recién pudieron iniciarse en setiembre de 1972. Al respecto, corresponde destacar la colaboración prestada por la contrapartida argentina en el reconocimiento de la parte boliviana, sin la cual difícilmente hubieran podido obtenerse resultados en programas tales como los de evaluación de recursos naturales.

Cabe señalar, finalmente, que en forma simultánea con la realización de las actividades que motivan el presente informe, tuvieron lugar en el área dos estudios contratados por la CONCAP. Uno de ellos se refiere a la factibilidad de una presa en la zona de Oran (Zanja del Tigre) adjudicado a una firma consultora privada y el otro al estudio de control de torrentes y manejo de la cuenca del río Iruya, otorgado al Instituto de Ordenación de Vertientes e Ingeniería Forestal (IOVIF). Hasta la fecha del presente informe, aún no se han publicado los resultados de ambos contratos.

2.4 Programas de adiestramiento

El Plan de Operaciones estableció, dentro de la contribución de OEA, la organización de cursos cortos de entrenamiento a nivel local en materias relacionadas con el Estudio y como complemento del adiestramiento en servicio recibido por el personal de contrapartida.

Con tal motivo, el Departamento de Desarrollo Regional de la OEA programó dos cursos con intervención de sus centros regionales de adiestramiento. El primero de ellos versó sobre Desarrollo de Recursos Hídricos y fue dictado en San Salvador de Jujuy entre el 17 de julio y el 11 de agosto de 1972, por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). Participaron en el mismo, doce profesionales argentinos y uno boliviano, de los cuales cinco prestaban servicios en la contrapartida del Estudio y los restantes representaban a varias instituciones públicas nacionales y provinciales. El segundo curso está siendo programado por el Centro Interamericano de Formulación y Evaluación de Proyectos (CETREDE) y versará sobre temas de esta especialidad.

2.5 Personal y entidades participantes

Los acuerdos de asistencia técnica suscritos con Argentina y Bolivia previeron en el Plan de Operaciones los organismos nacionales que participarían en el Estudio, las contribuciones de las Partes y la organización técnica del mismo.

El siguiente comentario se refiere a la forma en que se cumplieron las disposiciones contenidas en dichos documentos, en la parte, correspondiente al funcionamiento de la citada organización y a la participación de las instituciones nacionales. Como podrá apreciarse más adelante, el concurso de funcionarios y organismos técnicos fue abundante y si bien en la lista de personal que se presenta, sólo se citan los profesionales universitarios, obvio es señalar que existió además un conjunto numeroso de personal auxiliar técnico, administrativo y de servicio, sin cuya colaboración no se hubieran podido alcanzar las metas del Estudio.

2.5.1 Comisión Ejecutiva. Estuvo integrada por los Sres. Ing. Mario L. GUARDO, Director de Proyectos de la Comisión Nacional de la Cuenca del Plata (Argentina), Ing. Agr. Abel CORONEL, Director General del Ministerio de Asuntos Campesinos y de Agricultura (Bolivia) y Kirk P. RODGERS, Director del Departamento de Desarrollo Regional de la Organización de los Estados Americanos. En el período diciembre de 1970 a junio de 1971 actuó por Argentina el Ing. Julio C. FOSSATI, Director Técnico de la Comisión Nacional de la Cuenca del Plata.

Asimismo, participó en todas las reuniones, el Ing. Newton V. CORDEIRO, Director del Programa Cuenca del Plata del Departamento de Desarrollo Regional, quien tuvo a su cargo la supervisión general del Estudio.

La Comisión celebró 9 reuniones en el período comprendido entre el 18 de enero de 1971 y el 20 de marzo de 1973.

2.5.2 Unidad Técnica. La Co-Dirección de las Operaciones estuvo a cargo del Ing. Civ. Evald HANSEN (Argentina), del Ing. Agr. Abel CORONEL (Bolivia) - ambos Directores nacionales - y del Ing. Civ. Conrado SERPENTINO (Uruguay), Jefe de la Misión Internacional de Asistencia Técnica de la OEA. Durante el período diciembre 1970 - abril 1971, actuó como Director Nacional Interino el Dr. Herminio PEREZ (Argentina) y durante el período noviembre 1970 - enero 1971, actuó como Jefe Interino de la Misión, el Ing. Nelson da FRANCA (Brasil).

A continuación, se citan los técnicos profesionales que integraron la Unidad Técnica; para los funcionarios de contrapartida, se indica además el gobierno provincial coparticipante o los organismos nacionales que facilitaron la adscripción o colaboración de los mismos.

i. Contrapartida nacional argentina

Director: Evald HANSEN

ARCAGNI, Alberto	CFI
BENNER, Tulio	CFI
BLANCO, Jorge	CFI
BOTTERI, Amadeo	SRH
BUITRAGO, Luis	Jujuy
CEBALLOS, Oscar	SRH
CORREA, Martín	SRH
CHAFATINOS, Teodoro	Salta
EMANUEL, Gloria	Jujuy
FERRER, José	UNLP
HEREDIA, Tomás	CFI
LORES, Ricardo	INTA
MANFREDI, Jorge	AyEE
MARQUEZ, Gerardo	Salta
MEDINA, Lázaro	SRH

MOVIA, Clara	UBA
OCARANZA, Adelqui	Salta
PARADA, Efraín	Salta
PICCHETTI, Irma N. de	Jujuy
ROCCA, Enrique	CORFO
RIESZER, Pierre	CFI
SANCHEZ, Roberto	UNLP
SANTOS, Eduardo	Jujuy
SCARTASCINI, Guillermo	AyEE
VALLEJOS, Alfredo	CFI

ii. Contrapartida nacional boliviana

Director: Abel CORONEL

MACIAS, Marcial	MACyA
TRIGO, Daniel	COPyD (Tarija)
VACA, Roberto	COPyD (Tarija)

iii. Misión Internacional de Asistencia Técnica

Jefe de Misión: Conrado SERPENTINO (Uruguay)

ARELLANO, Marco	Colombia
ARNOW, Theodore	EE.UU.
BADE, Max	Canadá
BARCLAY, Mart	EE.UU.
BAZAN, Flavio	Perú
BATTIONE, Juan	Uruguay
BRANCO, Raúl	Brasil
BRAUN, Eitel	Brasil
da FRANCA, Nelson	Brasil
DUGAN, Patrick	EE.UU.
FAHEY, Larry	EE.UU.
FEINSTEIN, Arthur	EE.UU.
FLANNAGAN, Jeff	EE.UU.
FLANNERY, Robert	EE.UU.
GONZALEZ, Armando	EE.UU.
KLEIMAN, Pablo	Chile

KONDRATSKY, Nicolás	Canadá
LEITHEAD, Horace	EE.UU.
LESSMANN, Helmut	El Salvador
MAFFUCCI, Eugenio	Argentina
NICHOLS, Joe	EE.UU.
OELSNER, Juergen	Chile
PORTERFIELD, George	EE.UU.
SAN MARTIN, Julio	Venezuela
STIPAK, Frank	EE.UU.
TOBAL, Carlos	Argentina
VAZQUEZ, Julio	Paraguay

2.5.3 Organización de los grupos de trabajo. Los diferentes sectores técnicos del Estudio desarrollaron sus actividades en base a la siguiente distribución:

Sector	OEA	Contrapartida
<i>Recursos Hídricos</i>		
Meteorología	H. Lessmann	L. Medina
	J. Battione	M. Correa
Hidrología	N. da Franca	I. N. de Piccheti
	J. Oelsner	
Hidrogeología	N. da Franca	T. Heredia
		G. Márquez
		D. Trigo
Sedimentos	G. Porterfield	G. Scartascini
Planificación y desarrollo	P. Kleiman	O. Ceballos
	P. Dugan	P. Rieszer
	F. Stipak	
	A. Feinstein	
	M. Arellano	
<i>Recursos de la tierra</i>		
Coordinador general	E. G. Braun	R. Lores
Suelos		

Interpretación y clasificación	E. G. Braun	J. Ferrer
		M. Macías
		R. Sánchez
Aptitud agrícola	R. Flannery	E. Rocca
Reconocimiento de campo	A. González	L. Buitrago
		T. Chafatinos
		G. Emanuel
		A. Ocaranza
		E. Santos
		R. Vaca
Vegetación y reconocimientos forestales	F. Bazán	C. Movia
		A. Vallejos
		E. Parada
Manejo y conservación	R. Flannery	E. Rocca
<i>Anteproyectos de presa</i>		
Diseño y presupuesto	N. Kondratsky	O. Ceballos
		P. Rieszer

Geotecnia	T. Arnow	J. Manfredi
<i>Estudios socioeconómicos</i>		
Estructura económica	R. Branco	J. Blanco
Economía recursos naturales	J. San Martín	T. Benner
Evaluación de proyectos	J. Vázquez	
	C. Tobal	
	F. Stipak	
	E. Maffucci	
<i>Asesoramientos específicos</i>		
Programación general de operaciones	J. Flannagan	
	M. Barclay	
	J. Nichols	
	H. Leithead	
	M. Bade	
Contaminación		A. Botteri
Producción industrial		A. Arcagni
Cartografía	L. Fahey	
Organización Informe Final	J. Vázquez	

2.5.4 *Instituciones colaboradoras.* A continuación, se indican por país y orden alfabético, las instituciones que colaboraron en el Estudio. Si bien el grado de participación no es común a todas, forzoso es destacar la importancia que todas ellas tuvieron para la consecución de los objetivos de los diferentes sectores del Estudio.

i. Argentina

Administración General de Agua y Energía de la Pcia. de Jujuy

Administración General de Aguas de Salta

Agua y Energía Eléctrica

Asesoría de Desarrollo de Jujuy

Comisión Nacional de la Cuenca del Plata

CONADE, Oficina Regional de Desarrollo del NOA

Consejo de Agrimensores, Arquitectos e Ingenieros de Jujuy

Consejo Federal de Inversiones

Dirección de Fabricaciones Militares - Plan geológico minero
Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables
Dirección Nacional de Geología y Minería
Dirección Nacional de Hidrometeorología, Planeamiento y Proyectos de la SRH
Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Departamento de Meteorología
Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Pedología
Ferrocarril General Belgrano
Gendarmería Nacional Argentina
Instituto Geográfico Militar
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Jefatura Estudios Zona Norte de Agua y Energía Eléctrica
Obras Sanitarias de la Nación (Laboratorio)
Secretaría de la Producción de Salta
Secretaría de Obras Públicas de Salta
Servicio Meteorológico Nacional
Servicio Nacional de Agua Potable de la SRH
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas de la SRH
Subsecretaría de Asuntos Agrarios de Jujuy
Subsecretaría de Obras Públicas de Jujuy
Subsecretaría de Recursos Hídricos (SRH)
Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Entidades privadas

Chacra Experimental Agrícola de Santa Rosa
Finca Abra Grande
Ingenio La Esperanza
Ingenio Ledesma
Ingenio San Martín del Tabacal

ii. Bolivia

Comité de Desarrollo y Obras Públicas de Tarija
Empresa Nacional de Electricidad
Instituto Geográfico Militar
Servicio Geológico de Bolivia
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia

2.6 Informes parciales

Durante el desarrollo del Estudio, la Unidad Técnica preparó una serie de informes sectoriales con los cuales se atendieron solicitudes de las autoridades nacionales y provinciales, en general motivadas por actividades a emprenderse antes de la finalización del mismo y que en consecuencia requerían utilizar la información producida hasta el momento. Entre ellos se destacan por su importancia los siguientes:

2.6.1 Anteproyecto de presa en el río Los Alisos. Solicitado en setiembre de 1971 por el Gobierno de la Provincia de Jujuy para atender la creciente demanda de agua para uso industrial en la zona de Pálpala. Dado que la inversión respectiva estaba prevista en el Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad 1971/75, el informe se limitó al estudio de la viabilidad técnica de la obra y se elaboró un informe con anteproyecto y presupuesto, que fue entregado el 20 de diciembre de 1971.

2.6.2 Evaluación preliminar de los recursos de agua subterránea. Entregado en marzo de 1972 a la Subsecretaría de Recursos Hídricos, constituyó un antecedente para la definición del Plan de Operaciones del Plan NOA III relativo al Estudio de los Recursos Hídricos en la zona del Noroeste Argentino, a su vez parte de una serie de programas sectoriales que se realizan con asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

2.6.3 Informe preliminar sobre agua subterránea en la zona de Oran. Solicitado por la CONCAP con destino al estudio contratado con HARZA-ADE respecto de la factibilidad de una presa en Zanja del Tigre. Fue entregado en octubre de 1972.

2.6.4 Conclusiones y recomendaciones sobre evaluación de agua subterránea en la zona de Tarija. Solicitado por el Comité de Obras Públicas y Desarrollo de Tarija para implementar los estudios realizados por la Unidad Técnica. Fue entregado en diciembre de 1972.

2.6.5 Informe preliminar sobre sedimentos en la ACRB. Fue solicitado por CONCAP para los mismos fines que el estudio citado en 2.6.3 y entregado en febrero de 1973. Constituyó la versión preliminar del informe preparado por el especialista de OEA y en él se analiza la información existente, las relaciones entre descargas líquida y sólida de las principales estaciones y las características sedimentológicas del río Bermejo y principales afluentes, así como la estimación de vida útil para varios embalses considerados en la Cuenca.

2.6.6 Información hidrológica básica. Entregada en marzo de 1973 a solicitud de AyEE para complementar el anuario que publica dicho organismo. Representa la información elaborada por la Unidad Técnica en correspondencia con 23 estaciones de la Cuenca y con varios años hidrológicos y consta de datos sobre caudales instantáneos, mensuales y anuales y curvas de duración y de probabilidad. Para algunas estaciones en las que sólo se disponía de registros sin procesar en todo el ciclo analizado

(44 años) se suministraron además curvas de altura - descarga e hidrogramas de crecida máxima anual.

2.7 Consideraciones sobre la Cuenca Inferior

Al promediar el avance de los estudios inherentes a la Alta Cuenca, el Gobierno de la República Argentina incorporó en el Plan Nacional de Cooperación Técnica presentado ante la Organización de los Estados Americanos, la solicitud para el Estudio de la Cuenca Inferior de Río Bermejo. El espacio físico respectivo se inscribe totalmente en territorio argentino e involucra a las provincias de Salta, Chaco y Formosa.

La solicitud responde no sólo a la secuencia lógica en lo que se refiere al estudio de áreas de drenaje ordenadas según la dirección del escurrimiento superficial, sino también a la necesidad de disponer, en un futuro inmediato, de un informe que complemente el conocimiento global de la Cuenca y que permita lograr el más racional aprovechamiento de los caudales previamente regulados en el tramo superior.

Una vez coordinados los alcances del nuevo estudio, el Gobierno y la OEA prepararon las bases del Acuerdo en forma tal que no hubiera solución de continuidad entre ambos servicios de asistencia técnica. Este planteo condujo a que durante la realización del primer estudio se incorporaran tareas de hidrología propias del tramo inferior del río Bermejo, cuyos resultados serían utilizados posteriormente.

Por otra parte, las mismas consideraciones motivaron que se trasladaran al segundo estudio algunos aspectos de la investigación específicamente atribuibles al territorio argentino, como ser los relativos al dominio y administración de los recursos hídricos, cuyo análisis completo sólo podría efectuarse a la luz de un conocimiento global de la Cuenca y de sus posibilidades en cuanto al desarrollo integral de dichos recursos.

El Acuerdo de Asistencia Técnica para el Estudio de la Cuenca Inferior del Río Bermejo fue suscrito en Washington, D.C., el 7 de abril de 1973, entre el Representante Permanente de Argentina en OEA y el Secretario General de la Organización de los Estados Americanos.





3. Antecedentes

[3.1 Comisión Nacional del Río Bermejo](#)

[3.2 Estudios varios](#)

En relación con diferentes aspectos del desarrollo y con la evaluación de recursos naturales, han sido consultados numerosos informes, algunos de los cuales tienen alcance nacional y otros se refieren a regiones vinculadas directa o indirectamente con la Cuenca del río Bermejo. Tanto por su orientación general como por la información básica contenida en los mismos, todos ellos han sido de apreciable valor para la confección del presente informe.

A continuación se describen sumariamente, aquellos que, sea por su enfoque en el campo del desarrollo regional, como por el tratamiento otorgado a los recursos hídricos de la Cuenca, han sido material de consulta permanente para las investigaciones llevadas a cabo por la Unidad Técnica, especialmente en la etapa de operaciones preliminares.

3.1 Comisión Nacional del Río Bermejo

Los antecedentes de más reciente data relacionados específicamente con la ACRB fueron producidos por la ex Comisión Nacional del Río Bermejo, creada por Decreto N° 16288/56, de 6 de setiembre de 1959, del Gobierno Argentino.

A su vez, los estudios previos que promovieron la creación de dicha Comisión, se remontan sucesivamente a los años 1903, 1908 y 1935/38 y comprendieron la ejecución de exploraciones, estudios de campo e informes dentro del área argentina del curso superior y en los cursos medio e inferior del río Bermejo.

El objetivo principal de aquel organismo estaba relacionado con la posibilidad de construir un canal navegable que, siguiendo un curso paralelo al río Bermejo (Canal Lateral) vinculara regiones del norte y noroeste del país con el río Paraná. La traza de dicho canal se extendía desde la Alta Cuenca en la Provincia de Salta, hasta las proximidades de la desembocadura en la Provincia del Chaco.

Posteriormente, el Decreto N° 18754/56 de 9 de octubre de 1956 amplió los cometidos de la Comisión con el estudio de un segundo canal navegable (Canal de Santiago del Estero) que cruzaba las provincias de Chaco, Santiago del Estero y Santa Fe y desembocaba en el río Paraná.

El programa de estudio del sistema mencionado incluía aspectos muy variados que se relacionaban con obras de embalse para regular la cuenca superior, obtención de energía, provisión de agua para consumo doméstico y regadío y proyectos de infraestructura de transporte como base de un plan de colonización,

urbanización y demás usos en la zona de influencia de los canales. Asimismo, el aprovechamiento de recursos forestales, el estudio del mayor valor de la tierra y las expropiaciones y estudios para la construcción de los canales, alternaban con otras facultades de la Comisión Nacional para la promoción de convenios interprovinciales sobre el recurso agua y recomendaciones para la celebración de convenios internacionales derivados de las futuras obras.

Con respecto a estudios de ingeniería, la Comisión Nacional realizó numerosos trabajos topográficos, geológicos, perforaciones y ensayos de laboratorio, destacando comisiones de técnicos con asiento en Oran, para la Alta Cuenca, y en Juan J. Castelli y Resistencia, para la Cuenca Inferior.

En la Alta Cuenca se comenzó con el estudio del emplazamiento de una presa matriz en Zanja del Tigre, a la que se agregaron posteriormente varios cierres sobre los principales afluentes del Bermejo, con vistas a la regulación de caudales, producción de energía, control de crecientes y retención de sedimentos.

Con tal objeto, fueron realizados trabajos preliminares en los ríos Pescado, Iruya, Blanco o Zenta, dentro de territorio argentino, y sobre los ríos Bermejo y Grande de Tarija en áreas internacionales, localizándose cierres aparentemente aptos en lugares designados como Pescado I, Pescado II, El Portillo, Vado Hondo, Arrazayal, Balapuca, Alarache, Astilleros y San Telmo.

El sistema de embalses mencionado permitiría, a juicio de la Comisión, regular y almacenar más de 10000 hm³, cuyo volumen era estimado suficiente para alimentar los canales navegables. El estudio de las presas respectivas llegó, en algunos casos, hasta el nivel de prediseño, y en otros sólo se iniciaron estudios topográficos y geológicos en el cierre.

Fueron relevados por fotografía aérea y en varias etapas los tramos superior, medio e inferior del río Bermejo.

El aspecto de riego y colonización en la cuenca media e inferior estuvo a cargo de grupos de técnicos especializados que reconocieron la zona y produjeron mapas de aptitud de suelos a nivel preliminar. Asimismo, se realizaron encuestas de población y estudios específicos de carácter socioeconómico.

Gran parte de la información técnica producida como consecuencia de este estudio, está radicada en los archivos de la CONCAP, y la Unidad Técnica dispuso de ella - la referente al tramo superior - como un valioso antecedente en lo que respecta a la identificación y posterior diseño de aprovechamientos hidráulicos.

3.2 Estudios varios

3.2.1 Plan Regional de Desarrollo Económico - Social Chuquisaca - Tarija. Ensayo de Planificación Regional, 1972 (distribuido a principios de 1973). Publicado por el Consejo Nacional de Economía y Planificación, el Comité de Obras Públicas y Desarrollo de Tarija y el Comité de Desarrollo y Obras Públicas de Chuquisaca, auspiciado y financiado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). La región de Chuquisaca - Tarija fue seleccionada como primera etapa de una serie de estudios de programación regional, y en este informe se describen las características físicas de la región, sus funciones básicas en el desarrollo económico y social del país, los recursos naturales y los aspectos económicos y sociales, y se elabora un plan de desarrollo para la región, para el cual se definen previamente las políticas, estrategias y metas en el largo, mediano y corto plazo. El informe concluye con

un catálogo de proyectos inherentes al plan operativo bienal 1973-1974.

3.2.2 "Operación Zonas Áridas" - Programa de Desarrollo Económico de las Zonas con áreas de Riego. Estudio realizado entre 1970 y 1972 en base a un convenio suscrito entre el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación (MAG) como organismos nacionales y el *Bureau pour le Développement de la Production Agricole* (BDPA) de Francia, como organismos de asistencia técnica.

Como consecuencia del mismo, se presentó "un programa global de ordenamiento y perspectivas de desarrollo de las áreas irrigadas dentro de la problemática del desarrollo regional", apoyado en un análisis de la situación actual que permitiera definir más claramente las políticas de desarrollo agropecuario relativas a las zonas áridas y semiáridas de la Argentina. Fueron planteadas tres líneas de acción fundamentales en relación con la demanda, la producción y el medio circundante; para cada una de ellas, se establecieron sus objetivos, los medios estratégicos para lograrlos y los medios operativos para realizarlos.

3.2.3 Organización de los Estados Americanos - Programa de la Cuenca del Plata del Departamento de Desarrollo Regional. La Fase I - Inventario de datos hidrológicos y climatológicos - constituye el llamado Proyecto A-2 del Acta de Santa Cruz de la Sierra (II Reunión de Cancilleres de los Países de la Cuenca del Plata). Este estudio compendia toda la información existente sobre hidrología y clima de la Cuenca del Plata, evalúa las instituciones responsables de la obtención de datos y describe la metodología empleada. Asimismo, analiza las redes de estaciones hidrológicas y climatológicas existentes y formula recomendaciones sobre la forma de ampliarlas, sobre el intercambio de información y sobre estudios específicos. Fue distribuido a los países de la Cuenca en 1970 y consta de un informe y 17 mapas en colores a escala 1:3000000.

La Fase II - Evaluación de los Recursos Naturales - constituye el Proyecto A-3 de la citada Acta de Santa Cruz de la Sierra y se compone de tres partes. En la primera, distribuida a partir de 1970, se efectuó un inventario analítico, expresado en 12 mapas índices y un catálogo, de los levantamientos aerofotográficos, planimétricos, altimétricos, geológicos, de suelos, capacidad productiva de la tierra, ecología, uso agrícola e inventario forestal, llevados a cabo en el área de la Cuenca del Plata. La segunda parte fue distribuida a los países miembros en 1972 y proporciona una orientación general sobre la disponibilidad de los recursos naturales en relación con su uso actual; asimismo, suministra información sobre la infraestructura física y los recursos humanos de la Cuenca. Consta de un informe y 8 mapas tópicos a escala 1:3000000.

Con base en la información producida en la Fase I y en las dos primeras partes de la Fase II, así como en el análisis de los planes nacionales de desarrollo, se identificaron áreas donde se justifican estudios más detallados conducentes a proyectos específicos en los campos de desarrollo regional, integración fronteriza y desarrollo integrado de los recursos hídricos. Los estudios recomendados tienen carácter multinacional, sea por su ubicación o por su influencia, y apuntan a la solución de problemas regionales, todo ello dentro del marco de la Cuenca del Plata considerada como una unidad física.

El estudio de la Cuenca del río Bermejo es uno de los que fueron identificados en esta Fase, y constituye, junto con otros de su misma categoría que fueron solicitados por los Gobiernos, la Fase III del Programa mencionado.

3.2.4 Estudio de posibilidades de complementación en las áreas del noroeste argentino y sud-sudoriente

boliviano. Estudio binacional realizado entre setiembre de 1969 y abril de 1970 con asistencia técnica y la coordinación general del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y con el apoyo del Consejo Nacional de Desarrollo de Argentina (CONADE) y el Ministerio de Planificación de Bolivia. Constituyó un relevamiento preliminar de iniciativas y proyectos que fueran susceptibles de implementarse en el corto y mediano plazo y, dado el período limitado del estudio, éste se enfatizó en los sectores forestal, maderero, minero-metalúrgico, petroquímico, transportes e hidráulico, todo ello incluido dentro de una concepción económica global de las áreas involucradas.

El informe final consta de tres volúmenes: el I, Informe Global, contiene los resultados de la actividad desarrollada por los equipos nacionales con la cooperación del BID, y los dos restantes incluyen los informes sectoriales preparados por los consultores internacionales.

3.2.5 Los Recursos Hidráulicos de la Argentina. Análisis y Programación tentativa de su desarrollo. Impreso en Argentina; edición del Consejo Federal de Inversiones en 1969 (7 tomos). Constituye el resultado final de un proceso de estudios de casi 10 años, en el que participó el grupo CEPAL - CFI mediante convenio de abril de 1962, a su vez consecuente de una solicitud formulada por el CFI en setiembre de 1969.

Está orientado hacia un tratamiento metodológico de los problemas involucrados en el campo hidráulico y a proporcionar una base para poder homologar la información existente con un enfoque múltiple e interdisciplinario. Uno de los principales objetivos fue el de analizar, en forma conjunta e integral y dentro de los límites reales existentes, los usos del agua y sus conflictos.

Si bien este estudio no tiene los alcances de un plan concreto sobre el desarrollo de los recursos hídricos, se trata de un valioso elemento de consulta para analizar y evaluar en forma sistemática, los diferentes problemas que aparecen interrelacionados en este tema.

Con anterioridad a este informe, el CFI publicó (1962) una serie titulada "Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina" (Primera Etapa) en varios tomos, dos de los cuales tratan de los Recursos Hidráulicos superficiales y subterráneos respectivamente.

3.2.6 Informe Preliminar Regional. Banco Interamericano de Desarrollo. Programa BID - Cuenca del Plata. Editado en 1969, consta de 8 volúmenes y anexos que se refieren en particular a los temas más importantes en el campo de la evaluación de recursos y de infraestructura de la Cuenca del Plata, a saber: Recursos Hidráulicos, Transportes y Energía. El trabajo tiene como objetivo servir de marco para la consideración de proyectos de alcance multinacional en dicha cuenca. El Volumen III trata de los recursos hídricos inherentes a las subcuencas de los ríos Paraná y Paraguay, y en él se localizó importante información básica relativa al río Bermejo.

3.2.7 La racional utilización de los recursos hídricos y energéticos de Jujuy, por E. Hansen y H. Fuldner, consultores. Realizado por contrato de 29 de agosto de 1957 con el Gobierno de la Provincia de Jujuy, consta de 10 volúmenes de texto y uno de mapas y gráficos. El trabajo versa en general sobre la programación de los usos del agua y de las facilidades energéticas de Jujuy y detalla las investigaciones realizadas a tales efectos en diferentes campos. El objetivo del informe, según lo establecido en el llamado a consultores, fue "establecer y asegurar la más racional utilización de los recursos hídricos y energéticos de la Provincia, realizar croquis preliminares de las obras más urgentes y establecer programas coordinados entre sí que permitieran una acción definida inmediata y netamente ejecutiva de las instituciones existentes y a crear; y señalar las bases y las medidas de carácter inmaterial y material

que debería realizar el Gobierno de la Provincia para el desarrollo escalonado y eficiente de los recursos arriba mencionados". El informe describe las investigaciones demográficas y económicas con las que se establecieron las demandas previsibles en cuanto al uso del recurso, dentro de un concepto hidroeconómico integral para la región.

3.2.8 Otros estudios. Finalmente, corresponde señalar que la Unidad Técnica ha hecho uso de la información sectorial disponible en las dependencias oficiales argentinas y bolivianas; éstas son citadas en el transcurso de este informe general y en los volúmenes donde se describen en detalle las investigaciones realizadas por los grupos especializados del Estudio.





4. Estructura del informe final

Los resultados del Estudio se han consignado originalmente en los siguientes volúmenes, cuya edición preliminar fue realizada en Argentina.

1. INFORME GENERAL
2. RECURSOS HÍDRICOS
3. RECURSOS DE LA TIERRA - RIEGO Y DRENAJE
4. ANTEPROYECTOS DE PRESA

El Departamento de Desarrollo Regional de la Organización de los Estados Americanos tomó a su cargo la edición definitiva del presente Informe General, que constituye el documento principal, habida cuenta de que su contenido se orienta a la presentación del Plan de Desarrollo. Por lo tanto, la secuencia de sus capítulos está ordenada en forma de ir ilustrando sobre las diferentes etapas que conducen a la formulación de dicho Plan, o sea el conocimiento físico y socioeconómico de la Cuenca, los objetivos y metas para el desarrollo de la región, los recursos disponibles para lograr dichas metas y finalmente la descripción y evaluación de los proyectos y la selección de los sistemas con los cuales se instrumentará el plan respectivo.

En este Informe General se ha compendiado la información relativa a la evaluación de recursos naturales, así como la que se refiere a los detalles de diseño de los aprovechamientos considerados, todo lo cual se presenta en detalle en los tres volúmenes restantes. Ello no obstante, se ha pretendido concentrar en éste una documentación autosuficiente a efectos de su presentación ante las autoridades nacionales que decidirán sobre el plan propuesto y ante los organismos internacionales que colaborarán en la implementación del mismo.

El material del presente Informe incluye además las recomendaciones a los Gobiernos respecto de estudios complementarios que pueden abordarse a nivel nacional, así como las que se refieren a la creación de organismos para la administración del Plan de Desarrollo y a los términos de referencia para los estudios de factibilidad de los sistemas y proyectos que integran el mismo.

El Volumen 2 se destina exclusivamente a los recursos hídricos, atendiendo así a uno de los objetivos principales del Estudio. Su estructuración en cuatro partes responde a las diferentes disciplinas que concurrieron en la evaluación y en el análisis de resultados, pero sin perder de vista su común denominador en lo que concierne al interés de los organismos técnicos que serán los usuarios naturales de esta información. Las partes constitutivas se refieren a Meteorología, Hidrología, Hidrogeología y Sedimentos, debiéndose aclarar que esta última, si bien habitualmente se inscribe dentro de los estudios hidrológicos, se trata por separado en razón de que el tema adquiere una significativa importancia en la cuenca del río Bermejo.

En el Volumen 3 se ha tratado de buscar la unidad a través de los recursos de la tierra, considerando este término en su acepción más amplia. Las diferentes partes tratan de: Suelos, Vegetación, Recursos Forestales y Manejo y Conservación, completándose con sendos capítulos destinados a la descripción de

la agricultura y a las posibilidades de desarrollar dicho sector por vía del riego.

El Volumen 4 concentra, a manera de catálogo, la información relativa a la identificación y prediseño de obras de embalse, particularmente la que corresponde a obras civiles e hidráulicas. Con este volumen se pretende mostrar el esfuerzo realizado por la Unidad Técnica en materia de ingeniería hidráulica, incluso en aquellos aprovechamientos en los que, aun habiéndose llegado al diseño, fueron luego descartados en las sucesivas etapas de evaluación. La razón de esto estriba fundamentalmente en que no es posible afirmar en sentido absoluto su falta de solidez económica, dado que esta condición limitante es función de la época y de las condiciones en que se estudia su viabilidad, y el hecho de que en la instancia actual hayan resultado factibles los proyectos que se recomiendan en el Informe General no significa prescindir totalmente de las demás posibilidades identificadas, ni aun de otras que pueden serlo en el futuro.

Finalmente, obvio es señalar, que en el Informe General no ha sido posible volcar la totalidad de la información procesada en las diferentes disciplinas del Estudio. La misma se ha concentrado en los archivos de la Unidad Técnica, y su posterior difusión atenderá al interés de los organismos oficiales especializados.





1. Aspectos físicos

[1.1 Ubicación](#)

[1.2 Delimitación de la Alta Cuenca](#)

[1.3 Clima](#)

[1.4 Hidrografía](#)

[1.5 Aspectos fisiográficos](#)

[1.6 Vegetación](#)

[1.7 Geología](#)

1.1 Ubicación

El río Bermejo integra la gran cuenca del Río de la Plata, que drena las aguas de casi la cuarta parte del continente sudamericano hacia el Océano Atlántico.

El Bermejo es un afluente del río Paraguay, el que a su vez desemboca en el río Paraná. Este último fluye hacia el Océano Atlántico a través del Río de la Plata.

La Alta Cuenca del Río Bermejo o Cuenca Activa se halla situada en el extremo NO de Argentina y extremo SSE de Bolivia. Tiene la forma aproximada de una elipse, con su eje mayor, de 430 km de largo, orientado de norte a sur. Su ancho, medido a la latitud de la Junta de San Francisco, es de 170 km (mapa II-1-1).

La Cuenca es atravesada por el Trópico de Capricornio y sus coordenadas geográficas extremas son 21° 13' y 25° 02' latitud sur y 63° 47' y 65° 46' longitud oeste.

El área total medida por la Unidad Técnica del Estudio es de 50550 km² y se divide en dos subcuencas principales de superficie similar:

La subcuenca norte, denominada "Tarija - Bermejo", tiene como colector principal al río Bermejo. Es la parte internacional de la Alta Cuenca y su superficie se extiende en los territorios de Argentina (52%) y de Bolivia (48%).

La subcuenca sur, denominada "Grande - San Francisco", es drenada por el río San Francisco y pertenece totalmente a territorio argentino. A pesar de la similitud de sus áreas de drenaje, dichas subcuencas difieren notoriamente en los respectivos aportes de caudal superficial, correspondiendo el mayor a la subcuenca Tarija - Bermejo, con el equivalente al 71% del total. Los caudales de ambas se reúnen en la Junta de San Francisco, a partir de la cual escurren hasta su desembocadura en el río Paraguay, utilizando como colector común al río Bermejo en sus tramos medio e inferior.

1.2 Delimitación de la Alta Cuenca

Los límites físicos de la Cuenca Activa están claramente definidos y dados por las divisorias de agua, las cuales en general forman parte de la faja subandina; en otros sectores son estribaciones de la misma cordillera (mapa II-1-1).

Al norte, las serranías de Tarija, con alturas máximas de 3200 m, dividen aguas con la cuenca del río Pilcomayo.

Al oeste, limitando con varias cuencas cerradas del altiplano, se encuentra la serranía de Sama, con una altura máxima en el cerro Morro Negro (4344 m) y que se prolonga en territorio argentino por las serranías de Santa Victoria, Aguilar y Chañi, cuyos puntos culminantes son los cerros Azul Casa (5009 m). El Aguilar (5125 m) y Nevado de Chañi (6200 m).

Hacia el sur las sierras dividen aguas con la cuenca del río Juramento - Salado y sus alturas disminuyen gradualmente hasta el cerro de los Dos Morros (1140 m), situado en el límite meridional de la Alta Cuenca.

Desde el punto anterior hacia el norte y por el borde este, las alturas crecen formando los cerros de la Cresta del Gallo y la Sierra del

1. Aspectos físicos

Centinela, que separan la Alta Cuenca de la del río Dorado - Del Valle. La altura máxima de esta divisoria es el cerro El Ceibal (2580 m), a partir del cual las serranías bajan hasta desaparecer.

Al otro lado del río Bermejo y hacia el norte, la divisoria está constituida por las sierras del Alto Seco o Cumbre de San Antonio y de Macueta, que parten aguas con la cuenca del río Seco.

El río Bermejo abandona la Alta Cuenca, en la llamada Junta de San Francisco, denominación dada a la confluencia de los ríos Bermejo y San Francisco, para penetrar en la gran llanura chaqueña, que se constituye en su Cuenca Inferior.

1.3 Clima

La Alta Cuenca del Río Bermejo se encuentra en una zona de falla o rápida transición climática, en la que a corta distancia las características varían considerablemente desde las propias del clima subtropical húmedo a las del desértico, en un ancho de no más de 150 km.

La causa de estos grandes contrastes climáticos se atribuye a la topografía muy quebrada de la Cuenca - con diferencias de altura mayores de 5000 m en una distancia de sólo 70 km -, a la orientación de las sierras y valles respecto de las corrientes predominantes de la atmósfera libre, ya la exposición de las faldas respecto del sol. Importantes efectos desde mayor distancia producen el altiplano o puna y, sobre todo, la Cordillera de los Andes.

En los procesos atmosféricos tales como movimientos frontales, líneas de inestabilidad y precipitaciones, inciden los mecanismos de calentamiento por radiación y la advección de masas de aire. Los centros básicos de acción, que condicionan el desarrollo de los procesos en la Cuenca, son los anticiclones subtropicales semiestacionarios del Atlántico - y en menor medida los del Pacífico - así como un centro de baja presión llamado "baja térmica del noroeste argentino" que se forman al este de los Andes, con una ubicación media sobre las provincias argentinas de La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy y que abarca también el sur de Bolivia.

1.3.1 Características generales. El régimen pluvial de la ACRB (ver mapa II-1-2) queda definido por dos períodos bien diferenciados.

El período lluvioso se extiende entre los meses de noviembre a marzo y en él se concentra el 85% del total de la precipitación anual. La precipitación anual media varía desde 200 mm en la parte oeste hasta 1400 mm en el centro de la Cuenca, presentándose los meses de enero y febrero como los más representativos del período. Las temperaturas medias en esta época del año oscilan entre 16 y 28°C, con máximas extremas entre 35 y 45°C, según las zonas.

La estación seca coincide con el período otoñal - invernal, en el que los meses de junio, julio y agosto tienen muy escasa o casi nula precipitación. Las temperaturas medias en este período varían entre 8 y 15°C, con mínimas extremas, según la zona, entre 0 y -13°C.

En el mapa II-1-2 se muestra la precipitación anual media correspondiente al período 1941/42 - 1970/71.

Los períodos de ocurrencia de heladas van desde abril hasta octubre en las zonas más frías, reduciéndose a los meses de julio y agosto en los sectores más cálidos, como por ejemplo en el que circunda a la Junta de San Antonio.

En los meses de diciembre, enero y febrero se produce la mayor ocurrencia de granizo; la frecuencia promedio de este fenómeno es de uno a cuatro casos por año, según los sectores.

En los meses de junio a octubre se dan las mayores velocidades de viento; las direcciones prevalentes están condicionadas por la dirección de los valles en la zona montañosa, mientras que en la parte baja predomina la componente del noreste.

La Quebrada de Humahuaca, que se encuentra orientada en dirección norte - sur ascendiendo hacia el norte, presenta el fenómeno típico de viento dominante del norte por la noche, cambiando a viento del sur durante el día y con un notable máximo en su intensidad entre las trece y las quince horas. La circulación valle - montaña se observa en los otros valles de la Cuenca, especialmente durante la temporada estival, aunque con menor intensidad que en la Quebrada.

La heliofanía efectiva, notablemente influenciada por la nubosidad, está condicionada por la exposición de las laderas y por la altura, que en la ACRB presenta significativas variaciones. En el sector sur de la Cuenca la marcha anual presenta un máximo de 6 a 7 h por días en los meses de julio y agosto y un mínimo de 4 a 5 h por día entre febrero y abril. En los sectores altos aumenta considerablemente la cantidad de horas de heliofanía efectiva, llegando hasta valores de 10 h por día en los meses de mayor insolación.

1.3.2 Zonas climáticas. Teniendo en cuenta las características de precipitación, temperatura y heliofanía, así como los aspectos de tipo morfológico de la Cuenca, es posible reconocer en ella 8 zonas climáticas. La delimitación correspondiente se establece en el mapa II-1-3, y sus características básicas se indican en el cuadro II-1-1.

La definición de tales zonas climáticas, dentro del contexto regional, facilitó el análisis de las posibilidades agropecuarias de la

Cuenca, en particular del riego y de los cultivos agroecológicamente posibles.

1.4 Hidrografía

1.4.1 Subcuenca Tarija - Bermejo (mapa II-1-1). El río Tarija tiene su origen en territorio boliviano, en los ríos Chamata, Vermillo, Trancas y otros que nacen a unos 50 km al noroeste de la ciudad de Tarija, en la falda oriental de la serranía de Sama, a 3400 m de altitud. Después de pasar por la comunidad de Tomatas Grande toma el nombre de Guadalquivir, el que conserva hasta la confluencia con el río Camacho, 30 km al sureste de Tarija. A partir de esta confluencia, llamada "La Angostura", el río se denomina Tarija.

En el tramo anterior recibe por la margen izquierda el aporte de los ríos Carachi Mayu, Sella y Yesera - Santa Ana, y por la margen derecha el de los ríos Calama, Erquis, Santa Victoria, Tolomosa y Camacho.

Aguas abajo de La Angostura el río continúa muy encajonado y con dirección muy variada, predominando la NO - SE y la N - S hasta su confluencia con el Itaú. En este tramo recibe el aporte, por la margen izquierda, de los ríos Salinas - formado por los ríos Pajonal y Santa Ana - Chiquiaca e Itaú; por la margen derecha el afluente más importante es el río Motoví. Todos estos afluentes corren por cañones muy estrechos, salvo en los alrededores de Entre Ríos donde existen algunos valles amplios en los que se observa agricultura.

A partir de la confluencia con el río Itaú, su recorrido es NNE - SSO y se denomina río Grande de Tarija. Hasta la Junta de San Antonio, en que se une al río Bermejo, sólo recibe por la margen izquierda arroyos de poca importancia que bajan de las sierras del río Seco; por la margen derecha el único afluente que se destaca es el de la Quebrada de San Telmo. Este tramo, al igual que el recorrido inferior del río Itaú, constituye frontera con la República Argentina.

El río Bermejo, según los antecedentes geográficos, tiene también su origen en Bolivia. Lo forman en sus nacientes, los ríos Orosas, Rosillas y Waykho, que nacen en las serranías situadas al norte de Padcaya. Estos ríos se juntan a unos 7 km al sur de Padcaya, continuando con marcada dirección N - S por un valle bastante estrecho, con el nombre de río Orosas hasta su confluencia con el río Condado. Este nace en territorio argentino y tiene como principal afluente al Santa Rosa, que es límite entre ambos países. En este tramo el afluente más significativo es el río Grande, que se une al Orosas en su margen derecha frente al pueblo de La Merced.

[Mapa II-1-1 - Límites Red Hidrográfica Principal](#)

[Mapa II-1-3 - Zonas Climáticas](#)

Cuadro II-1-1. Zonas Climáticas

Zona	Temperatura °C				Heladas Período libre días	Precipitación		Necesidad anual media de agua (Evapotranspiración potencial) mm	Deficiencia anual media de agua mm	Exceso anual medio de agua mm
	Invierno (jun-jul)		Verano (dic-feb)			media anual mm	meses de máxima mm			
	media	mínimas extremas	media	máximas extremas						
1. Lavayén	12/15	-5/-8	22/26	38/42	oct-abr 200	500/900 de este a oeste	ene. y feb. 100/160	1000; con máximos entre 130 y 140 en diciembre y enero	400 a 500 de abril a diciembre	
2. Maderas	10/13	-8/-10	20/21	35/38	oct-abr 200	900/1300	enero 200	800; con máximos entre 105 y 110 de diciembre a febrero	150 de abril a octubre	
3. Ramal	13/14	-4	25/26	45/46	oct-may 230	720	ene. y feb. 150/160	1000/1100; con máximos entre 120 y 150 de diciembre a febrero	300 de abril a diciembre	
4. Valle Grande	14	-6/-7	25/26	35	nov-mar 150	900	ene. y feb. 190/200	670; con máximos de 95 en diciembre y enero	prácticamente despreciable	250 a 260 de enero a marzo con máximo de 120 en enero

1. Aspectos físicos

5. Quebrada	8/10	-10/-13	16/18	34/36	ene-mar 100	200	ene. y feb. 40/60	700; con máximos entre 80 y 100 en diciembre y enero	560 al sur y 470 al norte, con máximos mensuales entre 60 y 65 de octubre a diciembre	
6. Oran	14/15	-4	25/28	44/46	oct-abr 220/240	800	dic. y ene. 130/150	1050	300 de marzo a diciembre; (de septiembre a octubre valores medios de 60)	
7. Bermejo - Tarija	13/15	0	26/27	45	ago-jul 280	1400 sector central disminuyendo hasta 700 en área periférica	ene. y feb. 240/260	1100	40 entre agosto y septiembre	
8. Santa Victoria	12	-8/-10	17/21	35	oct-mar 150	400/600	ene. y feb. 80/100	720; con máximos de 80 de diciembre a febrero	400 de marzo a diciembre (en abril-mayo y agosto-septiembre 45 a 50 por mes)	pueden producirse en enero y febrero

Después de la confluencia del Orosas con el Condado, el río toma el nombre de Bermejo y corre en dirección NO - SE hasta su confluencia con el Tarija. En este recorrido recibe por la margen derecha, entre otros, a los ríos Toldos y Lipeo; en la margen izquierda se destacan los ríos Emborozú y Guandacaya Grande.

Desde Junta de San Antonio, el Bermejo corre con dirección NO - SE hasta la Junta de San Francisco y recibe todos los afluentes por su margen derecha; entre éstos, el más caudaloso es el río Pescado, que nace en las sierras de Santa Victoria a 4000 m y cuyo afluente principal, el río Iruya, se destaca por la importancia de su caudal sólido; otros afluentes en esta margen son los ríos Blanco o Zenta y el Santa María - Colorado.

Respecto del río Iruya cabe señalar que hasta 1865 era afluente del Blanco o Zenta, pero a los efectos de evitar los perjuicios ocasionados por las crecientes de este río a la ciudad de San Ramón de la Nueva Oran, el gobierno provincial de la época efectuó una desviación del curso del Iruya hacia el Pescado. Este desvío, si bien duplicó artificialmente la cuenca del río Pescado, originó una intensa erosión en el río Iruya en su búsqueda del perfil de equilibrio.

En el cuadro II-1-2 se indican las áreas de drenaje atribuidas a los afluentes más importantes de esta subcuenca.

Cuadro II-1-2. Distribución de áreas de drenaje en la Subcuenca Tarija - Bermejo

Río	Areas km ²		
	Argentina	Bolivia	Totales
Tarija	900	10200	11110
Bermejo	3050	1980	5030
Pescado	4920		4920
Blanco	1930		1930
Colorado	1380		1380
Otros	1080		1080
Totales	13270	12180	25450

1.4.2 Subcuenca Grande - San Francisco (mapa II-1-1). El río San Francisco es formado por los ríos Grande de Jujuy y Lavayén.

El río Grande, que atraviesa la Provincia de Jujuy, tiene sus orígenes en los arroyos de La Cueva y Tres Cruces o río Grande. Próximo a la localidad de Iturbe, a 3340 m de altitud, ambos arroyos se unen, iniciando el río Grande su recorrido N - S de 144 km por la Quebrada de Humahuaca, hasta su confluencia con los ríos Reyes, a una altitud de 1350 m.

1. Aspectos físicos

En este tramo recibe numerosos afluentes por la margen derecha, entre los que se destacan: El Coraya, Cuchiyaco, Yacoraite, Jueya, Lipan, Hornillos, Purmamarca, Tumbaya, Coiruro, del Medio, León, Lozano, Yala y Reyes. Por la margen izquierda recibe al Chaupi - Rodero, Coctaca, Cálete, Huerta, Guasamayo y Punta Corral.

Con excepción de los ríos León, Lozano, Yala y Reyes, los demás sólo aportan caudal superficial durante las grandes tormentas, permaneciendo el resto del tiempo prácticamente secos ya que los reducidos caudales de estiaje son derivados para riego. A partir de la confluencia con el río Reyes, poco antes de la ciudad de Jujuy, el río Grande gira al sureste y después de recibir al río Perico, toma la dirección NE hasta su confluencia con el río Lavayén. A partir de este punto se denomina San Francisco y su curso sigue la dirección general NNE hasta su confluencia con el Bermejo.

En el recorrido SE el río Grande recibe por la margen derecha los aportes del río Chico o Xibi Xibi y del río Los Alisos; por la izquierda los aportes son muy reducidos, destacándose el de los ríos De los Blancos y Zapla. En su recorrido NE los aportes no tienen significación.

El río Lavayén es la continuación del Mojotoro. Los ríos Santa Rufina y Arrieta originan el río La Caldera, que recibe por su margen derecha al Wierna y al Vaqueros. Estos ríos están ubicados al sur de la sierra de Chañi. A partir de la confluencia del río La Caldera y Vaqueros nace el río Mojotoro, que corre de oeste a este hasta la zona de Güemes, donde gira al noreste hasta el río Saladillo. Este es afluente de la margen izquierda, al igual que el río Las Pavas, límite entre Jujuy y Salta y el arroyo Las Cañadas, que desagua en el punto donde el río Mojotoro pasa a llamarse Lavayén. Estos tres afluentes, de importancia muy similar, son los que mantienen, juntamente con el agua subterránea, los caudales de estiaje del río Lavayén.

Sus afluentes más importantes están por la margen derecha y son el Unchimé, Yaquiasmé, del Medio y Colorado. Por la margen izquierda destaca el arroyo Agua Dulce. Estos arroyos aportan caudal superficial solamente durante grandes crecidas; el resto del tiempo, sus caudales pequeños se infiltran totalmente en la amplia llanura que se extiende al oeste de las sierras de Santa Bárbara.

El río San Francisco corre desde su origen con rumbo NNE hasta la Junta de San Francisco donde se une con el río Bermejo. En su recorrido recibe por la margen izquierda varios afluentes, entre los que se destacan por su caudal los ríos Negro, Ledesma, San Lorenzo y Sora; de menos importancia son los ríos Sauzalito, Yuto, Las Piedras y Seco. Por la margen derecha el más importante es el río Santa Rita.

En el cuadro II-1-3 se indican las áreas de drenaje atribuidas a los afluentes más importantes de esta subcuenca.

Cuadro II-1-3. Distribución de áreas de drenaje en la Subcuenca Grande - San Francisco

Río	Áreas km ²
Lavayén	6180
Grande	8870
Negro	1310
Ledesma	1580
San Lorenzo	2230
Sora	570
Piedras	360
Santa Rita	1240
Seco	210
Otros	2550
Total	25100

1.4.3 Tramo inferior del río Bermejo. A partir de la Junta de San Francisco, el Bermejo se caracteriza como típico río de llanura, que recorre con dirección NO - SE la gran planicie chaqueña hasta desembocar en el río Paraguay a una altitud de 41 m; en este tramo recorre por sus cauces aproximadamente 1300 km con una pendiente media comprendida entre 0,20 y 0,15 por mil. El coeficiente de tortuosidad medio en este tramo es de 1,8.

El área de drenaje, cuyos límites verdaderos son todavía desconocidos, abarca territorios de las provincias de Salta, Chaco y Formosa y se caracteriza por su aridez y por la ausencia de cauces superficiales secundarios.

1.5 Aspectos fisiográficos

En la Alta Cuenca del Río Bermejo se han generalizado cinco grandes ambientes fisiográficos: (mapa I-1-4):

- Altiplano
- Cordillera Oriental
- Sierras Subandinas
- Estribaciones Subandinas
- Bajadas Aluviales

Dichos ambientes se orientan aproximadamente de oeste a este y sus características principales son:

1.5.1 Altiplano. En el sector norte de la Quebrada de Humahuaca, principalmente al norte de Hornaditas hasta Iturbe, ocurren superficies planas y elevadas actualmente estabilizadas. Se trata de antiguos depósitos fanglomerádicos y cenoglomerádicos, probablemente de origen periglacial, y se corresponden con remanentes del ciclo fluvial. Entre Tres Cruces y El Aguilar, cerca de la divisoria de aguas de la Cuenca, comienza el Altiplano de la Puna, una de las superficies de erosión más antiguas y estables de toda la región. En esas superficies se encuentran los suelos presumiblemente más antiguos de la Cuenca.

1.5.2 Cordillera Oriental. Distribuida en el sector occidental de la Cuenca, presenta un relieve montañoso con pendientes largas y abruptas y valles profundamente entallados. Está constituida principalmente por rocas de edad paleozoica muy metamorfizadas y con fuerte tectonismo. Incluye, en parte, la región geográfica subárida de la Prepuna. En las sierras de Chañi y Santa Victoria se destacan remanentes de acción glacial.

En esta unidad se encuentran expresiones espectaculares de erosión geológica que se concentran en la Quebrada de Humahuaca y la cuenca cuaternaria de Tarija, y que han dado lugar a la formación de hauyquerías ("bad lands"). En la Quebrada de Humahuaca se distinguen niveles de base locales, recientes y antiguos, entre los que se destaca el de Tilcara, que se inicia aguas arriba de la confluencia de los ríos Yacoraite e Inca - Huasi.

1.5.3 Sierras Subandinas. El contacto occidental del terciario con los metasedimentos mesozoicos y paleozoicos separa en forma escarpada y con rumbo aproximado N - E, la Sierra Subandina de la Cordillera Oriental.

Estas sierras están constituidas principalmente por sedimentos terciarios, a excepción de las sierras de Zapla, Centinela, Santa Bárbara y San Telmo, que presentan depósitos ordovícicos y/o cretácicos. El relieve está condicionado por la estructura y tectónica regional ofreciendo un alineamiento sudoeste - noroeste y en sentido transversal, una secuencia de anticlinales y sinclinales marcadamente fallados. El tipo de relieve predominante es submontañoso, parcialmente disectado y con pendientes medias, distinguiéndose grupos de serranías como las ya citadas.

1.5.4 Estribaciones Subandinas. En los sectores más altos del área pedemontana se presenta un conjunto de remanentes de conos, pedimentos terrazados profundamente disectados ocupando áreas discontinuas y distribuidas en forma irregular. Los de mayor expresión están ubicados en la parte central y sur de la Cuenca, en los faldeos oriental y occidental de Santa Bárbara, en el faldeo oriental de la sierra de Zapla y en los alrededores de Palomitas.

Áreas menores y alargadas se sitúan en las estribaciones de las sierras bajas de Orán y Alto Río Seco, en el norte. Los niveles de terrazas más elevados del río Bermejo y el área de La Almona, al sur de Jujuy, aunque de origen distinto, es probable que correspondan al mismo ciclo geomórfico.

Estas estribaciones presentan dos niveles topográficos constantes, uno más bajo con relieve apenas ondulado y el otro ligeramente elevado, más disectado y con relieve marcadamente ondulado. En el primero se distinguen procesos del ciclo fluvial que en general se corresponde con terrazas antiguas, siendo su transición con la bajada aluvial adyacente, en ocasiones abrupta y en otras gradual. El segundo nivel se corresponde con pedimentos y conos intensamente disectados hasta alcanzar las rocas subyacentes terciarias, aunque en ciertos sectores, como al oeste de San Pedro y al pie de la serranía de Santa Bárbara, se han mantenido más estabilizados.

1.5.5 Bajadas Aluviales. Esta unidad se extiende desde el sur de la Cuenca hasta las proximidades de la Junta de San Antonio. Se destaca una asimetría en sus formas por cuanto la actividad fluvial de numerosos tributarios de los ríos Lavayén, San Francisco y Bermejo, se halla concentrada en la margen izquierda con una notable carga detrítica en contraposición con los afluentes del borde oriental. Otro aspecto contrastante es el régimen torrencial de sus tributarios cuando se lo compara con la senilidad de los ríos principales; de allí que estos presenten, en forma irregular, áreas mal drenadas, como por ejemplo en la margen izquierda del San Francisco entre los ríos Grande y Ledesma, en el área de Aguas Calientes y en Junta de San Antonio. La acción fluvial ha provocado la formación de conos aluviales, que casi siempre coalescen, provocando la formación de bajadas aluviales en cuyos sectores distales se habría superpuesto la planicie aluvial de los ríos principales. En ocasiones se presentan antiguas terrazas sugiriendo cambios en el nivel de base.

1.6 Vegetación

En lo que respecta a su cobertura vegetal, la ACRB presenta la distribución siguiente:

- 55% de zonas boscosas, una parte de las cuales está desmontada; se extiende desde los climas secos y cálidos de los llanos, hasta los lluviosos cálidos y lluviosos templados de las montañas
- 25% de pastizales, de los cuales las dos terceras partes se encuentran por encima de los 2000 m, relacionados con clima frío, seco o semihúmedo
- 7% de estepas arbustivas bajas que corresponden a la Puna
- 10% de estepas arbustivas altas y matorrales de clima seco y cálido (Prepuna)
- 3% sin vegetación

Los diferentes aspectos de la vegetación y de sus unidades fitogeográficas se muestran en el mapa II-1-5.

A nivel de reconocimiento exploratorio, los factores que regulan la macrodistribución de la vegetación natural son la altitud, la orientación de las laderas y valles, el tipo de relieve y la combinación lluvias - temperaturas.

La correlación entre el relieve (y por ende el meso y microclima) y los tipos de vegetación, es de suma importancia tanto en la zona boscosa como en los pastizales y matorrales de altura.

En los bosques, la incidencia de los costos de explotación, manejo y conservación aumentan notablemente con la ondulación del terreno y la inaccesibilidad del área, así como su riqueza florística.

En los pastizales de altura, las pendientes fuertes asociadas a tipos de vegetación con baja cobertura y degradados por exceso de pastoreo, son terreno propicio para el desarrollo de problemas de erosión hídrica de gran envergadura, que resultan en un aporte masivo de sedimentos a todos los cursos de agua de la Cuenca.

Los recursos forestales dentro del área de la ACRB ocupan aproximadamente 25000 km². Gran parte de los bosques accesibles han sido sobreexplotados y sobrepastoreados, llegando en muchos casos a la condición de bosques degradados (mapa II-1-6).

En función de la existencia de especies que han alcanzado importancia comercial y que pueden ser consideradas como representativas de las diferentes áreas forestales, los bosques se han agrupado en cuatro tipos: Quebracho, Palo Blanco, Cedro y Pino.

La explotación continuada de los bosques - para obtener leña, carbón y madera industrial - sin haber formulado planes para su manejo y para su rendimiento sostenido, conjuntamente con las prácticas de sobrepastoreo, ha llegado a empobrecerlos cualitativamente y cuantitativamente.

Con respecto a su grado de explotación, los bosques se han clasificado también en cuatro grupos principales, para cada uno de los cuales se indica el porcentaje en relación con el área total de bosques:

- En explotación 16%
- Medianamente explotados 11%
- Muy explotados 69%
- Degradados 4%

La existencia de suficientes terrenos forestales y de condiciones ecológicas apropiadas, parece ser muy favorable para la producción de maderas a base de plantaciones con pinos de rápido crecimiento, lo que eleva enormemente las perspectivas de la economía forestal de toda el área.

1.7 Geología

En este estudio, la nomenclatura geológica adoptada es la de YPF, con ajustes de acuerdo con la "Columna estratigráfica generalizada e integrada" habiéndose agregado la litología típica correspondiente a las distintas formaciones y a la característica ambiental dominante por su génesis. La nomenclatura de las formaciones en Bolivia fue comparada con similares en Argentina.

En la superficie abarcada por la Cuenca, las características morfológicas y geológicas aparecen íntimamente ligadas al tectonismo que imprime los rasgos diferenciales.

A pesar de que en un área tan extendida la geomorfología resulta muy variada, se puede dividir la Cuenca en tres zonas o fajas orientadas de NNE a SSO atendiendo al relieve dominante, al predominio de ciertas formaciones geológicas respecto a otras y a los

1. Aspectos físicos

procesos erosivos de modelación prevalecientes en cada una.

1.7.1 Zona Occidental. Al oeste de la Cuenca se destaca un relieve alto, escarpado y continuo donde asoman formaciones geológicas antiguas, vinculadas al levantamiento andino. Los picos más elevados pertenecientes a las serranías de Santa Victoria y Chañi se encuentran en esta zona.

Principalmente la componen secuencias del Precámbrico, Cámbrico y Cambro - Ordovícico constituyendo el núcleo de las serranías. En forma dispersa y en menor proporción afloran componentes del Triásico - Cretácico (Pirgua y Grupo Salta) relacionados por lo general con fallas paralelas provocadas por el empuje de oeste a este.

Lentejones del Terciario y Cuartario asoman ocasionalmente rellenando relieves bajos intermontanos o riberas de ríos muy encajonados. Manifestaciones graníticas se encuentran por excepción al norte de la zona Occidental.

1.7.2 Zona Central. Paralelamente a la faja anterior, presenta un relieve variable y discontinuo medianamente alto, donde, de norte a sur, se suceden miembros Devónicos, Permo - Carboníferos, Graníticos, Cambro - Ordovícicos, Cámbricos, Triásico - Cretácicos, Terciarios, Silúricos y Cuartarios.

En la tectónica activa que afecta a esta zona, entran en combinación líneas de grandes fallas con estructuras plegadas, orientadas casi siempre de NNE a SSO.

La pendiente todavía fuerte a algo menor se mantiene de oeste a este en las partes septentrionales y medias de la zona, mientras que varía de NNO a SSE en la parte meridional de la misma.

1.7.3 Zona Oriental. Con un relieve quebrado y discontinuo en sus extremos norte y sudeste, en la parte intermedia predominan formas suaves y bajas, las cuales recogen y concentran el agua superficial a lo largo de los ríos que la cruzan.

Los miembros geológicos prevalentes en su parte septentrional son Permo - Carboníferos (Gondwana) con núcleos Devónicos y rellenos laterales Cretácicos, Terciarios y Cuartarios. Priman en este sector las estructuras plegadas en las cuales la sucesión anticlinal - sinclinal y fallas al este de sus ejes, tienen gran influencia sobre las pendientes. Las mismas, repartidas de NNO a SSE a casi N - S, producen un cambio en la circulación y derrame del agua y en la dirección de ataque de la erosión fluvial.

Las partes media y sur de la Zona Oriental aparecen rellenadas por un gran cono de deyección constituido por formaciones aluvionales Cuartarias marginadas - en su límite oeste - por series Terciarias plegadas. Las pendientes cambian de SSO a NNE.

Las serranías del extremo SSE (Sistema de Santa Bárbara) de esta zona, con componentes del Ordovícico, Devónico, Cretácico, Terciario y Cuartario, muy tectonizados, los cuales circundan el perímetro de la Cuenca, provocan un nuevo cambio de pendientes que, en este caso, es de este a oeste.

Las variedades geomorfológicas enumeradas dentro de la Zona Oriental involucran acciones también diversas para los efectos de la erosión sobre las mismas, representados predominantemente por la erosión fluvial. No obstante prevalecen los procesos de redeposición, acarreo y acumulación.

Los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos son abundantes en esta zona.

1.7.4 Aspectos generales. La diversidad litológica a lo largo y ancho de la Cuenca se proyecta de diferente manera sobre la susceptibilidad a la erosión de algunos sectores respecto a otros, al igual que sobre la trasmisibilidad del agua.

En cuanto al recurso geológico - minero, es en las zonas Occidental y Central donde se explotan yacimientos metalíferos y no metalíferos. En la zona Oriental, la producción de petróleo y gas representa su principal actividad.

Respecto a las condiciones geológicas - geotécnicas para la erección de obras hidráulicas, las posibilidades son tan variadas como es variada la litología y la tectónica dentro del área de la Cuenca, lo cual influye grandemente sobre la selección del tipo de obra recomendable en cada caso.





2. Aspectos socioeconómicos

[2.1 Introducción](#)

[2.2 Subregiones económicas](#)

[2.3 Desarrollo económico comparado](#)

[2.4 Estructura económica y componentes del PBI](#)

[2.5 Industria y minería](#)

[2.6 Servicios](#)

[2.7 Sector gobierno](#)

[2.8 Infraestructura](#)

2.1 Introducción

La delimitación física del área está bien marcada por las divisorias de agua. Sin embargo, desde el punto de vista socioeconómico, tal delimitación pierde firmeza, e incluso debe ser objeto de una revisión a efectos de que la descripción alcance una forma orgánica.

Tanto el análisis económico como la proposición de programas de desarrollo, crean desde el principio, la necesidad de definir explícitamente el área abarcada, ya que una definición basada sólo en conceptos físicos o geográficos no resulta adecuada para la Cuenca, por las razones que se enumeran:

a) La ACRB está inserta dentro de una región mayor que comprende la zona económicamente más activa de las provincias de Salta y Jujuy. Esta zona constituye un complejo cuyo estudio puede oscurecerse si se introducen límites definidos hidrográficamente. Por ejemplo, la ciudad de Salta - que está ubicada aproximadamente a unos 5 km del límite de la ACRB - provee servicios comerciales a ésta, pues es el centro comercial más importante de la zona; además provee servicios gubernamentales a una parte de ella y es el centro de almacenaje y procesamiento de productos que tiene origen en la Cuenca, tales como parte del tabaco jujeño y maderas de la misma procedencia.

b) La ciudad de Salta en particular, está incluida en el Polo Nacional de Desarrollo Salta - Jujuy-San Pedro - Güemes. Esta área está casi íntegramente ubicada dentro de la ACRB, salvo en su extremo sudoeste, que incluye a la ciudad de Salta. El PNDS considera al polo de desarrollo como área que recibirá un tratamiento privilegiado en la planificación del desarrollo industrial del país y parece adecuado considerarla, en su totalidad, como una unidad de planeamiento.

c) La ACRB argentina no constituye un área independiente de administración y planeamiento, sino que abarca partes del territorio de las provincias de Salta y Jujuy. Una

consecuencia de esto es que a menudo los planes de desarrollo provinciales se hallan regionalizados de acuerdo con la división departamental de la provincia, que generalmente no coincide con los límites de la Cuenca.

d) Las estadísticas económicas y demográficas disponibles hacen referencia a la totalidad de las provincias de Salta y Jujuy y al Departamento de Tarija, o a las unidades administrativas que las componen. Dado que los límites de la ACRB no coinciden con los límites departamentales o provinciales y atendiendo al nivel del estudio, se adoptó el criterio general de que el límite socioeconómico de la Cuenca está determinado por los que corresponden a los departamentos (Argentina) o provincias (Bolivia), en los cuales más del 50% de su población habita dentro de su límite físico. El departamento Capital de la Provincia de Salta ha sido incluido íntegramente atendiendo a las razones antes expresadas y también a que el análisis económico de la ACRB perdería realismo si se hiciera abstracción de dicha unidad.

En la República de Bolivia, reiteradas veces el análisis incluirá todo el departamento de Tarija, dada la imposibilidad de desagregar la información estadística a nivel provincial y atendiendo a la real incidencia socioeconómica preponderante de la zona incluida en los límites físicos de la ACRB.

La población total de la Cuenca, dentro de los límites definidos como socioeconómicos, ascendía en el año 1970 a 789300 habitantes, de los cuales 629300 (81%) corresponden al sector argentino y 160000 (19%) al sector boliviano.

La población urbana en territorio argentino representaba el 63% de la total. En el sector boliviano predomina la población rural dispersa y la población urbana alcanza solamente al 33%. Esas cifras indican claramente las diferencias entre los dos sectores nacionales de la ACRB.

2.2 Subregiones económicas

La Alta Cuenca del Río Bermejo congrega cinco regiones económicas netamente diferenciadas dentro de sus límites. Cuatro de ellas se encuentran en Argentina y son:

- Quebrada de Humahuaca
- Polo de Desarrollo
- El Ramal
- Frontera

El sector boliviano comporta una subregión, aun cuando un análisis a mayor profundidad encontraría claras diferenciaciones entre la zona sur (triángulo comprendido entre los ríos Bermejo y Tarija) y la zona norte donde gravita la capital departamental.

En el mapa II-2-1 se indican las subregiones con sus unidades administrativas. Todas las subregiones presentan características que las definen, aunque sus límites son imprecisos ya que entre ellos presentan zonas de transición. Dado que la información estadística básica disponible está a nivel de unidad administrativa, se aplicó el criterio indicado en el párrafo anterior eligiéndose las fronteras de departamentos (Argentina) o provincias (Bolivia) como límites subregionales.

Los aspectos diferenciales de las subregiones están dados no sólo por la dinámica histórica de los factores socioeconómicos y su participación en la economía global regional, sino por la evolución previsible de dichas subregiones en el horizonte de tiempo a considerarse, lo cual se reflejará en niveles de demandas

bien diferenciados sobre bienes a originarse en el desarrollo de recursos hídricos, objeto del presente Estudio. En consecuencia, el plan de desarrollo deberá considerar dichos aspectos distintivos al formular sus resultados.

2.2.1 Quebrada de Humahuaca. Esta subregión comprende los departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya y se extiende de norte a sur, a lo largo del río Grande, hasta que éste cambia de dirección, en los límites del Polo de Desarrollo.

La superficie de la subregión es de 9000 km², que representa el 13,8% del total de subregiones argentinas.

La población de la Quebrada asciende, en total, a 25900 habitantes, o sea el 4,2% del total de subregiones argentinas, con una densidad de 2,9 hab/km², lo que la ubica en segundo lugar en despoblación unitaria.

A nivel de departamentos, Humahuaca tiene una densidad de población de 3,8 hab/km², mientras Tilcara tiene tan sólo 0,8 hab/km². Humahuaca presenta además el mayor índice de concentración urbana.

La actividad económica básica es la agrícola - ganadera, aun cuando la misma se mantiene a un nivel de subsistencia. La subregión posee, dentro de la Cuenca argentina: el 2,7% de la tierra bajo riego (2800 ha); el 1,5% de los cultivos en secano (500 ha); el 6,4% de los vacunos, y el 44,6% de los ovinos, que representa su principal actividad.

Esta zona monopoliza los camélidos, aun cuando su número decrece y tiende a su extinción por causa de una explotación intensa, derivada de la sostenida demanda por sus apreciadas lanas y pieles.

La subregión no tiene industrias de importancia; la principal es la industria artesanal, que se mantiene para abastecer los requerimientos del turismo. La extracción minera se localiza en la mina Aguilar.

2.2.2 Subregión Polo de Desarrollo. Esta subregión, de 11200 km², está integrada por los departamentos de Güemes, La Caldera y La Capital, que pertenecen a la Provincia de Salta, y El Carmen, San Antonio, San Pedro y Capital, de la Provincia de Jujuy.

El nombre asignado a esta subregión se deriva del Plan Nacional de Desarrollo, que ha establecido en el noroeste argentino un polo de desarrollo en el cuadrángulo formado por las ciudades de San Salvador de Jujuy, San Pedro, Güemes y Salta. A los efectos de esta descripción, dicho cuadrángulo ha sido ampliado para incorporar a todos los departamentos vinculados al mismo.

En 1970, la población del Polo era de 398400 habitantes, con una tasa de crecimiento en la década del 60 de 35,3 por mil, que es superior a la de la nación y a la de cualquier otra subregión de la ACRB. Ello indica que ésta es una zona de atracción migratoria, tanto interna como externa.

Las dos capitales provinciales están dentro de sus límites, lo cual debe ser tomado en consideración, por su influencia en los campos económico, administrativo y cultural. Bajo este último aspecto es importante destacar que existen en dichas ciudades tres universidades, así como estaciones agrícolas experimentales.

En términos relativos, la población del Polo es el 63,4% de la del total de subregiones argentinas. Los departamentos más poblados son los que incluyen a las respectivas capitales provinciales, que entre ambos suman 292700 habitantes o sea el 73,5% del total de la subregión.

La superficie de los siete departamentos de esta subregión es de 11200 km² que corresponde al 17,5% del total argentino, lo cual da una densidad media de 35,6 hab/km². El departamento con mayor densidad

poblacional es La Capital, perteneciente a la Provincia de Salta, con 107,5 hab/km².

La población urbana de la subregión es alta (330100 hab.); sin embargo, debe señalarse que en tres departamentos (La Caldera, El Carmen y San Antonio) no existe ningún centro poblado con más de dos mil habitantes.

Existen núcleos bastante importantes de población extranjera. La población se encuentra radicada en ambas capitales provinciales en cantidades muy semejantes. El caso de El Carmen es especialmente significativo: cuenta con 28700 habitantes, de los cuales 5400 (19%) no han nacido en la Argentina.

Como consecuencia del típico fenómeno de atracción que ejercen los grandes centros político - administrativos, las capitales de Salta y Jujuy crecieron a tasas bastante semejantes y superiores al 40 por mil anual, lo cual significa que ambas duplicarían su población en menos de 18 años si continuase la misma tendencia.

La situación agrícola - ganadera del cuadrángulo presenta características destacadas con relación al sector argentino de la ACRB: posee el 43,0% de las tierras bajo riego, el 63,8% de los cultivos en secano y el 51,6% del ganado vacuno.

El departamento que tiene mayor superficie bajo riego es El Carmen, con 15400 ha, cuyo principal cultivo es el tabaco. Le sigue en importancia San Pedro, que tiene grandes plantaciones de caña, y Güemes, en donde también se cultiva, en forma preponderante, la caña de azúcar.

Los cultivos en secano representan, en superficie, algo menos que la mitad de los regados, y los departamentos más representativos son: Capital, El Carmen y San Pedro.

Es importante reiterar que la subregión tiene la mayor existencia ganadera del sector argentino de la Cuenca, con 108100 cabezas de ganado vacuno y 29800 de ovinos.

En la subregión se encuentra el único embalse (La Ciénaga) que existe en el sector argentino de la ACRB cuyo propósito es el riego, y se está construyendo actualmente el de Las Maderas, también con propósito prioritario al riego. Un tercer embalse, Campo Alegre, se encuentra en proceso de construcción para abastecer de agua potable a la ciudad de Salta.

El desarrollo industrial de la zona es importante y está básicamente apoyado en la minería.

Entre las industrias más importantes de la subregión se destacan Altos Hornos Zapla y Celulosa Jujuy. La primera se dedica principalmente a la producción de arrabio y la segunda a pulpa y papel de alta resistencia. Ambas actividades han generado la creación de bosques artificiales dentro del cuadrángulo (para satisfacer las necesidades de combustible de A.H.Z. y materia prima para Celulosa) y un nuevo factor de competencia en el uso de la tierra del cuadrángulo.

2.2.3 Subregión El Ramal. La subregión económica El Ramal se encuentra localizada a lo largo del Río San Francisco y limita al norte con los ríos Tarija y Bermejo. Los departamentos que la integran son: Ledesma, Santa Bárbara y Valle Grande, que pertenecen a la Provincia de Jujuy, y General San Martín y Oran, que pertenecen a la Provincia de Salta.

La superficie departamental de la subregión es de 36800 km², lo cual representa el 57% del total de subregiones argentinas, pero debe considerarse que gran parte de esa superficie se halla fuera de los límites propios de la ACRB. El Departamento General San Martín se encuentra prácticamente fuera de los

límites de la Cuenca, con excepción de las tierras que corren a lo largo del río Bermejo y el Tarija.

El departamento de Oran tiene cerca del 50% de su superficie dentro de la ACRB y en ella están localizadas las principales actividades agrícolas e industriales así como los centros poblados más importantes.

El departamento de Valle Grande, si bien tiene características semejantes a los que integran la Subregión Quebrada de Humahuaca, se ha incluido en El Ramal debido a que sus aguas drenan hacia el río San Francisco y su sistema vial y actividad comercial se encuentra conectado con Ledesma; por otra parte, su importancia es tan pequeña que cualquier error que se cometiese al incluirlo en una subregión o en otra, no alteraría el análisis que se realizase de las mismas.

En 1960, la población de El Ramal era de 169800 habitantes, y diez años después alcanzaba a 193900; lo cual indica que, pese al dinamismo agrícola de la subregión, la población creció con mucha lentitud, a razón de 13,4 por mil anual. Los departamentos más dinámicos en crecimiento de población han sido General San Martín, Ledesma y Valle Grande.

El Ramal tiene el 30,7% de la población total de subregiones argentinas, y el 57,1% de su superficie. Su densidad promedio es de 5,3 hab/km²; la excepción es Ledesma, cuya densidad es de 16,9 al encontrarse localizada en poca superficie (8,6%), el 28% de la población de la subregión.

La población extranjera es de 24200 habitantes y se encuentra localizada en los departamentos de Oran y Ledesma.

La población nucleada, por orden de importancia, corresponde a las localidades de General San Martín, Oran y Ledesma; los departamentos de Santa Bárbara y Valle Grande no tienen centros poblados mayores de 2000 habitantes.

El Ramal posee el 53% de los cultivos bajo riego del área argentina, los cuales se encuentran localizados especialmente en Oran y Ledesma, que son departamentos azucareros, y en Santa Rosa, donde existen explotaciones de hortalizas de primicia y cítricos.

Las dos colonias agrícolas más importantes. Santa Clara y Santa Rosa, pertenecen a los departamentos de Santa Bárbara y Oran, respectivamente.

Los cultivos de secano en la subregión llegan a algo más de 10000 ha, distribuidos en forma muy semejante entre Ledesma y los dos departamentos pertenecientes a Salta.

El ganado ovino es poco significativo y el vacuno existente llega a 65200 cabezas, localizadas en Oran, General San Martín y Santa Bárbara, especialmente en la porción que queda fuera de los límites estrictos de la ACRB. De todas maneras esta ganadería se encuentra vinculada al proceso económico de la Cuenca, dada su proximidad a zonas de ésta que pueden desarrollarse ventajosamente para el engorde de ganado.

En la subregión se encuentran los dos ingenios más importantes del sector argentino y algunas empresas industriales de variada importancia. El énfasis está dado en agroindustrias tales como procesadoras de frutas y papel, las cuales en su mayor parte se localizan en Ledesma.

Cabe señalar, finalmente, que la reunión de gobernadores del NOA, convocada para determinar las pautas del desarrollo regional, ha definido, dentro de la subregión El Ramal, una zona prioritaria cuyos vértices son las localidades de Embarcación, San Ramón de la Nueva Oran y Ledesma, con miras a convertirla en

un subpolo de desarrollo.

2.2.4 Subregión Frontera. La subregión está constituida por los departamentos sáltenos de Iruya y Santa Victoria, que tienen poca trascendencia económica en la ACRB. Su riqueza actual puede compararse con la subregión Quebrada de Humahuaca, aunque con futuro más incierto.

La población es muy pequeña y ha permanecido prácticamente estática durante los últimos diez años. En 1960 tenía 9800 habitantes, y en 1970 subió a 11100, lo que representa un crecimiento anual del 11,9 por mil; dentro del sector argentino la población constituye sólo el 1,7% de la total.

En superficie, esta subregión con 7400 km², es la más pequeña de las cuatro argentinas y representa el 11,1% del total argentino. La densidad de población es de sólo 1,5 hab/km² y no existen localidades mayores de 2000 habitantes.

El desarrollo agrícola - ganadero es muy poco importante con excepción de la cría de ovinos, con 88900 cabezas, o sea el 34,1% del sector argentino.

Los cultivos bajo riego sólo suman 1400 hectáreas y los de secano una superficie prácticamente igual.

El ganado vacuno asciende a 22600 cabezas, de las cuales el 61,9% están en Santa Victoria.

La actividad industrial de la subregión es irrelevante.

2.2.5 Subregión Tarija. El departamento se integra con las provincias de Cercado, Avilés, Méndez, Arce, O'Connor y Gran Chaco, con una superficie de 38000 km². Sus aspectos fisiográficos son muy variados y participa del altiplano, los valles y los llanos tropicales. La superficie del departamento dentro de los límites físicos de la ACRB, es de 12200 km², y se caracteriza por su topografía accidentada.

La población total del departamento en 1971 era de 212000 habitantes, con una densidad de 5,6 hab/km². La población estimada dentro de la ACRB era, en ese mismo año, de 160000 habitantes, lo que establece una densidad de 13 hab/km², superior a la media departamental.

El número de habitantes en 1965 y para el departamento era de 182000, lo que indica una tasa acumulativa anual de crecimiento del 2,7%, prácticamente igual al promedio del NOA.

La actividad económica principal de la subregión es la agropecuaria, que triplica en ingresos a la manufacturera.

La zona se caracteriza por la presencia de grandes formaciones boscosas, con una explotación incipiente pero progresiva.

El área utilizada por el sector agropecuario en 1971 fue de 1451000 ha, de las cuales 46000 corresponden a la agricultura y 1405000 a la ganadería. Dentro del área agrícola, cerca de 12000 ha se encuentran bajo riego. La superficie potencial del sector agropecuario es prácticamente igual a la explotada; de ella, 180000 ha pueden dedicarse a la agricultura (31000 para riego). Por consiguiente, las posibilidades de expansión, en cuanto a área ocupada, son importantes, en particular en lo que se refiere a la agricultura.

Cuantitativamente, la producción más importante es la caña de azúcar, con el 55% de la producción total del departamento, seguida de una serie de productos de consumo regional como papa (14,7%), maíz (13,0%), alfalfa (5,3%), cebada (2,0%), trigo (1,5%).

Con respecto a la superficie cultivada, el maíz ocupa 23800 ha, o sea el 51,3% del total del departamento, seguido del trigo con 6500 ha, papa 5440 ha, cebada 3930 ha y otros 6730 ha.

La ganadería se desarrolla fundamentalmente fuera de los límites de la Cuenca; la existencia de ganado vacuno asciende a 200000 cabezas. El valor bruto de esta producción crece a una tasa del 3,8% anual.

La producción minera en la subregión no tiene actualmente significación; no obstante, las posibilidades son importantes por haberse detectado yacimientos de zinc, plomo, asbesto, bentonita, calizas, etc.

En cuanto a la actividad industrial del departamento, sus limitaciones provienen del reducido mercado regional, grandes distancias entre los centros de producción y los mercados nacionales, insuficiente infraestructura, falta de adecuada tecnología y carencia de capacidad empresarial.

2.2.6 Resumen. En el cuadro II-2-1 se describen, en términos de superficie, los departamentos (Argentina) y provincias (Bolivia) que integran las subregiones económicas. En el cuadro II-2-2 se expresan en cifras las cinco subregiones, indicándose la superficie y los habitantes de cada una y la densidad promedio de población. Cabe reiterar la salvedad de que en este cuadro dichos parámetros se refieren a la totalidad del espacio político - administrativo ocupado por los departamentos o provincias de las subregiones, y sus totales respectivos, en consecuencia, exceden a los de la cuenca hidrográfica en estudio.

Cuadro II-2-1. Alta Cuenca del Río Bermejo Superficie de las unidades político-administrativas

Unidades político-administrativas	Superficie miles de km ²		Porcentaje	
	total	dentro de la ACRB	dentro de la ACRB	respecto del total
Depto. Tarija				
Pcia. Arce	5,1	5,0	98,0	9,9
Pcia. Avilés	2,8	1,1	39,3	2,2
Pcia. Cercado	1,4	1,4	100,0	2,8
Pcia. Gran Chaco	19,2	1,7	8,8	3,4
Pcia. Méndez	4,5	0,9	20,0	1,8
Pcia. O'Connor	5,0	2,4	48,0	4,7
Subtotal boliviano	38,0	12,5	32,4	24,7
Pcia. Salta*				
Depto. Gral. Güemes	2,4	2,1	87,5	4,2
Depto. Iruya	3,5	3,5	100,0	7,0
Depto. La Caldera	0,9	0,8	88,8	1,6
Depto. La Capital	1,7	0,7	41,2	1,4
Depto. Oran	11,9	5,6	47,0	11,0
Depto. Gral. San Martín	16,3	1,4	8,6	2,8
Depto. Santa Victoria	3,9	3,8	97,4	7,5
Subtotal Salta	40,6	17,9	44,1	35,4
Pcia. Jujuy				

Depto. Capital	2,4	2,4	100,0	4,7
Depto. El Carmen	0,9	0,9	100,0	1,8
Depto. San Pedro	2,2	2,2	100,0	4,3
Depto. Humahuaca	3,8	3,5	92,1	7,0
Depto. Ledesma	3,2	3,2	100,0	6,3
Depto. San Antonio	0,7	0,7	100,0	1,4
Depto. Santa Bárbara	4,4	3,1	70,4	6,1
Depto. Tilcara	1,8	1,8	100,0	3,6
Depto. Tumbaya	3,4	1,4	41,2	2,8
Depto. Valle Grande	1,0	1,0	100,0	2,0
Subtotal Jujuy	23,8	20,2	84,9	39,9
Total ACRB	102,4	50,6	49,5	100,0

* Las superficies fueron obtenidas, en general, del Atlas Geográfico del IGM. En las unidades en que no se disponía de datos, la superficie se calculó por medida directa de los planos.

Cuadro II-2-2. Subregiones económicas

Subregión	Superficie		Población 1970			Departamentos o Provincias
	miles de km ²	%	mil hab.	densidad hab/km ²	%	
Quebrada de Humahuaca	9,0	8,8	25,9	2,9	3,1	Humahuaca, Tilcara y Tumbaya (Jujuy)
Polo de Desarrollo	11,2	11,0	398,4	35,6	47,4	Güemes, La Caldera, La Capital (Salta) y El Carmen, San Antonio, San Pedro y Capital (Jujuy)
El Ramal	36,8	35,9	193,9	5,3	23,0	Ledesma, Santa Bárbara, Valle Grande (Jujuy) y Gral. San Martín y Oran (Salta)
Frontera	7,4	7,2	11,1	1,5	1,3	Iruya y Santa Victoria (Salta)
Tarija	38,0	37,1	212*	5,6	25,2	Cercado, Avilés, Méndez, Arce, O'Connor y Gran Chaco
Total	102,4	100,0	841,3	10,2	100,0	

* Corresponde a 1971

Las cifras de población merecen un comentario especial en relación con las proyecciones que se efectúan en el capítulo siguiente. Para éstas se consideró un total de 789300 hab., obtenido al sumar a la población argentina de las subregiones económicas, la población estimada para la parte boliviana de la Cuenca, que

es 160000 habitantes. A juicio de la Unidad Técnica, este procedimiento se ajusta más a la realidad dada la especial distribución de la población boliviana y las posibilidades de abastecerla desde las fuentes de agua de la Cuenca; por consiguiente, al sólo efecto de la consideración de las demandas, la población boliviana de la subregión Tarija se estimó en 160000 habitantes, con lo cual el total de base para las proyecciones asciende a 789300 habitantes en el año 1970.

2.3 Desarrollo económico comparado

El primer paso en la comparación del desarrollo económico de la ACRB con el resto de los países de la que forma parte, ha sido estimar el producto bruto interno (PBI) de la región. Dado que no se dispone de información desagregada, como primera aproximación se analizó el desarrollo global de las provincias de Salta y Jujuy en la República Argentina, y del Departamento de Tarija en Bolivia. Teniendo en cuenta que la participación de la ACRB dentro del total de las tres unidades administrativas mencionadas, supera las tres cuartas partes, las cifras de evolución económica de éstas son buenos indicadores de la evolución de la ACRB.

El producto bruto per cápita en las provincias argentinas se estima en aproximadamente US\$ 338. En 1968 el PBI de ambas provincias fue de Arg\$ 963 millones, correspondiendo a la Cuenca un 77,2%, o sea 743 millones.

La información disponible permite deducir que el crecimiento económico en el sector argentino ha sido más rápido que el del resto del país, durante los últimos veinte años. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), entre 1960 y 1968 el PBI de las provincias de Salta y Jujuy, en conjunto, creció a una tasa acumulativa anual del 5,2%, mientras que el de todo el país creció a un ritmo del 3,7% anual. Las diferentes fuentes consultadas, aunque en algunos casos difieren en las cifras, coinciden en señalar que también en la década de 1950 a 1960, el crecimiento conjunto de dichas provincias aventajó al del resto del país. Siempre de acuerdo con las estadísticas del INDEC, el crecimiento no ha sido parejo en ambas provincias, ya que para Salta se estimó en 5,9% anual, y para Jujuy en 3,8%, entre 1960 y 1968. Aunque no se disponen de cifras posteriores a 1968, se considera que el crecimiento de Jujuy se habría acelerado desde entonces, mientras que el de Salta habría disminuido. En la figura II-2-1 se muestra la evolución de los índices de crecimiento del PBI de Jujuy y Salta, comparados con los de todo el país. Se aprecia que el crecimiento de Salta fue notablemente más rápido que el del país, y que su comportamiento difiere claramente del mismo. En efecto, la Provincia de Salta creció en los años 1962 y 1963, que fueron de seria crisis económica, mientras que disminuyó en 1964, que fue de recuperación. Esto se debe a la gran importancia de la extracción de petróleo en la provincia, cuyos precios aumentaron notablemente en 1962/63.

Con respecto al Departamento de Tarija, no se está en condiciones de estimar con un grado de aproximación razonable cuáles han sido los niveles del PBI, pues se han encontrado diferencias entre estimaciones. Una misma fuente* lo estima en 297 millones de pesos bolivianos, o en 376 millones de la misma moneda (ambos en pesos de valor adquisitivo en 1968). De acuerdo con esta última estimación, el crecimiento anual del PBI departamental ha sido, entre 1965 y 1971, del 4,5%, mientras que el del país se ha estimado aproximadamente en 6% en los mismos años. En la figura II-2-2 se muestran los índices de crecimiento del PBI estimados para el Departamento de Tarija y para la República de Bolivia.

* *"Plan Regional de Desarrollo Económico - Social Chuquisaca - Tarija"*.

Como consecuencia del rápido crecimiento del producto del sector argentino de la ACRB en relación con

el resto del país, su participación dentro del PBI nacional ha registrado un pequeño aumento. La información disponible, si bien no estrictamente comparable con la del PBI nacional, indica que la participación de la zona dentro de éste habría aumentado del 1,5% en 1960 al 1,7% en 1968. De haber continuado la tendencia, en 1970/71 la participación estaría cerca del 1,8%.

La población de ambas provincias argentinas también creció más rápidamente que la del país. Entre 1960 y 1970 el aumento en todo el país fue del 1,5 anual, mientras que en Jujuy fue del 2,4%, y en Salta del 2,2%. La población argentina de la ACRB creció durante el mismo período al 2,7%.

Al confrontar las tasas de crecimiento del PBI y de la población, surge que el PBI per cápita salteño creció más rápidamente que el de todo el país, aunque no tanto como hacían prever las altas tasas de aumento del primero. Entre 1960 y 1968, el incremento anual del PBI per cápita salteño fue del 3,8%, mientras que en todo el país fue del 2,1%. En Jujuy, las mismas variables resultaron en un crecimiento del PBI per cápita de sólo el 1,5% anual.

En otras palabras, el standard de vida, en Salta, ha mejorado en comparación con el del país, pues en 1960 el PBI per cápita oscilaba en el 49% del nacional, y hacia 1968 había llegado a ser el 54%. En Jujuy, por el contrario, hubo un desmejoramiento en su relación con el standard de vida del país, pues entre 1960 y 1968 el porcentaje disminuyó del 47% al 44%. En la figura II-2-3 se puede apreciar la evolución del PBI per cápita de las provincias de Salta y Jujuy y del Departamento de Tarija en términos de porcentajes con respecto al del respectivo país. Debe aclararse que el brusco incremento que se nota en Salta en 1963, más que a un crecimiento efectivo del PBI provincial, se debió a la declinación del PBI nacional, ocurrido en la crisis de 1962/63, que no se manifestó en la provincia por el comportamiento de los precios del petróleo tal como fuera explicado anteriormente.

En Tarija, el rápido crecimiento de la población, unido al crecimiento del PBI departamental, más lento que el nacional, hizo que el PBI per cápita creciera bastante más lentamente que en el resto del país. Se estima que mientras el PBI per cápita para el país creció al 3,5% anual entre 1965 y 1969, el departamental lo hizo al 1,9%. El crecimiento de la población se calculó en el 2,6% anual para Tarija y el 2,4% para Bolivia en los mismos años. Como consecuencia, el standard de vida regional ha experimentado un retroceso con respecto al de todo el país. Mientras que en 1965 se estima que el PBI per cápita regional era aproximadamente un 92% del de todo el país, en 1971 llegaba a solamente el 89%.

2.4 Estructura económica y componentes del PBI

La participación de las actividades primarias o sectores agropecuario y extractivo, dentro de la economía de Salta y Jujuy, es notablemente más alta que en todo el país. En Salta, el promedio de participación entre 1959 y 1968 fue del 33,5%, en Jujuy del 38,3% y para todo el país fue del 15,9%. En las figuras II-2-4 y II-2-5 se puede apreciar la evolución de esa participación en ambas provincias. Puede verse que el sector agropecuario ha disminuido su importancia en las dos, y que lo ha hecho mucho más rápidamente en Salta, donde disminuyó de una participación de casi el 30% en 1959 a apenas algo más del 15% en 1968. En Jujuy sólo disminuyó de un 34 a un 29%.

Por su parte, el sector extractivo (minas y canteras) experimentó bruscas variaciones en la Provincia de Salta; el gran crecimiento operado en 1960 se debió al comienzo de explotación de los pozos petrolíferos en el Departamento de San Martín, cuya producción comenzó a declinar a partir de 1961.

En la Provincia de Jujuy, la producción minera fue considerablemente estable durante la década analizada.

Debe señalarse que en esta provincia se comenzaron a explotar los pozos petrolíferos de Caimancito en 1969.

El grupo de sectores secundarios ha experimentado transformaciones de importancia en la provincia de Salta, pues incrementó su participación desde alrededor de un 12% en 1959/60 hasta más del 37% en 1968. Esto fue debido, fundamentalmente, a la instalación de una refinería de petróleo en Campo Duran que entró en producción en 1962. En Jujuy, durante el período analizado, no ha habido modificaciones de importancia. Las bruscas variaciones que se notan en el sector construcciones de ambas provincias son debidas principalmente a cambios en los volúmenes de inversión en obras públicas.

El sector servicios ha disminuido notablemente su participación en la Provincia de Salta, en donde ha habido una gran estabilidad en cuanto a la importancia de los gastos públicos. En Jujuy, por el contrario, los gastos públicos han sido, aparentemente, uno de los factores más dinámicos de la economía durante la década, aumentando su participación desde apenas algo más del 10%, a más del 18% en 1968. Debe hacerse notar que el subsector comercio mayorista y minorista tiene bastante menos importancia en Salta y Jujuy que en todo el país, dado que mientras el PBI originado en aquél, osciló en la década entre el 10 y el 8%, en todo el país lo hizo entre el 16,4 y el 20,8%.

Figura II-2-1 - EVOLUCION DEL PBI NACIONAL ARGENTINO Y DE LAS PROVINCIAS DE SALTA Y JUJUY 1960/70

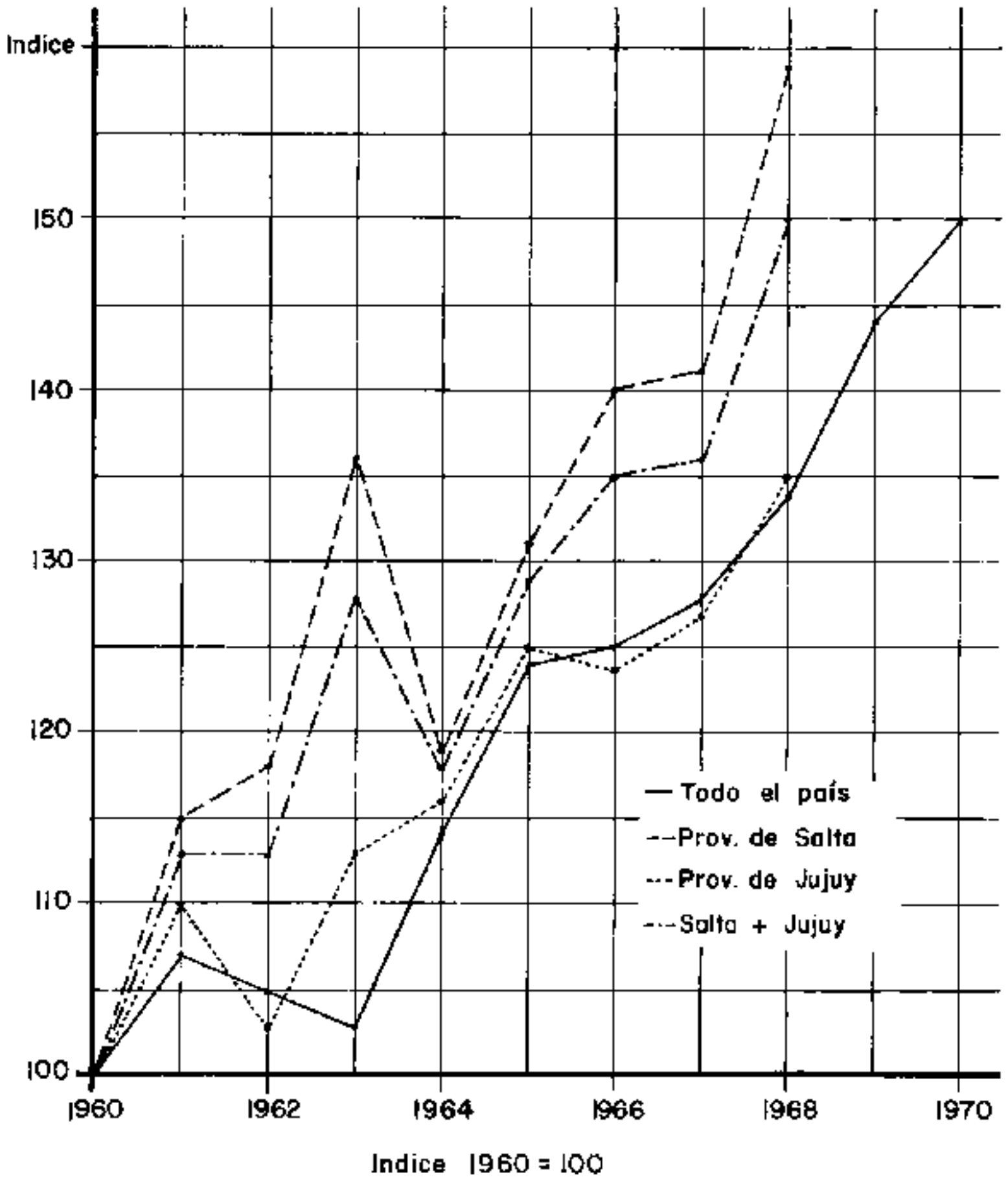
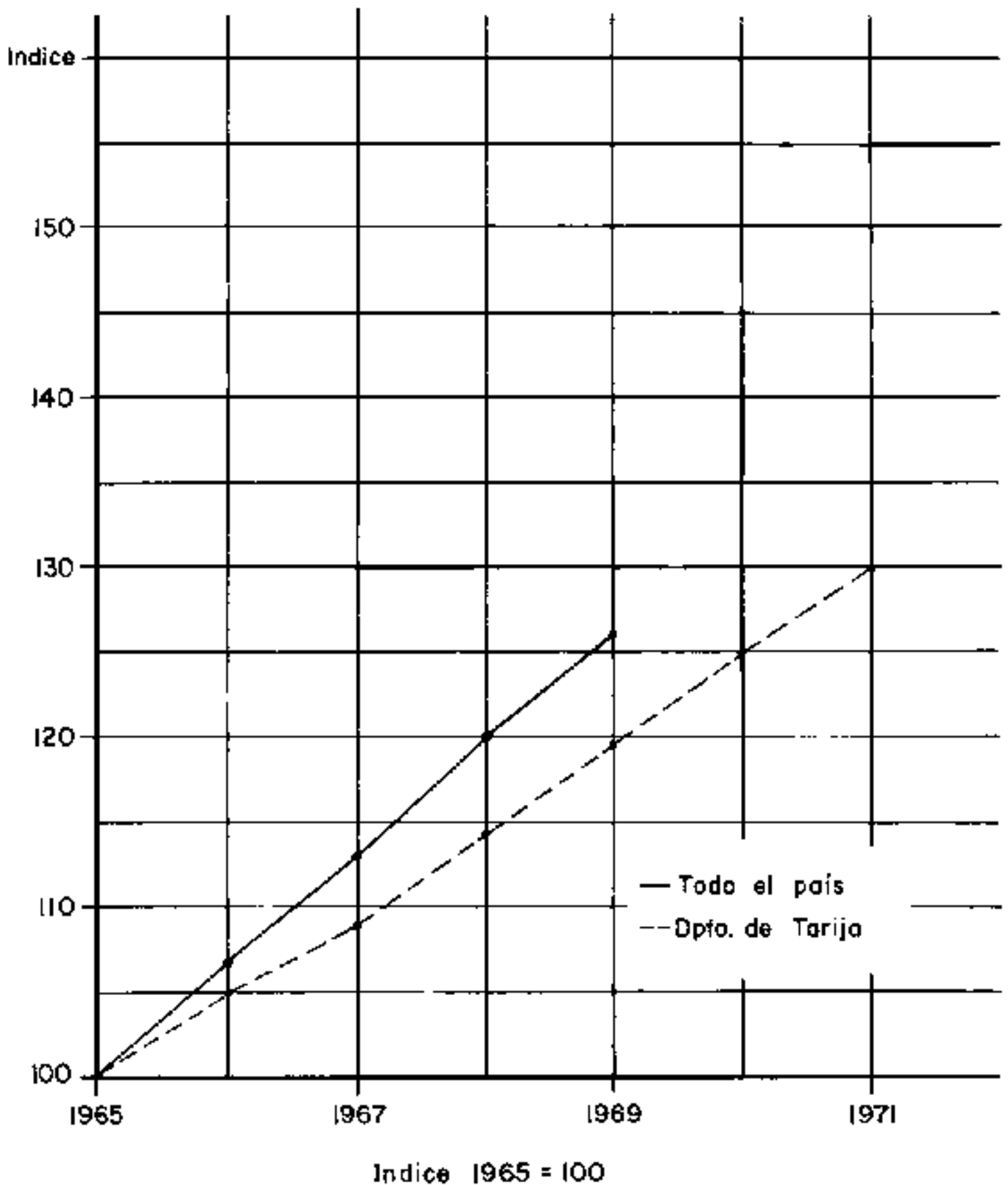


Figura II-2-2 - EVOLUCION DEL PBI NACIONAL BOLIVIANO Y DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA 1965/71



Para el Departamento de Tarija, los antecedentes indican que aproximadamente el 48% del PBI es originado en el sector primario, el 9% en el secundario y el 43% en el sector servicios.*

* *"Estudio de Posibilidades de Complementación en las Areas del Noroeste Argentino y*

Sud-Sudoriente Boliviano", (CONADE - Ministerio de Planificación de Bolivia-BID) Buenos Aires, 1970, 1er. tomo, pág. 12.

2.5 Industria y minería

2.5.1 Industrias manufactureras. La composición del producto bruto industrial en las provincias de Salta y Jujuy difiere considerablemente. En Jujuy la industria de mayor importancia es la azucarera, con más del 80% del valor de la producción. Luego la siguen las industrias metalúrgicas, con una participación reducida. En Salta, en cambio, la industria más productiva es la fabricación de productos derivados del petróleo, con el 62,2% del valor de la producción, y luego la industria azucarera con el 21,2%. Con menor importancia figuran la industria maderera, del tabaco y del cemento, con volúmenes similares entre sí. En el cuadro II-2-3 se resumen las cifras de las industrias más importantes en ambas provincias, de acuerdo con el Censo Nacional Económico 1963.

La actividad industrial de la Provincia de Jujuy se halla geográficamente concentrada en los departamentos de Ledesma, San Pedro y Capital, los que contribuyen con casi el 98% del valor total de la producción industrial. En Salta, los departamentos de San Martín, Oran, La Capital y Güemes representan algo más del 93%. En especial, la planta de refinación de petróleo de Campo Duran, en el departamento de San Martín, contribuye con casi el 63% de la producción industrial de la provincia. La distribución departamental de las actividades industriales de ambas provincias se muestra en el cuadro II-2-4.

A partir del Censo Nacional Económico 1963 se han producido varios hechos de importancia que modificaron la situación industrial de ambas provincias. En primer lugar, en 1964 se habilitaron instalaciones en la fábrica de cemento de Campo Santo (Salta), que elevaron su capacidad de producción de 70000 a 200000 toneladas anuales. En 1968 esta planta fabricó alrededor de 170000 toneladas, o sea aproximadamente el 4,5% de la producción total del país en ese año. También en 1964 se inició la producción de aceros laminados en el establecimiento Altos Hornos Zapla, de Fabricaciones Militares. Actualmente ese complejo minero-industrial tiene una capacidad de producción de 290000 toneladas anuales de mineral de hierro, 120000 toneladas de arrabio y 120000 toneladas de acero, con una producción de laminados superior a las 90000 toneladas.

Otro desarrollo de importancia fue la puesta en marcha de la fábrica de celulosa y papel de bagazo de Ledesma S.A. en la Provincia de Jujuy, con una capacidad de producción anual de 30000 toneladas de papel para escritura e impresión (alrededor de 30% de la demanda nacional). Por último, en 1969 se inició la fabricación de cartulina y papel Kraft en la planta de Celulosa Jujuy. Los proyectos de esta planta prevén una producción de 30000 toneladas para llegar a una participación en el mercado de alrededor de un 20% en 1972, con una ampliación prevista a 45000 toneladas en 1975.

Cuadro II-2-3. Valor de la producción industrial en Salta y Jujuy (1963)

Rubros	Millones de m\$	%
Jujuy		
Productos alimenticios (excepto bebidas)	7589	80,4
Industrias metalúrgicas básicas	617	6,5
Fabricación de sustancias y productos químicos	363	3,8
Fabricación de productos metálicos (excepto maquinaria y equipo de transporte)	291	3,2

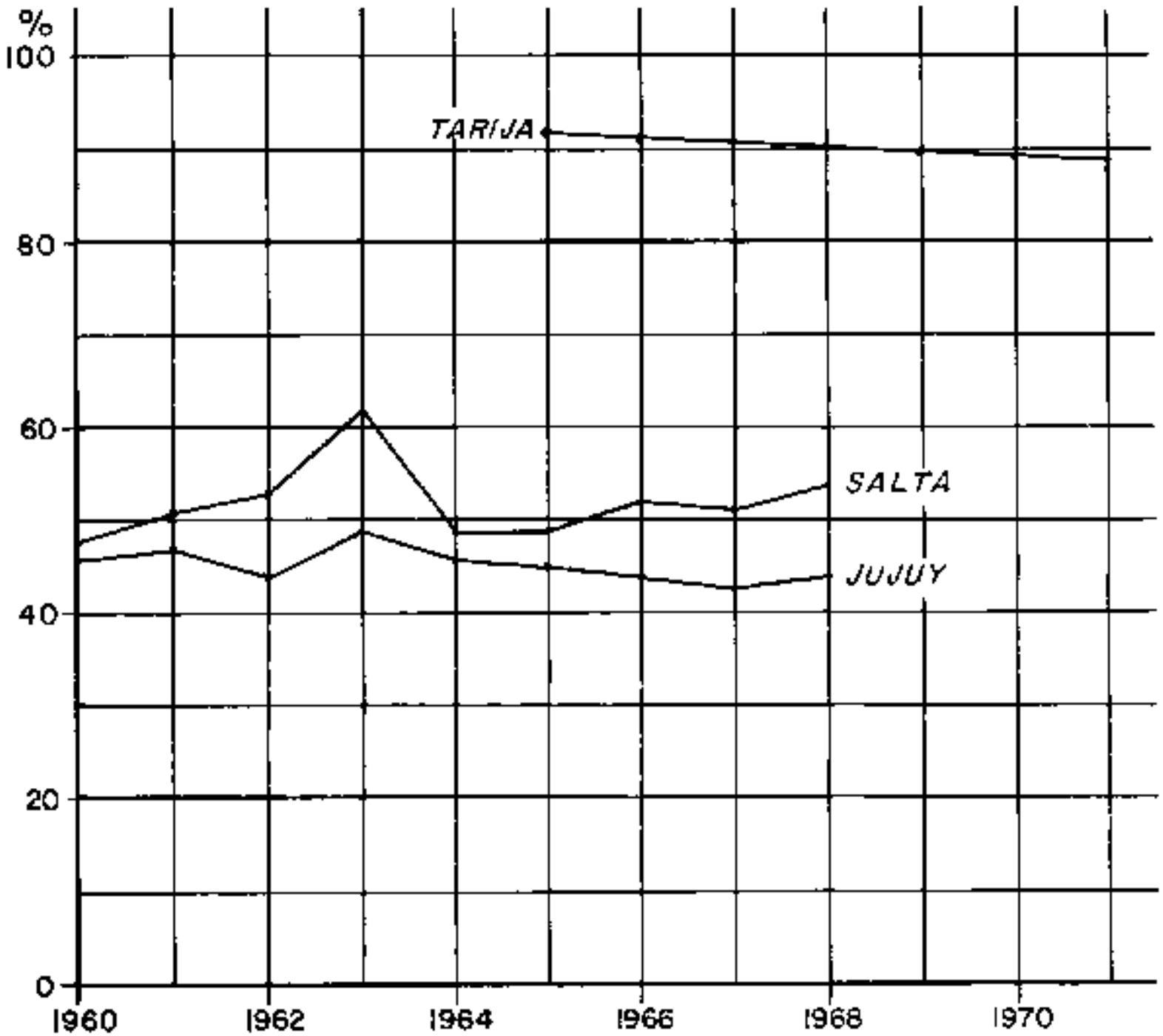
Otras industrias	583	6,1
Total	9443	100,0
Salta		
Fabricación derivados del petróleo	10427	62,2
Productos alimenticios (excepto bebidas)	3549	21,2
Fabricación de sustancias y productos químicos	469	4,0
Industria maderera (excepto fabricación de muebles)	414	2,5
Industria de tabaco	371	2,2
Otras industrias	1324	7,9
Total	16754	100,0

Cuadro II-2-4. Distribución departamental del producto industrial en Salta y Jujuy (1963)

Departamentos	Millones de m\$n	%
Jujuy		
Capital	1288	13,6
Ledesma	5059	53,5
San Pedro	2899	30,7
Otros departamentos	211	2,2
Total	9457	100,0
Salta		
La Capital	1297	7,8
Güemes	730	4,4
Oran	2855	17,1
San Martín	10675	64,0
Otros departamentos	1113	6,7
Total	16670	100,0

Fuente: Censo Nacional Económico 1963

Figura II-2-3 - STANDARD DE VIDA EN SALTA, JUJUY Y TARIJA - PBI PER CAPITA*



*: Expresado en porcentaje sobre el PBI per cápita para todo el país respectivo

Figura II-2-4 - PBI DE SALTA 1959/68

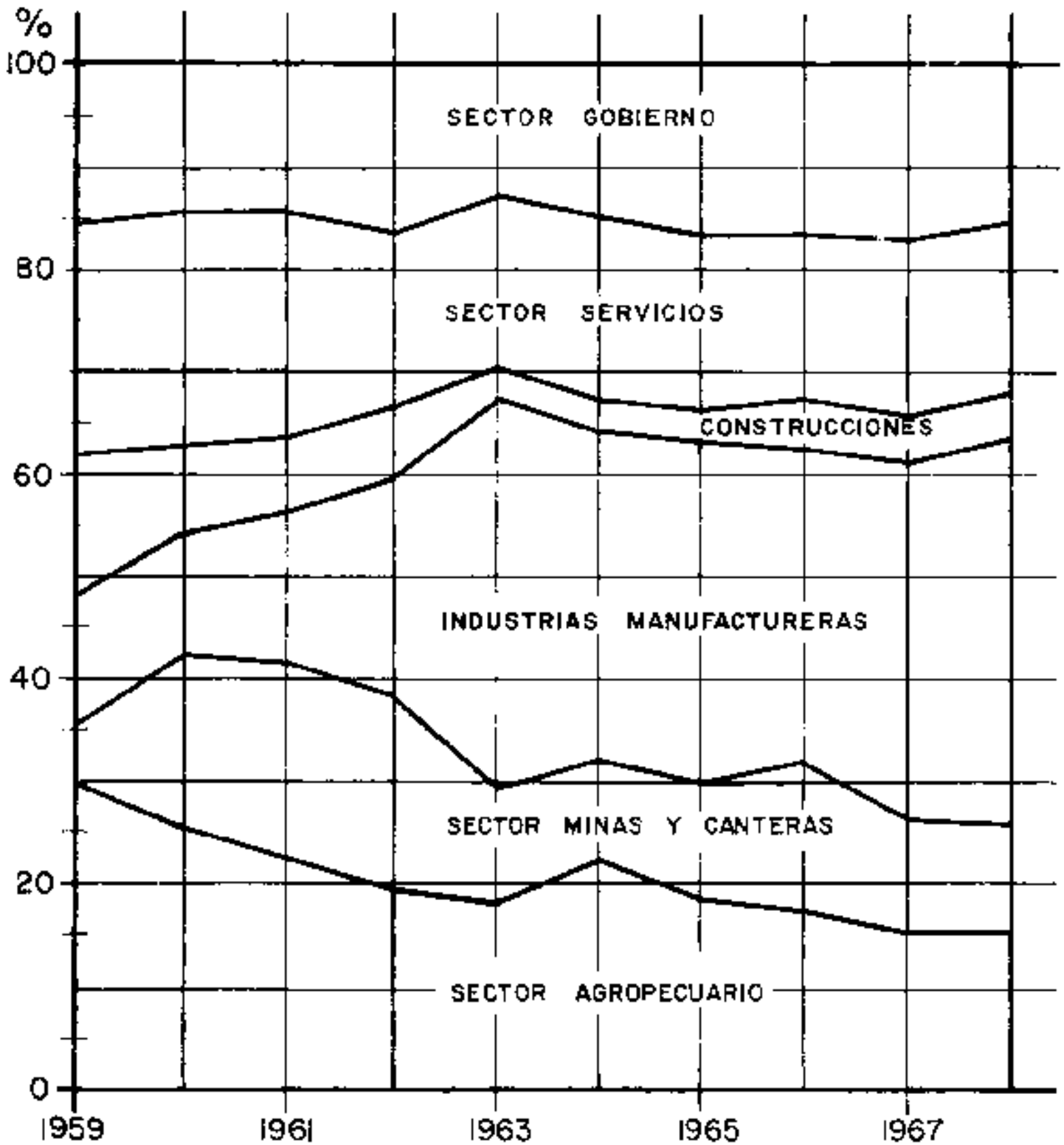
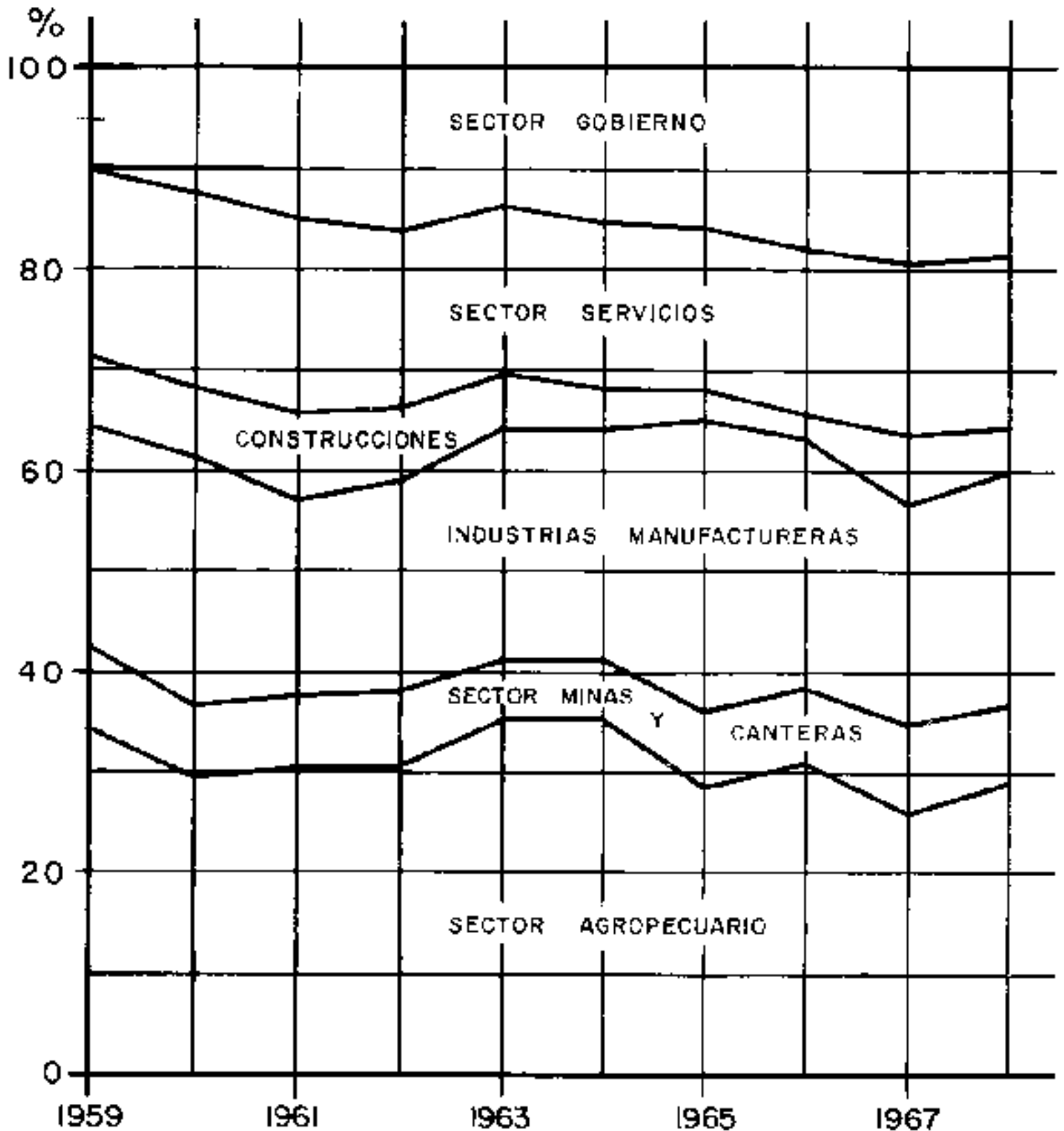


Figura II-2-5 - PBI DE JUJUY PARTICIPACION SECTORIAL 1959/68



En el cuadro II-2-5 puede compararse la evolución de la producción industrial en Salta y Jujuy con la del resto del país. El gran incremento habido entre 1961 y 1962 en la producción industrial salteña se debió a la puesta en marcha, hacia fines de 1961, de la destilería de petróleo de Campo Duran. En 1963 se nota otro brusco salto en la producción industrial de esa provincia, que según la oficina de cuentas provinciales del INDEC es debido a un importante aumento del precio de los combustibles derivados del petróleo, los que volvieron a bajar durante los años siguientes. La producción industrial jujeña presenta, durante los

nueve años analizados, altibajos muy pronunciados y un crecimiento más lento que en el resto del país. No se disponen cifras desde el año 1968 en adelante. Se considera que desde entonces hasta la actualidad, la producción industrial de la provincia ha crecido rápidamente debido a la incorporación de las dos fábricas de papel mencionadas anteriormente y al aumento de la producción siderúrgica.

En Tarija, según el Plan Regional de Desarrollo Chuquisaca - Tarija, el PBI originado en el sector industrial oscila alrededor de los 22 millones de pesos bolivianos (poder adquisitivo de 1968). Más de 2,2 millones de pesos fueron originados en el subsector de industrias alimenticias y bebidas, aproximadamente 9,6 millones en el subsector de industrias no alimenticias y 10,9 millones en el subsector refinación petrolera.

Las únicas industrias de importancia en la zona son el ingenio azucarero y la refinería de petróleo en Bermejo, una industrializadora de paja y una fábrica de cerámica roja en Tarija. Además hay aserraderos, algunos de magnitud, así como industrias diversificadas como velas y jabones, envases de frutas, talleres de carrozado de camiones, manufacturera metálica incipiente, y numerosos talleres artesanales (más de 160) de carpintería, zapatería, sastrería, sombrerería, etc.

Se ha estimado que la tasa de crecimiento del producto bruto industrial entre 1965 y 1971 ha sido del 9,7% anual en todo el departamento.

2.5.2 Producción minera. Las provincias de Salta y Jujuy contribuyeron en 1963 con el 12,6% al total de producción minera de Argentina. Salta lo hizo con el 9,4% y Jujuy con el 3,2%. En Salta, la producción petrolera constituyó más del 70% del valor de la producción minera de la provincia. En Jujuy, la mayor parte del valor de su producción estuvo dada por el plomo y el cinc, con el mayor volumen de extracción dado por el mineral de hierro. Salvo la explotación del hierro jujeño, la casi totalidad de las actividades mineras de ambas provincias están ubicadas fuera de la ACRB.

Desde 1963 hasta la fecha, la situación ha variado considerablemente. La producción petrolera salteña ha venido disminuyendo en forma casi constante, mientras que ha aumentado la de uranio, boro y azufre. En Jujuy, la producción de plomo y cinc se ha mantenido dentro de promedios más o menos estables (30000 y 50000 toneladas respectivamente), mientras que la de hierro ha seguido aumentando debido a la ampliación de las operaciones de Altos Hornos Zapla. Otro factor de importancia en los aspectos mineros de ambas provincias fue el descubrimiento y puesta en producción de yacimientos de petróleo en Caimancito (Provincia de Jujuy). Estos yacimientos, que entraron en funcionamiento en 1968, entregaron casi 250000 m³ de petróleo en 1970, y continúan aumentando su producción. Ello no obstante, la insuficiencia del transporte de petróleo hasta la refinería de Campo Duran parece ser factor limitante para una más rápida expansión.

Cuadro II-2-5. Índices del PBI originado en industrias manufactureras en la Argentina y provincias de Jujuy y Salta Años 1960/68 (Base 1960 = 100)

Año	Jujuy*	Salta*	Todo el país**
1960	100	100	100
1961	87	141	110
1962	88	211	104
1963	106	434	100
1964	109	320	118
1965	146	367	135

1966	126	360	136
1967	114	414	138
1968	129	497	147

* Fuente: INDEC

** Fuente: *Origen del Producto y Distribución del Ingreso. 1950-1969, Banco Central de la República Argentina. Argentina, Buenos Aires, 1971.*

La producción de rocas de aplicación (cal, mármol, dolomita, etc.) ha aumentado notablemente desde 1963 en ambas provincias.

Entre los años 1960 y 1968 el valor de la producción minera jujeña aumentó un 44%, y el de Salta se mantuvo estable, con altibajos bastante marcados. Para el total de Argentina hubo un aumento del 106% durante esos años. La evolución anual comparada se indica en el cuadro II-2-6.

La producción minera de Tarija no tiene relevancia en la actualidad. Su incidencia dentro de la actualidad nacional boliviana es menos de la mitad del uno por ciento. En total, el PBI generado alcanza a poco más de un millón de pesos bolivianos (poder adquisitivo de 1968) casi totalmente originados en la explotación petrolera. Esta actividad ha sufrido una brusca declinación en los últimos años, pues el PBI generado en 1965 había sido de alrededor de cinco millones de pesos, lo que representó el 7% de la producción nacional.

2.6 Servicios

Como se ha señalado en el acápite 2.4, el sector servicios en la Provincia de Jujuy ha crecido más rápidamente que el PBI provincial. Como consecuencia de ello, su participación dentro del PBI ha aumentado de un 31,6% en 1960 a un 35,8% en 1968. La información provisoria disponible parece indicar que desde 1968 hasta 1970 ha continuado dicha tendencia.

En Salta, el aumento del PBI originado en este sector fue más lento que el ocurrido en el resto de la economía provincial, disminuyendo la participación dentro del PBI del 37,2% en 1960 al 31,0% en 1968. Las informaciones provisorias posteriores indican que desde 1968 a la fecha, dicha participación se ha mantenido dentro de los porcentajes alcanzados en 1968.

En Tarija no se dispone de información acerca de la evolución del PBI originado en el sector terciario. Sin embargo, datos disponibles acerca del porcentaje de ocupación en este sector, hacen suponer que su participación ha continuado estable durante los últimos siete años,* y que aquel porcentaje es de alrededor del 13%.

* *"Plan Regional de Desarrollo Económico - Social Chuquisaca - Tarija", 1972.*

Cuadro II-2-6. Evolución del índice de valor de la producción minera a precios de 1960 Años 1961/69

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Jujuy*	100	109	107	99	93	130	129	161	144
Salta*	100	129	134	91	68	87	119	93	101

Todo el país**	100	131	147	147	149	155	164	184	206
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

* Fuente: INDEC

** Fuente: *Origen del Producto y Distribución del Ingreso. Años 1950-1969, Banco Central de la República Argentina, Buenos Aires, 1971.*

2.6.1 Comercio. Debido a la corta distancia que las separa y al desarrollo histórico de ambas, las ciudades de Salta y Jujuy pueden considerarse un solo centro comercial, en el que la mayor parte de las actividades mayoristas se desarrollan en Salta. Las operaciones mayoristas en Salta, prácticamente quintuplicaron, en 1963, a las realizadas en toda la Provincia de Jujuy. La información presentada en el cuadro II-2-7 permite inferir que el sector comercial ha permanecido relativamente estancado durante el período analizado.

El sector comercio, dentro de la Provincia de Jujuy, ha crecido aproximadamente a la misma velocidad que la economía. De esta manera, su participación dentro del PBI provincial ha permanecido prácticamente estable. En el mismo cuadro II-2-7 puede verse la evolución del índice del PBI provincial originado en el sector comercio.

En la Provincia de Salta, la importancia de este sector dentro del PBI provincial ha disminuido desde el 12,2% en 1959 hasta el 8,5% en 1968. En Jujuy se ha mantenido prácticamente estable, alrededor del 9% entre los mismos años. Estas tendencias parecen mostrar que ha habido algún cambio en la estructuración del comercio mayorista - minorista regional, probablemente con un aumento de importancia en Jujuy y un estancamiento en Salta.

En Tarija, el sector comercial, al parecer, ha sufrido un retroceso en su participación dentro del PBI departamental. No se dispone de cifras acerca de este tema, pero las que se tienen sobre empleo en el sector comercio y finanzas, descendieron del 3,6% en 1965 al 3,3% en 1971, es decir aproximadamente un 10%. El Plan de Desarrollo para Chuquisaca y Tarija señala que "la ausencia de un sistema de comercialización da lugar a los estrangulamientos de la oferta con su secuela inevitable de alza de precios y temporal escasez de productos que se deben básicamente a la desorganización del mercado y al desconocimiento de sus mecanismos". Este párrafo muestra las deficiencias del sistema de comercialización tarijeño, e indica que la razón de la inexistencia de cifras vinculadas a su evolución, es la escasa importancia relativa del sector.

2.6.2 Salubridad. Los servicios médicos ofrecidos en las provincias de Salta y Jujuy están en general por debajo de los índices nacionales en la materia. Las tasas de mortalidad y mortalidad infantil, por ejemplo, se hallan entre las más altas de la Argentina. En la última década se han realizado progresos en materia sanitaria pero aún no se han logrado alcanzar los promedios nacionales. La mortalidad general bajó en la Provincia de Jujuy del 16,3 por mil al 13 por mil entre 1960 y 1970, y del 11,8 por mil al 10,8 por mil en Salta entre 1960 y 1965, pero aún sigue siendo alta en comparación con otras provincias del NOA, (Santiago del Estero 6,8 por mil, Catamarca 7,5 por mil, Tucumán 8,6 por mil, todas en 1965; en todo el país 8,4 por mil en 1970). Las tasas de mortalidad infantil también han disminuido durante la última década. En Jujuy bajaron del 125,1 por mil al 110,4 por mil entre 1960 y 1970, y en Salta del 102,3 por mil al 93,1 por mil entre 1960 y 1965. Sin embargo continúan siendo altas en comparación con otras provincias del NOA y con el resto del país (Santiago del Estero 58,4 por mil, Catamarca 77,8 por mil, Tucumán 91,7 por mil, todas en 1965; en todo el país 54,5 por mil en 1967).

Cuadro II-2-7. Evolución del PBI provincial originado en el comercio Provincias de Salta y Jujuy y todo el país a precios de 1960 - Años 1961/68

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Jujuy*	100	111	101	112	116	121	122	125	135
Salta*	100	107	97	109	105	106	106	112	111
Todo el país**	100	111	107	98	107	118	118	119	125

* Fuente: INDEC

** Fuente: *Origen del Producto y Distribución del Ingreso. Años 1950-1969, Banco Central de la República Argentina.*

En el cuadro II-2-8 se presentan los índices de médicos por cada 10000 habitantes y de camas de hospital por cada mil habitantes en el año 1964. Allí puede verse que, si bien el número de camas disponibles estaba dentro de niveles comparables con los del resto del país, la cantidad de médicos era considerablemente más baja que el promedio general. En los últimos años esta situación ha ido mejorando, llegándose a un índice de 10,4 médicos por cada diez mil habitantes en la Provincia de Jujuy en 1970. No se dispone aún de información similar referente a la Provincia de Salta. Al parecer, la infraestructura hospitalaria, en especial de Jujuy, estaría algo sobredimensionada en relación con los servicios médicos que realmente se ofrecen.

En Tarija, la mortalidad general es más alta que el promedio para Bolivia, alcanzando al 18 por mil, y la infantil al 180 por mil, mientras que las nacionales son del 14 por mil y 154 por mil. Además debe tenerse en cuenta que existe una importante omisión del registro de defunciones, por falta de notificación de éstas.

2.6.3 Educación. El porcentaje de analfabetos dentro de las provincias de Salta y Jujuy es considerablemente más alto que en el resto del país. En 1960, el 24,9% de la población mayor de 14 años de la Provincia de Jujuy era analfabeta, y en Salta la cifra llegaba al 19,7%. En todo el país la proporción de analfabetos ese año era del 8,6%. No se dispone aún de información basada en el censo de 1970, pero se tiene la impresión de que la situación ha continuado con tendencia a mejorar tal como se advierte en el período intercensal 1947-1960.

Los hechos positivos dentro del cuadro de educación primaria de ambas provincias los constituyen el significativo aumento de la tasa de incorporación de alumnos al sistema escolar y el aumento de los índices de retención de alumnos. Dichas tasas fueron en 1960 del 78% en Jujuy y del 76,5% en Salta. El número de escuelas primarias disponibles era de 370 en Jujuy y de 539 en Salta, (año 1964) con altos porcentajes de edificios a reparar o reemplazar.

Cuadro II-2-8. Médicos y camas de hospital

	Número de médicos por cada 10000 hab.	Número de camas de hospital por cada 1000 hab.
Argentina*,**	14,6	6,7
Jujuy*,**	5,5	10,2
Salta*,**	6,8	6,8
Tarija***,****	3,2	2,1

* Fuente: *Informe preliminar de la región Nor-Oeste, Apéndice Estadístico, Oficina Regional de Desarrollo Nor-Oeste, Conade, 1969*

** Año 1964.

*** Fuente: *Plan Regional de Desarrollo Económico-Social Chuquisaca - Tarija.*

**** Año 1971.

Las tasas de escolaridad en la enseñanza media son también más bajas que los promedios nacionales. Ellas fueron para la población de 13 a 17 años en Jujuy, del 14,2% y del 17,7% en Salta, ambas en el año 1960. Durante el mismo año el promedio para todo el país fue del 24,9%. Las tasas de repetición y abandono de los cursos también son considerablemente más altas que las del país. El número de divisiones disponibles en 1964 era de 73 en Jujuy con una población escolar de 2200 alumnos, y de 143 en Salta, con una población escolar de 4720 alumnos.

Con respecto a la enseñanza superior, durante la década del 60 se inauguró una universidad en la ciudad de Salta y en el año 1972 se inauguraron dos nuevas universidades, una en la ciudad de Salta y otra en Jujuy.

En Tarija, el Plan Regional de Desarrollo ha estimado que sólo alrededor del 34% de la población escolar (de 5 a 19 años) está matriculada en institutos de enseñanza primaria o secundaria. La matrícula total del departamento alcanza alrededor de 25000 alumnos sobre una población en edad escolar total estimada en 74000 personas. Esta situación se ve agravada por el hecho de que hay altas tasas de deserción y repetición.

En el departamento hay 22 locales escolares urbanos, de los cuales la mayoría requiere reparaciones de importancia o reposición. No se dispone de información acerca del número de locales rurales, pero su estado de conservación parece ser mejor que el de los locales urbanos.

Tampoco se dispuso de información acerca del número de analfabetos en todo el departamento, pero en la ciudad de Tarija se eleva al 14,6%. Se supone que en el interior del departamento este porcentaje es mucho más elevado.

En Tarija funciona la Universidad Boliviana Juan Misael Saracho, con una matrícula de alrededor de 700 alumnos.

2.7 Sector gobierno

Las erogaciones totales de las provincias argentinas han crecido en términos reales durante los años 1959-1967 a una tasa anual del 13,2%. El crecimiento del gasto público ha sido más rápido en la Provincia de Salta, con una tasa anual de 14%, mientras que en Jujuy la tasa fue del 12,1%. Los recursos de ambas provincias han crecido a tasas más lentas, 13,6% anual para Salta y 8,7% anual para Jujuy, dando origen a déficit fiscales crecientes.

De acuerdo con el criterio clasificatorio de la Oficina Regional del CONADE, la repartición del presupuesto entre gastos corrientes e inversión pública ha experimentado bruscas fluctuaciones durante el período analizado. En Jujuy las tasas más altas de inversión pública y las inversiones de mayor monto se lograron durante el trienio 1961 - 1963, con un promedio anual de más del 39%. Al parecer, este aumento de la inversión fue utilizado dentro del sector servicios sociales. Con posterioridad a este trienio, la inversión pública de la provincia decayó nuevamente, tanto en valores porcentuales como en valores monetarios reales. En la Provincia de Salta la inversión pública creció notablemente en los dos últimos

años analizados, en los que se registran los mayores valores monetarios y porcentuales.

En el Departamento de Tarija, debido a la unicidad de la administración gubernamental boliviana, no resulta sencillo estimar su efecto regional. Además, dentro del departamento operan numerosas empresas descentralizadas, tales como Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), la Corporación Boliviana de Fomento (CBF), el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL). Se ha estimado que el total de sueldos pagados en todo concepto por el sector gobierno en el año 1969 fue de 40 millones de pesos bolivianos, lo que representa aproximadamente el 12% del PBI departamental.

2.8 Infraestructura

2.8.1 Energía. La ACRB argentina está interconectada por un sistema troncal de alta tensión que nace en Salta y termina en San Pedro, y que posee derivaciones tanto en sus extremos como en sus puntos intermedios. La línea vertebral (Salta - Pálpala) tiene en total una longitud de 101,3 km y ha sido construida para funcionar en 132 kV; en la actualidad se encuentra operando en 66 kV. La conexión entre San Juancito y San Pedro, con una extensión de 21,1 km, está preparada para funcionar en 66 kV pero opera actualmente en 33 kV.

Funcionando normalmente todas las centrales, el sistema transfiere poca carga entre sus extremos, ya que existe equilibrio entre la demanda y la oferta de los puntos interconectados. El extremo norte de la línea aparece como el sector más débil, localizándose a veces cargas excepcionalmente altas, debidas a demandas ocasionales de Altos Hornos Zapla, o por quedar fuera de servicio alguna central. Según un estudio especializado* en estos casos se pone en evidencia la criticidad de las limitaciones en la interconexión Jujuy-Palpalá en 33 kV y la necesidad del aporte de las centrales de Salta.

** Estudio de Factibilidad del Sistema Interconectado Noroeste. Consorcio Baricentro - Montreal Engineering, Consultores, AyEE 1970.*

La potencia nominal instalada en el servicio público interconectado es de alrededor de 49000 kW, con una potencia efectiva de poco más de 40000 kW.

Además del sistema interconectado Salta - Jujuy, existe dentro de la ACRB otro subsistema, con cabecera en Oran, que cuenta con 47 km de líneas de 33/13, 2 kV; este subsistema cuenta con una potencia instalada nominal de 4527 kW, y efectiva de 3770 kW.

La autogeneración de energía en el sector industrial ha adquirido gran importancia en la región. En la Provincia de Jujuy están ubicados los autoprodutores más importantes. Ellos son Altos Hornos Zapla (35000 kW), dos ingenios en la zona de San Pedro (12000 kW) y el Ingenio Ledesma (30000 kW). En Salta, los autoprodutores más importantes son el Ingenio S. M. del Tabacal (22000 kW), la fábrica de cemento de Güemes y la refinería de petróleo de Campo Duran.

El consumo total de energía eléctrica en la ACRB (sector argentino) fue de 434494 MWh en 1969 (incluyendo la autogeneración), con un consumo per cápita de 704,7 kWh anuales. Para el mismo año el consumo de electricidad en ese país se estimó en 869 kWh per cápita. El consumo total de energía producida por el sistema público durante el año 1970 fue de 123000 kWh, con un aumento acumulativo anual entre 1968 y 1970, de alrededor del 18%. El 43% de la energía consumida fue producida por fuerza hidráulica, y el 57% restante por centrales térmicas (diesel o turbogás).

En el cuadro II-2-9 se presenta un resumen del consumo de energía eléctrica pública y autoproducida en la ACRB argentina, en el año 1969.

En Tarija, la capacidad de generación instalada asciende a 7650 kW, y hay proyectos de instalación pendientes por unos 3800 kW más en los próximos dos años. Actualmente no existen sistemas integrados de generación - distribución. Los principales centros de demanda y producción son la ciudad de Tarija, con 1750 kW de capacidad instalada, y Villamontes (fuera de la ACRB) con 1700 kW; el resto del departamento dispone de 4200 kW.

Cuadro II-2-9. Consumo de energía eléctrica en la ACRB argentina y en todo el país

	Servicio Público	Autoproducción	Total
Total de energía consumida en la ACRB (MWh)	116897	317597	434494
Energía consumida en todo el país (MWh)	15237263	4776957	20014220
Consumo per cápita en la ACRB (kWh)	189,6	515,1	704,7
Consumo per cápita en todo el país (kWh)	661,5	207,5	869,0
Composición de la oferta en la ACRB	26%	74%	100%
Composición de la oferta en todo el país	76%	24%	100%

Fuente: Subsecretaría de Energía, Anuario Estadístico 1969.

El consumo de energía en la ciudad de Tarija creció entre 1962 y 1969 de 1,24 GWh a 2,81 GWh, representando una tasa de crecimiento anual del 12,4%. Sin embargo, el crecimiento se ha vuelto algo más lento entre 1967 y 1969, ya que estos tres años representan sólo el 10,2%. No se dispone de información con respecto al resto del departamento, pero suponiendo factores de carga similares a los de la ciudad de Tarija, el consumo habría ascendido a alrededor de 12 GWh en 1969 y probablemente entre 14 y 15 GWh en 1971.

El consumo de energía eléctrica per cápita en la ciudad de Tarija habría ascendido en 1969 a 104 kWh suponiendo una población de 27000 habitantes.

2.8.2 Transportes. El sistema de transportes se compone de red vial; red ferroviaria; infraestructura aérea y comunicaciones.

i. Red vial. Los principales caminos de la región argentina son las rutas nacionales N^{os} 9 y 34 de orientación N - S, vinculadas entre sí por las rutas N^{os} 56,1 y 51. Estas vías conectan los principales centros poblados y productores de la zona, y por medio de rutas provinciales se comunican con las poblaciones menores que atraviesan en su recorrido.

La ruta 9 es una de las más extensas de Argentina. Comunica Buenos Aires con La Quiaca; empalma en esta ciudad con un camino boliviano que llega hasta La Paz. Está pavimentada en la casi totalidad del trayecto desde el sur de Jujuy hasta Buenos Aires.

La ruta 34 también vincula a la Argentina con Bolivia, pasando por la ciudad de Yacuiba; la 50, que va desde el empalme con la 34, al norte de Pichanal, comunica ambos países a través de Bermejo. Ambas tienen largos tramos en mal estado, hacia el norte del empalme. La ruta 34, por el sur, vincula a la ACRB con Tucumán y desde esta ciudad con el resto del país.

Desde Salta es posible comunicarse con el puerto de Antofagasta, en el norte de Chile, por medio de la ruta nacional 51, que cruza la Cordillera de Los Andes por el paso de Huaytiquina.

En la Provincia de Jujuy, los departamentos pertenecientes a la Cuenca del Río Bermejo tienen caminos secundarios en una extensión de alrededor de 1750 km, con un 27% de ellos pavimentados.

Se estima que el movimiento de vehículos desde y hacia la ACRB argentina se encuentra relativamente equilibrado; desde la zona sale la producción de azúcar y minerales hacia el sur, llegando hacia ella ganado, cereales y productos manufacturados.

En la ACRB boliviana, todos los caminos que constituyen la red principal son de segundo orden, afirmados en tierra y con velocidades directrices bajas. No existen rutas pavimentadas. El tránsito de vehículos de alto tonelaje se hace por lo tanto difícil y de elevado costo. La red complementaria tiene caminos de tierra de tercer orden, cuyo tránsito es difícil y limitado a las épocas secas. El mantenimiento es esporádico.

En total, la red caminera tarijeña se compone de 1591 km de rutas, 773 km de red principal y 818 de red complementaria. Las principales rutas son las de Tarija - El Puente (Chuquisaca), Tarija - Bermejo, que empalma con la ruta argentina N° 50, Tarija - Yacuiba, que empalma con la ruta 34 argentina, y la de Iscayachi - Tojo (Potosí).

En 1971, el parque automotor en todo el departamento de Tarija era de 1138 unidades, total que se descomponía en 652 vehículos livianos y 486 vehículos pesados (camiones y ómnibus).

Se estima que la carga desplazada anualmente asciende a más de 600000 toneladas. Los productos salientes del departamento son azúcar, papas, maderas y pescado; los que entran, son, en general, artículos industrializados.

ii. Red ferroviaria. La red ferroviaria de la ACRB argentina sigue, en general, los mismos lineamientos que la red vial. Hasta ella llegan dos ramales del Ferrocarril Gral. Belgrano, de trocha angosta, que la comunican con Bolivia por La Quiaca y por Yacuiba. Otro ramal, que parte desde Salta, la comunica con el puerto chileno de Antofagasta, cruzando Los Andes por el paso de Socompa.

En líneas generales, el tráfico de mercaderías se estima que es similar al caminero. Un problema especial de la zona lo constituye el escaso parque de vagones para atender la actividad minera, que puede crear costosas demoras en su transporte.

En los últimos años, el movimiento de la producción de la zona hacia el sur ha ido desplazando al transporte automotor en detrimento de la carga ferroviaria. Ello se debió principalmente a la mayor velocidad y confiabilidad del transporte automotor, una vez producida la conexión de la región con el resto del país por caminos pavimentados.

En Tarija existe una línea de ferrocarril que atraviesa el departamento (pero fuera de la ACRB) y es la que une a Yacuiba con Santa Cruz. El enlace ferroviario de la ciudad de Tarija con Yacuiba, vía Villamontes, constituye una aspiración regional.

iii. Infraestructura aérea. Dentro de la ACRB, Jujuy está servida por el aeropuerto de El Cadillal, situado a 40 km, y por el aeródromo Alto Comedero, a 7 km. Muy próximo al límite de la Cuenca se halla el aeropuerto de Salta, que admite la operación de aviones comerciales a turbina con tráfico fundamentalmente nacional. El de El Cadillal puede recibir cualquier tipo de avión comercial actualmente

en operación, y tiene una de las mejores instalaciones de infraestructura aérea de la Argentina.

Hay servicios diarios desde Buenos Aires con un promedio de vuelos comerciales de dos por día hasta cada uno de ellos. La demanda normal para esos servicios está totalmente satisfecha, salvo en algunos períodos de pico. Buena parte de los servicios, especialmente los que parten de El Cadillal, tienen escalas intermedias.

Existen algunos servicios regulares de pasajeros entre los aeropuertos de la ACRB argentina con países vecinos, y una compañía que opera en vuelos regionales en pequeña escala.

La utilización de los aeropuertos regionales argentinos es muy parcial, y en general puede decirse que la zona dispone de una infraestructura terrestre de navegación aérea sobredimensionada para sus necesidades actuales.

En el Departamento de Tarija, el único aeropuerto que admite vuelos comerciales regulares es el de la ciudad de Tarija, que está servido por el Lloyd Aéreo Boliviano con cuatro vuelos semanales. Los Transportes Aéreos Militares también hacen uso del aeropuerto, aunque sus vuelos no son regulares. Este aeropuerto cuenta con una pista sin pavimentar de 2000 metros de longitud. Además, se dispone de sistema de radioayuda y equipo radioeléctrico.

El otro aeródromo de alguna importancia en la ACRB boliviana es el de Bermejo, que recibe vuelos irregulares y de carga.

iv. Comunicaciones. El servicio telefónico de la cuenca argentina está prestado por ENTel, Empresa Nacional de Telecomunicaciones. El mismo no es totalmente eficiente, tanto en su servicio local como en el de comunicaciones extrazonales, por defectos de equipamiento. En condiciones normales, la demora en conseguir comunicación entre Pálpala y Jujuy, distantes 15 km, es de una hora, y hasta puede llegar a dos horas o más la demora para comunicarse con Córdoba o Buenos Aires, centrales con las que existe línea directa. Para comunicarse con centrales donde no existe línea directa, por ejemplo Catamarca o países limítrofes, la demora puede ser significativamente mayor.

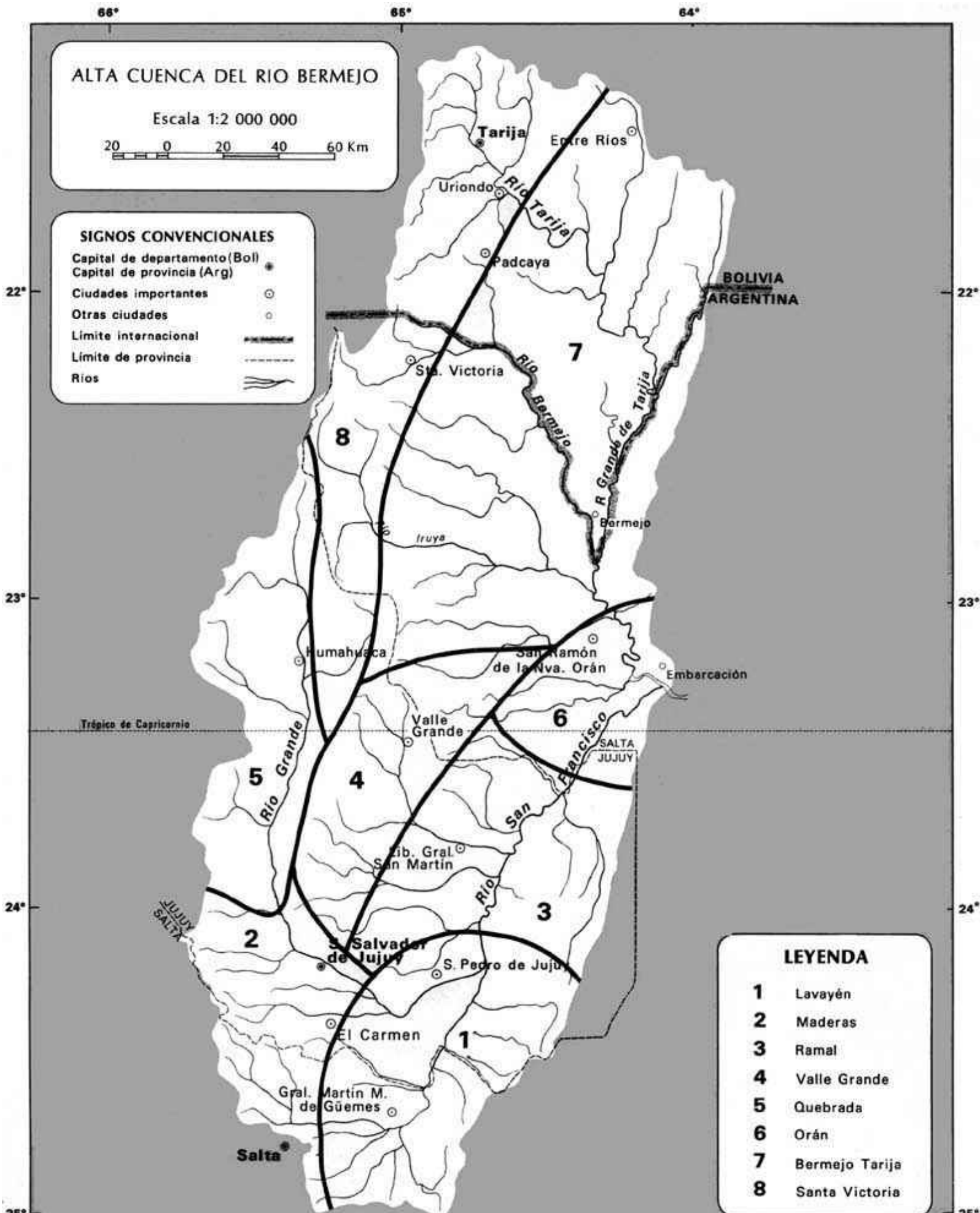
A fines de 1970 había 14940 aparatos telefónicos en la provincia de Salta y 3095 en la de Jujuy. Hay un aparato cada 29 personas en Salta y uno cada 103 personas en Jujuy. Para dar una idea del déficit de servicios telefónicos, cabe mencionar el promedio nacional, que indica un teléfono por cada 7,5 personas.

Las comunicaciones telegráficas son realizadas, al igual que en todo el país, por la Empresa Nacional de Correos y Telecomunicaciones, que ofrece un servicio razonablemente eficiente. Algunas instituciones privadas cuentan con servicio de Telex a Buenos Aires.

En Tarija, actualmente, el sistema de comunicaciones públicas está a cargo de dos instituciones: la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTel) a cargo de las comunicaciones interdepartamentales, y Telégrafos del Estado, que se ocupa de las comunicaciones vecinales. No se dispone de información acerca de la cantidad de aparatos telefónicos disponibles en el departamento, ni acerca de las comunicaciones internas. El número de conferencias telefónicas interdepartamentales anuales oscila entre 8 y 9 mil. El movimiento telegráfico también es reducido, pues el número de telegramas recibidos y despachados no supera los 1500 anuales.











1. Análisis global

[1.1 El desarrollo regional dentro de los desarrollos nacionales](#)

[1.2 Proyecciones sectoriales](#)

Los acuerdos de asistencia técnica suscritos por las Repúblicas de Argentina y Bolivia con la Secretaría General de la OEA estipulan que el objetivo principal del Estudio es orientar el desarrollo de los recursos hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, para obtener el máximo beneficio en concordancia con las prioridades establecidas por los Gobiernos en relación con sus planes nacionales de desarrollo.

El Gobierno argentino, por intermedio de su Representante en la Comisión Ejecutiva del Estudio, definió, en diciembre de 1972, las políticas, criterios y pautas a usarse en la planificación del desarrollo de su sector, de la siguiente manera:

"Dentro de un Sistema Eléctrico Interconectado del Noroeste, se considera altamente prioritario desarrollar aquellos aprovechamientos hidroeléctricos que permitan resolver el grave problema del actual déficit de electricidad y la falta de energía para el desarrollo, con proyección urgente al año 1980 y a largo plazo al año 2000, pudiendo recurrirse como solución inmediata a la instalación de una gran central térmica de base ubicada dentro del área de la Cuenca, con miras a asegurar el despegue industrial del Polo de Desarrollo: Salta - Jujuy - San Pedro - Güemes."

"En materia de regadío, la política será anticipar aquellas obras que permitan una racionalización y mejor utilización intensiva de la capacidad instalada agrícola-ganadera actual, que cuenta con una importante infraestructura y con calificado recurso humano."

"En materia de producción agrícola se tratará de fomentar las producciones no competitivas de gran demanda, como carne y leche, con miras al autoabastecimiento del área, así como también los productos de primicias y cultivos no tradicionales y las industrias agrícolas de avanzada transformación."

"En materia de comercialización se propenderá a mejorar el abastecimiento local y ganar mercados tanto nacionales como internacionales, principalmente con los países limítrofes, en base a la calidad, tipificación y seguridad de la producción."

"En materia de industria se fomentarán aquellas que propendan al aprovechamiento local de los minerales y explotaciones de la zona en grados crecientes de industrialización."

" Al comparar distintos proyectos se preferirán aquellos que tengan mayor efecto social, a través de la mayor capacitación necesaria del personal, mayores niveles de remuneración y mejor y más amplia repartición de la riqueza."

El Gobierno de Bolivia no ha definido dichas prioridades, por lo cual la Unidad Técnica se atuvo a los lineamientos del Plan Regional de Desarrollo Económico - Social Chuquisaca - Tarija recientemente distribuido. El Plan Nacional de Bolivia se encuentra actualmente en preparación y cubrirá el período 1973 - 1977, estando disponible en la actualidad un borrador preliminar.

En cuanto al Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad (PNDS) de Argentina, en vigor para el quinquenio 1971 - 1975, su meta básica es acelerar progresivamente la tasa de crecimiento del producto bruto interno (PBI) hasta alcanzar un nivel del 8% anual en 1975. Durante el período 1971 - 1975 se proyecta un crecimiento anual promedio del 7%. En los años 1971 y 1972 no se alcanzaron las metas fijadas: la tasa de crecimiento del PBI llegó a niveles de 4,2% y 3,7% respectivamente. Se esperaba alcanzar, en el año 1973, una tasa del orden del 6%.

En Bolivia no existen metas programadas a nivel nacional. En el período 1965 - 1971, la tasa media de crecimiento del PBI, fue del 6,5%. Una meta del 8% para 1975, similar a la argentina, parece razonable.

Debe indicarse, sin embargo, que los planes nacionales de desarrollo establecen objetivos y fijan directivas generales, tanto nacionales como regionales, con un reordenamiento de los esfuerzos a nivel social y económico, estableciendo metas para un horizonte muy inferior a los usualmente utilizados para proyectos de aprovechamiento hidráulico. Aquellos abarcan del corto al mediano plazo, mientras que éstos se prevén para el mediano y largo plazo.

En los aprovechamientos hidráulicos, los plazos de proyecto, implementación, construcción y puesta en marcha, insumen no menos de una década. Como consecuencia de ello los nuevos proyectos reconocidos por la Unidad Técnica y que puedan ser recomendados para su ejecución, entrarán en operación en la década del 80. En consecuencia, no serán adecuados para sustentar ninguno de los planes de desarrollo actuales o los inmediatos a entrar en vigor.

La Unidad Técnica, dentro de su programa, ha realizado una intensa acción para actualizar y uniformar el conocimiento del medio natural, así como para evaluar la demanda tanto de agua para todos los propósitos consuntivos, como de la energía eléctrica a nivel regional; relacionar dichas demandas con los recursos disponibles y finalmente seleccionar los proyectos que tiendan a la optimización del uso de los recursos disponibles. Ha utilizado todo el conocimiento alcanzado para compatibilizar un plan de desarrollo con los dos horizontes fijados para el estudio: el inmediato de los planes nacionales y el mediato de los proyectos hidráulicos. Esta compatibilización reconoce dos niveles:

a) En el corto y mediano plazo, se deberá recomendar el mejor uso de los recursos naturales disponibles y de las obras en operación, construcción o proyecto, reordenando sus prioridades hacia las demandas que tiendan a afianzar el logro de las metas de los planes nacionales en vigencia. Ello, porque solamente los recursos ya disponibles y las obras en ejecución o en avanzado estado de proyecto estarán en condiciones de servir de sustento a tales planes.

b) En el largo plazo, las obras que puedan proyectarse o implementarse como resultado de los estudios de esta Unidad Técnica, y cuyos beneficios no serán significativos antes de 1980, podrán ser instrumentadas para mantener la continuidad de la evolución económica y social de la región, en el período 1980 - 2000. Establecidas estas premisas generales, en este capítulo se procederá a analizar en primer término los objetivos regionales de desarrollo y a renglón seguido se analizarán las metas específicas reconocibles en los campos de la

producción agrícola, minera e industrial que resultan de dichos planes, para continuar con las evaluaciones de la demanda que resultará inducida en los campos de energía eléctrica, agua para riego, agua para abastecimiento de poblaciones e industrias, y finalmente concluir con los efectos concomitantes sobre el grado de contaminación ambiental.

1.1 El desarrollo regional dentro de los desarrollos nacionales

La promoción del desarrollo regional es parte integrante de la política de desarrollo nacional. Por este motivo, los objetivos de desarrollo regional y los instrumentos de promoción propuestos, deben necesariamente estar en armonía con los planes nacionales.

1.1.1 Sector argentino. El PNDS establece como uno de sus objetivos generales: "Promover la integración nacional mediante un desarrollo regional más justo, armónico y equilibrado". El Noroeste Argentino (NOA), dentro del cual está comprendida la ACRB, es una de las regiones geográficas de planeamiento del Plan Nacional.

La prioridad social y política de los planes de inversión en la ACRB debe ser analizada desde la perspectiva del tamaño relativo de la economía regional. El PBI de las provincias de Salta y Jujuy representa menos del 2% del PBI argentino, y el de la ACRB aproximadamente un 1,3% de éste.

Debido a esta baja participación podría parecer que la actuación económica de la Cuenca resulta poco relevante para la obtención de las metas del Plan Nacional de Desarrollo. Sin embargo, un análisis más detallado del tema revela que lo que ocurra en las regiones de planeamiento NOA y NEA es de importancia estratégica para la obtención de las metas de comercio exterior proyectadas; uno de los objetivos más importantes del Plan y de la política económica actual es disminuir las presiones de estrangulamiento causadas por la balanza de pagos. Este objetivo sólo podrá lograrse si las regiones no pampeanas aceleran el proceso de incorporación de actividades cerealeras y ganaderas (PNDS, pág. 121). Esta incorporación es imprescindible para que dichas regiones satisfagan sus mercados locales, liberando así excedentes de producción pampeana para la exportación y accediendo a los mercados de países limítrofes. La situación estratégica de las provincias del NEA y NOA estriba en que, de todas las regiones de planeamiento del país, ellas son las que tienen mejores posibilidades de cumplir con el requisito de autoabastecimiento de granos y carne.

Los programas ganaderos y otros de sustitución de importaciones o promoción de exportaciones deben analizarse no solamente desde el punto de vista de su contribución a la economía regional, sino también del de su contribución a la balanza de pagos. La Nación, deseosa de aumentar sus exportaciones de carnes y granos, debe orientar la inversión de recursos escasos donde se pueda aumentar más la producción en menos tiempo. Las ventajas que disfrutaban las regiones NEA y NOA, las convierten, por lo tanto, en zonas prioritarias en el desarrollo ganadero y agrícola, pues otras regiones no serían capaces de obtener los mismos incrementos de producción que aquéllas, con inversiones similares.

La ACRB incluye, dentro de su territorio, una de las áreas de promoción especial que el PNDS designa como Polos Nacionales de Desarrollo. El PNDS establece que en las zonas de influencia de los Polos se promoverá el desarrollo de aquellas actividades agropecuarias e industriales complementarias que tiendan al mayor y más racional aprovechamiento de los recursos naturales y que aumenten la capacidad

de reinversión de la zona. Es un objetivo de la política de desarrollo industrial descentralizar geográficamente esta producción, promoviendo preferentemente su radicación en las regiones productoras de los insumos predominantes. La ACRB, por estar rodeada de fuentes productoras de materias primas minerales, deberá tener, por lo tanto, un crecimiento industrial basado en estas explotaciones y fomentado por el Gobierno Nacional en base a la política respectiva de dicho sector.

Con el objeto de promover las economías regionales, el PNDS establece que se crearán regímenes que atiendan a:

- La concurrencia de actividades industriales, especialmente las básicas a los Polos Nacionales de Desarrollo.
- La promoción de actividades industriales en áreas específicas de industrialización incipiente.
- La descentralización geográfica de industrias específicas, de acuerdo con la asignación de actividades por regiones.

También se instituye que los regímenes de promoción regional deberán alentar actividades determinadas en el área de su aplicación seleccionándolas especialmente en función de la disponibilidad de recursos naturales y de mano de obra en la región. Se prevé, asimismo, la creación de parques industriales en el interior del país, conforme a una ordenada asignación de actividades a fin de proporcionar a la industria, en especial a la pequeña y mediana, facilidades comunes en materia de infraestructura, tecnología, administración y comercialización.

Dentro del Polo de Desarrollo que se está tratando, existen tres proyectos de creación de parques industriales, con localización en S. S. de Jujuy, San Pedro (Jujuy), y Güemes (Salta).

De acuerdo con los estudios realizados para la instalación de los parques industriales mencionados, en el futuro se espera que crezca la importancia dentro de la ACRB de por lo menos tres grupos de industrias diferenciadas:

a) Industrialización de minerales. Se espera que la mayor importancia del desarrollo industrial esté localizada en este subsector de industrias pesadas. El proyecto de mayor envergadura es el de explotación y beneficio de las minas ferríferas de Unchimé, cerca de Güemes; le sigue en importancia la ampliación de la planta de Altos Hornos Zapla, en Pálpala.

Otras industrias de posible instalación en Pálpala son la producción de cinc metálico, ácido sulfúrico y metal de estaño. La instalación de una planta de metalización del cobre puede ser una alternativa interesante tanto en Güemes como en Pálpala, siempre que se pueda asegurar un correcto abastecimiento de materias primas. El desarrollo de la metalurgia del cobre, estaño y cinc es prioritario para el país, que actualmente gasta alrededor de 30 millones de dólares anuales en la importación de esos metales.

b) Industrialización de otras materias primas regionales. En la zona existe disponibilidad de varias otras materias primas. Actualmente se halla adelantada la explotación de algunas de éstas, tales como el bagazo de caña de azúcar y una especie regional de pino, utilizados ambos para la fabricación de papel en dos fábricas existentes en la Provincia de Jujuy. Las perspectivas de mercado para estas empresas aparecen como muy buenas y ambas tienen en

marcha grandes planes de expansión.

Otra actividad que podría adquirir importancia en el futuro es la producción de maderas aserradas, contrachapadas y aglomeradas.

La Provincia de Salta, que está interesada en promover otros aprovechamientos de materias primas disponibles, recientemente ha licitado estudios de factibilidad de plantas industriales, entre los que se encuentran proyectos de plantas empacadoras de conservas de frutas, hortalizas y legumbres, la instalación de un molino para cereales y otro para oleaginosas, plantas de preparación de alimentos balanceados para ganado, y la instalación de un frigorífico regional.

c) Industrias inducidas. Un tercer grupo de industrias que podría encontrar condiciones favorables en la zona, es el de aquellas que encontrarán materias primas industriales, con cierto valor ya agregado. Tal es el caso de las industrias metalúrgicas livianas, que podrán disponer de laminados y trefilados producidos en la zona, o de algunas industrias petroquímicas que podrían disponer de materias primas provenientes de las plantas de YPF (Campo Duran y la proyectada para refinación del petróleo de Caimancito).

El crecimiento del PBI deberá ser más rápido en la ACRB que en el resto del país. Debe considerarse que el crecimiento de la población en la región ha sido notablemente superior, y que el ingreso per cápita de la zona es aproximadamente la mitad que en el resto del país. Por lo tanto, dado que es decisión del gobierno "lograr la integración de todas las regiones del país, atenuando los desequilibrios actuales", es imprescindible que el crecimiento en la ACRB sea más rápido que el del resto del país para que al menos no se sigan acentuando los desequilibrios mencionados en el Plan.

Manteniendo el objetivo de alcanzar tasas de crecimiento medio del 7% para el país, en el período 1971/1975 las tasas de crecimiento en el NOA y por lo tanto en la ACRB, deberán ser superiores teniendo en cuenta la relación entre las tasas de crecimiento de la población. La meta de la tasa de crecimiento de la ACRB en el sector argentino y para el mismo período debería oscilar, por consiguiente, entre el 8% y el 10%. Esta misma relación se ha mantenido en el pasado: entre 1950 y 1968 (último año con datos estadísticos) el PBI de las provincias de Salta y Jujuy ha crecido a una tasa acumulativa del 5,2%, mientras que el de todo el país crecía a un ritmo del 3,7% anual.

1.1.2 Sector boliviano. La estrategia para el desarrollo regional que se propone a nivel nacional, consiste en lo siguiente:

a) Tratamiento adecuado a las zonas de alto desarrollo relativo para que cumplan las funciones de grandes núcleos de desarrollo.

b) Acciones específicas para la orientación de las migraciones hacia las zonas de menor densidad poblacional y mayor potencialidad económica. Busca, además, concentrar la población dispersa.

c) Tratamiento especial de las zonas de frontera económica constituidas por el trópico y el subtrópico, de tal forma que se conviertan en zonas de colonización planificada y eficientemente comunicadas con los mercados.

d) Tratamiento preferencial de acción concentrada en zonas de alta prioridad para el aprovechamiento de sus recursos naturales y humanos.

e) Creación de una estructura económica y social capaz de hacer frente al centralismo presente y que permita una adecuada integración regional e interregional.

Dentro del Departamento de Tarija, las zonas seleccionadas como núcleos de desarrollo son tres: Tarija, Bermejo y Villamontes. Las dos primeras se encuentran dentro del área de la ACRB.

En las cinco áreas ecológico-económicas reconocidas en el departamento, tres se encuentran dentro de la ACRB: Tarija, Entre Ríos y Bermejo. En ellas se han definido las siguientes especialidades en base a su potencial de recursos naturales y humanos, cuyo desarrollo será fomentado a fin de buscar la complementación de las actividades de producción, y orientar las probables migraciones en el futuro:

- Tarija	• Producción e industrialización de frutas de pepita y carozo
	• Industrialización de la madera
	• Industrias livianas
	• Ajo
	• Producción e industria lechera
	• Vid y su industrialización
- Entre Ríos	• Ganadería de leche
	• Leche y productos lácteos
	• Maíz
	• Tabaco
	• Explotación de maderas
	• Sal
- Bermejo	• Explotación e industrialización de la caña de azúcar
	• Cítricos y frutos tropicales
	• Explotación de maderas

En consecuencia, se expresa que en el área boliviana de la ACRB, deberían concentrarse los mayores esfuerzos en el sector agropecuario, incluyendo la subsiguiente industrialización de los productos y la explotación forestal.

En 1971 el PBI regional (Chuquisaca - Tarija) significó el 13,9% del PBI nacional. Durante el período 1965 - 1971, el PBI acusó una tasa acumulativa del 8,9% al compararla con la tasa nacional para el mismo período, que fue del 6,5%. El producto por habitante regional, en cambio, alcanza a una tasa acumulativa del 1,58% anual, que se debe comparar con el valor 4,68% a nivel nacional; en

consecuencia, la brecha del subdesarrollo de la región respecto de otras regiones del país, se está acentuando, e indica el marginamiento de una parte importante de su población de la economía de mercado, que vive a nivel de trueque. Por lo tanto, sobre la premisa de su desarrollo equilibrado, será necesario incrementar aún más la tasa de crecimiento del PBI regional a valores del orden de los adoptados para el sector argentino, o sea del 8/10%, con lo cual se lograría una interesante homogeneidad en las metas en la ACRB.

En lo que respecta a la implantación de Polos de Desarrollo dentro del área boliviana de la ACRB, debe destacarse que el plan regional Chuquisaca - Tarija, como se ha dicho, busca concentrar los mayores esfuerzos en el sector agropecuario, dejando la implementación de tales Polos, en base a una concentración industrial en áreas seleccionadas, para el mediano o el largo plazo.

Se prevé en el sector industrial una especialización en la agroindustria, derivada del incremento de la producción agropecuaria. Como paso previo, se planifica una política de redistribución del asentamiento poblacional, por traslado del excedente de la población del agro hacia actividades secundarias o terciarias en centros urbanos seleccionados.

Como mayor polo de concentración en el área se ha seleccionado a Tarija, por sus mayores posibilidades para un desarrollo dinámico y mejores condiciones de infraestructura y servicios en su área de influencia. También se fomentará la concentración de la población rural dispersa hacia las ciudades de Bermejo y Entre Ríos, que actuarán como polos de concentración secundarios.

Se complementará esa política de utilización de los recursos humanos con medidas para elevar la educación, cultura, salubridad y calificación laboral.

1.2 Proyecciones sectoriales

A los efectos del análisis y cuantificación de las demandas de agua, suelo y energía que se verificarán en la ACRB en el horizonte de estudio, así como su compatibilidad con el desarrollo regional, interesa conocer niveles estimados del PBI, y la participación respectiva de los sectores económicos vinculados a dichas demandas.

Los sectores económicos que deben particularmente analizarse son: agropecuario, minería e industria manufacturera.

En primer lugar, correspondió realizar las estimaciones relativas al PBI regional, en base a la evolución de las tasas acumulativas anuales de su crecimiento. Tomando los valores más conservadores correspondientes a las metas de los planes nacionales de desarrollo, la evolución media supuesta para la tasa regional fue la siguiente:

Períodos:	1970/80	1980/90	1990/2000
Tasas:	8%	7%	6%

El segundo paso consistió en establecer el nivel de participación y su evolución en el tiempo, del conjunto de los tres sectores económicos indicados con relación al PBI regional.

El paso final fue la distribución de la participación conjunta sectorial entre los tres sectores indicados. A los efectos de determinar la evolución relativa de estos sectores, se realizó un análisis de la participación

porcentual histórica, en el período en que se dispuso de estadísticas confiables.

Todas estas evaluaciones se han basado en supuestos razonables y aceptados solamente cuando se alcanzaban resultados lógicos.

Dichos análisis y resultados se desarrollan a continuación.

1.2.1 Salta y Jujuy. La Unidad Técnica ha utilizado los valores del PBI de las provincias de Salta y Jujuy, como indicativos del sector argentino de la ACRB, por representar éste un 75% de la suma de los totales provinciales.

El análisis de la estructura económica de las provincias de Salta y Jujuy, indica claras tendencias en el período 1959 a 1968. La participación del sector primario, agrícola y extractivo, es notablemente más alta que en todo el país (38,3% y 38,5% frente a 15,9%). Sin embargo, la participación relativa como componente del PBI ha ido disminuyendo progresivamente.

El sector secundario ha experimentado un incremento en su participación relativa, particularmente en Salta, donde creció del 12% al 35% en el mismo período. En Jujuy no ha habido transformaciones de importancia, aun cuando debe haberse incrementado sensiblemente a partir de 1968.

El sector Servicios ha disminuido su participación en Salta, pero ha sido un factor dinámico en Jujuy, reflejando en su conjunto una situación estacionaria.

El conjunto de los sectores agropecuario, minería e industria manufacturera representó en 1968 el 62,3% del PBI total. En las proyecciones realizadas se ha supuesto que para el año 2000, ese porcentaje alcanzaría un valor cercano al 80%.

Dentro de ese conjunto, los supuestos razonables de la evolución relativa de los sectores están expresados por:

- a) Una expansión del sector industria manufacturera, que deberá crecer tanto en valor absoluto como relativo, en base a la consolidación de los parques industriales y crecimiento en la refinación del petróleo, petroquímica y en las industrias azucarera y metalúrgica.
- b) Un decrecimiento relativo moderado en el sector minas y canteras, con incrementos absolutos derivados de las actividades extractivas de minerales y petróleo.
- c) Un decrecimiento en el corto plazo y luego mantenimiento relativo de la participación agropecuaria.

El cuadro III-1-1 indica la evolución prevista en las tasas acumulativas anuales de los sectores estudiados y del total del PBI, en los períodos de estudio considerados.

La evolución del PBI, total de ambas provincias y por sectores, a pesos constantes de 1960 y en base a los supuestos adoptados se indica en el cuadro III-1-2.

Los incrementos brutos del PBI por sectores entre el año 1972 y el año 2000 serían:

Agropecuario:	6,4 veces
Industria:	8,2 veces
Minería:	4,1 veces

Estos valores dan una idea primaria de las demandas que se generarán sobre los recursos naturales de la ACRB, a lo largo del tramo final del siglo XX.

Cuadro III-1-1. Evolución de las tasas de crecimiento (en %) de los sectores económicos - Salta y Jujuy

Sector	Período			
	1968/72	1972/80	1980/90	1990/2000
Agropecuario	-1,4	8,0	6,5	6,0
Minería	3,7	5,5	5,0	5,0
Industria	14,2	10,5	7,0	6,5
PBI total	4,5	8,0	7,0	6,0

1.2.2 Tarija. Con el mismo propósito y con la misma metodología se han realizado las correspondientes determinaciones para el Departamento de Tarija, con los resultados que se expresan en el cuadro III-1-3. Por razones de la estadística disponible, el Departamento de Tarija fue la unidad administrativa considerada como representativa del sector boliviano de la ACRB.

La evolución adoptada para las tasas de crecimiento de los sectores económicos es la misma que registra el cuadro III-1-1, para las provincias de Salta y Jujuy.

Los incrementos brutos del PBI por sectores entre el año 1972 y el año 2000 serían:

Agropecuario:	6,2 veces
Industria:	8,0 veces
Minería:	irrelevante

Cuadro III-1-2. Evolución previsible del PBI Salta y Jujuy en millones de m\$n de 1960

Sector	1968		1972		1980		1990		2000	
	pesos	%	pesos	%	pesos	%	pesos	%	pesos	%
Agropecuario	4187	19,6	3957	15,6	7325	15,6	13751	14,9	24627	14,9
Industria	7030	32,9	11974	47,3	26616	56,8	52358	56,8	98283	59,5
Minería	2085	9,8	2410	9,5	3702	7,9	6030	6,5	9823	5,9
Subtotal		62,3		72,4		80,3		78,2		80,3
PBI total	21378	100,0	25332	100,0	46888	100,0	92235	100,00	165179	100,0

Cuadro III-1-3. Evolución previsible del PBI - Tarija en miles de \$ bolivianos 1965

Sector	1972		1980		1990		2000	
	pesos	%	pesos	%	pesos	%	pesos	%
Agropecuario	131395	32,37	243203	32,37	456492	30,88	817532	30,88
Industria	25108	6,18	55804	7,43	109777	7,43	206052	7,78

1. Análisis global

Minería	12	0,00	19	0,00	31	0,00	50	0,00
Subtotal		38,55		39,80		38,31		38,66
PBI total	405955	100,00	751394	100,00	1478142	100,00	2647204	100,00





2. Metas de desarrollo

[2.1 Producción agropecuaria](#)

[2.2 Producción industrial y minera](#)

[2.3 Análisis por subregiones](#)

[2.4 Evolución de la población](#)

2.1 Producción agropecuaria

Las proyecciones de los indicadores económicos han demostrado que cabe aguardar un importante incremento en el valor absoluto del producto bruto originado en el sector agropecuario de la parte argentina. Dicho incremento, sobre la base de precios constantes, puede obtenerse de dos maneras:

- a) Un aumento de la productividad por unidad de tierra cultivada.
- b) La habilitación de nuevas tierras destinadas a la producción.

El análisis del sector pecuario indica una explotación extensiva a muy extensiva de muy bajo rendimiento, motivada por diversas causas tales como el sistema de manejo de ganado a monte, y la baja calidad de los suelos y de las pasturas naturales. Un incremento sustancial de la receptividad de las tierras ganaderas, debe fundamentarse en el uso de pasturas artificiales y forrajes, productos éstos que solamente pueden obtenerse en áreas bajo riego.

En cuanto a la agricultura regional, es relevante sólo aquella practicada en zonas con riego. Incluso la agricultura de secano se practica casi con exclusividad en suelos con infraestructura de riego y en los meses lluviosos (de noviembre a abril).

En consecuencia, el incremento de la producción agropecuaria considerada globalmente, debe basarse exclusivamente en la mejora de la eficiencia en la producción y en la habilitación de nuevas áreas bajo riego.

Las restricciones más importantes para el incremento de la productividad están dadas por las limitaciones financieras del sector y el nivel cultural de la población rural. La mejora en los rendimientos, por su propia naturaleza, sólo podrá lograrse paulatinamente, por acción acumulativa en el largo plazo.

En el supuesto de que una intensa acción cultural se extienda hacia la ACRB y el agro disponga de un mejor sistema financiero de apoyo, un incremento de la productividad del orden del 50% en el plazo de 30 años parece razonable y concordante con las tasas de mejoras verificadas en la pampa húmeda. Aun en esas condiciones, las áreas bajo riego en el año 2000 deberían cuadruplicar las actuales, lo cual representa una meta muy exigente.

En los párrafos siguientes se verá un análisis más detallado de las demandas en el sector agropecuario.

En el sector boliviano, las metas de producción agropecuaria, para fines de siglo, son tan elevadas como las correspondientes al sector argentino. Pero en este caso la participación del cultivo y cría en secano es más importante y la disponibilidad de tierras aptas para riego es menor. Una multiplicación de la producción agropecuaria podrá lograrse con mejores prácticas culturales y la habilitación de nuevas áreas en secano y bajo riego. El incremento regional del PBI a los niveles esperados deberá ser fundado en la utilización de todos los recursos de agua y suelo disponibles; la restricción estará dada fundamentalmente por este último.

2.2 Producción industrial y minera

Para la programación de las obras de aprovechamiento hídrico interesa fundamentalmente la prospección de la actividad industrial. Las industrias extractivas sirven de apoyo logístico a las implantaciones industriales, pero en general no inciden en demandas de agua y energía eléctrica relevantes, con excepción de la industria del cobre.

La producción industrial tiene una incidencia directa en cuanto a bienes originados en los recursos hídricos. Ello sucede de varias maneras; algunas directas y otras indirectas:

- a) La demanda de agua industrial, mayoritariamente para procesos de refrigeración.
- b) La demanda de energía eléctrica.
- c) La demanda de agua potable para uso humano y doméstico de las poblaciones que generan las implantaciones industriales.
- d) La demanda de energía de las mismas poblaciones.
- e) Las demandas generales de todo tipo de servicios que se generan como efecto directo e indirecto de las concentraciones socioeconómicas industriales.

Los niveles actuales de producción industrial podrían decuplicarse para el año 2000 de mantenerse la política de un incremento muy dinámico del producto bruto de la región. Ello indica que deberían incrementarse en 10 veces los recursos de agua para usos consuntivos en las zonas de parques industriales o de ubicación de grandes industrias.

La práctica de la reutilización de aguas por medio de circuitos cerrados solamente puede adoptarse en las instalaciones industriales. Ello indica que la disponibilidad de agua para derivación hacia los usos consuntivos deberá multiplicarse notoriamente en el futuro.

Un diagnóstico preliminar indica que los requerimientos industriales del sector argentino, en particular del Polo de Desarrollo, comprometerán seriamente todas las disponibilidades del recurso agua, aun si se admitiera un elevado índice de regulación y aprovechamiento. En cambio, en el sector boliviano, los planes de desarrollo regional no han puesto énfasis en el desarrollo industrial, por lo menos en el corto y mediano plazo; esto, unido a los mayores recursos hídricos de la zona, indica que no deben producirse situaciones críticas en el plazo de proyección.

2.3 Análisis por subregiones

Las metas cuantificadas del desarrollo, globales y por sectores, no pueden ser aplicadas a la ACRB como a una unidad homogénea. En el capítulo anterior se han descrito las subregiones individualizadas en la Cuenca, cada una de las cuales evolucionará en función de sus propios recursos naturales, sociales y económicos. Se caracterizarán a continuación las posibilidades por zonas.

En el caso del sector boliviano de la ACRB, el mismo ha sido definido como una subregión de manera que las metas cuantificadas puedan ser asignadas en forma indivisa.

En el sector argentino, el análisis debe encararse por subregiones.

2.3.1 Quebrada de Humahuaca. La prognosis del desarrollo de la zona por sectores, indica que ella tiene escasas perspectivas para el desarrollo agrícola en razón de la escasez del recurso tierra y de las limitadas posibilidades en aprovechar los recursos hídricos.

La subregión encuentra sus mejores posibilidades en el desarrollo turístico y en las actividades económicas conexas. Posee paisajes de extraordinario colorido y una tradición cultural precolombina que debe utilizarse como factor de atracción turística, incentivando las incipientes corrientes actuales.

El aprovechamiento de los escasos recursos hídricos dará las bases para la consolidación de la afluencia del turismo. En particular, la regulación de los cursos de agua por medio de pequeños embalses, permitirá asegurar el suministro para consumo humano derivado de los asentamientos habitacionales y de la hotelería, así como posibilitar el riego local. Por otra parte, la creación de tales espejos de agua contribuiría a afianzar la forestación y los contrastes paisajísticos en las áreas circundantes.

Las actividades económicas conexas estarán dadas por el incremento de la industria artesanal, fomentada por escuelas de diseño y el influjo de nuevos dibujos, colores y texturas en los tejidos, los cuales no deberían perder su idiosincrasia cultural. Asimismo, deberá incrementarse la cría de camélidos (llama, alpaca, vicuña), apreciados por su lana, tanto a nivel nacional como internacional.

2.3.2 Polo de Desarrollo. La vocación futura del Cuadrángulo estaría caracterizada por el desarrollo industrial y el de los cultivos de alto rendimiento, lo cual inducirá a una mayor atracción de población.

Este crecimiento no será armónico, por lo menos en el plazo inmediato, debido a la presencia de dos jurisdicciones provinciales, cuyos planes no han sido coordinados. Mientras Salta ha manifestado que no piensa desarrollar nuevas tareas agrícolas, Jujuy se encuentra empeñada en aumentar el área bajo riego con el aprovechamiento del embalse Las Maderas. Desde el punto de vista industrial, Salta piensa crear un parque en Güemes con aprovechamientos semejantes a los que ya existen en Pálpala, pero sin considerar las posibles integraciones y complementaciones industriales. Las agroindustrias también están afectadas por esta falta de coordinación; San Pedro y Güemes parecen querer competir porque las mismas se instalen en sus respectivas zonas de influencia. A los efectos del análisis del Cuadrángulo, la Unidad Técnica ha considerado, en cambio, que no es patrimonio exclusivo de ninguna de las dos provincias. Salta y Jujuy, sino que pertenece a la región en su conjunto. Los aprovechamientos hidráulicos serán analizados y considerados no como obras individuales, sino como pertenecientes a un conjunto armónico cuyo fin es impulsar el desarrollo equilibrado de la región.

En el largo plazo, no caben dudas que la subregión polarizará la parte sustancial del gran desarrollo

industrial previsto en la ACRB. También el riego será desarrollado al límite de sus posibilidades ecológicas. En el área, la restricción más importante provendrá de los recursos hídricos - aparentemente escasos para atender los usos consuntivos de poblaciones, industrias y riego - así como de la contaminación ambiental generada.

2.3.3 El Ramal. En la prospección de la evolución futura de esta subregión cabe consignar que la misma está estrechamente vinculada al desarrollo agrícola y al industrial de base agrícola.

Aun cuando en la actual coyuntura el desarrollo agrícola no parece muy promisorio por razones de mercado, en el mediano y largo plazo la zona recibirá un considerable impulso.

El nivel del consumo nacional de azúcar está actualmente cubierto y la situación del mercado internacional no parece suficientemente firme. Los cultivos como cítricos y hortalizas presentarán en el futuro inmediato y en el mediano plazo una fuerte competencia debido a la oferta generada en otras áreas importantes del país, que se están colocando bajo riego sobre la base de cultivos similares.

No obstante, las características ecológicas de la región la ubican en situación privilegiada en cultivos como caña de azúcar, primicias agrícolas y cultivos subtropicales. Por lo tanto, cabe concluir que, dentro de estos renglones, la evolución de la agricultura y la industria de base agrícola tendrán un firme desarrollo. Por lo demás, la subregión posee las más extensas reservas de tierras aptas para riego e importantes recursos hídricos utilizados hasta ahora en forma incipiente.

La actividad industrial podría, asimismo, desarrollarse en el sector agroquímico, así como en el de la petroquímica, en base a las reservas fósiles de Caimancito.

2.3.4 Frontera. La subregión Frontera no posee tierras aptas para riego más allá de las pequeñas áreas determinadas por las terrazas aluviales de los ríos que la atraviesan. Por lo tanto, la agricultura no podrá constituirse en base para su desarrollo.

Las únicas posibilidades de la zona están dadas por la explotación de la riqueza forestal o los aprovechamientos hídricos, que con los embales generen centros de atracción locales. De todas maneras, tales posibilidades no parecen relevantes considerando el conjunto de la Cuenca.

2.4 Evolución de la población

La población de la ACRB y su localización espacial ha evolucionado y evolucionará en función de las posibilidades de ocupación, ingresos y hábitat, determinados por el medio social y económico.

Los estudios comparados de las posibilidades correspondientes a cada subregión, así como un análisis de la evolución de los asentamientos humanos, permitirán fundamentar las previsiones realizadas en el horizonte del estudio.

2.4.1 Análisis retrospectivo. La Quebrada de Humahuaca, en el momento de mayor auge de población (1869), tenía el 12,3% del total y su relación ha ido disminuyendo constantemente hasta llegar a una participación del 4,1% en 1970. Esto no significa que su población disminuya en términos absolutos; por el contrario, crece pero a una tasa inferior con respecto a las subregiones dinámicas. La población en el año 1970 era de 25,9 mil habitantes, mientras que en 1869 era de 7,4 mil habitantes, como se aprecia en el cuadro III-2-1.

La otra subregión despoblada es Frontera, que en 1869 tenía 6 mil habitantes y representaba el 9.9% del total, y cien años después no había podido duplicar su población. Su participación también disminuyó en ese lapso, pasando del 9,9% al 1,8%.

Cuadro III-2-1. Cantidad y proporción de la población por subregiones económicas (Sector argentino)

Año	Qda. de Humahuaca		Polo de Desarrollo		El Ramal		Frontera	
	miles	%	miles	%	miles	%	miles	%
1869	7,4	12,3	35,7	59,2	11,2	18,6	6,0	9,9
1895	9,0	11,4	49,8	63,0	13,2	16,7	7,0	8,9
1914	10,0	8,0	81,3	65,1	26,1	20,9	7,4	5,9
1947	22,0	7,3	173,2	57,5	94,9	31,5	11,2	3,7
1960	20,3	4,2	281,8	58,5	169,8	35,3	9,8	2,0
1970	25,9	4,1	398,4	63,3	193,9	30,8	11,1	1,8

Fuente: Censos de Población

Las zonas con una economía dinámica son las que han atraído siempre la mayor población y cuya participación en el total tiene, en general, una tendencia creciente, aunque en épocas determinadas esa tendencia puede sufrir cambios que generalmente están influidos por auges económicos locales, como el incremento de la industria azucarera en El Ramal.

La subregión El Ramal tenía en 1869 una población de 11,2 mil habitantes que representaban el 18,8% del total argentino en la ACRB; luego de tener una pequeña baja en esa participación comienza un período ascendente que va desde 1895 a 1960, para perder en esa época el impulso, al disminuir la producción de azúcar. En valores absolutos la subregión siempre ha venido creciendo en forma acelerada.

La otra subregión dinámica es el Polo de Desarrollo y su zona de influencia. El crecimiento de su población ha sido muy rápido, pasando de 35,7 mil habitantes en 1869 a 398,4 mil en 1970, lo cual expresa que en el transcurso de una centuria la población ha llegado a ser más de once veces mayor.

Dentro de esta subregión se encuentran ambas capitales de provincia, y en ella se aprecia cierto desarrollo agrícola propiciado por el embalse La Ciénaga, que fue la primera presa de tierra construida en el país hace casi 50 años. Esta área es además asiento de explotaciones de caña de azúcar.

Su participación con respecto a la población argentina de la ACRB no ha seguido una marcha constante. Desde 1869 hasta 1914 fue creciente para disminuir fuertemente hacia 1947; de allí comienza una recuperación que al principio fue lenta y luego se acentuó en concordancia con las implantaciones industriales en el área.

No existe información estadística de la subregión Tarija para analizar su evolución. Deben destacarse, sin embargo, como características sobresalientes, la baja concentración urbana y la polarización marcada de dicha concentración; dos ciudades tienen más de 10000 habitantes, y otras 20 tienen entre 200 y 1500 habitantes, lo que señala una gran irregularidad en el asentamiento poblacional. A su vez, la gran masa de población rural vive aislada y marginada de la actividad económica nacional, hecho que puede destacarse

también en áreas de las subregiones argentinas de Humahuaca y Frontera.

2.4.2 Evolución previsible. La tasa de crecimiento de población del sector argentino de la ACRB es superior a la tasa nacional. Influye en ello la situación socioeconómica del medio y la inmigración procedente de Bolivia, particularmente de los departamentos de Chuquisaca y Tarija.

Bolivia se ha impuesto como objetivo nacional el crear las condiciones estructurales internas que eviten la pérdida de potencial humano.

Considerando el conjunto de la Cuenca, de mantenerse las tasas históricas de crecimiento de población, el número total de habitantes crecería de 789300 en 1970 a 1708000 en el año 2000, lo que representa un factor de incremento de 2,17% en 30 años.

Para evaluar la evolución de la distribución espacial de esta población al año 2000, deben considerarse no solamente las variables demográficas sino también las probables condiciones económicas de las subregiones para el fin del milenio, y los planes que puedan realizar los gobiernos para mantener o acentuar equilibrios regionales.

La subregión Quebrada de Humahuaca tiene limitadas posibilidades de desarrollo, pero se ha supuesto que se implementarán planes para evitar su despoblación acelerada. Por estas razones y de acuerdo con estimados demográficos, se supone que su población será de 38,1 mil habitantes y que su participación, dentro del total, continuará disminuyendo hasta llegar al 2,7% en el año 2000, como se aprecia en el cuadro III-2-2. Su tasa de crecimiento se ha estimado en 12,8 por mil, la cual es baja y significa que la Quebrada seguirá siendo zona de emigración, especialmente si se considera que el Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad (PNDS) propicia un incremento de la natalidad general y tiende a buscar una nivelación de las regiones económicas del país.

Cuadro III-2-2. Cantidad y proporción de la población por subregiones económicas para el año 2000

Subregiones económicas mil	Población año 2000	
	habitantes	% del sector
Argentina		
Quebrada de Humahuaca	38,1	2,7
Polo de Desarrollo	958,7	66,9
El Ramal	414,7	28,9
Frontera	21,5	1,5
Subtotal	1433,0	100,0
Bolivia		
Tarija	275,0	100,0
Total	1708,0	

La subregión Frontera tiene pocos recursos aprovechables para incrementar su desarrollo, aun cuando se podría impulsar un programa de forestación aprovechando sus condiciones ecológicas propicias. La población del año 2000 se ha estimado que será de 21,5 mil habitantes y su participación será de 1,5%. Si

bien su proporción con respecto al total continúa decreciendo, lo hace con mayor lentitud que la subregión Quebrada de Humahuaca. La tasa de crecimiento para el período 1970 - 2000 será del 23,3 por mil, la cual parece alta considerando la escasez de recursos mencionada; sin embargo no debe olvidarse que el PNDS propicia además un incremento acelerado en las zonas de frontera.

Se estima que para el año 2000 la subregión El Ramal tendrá una población de 414,7 mil habitantes, y que su participación, dentro del total argentino de la ACRB, alcanzará a 28,9%. Su tasa anual de crecimiento es del 25,6 por mil. Esto refleja la capacidad de la subregión para atraer población, especialmente en las zonas de Ledesma. Oran y General San Martín. La primera se está convirtiendo en un emporio agroindustrial y cuenta con recursos naturales aptos para una expansión; Oran, además de su disponibilidad - aunque limitada - de suelos aptos para riego, cuenta con un enorme potencial hídrico; esto, sumado a los yacimientos petrolíferos recientemente localizados, señala a dicha zona como un centro dinámico futuro. Por otra parte. San Martín tiene atractivas posibilidades de riego, como también la perspectiva de desarrollar una industria ganadera de base capaz de satisfacer la demanda de animales para engorde en la parte argentina de la ACRB.

La subregión Polo de Desarrollo tiene una dinámica propia, basada en el desarrollo minero - industrial y agrícola, así como en el hecho de ser el centro administrativo del sector argentino de la ACRB por la presencia de las capitales provinciales. Su población se estimó en 958,7 mil habitantes al final del siglo y su proporción dentro del total en 66,9%, con una tasa de crecimiento del 29,7 por mil para los treinta años comprendidos entre 1970 y 2000.

En lo que respecta al Departamento de Tarija, su tasa de crecimiento de población es superior al del sector argentino de la ACRB, con un 3,5% anual. El total de habitantes previsto para el año 2000 es de 275000, presentando como característica una mayor tendencia hacia la concentración urbana, especialmente hacia las ciudades de Tarija, Bermejo y Entre Ríos.





3. Demanda de energía eléctrica

[3.1 Introducción](#)

[3.2 Antecedentes](#)

[3.3 Evolución histórica de la demanda](#)

[3.4 Evolución teórica de la demanda de energía](#)

[3.5 Equipamiento eléctrico existente](#)

[3.6 Programas de expansión de los sistemas](#)

[3.7 Evolución teórica de la demanda de potencia](#)

3.1 Introducción

En los apartados anteriores han sido descritos los objetivos del desarrollo de la región donde se inscribe la ACRB y analizadas las metas individuales de los sectores económicos principales, que aseguran la obtención de los objetivos generales; todo ello dentro de un proceso compatibilizado con las pautas fijadas por los planes de desarrollo nacionales de los dos países integrantes de la Cuenca.

El estudio de los recursos hídricos, cuya programación orgánica cabe a esta Unidad Técnica, debe orientarse a la implantación de proyectos que permitan generar los insumos básicos necesarios para la evolución de tales sectores económicos. Uno de estos insumos es la energía eléctrica que pueda producirse mediante el aprovechamiento de la energía natural disponible en los cursos de agua que forman el sistema hídrico del río Bermejo.

La finalidad, al establecer la demanda previsible de esta energía eléctrica, es dar los elementos de base para dimensionar el conjunto de instalaciones de generación que cubran tal demanda y facilitar la elección de prioridades en inversiones, programar el ritmo de puesta en marcha de los recursos naturales y analizar la planificación y explotación de las nuevas instalaciones.

Los horizontes considerados en el estudio del mercado eléctrico deberán ser compatibles con los plazos fijados por el Gobierno argentino en los "Criterios y Pautas de Desarrollo para la Planificación de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo" (diciembre de 1972). Estos son:

Plazo inmediato: con proyección al año 1980

Largo plazo: con proyección al año 2000

Los mismos horizontes serán adoptados al analizar la demanda de energía en el sector boliviano.

Lo dilatado del segundo plazo obliga a reflejar en las evaluaciones todos los factores de variación que puedan influir en la demanda del mercado, y a comprender las interrelaciones que existen entre sus diferentes elementos técnico - económicos, tales como las tendencias demográficas, económicas, sociales

y tecnológicas.

El área de influencia de los proyectos de generación de energía de origen hídrico debe trascender el de la propia Cuenca, para alcanzar a las cinco provincias que forman el sistema del noroeste (NOA) en Argentina, así como al Departamento de Tarija, en Bolivia.

La consideración de las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero, nace del hecho de que en un futuro inmediato constituirán un sistema único interconectado. De acuerdo con los informes suministrados por AyEE, en la década del 80 los centros de mayor demanda de las provincias del NOA estarán integrados en un sistema. En el norte, Salta y Jujuy han estado interconectadas desde 1962; en el sur, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero ya están unidas. La incorporación de la central Frías estaba prevista para el año 1973. La unión de Salta y Jujuy con el sistema Tucumán se materializaría en el año 1974 con la vinculación a través de la central hidro de Cabra Corral. Por su parte, el sistema zonal de Orán - Tartagal será también integrado al NOA para 1975, conjuntamente con Metán y pueblos circunvecinos.

En el Departamento de Tarija, en Bolivia, los núcleos urbanos cuentan con sistemas independientes, lo cual los hace muy sensibles a las restricciones de la oferta de energía de las centrales térmicas o a los años de baja hidraulicidad. La realización de una central hidro de relativa importancia, con una línea de transmisión, permitirá una primera vinculación zonal, sistema incipiente de interconexión.

En Argentina existen planes concretos para la incorporación del NOA al sistema interconectado nacional en el transcurso del año 1978, a través del sistema Córdoba:

No obstante, esta circunstancia no cambia el criterio sobre el área de influencia que debe considerarse en el estudio de mercado de su energía, esto es, la región NOA.

Los grandes sistemas interconectados responden a un criterio de complementación de ofertas y demandas regionales y sacan el mejor partido económico de la capacidad instalada y los bajos costos unitarios de las grandes obras térmicas, nucleares e hidráulicas. El sistema regional NOA tiene suficiente magnitud y recursos de energía térmica e hidráulica para una planificación integral propia.

En Bolivia existen planes a nivel de idea sobre una interconexión de Tarija con los centros de carga de Sucre, Potosí, Oruro, La Paz y Cochabamba, o sea los sistemas Central y Norte. El potencial hidráulico de la Cuenca del Bermejo es muy superior a los requerimientos mediatos de la región, de manera que una conexión para la transmisión de la energía a áreas más pobres de recursos presenta muchos aspectos de interés.

La conexión internacional no ha sido prevista en esta etapa y, por lo tanto, no ha sido considerada: no presenta al momento razones para fundar viabilidad. No obstante, la posibilidad de centrales hidráulicas en ríos limítrofes daría la base para planificar un intercambio energético.

3.2 Antecedentes

Como primer paso, la Unidad Técnica ha recopilado toda la documentación y estudios relacionados con el mercado de energía eléctrica y ha resumido y completado con juicios críticos toda la información. Existen antecedentes tanto en el sector argentino como en el boliviano de la ACRB.

3.2.1 Sector argentino. El mercado del NOA ya ha sido objeto en fechas recientes de dos estudios

separados. Uno fue desarrollado en 1968 por AyEE, por contrato con la firma Baricentro - Montreal Engineering; el segundo ha sido encarado por la Subsecretaría de Recursos Hídricos a través de CONCAP, por contrato con la firma HARZA - ADE en el año 1971.

Ambos estudios - que por simplicidad en adelante se denominan por las siglas de los organismos contratantes - han tenido por objeto evaluar la factibilidad económica de proyectos llamados a servir al NOA: el sistema interconectado, en el primer caso, y la central hidro de Zanja del Tigre, en el segundo. Teniendo en cuenta tales objetivos, los criterios de proyección de la demanda se basaron en supuestos conservadores, en forma de que los resultados otorguen solidez a sus conclusiones.

En el caso de los estudios a cargo de esta Unidad Técnica, el objetivo es el de programar el desarrollo de los recursos hídricos de la ACRB, en forma de que las obras y medidas aconsejadas posibiliten y aseguren los niveles y tasas de desarrollo previstos en los planes nacionales y regionales. Tales planes tienden, en general, a otorgar un impulso acelerado al crecimiento económico zonal, lo que determina tasas de crecimiento mayores que las que resultan de la simple extrapolación de la tendencia histórica. Como consecuencia, las metas de desarrollo energético tenderán a ser superiores a aquellas que resulten de los criterios clásicos utilizados en estudios de factibilidad.

Las conclusiones tenderán a alentar estudios de proyectos que, en su conjunto, superarán las necesidades reales del complejo demográfico - económico, lo cual es compatible con los propósitos de una planificación del Estado.

El citado análisis de mercado de AyEE fue últimamente reajustado por dicha empresa, teniendo en cuenta que los niveles de consumo registrados en los años de 1969 a 1971, reflejaron un crecimiento inferior al anticipado; a su vez han extendido el plazo de previsión a 1985, basados en los datos recientes.

Los horizontes de estudio de los antecedentes citados son:

AyEE (Baricentro - Montreal):	1980
AyEE (revisión):	1985
SRH (HARZA-ADE):	1990

Es importante destacar que cada uno de estos estudios ha considerado diferentes puntos de vista en las evaluaciones, así como valiosas interpretaciones que han ayudado al análisis propio realizado por la Unidad Técnica.

3.2.2 Sector boliviano. Existen tres antecedentes sobre la demanda de energía en el Departamento de Tarija. Algunos de ellos incluyen la zona sureste nacional.

El primero es un análisis efectuado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en conjunto con el CONADE de Argentina y el Ministerio de Planificación de Bolivia, sobre las posibilidades de complementación económica entre el sureste de Bolivia y el noroeste argentino (NOA). Entre las evaluaciones disponibles figuran las proyecciones de demanda de energía para el Departamento de Tarija, así como para los de Chuquisaca y Potosí, COMIBOL Sur y las minas privadas. El estudio fue realizado en el período 1969-1970.

El segundo antecedente está constituido por la publicación "Aspectos Socio-económicos de Tarija" (Volumen II, editor Antonio Ugarte W., año 1971). En el mismo se efectuó un diagnóstico sobre el estado del abastecimiento en el departamento y la ciudad de Tarija, así como estimaciones de consumo que

cubren hasta 1973.

El tercer antecedente está constituido por el estudio sobre el desarrollo de energía eléctrica en el sureste boliviano, de la Empresa Nacional de Electricidad, por contrato con HARZA - Galindo, año 1969, que incluye un análisis del mercado de la energía eléctrica en los departamentos de Chuquisaca y Potosí, así como en las industrias mineras con proyección al año 1985.

3.3 Evolución histórica de la demanda

3.3.1 Sistema del Noroeste Argentino. Los sistemas eléctricos de las provincias del NOA, en particular los de Salta y Jujuy, son notorios por varios de sus aspectos, en particular porque se hallan en un vigoroso proceso de crecimiento e interconexión. Este estado dinámico refleja cambios en la estructura económica de la región, cuyas tendencias y direcciones finales sólo pueden predecirse con un grado bastante elevado de incertidumbre. Por lo tanto, la proyección de demandas eléctricas, especialmente a largo plazo, debe considerarse no como una extensión de demandas del pasado, sino como un espectro de alternativas fuertemente dependientes de la concreta puesta en marcha de los ambiciosos planes de industrialización que se hallan en etapa de estudio y que en la actualidad encuentran su mejor fundamento en la consolidación de industrias básicas que procesan la riqueza minera regional.

Otra de las características del equipamiento eléctrico existente es la proporción relativamente elevada de generación hidroeléctrica y la poca confiabilidad del abastecimiento de energía. En 1969, el 44% de la capacidad de generación del sistema público de las provincias del NOA consistía en unidades hidroeléctricas, algunas de ellas demasiado pequeñas. En el subsistema Salta - Jujuy dicha proporción era del 49%, y en el subsistema Tucumán del 58%. No obstante, dificultades operacionales con las estructuras de las obras de regulación y toma, hacen que las potencias firmes reales de dichas unidades sean menores que las nominales.

En el pasado, esta falta de confiabilidad operativa y de reservas en el sistema, ha resultado en fracasos en el abastecimiento de las demandas. Como consecuencia, la región presenta un porcentaje de autoproducción muy elevado con respecto al resto del país, que alcanzó en 1971 a 424,6 GWh, o sea el 43,7% del total, con un máximo valor relativo en 1969 que representó el 52,% del consumo total. Además, en las encuestas realizadas por la Unidad Técnica, los grandes consumidores de la Cuenca han dejado oír con frecuencia opiniones acerca de la falta de un abastecimiento energético confiable y la influencia negativa sobre el crecimiento industrial. La confirmación de estas expresiones está dada por las extraordinarias tasas de crecimiento del consumo industrial en los años 1968 y 1969, en que se verificó capacidad de generación disponible; tales tasas alcanzaron en dichos años en el subsistema Salta - Jujuy el 43,5% y el 62,8% respectivamente. Ello, a su vez, indica a las claras que las tasas históricas de crecimiento de la demanda se encuentran influenciadas por restricciones en la oferta.

Tanto AyEE como la SRH han efectuado determinaciones sobre las tasas históricas en los consumos de energía, tanto en forma global como en los sectores más importantes. El cuadro III-3-1 es ilustrativo respecto a las tendencias en la evolución de estos consumos, que se refieren a conexiones con los sistemas públicos existentes en la región NOA.

Con respecto a los consumos de los años 1969 y 1970, que presentaron tasas de crecimiento desproporcionadamente elevadas, la consultora de la SRH interpretó que se debían al abastecimiento de demandas especiales de grandes usuarios y no a la nivelación de dicha demanda por levantamiento de

restricciones en la oferta, por lo cual los consumos fueron ajustados en - 20 GWh y - 30 GWh, a los efectos de la determinación de las respectivas tasas.

Cuadro III-3-1. Tasas de crecimiento del consumo de energía Sistema NOA - Período 1961/70

Tipo de consumo	AyEE*	SRH
	%	%
Usuarios comunes	10,4	9,0
Consumo residencial	s/d	9,4
Consumo comercial	s/d	8,1
Consumo industrial	s/d	13,3
Consumo varios	s/d	5,2

* Cubre el 90 % de la demanda del área Fuentes: SRH y AyEE

Dentro de la zona geográfica de la ACRB, las tasas de crecimiento de los consumos fueron superiores, en general, a las que resultan para el NOA en su conjunto. En el período 1960/71 dichas tasas fueron:

Subsistema	Consumo global	Consumo industrial
Salta - Jujuy	13,0%	22,0%
Oran	11,1%	27,8%
San Martín	10,0%	7,9%
NOA	9,3%	13,3%

En cuanto a la autoproducción de energía, si bien su participación con relación al consumo total es singularmente importante en el NOA, su tasa de crecimiento es inferior a la del servicio público, con un valor del 7% anual acumulativo, con una gran dispersión y valores estables a partir de 1968, en contraste con las elevadas tasas verificadas en el servicio público.

Ello indica, de alguna manera, que la tendencia de los grandes consumidores es la de usar energía del servicio público cuando existe disponible con un buen margen de confiabilidad.

3.3.2 Departamento de Tarija. La evaluación histórica de la demanda en el Departamento de Tarija fue analizada por ENDE. En la categoría de consumo doméstico, éste verificó una tasa de incremento del 7% anual desde 1962 a 1967; en el último año el incremento fue del 9% anual, a pesar de una declinación en el crecimiento del número de consumidores. Este hecho también revela que el valor de las tasas de crecimiento del consumo de energía está restringido por la oferta disponible.

En la categoría de industria liviana e iluminación la tasa de crecimiento alcanzó, en el mismo período, un valor del 10%, con un máximo del 18% en 1967.

Los sistemas actuales de suministro de energía están localizados en las ciudades y centros urbanos y constituyen sistemas independientes. Las grandes industrias, particularmente maderera y azucarera, deben acudir a la autogeneración para satisfacer sus necesidades. La capacidad instalada de autoproducción es del orden del 53% del total. No existen datos con respecto al consumo anual de esta energía, ni a sus tasas de crecimiento.

3.4 Evolución teórica de la demanda de energía

Los métodos para establecer previsiones de la demanda de energía eléctrica son numerosos, pero conceptualmente pueden agruparse en dos categorías.

En los métodos analíticos se considera que la producción de energía está incluida en la actividad económica general, y su evolución histórica puede evaluarse como un factor de crecimiento que perdurará en la extrapolación de esta tendencia. Otro método dentro de esta misma categoría relaciona la producción eléctrica con la economía a través de un modelo econométrico que analiza indicadores y factores de ambos campos. El modelo que la experiencia internacional ha demostrado como más útil, consiste en establecer la correlación entre incrementos anuales de la producción eléctrica y algún índice macro-económico tal como el PBI.

La segunda categoría de métodos es la "proyección directa", que puede ampliar el conocimiento de la demanda a través de una encuesta que analice los puntos esenciales del consumo y su posible evolución. Este método es aplicable solamente en casos de prognosis a corto plazo, y su mayor utilidad consiste en el desglose de las demandas en mensuales, diarias y hasta horarias del sistema tratado.

Teniendo en cuenta el horizonte a largo plazo del Estudio, se adoptó el método analítico.

3.4.1 Proyecciones existentes para el sistema del NOA. Las consultoras de AyEE y SRH han utilizado, para sus proyecciones de demanda de energía, el método analítico de extrapolación de la tendencia histórica, y aplicaron varios procedimientos de verificación, ya sea extrapolando los consumos comunes, las demandas especiales y la incorporación de la autogeneración, o usando proyecciones por sector (doméstico, comercial, industrial y varios).

a) *Extrapolación de los consumos comunes.* Los resultados obtenidos en los estudios realizados para el caso de los usuarios comunes se indican en el cuadro III-3-2. Los cálculos de AyEE se limitaron al horizonte de 1980; los de la SRH a 1990. A los efectos de tener valores comparables con las evaluaciones propias de la Unidad Técnica se extendieron dichos valores al año 2000, utilizando las mismas tasas de crecimiento durante los períodos complementarios necesarios.

La proyección realizada por la SRH de la demanda basada en la evolución de los consumos, desagregada por tipos de usuarios mediante el uso de las tasas históricas de crecimiento, da valores comparables como se muestra en el cuadro III-3-3.

La diferencia que se encuentra en esta última proyección con respecto a la extrapolación global del cuadro III-3-2 para el año 2000, es del 9%.

Cuadro III-3-2. Proyección global del consumo Usuarios comunes*

Año	AyEE		SRH	
	Tasa %	Consumo GWh	Tasa %	Consumo GWh
1971	10,4	413,7	9	489,2
1975		612,5		690,5
1980		1007,8		1062,3
1985		1652,8		1035,0

3. Demanda de energía eléctrica

1990		2992,6		2515,7
1995		4907,7		3869,6
2000		8048,6		5953,7

* Se excluyen demandas especiales.

Cuadro III-3-3. Proyección del consumo de energía por tipo de usuario*

Año	Consumo Residencial (tasa 9,3%)	Consumo Comercial (tasa 8%)	Consumo Industrial (tasa 11,4%)	Consumos varios (tasa 5%)	Total
	Consumo GWh	Consumo GWh	Consumo GWh	Consumo GWh	Consumo GWh
1971	182,1	94,5	124,7	86,9	488,2
1975	259,8	128,6	191,9	105,6	685,9
1980	405,4	189,0	329,1	134,7	1058,2
1985	632,3	277,6	564,7	171,9	1646,5
1990	986,4	407,9	968,8	219,5	2582,6
1995	1538,7	598,0	1661,8	280,1	4078,6
2000	2400,1	878,4	2851,1	357,4	6487,0

* Se excluyen demandas especiales

Cuadro III-3-4. Provincias del NOA Demandas industriales especiales GWh

Año	AyEE	SRH
1971	202,2	
1975	540,3	200
1980	540,3	429
1985		571
1990		761
1995		1008
2000		1340

b) *Futuras incorporaciones de grandes usuarios (demandas especiales)*. El efecto de la incorporación de la demanda constituida por industrias no tradicionales, resultante de la instalación de parques industriales, programas de electrificación rural o de riego, que por su magnitud o características escapan a las reglas de los usuarios comunes, fue analizado por AyEE y la SRH.

Las demandas especiales fueron determinadas por AyEE en base al método de proyección directa, utilizando el resultado de pedidos concretos de conexión y planes ciertos de riego y electrificación rural. Dos años después, la SRH verificó el avance de dichas conexiones y consumos e introdujo ajustes en función de las demoras reales verificadas. Los resultados se expresan en el cuadro III-3-4.

A partir de 1980, la evolución de las demandas especiales ha sido representada por la SRH directamente

por una tasa acumulativa constante del 5,9%, o sea que se ha supuesto una relación directa con el ritmo previsto para el producto bruto del sector industrial del NOA.

c) Evolución de los reemplazos de autoproducción. La importancia de este sector está dada por la elevada proporción (del orden del 50%) con que concurre en la demanda global de energía. Las evaluaciones respecto a la magnitud de energía, susceptible de ser abastecida en un futuro por las centrales generadoras, dependen de la situación de la oferta a cargo de ese sector y del régimen tarifario.

Desde 1961 a 1970, la autoproducción creció a una tasa acumulativa del 7,0% mientras que la producción total lo hizo a razón de 9,1%, por lo cual la participación relativa bajó del 52,1% al 43,7% aun cuando ha presentado picos del orden del 57,5% en 1967.

AyEE estimó los reemplazos de autoproducción por el procedimiento de proyección directa. La SRH, en cambio, realizó una proyección del sector de autoproducción en base a una tasa de crecimiento estimada en 5%, considerando ciertos ajustes en la proyección directa de AyEE así como estimaciones sobre una eventual transferencia de autoproducción (25%) al servicio público, y evaluó la influencia de este sector en la demanda futura.

Los resultados se expresan en el cuadro III-3-5.

3.4.2 Previsiones realizadas para el sector boliviano de la Cuenca. Existen tres fuentes de consulta sobre las proyecciones teóricas de la demanda de energía en el Departamento de Tarija; son las mismas citadas en el numeral 3.2.2.

El sistema de proyecciones utilizado se basa en la extrapolación de los consumos por categoría, sobre supuestos aplicados a las tasas de crecimiento anual acumulativas. En ningún caso se ha previsto la incorporación de autoproducción, ni la extensión de los servicios a un mayor número de núcleos poblados, por no preverse dentro de los períodos de los estudios un sistema de interconexión departamental.

Los valores de los consumos previstos hasta el año 1985 se indican en el cuadro III-3-6.

Cuadro III-3-5. Provincias del NOA Reemplazos de autoproducción

Ano	AyEE GWh	SRH (GWh)		
		Reemplazos en firme	Demanda adicional potencial	Total
1971	49,4	12,5		12,5
1975	118,3	75,0		75,0
1980	118,3	134,5	150	284,5
1985		179,1	190	369,1
1990		238,7	220	458,7
1995		308,8	245	553,8
2000		391,0	265	656,0

3.4.3 Evolución teórica prevista por la Unidad Técnica. La Unidad Técnica ha considerado que las evaluaciones realizadas por las consultoras de AyEE y SRH, sobre la base de la extrapolación de la tendencia histórica, son correctas en cuanto a su propósito de fundar la factibilidad de obras específicas, pero que no armonizan con los propósitos de este estudio, tal como se destacara en el apartado 3.2.

Para estas evaluaciones se han utilizado dos procedimientos, ambos sobre base analítica.

En el primer caso, se han asumido ciertas tasas de crecimiento de la demanda global, en el supuesto de la realización de las prioridades establecidas en los Planes Nacionales de Desarrollo y en los planes provinciales o departamentales acerca del desarrollo industrial de la zona, especialmente dentro de las subregiones argentinas.

A tal efecto se han adoptado los valores de la proyección realizada por AyEE para el período 1972-1985, en base a un incremento del 13% anual para el subsistema Salta - Jujuy y un 9% para Tucumán, más la demanda especial proveniente de nuevos proyectos industriales en esta zona.

Cuadro III-3-6. Departamento de Tarija Proyección global del consumo GWh

Año	BID-CONADE-MP	ENDE	AST*
1971	3,9	4,1	3,2
1975	5,3	5,5	
1980	7,6	8,0	
1985		11,0	

* "Aspectos Socio-económicos de Tarija" (Vol. II), W. Ugarte, 1971

Las proyecciones desde el año 1985 al 2000 se basaron en una tasa anual hipotética de un 12% para todo el sistema, suponiendo un factor de carga constante.

Ha sido también considerada la demanda potencial del área de influencia de la ACRB en territorio boliviano, fijada en el Departamento de Tarija.

Los valores de energía consumida y potencia instalada en la zona de Bolivia son actualmente bajos. Pero la similitud de áreas, recursos naturales y humanos, inducen a considerar que, en el caso de realización de una obra hidráulica importante en ríos bolivianos o limítrofes, se producirá un impacto y aceleración del desarrollo similares a los pronosticables para el área argentina. En consecuencia, la Unidad Técnica ha considerado razonable realizar las evaluaciones de incrementos de demanda de energía y potencia, sobre tasas de incrementos iguales en ambas jurisdicciones nacionales.

Los valores resultantes de las proyecciones para ambos sectores nacionales se expresan en el cuadro III-3-7.

En el segundo procedimiento utilizado por la Unidad Técnica se ha buscado la relación funcional entre crecimientos anuales del PBI y del consumo de energía, a través de su elasticidad expresada como el cociente entre las tasas de consumo energético (dC) y la magnitud macroeconómica elegida, en este caso el PBI (dPBI). Para economías de sólido desarrollo y larga estabilidad, tal relación puede considerarse constante, pero esto no sucede en el NOA o en Tarija, por lo cual se ha expresado la elasticidad por la fórmula:

$$dC = a \cdot dPBI + K$$

donde a y K son dos parámetros a determinar mediante un ajuste por mínimos cuadrados.

Cuadro III-3-7. Proyección del consumo global de energía

Año	Energía consumida GWh	
	Argentina*	Bolivia**
1975	980	5,5
1980	1600	8,0
1985	2640	11,0
1990	4700	21,4
1995	8370	37,4
2000	14750	65,6

* *Provincias del NOA*

** *Servicio público exclusivamente*

Con esta fórmula es sencillo vincular las metas de los planes nacionales expresados a través de tasas de crecimiento del PBI, con las tasas de crecimiento del consumo de energía resultante de la implementación de dichos planes, e inversamente, es posible evaluar las restricciones que impondrá una oferta limitada de energía en la obtención de las metas y objetivos buscados.

Para la determinación de los valores de tales parámetros se han considerado los consumos globales en el área de influencia de la Cuenca, incluyendo la autoproducción por cuanto en la evolución del factor PBI también se incluyen las industrias autoabastecidas. En el caso del NOA, en la serie disponible, la situación anormal imperante en la Provincia de Tucumán a partir de 1964 ha afectado la correlación. Para mejorarla se utilizaron los valores de Salta y Jujuy como representativos de toda la Cuenca.

La fórmula de correlación resultó ser en este caso:

$$dC = 0,41.dPBI + 7,90$$

Para determinar los consumos de energía probables en el plazo del estudio, por aplicación de esta fórmula, se deben realizar hipótesis razonables de crecimiento del PBI, que reflejan a su vez distintas tasas de incremento anual de la energía consumida.

En el caso de Argentina, para los años 1971 y 1972 se adoptaron las tasas de crecimiento regional reales; a partir de 1973 se suponen logradas las metas del PNDS, o sea alcanzar el 8% en 1975. Mas allá de este período se han realizado tres hipótesis de la evolución del PBI, que difieren según la meta alcanzada en 1980 y la forma en que decrecen las tasas a partir de ese año. Dichas hipótesis, expresadas por las tasas supuestas, son:

	1971/72	1972/80	1980/90	1990/2000
Hipótesis I	4,5	8,0	7,0	6,0
Hipótesis II	4,5	10,0	9,0	8,0
Hipótesis III	4,5	10,0	8,0	7,0

El procesamiento de las hipótesis de cálculo en base a la demanda del año 1970 dio lugar a los resultados del cuadro III-3-8.

De acuerdo con la coyuntura económica actual de la región, se señala la hipótesis I como la más probable, la cual es coherente además con las metas analizadas en el numeral 2.

Los valores calculados incluyen la energía de autoproducción. Para obtener los valores de energía que debe ofertar el servicio público, deben descontarse los valores de la autogeneración de acuerdo con la evolución que se espera de la misma.

Cuadro III-3-8. Proyecciones alternativas del consumo global de energía eléctrica GWh

Año	Argentina Hipótesis			Bolivia*
	I	II	III	
1971	958	958,0	958,0	4,1
1975	1445	1509,8	1509,8	6,9
1980	2455	2667,7	2667,7	11,5
1985	4102	4613,1	4528,3	18,7
1990	6851	7979,8	7689,2	31,1
1995	11235	13552,8	12821,6	50,8
2000	18426	23020,9	21378,6	83,0

* *Servicio público exclusivamente*

AyEE ha dispuesto un plan de equipamiento eléctrico, que incluso absorbería la demanda industrial hasta 1980. Es de presumir, en consecuencia, que la autoproducción se mantendría en los niveles actuales, salvo el incremento de algunas industrias especiales como Altos Hornos Zapla y Ledesma. A partir de 1980, la puesta en marcha de alguno de los importantes proyectos térmicos o hídricos en proceso permitirá la paulatina absorción de estos consumos, a medida que las instalaciones actuales de autoproducción lleguen al final de su vida útil. Se ha supuesto, en consecuencia, que los consumos de autoproducción se reincorporen al servicio público a una tasa anual del 10% a partir de 1980. La evolución esperada de autoproducción sería entonces:

Año	Autoproducción GWh
1971	425
1975	425
1980	425
1985	262
1990	161
1995	100
2000	60

Estos valores deben descontarse de aquellos calculados por la Unidad Técnica (procedimiento 2) para obtener los valores correspondientes a las demandas globales del servicio público.

3.4.4 Comparación de resultados. El cuadro III-3-9 presenta un resumen de los resultados obtenidos en todas las evaluaciones realizadas en el pasado y en este estudio. En estas últimas y para el segundo procedimiento, se adoptó la hipótesis I.

A los efectos de la programación de estudios de proyectos de desarrollo de energía eléctrica, la Unidad Técnica ha considerado conveniente adoptar los resultados de la evaluación 2. En la figura III-3-1 se indican las curvas de crecimiento emergentes de todas estas determinaciones. Como fundamento de la elección ha influido la conveniencia de alentar el mayor número de proyectos u obras de envergadura, aun cuando su puesta en marcha pueda dilatarse en el futuro por no ceñirse las necesidades de energía a las previsiones realizadas. Son vividos los ejemplos de un pasado reciente, en el que coyunturas favorables para el desarrollo de obras públicas no fueron debidamente aprovechadas por falta de proyectos completos, prontos para su implementación.

Cuadro III-3-9. Sector argentino. Proyecciones teóricas de la demanda de energía GWh

Año	AyEE	SRH	Unidad Técnica	
			Evaluación 1	Evaluación 2
1971	413	598		533
1975	1230	1112	980	1020
1980	1602	2030	1600	2030
1985		2948	2640	3840
1990		4280	4700	6690
1995		5431	8370	11140
2000		8050	14750	18370

En el cuadro III-3-10 se indican los valores de consumo de energía calculados para el área boliviana por los dos procedimientos usados en la Unidad Técnica.

Cuadro III-3-10. Sector boliviano - Servicio público Proyecciones teóricas de la demanda de energía GWh

Año	Evaluación 1	Evaluación 2
1971		4,1
1975	5,5	6,9
1980	8,0	11,5
1985	11,0	18,7
1990	21,4	31,1
1995	37,4	50,8
2000	65,6	83,0

Por utilización de un criterio análogo al expuesto anteriormente, han sido seleccionados los valores correspondientes a la evaluación 2 de la Unidad Técnica para el dimensionamiento de las instalaciones de generación que corresponden al área de Bolivia. La figura III-3-2 ilustra respecto a las curvas de demanda de energía que resultan de los cálculos, utilizando ambos criterios.

3.5 Equipamiento eléctrico existente

3.5.1 *Area argentina.* La potencia instalada actual en el NOA asciende (año 1970) a 426,6 MW, de los cuales corresponden:

Servicio público:	216,6	(50,8%)
Autoproducción:	210,0	(49,2%)

Ello destaca nuevamente la importancia de la autoproducción en la región, cuyos valores prácticamente coinciden con los de la energía generada por el servicio público.

En la década del 60, la potencia instalada en ambos sectores creció en las proporciones siguientes:

Servicio	1961	1970	Crecimiento	Tasa acum.
	MW	MW	%	%
Público	110,7	216,6	95,7	7,74
Auto producción	157,1	210,0	33,7	3,28
Total	267,8	426,6	59,3	5,31
Fuente: SRH				

La tasa media de incremento de la potencia instalada ha sido inferior a la de energía consumida en dicho período, aun cuando existe relación entre dichas tasas en los servicios públicos y de autoproducción. Los valores siguientes son ilustrativos al respecto:

Servicio	Tasa crecimiento del consumo	Tasa de incremento potencia
	%	%
Público	9,0	7,74
Autoproducción	7,0	3,28
Total	8,0	5,31

Con respecto a la estructura de la potencia instalada en el NOA, existe un predominio de las centrales de bases térmicas frente a las hidráulicas. El cuadro sintético II-3-11 expresa los valores correspondientes al año 1970.

Una de las características de esta estructura es que la potencia disponible está constituida por un gran conjunto de pequeñas unidades dispersas en la región. Esta dispersión refleja el efecto del aislamiento de los servicios individuales y los subsistemas. El 87% de la capacidad instalada se encuentra concentrada en los subsistemas Tucumán y Salta - Jujuy. Además, en dichos subsistemas se encuentran las unidades mayores: 4 de 8 MW, 1 de 10 MW y una turbina a gas de 16 MW en Tucumán.

Este análisis ha sido encarado desde un punto de vista global, haciendo abstracción de la subdivisión actual, pero teniendo presente que en un futuro cercano, el sistema eléctrico NOA operará interconectado.

Dos factores de interés para las evaluaciones de la energía a generar en centrales están constituidos por las pérdidas en la red y el uso propio de las centrales. Existen valores estadísticos para su determinación

exclusivamente en el área del servicio público, al cual habrá de referirse.

En la década del 61 al 70, las pérdidas han tenido valores consistentes: el promedio ha alcanzado al 15,6%, con una dispersión máxima del 11%.

La energía consumida en las centrales ha alcanzado valores más dispares: el promedio verificado en la misma década es 1,34% con una dispersión máxima del 48%.

3.5.2 Area boliviana. La capacidad instalada de energía eléctrica en el Departamento de Tarija asciende a 7,65 MW, de los cuales 2,95 comprenden al servicio público (ENDE) que atiende al suministro de las ciudades de Tarija y Villamontes. En pequeñas localidades se encuentran distribuidos grupos electrógenos con un total de 0,5 MW. El resto del equipamiento está constituido por las instalaciones de autoproducción, en particular de empresas madereras, con un total de 4,2 MW.

Prácticamente la totalidad de esta potencia instalada está constituida por centrales de combustión, siendo excepción la planta hidroeléctrica de El Angosto, cercana a Tarija, que tiene una potencia de 0,300 MW, o sea el 10% del total que corresponde al servicio público.

El factor de carga que corresponde a Tarija, servicio público, es del orden del 35/40% - que indica la preponderancia de los consumos domésticos - con tendencia a incrementarse.

Las pérdidas en la red presentan una fuerte disparidad; el promedio se sitúa en 17%, coincidentes con los del sector argentino, pero con una mayor dispersión. No existen datos de consumos propios en las centrales

3.6 Programas de expansión de los sistemas

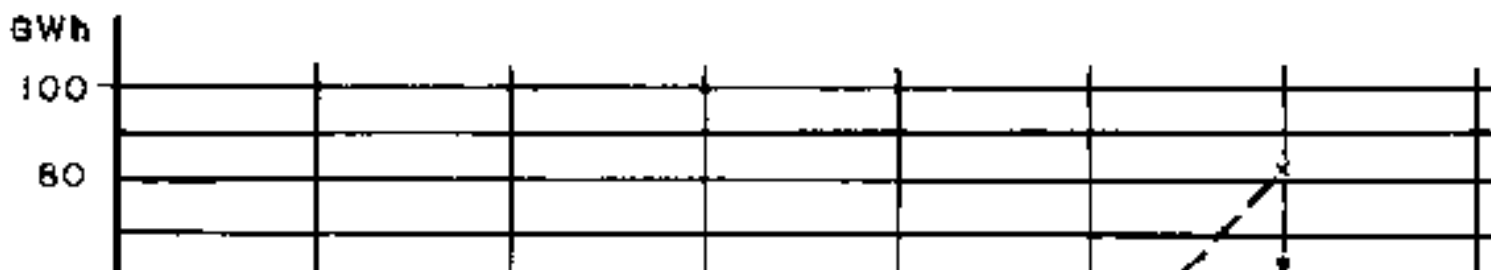
3.6.1 Sistema NOA de Argentina. Uno de los aspectos más importantes del programa de expansión del sistema NOA es la interconexión entre los principales centros de consumo, así como la conexión posterior del sistema al interconectado nacional, hechos que fueron comentados con anterioridad.

Cuadro III-3-11. Estructura de la potencia instalada en el NOA Año 1970

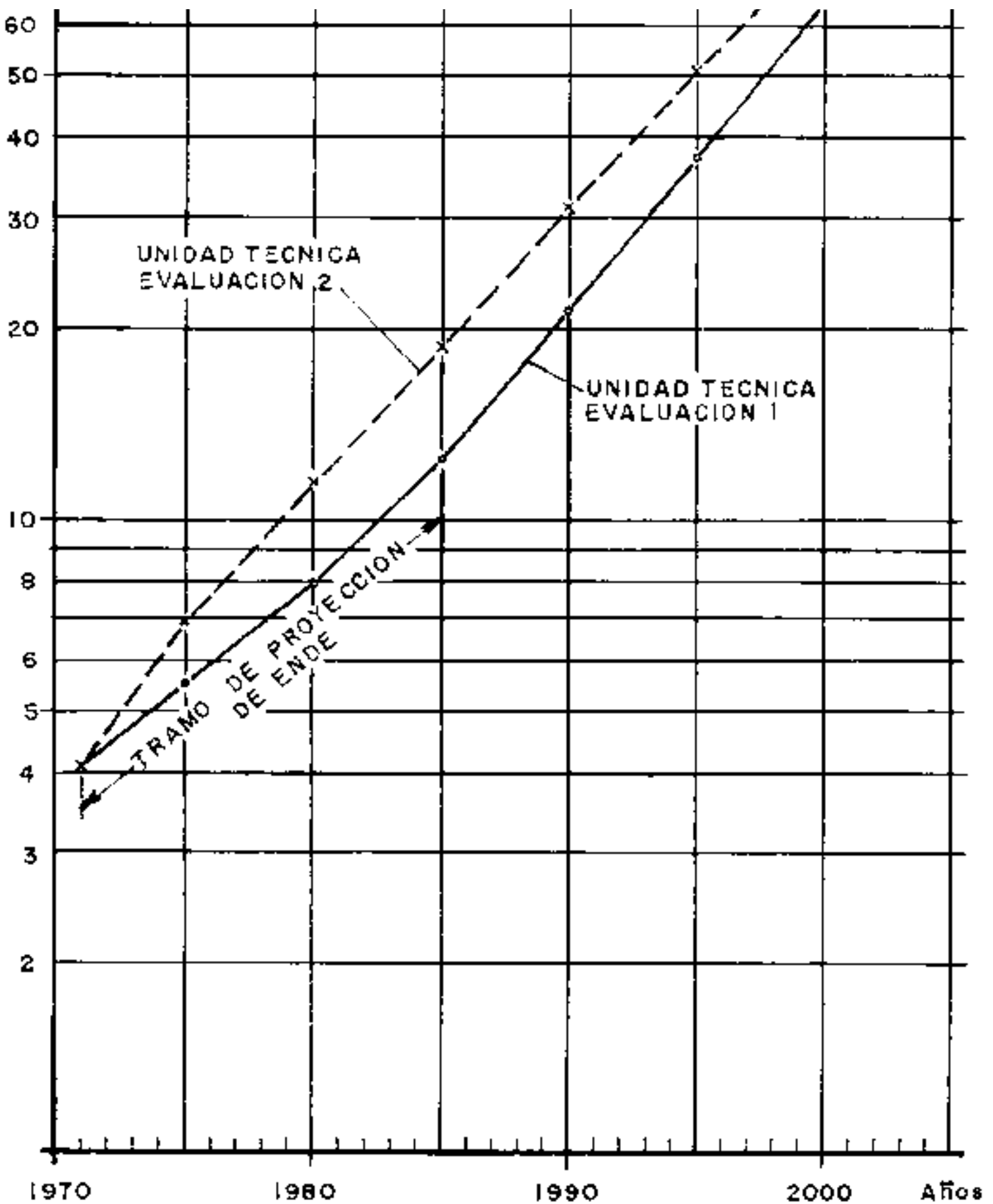
Servicio	Hidro	Vapor	Combustión interna	Total
Público	82,2 (38%)	30,0 (14%)	104,4 (48%)	216,6
Autoproducción	s/d	s/d	s/d	210,0
Total				426,6

Figura III-3-1 - DEMANDA TEORICA DE ENERGIA EN EL NOA

Figura III-3-2 - DEMANDA TEORICA DE ENERGIA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA



3. Demanda de energía eléctrica



Respecto al programa de equipamientos futuros, AyEE tiene planes definitivos que abarcan hasta 1975. A partir de 1976/1980, los planes tienen aún el carácter de preliminares.

Expresados en términos de potencia firme, la evolución esperada en la década del 70 se indica en el cuadro III-3-12.

A los efectos de incluir solamente valores efectivos, se han deducido en el programa los retiros futuros de unidades existentes.

Se refleja claramente la tendencia a incrementar la participación de las centrales hidráulicas dentro del equipamiento eléctrico, ascendiendo de valores del 25% al 48% en 10 años. Simultáneamente se plantea la gradual reducción de centrales térmicas de combustión interna, cuya participación del 58% en 1971, bajaría al 18% en 1980. A su vez, se verificaría una gradual sustitución de centrales térmicas de punta, por centrales hidro en similares funciones. Se incrementa, asimismo, la participación de las centrales a vapor, con un ascenso desde el 18% (1971) al 34% (1980). La tendencia general es clara hacia la transformación del sistema NOA en un esquema racionalmente planificado, eliminando soluciones de emergencia.

Las obras que resulten de un plan basado en los recursos hídricos de la Cuenca del Bermejo no entrarán en operación con anterioridad al año 1980, por lo cual el equipamiento previsto podría considerarse firme desde el punto de vista de la Unidad Técnica y encarar previsiones para atender demandas de potencia y energía a partir de la década del 80.

3.6.2 Bolivia. Los planes existentes prevén la instalación inmediata de centrales térmicas en Tarija, con una capacidad de 3,8 MW, lo cual atenderá la demanda previsible en la década del 70. Por su parte, el Plan Regional de Desarrollo Chuquisaca - Tarija prevé las siguientes medidas adicionales:

- Impulso a la electrificación rural
- Creación de centros energéticos rurales en Villamontes y Bermejo

Corresponde señalar, además, que la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) ha realizado estudios a nivel de prefactibilidad para la instalación de una central hidroeléctrica de 2 MW de potencia instalada en el río San Jacinto o alternativamente en el río Sola.

3.7 Evolución teórica de la demanda de potencia

Como se ha visto en el parágrafo 3.4, la demanda de energía eléctrica para atender las metas globales y sectoriales de los planes nacionales de desarrollo, crecerá a tasas que deben aceptarse como muy elevadas.

Las demandas calculadas corresponden a los consumos; en consecuencia, para determinar las potencias a ser instaladas en centrales, deben considerarse las pérdidas en los sistemas de transmisión y los consumos propios de las centrales. Estos valores serán considerados 15% y 2% de la energía producida respectivamente, de acuerdo con los rendimientos actuales en dichos rubros.

En el cuadro III-3-13 se indican los valores de energía a generar en el área argentina (NOA) de acuerdo con las consideraciones anteriores.

El cuadro III-3-14 da los valores correspondientes al Departamento de Tarija (Bolivia).

A los efectos de proyectar la demanda máxima simultánea de potencia de centrales del servicio público, se partirá de los valores de producción de energía, considerando las estimaciones del número de horas de utilización anual de la demanda máxima de potencia.

Teniendo en cuenta las características de los tres sectores básicos del consumo: usuarios comunes,

demandas especiales y transformación de autoproducción, así como los valores utilizados por AyEE para sus proyecciones de demanda de potencia, cabe considerar que el promedio ponderado del factor utilización variará entre 0,48 y 0,49 en el período 1975 - 1985. Para las evaluaciones correspondientes a períodos superiores a 1985, se considerará que dicho factor alcanzará a 0,50.

Los valores que resulten de la demanda máxima de potencia deberán considerar, asimismo, provisiones para reservas del sistema. En un mercado de energía como el analizado para el NOA y Bolivia, una reserva del 15% puede considerarse adecuada para proveer un razonable grado de confiabilidad.

En definitiva, las provisiones finales de potencia firme surgen de los cuadros III-3-15 y III-3-16.

Cuadro III-3-12. Programa de expansión del sistema NOA Potencia firme MW

Año	Vapor	Gas	Diesel	Hidráulica	Total	Relación Hídr/total
1971	30,0	33,1	76,5	48,4	188,0	0,26
1972	30,0	50,8	64,4	48,4	193,6	0,25
1973	30,0	72,4	60,0	63,8	226,2	0,28
1974	55,0	72,4	57,5	107,6	292,5	0,37
1975	80,0	72,4	48,9	107,6	308,9	0,35
1976	130,0	44,0	48,9	141,6	364,5	0,39
1977	130,0	44,0	48,9	141,6	364,5	0,39
1978	180,0	44,0	48,9	199,8	472,7	0,42
1979	180,0	44,0	48,9	251,1	524,0	0,48
1980	180,0	44,0	48,9	251,1	524,0	0,48

Cuadro III-3-13. Sistema NOA Energía a producir GWh

Año	Demanda global	Autoproducción	Demanda neta servicio público	Energía a enviar a la red	Energía a producir
1971	958	425	533		
1975	1445	425	1020	1200	1225
1980	2455	425	2030	2390	2445
1985	4102	262	3840	4520	4625
1990	6851	161	6690	7870	8050
1995	11240	100	11140	13100	13400
2000	18430	60	18370	21600	22095

Cuadro III-3-14. Departamento de Tarija Energía a producir GWh

Año	Demanda global	Energía a enviar a la red	Energía a producir
1971	4,1		
1975	6,9	8,1	8,3

3. Demanda de energía eléctrica

1980	11,5	13,5	13,8
1985	18,7	22,0	22,5
1990	31,1	36,6	37,4
1995	50,8	59,8	61,2
2000	83,0	95,6	97,8

Las curvas representativas del crecimiento esperado de la demanda de potencia se expresan en las figuras III-3-3 y III-3-4 correspondientes al NOA y a Tarija respectivamente.

En ambos gráficos se indican las proyecciones de potencia instalada ya realizadas, y además, en cada caso, la evolución de los programas firmes de expansión existentes.

Dos conclusiones pueden extraerse de dichos gráficos:

- Que el equipamiento previsto para el período 1962 - 1980, es suficiente para atender la demanda que se requerirá para alcanzar los planes nacionales de desarrollo.
- Que la capacidad instalada de centrales de generación de energía debe incrementarse en 4600 MW en el NOA y en 29 MW en Tarija, en el período comprendido entre 1980 y 2000.

Si se admite como válido para el resto del período la proporción igualitaria de potencias térmica e hidráulica que predominará en 1980, la capacidad de potencia firme hidráulica requerida en el período posterior de 20 años y hasta el horizonte de este estudio, alcanzará a un total de 2300 MW para el NOA y a 16 MW para Tarija.

Aun cuando en el sistema futuro el factor de carga anual se aproximará a 0,50 en Argentina y a 0,40 en Bolivia, no hay razón para proyectar las centrales hidro bajo esta condición. La mayor parte de la energía abastecida al sistema deberá provenir de grandes centrales térmicas o nucleares. Dada la versatilidad de maniobra de las centrales hidro, es lógico suponer que las plantas de la ACRB operarán para suministrar energía en los períodos de demanda de pico. Por otra parte, la presencia de turbinas de gas en el sistema significará que, en los períodos secos, las centrales hidráulicas operarán en la semibase, es decir por encima de la base de la curva de demanda pero por debajo de los elevados picos intermitentes.

Un estudio de las curvas de demanda durante los períodos de pico indica que la relación entre los requerimientos de energía y potencia en el sistema interconectado, con un factor de utilización 0,50 sería aproximadamente como se indica en el cuadro III-3-17.

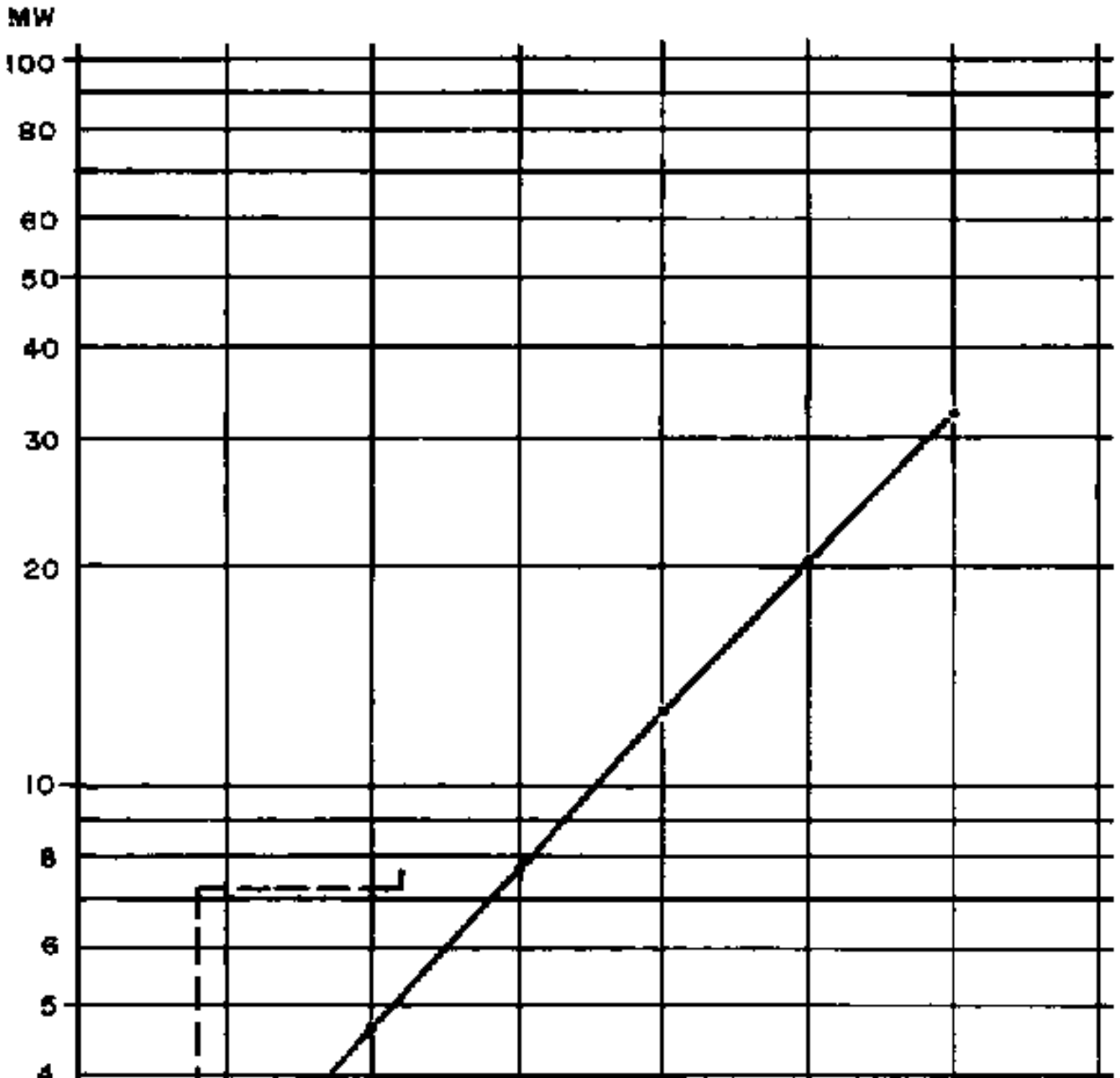
Cuadro III-3-15. Sistema del NOA Demanda de potencia máxima

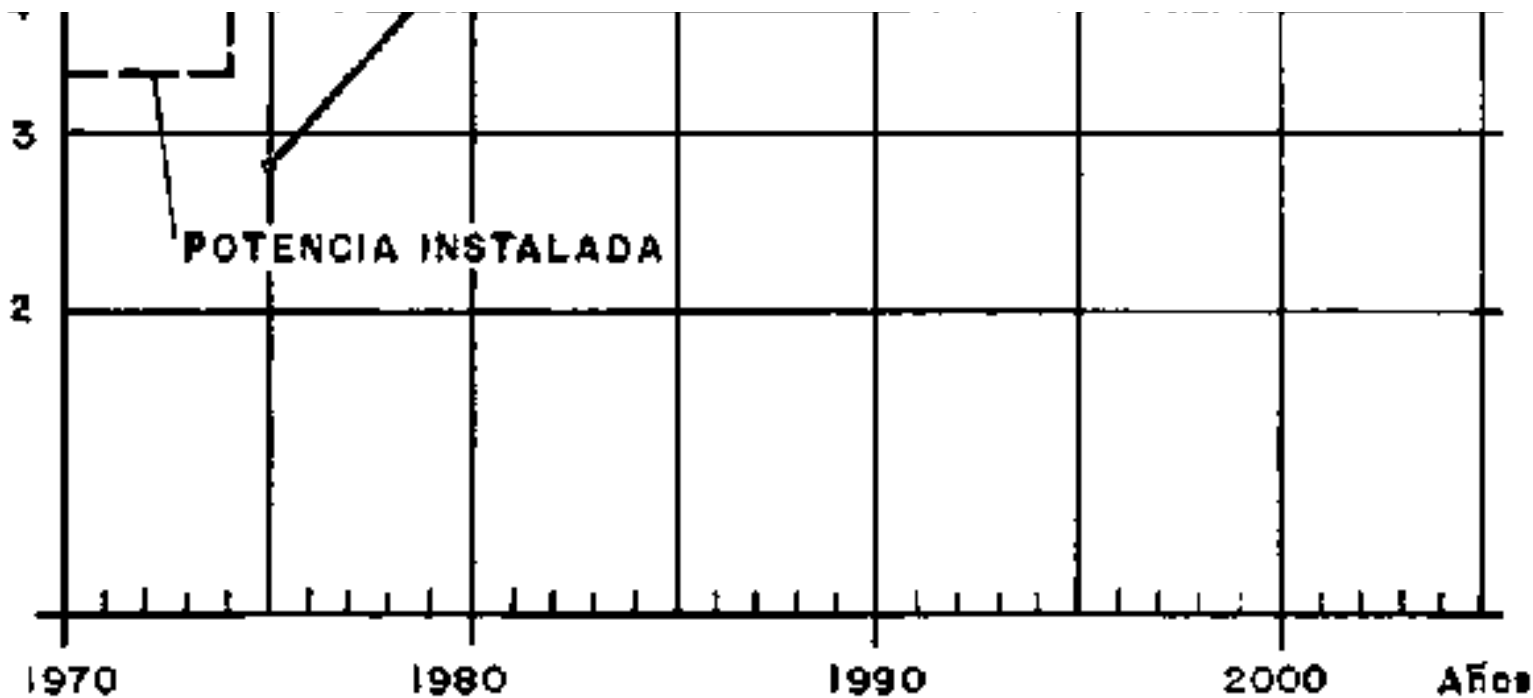
Año	Energía a producir (GWh)	Utilización (h)	Potencia máxima teórica (MW)	Potencia Máxima a instalar (MW)
1975	1225	4200	292	335
1980	2440	4240	575	660
1985	4620	4280	1080	1240
1990	8040	4340	1850	2130
1995	13400	4380	3060	3520
2000	22600	4380	5160	5935

Expresado en términos reales puede presuponerse que alguna demanda de pico será cubierta por las turbinas de gas, y teniendo en cuenta que la energía producida por estas unidades es de mayor costo unitario, ellas serán desplazadas hacia la parte superior de la curva. El resultado es que las plantas hidráulicas operarán con factores de utilización del orden de 0,25, y dicho factor aparece como adecuado para el prediseño de las centrales a instalarse en la ACRB.

Figura III-3-3 - DEMANDA TEORICA DE POTENCIA MAXIMA EN EL NOA

Figura III-3-4 - DEMANDA DE POTENCIA A INSTALAR EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA





Cuadro III-3-16. Departamento de Tarija - Servicio público Demanda de potencia máxima

Año	Energía a producir (GWh)	Utilización (h)	Potencia máxima teórica (MW)	Potencia máxima a instalar (MW)
1975	8,3	3500	2,4	2,8
1980	13,8	3500	4,0	4,6
1985	22,5	3500	6,4	7,4
1990	37,4	3500	10,7	12,3
1995	61,0	3500	17,4	20,0
2000	97,5	3500	27,8	32,0

Otra consecuencia de ello, es que en tales condiciones, la cantidad de energía que se producirá en dichas plantas puede estimarse en 4800 GWh para el NOA y en 35 GWh para Tarija.





4. Demanda de agua para riego

[4.1 Introducción](#)

[4.2 Antecedentes](#)

[4.3 Areas y sistemas agrícolas actuales](#)

[4.4 Composición y cualificación de la producción agropecuaria](#)

[4.5 Dotaciones y eficiencias de los sistemas](#)

[4.6 Mercado de productos representativos](#)

[4.7 Sistemas de riego en proceso de habilitación](#)

[4.8 Evolución previsible de la demanda de agua para riego](#)

4.1 Introducción

En este acápite se analiza la situación de la producción agropecuaria de la ACRB, con particular referencia a la producción obtenida en áreas bajo riego, así como la proyección de dicha producción en el horizonte del estudio con miras a establecer las demandas potenciales de agua para dicho propósito. El objetivo de este análisis es compatibilizar los requerimientos con los recursos disponibles y programar los aprovechamientos hidráulicos a realizar para atender tales demandas.

Tal como fuera establecido en apartados anteriores, se plantean dos horizontes:

- a) El de corto plazo, en 1980
- b) El de largo plazo, fijando como tope el año 2000

Cuadro III-3-17. Sistema del NOA Relación energía/potencia

Rango de operación* %	Energía requerida** %	Relación energía/potencia
90-100	1	0,05
80-90	3	0,15
70-80	4	0,20
60-70	5	0,25
50-60	10	0,50

* Expresado en porcentaje de la potencia de pico

** Expresado en porcentaje de la energía total producida

El área de influencia del estudio, a los efectos de determinar la demanda de agua para riego, ha sido definida considerando las restricciones técnicas y económicas que existen para la conducción de grandes

volúmenes de agua a larga distancia. El área considerada es:

- a) Todo el espacio inscrito dentro de los límites de la Alta Cuenca, en particular las zonas con suelos aptos dominadas por distintos cursos de agua que componen la red hidrográfica del río Bermejo.
- b) Las aguas de la cuenca media e inferior, que pueden ser dominadas por el río Bermejo regulado en su cuenca superior.

No se han considerado posibles trasvases de cuenca para atender situaciones deficitarias de agua para riego, en áreas externas y vecinas.

4.2 Antecedentes

Los estudios detallados más recientes, con vistas al desarrollo de nuevas áreas bajo riego en la Cuenca, se refieren sólo a zonas cercanas a la ciudad de Tarija, a través de la regulación de los ríos San Jacinto y Sola, y al área de Las Maderas, dentro del Polo de Desarrollo del sector argentino, que sería alimentada por el embalse homónimo, actualmente en construcción.

En la cuenca baja del río Bermejo, la SRH ha encarado el desarrollo de zonas de producción agropecuaria bajo riego como uno de los propósitos del embalse en Zanja del Tigre.

Existen otros estudios en áreas marginales a la de la ACRB; algunos de ellos se encuentran en etapa de implementación, como los que resultan de la regulación del río Dulce (embalse Río Hondo), el río Juramento (embalse Gral. Belgrano) y el río Itiyuro. Tales antecedentes han aportado informaciones sobre el mercado de la producción agropecuaria y evaluaciones respecto a la viabilidad económico - financiera de los afincamientos agrícolas con distintos planes de cultivo.

Otro antecedente importante está constituido por el estudio "Operación Zonas Áridas", encarado por el CFI, que efectúa un análisis global de las áreas bajo riego a nivel nacional y una evaluación del mercado de productos, así como las posibilidades de desarrollo de las diferentes regiones, con proyección a 1980, incluyendo los actuales regadíos en operación en la ACRB.

4.3 Áreas y sistemas agrícolas actuales

A pesar de que en la ACRB existe vocación de riego que data de la época precolombina, el aprovechamiento actual de los recursos hídricos, con tal propósito, dista mucho de ser racional. La infraestructura de riego es modesta en relación con el área total regada, y las inversiones más importantes hasta la fecha - casi siempre de iniciativa privada - se aplicaron fundamentalmente a obras de toma y canales de aducción que sirven a los complejos agroindustriales de la región.

En general, se derivan para riego los aportes naturales de los ríos de la Cuenca, los cuales tanto por las fluctuaciones anuales y mensuales de los caudales, como por la estacional derivada de sus características especiales, establecen sensibles restricciones o limitaciones en el uso del recurso, incidiendo en los rendimientos y eficiencia de los regadíos y cultivos.

En el sector argentino existe un elevado porcentaje de concesiones eventuales de riego, con derecho a uso de los caudales naturales, cuando estos superan ciertos valores críticos.

Dentro de un sistema regional de tales características, las áreas actualmente bajo riego en la ACRB son importantes: 105000 ha en el área argentina y casi 12000 ha en el área boliviana. Estas áreas se encuentran centralizadas a lo largo de un eje que parte del Polo de Desarrollo y sigue casi paralelamente el cauce del río San Francisco, utilizando mayoritariamente los afluentes de este sistema.

En el área boliviana, las zonas bajo riego son dispersas, utilizándose generalmente las terrazas aluviales y planicies de inundación de los cursos de agua. Las explotaciones en general se localizan en zonas cercanas a la ciudad de Tarija.

El cuadro III-4-1 señala la participación de las áreas regadas de la Cuenca con relación a los totales de cada país.

No existen estadísticas que indiquen la evolución en el tiempo de los usos de agua para riego o de la habilitación de tierras para ese fin, ni por lo tanto tasas de crecimiento anual. En la década del 60, el sector agropecuario de las provincias de Salta y Jujuy se ha presentado con una fuerte dispersión en cuanto a área regada, pero en general, ha mantenido una tendencia estacionaria, por lo cual su participación relativa en el PBI de la región ha verificado tasas decrecientes.

Otro índice que muestra la tendencia hacia el desarrollo de las áreas de riego está dado por el número de concesiones para uso de aguas que fuera otorgado en la Cuenca. El total del área servida por las concesiones asciende a 217400 ha, o sea algo más del doble de las efectivamente regadas. A pesar de ello las provincias tienen en trámite un gran número de concesiones a otorgar en diferentes áreas. Estas concesiones especifican fuente, área servida, caudal y beneficiario.

Cuadro III-4-1. Participación de áreas regadas de la ACRB en los totales nacionales

País	Provincia o Departamento	Superficie cultivada ha	Porcentaje
Argentina		1075000	100
	Jujuy	62420	5,8
	Salta	42250	3,9
	Subtotal	104670	9,7
Bolivia		80000	100
	Tarija	11900	14,9

Las concesiones sobre ciertos cauces superan las posibilidades de derivación resultantes del régimen natural de los ríos. Otros ríos cuentan con capacidad natural disponible, pero sobre los mismos no se ejerce demanda en razón de la posición geográfica relativa y del régimen de tenencia de la tierra.

Los ingenios azucareros poseen una elevada cantidad de concesiones que no han sido traducidas en áreas bajo riego, en previsión de una evolución positiva del mercado azucarero. En algunos casos, se están desarrollando trabajos de habilitación de áreas importantes, lo cual es indicativo de una tendencia favorable en el desarrollo agrícola regional.

4.4 Composición y cualificación de la producción agropecuaria

4.4.1 Agricultura bajo riego. Las superficies regadas en la Cuenca ascienden a 116574 ha y se distribuyen en diferentes proporciones. Salta lo hace con 42250 ha, que representan el 45,9% del total irrigado en la Provincia. Jujuy cultiva 62420 ha, o sea la casi totalidad del área provincial bajo riego. En Tarija puede considerarse también que el 100% del área regada está dentro de la Cuenca. El mapa III-4-1 ilustra sobre la distribución general de las áreas cultivadas en la ACRB.

i. Area argentina. De las actividades agropecuarias desarrolladas en el sector argentino de la ACRB, cabe señalar que la agricultura bajo riego es la que presenta mayor importancia económica.

A su vez, dentro de ésta, se destacan los cultivos industriales de la caña de azúcar y el tabaco, que en conjunto cubren el 54,7% de las tierras bajo riego. Del resto de la producción se destina una parte (17,4%) al consumo de la población de las provincias de Salta y Jujuy, (especialmente hortalizas y forrajes) y otra (27,9%) al cultivo de citrus y hortalizas de primicia, frutas no tradicionales en el país y especias, cuyo mercado consumidor mayoritario es el nacional.

El cuadro III-4-2 establece el uso de las superficies cultivadas bajo riego en la ACRB, área argentina, para el año 1970.

El cultivo predominante en la Cuenca es la caña de azúcar, con 39800 ha en el sector argentino, que representa el 38% del total bajo riego (TBR); se concentra en los departamentos de Oran en Salta, y Ledesma y San Pedro en Jujuy, con el 90% de la superficie total sembrada con dicha sacarígena. Además, la casi totalidad de esta superficie ha sido cultivada por cinco grandes ingenios azucareros locales.

Esta tendencia tiende a afirmarse en el futuro; las concesiones de agua otorgadas a los ingenios y plantaciones azucareras en los tres departamentos citados y en el de Güemes, suman 95000 ha, o sea el 43% del total de concesiones, lo cual dice de una firme tendencia hacia el predominio del cultivo y la tenencia extensiva.

Una situación diametralmente opuesta presenta el cultivo industrial que aparece segundo en cuanto a área cultivada: el tabaco. Este cultivo se practica preferentemente en minifundios.

Cuadro III-4-2. Superficies cultivadas bajo riego en el sector argentino Año 1970

Cultivo	Salta	Jujuy	ACRB	
	ha	ha	ha	%
Caña de azúcar	17700	22100	39800	38,0
Tabaco	3401	14100	17501	16,7
Cítricos	6560	6009	12569	12,0
Tomate	3292	3157	6449	6,2
Maíz	1950	1400	3350	3,2
Papa	609	2295	2904	2,8

Pimiento	1455	1070	2525	2,4
Alfalfa	1300	835	2135	2,0
Banana	1950	37	1987	1,9
Garbanzo	205	900	1105	1,1
Otras frutas y hortalizas	3404	5477	8881	8,5
Otros cereales, industriales y forrajeros	428	5040	5468	5,2
Total	42254	62420	104674	100,0

Fuente: MAG - INTA - AyEE

El tabaco aparece con 17500 ha cultivadas en 1970, o sea el 16,7% del TBR. El predominio neto de este cultivo recae en la Provincia de Jujuy y específicamente en el departamento El Carmen, que participa casi con el 74% de la superficie sembrada de la provincia y con algo más del 59% de la superficie total sembrada dentro de la ACRB.

La superficie cultivada con tabaco ha tenido pequeños pero continuos incrementos a partir de 1960, con tendencia hacia la estabilización a partir de 1970. Respecto a las concesiones para uso del agua en 1970, en el departamento de Güemes, el total cubría 18000 ha. Suponiendo que las tendencias en dicha provincia sean indicativas de la previsible evolución del futuro, la participación del tabaco en la producción agrícola futura bajo riego tendería a disminuir, por cuanto el área regable (18000 ha) en el departamento en relación con la total regada bajaría del 14,7% actual al 8,5% en el futuro.

Las especies cítricas ocupan el 12% de la superficie cultivada de la Cuenca. Este cultivo se ha venido incrementando en los últimos años y la tendencia que se insinúa es la de ampliar la superficie cultivada. Las posibilidades de expansión se fundamentan en su carácter de primicia en el mercado interno por razones ecológicas y por las buenas perspectivas de colocación en el mercado internacional.

De los cultivos hortícolas, el tomate es el que mayor superficie ocupa tanto en Salta como en Jujuy, cubriendo 6450 ha en total, que representan el 6,2% del TBR. Su expansión es notable si se mide a nivel de los ciclos agrícolas 1960/61 y 1965/69. Las perspectivas de expansión son mejores en Salta y se fundamentan en las características estacionales de la oferta, pues la casi totalidad de la producción tomatera entra a los mercados en calidad de primicia y el volumen ofertado, en general, no alcanza a satisfacer la demanda interna nacional.

Iguales consideraciones ofrece el pimiento, con un área cultivada equivalente al 2,4% del TBR. Su superficie sembrada ha experimentado la misma evolución que la del tomate y las perspectivas de expansión son similares.

Productos representativos del mercado local son la papa y el maíz, con una marcada estacionalidad de las áreas cultivadas en la década del 60.

El garbanzo, producto que en su mayor parte se exporta a otros mercados consumidores del país, ha mostrado un crecimiento significativo en la década del 60, llegando a ocupar en la Cuenca 1105 ha, o sea un 1,1% del TBR. Posteriormente, el área sembrada ha ido disminuyendo por dificultades de orden cultural en el manejo del cultivo, las que podrían desaparecer en el futuro si se toman medidas adecuadas.

Respecto a frutos no tradicionales de la zona subtropical saltona, la disponibilidad de áreas con posibilidades ecológicas adecuadas es escasa, por lo cual las perspectivas de expansión son limitadas. La participación de estos productos en el área cultivada no se ha incrementado sensiblemente en la década del 60.

El cultivo de cereales y forrajes para alimentación de ganado no tiene en la actualidad gravitación importante. Los forrajes se destinan casi exclusivamente para pastoreo directo en la época seca.

ii. Area boliviana. Al contrario del sector argentino de la ACRB, en Bolivia la agricultura bajo riego tiene relevancia económica inferior frente a las otras actividades agropecuarias.

Las áreas bajo riego totalizan 11900 ha y están casi en su totalidad dentro de los límites físicos de la Cuenca. Dichas áreas son destinadas fundamentalmente a productos para el consumo local de la población del Departamento de Tarija, siendo los mayoritarios el maíz, el trigo y la papa. Las hortalizas ocupan también un área importante, con cosechas que se mantienen durante todo el año; las especies principales están constituidas por porotos, arvejas, cebollas, ajo, pimientos, lechugas y tomates. Los forrajes son cultivados para pastoreo directo del ganado. La gama de productos se completa con frutales y frutos de carozo y pepita.

El régimen de producción es, en su mayoría, extensivo.

No existen estadísticas respecto a las áreas ocupadas por cada producto, ni a su evolución en el tiempo o en la última década.

4.4.2 Agricultura en secano. La agricultura en secano no tiene trascendencia económica. Básicamente, se efectúa en las mismas tierras bajo riego y en el período de intensas precipitaciones.

i. Area argentina. Las áreas marginales a las de riego cultivadas en secano, han mostrado diversidad de especies y grandes fluctuaciones anuales en la superficie explotada y en sus rendimientos, todo lo cual hace a estas explotaciones menos relevantes que las de riego. Las especies cultivadas son fundamentalmente maíz en grano, con el 30% del total de secano, sorgos con el 7,9% y cereales de grano fino con el 5,6%. El detalle por provincia y cultivo se indica en el cuadro III-4-3a.

El área ocupada por la agricultura en secano, en 1970, ha ocupado 33770 ha, o sea la tercera parte de la dedicada al riego.

Un grupo importante de cultivos en secano está constituido por los "pastoreos, cultivos de cobertura, industriales y otros", que ocupa el 44,4% del área cultivada. En general, casi todas las especies de este grupo tienden a satisfacer pequeños mercados locales, o bien son cultivos de rotación cuyo desarrollo es necesario para los cultivos intensivos.

ii. Area boliviana. De acuerdo con las estimaciones realizadas para el Departamento de Tarija, surge que la explotación de cultivos en secano es la de mayor relevancia en la actualidad y la que define la vocación del sector agrícola de la zona.

En el cuadro III-4-3b se aprecia la distribución de las superficies cultivadas según los rubros de explotación (año agrícola 1968/69).

Cuadro III-4-3a. Superficies cultivadas en secano y su distribución (Sector argentino)

	Salta	Jujuy	Total
--	--------------	--------------	--------------

Cultivo	ha	ha	ha	%
Maíz en grano	6760	3390	10150	30,1
Sorgo	1850	820	2670	7,9
Cebada, avena y centeno	730	1150	1880	5,6
Poroto seco	350	660	1010	3,0
Hortalizas varias	508	2400	2908	8,6
Pasturas y cultivos de cobertura, industriales y otros	2275	12880	15115	44,8
Total	12473	21300	33733	100,0

Fuente: MAG - INTA

Cuadro III-4-3b. Superficies cultivadas en secano y su distribución (Departamento de Tarija)

Cultivo	ha	%
Maíz en grano	38880	75,0
Trigo	4300	8,3
Caña de azúcar	2500	4,8
Cebada	1600	3,1
Papa	1200	2,3
Alfalfa	800	1,6
Cultivos varios	2515	4,9
Total	51795	100,0

Corresponde señalar que aproximadamente el 30% de la superficie total está dentro de la cuenca hidrográfica.

Al igual que en el área argentina, el maíz constituye el rubro más importante de este sector agrícola, y según las estimaciones oficiales, el 40% de la superficie cultivada está dentro de la Cuenca.

El trigo es el segundo cultivo en importancia en condiciones de secano, y se localiza con preferencia a orillas del río San Juan de Oro (fuera de la Cuenca) y en las localidades del valle central de Tarija.

La caña de azúcar es cultivada casi en su totalidad bajo este régimen; algunas plantaciones al sur de la provincia de Arce aplican algo de riego. Las condiciones accidentadas de la zona no hacen económicamente factible el riego en superficies mayores que las de los valles angostos de los ríos Bermejo y Tarija.

Las áreas plantadas con caña se localizan en la provincia de Arce en la zona conocida como "Triángulo Bermejo" en el extremo sur del área boliviana. Existen perspectivas de ampliar dichas áreas, algunas con el concurso del riego.

El cultivo se explota, en su mayor parte, por el ingenio azucarero Stephan Leigh y la producción actual apunta hacia una economía de mercado cuyo ámbito se extiende a todo el país.

La cebada se cultiva íntegramente en seco y se destina tanto para forraje como para producción de alimentos.

La papa es uno de los componentes básicos de la dieta alimenticia de Tarija y el 50% se cultiva dentro de la Cuenca.

El cultivo de alfalfa está muy difundido en todas las áreas de la zona subtropical y de valles templados, destinándose parte para pastoreo directo y el resto para producción de semillas. En muchos lugares del departamento se siembra en asociación con cebada.

Entre los cultivos varios se destacan diferentes especies de hortalizas para satisfacer mercados locales y algunos cultivos industriales como el girasol, maní, soya, algodón y sorgo, cuyo destino abarca además las demandas extradepartamentales.

4.4.3. Ganadería. La ganadería en la ACRB ocupaba, en 1970, un área total de 1000000 de hectáreas, con un incremento de un 31% respecto a 1960 (ver mapa III- 4-2).

i. Area argentina. A pesar de las cifras arriba mencionadas, las reservas ganaderas han disminuido ligeramente, lo cual indica una involución en la extensividad de las explotaciones y en la receptividad de los campos de pastoreo. La actividad ganadera dominante es la muy extensiva, que ocupa el 80% de la superficie; la extensiva ocupa el 11% y la medianamente extensiva el 9%.

La extracción ganadera para el consumo ha ido decreciendo con el tiempo; el consumo de carne regional se ha incrementado continuamente, lo que ha colocado a la Cuenca en un área de bajo consumo en relación con el país y con una elevada importación de ganado en pie o industrializado.

La existencia total de ganado vacuno en el año 1969 era de 209600 cabezas. La extracción anual para la faena puede estimarse en 25000 unidades. El consumo de la Cuenca debe ubicarse a razón de 50 kg/hab/año, con un total bruto de 31460 toneladas, equivalente a la faena de 164000 cabezas. En consecuencia, el déficit de 139000 cabezas para faena debe compensarse por medio de la importación de otras áreas ganaderas del país.

Las razones de esta baja productividad ganadera regional se deriva de la forma primitiva de explotación: ganadería de monte, con razas criollas en un 80/90% del total, inexistencia de alambrados o potreros de explotación, profilaxis deficiente o nula, elevada mortalidad por enfermedades endémicas, como la tristeza y la rabia pareasante; ausencia de técnicas adecuadas en el manejo de los animales, selección de vientres y otras.

Esta insuficiencia regional en la producción ganadera incide directamente en la severa limitación de la oferta de leche fluida para el consumo, lo cual se manifiesta de doble manera: una muy baja tasa de consumo de leche en la población, (que sólo alcanza a 12 l/hab/año, o sea un 25% del promedio nacional) y una elevada importación del producto de otras áreas, estimada en un 50% del consumo.

ii. Area boliviana. A pesar de que la existencia de ganado vacuno del país muestra un índice de crecimiento relativamente constante, el Departamento de Tarija acusa actualmente una menor participación que en el año 1964, para el cual su población ganadera significó el 10% de la del país.

La existencia ganadera llega actualmente a 200000 cabezas según estimaciones del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura de Bolivia, y la reducción del mismo a partir de la década del 50 obedece a causas bastante similares a las de la zona argentina, como por ejemplo al mal manejo de los

rebaños y a la incidencia de enfermedades que provocaron pérdidas de hasta un 30% de la población vacuna.

Se estima que del total anterior, aproximadamente 80000 cabezas se encuentran dentro de los límites de la Cuenca y su mayor concentración se localiza en la provincia de Cercado y en otras del Valle.

Al igual que en el área argentina, la totalidad de la población bovina se encuentra en la zona de secano y en general se desarrolla "a monte". Predomina la raza "criolla", producto de cruzas indiscriminadas, que representa el 90% del *stock*. El desarrollo de la ganadería intensiva bajo riego es muy incipiente.

En lo que respecta a ganado ovino, las existencias no han experimentado grandes variaciones y se estiman en 230000 cabezas. Dentro de la Cuenca, los rebaños se localizan en los valles altos del río Tarija y en los que se aproximan a las ciudades de Tarija y Padcaya.

Los animales que componen este rebaño son, asimismo, de raza "criolla" y las prácticas de manejo adolecen de las mismas deficiencias que en el caso del ganado vacuno.

La explotación se encauza, en general, hacia la obtención de carne y lana, esta última utilizada en la fabricación de tejidos rústicos de directa comercialización en la zona.

Las existencias porcinas se mantienen prácticamente estancadas y se estiman en 60000 cabezas, que se distribuyen en todas las provincias del departamento. La mayor intensidad de cría se localiza en O'Connor, con el 25% de las existencias totales.

El ganado caprino también se distribuye en todo el departamento, aunque la mayor concentración se halla en el valle de Tarija y en las áreas montañosas que lo circundan. Esta población tampoco ha experimentado grandes variaciones en los últimos 20 años y se estima en 200000 cabezas. La importancia del caprino como proveedor de carne y leche es muy significativa dentro de esta región.

El ganado caballar, asnal y mular, antes de gran importancia como medio de comunicación y de trabajo en las labores agrícolas, actualmente ha perdido significación, quedando relegado hacia zonas con estructuras agrarias deficientes. Similar comentario se aplica a los camélidos, cuyas especies están quedando dispersas y en rebaños muy reducidos; algunas de ellas, como las vicuñas y alpacas, han sido desplazadas por el ganado ovino y caprino, con otros hábitos de alimentación y manejo.

4.5 Dotaciones y eficiencias de los sistemas

Los sistemas de riego, como unidades integralmente planificadas y administradas, no se han generalizado en la región considerando ambos sectores nacionales. Sólo algunas concesiones de agua muy importantes han dado origen a sistemas de riego con cierta organización. Ello no obstante, corresponde señalar que AyEE de Argentina mantiene el sistema público más importante de la ACRB.

Como ya se ha dicho, la mayoría de las captaciones se hacen por derivación directa. En algunas tomas importantes se han levantado estructuras permanentes, pero priman los diques derivadores temporales. Estas tomas se preparan en invierno y cumplen su función primordialmente durante el período de agosto a diciembre, final de la época de estiaje e iniciación del período de lluvias.

El régimen torrencial y el acarreo de sedimentos de los ríos hace que las obras permanentes de derivación resulten de costos elevados.

En cuanto a los canales de conducción y distribución, salvo excepciones, no tienen revestimientos. Los trabajos de conservación y mantenimiento son realizados con dificultad. El control de caudales se hace generalmente por aforo en las compuertas y solamente en aquellos puntos y momentos necesarios para cumplir con las demandas de agua de los concesionarios. El programa de turnado es fijo y los caudales se distribuyen por tiempo y en función de las superficies asignadas en la respectiva concesión, sin considerar el tipo de cultivo a servir.

En general, la distribución a nivel predial es por surcos de una longitud de 100 m. El riego se corta en cada surco una vez que el agua llega al final, lo que indica falta de homogeneidad en la distribución del agua.

Las prácticas de distribución de agua varían con el sistema. Comúnmente el agua no se afora y en la práctica todas las entregas y aplicaciones se hacen en función de la experiencia y criterio personal de cada usuario. El volumen aplicado en cada riego puede variar desde el usado en la Intendencia de Riego de Perico del Carmen, con cerca de 300 m³/ha, hasta 2500 m³/ha en otros lugares. En las "colonias" el intervalo de riego puede oscilar entre 4 y 30 días. No hay criterio definido al respecto y cada "quintero" trata de regar tan frecuente y abundantemente como puede. La caña de azúcar recibe entre 5 y 13 riegos por ciclo, lo que, según la duración de la estación de riego y de acuerdo con la zona y las lluvias, equivale aproximadamente a 24 días de intervalo.

Mapa III-4-2 - Explotaciones Ganaderas

En estas condiciones y dada la dispersión de criterios y sistemas, es difícil establecer o estimar eficiencias en las zonas existentes, con caudales no garantizados. No obstante, pueden indicarse valores límites estimados, dentro de los cuales se ubicarían los sistemas de la ACRB. Estos valores son:

	Mínima	Máxima
Eficiencia de conducción	55%	80%
Eficiencia de conducción interna	90%	95%
Eficiencia de aplicación	55%	65%
Eficiencia total (aprox.)	27%	50%

Las pérdidas por conducción se ocasionan por evaporación e infiltración de las aguas en el suelo.

Por su parte, la escasa eficiencia de aplicación es atribuible a varios factores, entre ellos:

- a) Aplicación indiscriminada de agua al suelo, en función de la disponibilidad momentánea.
- b) Falta de adecuación de los caudales de riego a las necesidades de agua de los cultivos.
- c) Características del sistema de administración o turnos de entrega de agua.
- d) Oscilaciones e inseguridad de caudales entregados por turno.

Bajo tales circunstancias, el uso racional del recurso agua por medio de mejoras en la eficiencia del riego, es uno de los factores que deben considerarse en la programación de los aprovechamientos hidráulicos para atender las demandas en los horizontes fijados para este estudio.

4.6 Mercado de productos representativos

La Unidad Técnica no ha realizado, en forma directa, estudios de mercado de productos representativos de la producción de la ACRB. Ha utilizado, para formarse juicio al respecto, los estudios de mercado realizados en los últimos años sobre prácticamente todos los productos agropecuarios de la zona que se citaron en los capítulos anteriores.

Tales estudios, por su propia esencia, manifiestan la tendencia actual o en el corto plazo, de la oferta, demanda y precios del bien considerado. Dentro de este criterio deben expresarse los siguientes conceptos, aplicables al sector argentino:

i. Caña de azúcar. Los cultivos de caña han experimentado un rápido crecimiento en los años 1970 y 1971, que ha hecho recuperar las extensiones ocupadas antes de 1967. Al parecer, parte de la expansión ocurrida responde a la escasez de azúcar en los mercados internacionales, derivada del abastecimiento al mercado norteamericano. Debe hacerse notar, sin embargo, que la escasez mundial de azúcar de los años 1971/72 se debió a factores circunstanciales, fácilmente modificables en los próximos años y que por lo tanto, no parece recomendable basar aumentos en la producción azucarera, más allá del incremento del mercado interno.

ii. Tabaco. Las perspectivas para los tabacos claros producidos en la ACRB no han sido debidamente evaluadas. Si se considera solamente el mercado nacional, el nivel de producción de los últimos años es excesivo y será recomendable una reducción del área sembrada. Pero si las posibilidades de afianzamiento de las ventas al exterior fueran ciertas, podría concluir la situación de crisis del mercado tabacalero; crisis en la cual tienen importancia los elevados costos y la ineficiencia del sector de producción. Dado el carácter aleatorio del mercado internacional, parece que no es aconsejable hacer proyectos para la expansión de este cultivo más allá del incremento de la demanda nacional, en la parte proporcional que le corresponde a la ACRB. La productividad actual es muy baja y durante un cierto período, los programas técnicos en curso para el incremento de la productividad y las rentabilidades fundiarias, podrían por sí solos atender los incrementos de la demanda.

iii. Hortalizas y cítricos. En la actualidad, la oferta nacional de hortalizas de primicia en los meses invernales no alcanza para abastecer la demanda. Lo mismo ocurre con las frutas cítricas en los meses de primavera y principios de verano. Estos mercados ofrecen perspectivas interesantes para la ACRB si se implementaran proyectos con tierras adecuadas en calidad, clima y disponibilidad de agua. Sin embargo, debe considerarse la competencia de otros planes de expansión de áreas de riego en otras provincias del NOA, que buscarán también productos para atender esta demanda de primicias.

iv. Cultivos tropicales y subtropicales. Estos cultivos, como café y bananas, no ofrecerán problemas de mercado, dado que tendrán el efecto positivo de sustituir importaciones corrientes. El equilibrio en su expansión estará dado por varias circunstancias concurrentes:

- a) La disponibilidad de tierras aptas en la zona climática adecuada.
- b) La competencia de zonas en las provincias del NEA.
- c) La política comercial exterior del país y la situación de las balanzas de pago, con los países tradicionalmente proveedores.

v. Carne vacuna y leche. La zona no se autoabastece en estos renglones de alimentación, y, por el

contrario, es importadora desde otras regiones productoras del país. El PNDS ha establecido como una de sus estrategias el desarrollo ganadero de la región, a los efectos de lograr las metas de comercio exterior programadas. Dichas metas no podrán lograrse si las regiones pampeanas no aceleran el proceso de incorporación de actividades cerealeras y ganaderas. Esta incorporación aparece como imprescindible para que dichas regiones satisfagan sus mercados locales, liberando así excedentes de producción pampeana para la exportación, en renglones de demanda sostenida.

vi. Cereales y pasturas. Le comprenden los mismos comentarios anteriores, con la conclusión de que los mercados de estos productos tienen firme posibilidad y responderán a la estrategia del desarrollo nacional.

4.7 Sistemas de riego en proceso de habilitación

Dentro de la Cuenca existe un solo sistema de riego en proceso de implementación para atender las demandas incrementadas del sector agropecuario.

Se trata del proyecto de Las Maderas, actualmente en construcción. El esquema incluye dos canales de derivación: uno de 20 m³/s de capacidad desde el río Perico y otro de 30 m³/s de capacidad desde el río Grande, que alimentarán un embalse artificial de 300 hm³. Dichos canales permitirán derivar los caudales aportados por ambos ríos en la época de aguas altas, para su almacenamiento y regulación de los caudales en los períodos anuales de aportes naturales mínimos. El incremento de los caudales regulados permitirá atender en la región las demandas adicionales de agua para abastecimiento del sistema de riego, generar además energía y atender otros usos prioritarios de la región como el abastecimiento industrial.

Un canal de derivación desde el río Perico está en operación actualmente. Fue construido en 1925 y alimenta el embalse de La Ciénaga, lo cual permite atender las demandas actuales de 9000 ha bajo riego en la zona de Las Maderas, con un total anual de 110 hm³.

No existe un programa definitivo para el uso de los caudales regulados por el proyecto de Las Maderas, aun cuando su propósito original fue el de incrementar las áreas de riego existentes. Hay aproximadamente 20000 ha de tierras aptas para riego en la zona de Las Maderas dominada por la represa homónima.

En la actualidad, en el área que puede dominar el embalse de Las Maderas, los cultivos son diversificados, con preponderancia de la caña de azúcar y tabacos pero con participación de citrus y hortalizas; es decir, bastante representativo de la distribución de la Cuenca.

Además de este proyecto en construcción existían varios proyectos en diferente etapa de estudio, tanto en el sector argentino como en el boliviano. Ninguno de estos había alcanzado aún el nivel de factibilidad, implementación financiera o proyecto ejecutivo. Todos ellos, más otros que han sido identificados por la Unidad Técnica, fueron evaluados bajo un criterio homogéneo, tendiente a una programación acorde con las demandas previsibles hasta el año 2000.

4.8 Evolución previsible de la demanda de agua para riego

La evaluación de la demanda de agua para riego debe ser realizada a dos niveles: el mediano plazo con horizonte a 1980 y el largo plazo con horizonte al año 2000.

Para la producción previsible en el mediano plazo existen en ambos países dos antecedentes valiosos sobre los cuales fundamentar juicio:

- i. En el sector argentino, el estudio "Operación Zonas Áridas" en base a un diagnóstico a nivel nacional de las zonas bajo riego de Argentina, ha realizado previsiones zonales, con proyección a 1980.
- ii. En Bolivia, el Plan de Desarrollo Regional Chuquisaca - Tarija, ha realizado evaluaciones de incrementos del sector agropecuario para la década del 80, que podrán fundamentar las previsiones en el mediano plazo.

En cambio, para el horizonte año 2000 la Unidad Técnica ha debido realizar estimaciones y proyecciones de demanda de agua, en base a un análisis global de los componentes de la misma.

4.8.1 Evolución en el corto plazo. Las previsiones de la evolución en el corto plazo se extienden hasta el año 1980, y se basan en las conclusiones de los estudios de mercado.

En el sector argentino, la "Operación Zonas Áridas" no ha previsto desarrollos importantes, sobre la base de que el incremento de la demanda en el corto plazo podrá resolverse con una mejora progresiva en los rendimientos de las áreas de producción actuales, hasta alcanzar el 10% en el año 1980. Por el contrario, en el estudio se pone énfasis en una redistribución de los cultivos, de acuerdo con las tendencias del mercado y la oferta esperada de otras áreas más eficientes en determinados productos.

En el mismo estudio se analiza la influencia de nuevas áreas de riego que se esperan incorporar en la década, específicamente 20000 ha del proyecto de Las Maderas, las cuales se dedicarían en primera instancia a la producción de cereales y forrajes, como base para un desarrollo ganadero.

En el cuadro III-4-4 se indican las modificaciones sugeridas para las áreas cultivadas de las provincias de Salta y Jujuy.

Los totales primarios deben afectarse de un coeficiente para que dichos números reflejen la participación de la ACRB en el incremento de áreas de riego. Puede suponerse, a los efectos de estas estimaciones, que se mantendrá en 1980 la participación relativa de la ACRB en las dos provincias argentinas, que en conjunto alcanza al 67%. Las áreas netas de incorporación alcanzarían así a 32000 ha, de las cuales 20000 ha pertenecen íntegramente a la ACRB y corresponden, como ya se ha dicho, al proyecto de Las Maderas.

En el sector boliviano, la tendencia en el corto plazo será incrementar las áreas de riego en función del crecimiento de población, con los ajustes del consumo unitario por aumento del ingreso per cápita. Debe considerarse que el destino de los cultivos actuales del área, con excepción de la caña de azúcar, es el abastecimiento zonal, considerando los departamentos de Chuquisaca y Tarija. Puede estimarse en un 28% el incremento en la década de 1980, en áreas de cultivo, manteniendo las proporciones actuales.

En lo que respecta a la ganadería de ambos sectores nacionales, una meta mínima para 1980 debería ser la de no incrementar la brecha entre demanda y oferta de carne vacuna y leche; de tal manera que en esta década los incrementos de consumo no requieran el aumento de la importación regional.

Dadas las condiciones de las explotaciones ganaderas actuales, la única posibilidad de incrementar sensiblemente la producción de carne y leche es integrar fincas mixtas con pastoreos de secano y forrajeras y pastoreos de áreas bajo riego.

El incremento de la faena estimada para 1980 sobre los valores de 1972 es de 41000 cabezas. Por otra parte, la provisión de leche fluida para la Cuenca representará 28,3 millones de l/año y para lograr esta producción de leche se requiere un incremento de 7800 vacas en la producción ganadera.

Suponiendo, dadas las características de la Cuenca, que las tierras a habilitar se utilizarán para invernada de las reses destinadas a faena, el total adicional de vacunos que deberán mantenerse con pasturas y forrajes en áreas bajo riego en 1980, asciende a casi 50000 cabezas. Bajo esta suposición, las llanuras chaqueñas de Salta, Chaco y Formosa, proveerían al ganado de cría necesaria para soportar dichas extracciones.

En estas condiciones, y suponiendo un reducido incremento de la técnica cultural y de manejo del ganado, - actualmente limitada - las áreas bajo riego requerirán un incremento de 38000 ha, que ya fueron parcialmente incluidas en el cuadro III-4-4, como cultivos diversificados.

Cuadro III-4-4. Superficies cultivadas bajo riego propuestas para 1980*

Producto	Jujuy ha	Salta ha	Subtotal ha	Incremento sobre 1970 ha
Papa	2199	1535	3734	-435
Batata	468	412	880	+330
Tomate	2432	1844	4276	-2533
Zapallo	370	3199	3569	
Cebolla	760	429	1189	+2150
Arveja verde	890	416	1306	+379
Naranja	4462	4132	8594	+336
Pomelo	1099	1370	2469	+2674
Mandarina	517	1345	1862	+532
Limón	1357	2517	3874	+1658
Banana		2034	2034	+751
Durazno	200	227	427	+161
Otras frutas y hortalizas	6159	6592	12751	+1981
Vid		2000	2000	+500
Tabaco	9276	14600	23876	+1116
Caña de azúcar	30350	16240	46590	
Diversificación	17923	67274	85197	+38983

Total	78462	126166	204628	+48583
-------	-------	--------	--------	--------

** Proposición del informe Operación Zonas Áridas (CFI-MGA)*

Finalmente, teniendo en cuenta las dotaciones de agua para riego de estos productos diversificados y pastoreos, cabe esperar un valor medio anual de 15000m³/ha; ello determina un incremento de demanda de agua en bocatoma del orden de 570 hm³ en 1980 en el sector argentino. De acuerdo con las previsiones de la "Operación Zonas Áridas", dicha demanda se concentraría en el área de influencia del proyecto de Las Maderas y en las zonas donde la disponibilidad de aguas subterráneas posibilitaría la habilitación de nuevas tierras.

4.8.2 Evolución en el largo plazo. Las tendencias manifestadas en la coyuntura actual dejan de tener vigencia en el largo plazo, o sea para las décadas del 80 y 90. A los efectos de hacer evaluaciones con este horizonte de tiempo, deben adoptarse supuestos razonables relacionados con la evolución previsible en los índices macroeconómicos.

La producción agropecuaria de la ACRB (sector argentino) reconoce los siguientes destinos:

- a) Abastecimiento alimenticio regional, para el que se destina actualmente menos del 20% del área de riego y el total de la agricultura y la ganadería de secano.
- b) Abastecimiento en el mercado nacional de las hortalizas y frutales que ostentan la característica de primicias.
- c) Materia prima para la agroindustria, como las azucarera y tabacalera, que básicamente se orienta al mercado nacional y a la exportación.

El área bajo riego destinada a los dos últimos ítems representa actualmente más del 80% del total.

Para considerar la evolución de esta producción y fundamentalmente de las áreas bajo riego en la región, deben plantearse algunas hipótesis de trabajo. Los supuestos adoptados por la Unidad Técnica son los siguientes:

- 1°) La demanda de productos de consumo local o regional crecerá, por lo menos, en proporción al incremento esperado de la población de las provincias de Salta y Jujuy.
- 2°) La demanda de productos agrícolas destinados al mercado argentino crecerá en función directa con el crecimiento de la población del país.
- 3°) El incremento del stock ganadero para abastecer de carne y leche al mercado regional, se volcará hacia la habilitación de áreas bajo riego que provean forrajes y cereales para cría y/o invernada.
- 4°) Las metas en la producción ganadera corresponderán al objetivo de que en el año 2000 la región se autoabastezca de la carne y la leche requeridas por la población, sin recurrir a la importación de otras regiones, y para un nivel de consumo igual al del promedio nacional actual.

Los supuestos y metas reseñados son adecuadamente conservadores.

Con relación al sector boliviano, el criterio aplicado es similar, con la diferencia de que el incremento de producción agropecuaria se volcará además hacia los cultivos de secano, dado que las metas de

abastecimiento del mercado regional, en lo que hace a la producción bajo riego, están limitadas por la restricción de tierras aptas disponibles.

La producción de áreas bajo riego, destinada al mercado regional, ocupa el 75% del total. El resto se destina al mercado nacional, en particular la caña de azúcar. Dentro de esas bases, los supuestos para el sector argentino son también aplicables al boliviano.

Una vez obtenidas las metas de producción de áreas de riego, deberá aplicarse un factor de reducción en relación con la superficie total que se implementaría dentro del horizonte del Estudio. Dicho factor responde al incremento de la productividad de las actuales explotaciones y de las que deben habilitarse. Durante la década del 60, el rendimiento de los cultivos ha sido creciente en unos casos y decreciente en otros, dando como resultado un estancamiento en la evolución de la productividad por hectárea regada y sembrada.

En los casos favorables ha influido la introducción de mejores técnicas, y en los desfavorables el inadecuado dimensionamiento de las parcelas, el mal uso del recurso agua y el drenaje insuficiente. Debe confiarse en que una adecuada labor de extensión agrícola, la mecanización, el uso de fertilizantes y el control de manejo del suelo, determinen una mayor productividad futura. Un incremento de tal productividad, del orden del 50%, podría considerarse razonable, dado que sólo en esa forma se alcanzarían los mejores niveles en el orden nacional, con la excepción de la caña de azúcar, que presenta en la ACRB los más elevados índices regionales respecto de Argentina y Bolivia.

En el cuadro III-4-5 se establecen las áreas bajo riego que deberían implementarse para el año 2000 en la ACRB, sector argentino, tomando los sectores básicos previamente indicados.

La evolución en el tiempo se refleja en la figura III-4-1; en la misma se aprecian los diferentes crecimientos de las áreas cultivadas, atendiendo a los supuestos adoptados. Las cifras indicadoras de hectáreas a cultivar, en los casos de carne y leche, reflejan exclusivamente la parte bajo riego destinada a cultivos de forrajes y pasturas. El desarrollo ganadero requerirá parcelas mixtas con participación en secano significativamente mayor.

En la figura III-4-2 se establece la curva de demanda de tierras bajo riego que resulta de la sumatoria de sectores de la figura III-4-1, comparada con la curva resultante de la proyección de áreas necesarias para alcanzar las metas del PBI - sector agropecuario - considerando también un incremento gradual de productividad del 50%. Se manifiesta una estrecha concordancia entre ambas proyecciones.

El cuadro III-4-6 establece valores similares para el sector boliviano.

Cuadro III-4-5. ACRB - Sector argentino Areas bajo riego en el año 2000

Tipo de producción	Mercado	Tasa de crecimiento %	Total ha
Agrícola	Regional	2,9	45000
Agrícola	Nacional	1,7	143000
Carne	Regional	10,0	215000
Leche	Regional	7,5	25000
Total			428000

En lo que hace a la demanda de agua, deben considerarse no solamente las tierras que se pondrán en cultivo bajo riego, sino las dotaciones previsibles en el futuro. Al respecto, deben considerarse tanto las demandas diferenciadas correspondientes a los planes de cultivo, que variarán por subregiones, como también la evolución en la eficiencia del uso del agua.

En la región de la Cuenca y zona de influencia cabe reconocer solamente cuatro áreas, donde se verificarán incrementos sustanciales y valores absolutos relevantes en tierras de regadío. Ellas son: Polo de Desarrollo, El Ramal, Tarija (Bolivia) y Cuenca Inferior del Río Bermejo.

Dentro de esas zonas, y al solo efecto de establecer los requerimientos globales para el uso consuntivo del riego, se considerarán tipos de cultivos representativos y dotaciones medias concordantes. En el Polo de Desarrollo, los incrementos de áreas bajo riego deberían destinarse a cultivos diversificados de alta rentabilidad para el abastecimiento de la población urbana concentrada y para el mercado nacional.

En el Ramal predominarán cultivos industriales como caña de azúcar y posiblemente tabaco, así como áreas complementarias destinadas al consumo regional y nacional de productos agrícolas.

En Tarija se mantendrán los cultivos diversificados característicos de la situación actual.

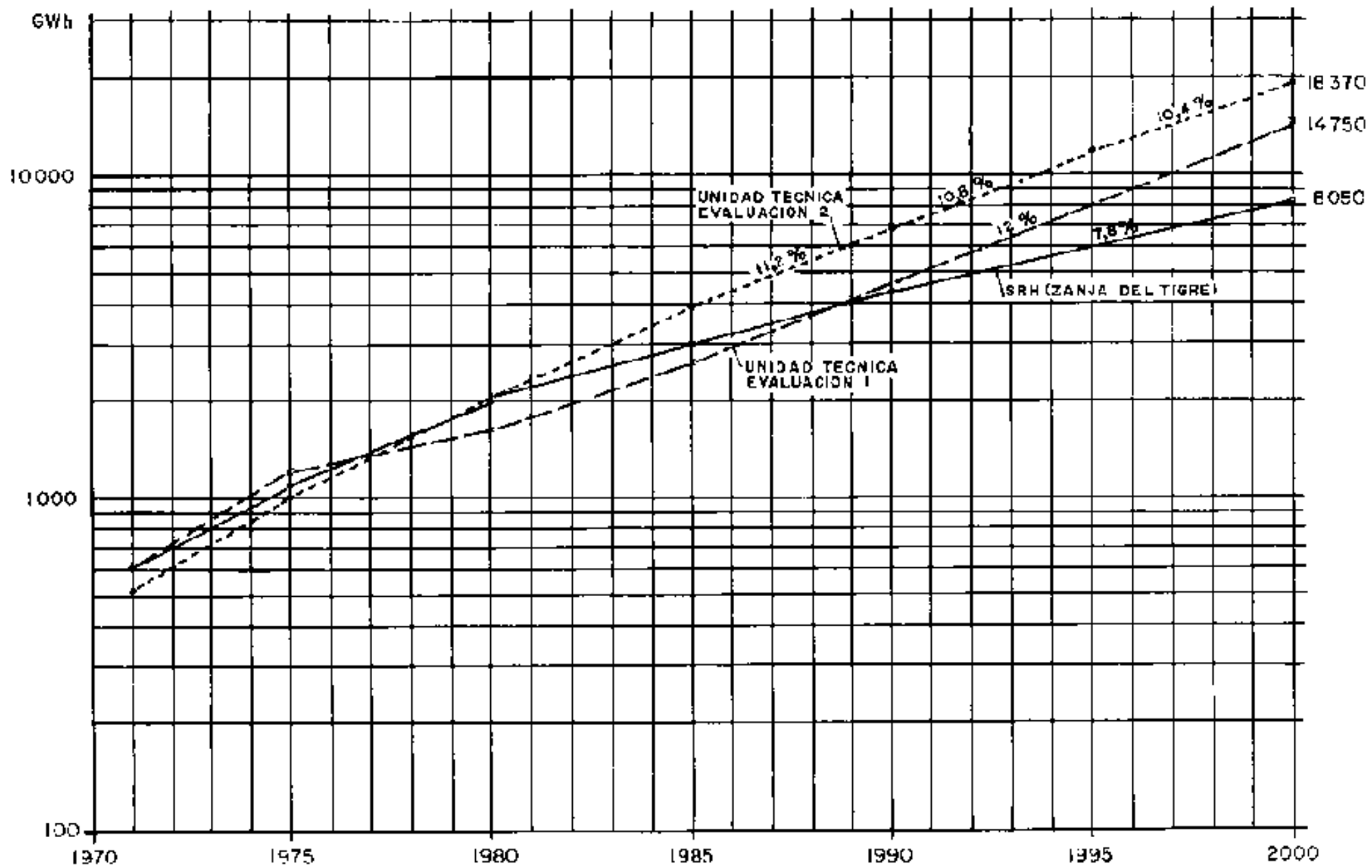
En la Cuenca Inferior y áreas marginales, los cultivos básicos corresponderán a pasturas y forrajes necesarios para la provisión de carne y leche del consumo regional.

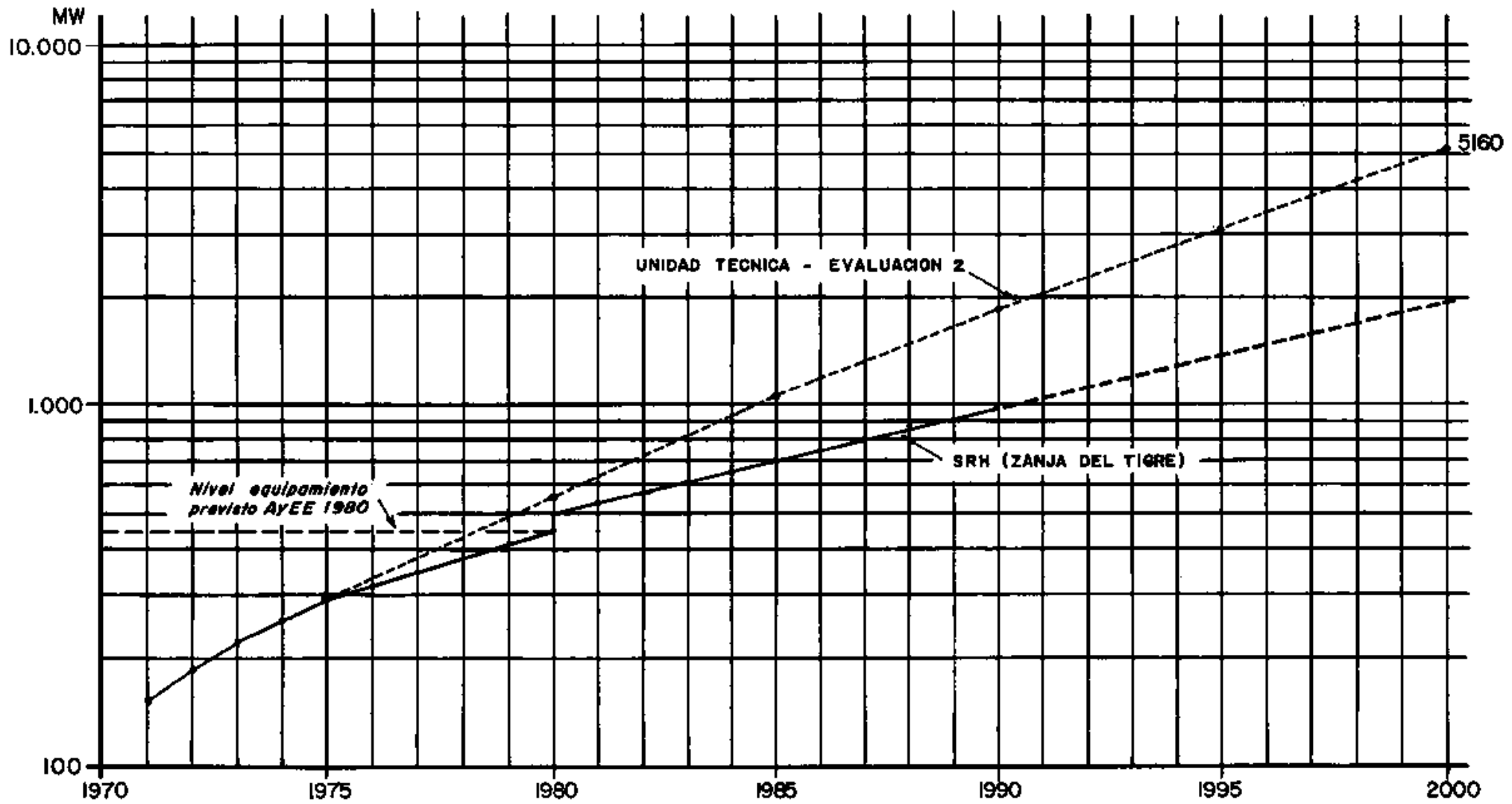
Con respecto a la eficiencia del riego, es de prever que con el desarrollo cultural y el mejoramiento de la infraestructura y las prácticas de riego, se verificará un mejor uso del recurso agua. Como hipótesis de trabajo, puede adoptarse un incremento de la eficiencia media desde el 35% en la actualidad hasta el 50% en el año 2000, para riego por conducciones.

Los cálculos efectuados en relación con las demandas regionales de agua para riego se indican en el cuadro III-4-7.

Las demandas globales por subregiones indicadas en el cuadro precedente, deberán ser desagregadas al considerar asociaciones de suelos y proyectos específicos de riego.









5. Abastecimiento de agua para poblaciones e industrias

[5.1 Introducción](#)

[5.2 Sistemas actuales de suministro](#)

[5.3 Demanda de eficiencia](#)

[5.4 Proyección de la demanda](#)

[5.5 Demandas conjuntas](#)

5.1 Introducción

Tal como fuera descrito anteriormente, la Cuenca presenta un régimen de precipitaciones de mediano a abundante (400 a 1400 mm/año), con excepción de la zona de la Quebrada de Humahuaca al oeste, que tiene clima desértico con precipitaciones del orden de 200 mm. El régimen presenta una marcada concentración de lluvias en los meses de estío. La Cuenca, a su vez, posee una densa red hidrográfica, con caudales permanentes en la mayoría de los cauces. Además, algunas áreas disponen de abundantes recursos en agua subterránea, con acuíferos a poca profundidad.

De una manera general, por lo tanto, no existen insuficiencias básicas respecto de fuentes para el suministro humano y de la industria.

[Figura III-4-1 - SECTOR ARGENTINO DEMANDAS DE AREAS REGADAS POR TIPO DE PRODUCCION](#)

[Figura III-4-2 - SECTOR ARGENTINO DEMANDAS COMPARADAS DE AREAS REGADAS](#)

Cuadro III-4-6. ACRB - Sector boliviano Areas bajo riego en el año 2000

Tipo de producción	Mercado	Tasa de crecimiento %	Total
Agrícola	Regional	2,5	17000
Agrícola	Nacional		12500
Carne	Regional		
Leche	Regional	3,5	1500
Total			31000*

* Límite impuesto por la disponibilidad de tierras aptas

Sin embargo, las concentraciones urbanas desarrolladas en su territorio y su crecimiento demográfico, así como la instalación de importantes industrias dimensionadas para el mercado nacional, al agotar las fuentes locales, han determinado la presencia de áreas deficitarias en cuanto a la disponibilidad de agua.

Es previsible que el crecimiento demográfico e industrial previsto para el año 2000 agudice la situación actual. El volumen de agua demandado crecerá vertiginosamente y este uso prioritario será sumamente competitivo, sobre todo en la zona sur de la Cuenca, donde además la riqueza de recursos naturales es menos relevante.

La explotación racional de agua subterránea y la conducción de caudales a largas distancias y desde otras cuencas, así como introducción de prácticas conservadoras, serán soluciones que deberán imponerse con el tiempo.

5.2 Sistemas actuales de suministro

5.2.1 Poblaciones. La ACRB contaba en el año 1970 con un total de 789300 habitantes, de los cuales corresponden 629300 a Argentina y 160000 (estimado) a Bolivia.

La población urbana de la parte argentina de la Cuenca representaba el 63% de la población, prácticamente los dos tercios de ella, distribuida en 30 localidades de más de 2000 habitantes. Por el contrario, en el sector boliviano predomina la población rural y la proporción de población urbana es del 33%.

Como una característica de la población del sector argentino debe señalarse la gran tendencia hacia la concentración geográfica. Dentro del cuadrángulo del Polo de Desarrollo (Salta - Güemes - S. Pedro - Jujuy) se encuentran localizados 328300 habitantes, o sea el 52% del total argentino. Por lo demás, la radicación industrial actual y la proyectada en el cuadrángulo citado, así como la demanda de mano de obra generada, indican que la tendencia hacia la concentración poblacional se incrementará en el futuro.

En el sector boliviano el problema no es tan agudo debido a la menor concentración urbana. En la actualidad el número de localidades con más de 10000 habitantes es de dos en toda la Cuenca: Tarija con 28700 habitantes y Bermejo con 11510. No existen ciudades que cuenten entre 2000 y 10000 habitantes, pero se encuentran 20 poblaciones entre 200 y 1730 habitantes, lo cual indica la dispersión del medio rural y la irregularidad en la concentración urbana.

Los planes de desarrollo en el sector boliviano plantean, como estrategia, incrementar la concentración de la población rural dispersa, hacia tres centros básicos: Tarija, Entre Ríos y Bermejo, aun cuando tal concentración no alcanzará el nivel del área argentina de la Cuenca.

5.2.2 Estado actual del suministro. Las poblaciones urbanas en el área poseen, en general, servicios de agua potable, públicos en algunos casos, y en otros a cargo de las empresas industriales que generaron el conglomerado urbano.

Gran parte de las poblaciones argentinas cuentan con servicios públicos con red de distribución y conexiones domiciliarias. En otras los servicios están constituidos por suministros restringidos en base a surtidores públicos. En la zona boliviana, Tarija, Padcaya y Entre Ríos cuentan con servicios domiciliarios.

La población rural o de localidades de menos de 2000 habitantes, presenta un nivel inferior de abastecimiento, primando los abastecimientos domésticos.

Cuadro III-4-7. Demanda de agua para riego Año 2000

Subregión	Hectáreas bajo riego	Cultivos	Dotación media m ³ /ha	Demanda hm ³ /año
Polo de Desarrollo	20000	Industriales	15000	300
	24000	Alta rentabilidad	9000	216
	20000	Diversificados	11000	220
El Ramal	73000	Industriales	15000	1095
	57000	Alta rentabilidad	9000	513
	18000	Diversificados	11000	198
Tarija	31000	Diversificados	11000	341
Cuenca Inferior y áreas marginales	216000	Forrajes - pasturas	15000	3240
Totales	459000			6123

Los cálculos de la población abastecida con agua potable no son fáciles de realizar y las estimaciones pueden estar sujetas a fuertes errores, por deficiencias en la base estadística. Las medidas de la población servida se efectúan generalmente en base al número de conexiones domiciliarias instaladas, o a evaluaciones de densidad de población en las áreas urbanas en el caso de servicios con surtidores públicos. Los números más aceptados indican que un 68% de la población urbana correspondiente a la Provincia de Salta cuenta con conexiones domiciliarias. Dicho porcentaje es del orden del 50% en la porción jujeña y se incrementa al 60% en el Departamento de Tarija.

5.2.3 Organismos que prestan servicios de agua potable. El abastecimiento de las poblaciones lo realizan diversos organismos públicos y privados, tanto del ámbito nacional como provincial o departamental.

En Argentina, los organismos nacionales son Obras Sanitarias de la Nación (OSN), que administra los abastecimientos de las capitales provinciales, el Ferrocarril Gral. Belgrano y Dirección de Fabricaciones Militares en Altos Hornos Zapla (AHZ). Los organismos provinciales son la Administración General de Aguas de Salta (AGAS) y la Administración General de Agua y Energía de la Provincia de Jujuy (AGAEP), en algunos casos con la colaboración del Servicio Nacional de Agua Potable (SNAP). En el sector privado, los ingenios azucareros y empresas mineras también prestan servicios de agua potable en las poblaciones que están ligadas a los mismos.

En el Departamento de Tarija, la labor de saneamiento ambiental es desarrollada por el Ministerio de Previsión Social y Salud Pública, con asistencia de las Alcaldías Municipales.

5.3 Demanda de eficiencia

5.3.1 Dotación actual. Las estadísticas regionales establecen que las dotaciones de agua con destino al consumo de las poblaciones varían en la Cuenca entre 100 y 600 l/hab/día.

Esta dispersión refleja varios hechos concomitantes difíciles de diferenciar y cuantificar:

- Restricción de la oferta de agua.
- Características de los sistemas de abastecimiento (conexiones domiciliarias, grifos públicos, o sistemas mixtos).
- Extensión de la red de distribución.
- Sistema de tarifa para el pago del servicio.
- Existencia o no de un sistema público de alcantarillado.
- Nivel socioeconómico de la población.
- Grado de industrialización.
- Participación del sector comercial y público.
- Pérdidas del sistema.

Además de esos factores, las cantidades brutas consignadas por estadísticas como aguas ofrecidas al servicio público, representan en la realidad estimaciones indirectas por falta de adecuados dispositivos de medición, registro y control. Asimismo, el número de habitantes servidos puede corresponder a cifras sobre o infraestimadas.

Los registros existentes dan como dotación más frecuente la de 300 a 400 l/hab/día, que se aplica a 14 localidades. Tal valor corresponde a un nivel aparente de elevada eficiencia en el suministro público, nivel que la realidad indica que está lejos de alcanzarse.

5.3.2 Dotación de eficiencia. Ante las circunstancias indicadas, a los efectos de la evaluación de la demanda de agua para población e industria, la Unidad Técnica ha considerado aconsejable establecer dotaciones en base a los resultados de los estudios generales realizados en ambos países, tanto por organismos oficiales como privados. A esos efectos se tuvo en cuenta:

- El número de habitantes de la población urbana.
- Los índices socioeconómicos de la población.
- Las condiciones climáticas.

Se supuso que dentro del horizonte del estudio, las poblaciones urbanas contarán con un servicio público de eficiencia en base a un sistema de distribución con conexiones domiciliarias en la zona urbana y de grifos públicos en la zona suburbana. Además, que paralelamente se proveerá de sistema público de alcantarillado.

Dentro del objetivo de conservación de los recursos hídricos, sería aconsejable establecer un régimen de tarifas en base al caudal de agua consumida, registrada por medidores. Tal práctica no es usual en los dos países, que se rigen por el sistema de "robinete libre". No obstante, en Argentina se está instituyendo

paulatinamente la tarifa medida, iniciándose el sistema con los grandes consumidores. A los efectos de este estudio se ha considerado adecuado prever que aún tendrá preponderancia el sistema de "robinete libre" en la Cuenca y los elevados consumos unitarios implícitos.

Los consumos de agua para la industria, teniendo en cuenta su creciente importancia, serán objeto de una evaluación separada.

En las condiciones establecidas, las dotaciones de agua para consumo público, involucrando los consumos domésticos, comerciales, pequeña industria, servicios públicos y pérdidas, evaluados comparativamente por habitante, serán los siguientes:

Rango A - Localidades con más de 10000 habitantes: 500 l/hab/día

Rango B - Localidades entre 2000 y 10000 habitantes: 300 l/hab/día

Para la población rural aglomerada o dispersa se considera un consumo de 100 l/hab/día.

5.4 Proyección de la demanda

Se considerarán separadamente la demanda de agua potable y la de uso industrial.

La demanda de agua potable se evaluó por procedimientos analíticos en base a la proyección del número de habitantes de la Cuenca, usando la tasa acumulativa anual histórica. A dicho número de habitantes se aplicó las dotaciones de eficiencia establecidas previamente.

Para el uso industrial de agua se usó la proyección directa. En los últimos años la Cuenca ha verificado un notable incremento industrial y está planificado intensificar la implantación industrial por medio de parques a instalarse en el Polo de Desarrollo y de otras industrias de base agropecuaria en zonas de los departamentos Libertador General San Martín y Oran. La medida de la tasa histórica del crecimiento industrial no es entonces aplicable.

Cuadro III-5-1. Proyección de la demanda de agua potable al año 2000

Subregión	Rango de localidad	Habitantes año 2000	Dotación l/hab/día	hm ³ /año
Quebrada de Humahuaca	A		500	
	B	15900	300	1,7
	Rural	22200	100	0,8
	Subtotal	38100		2,5
Polo de Desarrollo	A	754500	500	137,7
	B	28800	300	3,1
	Rural	175400	100	6,4
	Subtotal	958700		147,2
El Ramal	A	167500	500	30,6
	B	66800	300	7,3

	Rural	180400	100	6,6
	Subtotal	414700		44,5
Frontera	A		500	
	B		300	
	Rural	21500	100	0,8
	Subtotal	21500		0,8
Tarija	A	70200	500	12,8
	B	39800	300	4,3
	Rural	165000	100	6,0
	Subtotal	275000		23,1
Totales		1708000		218,1

5.4.1 Demanda de agua potable. Para estimar los consumos públicos de agua potable se procedió, en primera instancia, a proyectar la población al horizonte 2000.

En el sector argentino la proyección se realizó por departamentos, considerando para cada uno de ellos la tasa media acumulativa anual del período 1947 - 1970. A continuación se establecieron criterios de evolución de dichas tasas en base a los recursos naturales disponibles actuales y potenciales, las políticas gubernamentales de protección de fronteras y otras tendientes a evitar el despoblamiento relativo de parte del territorio. Una vez obtenida la población total por departamento y subregión, se procedió a la estimación de la población urbana por localidad, adoptando tasas de crecimiento iguales a las de los departamentos en que se encuentran localizadas. Dicha población urbana se clasificó entonces según el tamaño del centro poblado o rango.

En el sector boliviano se adoptaron para el Departamento de Tarija la tasa de crecimiento de población y el índice de concentración urbana en las tres ciudades seleccionadas como centros de desarrollo, de acuerdo con lo establecido en el Plan Regional de Desarrollo Económico - Social Chuquisaca - Tarija.

El número total de habitantes y su composición, previstos en la ACRB para el año 2000 y en las condiciones establecidas, se expresa de la siguiente manera:

	Población	Población	Población
	total	urbana	rural
ACRB	1708000	1143500	564500
Sector argentino	1433000	1033500	399500
Sector boliviano	275000	110000	165000

La distribución de esta población por rango de centro urbano, así como las demandas de agua resultantes, se indican en el cuadro III-5-1.

El 68% de la demanda de agua potable se concentrará, en consecuencia, en el cuadrángulo del Polo de Desarrollo, que ocupa el 5% del área de la ACRB. La demanda global dentro de dicho Polo, puede desagregarse en dos: aquella que afectará los recursos del río Grande o sus afluentes (banda norte) - que corresponde a la Provincia de Jujuy - y la que incidirá sobre los recursos del río Mojotoro y sus afluentes (banda sur) - que corresponde a la Provincia de Salta -. El cuadro III-5-2, establece los valores desagregados.

Cuadro III-5-2. Polo de Desarrollo Demanda de agua potable

Banda	Rango de Población	Habitantes año 2000	Dotación l/hab/día	hm ³ /año
Norte	A	305500	500	55,8
	B	23500	300	2,5
	Rural	116600	100	4,2
	Subtotal	445600		62,5
Sur	A	449000	500	82,0
	B	5300	300	0,6
	Rural	58,800	100	2,1
	Subtotal	513100		84,7

Cuadro III-5-3. Demanda de agua industrial Consumos actuales

Subregión	Fuentes superficiales*	Consumidores principales	Demanda anual
Quebrada de Humahuaca	Río Grande Superior	Industrias extractivas mineras	irrelevante
Polo de Desarrollo	Ríos Grande Inferior y Mojotoro	Parque de Pálpala y consumos industriales de las ciudades de Salta, Jujuy, San Pedro y Güemes	14 hm ³
El Ramal	Ríos San Francisco y Lavayén	Ingenios azucareros e industrias derivadas	3 hm ³
Frontera	Ríos Tarija y Bermejo	No existen	
Tarija	Ríos Tarija y Bermejo	Ingenios azucareros e industrias derivadas	menor de 1 hm ³

* Se indican los cursos de agua principales incluyendo sus afluentes

5.4.2 Demanda de agua industrial. Esta demanda ha sido determinada por proyección directa y en tres etapas.

i. *Consumos actuales.* Se han determinado por encuesta directa los consumos de agua de las industrias actuales. En los casos en que dichos consumos no eran conocidos o no se tenían registros, se evaluaron en base a índices de consumo específico. Los consumos actuales, considerando las subregiones

analizadas y sus respectivas fuentes de agua superficial, se expresan en el cuadro III-5-3.

ii. Demandas a mediano plazo. En la Cuenca se prevé la implantación de importantes grupos industriales, en particular en el Polo de Desarrollo. Se ha realizado una investigación directa sobre las características de las industrias y su capacidad de producción, previéndose que para 1980 se encontrarían en funcionamiento tres parques industriales: Pálpala, donde se concentrarán las industrias de minerales y sus complementarias; Perico del Carmen - San Pedro, con agroindustrias, y Güemes, con dedicación preferencial a la industria del mineral de hierro y su complementación con Pálpala.

En base a las metas de producción estimadas para dichos parques, las demandas globales del área crecerán aceleradamente hasta llegar a un total de 82 hm³ en 1980, con una tasa media acumulativa anual del 25%.

iii. Demanda al año 2000. A efectos de esta estimación, las demandas actuales correspondientes a las diferentes subregiones, con excepción del Polo de Desarrollo, fueron incrementadas según las tasas de crecimiento iguales a las establecidas en la proyección del PBI - sector industrial. Dichas tasas acumulativas anuales fueron:

Período 1972/80	10,5%
Período 1980/90	7,0%
Período 1990/2000	6,5%

Para el Polo de Desarrollo se partió de la demanda estimada para 1980 - con las incorporaciones industriales previstas a mediano plazo - y a partir de ese momento se consideraron las tasas ya establecidas.

Bajo tales hipótesis las demandas de agua para uso industrial, por subregiones, son:

Quebrada de Humahuaca	0 hm ³ /año
Polo de Desarrollo	284 hm ³ /año
El Ramal	25 hm ³ /año
Frontera	0 hm ³ /año
Tarija	8 hm ³ /año
Total	317 hm ³ /año

Como dato complementario de interés, se indica que la demanda correspondiente al Polo de Desarrollo, puede desagregarse en la siguiente forma: 60 hm³/año se aplicarán a la cuenca del río Mojotoro, (banda sur) en correspondencia con las demandas industriales del parque de Güemes y de la ciudad de Salta, y 244 hm³/año al río Grande y sus afluentes (banda norte) con destino a los parques de Pálpala y San Pedro e industrias de la ciudad de S. S. de Jujuy.

5.5 Demandas conjuntas

Integrando los valores de demandas correspondientes al sector municipal (agua potable) y al sector industrial, evaluados separadamente, se obtienen los resultados expresados en el cuadro III-5-4. La evolución de estas demandas se aprecia en la figura III-5-1.



66°

65°

64°

ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

Escala 1:2 000 000

20 0 20 40 60 Km

SIGNOS CONVENCIONALES

Capital de departamento (Bol) ●
Capital de provincia (Arg) ●

Ciudades importantes ○

Otras ciudades ○

Limite internacional ———

Limite de provincia ———

Rios ———



22°

22°

23°

23°

24°

24°

Trópico de Capricornio

JUJUY
SALTA

SALTA
JUJUY

LEYENDA

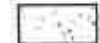
CATEGORIAS DE USO:



Medianamente extensivo



Extensivo



Muy extensivo

66°

65°

64°



6. Contaminación ambiental

[6.1 Introducción](#)

[6.2 Situación actual](#)

[6.3 Perspectivas y proyecciones en el mediano plazo](#)

[6.4 Proyección en el largo plazo](#)

[6.5 Control de efluentes](#)

[6.6 Conclusiones](#)

6.1 Introducción

Los valores de demanda de agua para los usos de abastecimientos municipales, la industria y el riego, que fueron determinados en los apartados anteriores, dan una clara indicación de la magnitud y la localización de los problemas vinculados con la contaminación ambiental. En este apartado se prestará particular atención a la contaminación de las aguas, con todas sus implicancias sobre ecología, mantenimiento de recursos naturales y bienestar humano y subsecuentemente a la demanda de medidas o proyectos tendientes al control de la depredación ambiental.

Cuadro III-5-4. Demanda de agua potable e industrial al año 2000

Subregión	Demanda hm ³ /año	
Quebrada de Humahuaca		2,5
Polo de Desarrollo		
Banda Norte	286,7	
Banda Sur	144,5	
Subtotal		431,2
El Ramal		69,5
Frontera		0,8
Tarija		31,1
Total		535,1

Figura III-5-1 - DEMANDA DE AGUA POTABLE E INDUSTRIAL

NOTA: No se Incluyen las curvas representativas de Quebrada de Humahuaca y Frontera, cuyos consumos totales son respectivamente 2,5 y 0,8 hm³/año.

Al analizar los valores de los usos de agua y retornos emergentes de los usos consuntivos en el horizonte del estudio, se visualiza claramente que la zona del cuadrángulo del Polo de Desarrollo presentará en este siglo y aun en el corto plazo, aspectos conflictivos.

La localización de los parques industriales decidida en el PNDS parece haber respondido más a la situación social del área y a sus recursos minerales, que a la disponibilidad de agua para los diferentes abastecimientos y posterior dilución de los respectivos efluentes; con lo cual es de prever que en el corto plazo se generarán problemas que actualmente pueden resultar secundarios. No obstante, y tal como ha ocurrido reiteradas veces en otras áreas del mundo, el grado de contaminación alcanzado y sus consecuencias moverá la conciencia pública en todos los niveles de la población, dejando de ser una especulación científica para convertirse en un problema regional prioritario.

6.2 Situación actual

Cuatro subregiones de la ACRB: la Quebrada de Humahuaca. El Ramal, Frontera y Tarija no parecen presentar situaciones serias, salvo aquellas emergentes de inadecuada ubicación de descargas cloacales o industriales, que afectan zonas muy localizadas en el espacio geográfico y por lo tanto, fáciles de resolver.

Como se ha mencionado en las descripciones realizadas, el desarrollo de la Quebrada de Humahuaca está condicionado por la falta de agua y de lugares para embalsarla, así como por falta de tierras agrícolas. Las explotaciones potenciales son las mineras y las actividades conexas con el desarrollo turístico. En general se puede decir que, con programas bastante simples, se puede mantener la contaminación de los cursos de agua dentro de límites razonables.

El Ramal tiene un desarrollo fundamentalmente agrícola y sus industrias son del mismo origen, con excepción de los yacimientos petrolíferos de Caimancito; este proceso de desarrollo puede magnificarse, pero no parece estar limitado por las disponibilidades de agua tanto para uso consuntivo como para dilución de los productos contaminantes vertidos en los afluentes.

Las subregiones Frontera y Tarija presentan, junto con mínimos valores de descargas contaminantes, muy importantes caudales en su red hidrográfica, con lo cual el problema es prácticamente inexistente aun en el largo plazo.

En cuanto al Polo de Desarrollo, sus industrias se localizan real o potencialmente en tres puntos principales que son Pálpala, San Pedro y Güemes. El grado de información que se posee para cada uno de ellos es disímil. En Pálpala existe adecuada información para las industrias más importantes, mientras que para las otras dos localizaciones los datos disponibles sólo son aproximadamente precisos. La Unidad Técnica ha cuantificado la contaminación por investigación directa o mediante uso de índices medios obtenidos en la bibliografía técnica pertinente.

Se ha considerado en forma separada el problema de la contaminación en cada localización. Los caudales mínimos mensuales en los ríos receptores de las descargas de cada uno de los propuestos parques industriales del Polo son:

Río Grande, en Puente Pérez (Jujuy)	3,7 m ³ /s
San Francisco, en Caimancito	6,0 m ³ /s

Mojotoro, en El Angosto

1,1 m³/s

Los caudales instantáneos aforados son inferiores a los medios mensuales mínimos anteriores. Pero a los efectos de evaluar el grado de contaminación, se ha optado por utilizar los valores mínimos mensuales teniendo en cuenta que la aproximación es adecuadamente satisfactoria.

En cada zona se ha tratado de cuantificar la carga contaminante de las industrias principales, mediante la consideración de una población equivalente expresada en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) o de sólidos suspendidos (SS), salvo los casos específicos tales como descargas ácidas o alcalinas o sustancias tóxicas. Para medir la población equivalente se ha considerado que las descargas domésticas contienen 60 gramos por habitante y por día de DBO y 72 gramos por habitante y por día de SS.

6.2.1 Zona de Pálpala. La zona de Pálpala tiene la mayor concentración industrial del Polo y también las industrias que representan el mayor peligro potencial de contaminación. De éstas, las que existen actualmente son Altos Hornos Zapla y Celulosa Jujuy, así como la metalurgia del cobre, que si bien su polución no tiene gran trascendencia por el escaso volumen de las descargas, puede crear serios problemas considerando la toxicidad de las mismas.

Para determinar la contaminación potencial, se han clasificado las industrias en dos categorías: contaminantes y no contaminantes. En la última categoría se incluyen no sólo aquellas cuyas descargas tengan reducida demanda bioquímica o química de oxígeno, bajos valores de sólidos suspendidos y que no contengan sustancias tóxicas, sino también aquellas cuyas descargas, si bien pueden ser contaminantes, no causan problemas por el reducido volumen del efluente.

De acuerdo con los criterios señalados, son contaminantes:

- La industria siderúrgica (Altos Hornos Zapla).
- La fabricación de pulpa y papel (Celulosa Jujuy).
- La metalurgia del cobre.
- La industria química (ácido sulfúrico, sulfato de cobre y sulfato de amonio).
- La fabricación de dulces.

La industria siderúrgica es fuertemente contaminante y para su evaluación se han considerado individualmente los procesos desarrollados, así como el destino del agua usada en los mismos.

El agua se consume en los procesos industriales, servicios generales, en la propia planta de purificación de agua y en el abastecimiento parcial de las poblaciones aledañas. En cambio, en el agua para refrigeración sólo se consumen las pérdidas por evaporación.

El mayor consumo corresponde a la planta de arrabio con un valor de 8800m³/día; la acería tiene circulación en circuito cerrado y su uso consuntivo llega a 2700m³/día; el abastecimiento de las plantas auxiliares se hace también en circuito cerrado con un consumo de 2700m³/día. Por último, el abastecimiento de la población anexa y los servicios generales insumen 4300m³/día, con lo cual el consumo total asciende a 18500m³/día.

En cuanto al proceso de fabricación de aceros, la planta de laminación en caliente utiliza agua principalmente en refrigeración, afectada únicamente por contaminación térmica. Sin embargo, parte del agua usada se contamina con laminillas de óxido de hierro que se recupera en decantadores, cuyo efluente tiene turbiedad elevada, pero su volumen no es considerable.

A los efectos de cuantificar la contaminación, se ha considerado el agua empleada en la granulación de escorias y el desagüe de la planta de laminación en caliente. En ambos casos se ha estimado la turbidez resultante y la población equivalente en sólidos suspendidos.

Se ha obtenido así para los Altos Hornos Zapla una población equivalente de 37500 habitantes, que puede conceptuarse reducida dada la magnitud de esta industria.

En cuanto a la producción de pulpa y papel, se centra en Celulosa Jujuy, que produce 21000 toneladas anuales de pulpa y papel de alta resistencia.

El proceso integral comprende la preparación de la madera, preparación de pulpa al sulfato y obtención de papel Kraft crudo (corrugado de exportación y papeles de alta resistencia mecánica).

El consumo actual de agua llega a 18000 m³/día, que se obtiene de galerías filtrantes y de tomas en el río Grande. El agua proveniente de ambas fuentes es tratada; la primera por su elevada dureza y la segunda para eliminar los efectos de la contaminación provocada por las descargas cloacales de San Salvador de Jujuy.

El mayor problema lo plantean los efluentes de la planta de pulpa o licores negros, con color intenso producido por derivados de la lignina, elevada DBO y otros productos derivados de la descomposición de la madera durante el "cocido" de la misma. Buena parte del licor negro se recupera en la fábrica, de modo que los caudales contaminantes son reducidos, aunque, en general, fuertemente concentrados en productos químicos.

Los residuos de licores fuertes se vierten sobre un cauce seco del Río Grande durante los períodos de estiaje, para posibilitar su arrastre en épocas de crecida. En períodos normales se arrojan directamente al río. Ambas disposiciones crean problemas de polución y la primera incluso puede afectar, por infiltración, el subálveo del río.

Las aguas residuales de los restantes procesos son más diluidas y contienen calcáreos, fibras, barros y materiales de acabado. Estas aguas se utilizan actualmente para irrigar plantaciones de tabaco vecinas a la planta.

La contaminación de la industria de celulosa y papel, es equivalente a la de una población de 57000 habitantes, considerando la producción actual.

Los gases de escape de la fábrica tienen metil mercaptanes que producen olores desagradables; cuando la intensidad y dirección de los vientos es desfavorable, esos olores pueden causar molestias en Jujuy.

En lo que se refiere a la metalurgia del cobre, el proceso consiste en el lavado del mineral, cuya ley promedio es del 8%, molienda y lixiviación en piletas con agregado de ácido sulfúrico.

La producción actual es de 240 ton/año y el consumo de agua es de unos 15 m³/día. La contaminación del agua residual se debe, por una parte, a la gran turbiedad que adquiere después del lavado del mineral, y por la otra al lavado de las piletas con arrastre de sulfato ferroso y partículas de cobre, los cuales constituyen el principal contaminante.

Mientras el sulfato ferroso no parece causar toxicidad en concentraciones menores de 37 ppm, el sulfato de cobre es tóxico aun en concentraciones de 0,04 ppm. Como la concentración de cobre en el agua de

lavado es muy superior al límite señalado, debe prescribirse un cambio en el proceso que contemple la recuperación del mineral contenido en dicha agua o bien que su disposición se realice sin volcado en el curso receptor. Independientemente de esta circunstancia se ha estimado la carga contaminante de las descargas tomando como base los sólidos suspendidos y así se obtuvo una población equivalente a 4200 habitantes.

Las industrias químicas productoras de sulfato de cobre y de amonio pueden llegar a ser contaminantes del curso receptor, dependiendo de la magnitud de la producción y de las características del proceso; sin embargo no se han considerado en el estudio por falta de datos para la evaluación. A pesar de ello, su influencia en la contaminación aparece incluida en las estimaciones globales de la posible incidencia de industrias no contaminantes.

En cuanto a la fabricación de dulces, se estima una producción de 1200 ton/año con un consumo diario de agua de aproximadamente 15 m³. Considerando la elevada DBO de los líquidos azucarados existentes en la descarga, se ha estimado la población equivalente en 1800 habitantes.

La zona de Pálpala incluye otras industrias de importancia que no han sido incluidas en el listado anterior porque no producen descargas apreciables de aguas residuales, o porque no plantean problemas de contaminación aunque sean importantes usuarios de agua.

Todas las industrias existentes conceptuadas como "no contaminantes", de alguna manera incrementan la contaminación del curso receptor, pero su consideración no altera las conclusiones derivadas de la acción de las industrias contaminantes. La carga de las primeras y de otras imposible de evaluar, medida en población equivalente, se ha estimado en 36200 habitantes.

En resumen, las industrias actuales de la zona de Pálpala incurren en una contaminación de las aguas del Río Grande y sus afluentes en la zona de influencia, equivalente a una población de 136700 habitantes, de acuerdo con el siguiente detalle:

Altos Hornos Zapla	37500	habitantes
Celulosa Jujuy	57000	habitantes
Metalurgia del cobre	4200	habitantes
Industrias del dulce	1800	habitantes
Varias y no contaminantes	36200	habitantes
Total	136700	habitantes

Las localidades cercanas al área industrial son San Salvador de Jujuy y Pálpala, con una población total (1970) de 96200 habitantes. Ello indica que las industrias existentes adicionan a los cursos de agua una contaminación equivalente a 1,42 veces el número de pobladores.

6.2.2 Zona de Güemes. La zona, que tiene como centro la ciudad de Gral. Martín M. de Güemes, tiene actualmente unas pocas industrias, de las cuales las más importantes son la fábrica de cemento de Campo Santo y el ingenio San Isidro.

El ingenio ha producido en 1971 cerca de 14400 toneladas de azúcar que equivalen a 134400 toneladas de caña; esto significa un consumo de agua de 264000 m³ y una población equivalente de 24000 habitantes.

La producción de cemento portland alcanza actualmente a 220000 toneladas/año. No obstante su importancia, como el proceso productivo es por vía seca, sólo se consumen 1800 m³ por día sin problemas de contaminación.

La producción de cerámicos, que es actualmente de 350 ton/día, se realiza sin consumo apreciable de agua y por lo tanto sin producir contaminantes.

En consecuencia, la contaminación industrial de la zona alcanza un valor equivalente a 24000 habitantes, que debe compararse con la población actual de la ciudad, con 11200 habitantes, lo que establece un índice de incremento relativo de 2,1 veces el número de pobladores.

6.2.3 Zona de San Pedro. La zona de San Pedro tiene algunas industrias de las cuales la más importante es la azucarera.

La producción de los ingenios La Esperanza y Río Grande llega en conjunto a cerca de 100000 toneladas de azúcar que equivalen a 888000 toneladas de caña; utiliza en el proceso industrial 1780000 m³ de agua por zafra, cuya contaminación equivale a 160000 habitantes.

Considerando que la ciudad de San Pedro cuenta con una población de 25300 habitantes, el índice de contaminación industrial de esta zona es el más elevado de todos, con un valor de 6,3 veces el número de pobladores.

6.3 Perspectivas y proyecciones en el mediano plazo

El horizonte considerado para el mediano plazo es el año 1980. Las proyecciones de contaminación del agua por procesos industriales son muy difíciles de realizar aun en el mediano plazo, ya que dependen de los planes de expansión de las industrias establecidas, de la instalación de otras y de las políticas que adopten las autoridades sobre contaminación de los cursos de agua y tratamiento de efluentes.

De todas maneras, las industrias contaminantes actualmente establecidas tienen planes de expansión bastante definidos para 1980; y si a esto se agrega la radicación de nuevas industrias, vemos que la magnitud del problema se incrementará notablemente.

6.3.1 Zona de Pálpala. Para considerar la contaminación que producirá Altos Hornos Zapla se ha supuesto un incremento en el consumo de agua proporcional a la producción que, según se ha previsto, alcanzará a 225000 toneladas de arrabio; esto significa admitir que en las futuras ampliaciones, el agua recirculará tal como lo hace en los procesos actuales.

Los problemas de contaminación se agravan por el agregado de hornos de coque y de la planta de laminación en frío con decapado ácido, aunque los tonelajes producidos no serían considerables (15000 ton/día de coque y 25000 ton/día de rollos). Las aguas residuales de la coquería contienen alquitrán, aceites livianos y licor amoniacal que deben ser recuperados o eliminados. El proceso de recuperación del efluente es costoso, pero de todas maneras - y atento en especial a la presencia de sustancias tóxicas y a la gran absorción de oxígeno que producen los licores amoniacaes - debe tratarse o disponerse por infiltración en terrenos adecuados.

La incorporación de una línea de laminación en frío con decapado ácido introduce un serio problema de contaminación, por lo que las descargas fuertemente ácidas de los baños, en base a ácido sulfúrico con una concentración del 8 al 10% y sulfato ferroso con concentraciones próximas al 15%, deben tratarse o eliminarse.

No es posible medir la influencia de estas descargas ácidas en base a la población equivalente en DBO o sólidos suspendidos, pero dado que el establecimiento Altos Hornos Zapla ha sido planificado adecuadamente para reducir los problemas de contaminación, debe admitirse que se seguirá ese criterio en las futuras ampliaciones y se tratarán convenientemente las descargas ácidas.

En cuanto a los procesos restantes, el incremento de producción implica un aumento en el consumo de agua que llegará así a 33300 m³ diarios y correlativamente un incremento en la contaminación del río Grande. Con base en la DBO y en los sólidos suspendidos, se ha estimado la población equivalente en 60100 habitantes.

En la producción de pulpa y papel se prevé una amplia expansión de la producción que llegará a 36000 toneladas para mediados de 1973 y a 75000 toneladas por año en 1980. Esta industria es gran consumidora de agua y el incremento previsto la convertirá en la de mayor insumo de todo el Polo de Desarrollo, para el año 1980. Esta expansión incluye el blanqueo parcial de la producción - alrededor de 25000 toneladas - lo que implica todavía un mayor consumo de agua y también una mayor contaminación.

Se ha realizado un estudio de la futura carga contaminante, expresada en población equivalente en base al gasto y a la DBO, en las grandes etapas del proceso (preparación de la madera, manufactura de pulpa Kraft, blanqueo y manufactura de papel) que se estima pueden corresponder a esta industria. La evaluación ha dado como resultado una población equivalente, en términos de DBO, de 285000 habitantes.

Este valor, evidentemente elevado para la capacidad de dilución y de depuración del Río Grande en períodos de estiaje, ha llevado a la Unidad Técnica a formular una serie de recomendaciones, que se establecen en los párrafos 6.5 y 6.6

La fabricación de ácido sulfúrico y cinc a partir de la blenda, alcanzará en 1980 niveles de 10500 toneladas anuales de ácido y 6100 toneladas anuales de cinc metálico y electrolítico.

El proceso por el que se obtiene el ácido requiere un considerable volumen de agua (65 m³/ton ácido), parte del cual puede resultar contaminante por los restos de ácido y sólidos en suspensión. Sobre la base de los sólidos suspendidos que puede arrastrar el agua, se ha estimado una población equivalente de 10800 habitantes.

El consumo de agua en la fabricación del cinc metálico y electrolítico es reducido (4,4 m³ por tonelada de cinc aproximadamente) de modo que no se ha intentado medir su carga contaminante. La incidencia de esta industria, así como la de otras consideradas como no contaminantes, será estimada más adelante por vía de una población equivalente conjunta.

La producción de cobre llegará a 1000 toneladas en 1980 y el consumo de agua respectivo a 60 m³/día, con lo cual la carga contaminante de las descargas, medida en base a sólidos suspendidos, será equivalente a 4200 habitantes.

Entre las industrias no contaminantes se encuentra la fabricación de cemento de escoria que alcanzará para 1980 una producción de 200000 toneladas anuales y se realizará, según se estima, mediante proceso con agua recirculada que no contamine el cuerpo receptor. Similares consideraciones se pueden hacer para la fabricación de cal y dolomita y de hierro esponja. La producción de las dos primeras en 1980 se ha previsto en 60000 ton/año y la de la segunda en 20000 ton/año.

Otras industrias derivadas de la siderurgia, como trefilería, perfiles para estructuras y forja liviana, alcanzarán individualmente 60000 ton/año, consumiendo agua para refrigeración normalmente en circuito cerrado y sin problemas de contaminación. La fundición de acero, que alcanzará en 1980 una producción de 1000 ton/año, está en condiciones similares.

Resumiendo lo expuesto para esta zona, el grado de contaminación probable que alcanzará en el año 1980, será equivalente a un valor aproximado a 400000 habitantes. Para la misma fecha, la población (S.S. de Jujuy y Pálpala) alcanzaría a 130000 habitantes, con lo cual la relación de contaminación de las aguas habrá sufrido una escalada desde 1,42 en la actualidad hasta 3,08, o sea más del doble en 10 años.

La población total equivalente, expresada en DBO, será entonces de 530000 habitantes, sobre un río no regulado cuyo caudal mínimo mensual es de 3,7 m³/s.

6.3.2 Zona de Güemes. En la zona de Quemés las previsiones futuras exceden notablemente la producción industrial actual, especialmente por la industria siderúrgica que se instalará en la zona denominada Altos Hornos Güemes (AHG), así como por las industrias químicas y el traslado de algunas industrias radicadas actualmente en la ciudad de Salta. La expansión es de tal importancia, que frente a ella los problemas de contaminación actuales resultan mínimos.

La mayor parte de las industrias a instalarse plantean problemas de contaminación en el curso receptor, que es el río Mojotoro.

Dentro de las industrias contaminantes, la más importante es la siderúrgica, no sólo como consecuencia de una muy elevada producción sino también por los problemas de disposición de aguas residuales, ya referidos en parte al citar la industria siderúrgica de Pálpala.

Admitiendo que el tope fijado pudiera alcanzarse en 1980, se tendría para ese año una producción de 1000000 de toneladas de pelets y 500000 toneladas de hierro metalizado, que excedería considerablemente la producción de Altos Hornos Zapla.

El proceso de peletización permite aprovechar el mineral ferrífero de menor granulometría que se somete a molienda y tostación y a concentración posterior. Se ha supuesto, a falta de información más precisa, que la concentración se realiza por vía húmeda y los barros se someten a espesado, filtración, agregado de aglutinante y fundente (bentonita y cal), concentración y peletización en cilindros giratorios.

Todo el proceso en su conjunto consume alrededor de 1,30 m³ de agua por tonelada de concentrado (aproximadamente igual a la producción de pelets) y la mayor parte se utiliza en el proceso de concentrado.

Los problemas de contaminación se centran en los líquidos que se separan de los barros en los espesadores; los barros, aunque no se utilizan, pueden disponerse como material de relleno sin crear problemas en el curso receptor; las aguas, en cambio, tienen turbiedad apreciable y la carga contaminante se ha estimado, en base a los sólidos suspendidos, en 27000 habitantes.

Se considera que esta contaminación no es importante frente a la que produce el proceso consiguiente con 500000 ton/año de hierro metalizado. Para ésta se ha estimado el consumo de agua en 15000000 de m³ anuales y la carga contaminante expresada en población equivalente, en 57000 habitantes.

Dadas las condiciones del mercado en el corto plazo, no debería preverse una expansión importante de la industria azucarera. En base a ello se ha supuesto que la zafra del ingenio San Isidro alcanzaría en 1980 a 150000 toneladas, lo cual produciría contaminación equivalente a 18500 habitantes.

Se prevé también la instalación de fábricas de bórax y sulfatos, las cuales, antes de 1980, alcanzarían una producción de 6000 ton/año de sulfures y sulfatos y 2000 ton/año de bórax. No se disponen de otros datos respecto a los productos ni a los procesos empleados, pero puede estimarse razonablemente que serán regulares consumidores de agua y que producirán algunos problemas de contaminación.

La fabricación de fertilizantes y plaguicidas se estima que será de 20000 ton/año pero no se dispone de información sobre la gama de productos futuros ni por lo tanto de los procesos que se utilizarán.

Si se trata de fertilizantes fosforados derivados de escorias siderúrgicas, el consumo de agua y la contaminación no serán importantes. Por el contrario, los plaguicidas sí plantean problemas por su toxicidad y los métodos de producción deben prever, desde ya, la recuperación o disposición de las aguas residuales.

Sobre la posible producción de alimentos concentrados no hay ninguna información y simplemente se ha estimado una producción, para 1980, de 6000 ton/año.

Como se dijo anteriormente, las previsiones para la zona de Güemes incluyen el traslado de algunas industrias radicadas actualmente en la ciudad de Salta. La que se refiere a la industria frigorífica, contribuiría en buena medida a aumentar la contaminación del río Mojotoro. Un cálculo moderado permite estimar la capacidad de producción para 1980 en 800 animales, lo que implicaría un consumo de agua diario de 2400 m³ y una carga contaminante expresada en población equivalente, de 39800 habitantes (se incluyen corrales, matanza y tratamientos de la carne).

Dentro de las industrias no contaminantes se encuentra la producción de cemento y cerámicos y la industria metalmeccánica. Se prevé llevar la producción de cemento a 450000 ton/año y la de cerámicos a 750 ton/día, sin que esto represente un consumo apreciable de agua ni tampoco cree problemas de contaminación.

Por todo lo expuesto, la implantación del parque industrial de Güemes representará una descarga de efluentes líquidos sobre el cauce del río Mojotoro, equivalente al de una ciudad de 142300 habitantes, casi nueve veces mayor que la población real probable de Güemes en 1980. La población total equivalente, expresada en DBO, será en esa fecha de 170000 habitantes y descargará sus efluentes sobre un río que tendrá, sin regulación, un caudal mínimo mensual de 1,1 m³/s.

6.3.3 Zona de San Pedro. En la zona de San Pedro existen planes para radicar agroindustrias que tienen poder contaminante, tales como mataderos industriales, usinas lácteas, fertilizantes y productos químicos derivados de la industria azucarera. Otras industrias previstas no crearán problemas de contaminación como las del frío, aglomerados de madera y bagazo y molinos harineros.

En esta zona, al igual que en las otras, la información sobre las cantidades a producir así como sobre los tipos de productos y procesos, es imprecisa. Los valores adoptados, a efectos de medir de alguna manera

la contaminación potencial, responden a estimaciones aplicadas en procesos similares.

Como se mencionara para el caso del ingenio San Isidro, no se prevé que los ingenios La Esperanza y Río Grande, radicados en la zona de San Pedro, puedan expandir su producción de azúcar en forma considerable en el mediano plazo. Se ha estimado que para 1980 podrán moler 1150000 toneladas de caña, lo que representa una población equivalente, expresada en DBO, de 103000 habitantes.

En el matadero industrial se prevé una faena futura de 300 vacunos diarios, para lo cual se utilizarán 900 m³ por día y la contaminación equivaldría a 15000 habitantes.

La industria láctea programada se espera que llegue a producir 30000 litros anuales para 1980, constituyendo una población equivalente a 3000 habitantes.

Para las industrias de alimentos concentrados, fertilizantes y productos derivados de la industria azucarera, se desconocen los productos elaborados y las cantidades previstas; se ha supuesto para las dos primeras una producción individual de 6000 ton/año, y para la última no se ha realizado ninguna estimación.

El efecto contaminante de estas industrias, sumado al del acondicionamiento de citrus, se consideró equivalente a las descargas domésticas de una población de 6000 habitantes.

La contaminación industrial en la zona de San Pedro alcanzaría, en el año 1980, al equivalente de una población de 231000 habitantes, con lo cual los efluentes globales, considerando la población real, serían equivalentes al de un total de 265000 habitantes. Esta descarga de efluentes se volcaría sobre el río San Francisco, con un caudal mínimo mensual de 6 m³/s, registrado en Caimancito.

En tales condiciones, la relación de efluentes industriales sobre los municipales ascendería de un valor de 6,3 veces en 1972 a 7 veces en 1980.

6.4 Proyección en el largo plazo

La evaluación de la contaminación industrial en el largo plazo y hasta el horizonte del año 2000, entra en el campo de la incertidumbre. La Unidad Técnica ha considerado como más correcto realizar una estimación global, utilizando las tasas de crecimiento de la producción industrial previstas para el Polo de Desarrollo. Tal procedimiento no considera la composición de los parques industriales, que por esencia generarán diferentes grados de contaminación. Pero tal composición del espectro industrial es imposible de predecir en el largo plazo. En consecuencia, el uso de indicadores como las tasas globales del PBI - sector industrias - sólo dará una aproximación grosera al problema.

En estas condiciones, el cuadro III-6-1, establece los mismos valores desarrollados para la situación actual y el mediano plazo, extendidos hasta el año 2000.

6.5 Control de efluentes

Las cifras precedentes indican que, aun en el corto plazo, la contaminación de los cursos de agua dentro del cuadrángulo del Polo de Desarrollo, alcanzará niveles intolerables.

Las medidas a adoptarse pueden seguir varias direcciones. Una de ellas sería la de incrementar el caudal regulado de los ríos que atraviesan el área, para alcanzar un nivel de dilución (y de DBO) adecuado como para asegurar el bienestar de los habitantes de la zona y preservar la flora y fauna naturales. Las obras requeridas por tales medidas serán el objeto de capítulos posteriores.

Los procedimientos más factibles, sin embargo, para abatir la degradación de las condiciones naturales de las aguas, el aire y los suelos, se orientan hacia el control de la cantidad y calidad de los efluentes contaminantes generados en las industrias y las poblaciones.

En lo que respecta a la contaminación de las aguas, una tendencia definida es la de analizar los problemas a nivel de cuenca o subcuenca (si aquella es muy extensa), utilizando con amplitud los recursos dados por el análisis de sistemas para obtener esquemas de control integrados y óptimos, de costo de conjunto mínimo, sobre la base de mantener un nivel de calidad preestablecido en los cursos de agua.

Dentro de los esquemas coercitivos utilizados por organismos de servicios públicos se encuentran:

- a) Disposiciones o reglamentos que obligan al tratamiento de efluentes y establecen penalidades graduales que pueden llegar al cierre de la industria.
- b) Subsidios o estímulos financieros - que serían otorgados a aquellos entes que efectúen un control de sus efluentes - tales como: exenciones impositivas, aceptación de amortizaciones anticipadas en liquidación de impuestos, subsidios en base a la disminución de elementos contaminantes, etc.
- c) Aplicación de tasas e impuestos sobre los procesos que generan cargas contaminantes o sobre el volumen y calidad de los efluentes municipales e industriales. Muchos análisis comparativos se han realizado en relación con estos temas, habida cuenta de la importancia que tienen tales tasas o subsidios en las localizaciones de industrias altamente contaminantes. En general, todos concuerdan en que los subsidios y tasas que dependan de otras variables que no sean la descarga de desechos, no son deseables, porque los incentivos se orientan hacia una dirección errónea. Por lo demás, las exenciones impositivas no resultan, en general, estímulos suficientes para abatir cargas contaminantes.

Cuadro III-6-1. Contaminación industrial Proyección al año 2000

Zona	Contaminación industrial en miles de habitantes	Población real en miles de habitantes	Contaminación total en miles de habitantes	Indice
Jujuy y Pálpala	1960	292	2252	7,7
Güemes	595	37	632	17,1
San Pedro	900	79	979	12,4

Las opiniones mayoritarias se orientan hacia la aplicación de tasas o tarifas proporcionales a los caudales y a la calidad del efluente municipal o industrial. Estas podrían tener tres ventajas importantes, muy difíciles de obtener por medio de regulaciones y penalidades:

- Inducirían una mayor reducción en la descargas, en aquellas áreas donde la limitación es

relativamente económica.

- Transferirían algunos de los procesos de investigación y de toma de decisión del sector público al de la gerencia de los entes contaminantes.

- Representarían un continuo incentivo hacia la investigación de nuevos procedimientos para abatir descargas contaminantes. Las industrias encuentran en el pago de tasas una razón o motivación para la búsqueda de nuevas tecnologías, procesos, cambios de productos y nuevas inversiones, todo ello orientado a la obtención de un mínimo de residuos.

Las tasas que deberían aplicarse a las industrias se determinan por el costo de los procesos requeridos para alcanzar un nivel dado de calidad (p.e. un nivel dado de oxígeno disuelto). En los Estados Unidos de Norte América estas tasas podrían alcanzar un valor sensible frente al valor del producto agregado. Un estudio de E.L. Johnson, aplicado al río Delaware, ha encontrado que el valor de las tasas que deberían aplicarse a la industria del papel representaría del 2,1 al 5,0% del valor de la producción neta. Para plantas químicas el nivel es del 4% y para otras industrias es considerablemente menor, con un promedio general del 0,26% (cálculos hechos en base a una tasa de US\$ 0,10 por libra de DBO). El promedio de tasa aplicable a los líquidos cloacales municipales sería de US\$ 3,85 por persona y por año.

De todas maneras, cualquiera de los sistemas de control incidirían en un abatimiento de la carga contaminante producida. Desde ese punto de vista, los valores de contaminación equivalentes serían los máximos teóricos, como si tales controles no fueran ejercidos ni aun en el largo plazo.

6.6 Conclusiones

Dada la imprecisión de la información existente sobre producción industrial y procesos de fabricación, sólo se ha pretendido señalar, en forma aproximada, el problema de la contaminación potencial, circunscrita ésta al Polo de Desarrollo y sus alrededores, por las razones señaladas en el parágrafo 6.2.

No obstante dicha imprecisión, los resultados aproximados que se presentan a continuación son definitorios del problema y deben tomarse en cuenta en la programación definitiva del desarrollo industrial del Polo.

i. La zona de Pálpala contiene la mayor concentración industrial actual y futura del área del Polo. Sus planes de expansión son, por otra parte, los más elaborados, y los datos de que se dispone, los más precisos.

Los bajos caudales del Río Grande en períodos de estiaje son insuficientes aun con la actual distribución industrial. Los incrementos de producción y la radicación de nuevos procesos e industrias previstos para 1980 son tan considerables que las descargas industriales no podrían hacerse directamente al río. Deberán preverse, en consecuencia, procesos de recuperación de residuos líquidos industriales y recirculación del agua y/o tratamiento de las descargas antes de su vertimiento en el curso receptor.

Se considera que la contaminación térmica de las aguas no es grave; pero una vez definido con más precisión cada uno de los procesos futuros, deberán tomarse en cuenta los efectos secundarios de la temperatura.

ii. La zona de Güemes no presenta actualmente serios problemas de contaminación. Los

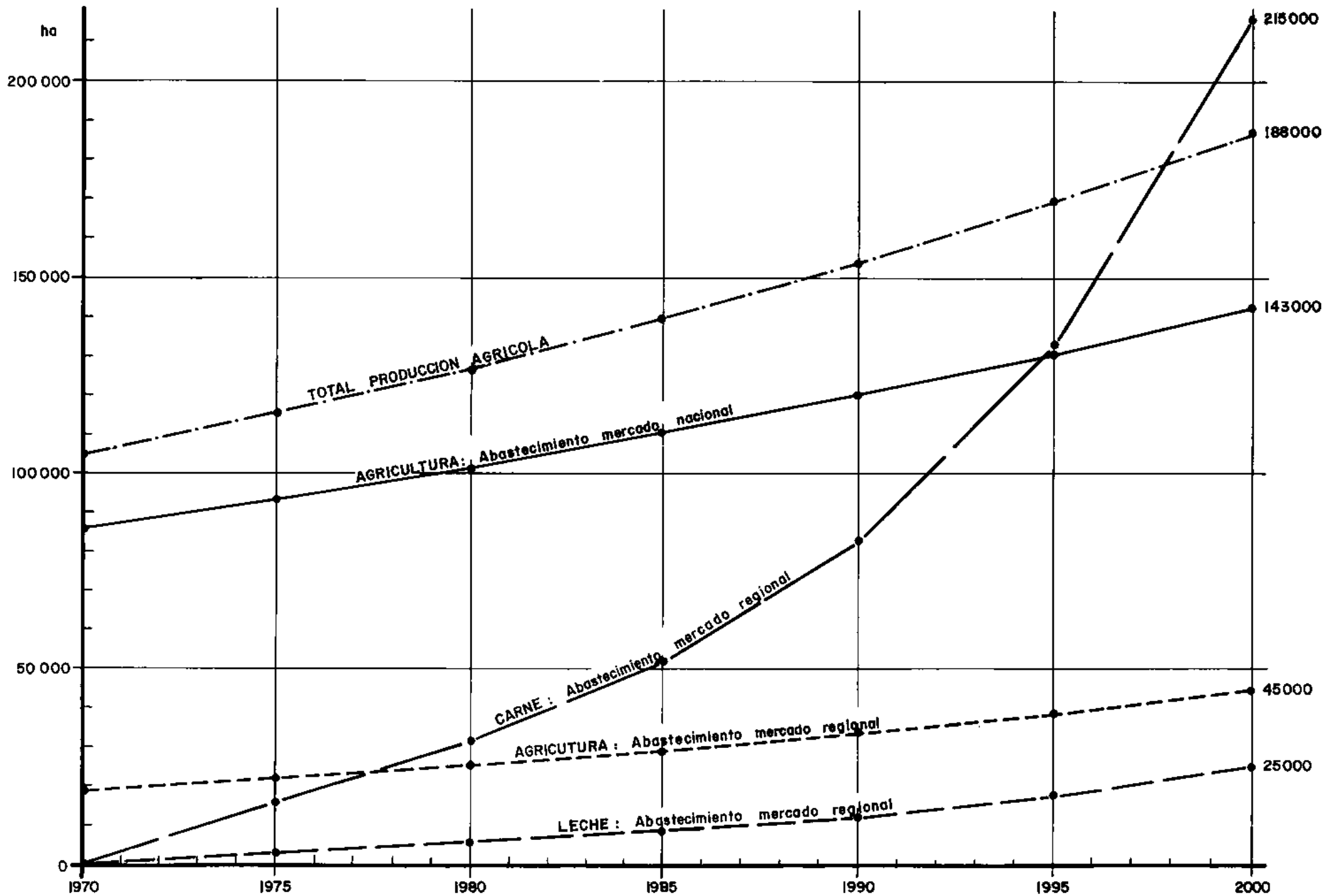
planes de expansión para 1980 son de extraordinaria importancia pero no parecen suficientemente elaborados, con lo cual los datos de que se dispone son notoriamente imprecisos.

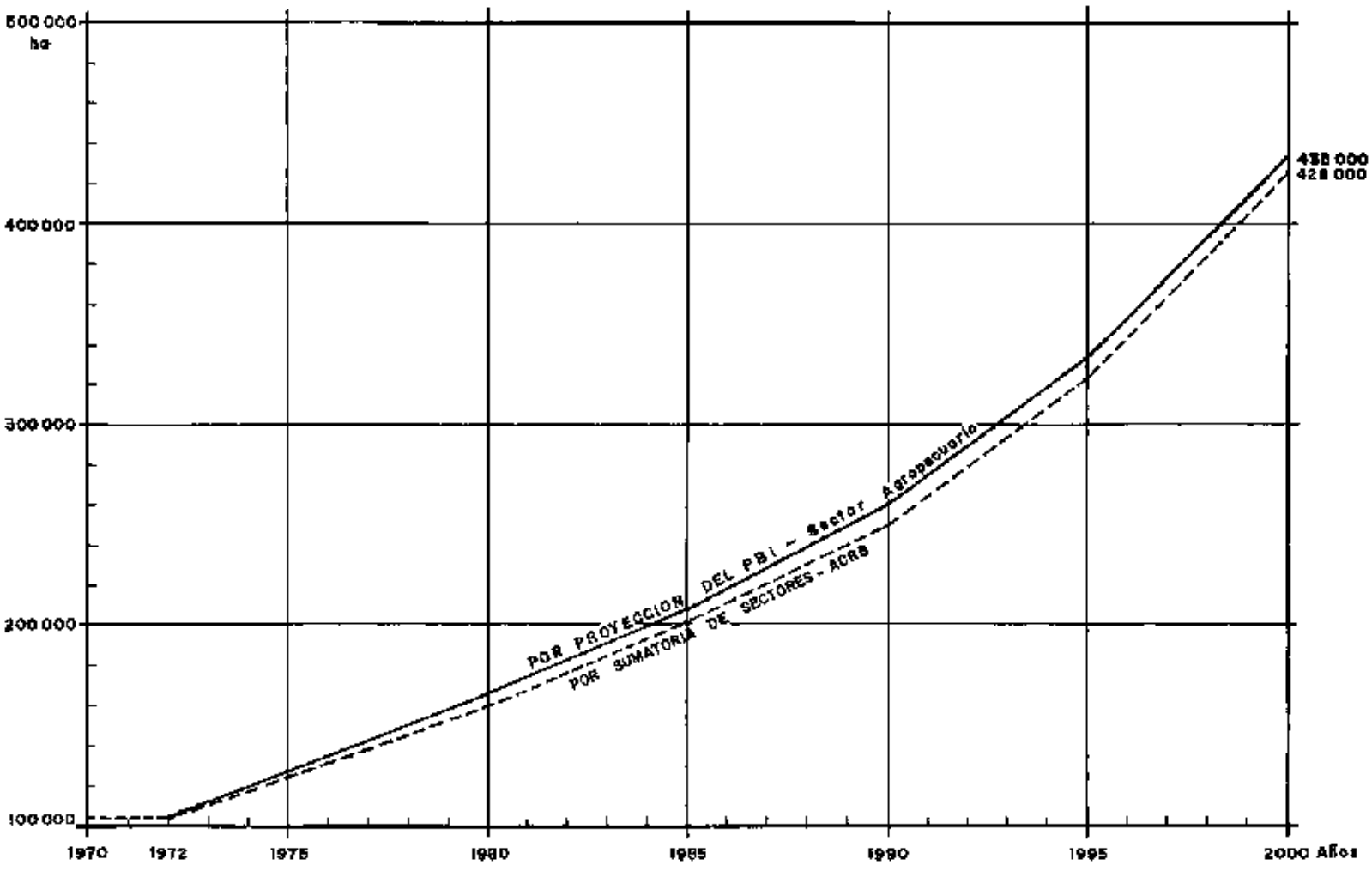
No obstante esta inseguridad, la existencia de planes concretos de radicación de una industria de considerable magnitud (Altos Hornos Güemes), plantea serios problemas en cuanto al abastecimiento de agua y a la contaminación del curso receptor. También en este caso la radicación de las nuevas industrias - incluso las resultantes de traslados desde la ciudad de Salta - sólo será posible si se dispone de adecuadas fuentes para provisión de agua y a condición de prever, como en Pálpala, la reducción de la carga contaminante de las descargas por tratamiento posterior o por modificación de las etapas del proceso industrial.

iii. La zona de San Pedro tiene planes de concentración industrial mucho menos ambiciosos que las anteriores y no se plantean en ella problemas graves de contaminación. Hay también inseguridad en cuanto al potencial industrial futuro, pero se cree que las modificaciones que pudieran producirse no alterarían fundamentalmente aquella conclusión.

Un estudio más definido a realizarse en el futuro debería tomar en consideración el hecho de que el río Grande llega a San Pedro contaminado por las descargas de Jujuy y Pálpala, de modo que sería necesario conocer la capacidad de autodepuración del tramo intermedio.









7. La erosión hídrica y las crecidas

[7.1 Consideraciones generales](#)

[7.2 Identificación de áreas erosionadas o susceptibles a la erosión](#)

[7.3 Daños a la tierra](#)

[7.4 Sedimentos](#)

[7.5 Las crecidas](#)

7.1 Consideraciones generales

La ACRB sufre un proceso de intensa erosión hídrica, que se manifiesta fundamentalmente por la extraordinaria carga de sólidos - una de las más elevadas del mundo - transportada por su red hidrográfica.

El río Bermejo aporta, por sí solo, el 75% del total de sedimentos transportados por el gran sistema fluvial de los ríos Paraná y Paraguay, hasta el Río de la Plata.

Se calcula que la producción total de sedimentos, principalmente generados en la Alta Cuenca, es de 95000000 de toneladas anuales. Expresando dicho valor por unidad de superficie de cuenca, resulta de 1880 ton/año/km², y comparando esta cifra con las correspondientes a los registros obtenidos de los principales ríos del mundo, vemos que el río Bermejo es el mayor productor de sedimentos del continente americano y sólo es superado por cuatro cuencas, cuyas superficies de drenaje son del mismo orden o mayor.

El fenómeno responde a una serie de causales coaligadas, entre ellas la fisiografía del terreno - de elevadas pendientes y escasa vegetación -, las características geológicas, el deficiente manejo de suelos y bosques y las intensas precipitaciones que caracterizan al período de lluvias.

En base a las mismas causas, se generan importantes caudales de crecidas en los ríos. Los elevados valores de precipitación puntual, la baja infiltración y la elevada escorrentía, provocan aluviones en las laderas de montañas y cerros y espectaculares crecidas en los cursos de agua.

Uno y otro proceso causan perjuicios de diferentes tipos y magnitudes. Las obras de aprovechamiento hídrico tienen influencia en el control de tales perjuicios y aunque no resuelven el problema original, tienden a disminuir sus efectos.

7.2 Identificación de áreas erosionadas o susceptibles a la erosión

Tres factores han sido identificados como más importantes en la contribución a la susceptibilidad del área a la erosión. Son: la cobertura vegetal, la fisiografía y el clima.

La Unidad Técnica ha interpretado individualmente y ponderado cada uno de estos factores. En el análisis final se ha interpretado cada uno de ellos en relación con los otros, y obtenido un promedio calificado de la susceptibilidad de un área dada, o unidad fisiográfica, a la erosión hídrica.

Esta clasificación final fue graficada y expresada en forma de cuadro y servirá no sólo para la interpretación del problema, sino también para orientar los proyectos de conservación y manejo tendientes a controlar el fenómeno de la degradación de la superficie terrestre en esta área.

7.2.1 Cobertura vegetal. Han sido reconocidos doce tipos principales de cobertura vegetal y expresados en mapas, que fueron incluidos en el volumen 3 del Informe preparado en Argentina.

Cada uno de estos tipos de cobertura fue clasificado teniendo en cuenta la susceptibilidad a la erosión hídrica, considerando dos criterios: estratificación y densidad de la canopia. Los resultados se expresan en el cuadro III-7-1.

7.2.2 Factor fisiográfico. La contribución del factor fisiográfico a la erosión hídrica se ha expresado en función del tipo de relieve, porcentaje de pendiente y suelo, presentados por las diversas unidades fisiográficas descritas en el capítulo II.

Los diversos tipos de relieve, escalas de pendiente y tipo de suelos, expresados en series y niveles de grandes grupos, se asociaron con unidades y subunidades fisiográficas. El grado de susceptibilidad a la erosión resultante de estas unidades, junto con los varios tipos de erosión asociados, constituyó la base para el cuadro de clasificación III-7-2 que se verá más adelante.

7.2.3 Factor climático. El efecto del clima sobre la susceptibilidad a la erosión ha sido también considerado. Se han expresado en términos de cinco "medios fitoclimáticos" que reflejan las características climáticas para zonas dadas, vinculadas a los tipos de vegetación de cada una de ellas.

Cuadro III-7-1. Susceptibilidad a la erosión hídrica de los suelos según la vegetación

Grado de susceptibilidad	N° de estratos vegetación arbórea	% de cobertura (densidad de la canopia)	Tipos de vegetación
Nulo a leve	2	95%-100% de cobertura Bosque muy denso	Selva montana
Leve	2	85%-95% de cobertura Bosque denso	Selva de transición
Moderado	1-2	50%-85% de cobertura Bosque semidenso	Zona ecotonal Bosque montano Bosque chaqueño

Severo	1	25%-50% de cobertura Bosque abierto	Bosque chaqueño degradado
Muy severo	Sin estratos	25% de cobertura Muy abierto	Pastizales

7.3 Daños a la tierra

Los tipos de erosión verificados son: laminar, en surcos, en cárcava, erosión de las márgenes, degradación del cauce, zanjeamiento del valle y socavación de la planicie de inundación. Con excepción de la erosión laminar y en surcos, todos los demás tipos pueden agruparse como "erosión del cauce". En algunos lugares de la Cuenca, especialmente en los más elevados, los cuatro primeros tipos de daños han causado perjuicios irreparables a la tierra.

Los daños específicos motivados por estos procesos de erosión, conjuntamente con los de sedimentación, son: reducción de la productividad del suelo, pérdida y degradación de la tierra, descenso del nivel freático, depósitos infértiles, sedimentación en embalses, sedimentación en zanjas de drenaje y canales de riego y daños a la navegación fluvial (estos últimos fuera de la Cuenca).

En base a lo anterior surge que, en forma paralela a cualquier evaluación de los recursos hídricos, deben estudiarse los orígenes de aquellos procesos y fomentarse la adopción de prácticas de manejo y conservación en las zonas identificadas. Esta parte del mejor aprovechamiento del medio natural deberá ser especialmente considerada en las etapas siguientes a este Estudio, que se destinarán a la implementación de los proyectos.

Los tipos de daños a la tierra han sido identificados en relación con las áreas susceptibles de erosión y los resultados se muestran en el cuadro III-7-2. En el mapa III-4-3 se han delimitado dichas áreas y en él puede apreciarse la magnitud de las zonas bajo proceso erosivo extremadamente fuerte.

Cuadro III-7-2. Tipos de daños a la tierra y áreas afectadas

Áreas actualmente afectadas por daños (P) y áreas con posibilidades de ser afectadas en el futuro (F)	Superficie en ha	Daños actuales (A) y potenciales (Po)			
		Reducción en la productividad de suelo	Pérdidas de suelo	Pérdidas del valor de las tierras	Descenso del nivel freático
1 (F) - Áreas sujetas a erosión moderada con bosque poco denso, bajo cultivo y pastoreo	363800	Po	Po	Po	Po
2 (F) - Áreas susceptibles a erosión fuerte, con bosque denso	242300	Po	Po	Po	

3 (F) - Areas susceptibles a erosión muy fuerte, con bosque denso	525500	Po	Po	Po	
4 (F) (P) - Areas susceptibles a erosión extremadamente fuerte y con erosión moderada, bosque moderadamente denso		Po	Po	Po	
	1434700	A	A	A	
5 (F) (P) - Areas susceptibles a erosión fuerte y erosión moderada, bosque poco denso	56600	Po	Po	Po	
		A	A	A	
6 (P) - Areas bajo proceso erosivo extremadamente fuerte	1673900	A	A	A	
7 (P) - Areas muy erosionadas y bajo proceso erosivo activo extremadamente fuerte	342700	A	A	A	
8 Areas con problemas de salinidad y/o pobre drenaje	50100	A		A	
9 Areas sujetas a inundaciones y sedimentación	108700*	A	A	A	
10 Areas sin daños significativos	256700				
Total	5055000				

** De este total, aproximadamente 50000 ha también están afectadas por problemas de salinidad y/o pobre drenaje*

7.4 Sedimentos

7.4.1 Caudales sólidos de los ríos. Los ríos de la ACRB transportan aproximadamente 95000000 de toneladas de sedimentos por año, de acuerdo con el cuadro III-7-2a.

Esta carga sólida alcanza, en su mayor parte, los ríos Paraguay y Paraná. Es la responsable, en consecuencia, de los sedimentos depositados en los canales navegables del curso, que obligan a una continua labor de dragado. Es, asimismo, una de las principales causantes del progresivo avance del delta del río Paraná en el Río de la Plata.

A su vez, los sedimentos de los diversos tributarios del río Bermejo tenderán a decantarse en los embalses artificiales que se dispongan en el futuro para la regulación de caudales. En consecuencia, estos sedimentos tienden a limitar la vida útil de dichos embalses, cuyos costos se incrementan por la necesidad de elevar el volumen muerto necesario. Sin embargo, indirectamente generan beneficios para los proyectos, al disminuir la necesidad y los costos de dragado en los cursos navegables aguas abajo.

En el cuadro III-7-3 se presentan los valores básicos de descargas líquidas y sólidas, para varios ríos de la Cuenca, en los puntos correspondientes a las estaciones de medición.

7.4.2 Vida estimada de embalses. El valor de la producción por kilómetro cuadrado de algunos tributarios del río Bermejo se encuentra entre los más altos registrados en el mundo. Este hecho tiene una marcada incidencia en la vida de los embalses, la cual ha sido apreciada por medio de cómputos y estimaciones realizados en base a los datos disponibles.

Los datos correspondientes a 16 emplazamientos aparecen en el cuadro III-7-4, el cual también contiene estimaciones preliminares para su planificación basadas, en algunos casos, sólo en las dimensiones del cierre del sitio

Se presenta, luego, el procedimiento seguido para calcular la vida estimada de dos embalses importantes - Pescado I y Zanja del Tigre - y algunas consideraciones sobre la sedimentación en embalses y sobre los sedimentos en la cuenca del Bermejo inferior.

7.4.3 Sedimentación en embalses. La vida útil de un embalse depende, en parte, de la velocidad con que pierde su capacidad de almacenamiento por causa del sedimento que las corrientes depositan en él. En este estudio, la vida se ha computado en función del tiempo requerido para que la corriente sin regulación transporte una cantidad de sedimento igual a la capacidad de almacenamiento del embalse propuesto. Sin embargo, la vida útil real puede ser inferior a la computada, y ello dependerá de la distribución del sedimento, del objetivo del embalse y de la forma de operación.

La vida útil real puede diferir en mucho de la que se da como estimada y depende del criterio que se aplique para definirla. Para la vida estimada se ha usado, en todos los casos, una "eficiencia de atrape" de 100%, lo cual puede no ser efectivo ya que ello significa, físicamente, que todo el sedimento se deposita en el embalse. Es fácil comprender que en un embalse relativamente pequeño (100 hm³ de capacidad, por ejemplo) el volumen de una creciente puede ser varias veces superior a la capacidad del embalse; en este caso, una parte de la descarga sólida pasará directamente por el vertedero.

Por otra parte, el cálculo de la sedimentación en embalses, basado en el volumen de sedimentos que llega al vaso, puede también resultar errado, debido a que parte del material se depositará por encima de la cota del vertedero y parte del material puede pasar a través del embalse sin depositarse. La relación entre el volumen de material depositado en el embalse y el volumen total que llega al mismo, se denomina "eficiencia de atrape". En los embalses grandes ésta es generalmente considerable; probablemente, menos del 10% del material pasará a través de cualquier embalse de los propuestos en la ACRB, cuya capacidad de almacenamiento sea superior a 500 hm³

La distribución del sedimento en los embalses se ve afectada por la operación de los mismos, su forma, acción de las olas y su capacidad en relación con el módulo del río. El sedimento se depositará primero en la parte superior del embalse y cerca del nivel del agua en el momento del máximo influjo de sedimentos. Así, la parte superior del volumen de embalse, normalmente destinada a control de crecidas, irrigación o energía, es la que primero sufre el efecto de la sedimentación.

Una consideración importante es el efecto de la presa en el régimen y el cauce del río aguas abajo. La cantidad de sedimento que puede transportar un río es una constante, suponiendo que existe un monto ilimitado de material disponible en el lecho para ser transportado y que la temperatura, profundidad, velocidad y otros factores que inciden en el transporte de sedimento, permanecen también constantes. Por lo tanto, el agua clara descargada por un embalse, la cual ya ha depositado su volumen de sedimento, erosionará material del lecho y márgenes del cauce aguas abajo, hasta tener en suspensión la cantidad de material que puede transportar. Por otra parte, si aguas abajo del embalse, el caudal líquido es inferior al que llevaba el río antes de construirse la obra, o si se interrumpe por completo la corriente, el cauce puede llenarse con depósitos provenientes de la erosión local y cubrirse de vegetación. En esas condiciones, la capacidad reducida del cauce para transportar el caudal durante las más grandes crecidas, crea un peligro potencial de inundación.

i. Pescado I. El río Pescado es un tributario importante del Bermejo y tiene gran significación dentro del desarrollo de los recursos hídricos de la ACRB. También es importante como consecuencia de la gran producción de sedimentos de su principal tributario, el río Iruya.

Para fines de diseño, las presas en la cuenca del río Pescado y cercanas a Zanja del Tigre deben ser consideradas como una unidad, debido a que puede ser necesario una combinación de embalses para minimizar o controlar el efecto de la sedimentación y para proporcionar un proyecto de desarrollo hídrico económicamente factible.

En la subcuenca del río Pescado se han estudiado tres emplazamientos para embalse. Hay datos disponibles sobre sedimentos (1946/67) para Colonia Colpana, cerca de la confluencia de los ríos Pescado y Bermejo. Recientemente se establecieron estaciones sedimentológicas en el río Pescado en Puesto Romero y en el río Iruya, cerca de El Angosto, pero todavía no hay datos disponibles.

La descarga de sedimentos en Colonia Colpana, unos 10 km aguas abajo de Pescado I, fue de 21,7 millones ton/año durante el período 1947/67. La relación entre descargas líquida y sólida se muestra en la figura III-7-1. La relación es buena y aparecen dos tendencias definidas: una durante años sucesivos de escurrimiento casi promedio (concentración media 5 kg/m³) y otra durante los años de gran escurrimiento, 1950, 1955, 1960 y 1963 (concentración media 10,5 kg/m³).

Cuadro III-7-2a. Sedimentos

Río	Lugar	Area de drenaje km ²	Sedimento (millones de ton)	
			Medido	Total
Bermejo	Zanja del Tigre	23750	57	63
San Francisco	Caimancito (P. Carretero)	20050	14	22
Bermejo	Abajo de Zanja del Tigre	1700		4,5*
San Francisco	Abajo de Caimancito	5050		5,5*

		50550		95
--	--	-------	--	----

* Estimación

Figura III-7-1 - RIO PESCADO EN COLONIA COLPANA RELACION ENTRE LAS DESCARGAS LIQUIDA Y SOLIDA 1947/67

Figura III-7-2 - RIO PESCADO EN COLONIA COLPANA RELACION ENTRE CAUDAL Y PORCENTAJE DE SEDIMENTO NO MUESTREADO

Cuadro III-7-3. Datos hidrológicos y sedimentológicos

Río	Estación	Area	Descarga líquida		Sedimento suspendido		Periodo de registro AyEE*
		km ²	hm ³ /año	hm ³ /año/km ²	10 ³ ton/año	ton/año/km ²	
SUBCUENCA TARIJA - BERMEJO							
Bermejo	Aguas Blancas	4850	2450	0,505	7890	1630	1947/67
Bermejo	Junta San Antonio	16140	5770	0,357	17100	1060	1946/56
Pescado	Colonia Colpana	4900	2960	0,604	21700	4430	1947/67
Bermejo	Zanja del Tigre	23750	10050	0,423	57100	2400	1946/67
SUBCUENCA GRANDE - SAN FRANCISCO							
Santa Rufina	Santa Rufina	80			1140	14200	1945/54
Yacones	Desembocadura al Nieves	135			100	740	1954/61
Nieves	El Volcán	100			1220	12000	1952/61
Mojotoro	El Angosto	810	491	0,606	2500	3090	1943/67
Lavayén	Bajada de Pinto	4930	418	0,085	1730	350	1943/67
Reyes	Antes del Guerrero	285	78	0,274	146	512	1961/67
Guerrero	Puente Guerrero	215	71	0,330	83	386	1962/67
Chico	Peña Blanca	60			8,5	142	1961/67
Los Alisos	Alisos de Arriba	95	42	0,442	53	558	1961/68**
Perico	El Típal	520	313	0,602	507	975	1944/48
Grande	San Juancito	8510			2360	277	1963/67
San Francisco	Puente Carretero (Caimancito)	22050	3064	0,139	18600***	844	1949/67

* El año hidrológico va de septiembre hasta agosto y se designa de acuerdo con el año en el cual termina; por ejemplo, el período de 7 años 1961/67 comenzó en septiembre de 1960 y terminó en agosto de 1967.

** 1958/59 y 1959/60 no se utilizaron.

*** Valor estimado. El valor publicado por AyEE es de 13,7 millones ton/año.

La descarga total de sedimentos fue computada para siete valores de descarga líquida, los que oscilaron entre 300 m³/s y 2000 m³/s. El cauce del río Pescado en Colonia Colpana es casi enteramente de arena, si bien el material subyacente es grava. Gran parte del material grueso movido por los ríos Pescado e Iruya está depositado cerca de la confluencia de esos ríos, donde decrece la pendiente y el cauce se ensancha; únicamente durante las grandes crecidas hay material transportado, mayor que la grava fina, hasta el puente de la Ruta 50. La gran cantidad de material grueso transportado por el Iruya constituye, probablemente, una fuente de sedimentos finos en Colpana, debido a que este material está sujeto a considerable turbulencia y abrasión física al fluir aguas abajo. El gran depósito aluvial grueso cerca de la confluencia de los ríos Iruya y Pescado, también debe ser fuente de origen del sedimento fino transportado a Colonia Colpana.

La mayor parte del material transportado por el río Pescado en Colonia Colpana tiene granulometría de arcilla, limo y arena, y es acarreado en suspensión. Los cálculos de la descarga total indican que queda sin muestrear aproximadamente el 3% del sedimento total en caudales de 2000 m³/s, el 5% en caudales de 1000 m³/s y casi un 20% en caudales de 200 m³/s. Esta relación es típica de un río de lecho de arena, en el cual el porcentaje no muestreado de la carga en relación con la carga total, se hace menor para los grandes caudales que son los que transportan más sedimento. La figura III-7-2 indica que menos del 10% del material queda sin muestrear en flujos mayores de 400 m³/s. Por lo tanto, una estimación de 10% de carga de fondo en aquella estación se considera conservadora (los cálculos del transporte de arena en los ríos de California indican que entre el 95% y el 99% de dicho material es transportado en menos del 2 al 15% del tiempo).

En tales condiciones, se estimó que la descarga total de sedimento en Colpana, para el período 1947/67, era de 24 millones ton/año (21,7 + 2,2). La densidad aparente computada es de 0,84 ton/m³ basada en una distribución promedio del tamaño de las partículas de sedimento suspendido, compuesta de 7% de arena, 73% de limo y 20% de arcilla. El volumen de material transportado por el río Pescado resulta de aproximadamente 29 hm³/año.

El volumen del embalse estudiado en Pescado I es de 560 hm³, y se llenará de sedimento en unos 19 años. Por lo tanto, será necesario proyectar estructuras aguas arriba y/o medidas para el control de la erosión al planear el desarrollo de esta subcuenca.

ii. *Zanja del Tigre.* Zanja del Tigre es el más inferior de los sitios para embalse propuestos en el río Bermejo y está a unos 30 km aguas arriba de la confluencia con el río San Francisco.

El río Bermejo, aguas abajo de la Junta de San Antonio, tiene una pendiente pequeña y serpentea extensamente sobre una amplia planicie de inundación. El material del lecho es predominantemente arenoso y las empinadas márgenes vecinas al sitio de la presa parecen muy erosionables, al punto de ser una posible fuente de los sedimentos que transporta el río en Zanja del Tigre.

Cuadro III-7-4. Vida estimada de embalses

Embalse	Río	Area de drenaje* km ²	Capacidad de embalse hm ³	Vida estimada años
---------	-----	-------------------------------------	---	--------------------

SUBCUENCA TARIJA - BERMEJO				
Astilleros	Tarija	9600	1700	200
San Telmo	Tarija	10500	465	77
Alarache	Bermejo	2260	350	86
Las Pavas	Bermejo	4420	1240	156
Arrazayal	Bermejo	4750	1200	140
Pescado II	Pescado	1700	1900	422
Portillo	Iruya	2950	70	3
Pescado I	Pescado	4900	560	19
Zanja del Tigre	Bermejo	23750	4000	80
Santa Rosa	Colorado	420	56	62
SUBCUENCA GRANDE - SAN FRANCISCO				
Peña Blanca	Chico	60	4,5	82
Los Alisos	Los Alisos	95	65	750
Vilte	Lavayén	4930	63	27
Las Capillas	Las Capillas	300	92	
Corral de Piedras	Tesorero	230	324	
Yuto	San Francisco	22050	4160	210

** Area medida en la estación hidrométrica más cercana*

El derrame anual tiene un valor medio de 10000 hm³ (1946/57) y oscila entre 4460 y 20400 hm³. La magnitud y variabilidad de los caudales, sumados a las características del cauce, hacen pensar en una gran erosión y muy significativa capacidad de transporte. La atenuación de los picos de crecida mediante embalses aguas arriba y/o como consecuencia del embalse propuesto, reducirá la cantidad de sedimento transportado por el río Bermejo.

Hay datos disponibles sobre sedimentos en Zanja del Tigre desde setiembre de 1945. La relación entre la descarga líquida y sólida aparece en la figura III-7-3. La relación es constante para 1947/64, con una concentración media de 5,45 kg/m³, excepto durante los dos años de máxima descarga registrada, 1955 y 1960. El período de tres años 1965/67 tiene una descarga sólida promedio inferior y una concentración media de 3,27 kg/m³ o sea el 60% de la que correspondió a los 18 años anteriores. La reducción de sedimento transportado durante 1965/67 puede atribuirse a caudales inferiores ocurridos durante ese período.

La carga de fondo se computó para varios caudales importantes, en los que la concentración era conocida. Se utilizó el método de Colby, debido a que se desconoce la distribución en tamaño de las partículas del lecho. La relación entre caudal y descarga de sedimento no muestreado aparece en la figura III-7-4 y la relación entre caudal y porcentaje de carga no muestreada respecto de la carga total, en la figura III-7-5.

Durante el período de registro no fue determinada la carga total debido a que la relación entre caudal y

sedimento no muestreado no ha sido definida en forma adecuada para toda la gama de caudales y a que los datos sobre duración del caudal diario no están disponibles. Se requieren suficientes mediciones de la carga total, incluso muestras de fondo, para definir la curva correspondiente a toda la gama de caudales. Los datos que se obtienen en una medida de la carga total y el cálculo de dicha carga, han sido descritos por Colby y Hembree*. Este procedimiento se conoce con el nombre de método modificado de Einstein. Colby y Hubbell dan una rápida solución gráfica para este método**. La descarga no muestreada cada día puede ser computada en base a la relación de la figura III-7-4 añadida a la carga en suspensión para obtener la carga total.

* Colby, B.R. y Hembree, C.H. "Computation of total sediment discharge, Niobara river near Coby, Nebraska" USGS WS Paper 1357, Washington, 1955.

** Colby, B.R. y Hubbell, D.W. "Simplified methods for computing total sediment discharge with the modified Einstein procedure" USGS WS Paper 1953, Washington, 1961.

No existen valores exactos de la carga total; por lo tanto, para Zanja del Tigre se estimó la proporción de sedimento muestreado y no muestreado a partir de la relación de la figura III-7-5. Resultó que alrededor de un 25% del material queda sin muestrear para un caudal diario de 300 m³/s y 10% queda sin muestrear para caudales de 2000 m³/s. Debido a que la mayor parte del sedimento es transportado en los grandes caudales, se supuso que la carga no muestreada representa un 10%.

[Figura III-7-3 - RIO BERMEJO EN ZANJA DEL TIGRE RELACION ENTRE LAS DESCARGAS LIQUIDA Y SOLIDA 1947/67](#)

[Figura III-7-4 - RIO BERMEJO EN ZANJA DEL TIGRE RELACION ENTRE CAUDAL Y DESCARGA DE SEDIMENTO NO MUESTREADO](#)

[Figura III-7-5 - RIO BERMEJO EN ZANJA DEL TIGRE RELACION ENTRE CAUDAL Y PORCENTAJE DE SEDIMENTO NO MUESTREADO](#)

Cuadro III-7-5. Río Bermejo en El Colorado Variación de la concentración con la altura del agua

Escala m	Concentración kg/m ³
1,00-1,49	0,24
1,50-1,99	0,31
2,00-2,49	0,48
2,50-2,99	1,40
3,00-3,49	2,50
3,50-3,99	4,06
4,00-4,49	6,32
4,50-4,99	7,35
5,00-5,49	9,9

La descarga promedio de sedimento en el período 1946/67 (cuadro III-7-3) es de 57 millones de ton/año. Agregando 6 millones ton/año de carga no maestreada se llega a 63 millones ton/año. Sin embargo, del

cauce entre Junta de San Antonio y Zanja del Tigre pueden provenir de 12 a 15 millones de toneladas de sedimento anual. Dado que el futuro embalse cubrirá totalmente dicho tramo, este material ya no será erosionado del lecho o de la ribera. Si se toma para él el promedio de 13 millones ton/año, el sedimento transportado es de 50 millones ton/año, y con una densidad aparente de uno el volumen anual es de 50 hm³. De esa manera, el embalse de 4000 hm³ tiene una vida estimada de 80 años.

Se han hecho muchas estimaciones sobre la vida del embalse propuesto en Zanja del Tigre. Una de ellas indica una vida de 148 años. Esa estimación se basó en un valor de 54 millones de toneladas de sedimento suspendido por año, al cual se aplicó luego una corrección del 25% por los cambios en el área de drenaje y en la erosión consecuente una vez construido el embalse. Esta corrección del 25% implica 13.5 millones de toneladas y concuerda con lo estimado antes; o sea que los valores básicos utilizados en la estimación son similares. La diferencia entre 80 y 148 años para la vida del embalse se debe a que en la última estimación no se incluyó la carga de fondo; se utilizó un período estadístico algo diferente, y se usó una densidad aparente de 1,6 para determinar el volumen de sedimentos. La densidad 1,6 es un valor que se puede aplicar a un depósito de grava y piedras; un depósito de arena mediana pesa aproximadamente 1,45 ton/m³, uno de limo 1,1 ton/m³, y un depósito de arcilla oscilará entre 0,4 y 0,7 ton/m³. Estos valores, que son aproximados, han sido determinados en el extranjero.

Existe en operación en Chile, desde hace 40 años, un embalse destinado a recibir los relaves o colas del mineral de cobre, los que son transportados en agua con 35% de sólidos en peso. Se trata, principalmente, de arena finamente triturada, de densidad absoluta 2,7. Muestras "in situ" tomadas en el depósito, acusaron densidades aparentes que varían entre 1,1 y 1,5, con promedio de 1,4 para la totalidad de los numerosos ensayos realizados.

El desarrollo de un proyecto económicamente factible en Zanja del Tigre dependerá, al menos en parte, de la construcción de otros aguas arriba, ya que todos los tributarios principales contribuyen con cantidades significativas de sedimento; por lo tanto, la construcción de presas en cualquier tributario importante aguas arriba, aumentará la vida útil de Zanja del Tigre. La contribución mayor de sedimentos es de 21 millones ton/año constituida por el aporte del río Blanco o Zenta y por el aporte menor del Bermejo entre ambas juntas. En tales condiciones, los datos de las estaciones sedimentométricas en el río Blanco son críticos y si se llega a conocer la fuente de esta gran producción de sedimentos, se podrían definir acciones para reducir la erosión y aumentar la vida probable del embalse en Zanja del Tigre.

7.4.4 Cuenca inferior del río Bermejo. El tramo inferior del río Bermejo fluye hacia al sudeste desde la confluencia con el río San Francisco hasta su desembocadura en el río Paraguay. La longitud del tramo es de aproximadamente 720 km en línea recta a lo largo del cauce y la diferencia de elevación de unos 250 m.

El Gran Chaco, por donde fluye el Bermejo inferior, comienza en el límite oriental de la ACRB. Es una planicie chata casi sin accidentes, en cuyo extremo occidental la precipitación es de unos 600 mm y aumenta progresivamente hacia el este hasta llegar a 1200 mm en el río Paraná.

La vegetación se compone principalmente de pasto ralo, matorrales y árboles pequeños. La superficie de tierras dedicadas a la agricultura aumenta hacia aguas abajo.

El río serpentea extensamente en toda su longitud observándose la presencia de numerosos meandros y cauces abandonados. En algunos tramos el río divaga sobre una extensa planicie de inundación y en otros corre confinado entre barrancas profundas.

Hay datos hidrométricos disponibles en dos localidades entre Zanja del Tigre y la confluencia con el río Paraguay: Yacaré y Colorado. Yacaré está a unos 550 km aguas abajo de la Junta de San Francisco y Colorado a unos 450 km (por el cauce del río) aguas abajo de Yacaré. Hay datos sedimentológicos en parte de los años hidrológicos 1969/70 y 1970/71, pero no están completos los cálculos sobre las descargas sólidas diarias. Sólo está disponible parte de la información que se necesita para estimar la cantidad del transporte sólido y predecir el efecto de las futuras obras de la Alta Cuenca sobre el Bermejo inferior y los ríos Paraguay y Paraná.

Entre agosto de 1969 y mayo de 1971 se efectuaron numerosas determinaciones de la concentración instantánea de sedimento en El Colorado y se relacionaron con las alturas de agua en escala limnimétrica. Se promediaron los valores de la concentración correspondientes a cada 0,5 m de variación en altura y los resultados se expresan en el cuadro III-7-5.

Para valores de la escala mayores de 5,5 m, la concentración tiende a disminuir. Ello significa que se ha llegado al límite del ingreso de sedimentos, a partir del cual, si el volumen de agua crece, el de sedimentos no lo hace en la misma proporción.

El día 17 de enero de 1972 a las 8 horas, en la estación El Colorado, el caudal era de 158 m³/s, el ancho de 152 m, la profundidad media de 1,3 m y la velocidad promedio de 0,77 m/s; la profundidad máxima en el centro del río era de 2,0 m. Los depósitos de arena indican turbulencia, resuspensión del material de fondo y transporte de grandes cargas de sedimento. El río cubría casi todo el ancho del cauce y estaba confinado entre barrancas casi verticales de unos 8 m de altura. Había signos de socavación y erosión en las márgenes, lo cual indica que el Bermejo inferior tiene problemas sedimentológicos que son independientes de la producción de sedimentos en la Alta Cuenca.

Un análisis de la descarga líquida diaria del período 1969/70 y 1970/71 del Bermejo en Junta de San Francisco, Yacaré y Colorado, indica que, en general, hay una buena correlación entre las tres estaciones, y que los picos de las crecidas que se originan en la Alta Cuenca se pueden identificar fácilmente en las estaciones de aguas abajo. Dichos picos necesitan unos 10 - 15 días para trasladarse desde Junta de San Francisco hasta El Colorado.

En el Colorado, el caudal es inferior en casi un 20% al de Junta de San Francisco. Se pierde un gran porcentaje del agua durante las primeras crecidas; parte del mismo queda almacenado en las márgenes, en el cauce y en madrejones o lagunillas ("ox-bow lakes") cercanas al cauce y el resto se pierde en los cauces abandonados. Al parecer, durante las crecidas iniciales y las grandes crecidas de cada estación, el río abre nuevos cauces y abandona otros.

Se necesita conocer la descarga de sedimento en varios emplazamientos para determinar las zonas del río que se están rellenando y los tramos que se degradan. Parte de los sedimentos de la Alta Cuenca, especialmente las partículas de arena y limo, se depositan probablemente en el tramo aguas abajo de Junta de San Francisco, ya que en esta zona el río es ancho, divagante y con meandros. Otra parte, al menos las partículas más finas bajan por el río durante las crecidas hasta el río Paraguay.

Las descargas de agua clara de una presa situada en Zanja del Tigre erosionarán el lecho y las márgenes del río hasta que la corriente lleve la cantidad de material que es capaz de transportar. Parte del material puede depositarse a decenas o centenares de kilómetros aguas abajo de la presa, ya que los ríos como el Bermejo inferior poseen gran capacidad de transporte de sedimentos. Si bien la pendiente del mismo es pequeña, las velocidades son grandes debido a que el cauce es poco rugoso.

Las grandes concentraciones en Zanja del Tigre ($5,7 \text{ kg/m}^3$) ocurridas durante la primera crecida del año 1969/70 (noviembre 1969) no llegaron a El Yacaré. Por lo tanto, el sedimento transportado durante las primeras crecidas en Zanja del Tigre, tal como ocurre con la descarga líquida, se almacena, al menos temporariamente, en el cauce del río. Las crecientes sucesivas provocaron mayores concentraciones aguas abajo; en enero y febrero de 1970, cuando las crecidas se desplazaron por todo el tramo inferior del Bermejo, las concentraciones de sedimentos resultaron en general más grandes en El Yacaré, y entre 2 y 5 veces superiores en El Colorado. Esas concentraciones no reflejan la variación en la descarga sólida entre las tres estaciones, debido a que los caudales son menores en El Colorado que en Zanja del Tigre. Por el contrario, las concentraciones indican que la descarga de sedimentos por metro cúbico es mayor en las estaciones de aguas abajo.

Las presas de la Alta Cuenca reducirán considerablemente el volumen de sedimento que fluye por el Bermejo inferior hasta los ríos Paraguay y Paraná. Sin embargo, las presas crearán algunos problemas nuevos de erosión y control de crecidas, debido a las descargas de agua clara. Un buen manejo de los embalses puede reducir o atenuar los picos de crecida, los cuales provocan la mayor parte de la erosión en el cauce y las márgenes.

El Bermejo inferior tiene sus propios problemas sedimentológicos, los cuales no serán eliminados por las obras en la Alta Cuenca. En consecuencia, puede ser necesario controlar la erosión, estabilizar las márgenes y disponer embalses de compensación a fin de reducir la concentración de sedimento suspendido. A pesar de ello, es lógico admitir que cualquier crecida transportará algún sedimento, por lo menos el más fino, hacia el río Paraguay.

Cuadro III-7-6. Crecientes máximas

Río	Sección*	Máxima registrada m^3/s	Máxima probable m^3/s	Relación de magnificación
Tolomosa	San Jacinto	480	1200	67
Tarija	Astilleros	3188	9300	35
Tarija	San Telmo	3900	9700	36
Lipeo	Santelmito		2600	
Bermejo	Las Pavas	2700	6800	44
Bermejo	Arrazayal	3050	7600	40
Bermejo	Junta San Antonio		12100	
Pescado	Puesto Romero		4300	
Pescado	Colonia Colpana	5789	7000	63
Iruya	El Angosto		4700	
Blanco	Vado Hondo		4100	
Colorado	Santa Rosa		1200	
Mojotoro	El Angosto	860	1200	56
Lavayén	Bajada de Pinto	784	2400	58
Las Capillas	Las Capillas		700	

Tesorero	Corral de Piedras		600	
Candelaria	Arrayanal		600	
San Francisco	Puente Carretero	4200	6000	45
Bermejo	Zanja del Tigre	13190*		43

* 10/3/55

7.5 Las crecidas

En la Alta Cuenca del río Bermejo las crecidas son de carácter estacional y se presentan coincidiendo con elevadas precipitaciones durante el período comprendido entre los meses de diciembre a marzo. La mayor probabilidad de ocurrencia en todos los ríos de la ACRB se presenta uniformemente en el mes de febrero, con las únicas excepciones de los ríos Mojotoro y Lavayén, los más septentrionales, en los que la máxima probabilidad se presenta en marzo.

Las tormentas más relevantes se caracterizan por períodos de gran intensidad, cuya duración fluctúa por lo general entre 3 y 12 horas, originadas por procesos frontales y estimuladas por la orografía.

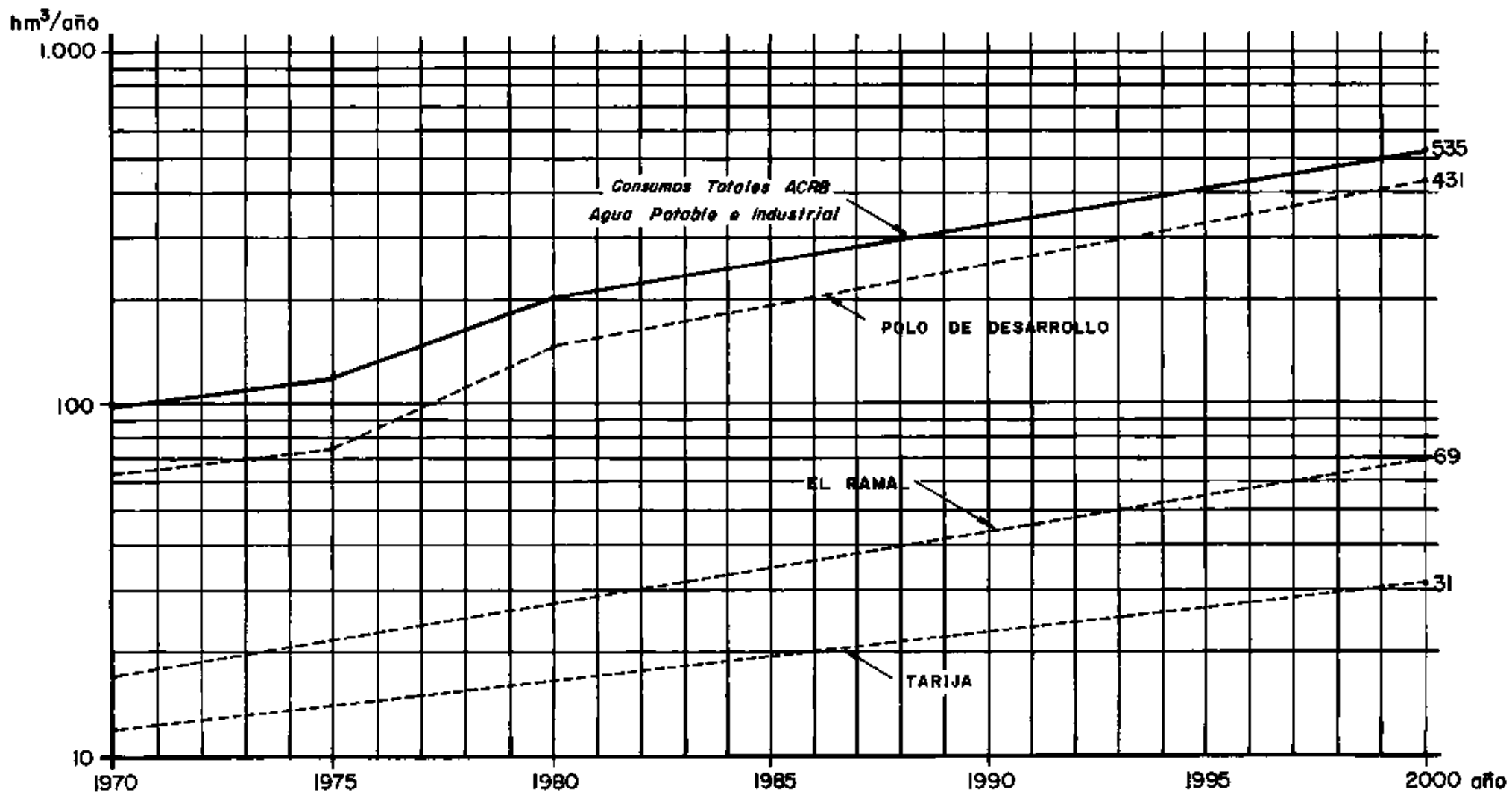
Los valores de la máxima creciente registrada en cada río, así como la máxima probable determinada analíticamente por la Unidad Técnica, se indican en el cuadro III-7-6. Se analizaron en detalle las crecidas de la Cuenca y en particular las que se vinculan con los aprovechamientos estudiados.

La última columna del cuadro presenta la relación entre los valores máximos registrados y los caudales medios de los ríos.

No obstante los elevados caudales registrados en las crecidas, los daños verificados no han sido de significación y se concentran en zonas como la Quebrada de Humahuaca y área suburbana de San Salvador de Jujuy, donde la formación de los cauces y la ubicación relativa de ciertas obras de infraestructura originan interrupciones de tránsito de corta duración. Por todo ello y en razón del escaso valor y posibilidades de aprovechamiento de las áreas que resultan perjudicadas, el control de las crecidas de los ríos y las inundaciones no ha sido considerado como un objetivo de las obras de regulación a planificar, ni ha condicionado la ubicación de las mismas.

La determinación de las crecientes máximas probables se orientó, por lo tanto, hacia la verificación de los aliviaderos en las presas diseñadas.







1. Recursos hídricos superficiales

[1.1 Disponibilidad y calidad del agua superficial](#)

[1.2 Los aprovechamientos actuales](#)

[1.3 Balance hídrico preliminar](#)

[1.4 Bases conceptuales del aprovechamiento de los ríos según su propósito](#)

[1.5 Esquemas considerados](#)

[1.6 Valoración de embalses, presas y centrales](#)

[1.7 Comparación preliminar de los aprovechamientos en cada río](#)

[1.8 Evaluación global de los recursos hídricos superficiales](#)

1.1 Disponibilidad y calidad del agua superficial

El caudal anual medio disponible en la Alta Cuenca del Río Bermejo es de 430 m³/s. Considerando además el agua utilizada, principalmente para riego, que no se registra en las estaciones hidrométricas, este valor alcanzaría a 490 m³/s.

De acuerdo con ese valor, el río Bermejo se ubicaría en el tercer lugar entre los ríos de la República Argentina (excluyendo los ríos Paraná, Uruguay y Paraguay) después del río Negro (1000 m³/s en el Paso Roca) y del río Santa Cruz (710 m³/s en Charles Fuhr). En relación a Bolivia es igualmente uno de los más importantes, después de los grandes ríos de la cuenca Amazónica. Considerando sólo el caudal producido en territorio boliviano, que es de unos 130 m³/s, estaría un poco debajo del Pilcomayo, que tiene 200 m³/s en Villamontes.

La ACRB, comporta dos subcuencas principales: la del río San Francisco (Grande - San Francisco) y la del tramo superior del río Bermejo (Tarija - Bermejo) que se unen prácticamente en el límite que define el área de la Alta Cuenca (Junta de San Francisco). El caudal medio anual del río Bermejo es de 350 m³/s, o sea el 71% del total, y el del río San Francisco 140 m³/s, o sea el 29% restante.

La superficie total de la Alta Cuenca cubre 50550 km², de los cuales 25450 km² corresponden a la subcuenca del Bermejo superior y 25100 km² a la del San Francisco.

Comparando las subcuencas Grande - San Francisco y Tarija - Bermejo, se nota la pobreza hídrica relativa de la primera, lo cual se aprecia en los caudales anuales medios (el del Bermejo es casi tres veces mayor), y en los caudales específicos, que para el Bermejo en Zanja del Tigre es de 13 l/s/km² mientras que para el San Francisco en Puente Carretero es de 4 l/s/km².

Para la subcuenca Tarija - Bermejo, el caudal anual medio disponible en Junta de San Francisco es de aproximadamente 330 m³/s, y alcanza a 350 m³/s considerando el agua utilizada para riego. Para la subcuenca Grande - San Francisco los valores respectivos son 100 m³/s y 140 m³/s.

Los ríos de la Alta Cuenca presentan características semejantes en cuanto a su estacionalidad. Existe un período de elevados caudales correspondientes a los meses del verano, que culmina en febrero - marzo, cuando ocurren las máximas precipitaciones, y un período de estiaje de abril a octubre con valores mínimos generalmente en este último mes. En base a este régimen se define el año hidrológico en la ACRB desde el 1° de setiembre al 31 de agosto.

El caudal medio mensual mínimo del río Bermejo, al abandonar la Cuenca, se verifica en el mes de setiembre con un valor de 65 m³/s y un aporte de 168 hm³ en el mes y el caudal medio mensual máximo en febrero, con una cifra de 1350 m³/s, que corresponde a un aporte de 3270 hm³.

Los cuadros IV-1-1a y IV-1-1b presentan los valores disponibles de caudales en diferentes cursos de agua de la ACRB. Dichos valores, en algunos casos, corresponden a la información directa obtenida de los registros de AyEE, ENDE y AGAEP, y en otros se han obtenido por generación sintética, total o complementaria.

La ubicación relativa de los ríos y las secciones consideradas se indican en la figura IV-1-1.

Con el objeto de conocer la calidad físico - química del agua superficial, su variación en el tiempo y a lo largo de los cauces, la Unidad Técnica estableció un programa de muestreo, análisis e interpretación. Fueron muestreados cerca de 100 puntos en los diversos ríos, comprobándose la buena calidad del agua de la Alta Cuenca. El mapa IV-1-1 resume los valores de dureza total encontrados.

1.2 Los aprovechamientos actuales

A pesar del potencial que representa un curso de agua con módulo de 490 m³/s, el Bermejo es prácticamente un río no regulado. En su cuenca superior sólo existen tres embalses que se ubican en la zona de menores aportes superficiales (subcuenca Grande - San Francisco), de los cuales dos de ellos están actualmente en construcción y contribuirán con el 90% del volumen total a integrarse

Figura IV-1-1 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO CAUDALES MEDIOS ANUALES

NOTA: Caudales en m³/s registrados por AyEE, AGAEP y ENDE, durante períodos diferentes

Mapa IV-1-1 - Calidad de las Aguas Superficiales (Dureza total mg/1 de CaCO₃)

Cuadro IV-1-1a. Caudales característicos de los ríos de la subcuenca Tarija - Bermejo

Río	Ubicación	Caudal anual medio m ³ /s	Caudal anual medio		Caudal mínimo instantáneo registrado m ³ /s
			máximo m ³ /s	mínimo m ³ /s	
Tolomosa	San Jacinto*	7,2	8,8	5,4	0,4
Tarija	Cambari***	70			

Tarija	Astilleros**	92	228	42	8
Qda. San Telmo	Peña Gris***	7	18	3,2	
Tarija	San Telmo**	109	275	50	8
Bermejo	Alarache*	19			3,6
Lipeo	Santelmito***	27	55	17	
Bermejo	Balapuca/Las Pavas**	61	121	36	5,2
Bermejo	Arrazayal**	76	145	44	7,2
Bermejo	Aguas Blancas*	79	150	45	7
Bermejo	Jta. San Antonio**	188	426	95	10
Pescado	P. Romero/Pescado II**	42	85	26	4
Iruya	El Angosto***	57	127	29	
Pescado	C. Colpana/Pescado I*	92	211	46	4,5
Blanco	Vado Hondo***	34	68	21	
Bermejo	Zanja del Tigre*	309	646	159	18
Colorado	Santa Rosa***	10,5	21,1	7,1	

* *Información directa*

** *información directa y sintética* ***

*** *Información sintética con los tres. Todos ellos se nutren con aguas trasvasadas desde cursos vecinos.*

Por su orden, de norte a sur, dichos aprovechamientos son:

a) *La Ciénaga (28 hm³)*. Constituye la primera presa de tierra construida en Argentina (1923) y almacena aguas desviadas del río Perico por un canal artificial. Se destina al riego en la zona de El Carmen (Jujuy).

b) *Las Maderas (300 hm³)*. Se habilitará en 1974 y utiliza las aguas altas de los ríos Grande y Perico. Se destina al riego directo de áreas adicionales próximas a las del anterior y al abastecimiento para uso industrial en el parque de Pálpala.

c) *Campo Alegre (47 hm³)*. Situado en un pequeño afluente del río Mojotoro, actualmente en construcción. Abastecerá de agua potable a la ciudad de Salta y en una etapa posterior podrá usarse para riego de tierras aledañas.

Independientemente de las obras señaladas, se utilizan al máximo, con fines diversos, las posibilidades naturales de la subcuenca Grande - San Francisco, dadas por los caudales mínimos mensuales de los ríos que la constituyen. En tales condiciones, todo incremento en las demandas actuales de la subcuenca requerirá la realización de obras de regulación de caudales, cualquiera sea su propósito.

La subcuenca Tarija - Bermejo, de mayor riqueza hídrica, se encuentra aprovechada en un mínimo, con

excepción de las zonas aledañas a la ciudad de Tarija, en las cuales son aplicables los mismos conceptos vertidos sobre la otra subcuenca. Los caudales mínimos mensuales de los ríos Tarija y Bermejo, así como los afluentes en el curso inferior de la ACRB, permitirían importantes desarrollos agrícola - poblacionales, actualmente restringidos por falta de infraestructura, tradición cultural, carácter de la tenencia de la tierra y otras circunstancias ajenas al potencial natural.

1.3 Balance hídrico preliminar

El balance hídrico se desarrollará a dos niveles; en primer lugar un análisis global para marcar las diferencias entre las dos subcuencas principales, y en segundo término una evaluación a nivel de subregiones económicas y aun dentro de ellas, por cuencas aisladas, a los efectos de considerar problemas específicos individuales.

1.3.1 Análisis global. Se presentan las características de las dos subcuencas en que se divide la cuenca total del Alto Bermejo.

a) En la subcuenca Grande - San Francisco, el área actual bajo riego permanente es del orden de las 72500 ha, para las cuales la Unidad Técnica estimó una demanda total de 1200 hm³/año, con un consumo efectivo de 840 hm³/año, suponiendo un retorno del 30%

La demanda de agua para uso humano e industrial en la subcuenca alcanza a un valor anual de 60 hm³/año, con un consumo efectivo de 12 hm³, admitiendo un retorno del 80%.

Considerando ambos factores, el volumen de agua requerido en la Cuenca es del orden de 1260 hm³/año, equivalente a un caudal medio de 40 m³/s, o sea un 29% del caudal medio anual.

Referidos en términos de demanda mensual, en el mes de mínimo aporte, los mismos conceptos dan las siguientes cifras: demanda para riego, 188 hm³ demanda para uso humano e industrial, 5 hm³; en conjunto, 193 hm³. Este valor debe ser comparado con la oferta mensual mínima estimada en 172 hm³. Estas cifras indican claramente que se ha sobrepasado el límite del uso del recurso, en las condiciones actuales de regulación, considerando el año medio.

Obviamente este análisis establece números y conceptos muy generales, por cuanto para establecer situaciones efectivas deberían considerarse tanto los retornos de los usos consuntivos como las necesidades de caudales mínimos de mantenimiento de cauces y dilución de aguas servidas.

b) Una situación totalmente distinta se presenta en la subcuenca Tarija - Bermejo, por una doble circunstancia: los caudales son mucho mayores y la demanda netamente inferior, derivada de un menor desarrollo económico relativo.

En esta cuenca el área actual bajo riego es del orden de 44000 ha; la demanda total para este uso sería del orden de 630 hm³/año, con un consumo efectivo de 441 hm³. El uso para abastecimiento municipal e industrial en esta zona carece actualmente de significación.

El caudal medio anual equivalente a la demanda global es de 20 m³/s, o sea el 6% de la

oferta de agua.

La demanda mensual, en el mes de mínimo aporte, alcanza a 114 hm³; esto debe ser balanceado con la oferta mínima mensual de la subcuenca, equivalente a 202 hm³, que representa prácticamente el doble de la demanda. En consecuencia, podría admitirse de manera global una casi duplicación de los usos consuntivos, sin obras de regulación.

1.3.2 Quebrada de Humahuaca. Los requerimientos de esta zona son mínimos, tanto en lo que se refiere al riego como a los usos consuntivos prioritarios. Pero concomitantemente, los recursos de agua de la subregión, son también muy limitados, en particular los caudales mínimos, en el período seco, que son prácticamente inexistentes.

En consecuencia, cualquier desarrollo en el área, que suponga una segura oferta de agua, requerirá obras de regulación para proveer los caudales necesarios.

1.3.3 Polo de Desarrollo. La subregión presenta en la actualidad el cuadro más agudo de déficit del recurso y la situación se deteriorará intensamente en el futuro.

En la banda norte de esta zona que bordea los ríos Grande, Alisos y Perico, las obras de embalse de Las Maderas, una vez habilitadas, suministrarán los recursos para el desarrollo agrícola e industrial en el corto plazo. Sin embargo, las cifras expuestas en el capítulo III, de población equivalente en carga actual de contaminación, convierten la zona del río Grande inmediatamente aguas abajo, en un área crítica. Para el año 1980, la población equivalente de 530000 habitantes representará 169000 m³/día de líquido residual y una DBO media de 200 ppm. Sobre la base de una DBO de 20 ppm como máxima admisible de la mezcla en el punto de descarga, el gasto mínimo del río Grande debería ser de 17,6 m³/s, o sea 5 veces superior al mínimo mensual calculado para Puente Pérez, o correlativamente obtener una relación de regulación de 40%.

Cuadro IV-1-1b. Caudales característicos de los ríos de la subcuenca Grande - San Francisco

Río	Ubicación	Caudal anual medio m ³ /s	Caudal anual medio		Caudal mínimo instantáneo registrado m ³ /s
			máximo m ³ /s	mínimo m ³ /s	
Cálete	Ucumazo***	1,3	2	0,6	
Grande	Huajra**	2,6			
Yala	Los Nogales*	2,7	3,5	2	0,4
Reyes	Antes del Guerrero*	3	5,3	1,4	0,4
Guerrero	Puente*	2,8	4,8	1,3	0,1
Grande	Puente Pérez**	23	45	8,4	
Chico	Peña Blanca**	0,6	1,2	0,2	0,04
Alisos	Alisos Arriba**	1,5	2,5	0,6	0,03
Perico	El Típal*	8,5	23,1	2,4	0,5
Grande	San Juancito**	21	26,8	12,4	
Santa Rufina	Santa Rufina*	2,7	3,5	2,1	0,25

Yacones	Desembocadura*	1,2	1,7	0,7	0,07
Las Nieves	Volcán*	5	7,2	2,9	1
Mojotoro	El Angosto*	15,4	22,6	7,6	1
Las Pavas	Aguas Calientes*	2,2			1,3
Las Cañadas	Aguas Calientes*	1,6			0,8
Lavayén	B. de Pinto/Vilte**	13,6	20,1	6,0	1
Las Capillas	Las Capillas**	1,9	2,8	1,2	0,1
Tesorero	Corral de Piedras***	3,5	4,6	2,5	
Candelaria	Arrayanal*	5,9	8,6	4,1	1,1
Valle Grande	Peña Alta*	10,5	15,3	7,8	2,6
San Francisco	P. Carretero/Yuto*	94	291	37	2
Santa Rita	Madrejones*	0,9			0,06

* *Información directa*

* * *Información directa y sintética*

*** *Información sintética*

En la banda sur, o zona de Güemes, que bordea el río Mojotoro, las disponibilidades de este curso están totalmente comprometidas por las áreas de riego actualmente bajo explotación. El desarrollo industrial y urbano previsto en el mediano plazo requiere la regulación del río, tanto para proveer los caudales de derivación necesarios para el parque industrial y ciudad de Güemes, como para mantener un nivel adecuado de calidad en el curso de aguas abajo.

La carga contaminante prevista para 1980, a ser descargada en el río Mojotoro, estaría dada por una población equivalente de 170000 habitantes. Para que las descargas en su conjunto no excedan la DBO admisible de la mezcla con las aguas del río, se requerirá un gasto mínimo de 4,9 m³/s, casi 5 veces superior al mínimo mensual registrado en El Angosto.

En la zona de San Pedro, los requerimientos de agua más importantes se destinarán a la ampliación de las áreas bajo riego y al suministro de agua industrial. Los recursos se basan principalmente en la regulación del río Grande y en la reutilización de aguas provenientes de Pálpala y/o retornos de riego. Respecto de la contaminación producida por las descargas industriales, el gasto mínimo necesario del curso receptor en el año 1980 es de 4,3 m³/s, que prácticamente coincide con el mínimo mensual del río San Francisco después de recibir los aportes del río Lavayén.

En el largo plazo, las cifras que representan las demandas de agua para riego, industria y poblaciones del Polo de Desarrollo, así como las correspondientes a las cargas contaminantes a descargarse en los cursos receptores, indican que la zona requerirá, de cumplirse las metas establecidas, el aporte máximo de los recursos disponibles hasta un nivel de regulación total de los ríos del área de influencia.

1.3.4 El Ramal. Los requerimientos más importantes en el mediano y largo plazo en esta subregión, se orientarán hacia el desarrollo agrícola. Los usos consuntivos de la industria y las poblaciones no tendrán un grado importante, como tampoco los niveles de contaminación de las aguas.

Los recursos hídricos de la subregión son abundantes y no han sido plenamente desarrollados. Obras de regulación para riego serán requeridas en grado creciente.

1.3.5 Frontera. Los requerimientos hídricos de esta subregión, aun en el largo plazo, podrán ser cubiertos con los recursos naturales.

1.3.6 Tarija. Presenta un panorama similar al de El Ramal. La zona inmediata a la ciudad de Tarija requiere desarrollar sus recursos hídricos para ampliar las áreas de riego, mayormente terrazas aluvionales que bordean los cursos de agua. Ese desarrollo implica obras de regulación. En el sur, en el triángulo de los ríos Tarija y Bermejo, la disponibilidad de aguas aun en época de estiaje, permite el desarrollo hasta un grado máximo de las tierras aptas para irrigación.

Los requerimientos de agua para industria y usos municipales no son críticos en ninguna zona. Los problemas coyunturales actuales obedecen a la falta de aprovechamientos racionales del recurso.

En el largo plazo deberán construirse obras de mediana importancia de desvío y regulación para permitir la utilización del recurso limitante de la subregión, que es el suelo.

1.4 Bases conceptuales del aprovechamiento de los ríos según su propósito

Como se dijo anteriormente, los ríos de la ACRB tienen sus aguas altas en verano debido al régimen de precipitaciones. Durante el mismo período se producen las mayores lluvias, lo cual posibilita el cultivo en secano. Sin embargo, fuera de dicha época, los cultivos de invierno requieren agua que solamente puede lograrse por riego a través de la derivación desde los cauces de los ríos.

La producción hidroeléctrica requiere una constancia de caudales a lo largo del año, exigencia no coincidente con la de riego; además, en el caso de atender demandas de pico, se requiere que las descargas para generar energía se concentren en ciertas horas del día. En consecuencia, en los ríos de la Cuenca, todo embalse hidroeléctrico exige, en el caso de uso múltiple, un contraembalse que vuelva a regular el río para atender los requerimientos estacionales, o regule los caudales en forma diaria. No obstante, desde el punto de vista de la interanualidad, el embalse hidroeléctrico puede presentar un beneficio para riego.

De lo dicho, se deduce que para el aprovechamiento integral de estos ríos, convendrá disponer un embalse de cabecera situado lo más alto posible, con objeto de que su volumen tenga el mayor valor energético y un contraembalse para riego para la regulación secundaria aguas abajo. El volumen relativo de estos dos embalses depende de condiciones de los cierres disponibles y de la capacidad de los embalses creados; pero, en principio, conviene que el embalse superior sea el de mayor capacidad, pues su efecto se extiende energéticamente a todo el tramo aguas abajo, y si su regulación es interanual, también al riego y a otros usos consuntivos.

En los tramos de los ríos regidos por embalses para usos consuntivos, las descargas deben estar moduladas según las necesidades de estos, dejando con una potencia firme mínima a las centrales hidro instaladas en ellas. Para lograr una potencia firme más elevada, debería instalarse una central reversible disponiendo un contraembalse de regulación - diaria o semanal - aguas abajo, cuando lo permitan las condiciones del terreno.

Dada la riqueza petrolífera de las provincias del NOA, que facilitará establecer importantes centrales térmicas en la zona, es evidente la conveniencia de que las centrales hidroeléctricas de regulación funcionen lo más posible en régimen de puntas. La ventaja reside fundamentalmente en su agilidad para hacer frente a las exigencias del mercado. La base del diagrama será cada vez en mayor proporción de origen térmico y más adelante, con la interconexión nacional, de origen nuclear, tendiendo al cabo de algunos años a ocupar completamente toda la base del diagrama de carga diaria e incluso a sobrepasar la potencia de base, dando un excedente nocturno apto para rebombes.

Con las actuales posibilidades de lograr grupos de gran potencia, las centrales se abaratan notablemente procurando disminuir al mínimo su número. Además los gastos de explotación son casi independientes de la potencia de cada central, y por ello se reducen tanto más cuanto menor sea su número. Con este criterio, los esquemas de aprovechamiento de un río deben tener por base el concentrar la potencia y la energía disponibles en el menor número de centrales. Esta tendencia no tiene más límites que los económicos.

Es usual recurrir a dos maneras fundamentales de aprovechar hidroeléctricamente los ríos: por medio de una serie de presas en cascadas, cada una con una central a su pie, o con presas y respectivas conducciones hacia el centro de generación. En este Estudio se han proyectado principalmente centrales de pie de presa; interesa analizar en consecuencia las posibilidades de los tramos de los ríos para generar energía, a los efectos de los posibles proyectos posteriores.

1.4.1 Potenciales energéticos brutos. El potencial energético bruto de una cuenca hidrográfica está representado por la energía disipada por el agua en todos los cauces y laderas que la integran. Es un valor puramente teórico, inalcanzable en la realidad, pues supone que no hay tramos desaprovechados por razones geológicas o económicas, pero es útil para definir la capacidad energética de una cuenca.

Los potenciales brutos se han obtenido por integración de la curva que relaciona la cota con la aportación anual media en cada subcuenca y se expresan en el cuadro IV-1-2.

Cuadro IV-1-2. Potenciales energéticos brutos de los ríos de la ACRB

Subcuenca	Total GWh
Tarija	3800
Bermejo	4950
San Francisco	3530
Afluentes*	5400
Conjunto	17680

* *Sumatoria de tramos de afluentes principales*

1.4.2 Comparación general de los ríos según su calidad energética. Antes del análisis de los esquemas de aprovechamientos estudiados, es útil tener una valorización de la calidad de los diversos tramos, teniendo en cuenta sus pendientes y aportaciones mediante índices simples, que expresen en primera aproximación, su capacidad energética.

1°) Índice de desnivel, que es la pendiente media del tramo expresada en por mil.

2°) Índice energético, que es el potencial teórico bruto del cauce principal por unidad de

longitud de tramo, expresado en GWh/km.

En el cuadro IV-1-3 se indica la calidad energética, por tramos, de los ríos Bermejo, Grande y San Francisco. Los puntos de separación entre tramos consecutivos, se han fijado con los criterios siguientes:

- a) Individualizar los tramos de pendiente ostensiblemente distinta.
- b) Limitar los tramos en las confluencias de afluentes importantes, donde se verifican fuertes incrementos de aportación anual.

En el mismo cuadro, se señalan las confluencias que limitan inferiormente dichos tramos.

1.4.3 Criterios para la obtención de energía y potencia. Debido a las amplias variaciones estacionales de los caudales de los ríos de la ACRB, se emplearon con cierto detalle los métodos utilizados para diseñar el equipamiento eléctrico apropiado, pero observando el nivel de prefactibilidad asignado a la formulación de proyectos.

Se construyeron las curvas de masa de caudales correspondientes a cada lugar estudiado en base a los datos registrados o sintéticos de los caudales mensuales. Partiendo de dichas curvas, se establecieron otras adimensionales de caudales regulados al 100%, en función de los volúmenes de embalse, y se expresaron ambos valores en relación con el aporte medio anual. En base al resultado obtenido en análisis de desembalse de uno de los ríos de la Cuenca (el río Los Alisos), se supuso una relación constante entre los caudales regulados con garantía de 100% y aquellos erogables con garantía de 95%, la que se considera adecuada para el dimensionado de un equipamiento de central. El coeficiente fijo de correlación usado fue de 1,25.

Posteriormente, en función del volumen del embalse de cada proyecto considerado, se determinó la erogación media para diseño; se descontaron las pérdidas por evaporación en los embalses a los efectos de obtener las erogaciones críticas.

Con los datos de cotas de embalse y restitución, que figuran en los planos de cada aprovechamiento, se obtienen los saltos brutos máximos y mínimos. Para obtener el salto bruto medio, se considera la cota del centro de gravedad del volumen útil del embalse, procedimiento que da una aproximación aceptable en estudios como el presente.

Los saltos netos se obtienen a partir de los brutos, teniendo en cuenta las pendientes y pérdidas de carga en las conducciones.

La potencia firme fue calculada en base a un nivel normal mínimo del embalse suponiendo coeficientes adecuados de rendimientos de los equipos y un factor de carga de 0,25. Esto se supuso en razón de que durante el período crítico de caudales, cada central no operaría en forma continua, pero el embalse tendría suficiente capacidad para turbinar el caudal diario en seis horas.

La capacidad instalada fue entonces determinada en base al caudal regulado y a la altura de diseño en cada proyecto. Este último valor corresponde a un nivel de embalse de 50 a 67% de la altura total, deducidas las pérdidas de carga. El caudal de diseño varió así entre 2,9 a 4,0 veces el caudal medio del río en los sitios seleccionados. Como consecuencia, los conductos industriales y los equipamientos hidromecánicos fueron dimensionado con una holgura tal que puedan generar una importante cantidad de energía en la estación húmeda, de modo que las centrales puedan tomar tanto el pico como una parte de la base del diagrama de cargas demandadas, economizando combustible en las centrales térmicas del

sistema.

Cuadro IV-1-3. Ríos de la ACRB Clasificación de los tramos según su calidad energética

Clasificación	Río	Tramo entre cotas m	Confluencia con	E/L* GWh/km
1	Bermejo	716-450	Arrazayal	37,88
2	San Francisco	835-425	Lavayén	25,08
3	Grande	1350-1225	Chico	22,99
4	Bermejo	322-284	Colorado	18,70
5	Grande	920-835	Perico	18,06
6	Bermejo	450-347	Tarija	17,61
7	Bermejo	500-1120	Orozas	17,10
8	Grande	225-920	Los Alisos	15,39
9	Grande	930-1630	León	14,02
10	Bermejo	120-716	Lipeo	13,16
11	Bermejo	3000-1500	Santa Rosa	13,06
12	Grande	630-1427	Yala	11,65
13	Grande	427-1350	Reyes	10,48
14	San Francisco	315-280	Bermejo	10,20
15	Bermejo	347-327	Pescado	9,97
16	San Francisco	330-315	Seco	9,62
17	San Francisco	553-330	Piedras	8,67
18	San Francisco	425-380	Negro	8,52
19	Bermejo	327-322	Blanco	674
20	San Francisco	359-353	San Lorenzo	6,14
21	San Francisco	380-359	Ledesma	4,61

* E: Energía; L: Longitud

Finalmente, la energía anual generada fue calculada considerando el salto hidráulico disponible en el largo plazo, la capacidad de los conductos y el grado de regulación de caudales.

1.5 Esquemas considerados

1.5.1 Generalidades. El objeto principal de este acápite es comparar los embalses posibles en los ríos considerados y servir de base para la selección de los mejores, tanto en la regulación de cabecera como en la compensación para uso en riego.

El alcance del citado análisis comparativo es limitado, debido al hecho que comparan los embalses

considerándolos aislados. Por lo tanto, sus resultados no son absolutos y deben completarse con los de la evaluación económica, según los propósitos asignados a cada uno de ellos.

Inicialmente se incluyó en el paquete de aprovechamientos para regulación todos los proyectos o ideas de origen anterior al Estudio, de los cuales la Unidad Técnica tuvo conocimiento, y posteriormente, se incorporaron aquellos que fueron localizados al hacer los reconocimientos generales de los ríos. Después, entre todos ellos se procedió a una preselección, eliminando los claramente rechazables por inconvenientes geológicos o mala calidad topográfica, quedando 25 soluciones de presa para su análisis posterior.

Las obras correspondientes a estos embalses fueron, en general, diseñadas a nivel de prefactibilidad y se usaron criterios equivalentes en cuanto a selección de tipo de presas, materiales de construcción, evacuación de crecidas, determinación de costos, etc., de manera que todos ellos posean una base igualitaria de comparación.

1.5.2 Subcuenca Tarija - Bermejo. Los aprovechamientos de esta subcuenca tendrán como propósito principal la generación de energía, habida cuenta del escaso valor económico que significa la regulación para los usos consuntivos prioritarios demandados en el área que dominarían aquellos. Por tal motivo, los embalses de esta subcuenca fueron dimensionados en forma de obtener la máxima regulación y capacidad energética que fuera físicamente posible.

Se incluye en este agrupamiento el proyecto de Zanja del Tigre, cuyo estudio fue encarado por el Gobierno argentino por vía separada, y cuyo propósito principal es también la generación de energía.

Los proyectos considerados en esta subcuenca se enuncian en el cuadro IV-1-4.

1.5.3 Subcuenca Grande - San Francisco. En esta subcuenca, los propósitos prioritarios de las regulaciones son los usos consuntivos de abastecimiento de poblaciones e industrias y del riego. Corresponde, en general, a embalses ubicados en los tramos medios de los ríos principales, dominantes de las áreas donde se localizan los consumos.

Cuadro IV-1-4. Proyectos considerados en la Subcuenca Tarija - Bermejo

Río	Proyecto	Volumen total embalsado hm ³	Potencia instalada MW
Tolomosa	San Jacinto	16,5	2,4
Tarija	Cambari	1520	136
Tarija	Aatilleros	1704	106
Qda. San Telmo	Peña Gris*	406	
Tarija	San Telmo*	465,5	
Tarija	Polvareda	10,5	
Lipeo	Santelmito*	56,5	
Bermejo	Las Pavas	1240	147
Bermejo	Arrazayal	1207	166
Bermejo	Deshecho Chico	3,9	

Pescado	Pescado II	1890	134
Iruya	El Portillo	70,5	106
Pescado	Pescado I	563	112
Blanco	Vado Hondo	2973	148
Bermejo	Zanja del Tigre	4630	450
Colorado	Santa Rosa	56,3	

** Posibilidad de aprovechamiento hidroeléctrico*

La cuantificación del volumen de embalse no corresponde, en este caso, a un criterio de máxima sino que se preestablece en función de la demanda resultante de un balance hídrico aportes-consumos.

En los casos en que presentan calidad energética relevante, se han adicionado a los embalses las centrales correspondientes.

La nómina de proyectos considerados se indica en el cuadro IV-1-5.

1.6 Valoración de embalses, presas y centrales

1.6.1 Cómputos métricos. En la ubicación de los embalses se han utilizado los planos disponibles, algunos de ellos preparados por la Unidad Técnica mediante actualización de la cartografía existente y/o restituciones aerofotogramétricas de tipo expeditivo. Para cada embalse se han confeccionado gráficos que dan la superficie y volumen almacenado en función de su cota.

La selección del tipo de presa fue realizada en base a las características topográficas y geológicas del cierre. En general han predominado las presas de tierra, indicadas en estos casos por la gran anchura de los cierres, el espesor de los aluviones en el cauce, y la abundancia de materiales incoherentes. Este tipo se ha impuesto en los siguientes casos:

- Astilleros
- San Telmo
- Polvareda (enrocado)
- Santelmito
- Arrazayal (solución 1)
- Pescado II
- Pescado I
- Vado Hondo
- Santa Rosa
- Peña Blanca
- Los Alisos
- San Juancito
- Las Lajitas
- Vilte
- Las Capillas
- Yuto (solución 1)
- Zanja del Tigre

En otros casos, por las condiciones geológicas, forma de cierre y disponibilidad de materiales adecuados, fueron seleccionadas presas de gravedad o aun del tipo bóveda, como en los casos de:

San Jacinto
 Cambari
 Peña Gris
 Las Pavas
 Arrazayal (solución 2)
 Deshecho Chico
 El Portillo
 Ucumazo
 Mojotoro
 Corral de Piedras

Los proyectos fueron expresados generalmente en planos de semidetalle, en base a los cuales las cubicaciones tomaron un nivel de aproximación de prefactibilidad. Para cubicar las presas se utilizaron planos y perfiles topográficos de los cierres, en muchos casos determinados directamente por la Unidad Técnica, así como los estudios geotécnicos ya existentes o programados durante el Estudio.

Para cada presa se ha preparado un gráfico altura-volumen, que permite obtener éste, en función de su altura o cota de coronamiento.

1.6.2 Costos. Siendo necesario obtener los presupuestos de muchas soluciones posibles de presas en diferentes ríos, se ha seguido una metodología uniforme en la obtención de los costos de obra, a los efectos de establecer una base igualitaria de comparación.

Cuadro IV-1-5. Proyectos considerados en la Subcuenca Grande - San Francisco

Río	Proyecto	Volumen total embalsado hm³	Potencia instalada MW
Cálete	Ucumazo	24,4	
Chico	Peña Blanca	4,6	
Los Alisos	Los Alisos	75	
Río Grande	San Juancito	100,1	
Río Grande	Las Lajitas	75,8	
Mojotoro	Mojotoro (El Angosto)	628,8	55,2
Lavayén	Vilte	63	
Capillas	Capillas	92,4	78
Tesorero	Corral de Piedras	323,9	48
San Francisco	Yuto	4160	96

Hace excepción a la regla, la presa y central de Zanja del Tigre, en la cual se utilizaron directamente los costos globales suministrados por la SRH y preparados por la firma consultora encargada del proyecto.

El procedimiento general fue el de recurrir al uso de una nómina fija de Ítems cuyos montos se

calcularon en función de los metrajes de obra y de precios unitarios, los que fueron estimados considerando en cada caso las circunstancias locales. La nómina de Ítems desagregada es la siguiente:

- 1 Obras de tierra
- 2 Presa de hormigón o tierra
- 3 Vertedero
- 4 Descargador de fondo
- 5 Túnel de derivación
- 6 Protección del cauce del río
- 7 Torre para compuerta
- 8 Ataguía y desagotes
- 9 Inyecciones
- 10 Equipamientos
- 11 Expropiaciones

Para determinar los correspondientes precios unitarios se utilizaron numerosos datos de costos de presas, suministrados en su mayoría por AyEE de Argentina. Las expropiaciones se calcularon tomando como base los precios de venta de tierras cultivadas o incultas de la zona, según los casos.

Las variantes de reubicación de ferrocarriles y caminos, como consecuencia de ciertos embalses, se han evaluado usando costos medios por kilómetro obtenidos de antecedentes locales.

Los costos de las centrales y subestaciones y patios de maniobras fueron establecidos en base a los diseños de equipamiento y utilizando precios conservadores a nivel internacional. Los edificios administrativos y depósitos fueron evaluados como un porcentaje (5%) de las instalaciones de producción. Los costos de las líneas de transmisión se calcularon sobre los diseños preliminares, basados en el establecimiento de una línea simple entre la central de generación y el centro de carga más cercano, para lo cual se supuso que ningún proyecto tomaría ventaja de las líneas de transmisión construidas para otros o para la interconexión del sistema NOA.

Todos los costos así obtenidos fueron incrementados en un 15% para atender imprevistos y en 7,5% para cubrir gastos de ingeniería, dirección y administración de los proyectos.

Asimismo, se consideraron los intereses intercalares durante el proceso de construcción de la obra, utilizando tasas pertinentes y estimaciones de progresos de obra sobre el período de tiempo de construcción asegurado a cada proyecto.

1.7 Comparación preliminar de los aprovechamientos en cada río

En el primer estudio comparativo de embalses se han tenido en cuenta dos índices:

- a) la calidad económico - volumétrica, que es esencial en los embalses para riego. La comparación se ha realizado por medio del índice "Costo unitario del metro cúbico de agua embalsada".
- b) la calidad económico - energética, que establece un primer ordenamiento de prioridades en los embalses de regulación hidroeléctrica. Se utilizaron a su vez dos subíndices:

- i. costo unitario del aprovechamiento por kW instalado;
- ii. costo unitario de la energía almacenada en el embalse. Este último se define en base a la energía obtenida al turbinar el volumen del embalse en el desnivel comprendido entre su centro de gravedad y la cota inferior de restitución.

Para la determinación de cada uno de estos índices, se asignó el costo total del proyecto al propósito considerado: en los casos a) el costo total de la presa y obras accesorias a la regulación de caudales; en los casos b), el costo total de presa y central de generación de la energía.

Los valores correspondientes a cada uno de los aprovechamientos estudiados por la Unidad Técnica se indican en el cuadro IV-1-6.

Cuadro IV-1-6. Índice de comparación económica de los aprovechamientos

Subregión económica	Río	Embalse	Propósito prim	Índice económico volumétrico 10 ⁻² US\$/m ³	Índice económico energético	
					Costo unitario kW US\$/kW	Costo unitario de energía US\$/kWh
Humahuaca	Cálete	Ucumazo	uso consuntivo	10,8		
Polo de Desarrollo	Xibi-Xibi	Peña Blanca	recreación	133,7		
	Los Alisos	Los Alisos	uso consuntivo	14,8		
	Grande	San Juancito	uso consuntivo	25,5		
	Grande	Las Lajitas	uso consuntivo	27,9		
	Perico - Grande	Las Maderas	uso consuntivo	7,4		
	Mojotoro	Mojotoro	uso consuntivo	7,4	1010	152
	La va y en	Vilte	uso consuntivo	16,0		
El Ramal	Capillas	Las Capillas	energía	11,0	674	191
	Tesorero	C. de Piedras	energía	12,3	1462	90
	San Francisco	Yuto	uso consuntivo	1,4	934	103
	Colorado	Santa Rosa	uso consuntivo	24,6		
	Blanco	Vado Hondo	energía	4,1	947	73

1. Recursos hídricos superficiales

	Pescado	Pescado I	energía	8,1	717	366
	Bermejo	Zanja del Tigre	energía	2,9	488	
Frontera	Lipeo	Santelmito	energía	15,4		
	Pescado	Pescado II	energía	5,9	969	154
	Iruya	El Portillo	energía	27,0	386	845
Tarija	Tolomosa	San Jacinto	energía	7,1		
	Tarija	Cambari	energía	0,4	234	66
	Q. de San Telmo	Peña Gris	uso consuntivo	1,1		
Internacionales	Tarija	Astilleros	energía	5,0	1006	224
	Tarija	San Telmo	energía	14,1		
	Tarija	Polvareda*		11,1		
	Bermejo	Las Pavas	energía	1,7	300	75
	Bermejo	Arrazayal	energía	1,7	268	75
	Bermejo	Des. Chico*		32,0		

* *Embalse compensador*

Con los datos así obtenidos, se realizó una selección preliminar de aquellos proyectos que presentaban méritos para llegar al nivel de evaluación económica y selección de un programa de obras. Obviamente, el valor del índice de comparación por sí solo no permite una clasificación absoluta, en particular para atender usos consuntivos, ya que en cada embalse debe considerarse además su localización y posibilidad para resolver problemas específicos de las subregiones en las cuales se implantarán. En cambio, los proyectos con propósito de generación de energía pueden seleccionarse preventivamente en razón de su mejor calidad energética.

En base a estas consideraciones, los proyectos seleccionados para la etapa de evaluación fueron los siguientes:

Grupo I. Proyectos para atender demandas de agua potable, aguas industriales y riego:

	Subregión	Proyectos
Argentina	Quebrada de Humahuaca	Ucumazo
	Polo de Desarrollo	Los Alisos
		Las Maderas
		Mojotoro
		Vilte

El Ramal	Santa Rosa
	Yuto

Dentro de la Subregión El Ramal, en la zona drenada por el río Santa Rita, se han identificado dos emplazamientos para instalar un embalse lateral pequeño sobre el arroyo Valdivia, con el objeto de regularizar el río y destinar los caudales garantidos para consolidación y ampliación del riego en la zona de Tupal y Palma Sola. Las características del embalse, a nivel de reconocimiento, definen una capacidad de aproximadamente 14 hm³, altura de presa entre 35 y 40 m y longitud de coronamiento entre 1000 y 1200 m. La presa sería de tierra con vertedero de excedentes, toma de riego y descargador de fondo. Las obras incluirían una toma sobre el río Santa Rita, desde donde se trasvasarían las aguas hasta el arroyo Valdivia, y red de conducción para dar riego a la demanda.

La Unidad Técnica no analizó en profundidad este aprovechamiento habida cuenta de que, por razones prácticas, el Gobierno de Jujuy intenta estudiar su factibilidad y prediseño por vía separada mediante contrato con una empresa pública o privada.

Grupo II. Proyectos con propósitos prioritarios de generación de energía hidroeléctrica:

	<i>Subregión</i>	<i>Proyectos</i>
Argentina	El Ramal	Pescado I
		Vado Hondo
		Zanja del Tigre
	Frontera	Pescado II
		El Portillo
Bolivia	Tarija	Cambari
Internacionales		Astilleros
		Las Pavas
		Arrazayal

Debe destacarse que el proyecto de San Jacinto, presa y central sobre el río Tolomosa en las inmediaciones de Tarija, ha sido objeto de un reciente estudio de prefactibilidad en base a un contrato entre ENDE (Bolivia) y una firma privada. El informe respectivo data de abril de 1971 y se refiere asimismo al proyecto Sola, presa y central sobre el río Calderillas. El propósito principal de San Jacinto resultó ser la generación de energía, dado que en definitiva sólo podrían regarse 300 ha desde el embalse.

La Unidad Técnica analizó dicho proyecto desde el punto de vista estructural, pero no lo tuvo en cuenta en las evaluaciones posteriores dado que: a) las autoridades bolivianas aún no han adoptado decisión definitiva sobre su implementación; b) la capacidad energética del Sistema Tarija - Bermejo que se analiza en el capítulo V, cubre ampliamente las necesidades de la zona.

1.8 Evaluación global de los recursos hídricos superficiales

A los efectos de lograr una evaluación masiva de los recursos hídricos de la ACRB, pueden utilizarse los valores desarrollados en acápite anteriores, en particular los potenciales teóricos de cada subcuenca y las características de los esquemas estudiados en cada uno de los ríos (volumen de embalse, potencia y energía generable).

En la evaluación es conveniente diferenciar dos aspectos: la regulación, y la energía y potencia.

1.8.1. Regulación. Una idea de la regulación, en términos absolutos, está dada por el volumen del conjunto de embalses constituidos con propósitos de abastecimiento de agua y generación de energía. Para tener una evaluación en términos relativos se utiliza el índice de regulación. También se ha obtenido la energía almacenada por el conjunto de embalses de cada río, pues constituye un índice del efecto energético de la regulación.

Asimismo, se ha efectuado una estimación de la superficie regable permanente que podría conseguirse con el esquema de producción máxima, considerando una dotación media anual de 9800 m³/ha (0,5 l/s/ha).

1.8.2 Energía y potencia. El potencial neto de un río en un tramo determinado, o en su extensión total, se define como la producción media anual del esquema supuesto.

Para estimar el grado relativo de aprovechamiento de la Cuenca se han calculado los porcentajes del potencial neto con respecto al teórico bruto total. Esto, así como la potencia total instalada en cada río principal, se indican en el cuadro IV-1-8.

1.8.3 Resultados globales. Considerando el conjunto de la Cuenca, la evaluación de los recursos hídricos superficiales puede resumirse en las siguientes cifras globales:

a) Potencial teórico bruto	GWh	17680
b) Potencial neto obtenible	GWh	3429
c) Potencia instalable	MW	1784,6
d) Superficie regable permanente	ha	700000

Como conclusión puede extraerse que, en base a la información básica disponible, el monto de los recursos hídricos superficiales aplicados por la Unidad Técnica al desarrollo de la Cuenca, no tiene capacidad para atender las demandas previstas para el año 2000, considerada el área como una unidad y con un desenvolvimiento económico tan elevado como el previsto en los planes nacionales de desarrollo. Dentro de esa conclusión general, puede señalarse que la misma es íntegramente aplicable al sector argentino considerado aisladamente. En cambio, analizando separadamente el sector boliviano, vemos que los recursos son holgados para proveer toda la energía que podría demandarse hasta el año 2000, así como toda el agua requerida por los usos consuntivos proyectados al mismo horizonte.

Cuadro IV-1-7. Evaluación de la regulación en la ACRB

Río	Volumen total de embalses hm³	Indice de regulación %	Energía GWh	Superficie regable ha
Tarija	3700,0	69	529	150000
Bermejo	7080,9	80	1284	110000
San Francisco*	4951,9	76	299	130000
Afluentes	6550,5	variable	1317	310000
Total	22283,3		3429	700000

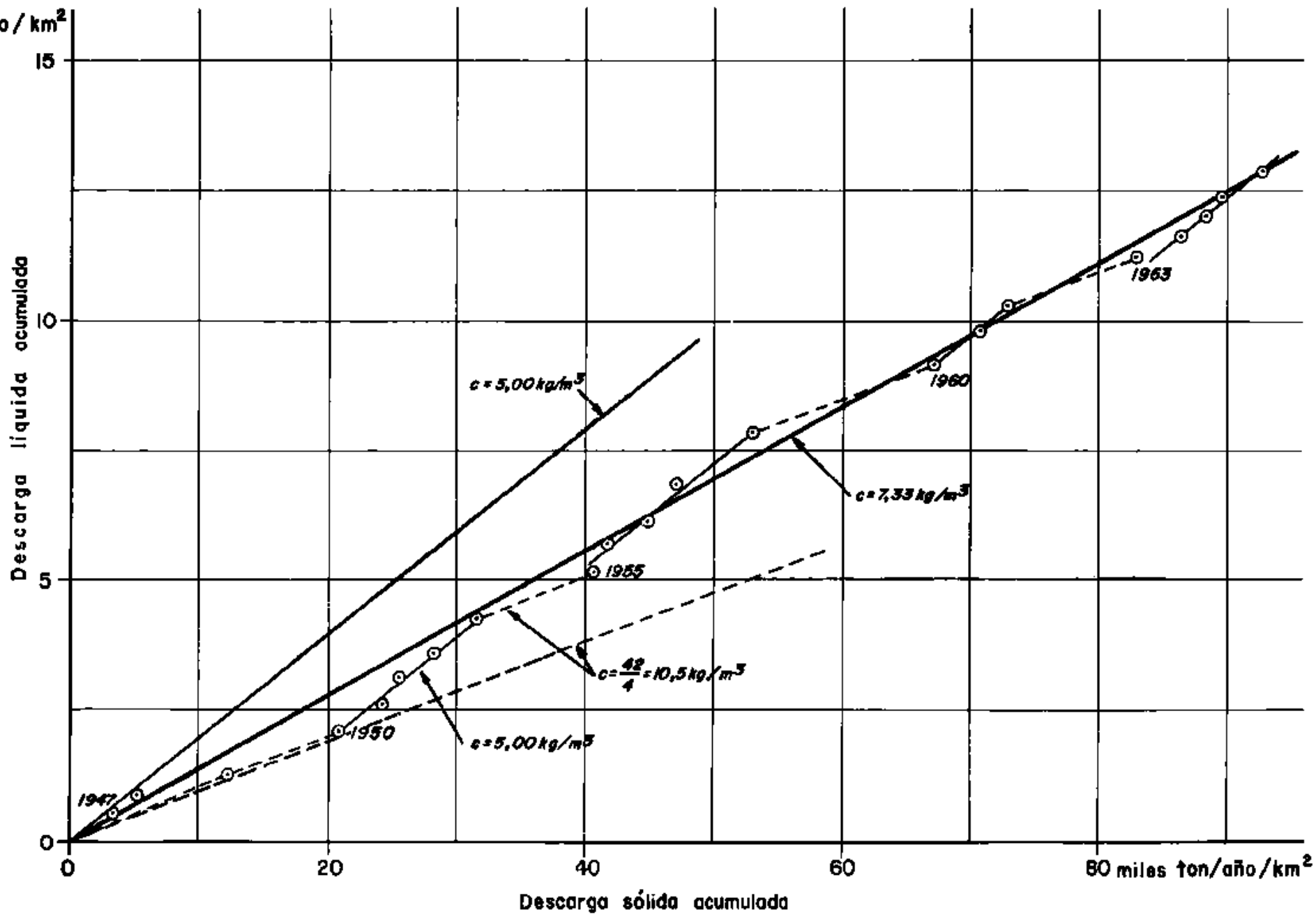
* Se incluyen los embalses sobre los ríos Grande y Lavayén. No se consideró Las Lajitas pero sí San Juancito, alternativo del anterior.

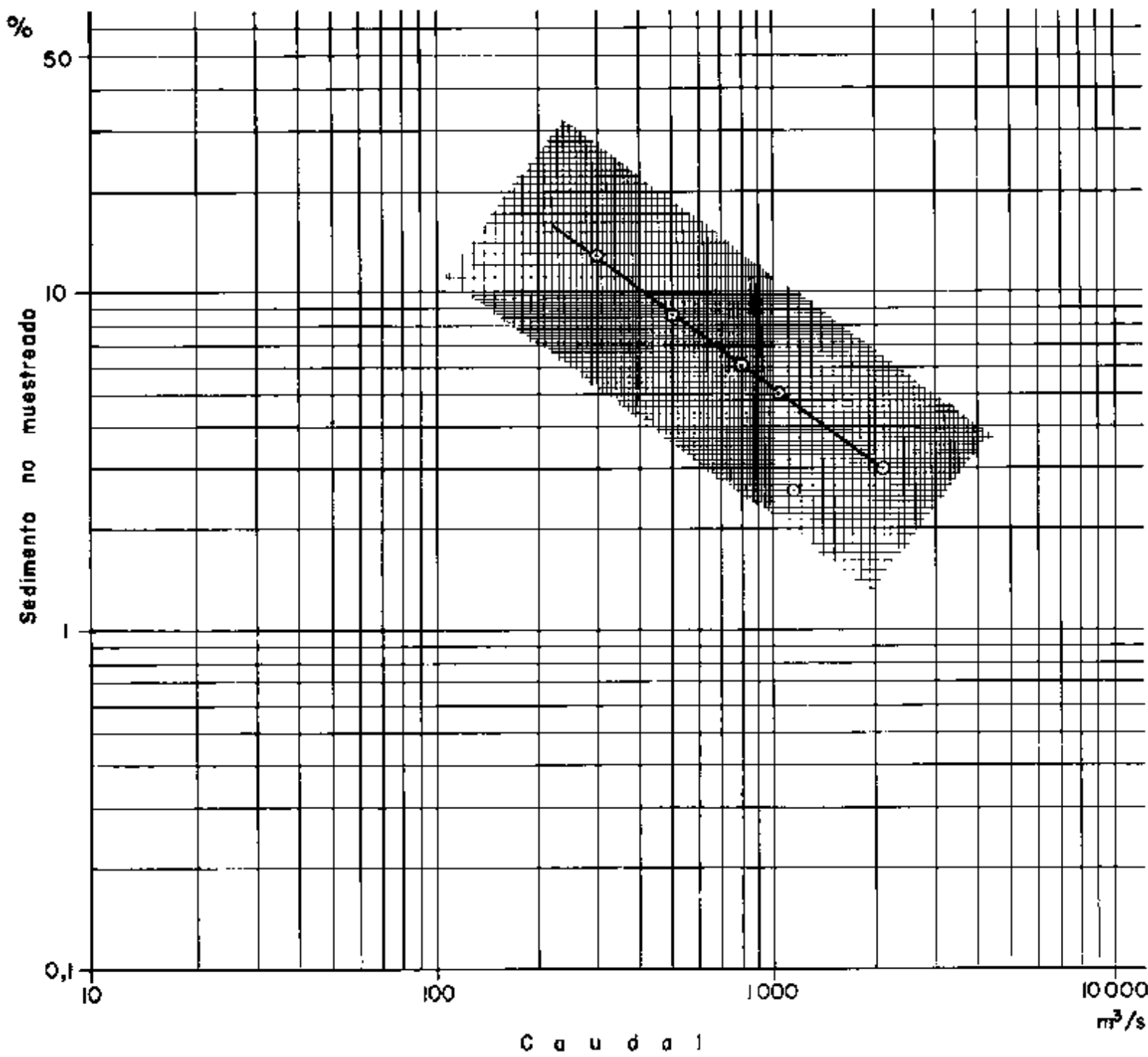
Cuadro IV-1-8. Evaluación de la energía y la potencia en la Alta Cuenca del Río Bermejo

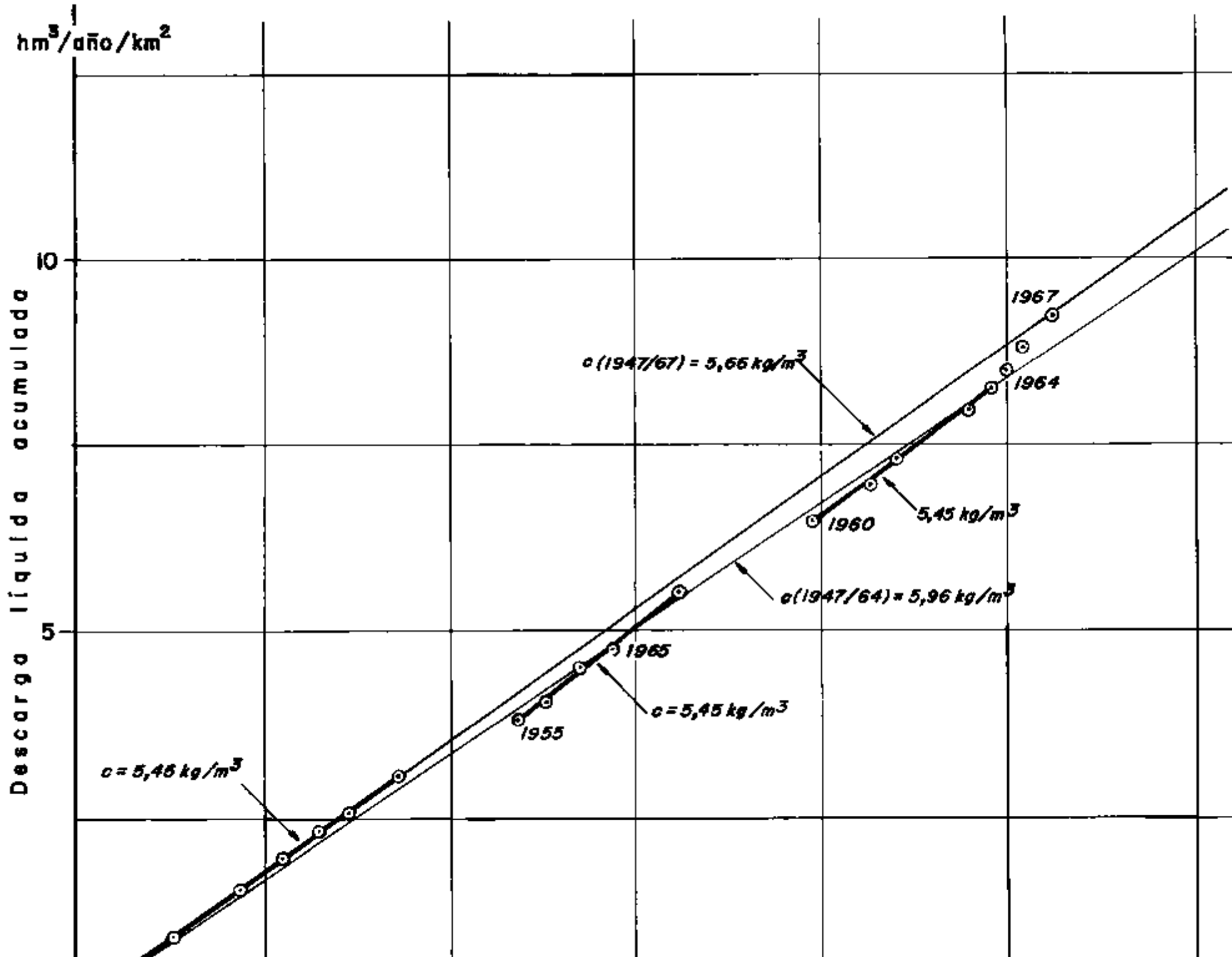
Río	Energía generable		Potencia instalada MW
	GWh	% respecto al teórico	
Tarija	529	13,9	242,0
Bermejo	1284	25,9	763,0
San Francisco	299	8,5	151,2
Afluentes	1317	24,4	628,4
Total	3429	19,3	1784,6

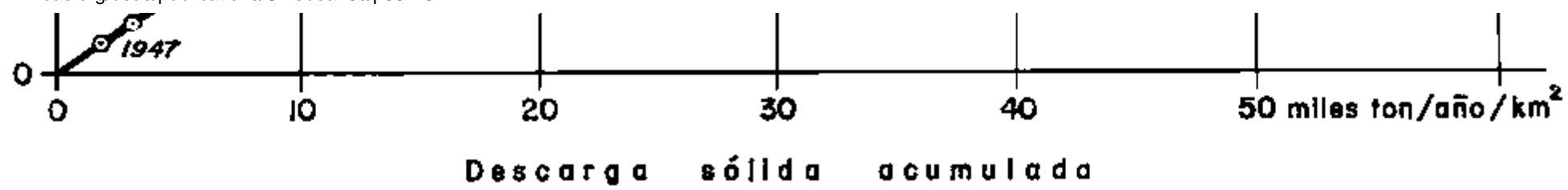


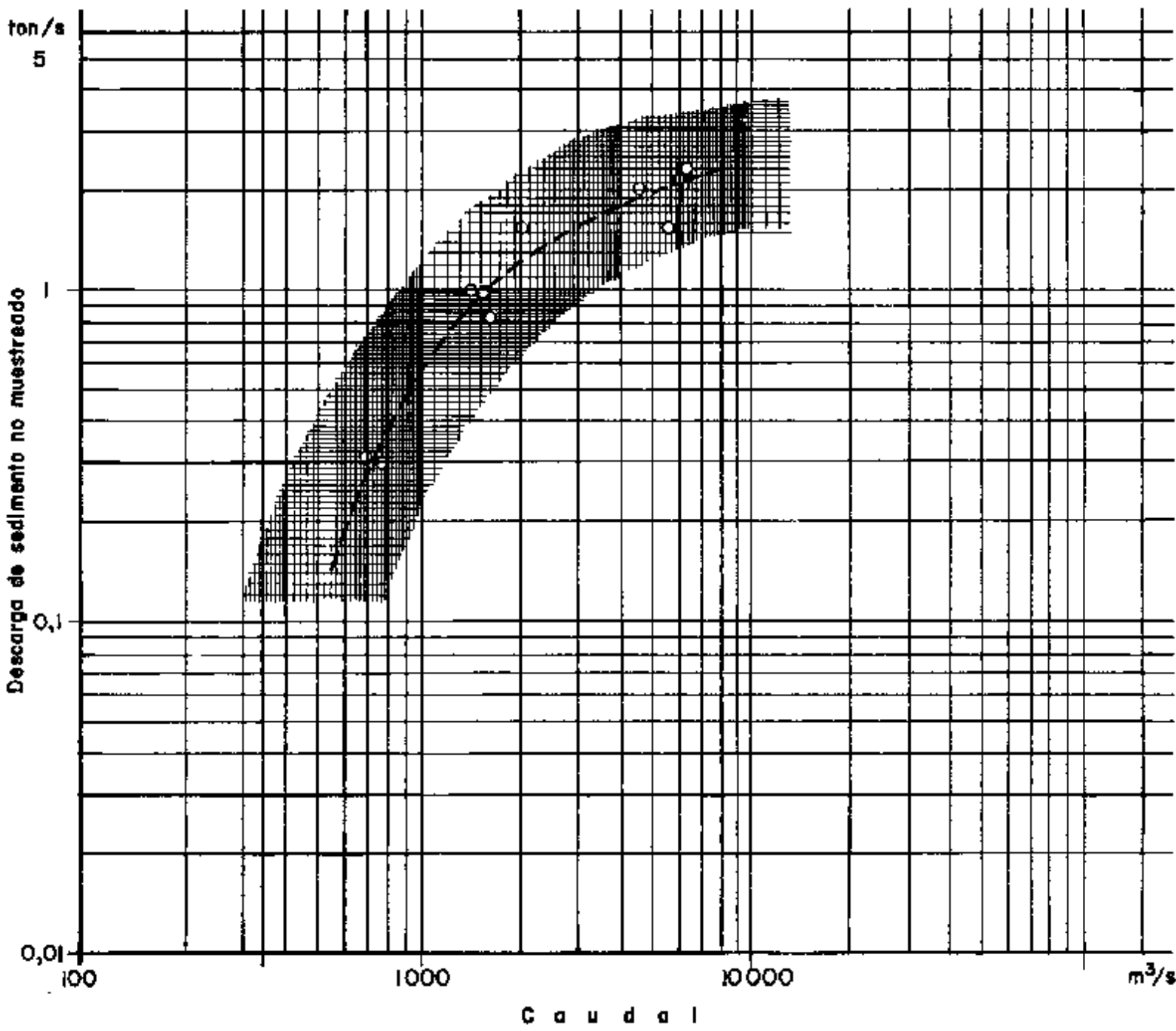
$\text{km}^3/\text{año}/\text{km}^2$

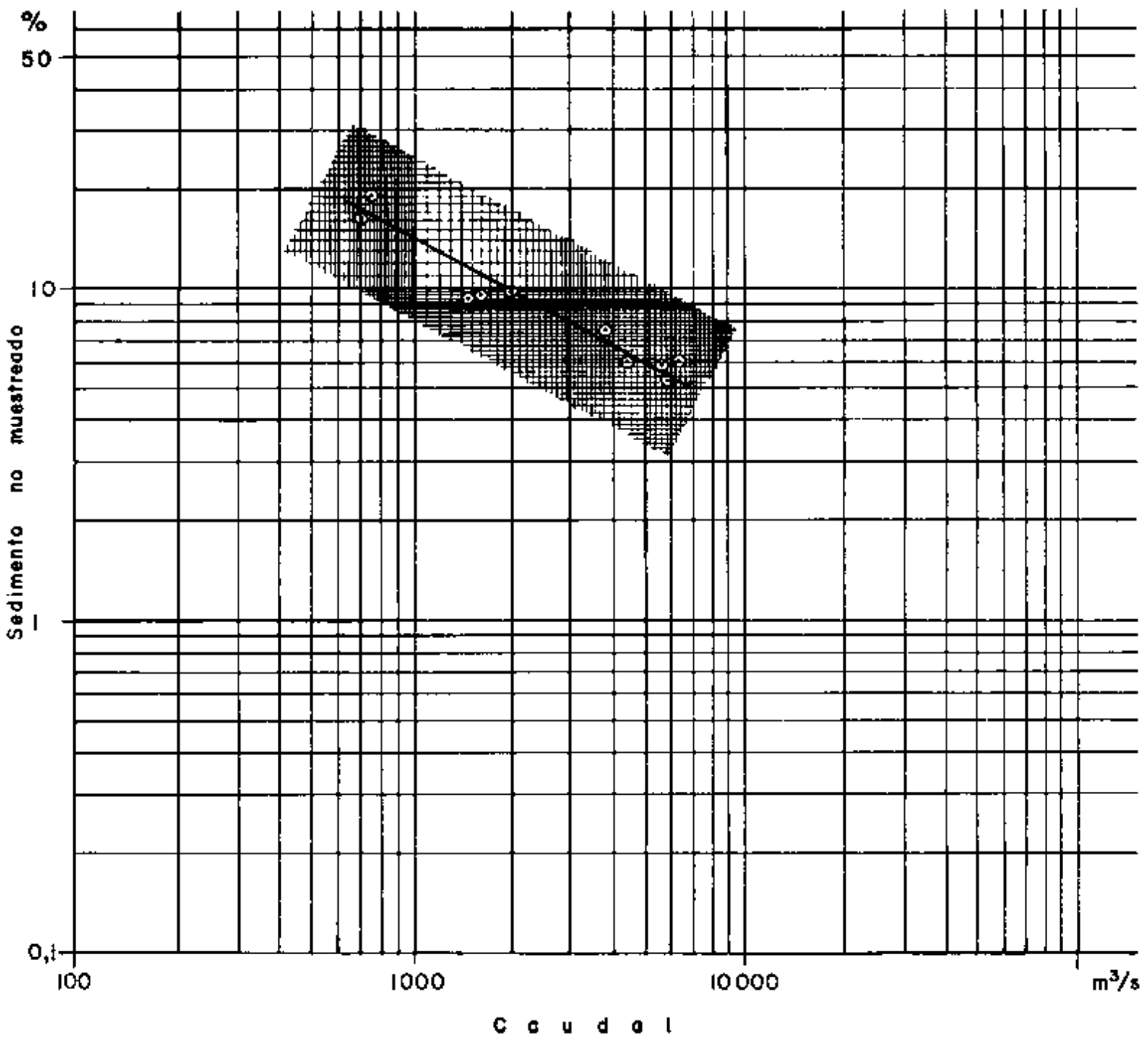














2. Agua subterránea

[2.1 Uso actual](#)

[2.2 Características de los acuíferos](#)

[2.3 Estimaciones de disponibilidad de agua](#)

[2.4 Posibilidades de explotación](#)

En la ACRB se practica una moderada extracción de agua subterránea, recurso éste que, en ciertas zonas, se presenta con abundancia. La utilización del agua subterránea mediante pozos perforados, data de principios de siglo; pero en la última década, y en la medida en que se han ido agotando las posibilidades de los recursos hídricos superficiales, la extracción se ha intensificado bruscamente, y se piensa que continuará así en el futuro, debido a la falta de obras de regulación a corto plazo que incrementen la oferta garantida del recurso.

Se recurre al agua subterránea para atender las demandas del consumo humano, del riego y más recientemente de la industria.

A los efectos de una evaluación del recurso y su integración en los planes de aprovechamiento en el período bajo estudio, la Unidad Técnica realizó una recopilación de toda la información existente, y encaró el inventario hidrogeológico, complementado con informaciones diarias del nivel freático en pozos expresamente elegidos y con ensayos de bombeo.

Teniendo en cuenta la metodología y los alcances del estudio, las conclusiones que siguen no son definitivas ni representan el juicio de investigaciones exhaustivas propias de un programa especial para tales fines.

Sobre la base de la información disponible, las zonas abarcadas por el inventario hidrogeológico fueron 9 y se indican en el mapa IV-2-1.

2.1 Uso actual

En el sector argentino se inventariaron 243 pozos perforados, 118 pozos excavados y 18 vertientes. En el sector boliviano se inventariaron 26 pozos perforados, 23 excavados y 3 vertientes, lo que hace un total general de 431 fuentes de agua subterránea en la ACRB. Estas fuentes no se hallan distribuidas uniformemente, sino que se encuentran en áreas geológicamente favorables donde predominan el cuartario, constituido en gran porcentaje por arena y grava.

Los pozos fueron realizados por organismos estatales o empresas privadas y se concentran en áreas en las que, debido a la escasez o dificultad de captación de agua superficial, se ha intensificado aquella

explotación. Estas áreas se corresponden en general con zonas densamente pobladas, localizaciones industriales importantes o regadíos extendidos

En algunas zonas, como en la Quebrada de Humahuaca, el acuífero es una de las pocas fuentes disponibles para los asentamientos humanos, si bien el escaso volumen de la reserva no permite considerarla como alternativa de un posible embalse de aguas superficiales. En el valle del San Francisco, las perforaciones realizadas para la investigación petrolera proveyeron información, indirectamente, sobre la presencia de agua en el subsuelo, en especial delimitando zonas de artesianismo.

Como resultado de las investigaciones efectuadas, se ha determinado que en el sector argentino, el volumen de agua subterránea para abastecimiento doméstico y municipal alcanza a $6 \text{ hm}^3/\text{año}$; para las industrias a $14 \text{ hm}^3/\text{año}$, y para riego $10 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo cual significa un total de $30 \text{ hm}^3/\text{año}$, o sea un caudal equivalente constante de casi $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

En el sector boliviano, la extracción sería considerablemente inferior: $0,4 \text{ hm}^3/\text{año}$ para usos domésticos y municipales, y $0,9 \text{ hm}^3/\text{año}$ para la industria azucarera.

A lo largo del año, el consumo de agua subterránea para la industria y el riego es bastante variable y complementa el agua superficial, especialmente en los meses de escasez, de agosto a diciembre. Para el servicio doméstico, la extracción es más uniforme a lo largo del año.

A pesar de existir importantes fuentes termales en la Alta Cuenca, sólo se explota comercialmente la de Termas de Reyes, a pocos kilómetros de San Salvador de Jujuy; existe también en la misma provincia un proyecto para crear un complejo turístico en las termas de Caimancito.

2.2 Características de los acuíferos

2.2.1 Sistemas acuíferos. Existen en la Cuenca acuíferos libres (freáticos), confinados y artesianos. Los acuíferos libres están constituidos por arenas y gravas del cuartario. Debido a su heterogeneidad, estos sedimentos presentan horizontes arcillosos que originan localmente acuíferos confinados.

En los valles de los ríos San Francisco, Lavayén y Guadalquivir, varias perforaciones pusieron de manifiesto la existencia de acuíferos artesianos. Estos se localizan en general en la base del cuartario, en el terciario subandino y en formaciones cretácicas para los dos primeros valles, y en el cuartario terciario para la zona boliviana.

Se investigaron las áreas de recarga y descarga de los acuíferos artesianos en base al análisis de las estructuras geológicas e interpretación de los perfiles de pozos.

2.2.2 Alimentación de los acuíferos. La alimentación de los acuíferos es esencialmente pluvial. En algunas zonas, como en la subcuenca del río Mojotoro, el norte del valle del río San Francisco y en algunos ríos de la subcuenca Tarija - Bermejo, existe una importante contribución fluvial, principalmente en los períodos de crecidas y posteriormente a los mismos.

[Mapa IV-2-1 - Zonas de Inventario Hidrogeológico](#)

[Mapa IV-2-2 - Zonas con Mejores Posibilidades Acuíferas Subterráneas](#)

Otra fuente de recarga, en algunas áreas, está constituida por el retorno del agua utilizada para riego, que representa volúmenes importantes.

La alimentación pluvial puede ser directa o por infiltración en las regiones circundantes más elevadas. Este aporte parece ser importante en algunas zonas. La precipitación media anual en la subcuenca del río Grande - San Francisco es de 700 mm y en la del Tarija - Bermejo de unos 950 mm.

Los volúmenes de precipitación anual que caen directamente en las áreas con mejores posibilidades acuíferas se establecen en el cuadro IV-2-1. La ubicación de las mismas se presenta en el mapa IV-2-2.

Las medidas diarias de fluctuación del nivel freático realizadas con la red de pozos de observación, mostraron que las variaciones a lo largo del año son muy diferentes de un área a otra, con amplitudes que van desde unos pocos decímetros hasta varios metros. En algunos casos, las medidas indican una respuesta casi inmediata del nivel de agua con las precipitaciones. En general, para toda la ACRB, la variación media anual es de 1 metro.

2.2.3 Profundidad y calidad del agua subterránea. La profundidad del agua freática es muy variable, siendo función de la topografía y de la cercanía de los cauces superficiales. En algunas zonas de planicie, el agua se encuentra a profundidades superiores a los 30 m y en los alrededores de Perico y Güemes llega a más de 50 m. En otras zonas, tales como Aguas Calientes, Ledesma, Colonia Santa Rosa, Tabacal y Abra Grande hay problemas de drenaje debido a la poca profundidad del agua freática. Esta misma causa puede originar serios problemas en algunas zonas en las que se estudia la construcción de grandes embalses como, por ejemplo, en la ciudad de Oran. Las carnadas acuíferas artesianas de Tarija-San Luis se encuentran normalmente a profundidades de 40/60 m.

Cuadro IV-2-1. Precipitación anual media directa

Area	Superficie km ²	Precipitación anual media	
		mm	hm ³
San Lorenzo - Tarija - San Luis	65	600	39
Triángulo del Bermejo	95	1120	105
Valle del Bermejo	1255	900	1130
Quebrada de Humahuaca	25	200	5
Jujuy - El Carmen	440	810	355
Valle de La Caldera	90	750	68
Quemes - Aguas Calientes	965	575	555
Valle del San Francisco	2710	730	1980

En general, la calidad del agua subterránea, tanto para riego, como para uso doméstico e industrial, es buena. Las mejores aguas se encuentran en la zona La Caldera - Vaqueros, Jujuy - Güemes, Orán - Pichanal y Calilegua - Fraile Pintado, así como en el Triángulo del Bermejo y en Tarija la salinidad aumenta en los valles de los ríos Grande, Lavayén y San Francisco. En la Quebrada de Humahuaca la salinidad es superior a la media.

2.3 Estimaciones de disponibilidad de agua

2.3.1 Características dimensionales de los acuíferos. Los límites laterales del acuífero libre y de los localmente confinados, fueron estimados en base a los mapas geológicos disponibles y luego de examinar los diferentes factores fisiográficos e hidrogeológicos.

En relación con el espesor del acuífero, el análisis de algunas perforaciones - que a excepción de las petroleras y de las realizadas cerca del contacto nunca llegaron a la base del cuartario - permite inferir valores preliminares. Los resultados se expresan en el cuadro IV-2-2.

2.3.2 Volumen de las reservas. Para los acuíferos libres y localmente confinados, las reservas embalsadas corresponden a la cantidad de agua almacenada en ellos, la cual es teóricamente posible extraer por bombeo. Se las calcula conociendo el volumen de embalse y el coeficiente de almacenamiento o porosidad específica, según que el acuífero sea confinado (surgente o no) o freático.

Los valores preliminares obtenidos por la Unidad Técnica sobre ciertos supuestos razonables de coeficientes de porosidad, almacenamiento y volúmenes relativos, se expresan en el cuadro IV-2-3.

Los recursos reguladores de los acuíferos, en su situación actual, corresponden al volumen de agua almacenado entre el máximo y el mínimo nivel piezométrico; estos niveles están influidos por la extracción actual y, en consecuencia, los recursos calculados son susceptibles de una extrapolación para el futuro en la medida en que las extracciones se incrementen.

El cuadro IV-2-4 establece los valores de los volúmenes reguladores sobre la base de una porosidad específica del 5%.

2.4 Posibilidades de explotación

Las áreas definidas con un buen nivel en recursos de agua subterránea coinciden con las zonas más pobladas de la ACRB, y además con las zonas de suelos aptos para la implantación del riego.

Teniendo en cuenta que, salvo el complejo de Las Maderas, no existe ningún proyecto en condiciones de puesta en servicio público en lo que resta de la década del 70, parece claro que las posibilidades de expansión inmediata de los servicios de agua potable, agua industrial y ampliación de áreas de riego, se apoyen en el alumbramiento de acuíferos subterráneos, por lo menos en la subcuenca Grande - San Francisco y en los alrededores de Tarija.

Cuadro IV-2-2. Espesor medio y volumen saturado de las áreas con mejores posibilidades

Area	Superficie	Espesor	Volumen
	km ²	medio m	hm ³
San Lorenzo - Tarija - San Luis	65	10	650
Triángulo del Bermejo	95	15	1425
Valle del Bermejo	1255	40	50200
Quebrada de Humahuaca	25	5	125

Jujuy - El Carmen	440	10	4400
Valle de La Caldera	90	20	1800
Güemes - Aguas Calientes	965	30	28950
Valle del San Francisco	2710	50	135500

Surge en consecuencia que se verificará un incremento acentuado de tal uso, el cual debería orientarse hacia su explotación racional en base a los valores preliminares de reserva aquí' indicados y a los estudios complementarios que se realicen en un futuro inmediato.

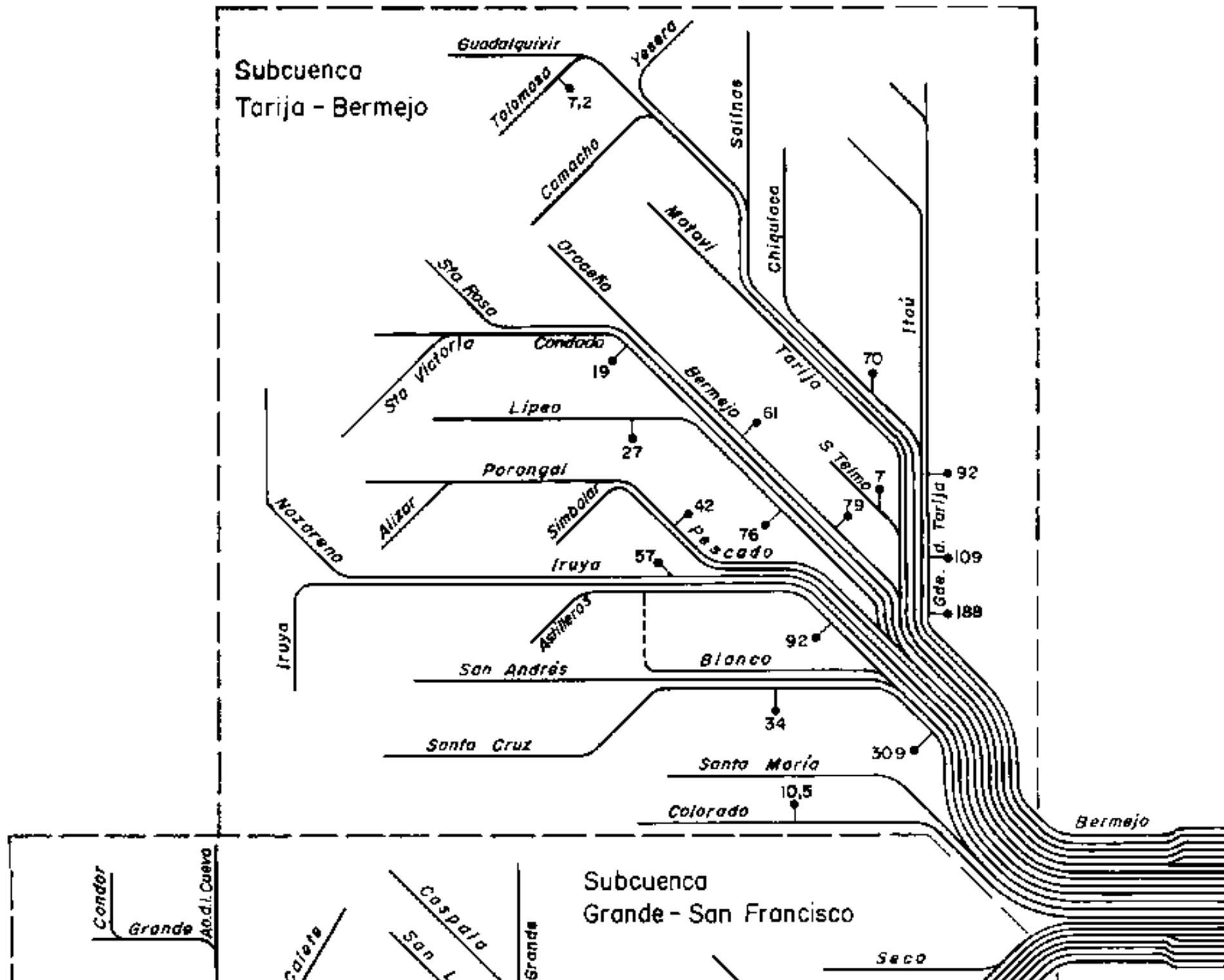
Cuadro IV-2-3. Volúmenes de agua subterránea

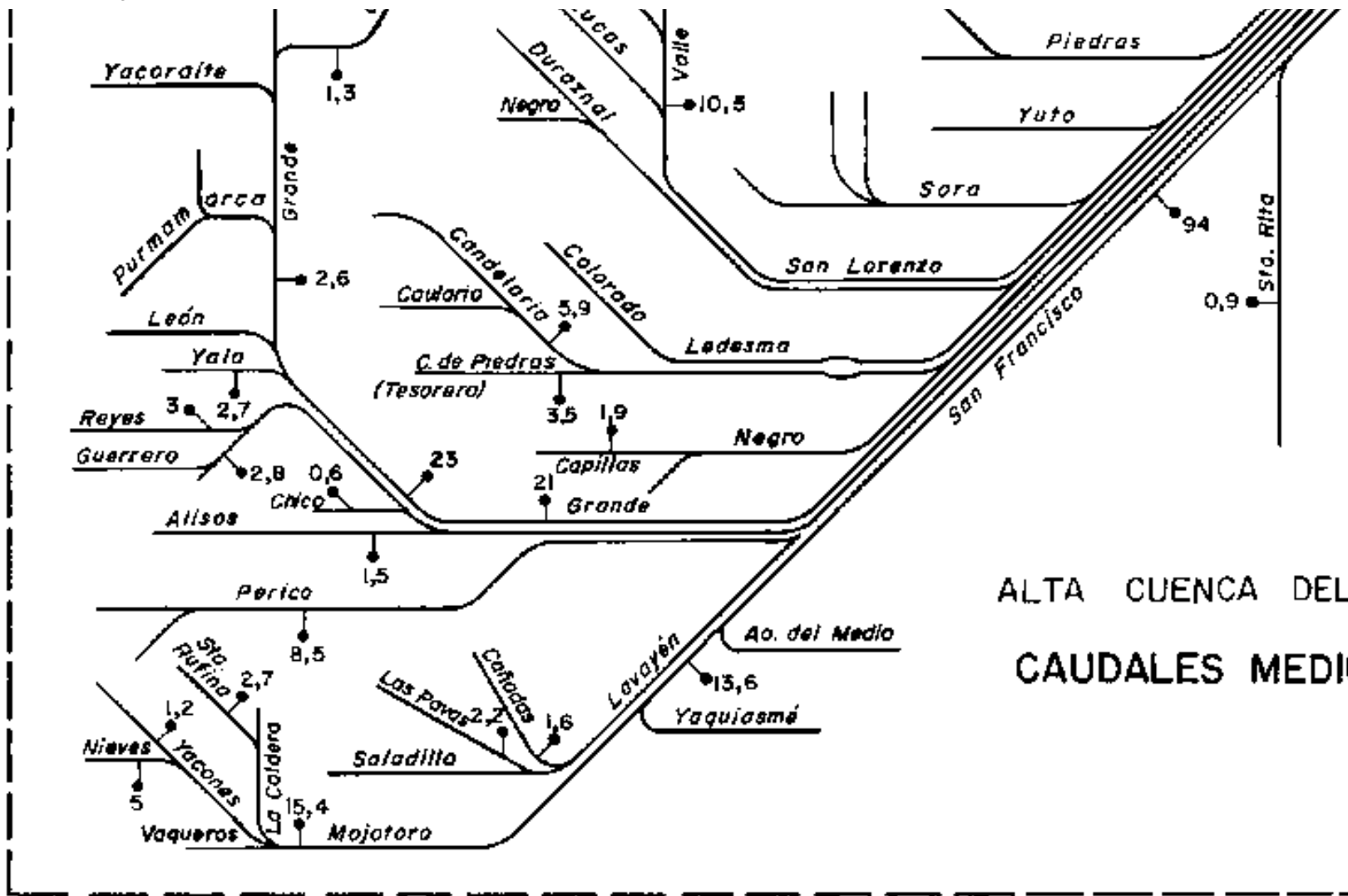
Area	Volumen de agua hm ³
Tarija - San Luis (artesiano)	7
Triángulo del Bermejo	70
Valle del Bermejo	2510
Quebrada de Humahuaca	6
Jujuy - El Carmen	220
Valle de La Caldera	90
Güemes - Aguas Calientes	1450
Valle del San Francisco	6780

En este estudio las reservas detectadas de agua subterránea serán consideradas al realizar el balance hidrológico final y al planificar los aprovechamientos hídricos superficiales.

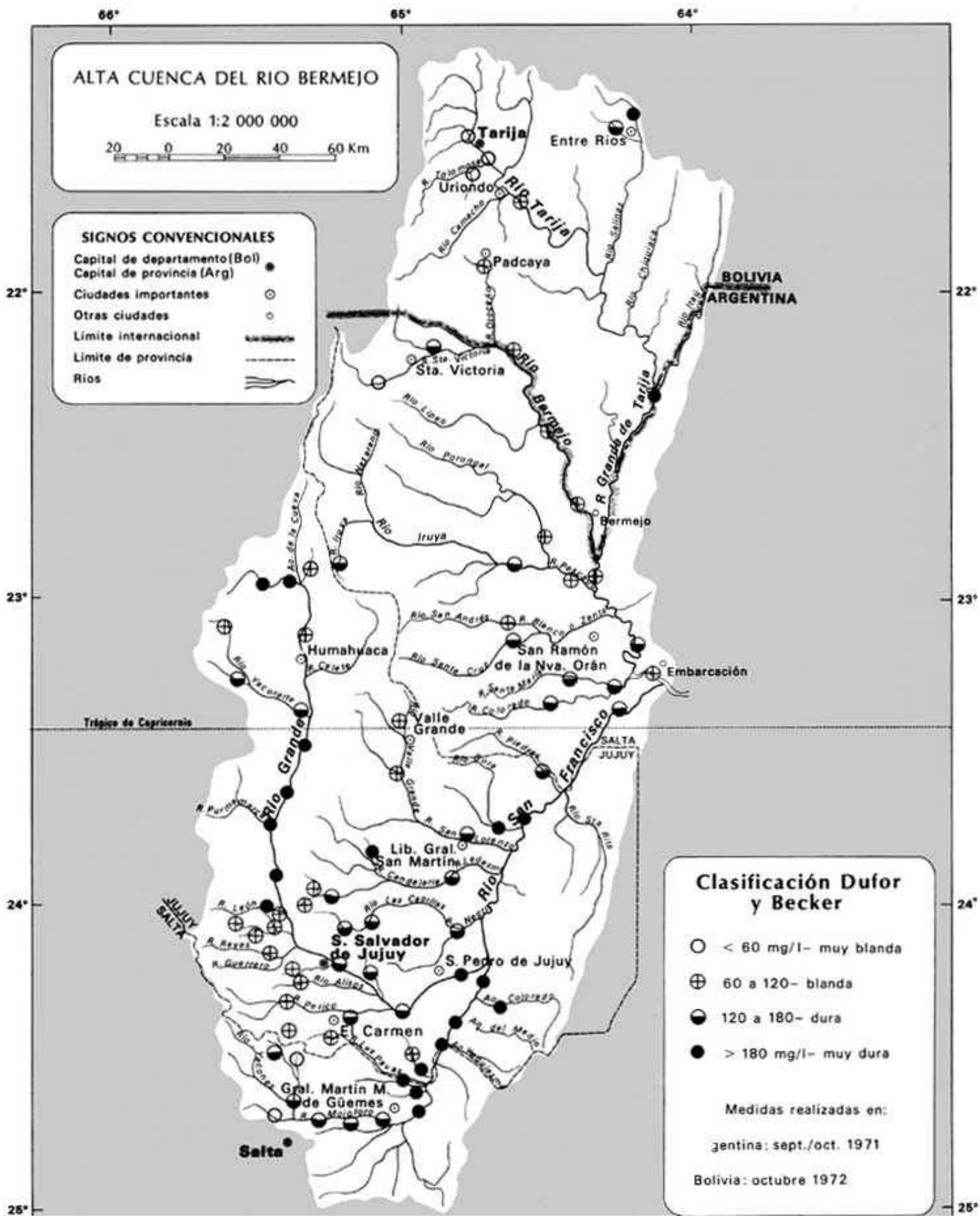
El cuadro IV-2-5 muestra las características principales de las zonas con mejores posibilidades de explotación.







ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
CAUDALES MEDIOS ANUALES



ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

Escala 1:2 000 000

20 0 20 40 60 Km

SIGNOS CONVENCIONALES

- Capital de departamento (Bol) ●
- Capital de provincia (Arg) ●
- Ciudades importantes ○
- Otras ciudades ○
- Límite internacional ———
- Límite de provincia - - - - -
- Rios ———

Clasificación Dufour y Becker

- < 60 mg/l- muy blanda
- ⊕ 60 a 120- blanda
- 120 a 180- dura
- > 180 mg/l- muy dura

Medidas realizadas en:

Argentina: sept./oct. 1971

Bolivia: octubre 1972





3. Recursos de la tierra

[3.1 Análisis general de los suelos](#)

[3.2 Criterios de selección de áreas prioritarias](#)

[3.3 Consideraciones sobre el medio rural](#)

3.1 Análisis general de los suelos

Al comenzar las operaciones a cargo de la Unidad Técnica, no existían a nivel oficial antecedentes de estudios edafológicos en el área de la ACRB. Teniendo en cuenta la superficie involucrada, las características fisiográficas, el tiempo y medios disponibles, se encaró una investigación a nivel de reconocimiento, con el objetivo de definir las características, propiedades y aptitud agrícola de los suelos, así como su distribución espacial (mapa IV-3-1).

Dicho estudio representa la primera contribución al conocimiento de la geografía de suelos de la ACRB, y a través del mismo fue posible ubicar las zonas aptas para el desarrollo agrícola futuro y evaluar los problemas de las áreas que están actualmente bajo cultivo.

El detalle de las investigaciones realizadas se incluye en el volumen 3 del Informe editado en Argentina.

A título ilustrativo se agregan los mapas IV-3-2, IV-3-3 y IV-3-4 correspondientes a estudios de semidetalle realizados en las áreas de Las Maderas y Santa Rosa (Argentina) y del Triángulo del Bermejo (Bolivia)

3.1.1 Estudio y clasificación de suelos. Las unidades de suelos analizadas fueron 77 en total; dada la escala y nivel del levantamiento, cada unidad representa una asociación de dos o más suelos diferentes.

Teniendo en cuenta que la investigación tuvo por objeto la caracterización de áreas factibles de desarrollo agrícola, el mayor énfasis fue puesto en las zonas de tierras bajas a medianamente altas, a través de un análisis sistemático a nivel de reconocimiento. De allí que, a pesar de que integraran una superficie relativa inferior, esas zonas fueron representadas por 59 unidades de suelos dentro de aquel total de 77. Las superficies altas o montañosas, que a priori señalaron escasa aptitud para el desarrollo agrícola, fueron objeto de un análisis esquemático (levantamiento exploratorio).

Finalmente corresponde destacar que se seleccionaron tres áreas - Las Maderas y Santa Rosa en Argentina y el Triángulo del Bermejo en Bolivia - para levantamientos a nivel de semidetalle, teniendo en cuenta su uso actual y sus posibilidades favorables para el desarrollo futuro (mapa IV-3-1a).

Las diferentes unidades de suelos identificadas en el estudio general fueron representadas en un mapa a escala 1:250000. Este estudio se basó en fotointerpretación, lo que permitió delimitar unidades

fisiográficas que dieran la orientación a los trabajos de campo y posteriormente a la representación gráfica de las unidades de suelos.

Las unidades fisiográficas reconocidas fueron 16, definidas por el relieve, morfología, material originario, naturaleza de las rocas y ambientes climáticos. Luego de definidas, las unidades fueron delimitadas en las fotografías aéreas y transferidas a los fotomosaicos.

Los trabajos de campo comprendieron observaciones en pozos abiertos en varios puntos de cada unidad fisiográfica hasta llegar a definir los suelos dominantes. Posteriormente se abrieron calicatas de una profundidad media de dos metros, para la descripción morfológica de los perfiles representativos y obtención de muestras de los diferentes horizontes para su posterior análisis en laboratorio. El promedio de observaciones en el reconocimiento fue de una cada 1000 ha.

Cuadro IV-2-4. Volúmenes reguladores anuales

Area	Superficie km ²	Variación n/e medio m	Volumen saturado hm ³	Volumen regulador hm ³
San Lorenzo - Tarija - San Luis	65	0,5	33	1,7
Triángulo del Bermejo	95	1	95	4,7
Valle del Bermejo	1255	1	1255	63
Quebrada de Humahuaca	25	0,5	12,5	0,6
Jujuy - El Carmen	440	1	440	22
Valle de La Caldera	90	1	90	4,5
Güemes - Aguas Calientes	965	1	965	48
Valle del San Francisco	2710	0,5	1355	68

[Mapa IV-3-1a - Categorías del Levantamiento de Suelos](#)

[Mapa IV-3-2 - TRIANGULO BERMEJO](#)

[Mapa IV-3-3 - COLONIA SANTA ROSA](#)

[Mapa IV-3-4 - LAS MADERAS](#)

Cuadro IV-2-5. Características principales de las áreas con mejores posibilidades de explotación

Area	Profundidad media		Caudal medio por pozos l/s	Calidad probable	
	agua m	pozos m		CE umhos/cm	Clase para riego
BOLIVIA					
Tarija - San Luis	+2	60	2*	300	C1/C2-S1
Triángulo Bermejo	15	70	10	700	C2-S1
SALTA					
Embarcación - Tres Pozos	13	60	10	700	C2/C3-S1

Orán - Pichanal	8	50	6,5	500	C2-S1
Colonia Santa Rosa	2/8	90	2	1000	C3-S1
Vaqueros	30	60	8	300	C2-S1
JUJUY					
Ledesma - Fraile Pintado	50	90	40	700	C2/C3-S1
San Pedro	50	90	80	800	C2/C3-S1
San José del Bordo	23	50	25	900	C3-S1
Santa Clara	60	110	20	850	C3-S1

* *Surgente*

El proceso de compilación del mapa final de suelos se realizó después del establecimiento de las asociaciones y del estudio de correlación de las mismas. El nombre adoptado para definir cada asociación se eligió a partir del suelo más difundido. Los límites, una vez definidos, fueron transferidos al mapa básico en escala 1:250000.

La descripción de cada una de las asociaciones comprende: superficie, ubicación y fisiografía, características generales, uso actual y aptitud agrícola, limitaciones principales y recomendaciones.

De los estudios efectuados pueden deducirse las siguientes conclusiones generales:

- i. La ACRB presenta una gran variedad de suelos, en lo que hace a características y propiedades de los mismos. Esta variedad es consecuencia de la interacción de los factores de formación que son extremadamente variables en la Cuenca.
- ii. Los principales grandes grupos de suelos reconocidos (según la clasificación de FAO) son, en orden de importancia, según su difusión: Litosoles, Fluvisoles, Regosoles, Yermosoles, Luvisoles y Planosoles.
- iii. Los datos analíticos obtenidos de un total aproximado de 1000 muestras, sugieren que la mayoría de los suelos presentan alta saturación con base, reacción neutra a ligeramente ácida y contenidos medios de materia orgánica.
- iv. La mayoría de los suelos identificados no presentan problemas de salinidad ni alcalinidad, exceptuando aproximadamente 100000 ha en territorio argentino, que corresponden principalmente a las unidades cartográficas designadas Complejo Zapallar, Don Enrique y Lavayén - San Francisco. Se estima que el 50% de esta superficie está afectada por una fuerte salinidad.

3.1.2 Cuantificación de las unidades de suelos. La superficie de la Cuenca alcanza a 5055000 ha. De ese total, el levantamiento exploratorio cubrió 4175100 ha, o sea el 82,6%. El resto, que cubre 879900 ha, involucra tierras bajas a medianamente altas. Estas tierras, en su totalidad, fueron objeto de estudios a nivel de reconocimiento.

3.1.3 Aptitud agrícola de las tierras. La finalidad de la interpretación de datos del levantamiento de suelos en la ACRB es la de definir áreas requeridas para el desarrollo de proyectos agrícolas que cubran la demanda de tierras en el horizonte del estudio, así como proveer los datos necesarios para programar el

mejoramiento, recuperación y manejo de las tierras cultivadas, tanto para agricultura, como para pasturas y bosques.

Tratándose de un levantamiento a nivel de reconocimiento, se aplicó un sistema de clasificación de tierras adecuado al mismo, que consiste en el agrupamiento de tierras según sus cualidades y posibilidades para uso agrícola, de acuerdo con las mayores o menores limitaciones que presentan los suelos (mapa IV-3-5).

Los agrupamientos son cinco, designados por las letras capitales de A a E, en un orden decreciente de aptitud y prioridad, cuyas características son las siguientes:

Grupo A: Tierras que no requieren especiales tratamientos; pueden presentar escasa o ligeras limitaciones. Siendo muy buena su aptitud agrícola, les corresponde una alta prioridad para programas de desarrollo en el uso de los suelos.

Grupo B: Tierras que requieren tratamientos de orden menor para su desarrollo, recuperación, implementación y manejo. Su aptitud es buena, con moderadas limitaciones; les corresponde una menor prioridad para programas de desarrollo.

Grupo C: Tierras que llegan a requerir tratamientos de orden mayor a los fines señalados. Presentan fuertes limitaciones que les otorga una aptitud agrícola condicionada a determinados usos. Poseen una inferior prioridad y pueden llegar a acrecentar su valorización mediante estudios semidetallados.

Grupo D: Tierras que poseen limitaciones en un grado tal que requieren estudios especiales para establecer la factibilidad de la aplicación de medidas de tratamientos para su implementación.

Grupo E: Estas tierras presentan excesivas limitaciones, las cuales, en términos generales y salvo para casos especiales, las hacen inadaptadas y normalmente quedan excluidas de los programas de desarrollo, mejoramiento y recuperación.

Un concepto de los tratamientos necesarios para los grupos A, B y C puede resumirse así:

Requerimiento Grupo A: El tratamiento se reduce a las prácticas comunes de manejo para incremento de la productividad.

Requerimiento Grupo B: Simples combinaciones de manejo del suelo y del cultivo. Puede necesitar un refuerzo moderado de otras prácticas auxiliares.

Requerimiento Grupo C: Combinaciones especiales e intensivas de tratamientos culturales, estructurales y de la vegetación.

La intensidad del tratamiento del Grupo D es mayor o comparable a la del Grupo C, y deberá ser determinada una vez establecida la potencialidad de esas tierras para su desarrollo. Respecto al Grupo E, por sus excesivas limitaciones, los tratamientos están supeditados al uso que se le pueda dar (o cultivo que se adapte) pero siempre intensivos e indispensables.

Cada una de las asociaciones de suelos reconocidas en la Alta Cuenca fueron clasificadas de acuerdo al agrupamiento aquí indicado. El resultado de la clasificación se expresa en los cuadros IV-3-1 y IV-3-2.

Cuadro IV-3-1. Superficies según agrupamiento generalizado

Grupo	Grado de limitación	Superficie ha	
		Argentina	Bolivia

A	Tierras con limitaciones ligeras	108300	10400
B	Tierras con limitaciones moderadas	360500	22200
C	Tierras con limitaciones medianamente severas	126500	41500
D	Tierras con limitaciones severas	487200	22400
E	Tierras con limitaciones muy severas	27545001	121500
	Totales	38370001	218000

Atendiendo a que una asociación está integrada por diversos suelos, se optó por generalizar clasificando a cada unidad según el grupo de tierra que poseía el suelo dominante, sin dejar de relacionarlo con los demás componentes.

Cuadro IV-3-2. Tierras con aptitud para riego

Aptitud	Argentina	Bolivia
1	66200	
2	299800	27200
3	93200	3800
Totales	459200	31000

Esta generalización se denominó "agrupamiento generalizado". Los resultados globales y la distribución superficial de estos agrupamientos se expresan en el cuadro IV-3-1.

Sumando las tierras de las categorías A y B, se llega a la conclusión de que existen 468800 ha en territorio argentino y 32600 ha en territorio boliviano. Teniendo en cuenta las superficies actualmente explotadas, se deduce que aproximadamente 330000 ha en Argentina tienen posibilidades de desarrollo agrícola inmediato. Bolivia tiene, bajo explotación en grado variable de intensidad, la totalidad de las superficies con mejores aptitudes.

Dentro de la aptitud agrícola de las tierras, interesa también un aspecto particular dado por la aptitud para riego. La metodología adoptada para su apreciación se ha basado en las recomendaciones del *Bureau of Reclamation* y, dado que por lo general no se aplica a estudios de reconocimiento como el realizado, la clasificación tiene carácter de tentativa.

La clasificación adoptada comprende seis clases de aptitud, enumeradas del 1 al 6 y en sentido decreciente de aptitud. Las tres primeras se consideran regables; la clase 4 es marginal, la 5 temporariamente inapropiada y la 6 inepta. Las características o factores que se han tenido en cuenta son los mismos usados para definir los grupos de tierra, adicionados con las relativas al relieve y a los requerimientos de sistematización para el riego.

La aplicación de la clasificación anterior se ha limitado a las asociaciones de suelos que por su aptitud agrícola poseen el grupo A y B, del agrupamiento generalizado.

Los resultados obtenidos se detallan en el cuadro IV-3-2.

3.2 Criterios de selección de áreas prioritarias

Teniendo en cuenta los incrementos de demanda de tierras bajo riego que deben presentarse en el largo plazo y dentro del horizonte del estudio, una muy elevada proporción de las tierras aptas debería ser estudiada más en detalle, así como las obras de regulación y de conducción necesarias para la habilitación de las mismas.

No obstante, a los efectos de un ordenamiento de los proyectos, se ha considerado conveniente desagregar, dentro del total, asociaciones de suelos que se definirían como prioritarias.

Además de los factores propios del suelo, se han considerado otros, como ubicación y forma, superficies libres de cultivo, tenencia y subdivisión de la tierra, accesos, cercanías a centros poblados y posibilidades de implementar los servicios de extensión.

Los resultados se establecen en el listado siguiente:

<i>Asociaciones muy favorables</i>	<i>Asociaciones favorables</i>
Peña Colorada	
Pichanal	Urundel
El Mollar	Los Toldos
El Piquete	La Trampa
Quisto	Santa Cornelia
Lobatón	Cobo
El Milagro	San Telmo
Palma Sola	Saladillo
Río Colorado	Concepción
Campo Grande	

La localización de las áreas prioritarias y su relación con las áreas actualmente cultivadas se indican en el mapa IV-3-6 ("Áreas agrícolas prioritarias")

3.3 Consideraciones sobre el medio rural

Dentro de las características socioeconómicas del área merecen señalarse las que se refieren a la estructura agraria, a la modalidad del trabajo, a la fuerza de trabajo familiar y a las características de ocupación.

Dentro de la ACRB coexisten diferentes tamaños y formas de tenencia de las explotaciones rurales, desde las grandes áreas bajo riego de cultivos de caña de azúcar monopolizadas por los seis más importantes ingenios azucareros, hasta los minifundios ubicados preferentemente dentro del cuadrángulo del Polo de Desarrollo y en Tarija, donde los cultivos principales son el tabaco o los productos para la subsistencia familiar. Dentro de estos extremos se detectan zonas rurales cuyos predios tienen extensiones que permiten condiciones de desarrollo adecuadas para la unidad familiar.

La fuerza de trabajo familiar promedio (unidades de mano de obra), en función de la incidencia en la familia de cada estrato de edades, da un valor de 2,2.

En extensas zonas de la ACRB, la influencia del cultivo de la caña de azúcar ocasiona formas singulares de ocupación. En épocas de zafra, la fuerza de trabajo aplicada en el área es considerable, y disminuye sensiblemente en las épocas de estío. Como resultado de ello hay una gran tendencia al movimiento migratorio de la fuerza de trabajo como recurso para completar la ocupación a lo largo del año, aun en ubicaciones bastante distanciadas entre sí. Como corolario de esta modalidad, surgen, inevitablemente, la insuficiencia de viviendas y servicios; elevadas tasas de deserción escolar - pues el inmigrante se traslada generalmente con su familia, la cual trabaja en tareas secundarias de zafra - y el fomento dentro del área de una economía de subsistencia.

Desde el punto de vista social, los objetivos para el desarrollo del área deben procurar:

- a) El mejoramiento de las condiciones en que se practica el riego, el desagüe y el drenaje en la zona actualmente servida por las derivaciones directas de cauces naturales, a fin de que, por vía del incremento de productividad, el productor se sitúe en un mejor nivel de competencia y capacitación.
- b) Establecer nuevas áreas destinadas a la explotación agropecuaria, con vistas a obtener productos diversificados con posibilidades de industrialización y/o exportación, y que, a la vez, provoquen un insumo de mano de obra lo más constante posible a lo largo del año.
- c) Establecer asentamientos que permitan ubicar el máximo número de familias compatible con una explotación redituable, a fin de aliviar la presión que se opera en la zona de minifundios.

Existe dentro del área del Estudio y en ambos sectores nacionales, un problema común que debe ser contemplado en el desarrollo de los proyectos; es la situación en que se encuentran las familias que ocupan y trabajan pequeñas parcelas, generalmente en zonas de suelos malos o degradados, donde los rendimientos son más bajos y donde los efectos perniciosos del minifundio se irán agravando a medida que transcurra el tiempo.

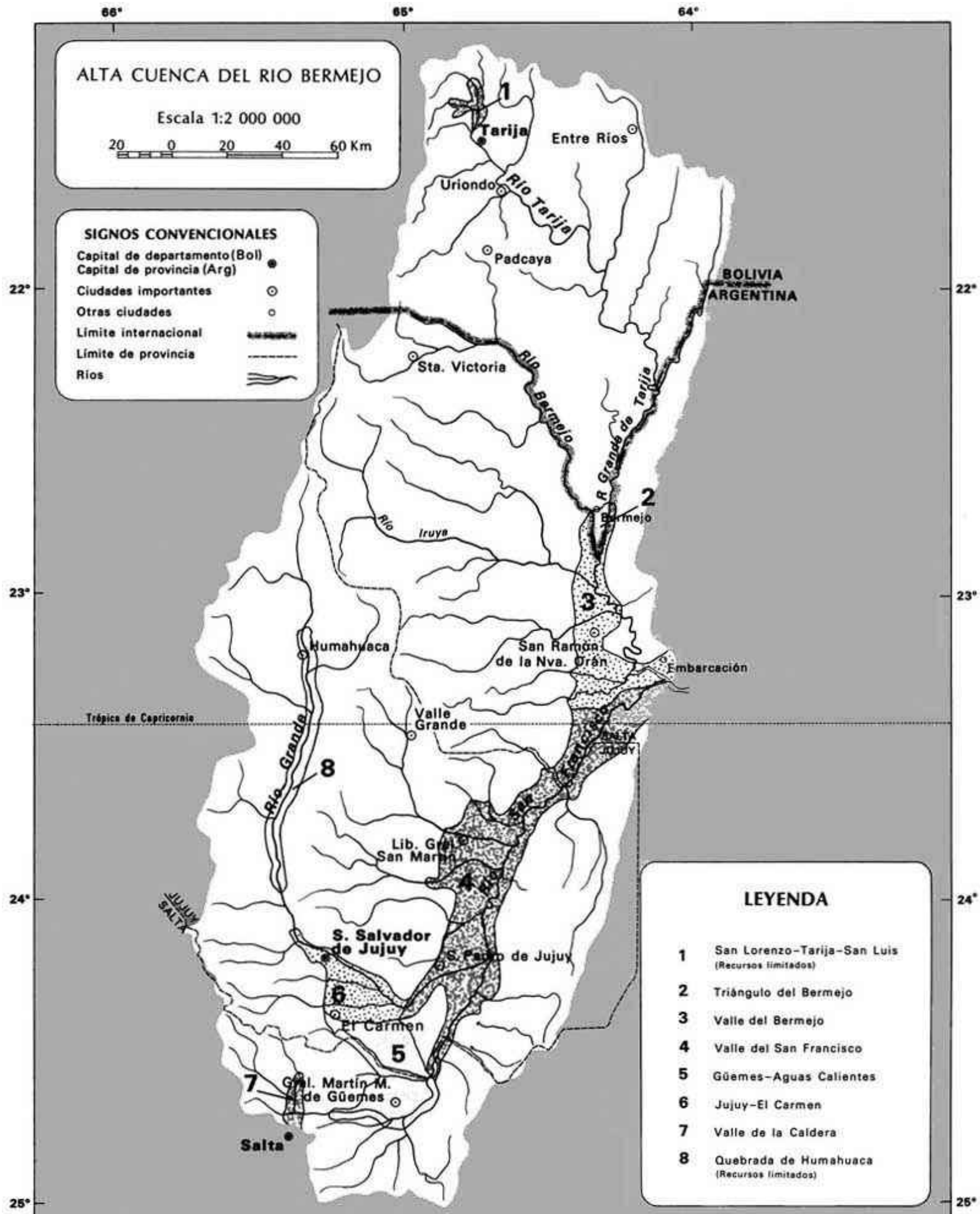
Es evidente que cualquier plan que se emprenda para lograr nuevas áreas de riego encontrará problemas vinculados con tres tipos de tenencia: ya sea que la extensión de las áreas a regar se encuentre en zonas de gran explotación industrial con escaso número de propietarios, que se encuentre adyacente a áreas donde predomina un elevado número de propietarios de pequeñas parcelas, o, finalmente, que haya nuevas zonas donde puedan implementarse predios de dimensiones económicas óptimas para la explotación a nivel familiar.

Las soluciones a tales problemas deben propiciar una reforma de las estructuras agrarias - muy particularmente en las áreas donde se ubicarán los proyectos agrícolas - habida cuenta de la fundamental importancia que revisten los recursos humanos en cualquier tipo de desarrollo que se pretenda obtener en la región.









66°

65°

64°



1. Propósito de los proyectos

[1.1 Generación de energía](#)

[1.2 Uso consuntivo](#)

No existe un criterio uniforme dentro de la ACRB que permita definir el propósito prioritario o genético de un proyecto particular. Como se ha visto a lo largo de las exposiciones anteriores, existen varias subregiones cuyas perspectivas de desarrollo, necesidades, demandas y recursos son muy diferentes. En ellas existen diversos grados de desequilibrio entre demandas y recursos naturales disponibles.

Al estudiarse un planeamiento a nivel regional, del aprovechamiento de los recursos disponibles, deben analizarse las características particulares de las diferentes zonas o subregiones. En esa forma será posible reconocer ciertos fines prioritarios a los proyectos identificados, como característicos de cada zona analizada.

El criterio de diseño de cada proyecto está condicionado en primer término por su propósito principal y en grado decreciente por los demás propósitos. La evaluación debe considerar los hechos y factores implícitos. Se efectúa aquí un análisis de los propósitos en relación con las diferentes zonas caracterizadas.

1.1 Generación de energía

Dentro del conjunto de proyectos estudiados en la ACRB puede reconocerse una serie de ellos que deben admitir como propósito prioritario o genético el de producir energía eléctrica. Tienen en común que se encuentran ubicados sobre los cursos principales de la subcuenca Tarija-Bermejo. Como se ha indicado en capítulos anteriores, las características hidrológicas, topográficas y geológicas encontradas en los tramos aprovechables de esta subcuenca las hacen aptas para este fin; sin embargo, los principales centros de consumo de energía y de demanda de agua para poblaciones e industrias en la ACRB, no se ubican dentro del área geográfica de esta subcuenca.

La energía eléctrica es un bien transmisible a distancia a costos relativos bajos, lo que hace factible el aprovechamiento de las facilidades naturales de que está dotada el área. Por el contrario, el agua en sí misma no es un bien transportable económicamente; tampoco podría ser usada en las subregiones Tarija y Frontera por falta de áreas suficientes de suelos aptos para riego. El total de estas áreas, tanto en sector boliviano como argentino, no supera las 55000 hectáreas y la mayor parte de ellas pueden ser regadas con los aportes naturales de los ríos sin necesidad de obras de regulación. Comentarios similares pueden aplicarse a los suministros de agua para poblaciones e industrias. Entonces, de una manera general, puede decirse que las demandas actuales y esperadas de agua para usos consuntivos en el horizonte de estudio y sobre los ríos principales de la subcuenca Tarija - Bermejo, no superan en ningún caso sus recursos

naturales garantidos.

En base a ello, la creación de embalses artificiales de regulación, con su consecuente incremento de caudales garantidos, permitirá en primer lugar la instalación de centrales hidroeléctricas y aumentará las posibilidades de utilización del recurso en la llanura chaqueña de Salta y en general en la cuenca baja del río Bermejo. Teóricamente podrían implementarse importantes obras de riego en esta cuenca baja, así como instalarse áreas industriales y poblaciones. En la actualidad no son utilizados en esta zona ni aun los aportes naturales (sin regular) del río, lo cual ubica a aquélla posibilidad en el plazo no inmediato.

Finalmente debe indicarse que la construcción de embalses de regulación en tramos de los ríos Tarija y Bermejo y en sus afluentes, permitirá el control del transporte del caudal sólido de estos ríos hacia aguas abajo y en particular hacia los ríos Paraguay y Paraná, cuyos canales navegables requieren esfuerzos permanentes de dragado para asegurar el tráfico fluvial. Esta función de control del aporte sólido adquiere significación si se considera la magnitud de la erosión hídrica en la subcuenca y el volumen de sedimentos generados, que ubica al río Bermejo no sólo con una participación mayoritaria en los embancamientos de vías navegables que deben mantenerse expeditas, sino también en un nivel elevado dentro de procesos similares en el mundo.

Este último objetivo de los proyectos es secundario, pero sus implicancias económicas son de importancia, aun cuando el beneficio debe ubicarse en el contexto nacional y no en el regional de la Cuenca.

Establecido lo precedente, queda debidamente aclarado que en las presas situadas sobre los ríos principales de la subcuenca Tarija - Bermejo, por lo menos en el futuro relevante, la operación de los embalses quedará supeditada a la generación de energía. Se exceptúa el proyecto de Santa Rosa que, a pesar de estar ubicado en esta subcuenca (río Colorado) está destinado a uso consuntivo y las características del río no lo permiten ubicar en la categoría anterior.

Además, considerando que los proyectos de riego y consecuentes abastecimientos de agua deberán encararse en el plazo mediato, la toma de decisión sobre la viabilidad económica de los proyectos estudiados deberá analizarse sobre índices de evaluación, "con y sin" los beneficios derivados de los regadíos factibles.

1.2 Uso consuntivo

Los proyectos estudiados en la subcuenca Grande - San Francisco reconocen orígenes y propósitos totalmente diferentes.

La subcuenca, desde el punto de vista hídrico, es más pobre que la anterior y presenta una concentración acentuada de poblaciones, industrias y áreas de riego bajo operación, que agotan las posibilidades dadas por los aportes naturales de los ríos. Teniendo en cuenta además que tal concentración de recursos humanos genera usos consuntivos de agua que en lugar de atenuarse de acuerdo con los planes en vigencia se acentuarán significativamente en el plazo del estudio, cabe concluir que el incremento de los aportes hídricos por vía de la regulación de los cursos de agua, se presenta como solución ineludible ya en el corto plazo.

Si bien la provisión de energía eléctrica puede asegurarse con el desarrollo de los aprovechamientos

hidroeléctricos de la subcuenca superior, con la instalación de centrales térmicas o con la interconexión nacional, el abastecimiento de agua requiere fuentes inmediatas. De esta manera puede inferirse como premisa que los aprovechamientos hidráulicos previsibles en la subcuenca Grande - San Francisco deben reconocer como propósito prioritario el asegurar ordenadamente el abastecimiento para los usos consuntivos de las poblaciones, industrias y el riego, tanto actuales como previstos en el horizonte del Estudio. La operación de los embalses está supeditada a las demandas de aquellos sectores.

En tales condiciones, cuando sea preciso atender la demanda energética, las centrales podrían ser instaladas a pie de presa (o por conducciones) en los embalses de regulación que puedan ser implementados y operados de acuerdo con el programa de aquellas descargas y, por lo tanto, con garantía de servicio limitada y energía de bajo valor económico. También podrían ser abastecidas con equipos reversibles, que actúen como centrales de acumulación por bombeo o complementadas con los embalses de compensación o regulación aguas abajo, necesarios para incrementar la energía firme, siempre que se cargue a la obra el costo asociado correspondiente.

Respecto de los propósitos prioritarios que representan usos consuntivos (agua potable, industrial y riego) corresponde hacer una distinción y una subzonificación.

En el cuadrángulo del Polo de Desarrollo del sector argentino, cabe anticipar una concentración industrial y humana de gran significación. El área es contigua a un tramo del río Grande, que tiene un aporte anual significativo, pero no acusa una pendiente fuerte y no atraviesa valles con expansión provistos de cierres o "angostos" adecuados para fundar proyectos de embalse frontales de importancia económica. Por otra parte, los menguados aportes naturales en el estiaje se encuentran totalmente comprometidos por la infraestructura de producción existente.

En esta área, en consecuencia, sólo cabe atender las demandas futuras con embalses artificiales extra cauce o mediante el aprovechamiento de los recursos de otros ríos menores, afluentes del Grande, con posibilidades muy limitadas en cuanto a volúmenes de reserva.

Dentro del Polo de Desarrollo fluye también el río Mojotoro, cuyos caudales mínimos garantidos ya se encuentran totalmente comprometidos por las obras de riego, Su mayor aprovechamiento está también condicionado a obras de regulación.

En otro orden de cosas, el propósito de alcanzar los objetivos nacionales y regionales de desarrollo económico, traducidos numéricamente en prefijadas tasas acumulativas de crecimiento anual, se basa, tal como ya se ha explicado, en la implementación de una capacidad industrial productiva muy importante, afincada dentro de los límites geográficos del Polo. La demanda de agua industrial asociada será muy significativa y crecerá vertiginosamente. Parece lógico admitir que dentro de las restricciones en la oferta de agua, los suministros a las poblaciones urbanas y los abastecimientos a las industrias, en ese orden, tendrán prioridad, sobre todo teniendo en cuenta que los elevados porcentajes de retorno de aguas servidas permitirán la habilitación de sistemas de riego en otras áreas aguas abajo con suelos aptos.

En consecuencia, dentro del Polo de Desarrollo, se considerarán los siguientes propósitos para los proyectos de aprovechamiento hídrico y en el orden prioritario señalado:

- 1°) Abastecimiento de poblaciones
- 2°) Suministro de agua industrial
- 3°) Riego
- 4°) Generación de energía eléctrica

En otras áreas de la subcuenca desaparecen las circunstancias particulares anotadas. En la Quebrada de Humahuaca, la demanda más sentida es lograr un abastecimiento a niveles modernos de eficiencia, para asegurar el afincamiento humano y garantizar las necesidades de confort compatibles con el desarrollo esperado del turismo. Como propósito secundario se presenta el riego aplicado al cultivo de frutas y hortalizas para consumo local o a la forestación.

Teniendo en cuenta las condiciones hidrológicas del tramo superior del río Grande, el aprovechamiento energético en la zona debe ser descartado.

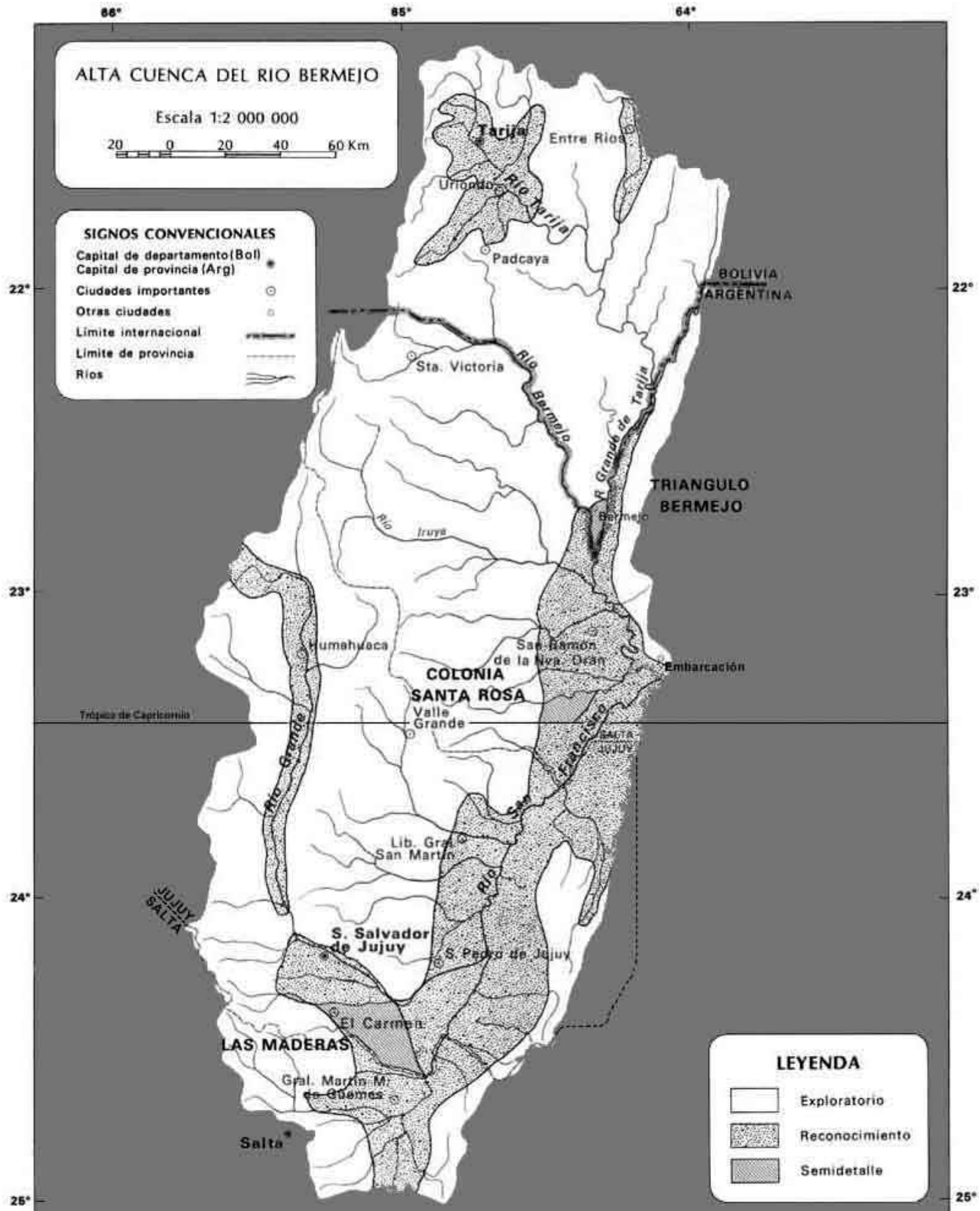
Con respecto a la cuenca del río San Francisco, con su afluente Lavayén, que corresponde nominalmente con la subregión El Ramal, habida cuenta de la demanda intensa de agua para usos consuntivos - en particular riego - los propósitos prioritarios de los proyectos se ordenarán en la siguiente forma:

- 1°) Abastecimiento de poblaciones
- 2°) Riego
- 3°) Suministro de agua industrial
- 4°) Generación de energía eléctrica

Con respecto al control de sedimentos, los proyectos de regulación de esta subcuenca no tienen la relevancia de los del área norte, aun cuando los aportes sólidos de sus ríos adquieren también valores significativos.

En todos los proyectos de regulación y de aprovechamiento hídrico de los ríos Grande, San Francisco y afluentes, los beneficios atribuibles a la consolidación de las áreas de riego existentes y los derivados de ampliaciones de las áreas irrigables, tendrán valor económico en cuanto se implementen las respectivas obras. Al contrario de lo que sucede en la subcuenca Tarija - Bermejo, todos sus recursos naturales están ahora aprovechados y la restricción en las áreas de cultivos se presenta en la oferta de agua. La demanda de mayores concesiones de agua y la presión de ciertos sectores productivos provinciales, indican que la expansión agrícola inmediata debe buscarse en la ampliación de las actuales áreas bajo riego; en el mediano plazo la expansión lógica debe esperarse de los márgenes de caudales útiles en los ríos Mojotoro, Lavayén y San Francisco y posteriormente en la regulación de la cuenca Tarija - Bermejo, para la mayor utilización de los recursos del suelo de la cuenca media e inferior.





66°

65°

64°

64°15'

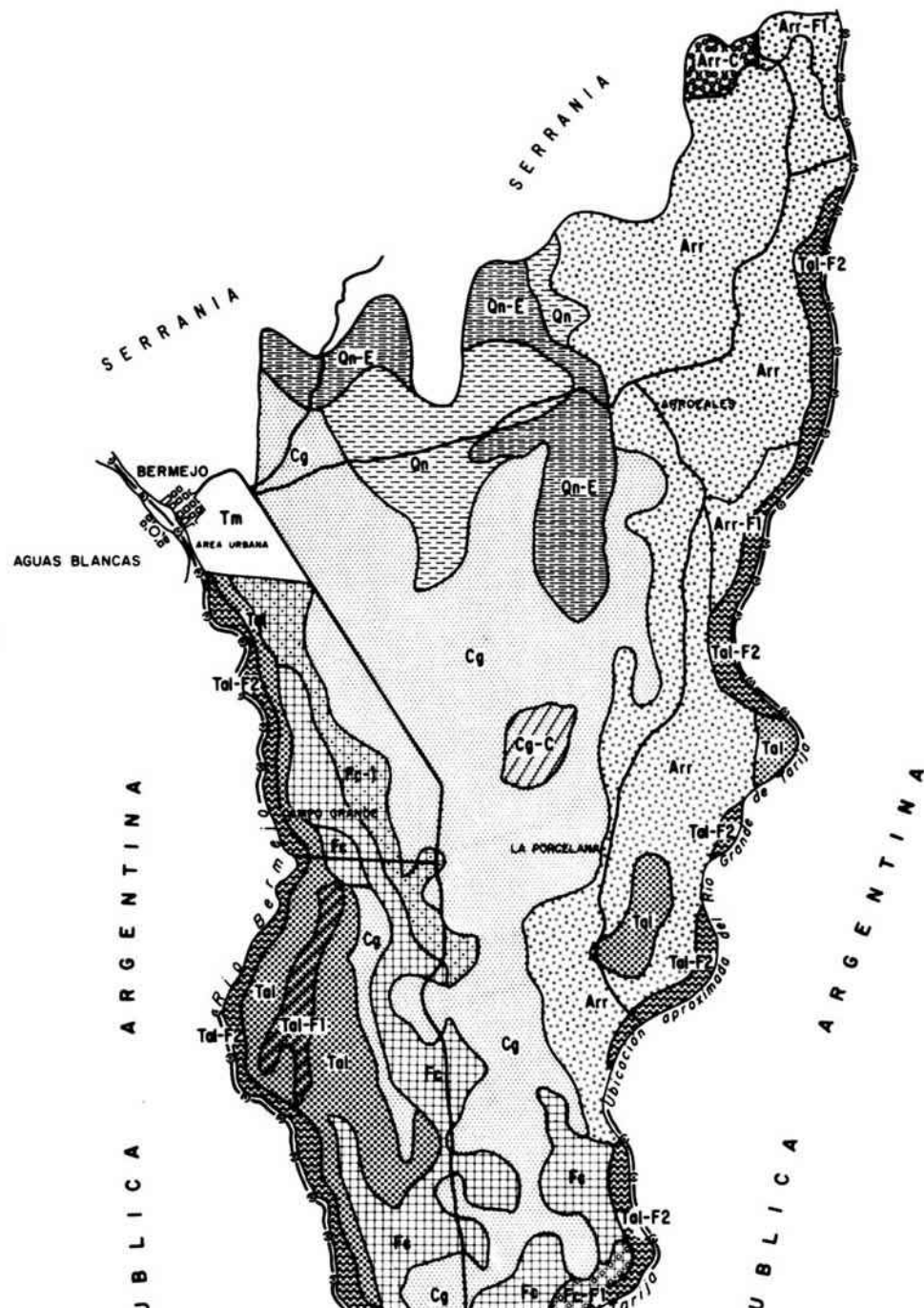
REFERENCIAS

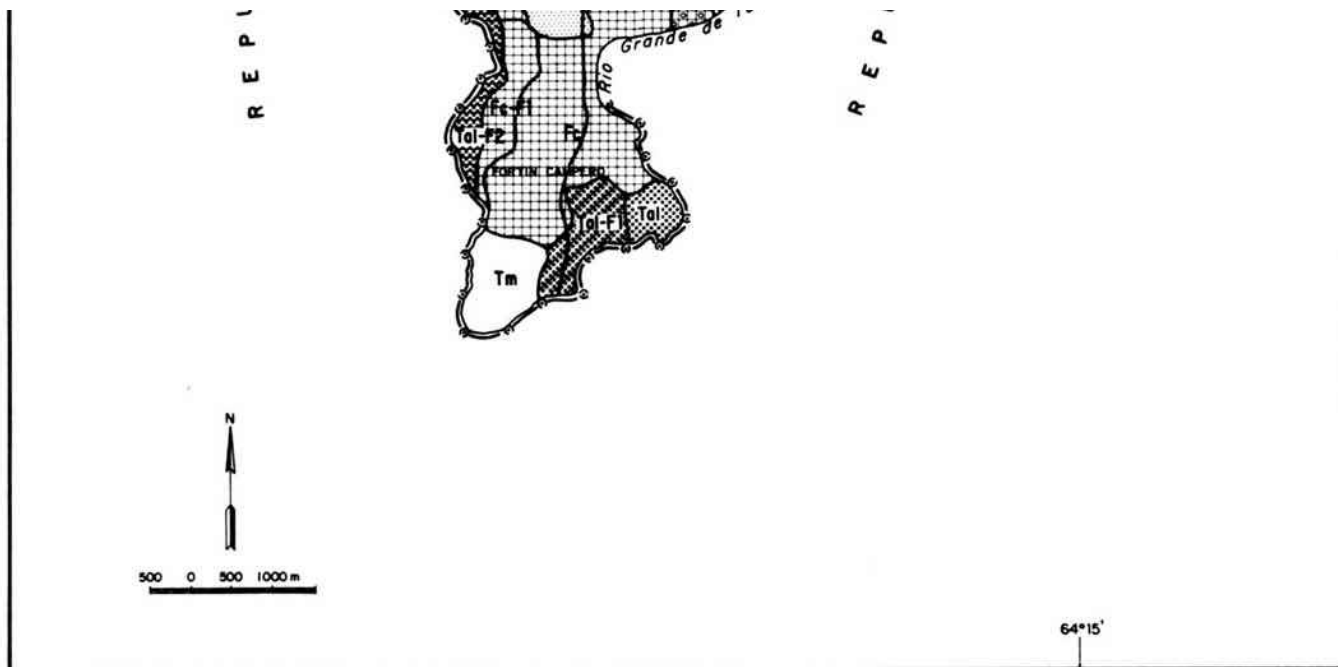
	SERIE ARROZALES	Suelos bien drenados, de incipiente desarrollo; franco arcillo limosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-2%
	Arrozales, medianamente inclinados	Suelos bien drenados, de incipiente desarrollo; franco arcillo limosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 2-5%
	Arrozales, ocasionalmente inundables	Suelos moderadamente bien drenados, de incipiente desarrollo; franco arcillo limosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	SERIE CAMPO GRANDE	Suelos bien drenados, de incipiente desarrollo; francos y de reacción neutra. Pendientes asociadas 0-2%
	Campo Grande, medianamente inclinados	Suelos bien drenados, de incipiente desarrollo; francos y de reacción neutra. Pendientes asociadas 2-6%
	SERIE FORTÍN CAMPERO	Suelos bien drenados; debilmente desarrollados; franco arcillosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	Fortín Campero, ocasionalmente inundables	Suelos moderadamente bien drenados; debilmente desarrollados; franco arcillosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	Fortín Campero, ligeramente pedregoso	Suelos bien drenados; debilmente desarrollados; franco arcillosos con pedregosidad en profundidad; levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	SERIE QUEBRADA NUEVA	Suelos moderadamente bien a imperfectamente drenados; fuertemente desarrollados; francos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 2-9%
	Quebrada Nueva, fuertemente inclinados	Suelos moderadamente bien a imperfectamente drenados; fuertemente desarrollados; francos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 6-13%
	SERIE TALITA	Suelos bien drenados, de incipiente desarrollo; franco arenosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 1-2%
	Talita, ocasionalmente inundables	Suelos moderadamente bien drenados; de incipiente desarrollo; franco arenosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	Talita, frecuentemente inundables	Suelos moderadamente bien a imperfectamente drenados; de incipiente desarrollo; franco arenosos y levemente ácidos. Pendientes asociadas 0-1%
	TIERRAS MISCELÁNEAS	

SIGNOS CONVENCIONALES

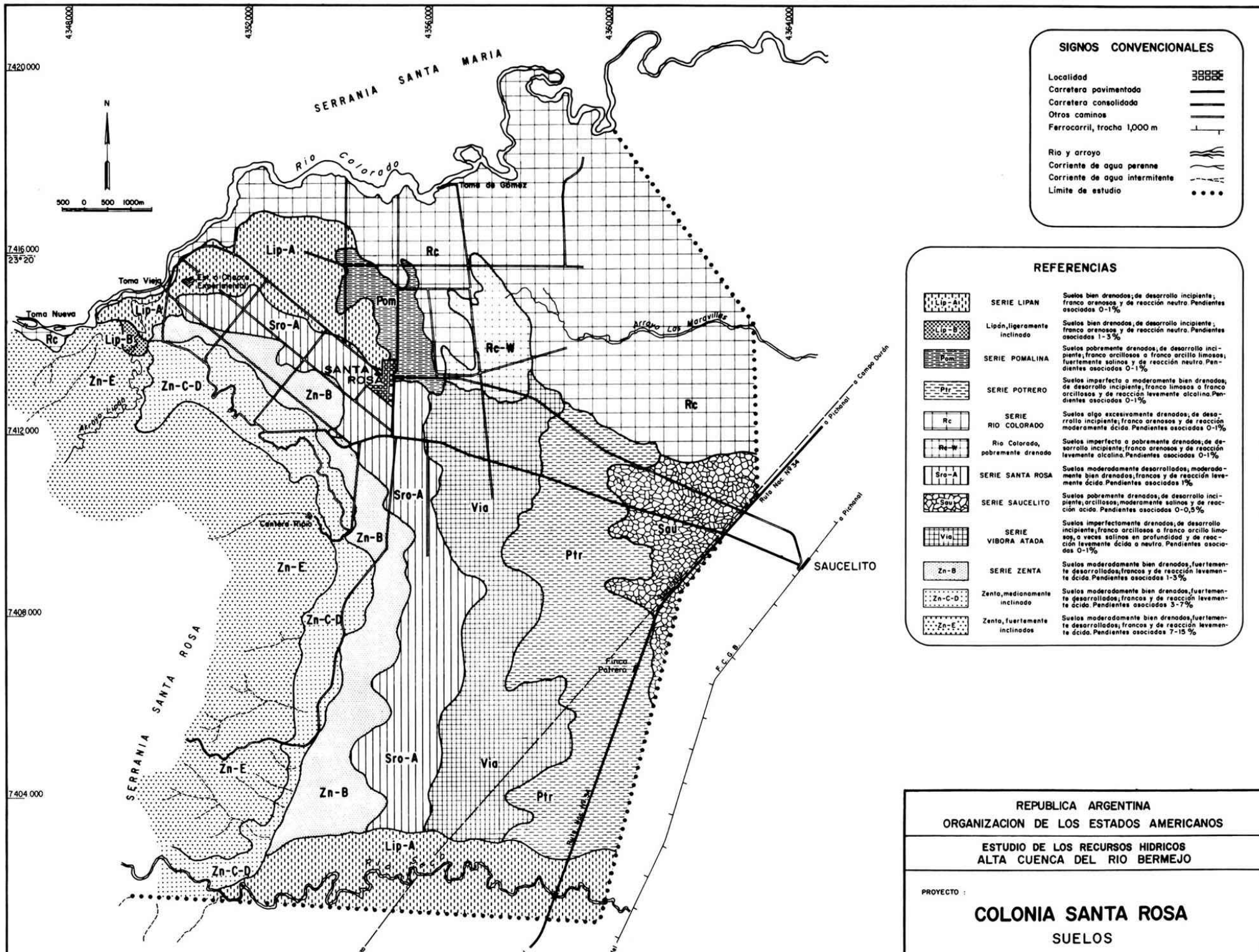
Localidad de más de 10.000 hab.	
Localidad de menos de 10.000 hab.	
Límite de división política internac.	
Camino consolidado	
Otros caminos	
Río y arroyo	
Aerodromo	

NOTA:
La tipificación de la población responden a los datos de censos de Argentina 1970 y Bolivia 1970





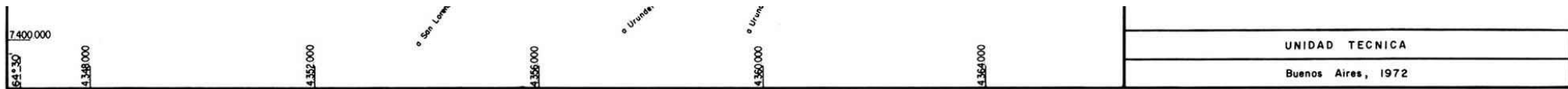
REPUBLICA DE BOLIVIA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO : TRIANGULO BERMEJO SUELOS
UNIDAD TECNICA
Buenos Aires, 1972

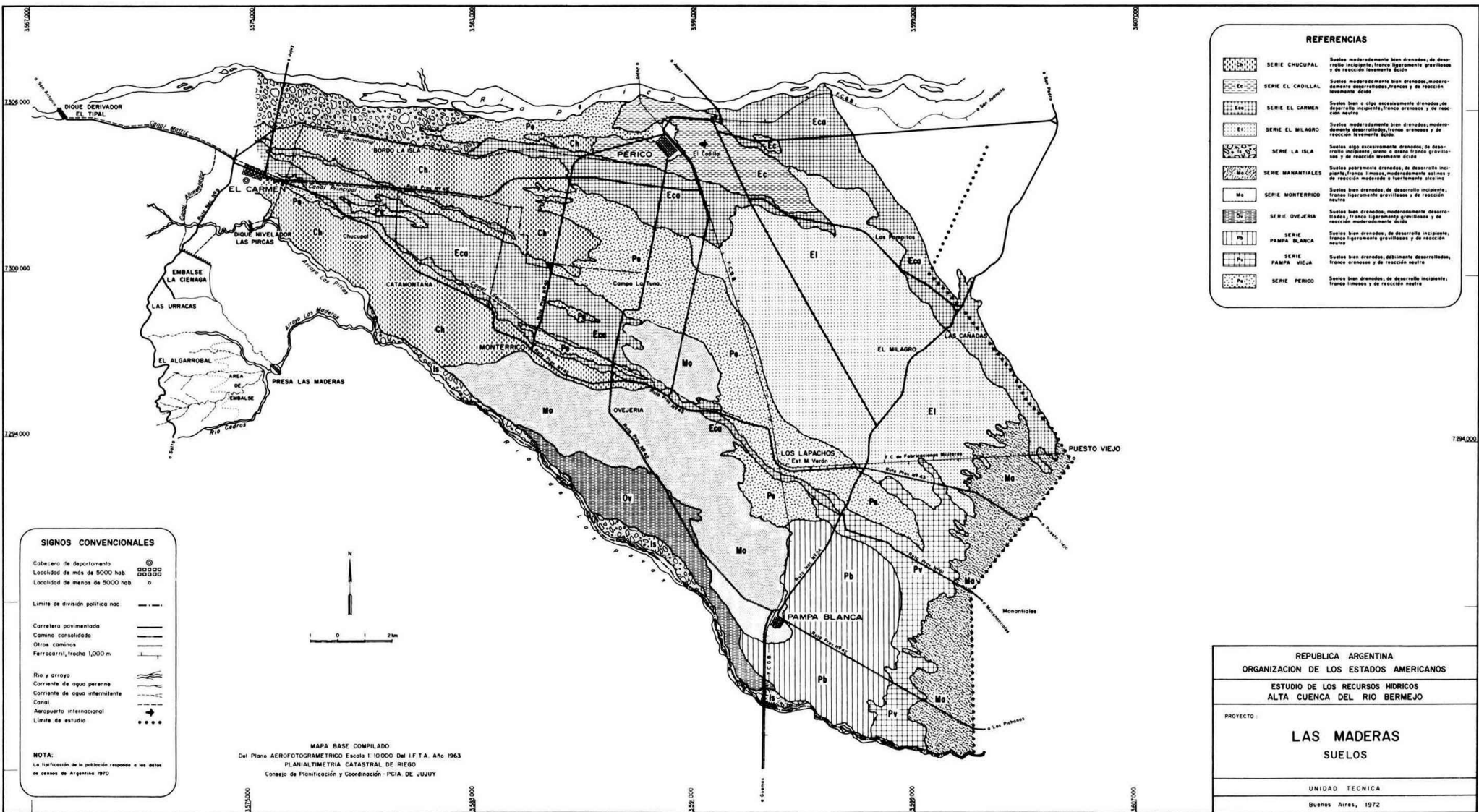


SIGNOS CONVENCIONALES	
Localidad	3888E
Carretera pavimentada	—————
Carretera consolidada	—————
Otros caminos	—————
Ferrocarril, tracha 1,000 m	—————
Rio y arroyo	~~~~~
Corriente de agua perenne	~~~~~
Corriente de agua intermitente	~~~~~
Límite de estudio

REFERENCIAS	
	SERIE LIPAN Suelos bien drenados, de desarrollo incipiente, franco arenosos y de reacción neutra. Pendientes asociadas 0-1%.
	Lipán, ligeramente inclinado Suelos bien drenados, de desarrollo incipiente, franco arenosos y de reacción neutra. Pendientes asociadas 1-3%.
	SERIE POMALINA Suelos pobremente drenados, de desarrollo incipiente, franco arcillosos a franco arcillo limosos, fuertemente salinos y de reacción neutra. Pendientes asociadas 0-1%.
	SERIE POTRERO Suelos imperfecto a moderadamente bien drenados, de desarrollo incipiente, franco limosos a franco arcillosos y de reacción levemente alcalina. Pendientes asociadas 0-1%.
	SERIE RIO COLORADO Suelos algo excesivamente drenados, de desarrollo incipiente, franco arenosos y de reacción moderadamente ácida. Pendientes asociadas 0-1%.
	Rio Colorado, pobremente drenado Suelos imperfecto a pobremente drenados, de desarrollo incipiente, franco arenosos y de reacción levemente alcalina. Pendientes asociadas 0-1%.
	SERIE SANTA ROSA Suelos moderadamente desarrollados, moderadamente bien drenados, francos y de reacción levemente ácida. Pendientes asociadas 1%.
	SERIE SAUCILITO Suelos pobremente drenados, de desarrollo incipiente, arcillosos, moderadamente salinos y de reacción ácida. Pendientes asociadas 0-0,5%.
	SERIE VIBORA ATADA Suelos imperfectamente drenados, de desarrollo incipiente, franco arcillosos a franco arcillo limosos, a veces salinos en profundidad y de reacción levemente ácida a neutra. Pendientes asociadas 0-1%.
	SERIE ZENTA Suelos moderadamente bien drenados, fuertemente desarrollados, francos y de reacción levemente ácida. Pendientes asociadas 1-3%.
	Zenta, medianamente inclinado Suelos moderadamente bien drenados, fuertemente desarrollados, francos y de reacción levemente ácida. Pendientes asociadas 3-7%.
	Zenta, fuertemente inclinado Suelos moderadamente bien drenados, fuertemente desarrollados, francos y de reacción levemente ácida. Pendientes asociadas 7-15%.

REPUBLICA ARGENTINA
 ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
 ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
 ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
 PROYECTO :
COLONIA SANTA ROSA
 SUELOS







2. Descripción de los proyectos hidráulicos estudiados

[2.1 Subcuenca Tarija - Bermejo](#)

[2.2 Subcuenca Grande - San Francisco](#)

De los veintiséis proyectos estudiados por la Unidad Técnica, algunos fueron descartados en principio por alcanzar valores muy bajos en los índices económicos utilizados para la comparación (mapa V-2-1), y dieciséis de ellos fueron llevados a nivel de evaluación. La nómina y clasificación, según sus propósitos, es la siguiente:

Subcuenca Tarija - Bermejo

Propósito principal: generación de energía.

Propósito secundario: riego y control de sedimentos.

Designación	Río
1. Cambari	Tarija
2. Astilleros	Tarija
3. Las Pavas	Bermejo
4. Arrazayal	Bermejo
5. Pescado II	Pescado
6. El Portillo	Iruya
7. Pescado I	Pescado
8. Vado Hondo	Blanco o Zenta
9. Zanja del Tigre	Bermejo

*Subcuenca Grande - San Francisco **

** Se incluye el proyecto de Santa Rosa, que se destina a uso consuntivo para la subregión El Ramal.*

a) Subregión Polo de Desarrollo

Propósitos principales: usos consuntivos, con preponderancia de los abastecimientos de agua a poblaciones e industrias.**

*** El objetivo principal de Vilte es el riego, reutilizando las aguas provenientes del Polo.*

Propósitos secundarios: energía eléctrica y control de sedimentos.

Designación	Río
10. Los Alisos	Los Alisos
11. Las Maderas	Grande y Perico
12. Mojotoro	Mojotoro
13. Vilte	Lavayén

b) Subregión El Ramal

Propósitos principales: usos consuntivos con preponderancia de los abastecimientos de agua a poblaciones y riego.

Propósitos secundarios: eventual energía eléctrica y control de sedimentos.

Designación	Río
14. Santa Rosa	Colorado
15. Yuto	San Francisco

c) Subregión Quebrada de Humahuaca

Propósito principal: abastecimiento de agua potable. Propósitos secundarios: recreación y riego.

Designación	Río
16. Ucumazo	Caleta

A continuación se presenta una descripción de dichos proyectos. El costo de inversión de los mismos, así como el plazo que demandaría su construcción, se indican en el cuadro V-2-1.

2.1 Subcuenca Tarija - Bermejo

2.1.1 Presa, embalse y central de Cambari. Este dique estaría ubicado en el sector boliviano de la ACRB y en el río Tarija, 15 km arriba de la confluencia con el río Itaú y aguas abajo de la confluencia con la Quebrada de Santa Clara. Sus propósitos son generar energía, aumentar caudales disponibles para riego en la Cuenca Inferior y control de sedimentos (figura V-2-1).

El dique desarrollaría un salto bruto para energía de 108 m. El embalse regularía el caudal de una cuenca de drenaje de 8600 km², obteniendo un caudal seguro (estimado el 95% del caudal regulado) en años secos de 44 m³/s, con un aumento de 40 m³/s sobre el caudal natural mínimo de 4 m³/s.

La presa sería de hormigón en arco y tendría una altura máxima de 118,5 m y un coronamiento de 180 m de longitud. El nivel normal máximo de superficie del agua sería de 650 m y la Capacidad total del embalse de 1520 hm³, inundando 30,5 km² de superficie. Estudios preliminares indican que solamente los 20 metros superiores del almacenamiento serían de volumen útil. Un almacenaje útil adicional no aumentaría el caudal garantido lo suficiente como para compensar la reducción de la altura de salto

firme. Con el nivel mínimo de las aguas a 630 m, el embalse útil sería de 500 hm³. El volumen de embalse muerto remanente podría ser aprovechado para la acumulación estimada de sedimentos arrastrados por el río en 150 años.

La central de pie de presa tendría una capacidad instalada total de 136 MW, con 2 turbinas Francis de 68000 kW, para un salto de diseño de 97 m. Operando con un factor de carga del 25%, la planta contaría con una capacidad firme de 115 MW y generaría 308 GWh anuales. La energía sería llevada a Tarija (Bolivia) con una línea de transmisión de un solo circuito de 130 km de largo y 132 kV. Contando con una topografía más detallada, se exploraría la posibilidad de desarrollar un salto útil adicional por una conducción en túnel desde el embalse.

El dique compensador (Polvareda) estaría ubicado 10 km aguas arriba de la confluencia del río Tarija con el río Bermejo. Comportaría un dique de tierra con pedraplén de protección de 7,5 m de altura y con un coronamiento de 300 m de longitud.

La presa de Cambari necesita información topográfica y geológica adicional, ya que los datos existentes son inadecuados para una evaluación de prefactibilidad. También serían necesarios mayores datos sobre los caudales líquidos y sólidos del río Tarija en este emplazamiento.

Mapa V-2-1 - Proyectos Considerados

Figura V-2-1 - CAMBARI

Cuadro V-2-1. Costos de inversión de los proyectos seleccionados para evaluación*

Río	Proyecto	Tipo de presa**	Central hidro	Costo Inversión US\$***	N° años construcción	Costos Inversión con intereses intercalares US\$
Tarija	Cambari	H	sí	31672000	4	41050000
Tarija	Astilleros	T	sí	106117000	5	145433000
Bermejo	Las Pavas	H	sí	43942000	5	56955000
Bermejo	Arrazayal	H	sí	44284000	5	57394000
Pescado	Pescado II	T	sí	129869000	5	177011000
Iruya	El Portillo	H	sí	40976000	4	52818000
Pescado	Pescado I	T	sí	80274000	5	109414000
Blanco	Vado Hondo	T	sí	140129000	5	190995000
Bermejo	Z. del Tigre	T	sí	218628000	6	299633000
Colorado	Santa Rosa	T	no	12098000	3	16120000
Los Alisos	Los Alisos	T	no	11070000	3	14269000
Mojotoro	Mojotoro	H	sí	55482000	5	71910000
Lavayén	Vilte	T	no	10452000	3	13550000
S. Francisco	Yuto	T	si	89246000	5	109750000

Cálete	Ucumazo	H	no	2626000	2	3050800
--------	---------	---	----	---------	---	---------

* *No se incluyen los del proyecto Las Maderas, actualmente en construcción*

** *H = hormigón; T = tierra*

*** *Incluye proyecto ejecutivo, dirección y supervisión de obra*

2.1.2 Presa, embalse y central de Astilleros. Este dique estaría ubicado a continuación de Cambari, sobre el río Tarija, aguas abajo de la confluencia con el río Itaú. Este tramo del río forma un sector del límite internacional entre Argentina y Bolivia. Los propósitos del proyecto son también similares al anterior, o sea generación de energía, regulación de caudales disponibles para riego, control de sedimentos y recreación como propósito potencial (figura V-2-2).

La presa desarrollaría un salto bruto para energía de 64 m. El embalse regularía el módulo de 92 m³/s, correspondiente a un área de 9600 km², para alcanzar un caudal garantido en años secos de 58 m³/s, con un aumento de 53 m³/s sobre el caudal natural mínimo de 5 m³/s. Operando juntamente con Cambari, el caudal garantido en año seco sería de 66 m³/s, con un aumento de 61 m³/s sobre los caudales naturales mínimos.

El dique se ha proyectado de tierra con una altura máxima de 81 m y una longitud de coronamiento de 1842 m. A la cota normal de 515 m, el volumen total del embalse sería de 1704 hm³, inundando un área de 54,3 km². Estudios preliminares indican que solamente los 20 m superiores del almacenamiento serían utilizados para el almacenaje activo. Un almacenaje útil adicional no aumentaría la potencia firme lo suficiente como para compensar la reducción del salto en el nivel mínimo de las aguas. Con este nivel en una cota de 495 m el volumen útil sería de 884 hm³. Existe suficiente volumen muerto para la acumulación de sedimentos atribuibles a 100 años.

La usina estaría ubicada a pie de presa y tendría una capacidad instalada total de 106 MW con 2 turbinas Francis de 53000 kW y un salto de diseño de 53 m, si opera sola, o 121 MW de potencia instalada con dos turbinas Francis de 60500 kW, si trabaja juntamente con Cambari.

Operando con un factor de carga del 25%, la central, con una potencia firme de 74 MW, generaría 221 GWh anualmente. La potencia firme se incrementaría a 84,8 MW si opera con Cambari. La línea de transmisión de 132 kV se extendería unos 100 km hacia Oran, contando con un solo circuito si opera sola, o circuito doble si opera con Cambari.

El dique compensador (Polvareda) sería el mismo que el descrito para Cambari y podría regular las descargas desde Astilleros aun si éste operara asociado con Cambari.

Es necesario obtener información topográfica y geológica adicional para Astilleros. Estudios posteriores incluirían trabajos intensivos sobre el terreno y datos adicionales sobre caudales y sedimentos.

La combinación de Cambari y Astilleros se presta también a la construcción por etapas. Sobre la base de los datos hasta ahora disponibles, Cambari sería construido primeramente ya que produciría más energía a un costo inferior; por otra parte, su gran capacidad de almacenaje es suficiente para los caudales de sedimentos relativamente pequeños del río Tarija.

2.1.3 Embalse y central de Las Pavas. El dique estaría ubicado en el río Bermejo, 50 km aguas arriba de la confluencia con el río Tarija. Este tramo del río Bermejo constituye frontera entre Argentina y Bolivia.

El propósito principal del embalse y central de las Pavas es desarrollar energía hidroeléctrica. La regulación para este propósito proveería además un caudal incrementado que podría ser usado para riego aguas abajo (plano V-2-1).

No hay zonas adecuadas para el uso del agua arriba de la Junta de San Francisco, dentro del área de influencia inmediata del proyecto. Las áreas de riego factibles estarían en la cuenca inferior del río Bermejo.

La construcción del dique permitiría también controlar los caudales sólidos del río, así como reducir algunos picos de las crecidas, lo que reduciría la socavación de sus orillas. El embalse, con sus atractivas laderas cubiertas de árboles, constituiría una zona para recreación de potencial considerable, pero requeriría un amplio programa de desarrollo como atracción turística, ya que los centros poblados están distantes.

La construcción de la presa desarrollaría un salto bruto para energía de 89 m. El embalse podría regular el flujo generado en una zona de drenaje de 4420 km² de módulo igual a 64 m³/s, para proveer un caudal garantido durante años de sequía, de 56,8 m³/s. El caudal sería así incrementado en 50,4 m³/s por encima del actual de 6,4 m³/s.

Una presa de hormigón de gravedad, con una altura máxima de 99 m por encima del álveo y una longitud de coronamiento de 353 m, proveería un embalse de una capacidad total de 1240 hm³, de la cual 840 hm³ sería volumen útil. El embalse generado tendría un área de 22,6 km².

El volumen muerto asignado es adecuado para alojar los sedimentos transportados por el río durante un plazo útil de 50 años y para limitar las fluctuaciones de la altura de carga en las turbinas a un 41% del salto efectivo máximo.

La usina estaría ubicada a pie de presa con una capacidad instalada total de 147 MW, y consistiría en dos turbinas Francis de 73500 kW. Operando con un factor de carga del 25%, la planta proveería una potencia firme de 88,4 MW y un promedio anual de energía de 288 GWh.

Una línea de transmisión de 78 km de largo, de un solo circuito, llevaría la energía al sistema interconectado en Oran.

Un dique compensador (Desecho Chico) sería construido a unos 20 km río abajo y regularía los caudales descargados para atender el pico de las demandas eléctricas. El dique compensador sería de hormigón y a gravedad, con una altura máxima de 13,5 m y un coronamiento de 356 m de longitud.

2.1.4 Presa, embalse y central de Arrazayal. La presa estaría ubicada en el río Bermejo, a unos 15 km río abajo de la de Las Pavas y alrededor de 25 km aguas arriba de la Junta de San Antonio. Este tramo del río constituye también límite internacional entre Argentina y Bolivia (plano V-2-2).

Los propósitos de la obra son similares a los del proyecto de Las Pavas, o sea, regulación del río, generación de energía, control de sedimentos y uso potencial para recreación.

El dique desarrollaría un salto bruto de 91 m. El embalse regularía el módulo de 76 m³/s, que corresponde a un área de drenaje de 4750 km², para obtener un caudal garantido de 61 m³/s, con un aumento de 52,7 m³/s sobre el caudal natural mínimo mensual de 8,3 m³/s. Operando en conjunto con Las Pavas, el caudal garantido en años de sequía sería de 64,2 m³/s sobre el prevalente en las condiciones

naturales.

Figura V-2-2 - ASTILLEROS

Se analizaron dos soluciones: Solución 1, de tierra, y Solución 2, de hormigón, y se adoptó la presa de hormigón de gravedad por las ventajas económicas y técnicas. Esta tendría una altura máxima de 100 m y una longitud de coronamiento de 312 m. A la cota máxima de 545 m del pelo de agua, la capacidad del embalse sería de 1207 hm³, cubriendo un área de 37,4 km². Operando sin Las Pavas el volumen útil sería de 770 hm³, dejando un volumen de reserva de 430 hm³, que proporcionaría suficiente almacenaje muerto para 50 años de acumulación de sedimentos.

La usina, ubicada a pie de presa, tendría una capacidad instalada total de 166 MW, con dos turbinas Francis con una potencia de diseño de 83000 kW. Operando con un factor de carga del 25%, la central proveería una potencia firme de 116 MW, generando 341 GWh por año si trabajara sola. Si operara en conjunto con Las Pavas, la capacidad firme aumentaría a 164,8 MW. Una línea de transmisión de 60 km de largo y de 132 kV se conectaría con el sistema interconectado en Oran. La línea sería de circuito simple si operara sola y de circuito doble si operara con Las Pavas.

El dique compensador (Desecho Chico), río abajo, sería el mismo descrito anteriormente para el de Las Pavas. Serviría a la central de Arrazayal, operando solo o conjuntamente con Las Pavas.

La combinación de Arrazayal y Las Pavas se presta a la construcción por etapas o a la integración de un sistema aún mayor. El orden de construcción de los embalses debe considerar no sólo las características específicas de capacidad de regulación, energía generada y control de sedimentos, sino aspectos relativos a la eficiencia económica de cada proyecto. Si el sistema se limitara a Las Pavas - Arrazayal, el orden lógico sería construir en primer término Arrazayal, ya que produce más energía y desarrolla mayores caudales garantidos. En un sistema de mayor envergadura, el ordenamiento más conveniente podría variar.

2.1.5 Presa, embalse y central Pescado II. Esta presa fue ubicada en el río Pescado, aguas arriba de la confluencia con el río Iruya. La carga de sedimentos en el lugar es relativamente baja. No obstante, la presencia de una falla geológica en el emplazamiento del dique requeriría un estudio considerablemente detallado, antes de que el mismo pueda ser considerado factible (plano V-2-3).

Un dique de tierra de 120 m de alto, con un coronamiento de 1290 m de longitud, podría desarrollar una altura bruta de 107 m y regular el caudal medio anual de 42 m³/s alcanzado en el drenaje de un área de 1700 km², para obtener un caudal garantido en años secos de 43,5 m³/s, es decir, un aumento de 39,5 m³/s sobre los caudales naturales mínimos. Con una cota normal de la superficie del embalse de 583,5 m, su capacidad sería de 1890 hm³ y el área inundada de 44,4 km². La cota mínima del nivel del agua de 541 m proveería 1000 hm³ de embalse útil. La central, al pie del dique, tendría una potencia instalada total de 134 MW, con dos unidades Francis de 67000 kW y una altura de carga de 84,5 m. La planta, con 83,2 MW de potencia firme y un factor de carga del 25%, proveería 264 GWh de generación anual. Una línea de transmisión de 50 km de largo, 132 kV y de un solo circuito, llevaría la energía hasta Oran para su integración al sistema interconectado.

2.1.6 Presa, embalse y central El Portillo. Este dique está ubicado en el río Iruya, 8 km aguas arriba de su confluencia con el río Pescado (plano V-2-4). Los aportes sólidos de este río, en este lugar, son tan altos que se estima que todo el embalse se llenará en tres años; en otras palabras, antes o a poco de su

término. Si estudios subsecuentes confirmaran esta estimación y no se adoptaran medidas efectivas para el control de la erosión, el proyecto no sería realizable.

Para el caso de que el problema de los sedimentos pudiera resolverse, un dique de gravedad de hormigón de 87,5 m de alto, con una longitud de coronamiento de 252 m y con una conducción por túnel de 4,7 km, se podría desarrollar una altura bruta de 180 m. El caudal medio anual de 57 m³/s generado en una zona de drenaje de 2950 km², podría ser regulado para proveer un caudal garantido en año seco de 19,8 m³/s, con un aumento de 6,6 m³/s sobre los caudales naturales mínimos. A una cota normal de la superficie del agua de 683,5 m, el embalse tendría una capacidad de 70,5 hm³ y abarcaría un área de 2,2 km². Con una cota mínima de 666,5 se obtendría un volumen útil de 30 hm³.

La central, ubicada al final de un túnel de 4,7 km de largo, tendría una potencia total de 106 MW, con dos turbinas Francis de 53000 kW, con una altura de carga de diseño de 165 m. La central aseguraría 97,6 MW de capacidad firme, que con un factor de carga del 25% generaría un promedio de 237 GWh anuales. Una línea de transmisión de 40 km de longitud, de 132 kV y de un solo circuito, se extendería hasta Oran.

2.1.7 Presa, embalse y central de Pescado I. Este dique está ubicado en el río Pescado, aguas abajo de la confluencia del río Iruya y aproximadamente a 30 km de la ciudad de Oran (plano V-2-5). Los caudales sólidos en el río son extremadamente altos. Se estima que teóricamente con el volumen de sedimentos aportados por el río, el embalse se llenaría en 19 años. Salvo que estudios más profundos demostraran la probabilidad de mantener las cargas de sedimentos a un nivel considerablemente más bajo - con la aplicación de prácticas de manejo y conservación de suelos en la cuenca y control de la erosión hídrica - el proyecto aparentemente no sería factible.

El dique desarrollaría una altura bruta de 77 m. El embalse regularía el caudal medio anual de 92 m³/s generado desde una cuenca de drenaje de 4900 km², para obtener un caudal garantido en años secos de 49 m³/s, con un aumento de 41 m³/s sobre el caudal natural mínimo.

El proyecto considera un dique de tierra de 85 m de altura con un coronamiento de 779 m de longitud. A una cota normal de nivel de agua de 473,5 m, la capacidad total del embalse sería de 563 hm³, inundando un área de 21,3 km². Con la cota mínima de 443,5 m, el volumen útil sería de 415 hm³ y el volumen muerto de 148 hm³.

La central de pie de presa tendría una capacidad instalada total de 112 MW, con dos turbinas Francis de 56000 kW, diseñada para un salto de 58 m. Operando con factor de carga del 25%, la central, con una potencia firme de 59,6 MW, proveería 205 GWh anualmente. Una línea de transmisión de 132 kV, de un solo circuito, tendría una longitud de 30 km hasta Oran.

2.1.8 Presa, embalse y central de Vado Hondo. De las dos soluciones analizadas, se describe a continuación la N° 1. El embalse de Vado Hondo se ubicaría en el río Blanco o Zenta, 25 km aguas arriba de la confluencia con el río Bermejo (plano V-2-6); la presa y el embalse podrían incrementar la disponibilidad de agua para riego en la Cuenca Inferior, reducir los problemas de sedimentos río abajo y crear un potencial en recreación. La central incrementaría la oferta de energía para el NOA.

La presa desarrollaría una altura bruta de 121 m. El gran embalse creado regularía el caudal promedio de 34 m³/s con un área de drenaje de 1520 km², para asegurar un caudal en años secos de 40,8 m³/s, con un

aumento de $37,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sobre el caudal natural mínimo. El emplazamiento se prestaría para la construcción de un dique de tierra de 120 m de alto con un coronamiento de 1525 m de longitud. A una cota normal del pelo de agua de 595 m, la capacidad del embalse sería de 2973 hm^3 e inundaría un área de $81,7 \text{ km}^2$.

El nivel de embalse mínimo, a una cota de 559 m, proveería 2000 hm^3 de almacenaje útil. De esa manera quedaría suficiente volumen de embalse muerto para prever la decantación de sedimentos durante 50 años. Las estimaciones de costos indicaron que la estructura para esa altura de presa será la óptima. Estudios subsecuentes podrían considerar alturas de presa menores para incrementar la factibilidad del proyecto.

La usina ubicada inmediatamente bajo la presa tendría una capacidad instalada total de 148 MW, con dos turbinas Francis de 74000 kW, diseñada para un salto de 104 m. Operando con un factor de carga del 25% y una potencia firme de 103,6 MW, la planta proveería 309 GWh anuales. La energía sería transmitida a Oran por medio de una línea de 132 kV de 15 km de largo y un solo circuito.

2.1.9 Embalse de regulación y central de Zanja del Tigre. Este aprovechamiento no fue proyectado por la Unidad Técnica; el diseño y su factibilidad han sido encarados por la Comisión Nacional de la Cuenca del Plata, de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la República Argentina, por contrato con una firma consultora privada.

La Unidad Técnica ha utilizado los datos de proyecto, suministrados por CONCAP, y los incluyó en la evaluación de obras del sistema Tarija - Bermejo sobre las mismas bases e hipótesis utilizadas en los otros aprovechamientos.

Zanja del Tigre comporta una presa de materiales sueltos, a cota máxima de 350 m, que determina un embalse de 4630 hm^3 de capacidad total y 3680 hm^3 de capacidad útil.

Una central de pie de presa incluiría turbogeneradores con 450 MW de capacidad total instalada y 410 MW de potencia firme, y produciría una energía anual equivalente de 655 GWh.

El costo total directo de las obras, incluyendo la línea de transmisión hasta San Juancito, ha sido estimado en 177 millones de dólares americanos (datos suministrados por la SRH).

2.1.10 Aprovechamiento de Santa Rosa. La presa de Santa Rosa está prevista a unos 11 km de la colonia del mismo nombre sobre el río Colorado (plano V-2-7).

El propósito del proyecto es la regulación de los caudales naturales del río con el objeto de consolidar el área actual de riego y además ampliarla a su máximo alcance técnico - económico factible.

El derrame máximo anual del río Colorado sería de 664 hm^3 y el mínimo de 224 hm^3 . El volumen total del embalse alcanza a 56 hm^3 , obtenido por medio de una presa de tierra de 667 m de longitud de coronamiento y una altura de 57 m medida sobre el álveo.

La presa fue proyectada con un túnel de derivación que se usaría, asimismo, para vaciamiento del fondo. Sobre este túnel está proyectada la toma de agua para riego, de dos tubos y dos válvulas ubicadas sobre la torre de compuertas. De esta toma saldrían directamente los canales principales hacia la colonia.

2.2 Subcuenca Grande - San Francisco

2.2.1 Presa y embalse de Los Alisos. La idea genérica del proyecto de Los Alisos fue la de almacenar los recursos generados en la cuenca activa del río Los Alisos durante el período de lluvias, para obtener caudales garantidos durante los estiajes, que alimentaran las demandas crecientes del parque industrial de Pálpala y mantener servidas las 500 ha actuales bajo riego. De ese modo se podrían liberar similares recursos del Embalse de Las Maderas hacia otros propósitos. De las dos soluciones analizadas, a efectos de esta descripción se consideró la solución 1.

El dique estaría ubicado en el río Los Alisos, a unos 10 km al sur de la ciudad de San Salvador de Jujuy (plano V-2-8). La presa sería de tierra, con un vertedero central de hormigón, y de 59 m de altura; tendría un coronamiento de 510 m de longitud y proveería 75 hm³ de almacenaje a una cota máxima de la superficie del agua de 1398 m inundando un área de 3,2 km². La cuenca activa es de 95 km² con un caudal medio de 1,5 m³/s. Dejando 5 hm³ para almacenaje de sedimentos, los 70 hm³ de embalse útil podrían proveer un abastecimiento seguro de 45 hm³ anuales con escasas deficiencias en época de sequías extraordinarias.

El embalse proveería la posibilidad de actividades recreativas, especialmente para la población cercana de Jujuy.

2.2.2 *Aprovechamiento de Las Maderas.* El plan propuesto para abastecer de agua al Polo de Desarrollo contempla el uso del sistema de Las Maderas, actualmente en construcción, para abastecer la parte norte del área. Los caudales de retorno del proyecto, conjuntamente con los del sistema del Mojotoro, proveerán abastecimiento suficiente para uso en el área agrícola de El Acherai y en la zona de San Pedro.

Se están construyendo canales de derivación desde el río Grande (30 m³/s de capacidad) y desde el río Perico (20 m³/s de capacidad) para el conjunto de los diques La Ciénaga (25 hm³) y Las Maderas (300 hm³). Un organismo del gobierno local está estudiando los usos potenciales de estos recursos, incluyendo la capacidad de desarrollo hidroeléctrico de rebombeo y almacenamiento.

Los estudios hechos por la Unidad Técnica con relación a este proyecto se limitaron, por lo tanto, a la identificación de las demandas y a planificar el uso más racional de los recursos almacenados.

El dique La Ciénaga fue construido en 1923 y ha estado proveyendo, junto con otras fuentes locales, cerca de 110 hm³ anuales a 10000 ha en la zona de influencia de Las Maderas. El embalse, llenado por derivación del río Perico durante los meses de fuertes precipitaciones, provee almacenamiento suficiente como para satisfacer las demandas de riego actuales en los períodos de estiaje.

Existen 20000 ha de tierras adicionales, adecuadas para riego, adyacentes a la zona actualmente regada, con una demanda adicional estimada de 293 hm³ por año. La estimación de la oferta de agua del sistema terminado La Ciénaga - Las Maderas es de 580 hm³ por año. De ésta, alrededor de 287 hm³ serían aprovechables para atender las demandas previsibles para usos doméstico e industrial en la banda norte del Polo, hasta el año 2000.

El agua podría ser conducida por gravedad desde La Ciénaga a la banda norte del Polo de Desarrollo. Se estima que la capacidad de éste podría satisfacer las demandas anteriores durante el primer período de desarrollo industrial. Cuando La Ciénaga sea insuficiente, el agua de Las Maderas podría ser transvasada

por bombeo hacia La Ciénaga o hacia el Acueducto Pálpala.

El creciente caudal destinado a la industria y al consumo doméstico en el área de Pálpala y Jujuy incrementaría significativamente el caudal de estiaje del río Grande, ya que solamente una parte del agua destinada para uso industrial sería consuntivamente utilizada. Un tratamiento adecuado de las descargas industriales será necesario para evitar un grado inconveniente de contaminación del río. También durante el período de tiempo que transcurra hasta que se alcance un completo desarrollo de las demandas industriales, el Acueducto Pálpala podría descargar el exceso de aguas aprovechables en el cauce del río Grande para incrementar sus caudales de estiaje. Los déficit remanentes en el río Grande podrían ser satisfechos por una liberación adicional de aguas desde el Embalse Las Maderas a través de los canales del sistema que regará las tierras de la zona.

Alternativamente, los volúmenes de embalse reservados para futuros usos industriales y de población del área, podrían ser liberados aguas abajo hacia el río de Las Pavas para su uso en el área agrícola de El Acheral. Asimismo, los crecientes caudales de retorno del riego afluirían hacia el río de Las Pavas y serían aprovechables en el mismo destino.

En el mapa V-2-2 se indica el funcionamiento del embalse Las Maderas dentro del Polo de Desarrollo y su relación con los otros componentes del sistema.

2.2.3 Presa, embalse y central de Mojotoro. Los propósitos principales del dique y embalse de Mojotoro, como ya se ha tratado previamente, son asegurar el abastecimiento del agua municipal e industrial para el complejo cercano a Quemes, acrecentar los suministros de agua para riego y generar energía hidroeléctrica. El proyecto también atenuaría los efectos de las inundaciones anuales, reduciría los aportes sólidos aguas abajo y proporcionaría oportunidades para las actividades recreativas por la presencia de un lago artificial cercano a las poblaciones urbanas de Salta y Güemes.

El dique y central propuestos están ubicados sobre el río Mojotoro, 25 km aguas arriba de la ciudad de Güemes y 14 km al noroeste de la ciudad de Salta (plano V-2-9). El caudal medio anual en el lugar es de $15,4 \text{ m}^3/\text{s}$ y el área de drenaje del río es de 810 km^2 . La construcción del dique desarrollaría un salto bruto de 112 metros. El embalse proveería un caudal regulado garantido durante años de sequía de $16,2 \text{ m}^3/\text{s}$, con un aumento de $15,1 \text{ m}^3/\text{s}$ sobre el caudal natural mínimo de $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Un dique de hormigón, del tipo de contrafuertes en la parte media del río y de gravedad en los lados, con una altura máxima de 115 m sobre el cauce natural y una longitud de coronamiento de 385,5 m, proveería un volumen total de almacenamiento de 629 hm^3 , del cual 400 hm^3 sería útil, o sea el determinado por una cota de 1185 m correspondiente a la superficie normal máxima de las aguas y otra de 1150 m, nivel mínimo que fija el volumen muerto. Se prevé suficiente almacenaje para 50 años de acumulación de sedimentos. A la cota máxima, el embalse cubriría un área de $15,4 \text{ km}^2$. La construcción del dique demandaría la reubicación de la línea principal ferroviaria de la ciudad de Salta.

La central estaría ubicada a pie de presa con una potencia total instalada de 55,2 MW, consistente en dos unidades Francis de 27600 kW con una altura de carga de 96 m. Operando con una potencia firme de 37,6 MW y un factor de carga del 25%, la central tendría una capacidad de generación media anual de 113 GWh.

Una línea de transmisión de 20 km de un solo circuito de 132 kV sería construida para la interconexión con el sistema del NOA en Campo Santo.

Un dique compensador sería construido 4 km aguas abajo para regular las descargas de agua que se programen para atender las demandas de pico del sistema interconectado. El dique compensador sería de tierra y con pedraplén de protección, con una altura máxima de 8 metros y una longitud de coronamiento de 600 metros. Las aguas para uso industrial en el área de Güemes serían derivadas en este punto a un acueducto. Las aguas para riego serían descargadas a través de dispositivos de salida independiente (mapa V-2-2).

El acueducto para conducción de las aguas para industria y poblaciones consistiría en un canal de 20 km de largo con una capacidad máxima de diseño de 10 m³/s. Las demandas actuales de agua para riego serían satisfechas por descargas hacia aguas abajo.

2.2.4 Proyecto de Vilte. Este proyecto, tal como fue citado en 2.2.3, es complementario de Mojotoro, para hacer un mejor uso de los retornos industriales, agua de consumo doméstico y de riego; todo ello con el propósito de ampliar las posibilidades del área de riego de El Acherál.

El proyecto, ubicado sobre el río Lavayén, comporta una presa de materiales sueltos tipo mixto con núcleo impermeable, con una altura de 26 m sobre el álveo del río y una longitud de coronamiento de 853 m (plano V-2-10).

El emplazamiento de la presa está ubicado a 11 km aguas abajo de la confluencia del río de Las Pavas con el río Lavayén.

El volumen del embalse será de 63 hm³ y regulará el derrame anual máximo del río Lavayén de 633 hm³ y mínimo de 189 hm³.

La evacuación de las crecidas se obtiene a través de cinco vanos accionados por compuertas radiales y cuatro bóvedas de hormigón que actuarán como "fusibles" en caso de emergencia.

La regulación de los caudales naturales del río y los retornos del embalse de Mojotoro permitirían obtener un caudal garantido de 12,3 m³/s, que podría destinarse al riego de 33000 ha en el área de Los Cobos - Güemes, y con cuyo retorno se regarían, a su vez, 24700 ha en la zona de El Acherál. Otra alternativa sería destinar totalmente el caudal para esta última zona, con lo cual se podrían regar 43300 ha. A efectos del análisis posterior y del consecuente calendario de inversiones se ha optado por la segunda alternativa, fundado ello en que, según las autoridades de la Provincia de Salta, no se planea incrementar el riego en el Polo de Desarrollo por lo menos en el inmediato y mediano plazo. Además, esta alternativa mejora las condiciones ambientales dado que permite disponer de un mayor caudal de dilución para los efluentes del futuro parque industrial de Güemes.

2.2.5 Presa, embalse y central de Yuto. Ubicado en el río San Francisco, cerca de la localidad de Caimancito, 15 km río arriba del límite entre las provincias de Jujuy y Salta, el dique anegaría 25000 ha de las mejores tierras agrícolas en la Provincia de Jujuy, de las cuales casi 5000 están ahora bajo riego y son cultivadas intensamente. La posibilidad económica, social o política para desarrollar este proyecto - que generaría cantidades moderadas de energía e incrementaría los caudales de riego en áreas río abajo, que pertenecen a la Provincia de Salta, a costa de inundar tierras hábiles de la Provincia de Jujuy - deberá ser exhaustivamente analizada.

De las dos soluciones analizadas, se considera que la solución 2 es la que presenta mayores ventajas técnicas y económicas.

Un dique de tierra con un contrafuerte de hormigón en la parte media del río, de 47,5 m de alto y con un coronamiento de 4534 m de longitud total, podría desarrollar un salto bruto para energía de 38 m y regular los aportes de una cuenca activa de 22050 km², para obtener un caudal garantido en años secos de 85,5 m³/s, con un incremento de 79,5 m³/s sobre el caudal natural mínimo. Con una cota normal máxima de la superficie del agua de 387 m, proveería un volumen total de 4160 hm³ y 3000 hm³ de volumen útil (planos V-2-11a y V-2-11b).

Una central a pie de presa tendría una capacidad instalada total de 96 MW con dos turbinas tipo Francis o Kaplan de 48000 kW, con una altura de carga de diseño de 30 m. La central proveería 57,6 MW de potencia firme, que con un factor de carga del 25%, proveería 186 GWh de generación anual. Una línea de transmisión de un solo circuito de 132 kV y 30 km de largo se llevaría hasta Libertador General San Martín.

Se necesitaría un dique compensador río abajo para regular nuevamente las descargas variables originadas por una central de pico, para abastecer los canales derivadores existentes y futuros. No ha sido estudiado un emplazamiento específico para un dique compensador. Se estima que se requeriría un dique de tierra con protección de pedraplén de 6 m de altura. Su costo fue incluido en las estimaciones presupuestarias

2.2.6 Presa y embalse de Ucumazo. La presa de Ucumazo se ubicaría sobre la Quebrada de Cálete, a 12 km aguas arriba de su confluencia con el río Grande.

El propósito de la obra es la regulación de los caudales del río Cálete, para abastecer de agua potable a la ciudad de Humahuaca, y eventualmente para el riego.

El derrame medio anual del curso de agua sería de 41 hm³, para un área de drenaje de 610 km².

La presa proyectada es del tipo de hormigón en arco, con una longitud medida en el coronamiento de 128,50 m y con una altura de 65 m sobre el cauce actual. El volumen máximo de agua embalsada es de 24,4 hm³ (plano V-2-12) y espejo de agua de 1,3 km².

El caudal máximo estimado es de 1250 m³/s, cuyo alivio se obtiene por medio de un vertedero de 65 m de longitud.





3. Proyectos de riego

[3.1 Descripción de los proyectos](#)

[3.2 Parámetros específicos utilizados en las evaluaciones](#)

Las mejores tierras de la ACRB con destino al riego se encuentran en las subregiones Polo de Desarrollo y El Ramal, del sector argentino, y en el triángulo formado por los ríos Tarija y Bermejo, así como en los alrededores de la ciudad de Tarija, en el sector boliviano.

En forma coherente con la programación de los aprovechamientos hídricos, la Unidad Técnica desarrolló algunos proyectos de riego basados en la regulación de caudales de los ríos que dominan dichas tierras, particularmente en las subregiones Polo de Desarrollo y El Ramal.

Algunas de estas obras de regulación tuvieron como propósito prioritario y exclusivo la expansión de las áreas de riego - caso de la presa de Vilte y Santa Rosa - y otras atenderán también los usos consuntivos prioritarios de agua potable e industrial, como en el caso de las presas de Mojotoro y Las Maderas.

Finalmente, otras obras como las dos últimas citadas y Yuto, incorporarían, además, centrales de generación eléctrica, formando así proyectos de aprovechamiento múltiple.

En los proyectos del sistema Tarija - Bermejo la promoción de nuevas áreas de riego constituye un propósito secundario. Sin embargo, las grandes reservas de tierras aptas que podrían utilizar los caudales regulados de estos dos ríos se encuentran fuera de los límites de la ACRB, en la zona chaqueña de Salta y en otras áreas de la Cuenca Inferior.

Algunos proyectos complementarios de este mismo sistema, como Polvareda y Desecho Chico, proveerían las instalaciones para compensación y derivación en los ríos Tarija y Bermejo, respectivamente, que posibilitarán el riego de las tres únicas y relativamente menores áreas existentes en la ACRB con aptitud para riego; dichas áreas pertenecen a la Asociación Campo Grande en Bolivia (9000 ha) y a las Asociaciones Peña Colorada y San Telmo (16000 ha) en Argentina.

Por su parte, Bolivia cuenta además con 22000 ha aptas en la zona de Tarija - Padcaya, y sus necesidades de expansión en elementos funcionales de riego en dicha área, son evidentes. Sin embargo, la tardía incorporación de este país en el Acuerdo, impidió la realización de las tareas básicas sobre cartografía, geología e hidrología necesarias para fundar proyectos con la adecuada solidez. Por otra parte, una primera evaluación realizada por la Unidad Técnica, así como los resultados de recientes estudios de prefactibilidad realizados por ENDE, no permite ser optimistas en cuanto a la posible implantación de sistemas aplicados a áreas de extensión significativa, dada la dispersión de las tierras aptas en concordancia con la fisiografía de la zona. La solución aparente estaría en el empleo de instalaciones que respondan al tipo de pequeña irrigación, las que se basan fundamentalmente en obras de toma directa de

los ríos o pequeños embalses, complementados con canales de aducción y una adecuada preparación de las tierras (ver mapa IV-3-6).

3.1 Descripción de los proyectos

Todos los proyectos de riego estudiados por la Unidad Técnica se limitaron a los elementos básicos, es decir, obras de regulación, embalse, compensación o derivación, así como a las obras principales de aducción y canalización. Dichos elementos fueron incluidos en el análisis de costo realizado. Todas las otras obras secundarias de canalización fueron estimadas en forma global, por unidad de superficie y en función de las características del suelo, relieve, pendiente, etc.

La ubicación de los proyectos analizados se indica en el mapa V-3-1.

3.1.1 Peña Colorada. Se propone captar las aguas sobre la margen derecha del río Bermejo a la altura de Desecho Chico, emplazamiento del dique compensador para las futuras presas del tramo superior del río Bermejo (Las Pavas y Arrayazal).

Un canal de tierra de 5 m³/s de capacidad, que parte de la cota 435, puede dominar un área neta de por lo menos 6000 ha cuyas cabeceras se encuentran a unos 11 km de la toma. De allí en adelante, el canal de conducción continúa como principal y se inicia la red de distribución.

La dirección predominante del riego sería oeste-este, con drenaje hacia vaguadas y arroyos, frecuentes en la zona, que descargan en el río Bermejo.

3.1.2 San Telmo. Con la construcción de un dique compensador de los proyectos de regulación del río Tarija, podría derivarse agua a un canal de conducción, excavado en tierra, para el sistema de riego San Telmo.

La cota aproximada del canal, en su iniciación, sería 500 m para dominar alrededor de 10000 ha sobre la margen izquierda del río Tarija.

El canal principal tendría 100 km de longitud, pero requeriría una red secundaria sencilla y de poca capacidad. La demanda máxima estimada en la toma sería de 8 m³/s.

El drenaje natural es bueno y, como en el caso de Peña Colorada, el sistema de desagüe resultaría económico. Asimismo, la conducción principal, especialmente en el cruce de arroyos, requiere otras obras de arte cuyo diseño y construcción deben ser estudiados en otra etapa del proyecto.

3.1.3 Santa Rosa. La expansión de Colonia Santa Rosa está actualmente limitada por el estiaje del río Colorado.

Como solución a dicha expansión del sistema de riego se propone la regulación por embalse del río Colorado. Una expansión adicional podría considerarse mediante la explotación del agua subterránea. Su ocurrencia está comprobada, pero falta información sobre rendimientos seguros y demás parámetros hidrogeológicos pertinentes.

El sistema propuesto contempla la construcción de un dique sobre el río Colorado, cuyas características fueron explicadas anteriormente.

Se plantea la construcción de un canal de cerca de 9 km, para 8 m³/s, desde la presa hasta su empalme con la red actual de riego, alimentado por dos tomas directas sobre el río Colorado. Allí se divide en dos canales principales, en tierra como todos los del sistema, de 4 m³/s de capacidad cada uno. El sistema ampliado cubre 12300 ha, de las cuales unas 4600 están hoy bajo riego.

Se evaluó la capacidad estimada de los canales de distribución secundarios, así como la de los canales de desagüe y drenaje. El costo se calculó en función del predimensionado hecho en estas condiciones. Se hizo un inventario de las posibles obras de arte desde la toma hasta la red secundaria y se predimensionaron y calcularon sus costos. Igualmente, se computó el costo de vías, expropiación y adecuación de tierras.

La capacidad del sistema de drenaje se calculó en base a una lluvia de 72 mm/h y 30 minutos de duración, evento con período de retorno de 5 años.

3.1.4 Las Maderas. El embalse de Las Maderas, cuya presa se encuentra en construcción, dominará las tierras representadas por las asociaciones de suelos conocidas como Perico, Monterrico y El Milagro, que se encuentran comprendidas entre los ríos Perico y Las Pavas, con un área aproximada de 39000 ha. De ellas se encuentran cultivadas aproximadamente 10000 ha.

En consideración del aprovechamiento múltiple del embalse, se ha previsto un canal desde los embalses Las Maderas y La Ciénaga, que conduciría el agua para uso doméstico e industrial del Parque Industrial de Pálpala, así como para el riego de aquellas áreas. Reservando el agua que sería necesaria para usos prioritarios en la zona de Jujuy - Pálpala en el horizonte del año 2000, con el excedente de capacidad de regulación de las obras citadas, podría regarse un total de 29800 ha, o sea un adicional de prácticamente 20000 ha sobre las 10000 ha existentes.

Con los retornos industriales y domésticos de la zona y los desagües, podrían incorporarse al riego hasta 18000 ha adicionales de tierras en ambas márgenes del río Grande, particularmente en aquellas comprendidas por las asociaciones La Esperanza, El Mollar y Barro Negro. Dicho incremento se ha supuesto en base a la demanda de eficiencia, lo cual significa que los caudales disponibles podrían destinarse a aumentar la dotación en las áreas existentes, la cual se considera por debajo de la óptima.

A los efectos del programa de inversiones se ha supuesto un sistema, en adelante denominado San Pedro, constituido por un dique derivador y canales principales.

3.1.5 El Acherál. La regulación de las aguas del río Mojotoro por medio de un dique en El Angosto y excluidas las demandas de agua potable e industrial de la zona de Quemés - prevista para el año 2000 - podrían incorporarse al riego hasta 33000 ha en la zona dominada por el embalse. De ellas, 8300 ha ya se encuentran en producción en la zona Güemes - Los Cobos.

Se ha previsto que las 24700 ha restantes podrían ubicarse en la zona comprendida por las asociaciones La Trampa, Los Toldos y Quisto, en adelante llamada El Acherál (incluye zona de Santa Clara), para lo cual se debería construir un dique derivador aguas abajo de la confluencia del río Mojotoro y de Las Cañadas (Aguas Calientes). Los beneficios que así se generen hacen aún más sólidamente factible la alternativa Mojotoro.

Con la construcción del dique de Vilte - que permitiría regular los retornos industriales de Güemes, así como los aportes naturales (y retornos de riego) de los ríos Layavén y Las Pavas - el área factible de riego en El Acherál se acrecentaría en 18600 ha, con lo que se llegaría a un total de 43300 ha.

3.1.6 Yuto. No se ha proyectado el sistema correspondiente a este embalse - cuyo potencial de riego es de 84100 ha, aunque se consideran 27000 ha factibles en su zona inmediata - dado que su puesta en operación se ha previsto al final del horizonte del Estudio. Ello no obstante, a los efectos del calendario de inversiones se han previsto las que corresponden a los estudios de factibilidad, proyectos ejecutivos e infraestructura de riego, en base a las mismas unidades usadas en los anteriores

Mapa V-3-1 - Localización de Proyectos de Riego

3.1.7 Triángulo del Bermejo, En esta zona, situada en territorio boliviano, en el interior de la confluencia de los ríos Tarija y Bermejo, existen suelos de muy buena aptitud para su puesta bajo riego. Dicha zona se encuentra destinada en la actualidad preferentemente a cultivos de caña de azúcar en secano, pero se estima que la productividad podría incrementarse mediante la sistematización en condiciones de riego.

Por tal motivo, y pese a que no se han diseñado las obras de infraestructura correspondientes, este sistema se incluye en el Plan de Inversiones en el que se ha estimado el costo de los estudios y proyectos definitivos así como el de las obras citadas.

Otros proyectos como El Remate, situado en ambas márgenes del río Grande, aguas abajo de San Salvador de Jujuy (aprox. 6000 ha) y Santa Clara, en la margen derecha del río Lavayén y cerca de la confluencia del río Grande (7000 ha), fueron considerados como ampliación de áreas de riego existentes, pero no fueron evaluados a los efectos del Plan. Es de destacar el que corresponde a Santa Clara por el hecho de que la fuente principal utilizada hasta la fecha la constituye el agua subterránea y podría ser objeto de un futuro estudio de factibilidad en base a una más racional explotación de dicho recurso.

3.2 Parámetros específicos utilizados en las evaluaciones

3.2.1 Eficiencia esperada en riego. Las estimaciones sobre el número de hectáreas bajo riego que serían habilitadas por las diversas obras de regulación estudiadas fueron determinadas, en cada caso, en función de las características climáticas de cada área considerada, el plan de cultivos y sus demandas óptimas específicas, así como de una esperada eficiencia en el uso y conducción del agua.

En particular, respecto de la eficiencia en el uso del agua para riego, se ha supuesto que con mejores prácticas culturales resultantes de adecuados programas de extensión, podría lograrse un incremento de la eficiencia de riego global actual estimada en el 35%, hasta alcanzar el valor del 50% para el año 2000.

3.2.2 Período de desarrollo. Para todos los proyectos se consideró un período de desarrollo de diez años a partir del año base 1973, cumplido el cual las nuevas áreas de riego se irían incorporando en forma paulatina. Al respecto se supuso que en el año undécimo se agregaría el 25% del potencial de tierras y que igual porcentaje de incremento se produciría cada cinco años, completándose en esa forma la incorporación de toda el área potencial para el año vigésimosexto.

En el cuadro V-3-1 se expresan los incrementos en los rendimientos previstos en cada período quinquenal y la incorporación porcentual de nuevas áreas de riego.

3.2.3 Programas de cultivo. Los cultivos se seleccionaron sobre la base de las condiciones agroecológicas de las zonas a irrigar y de las posibilidades de colocación en el mercado. Se confeccionó

un listado preliminar de los cultivos, y en función de las estimaciones de rentabilidad por hectárea, se estableció que toda el área a irrigar y la ya irrigada estaría sujeta a la producción de dichos cultivos. Este criterio, tendiente a lograr los mayores beneficios por hectárea en cada sistema, no constituye por eso la más optimista de las alternativas, como sería la de suponer que toda el área potencial está ocupada por los cultivos de más alta rentabilidad. La lista definitiva quedó compuesta por los siguientes cultivos: hortalizas, tomate, cítricos (naranja, mandarina y pomelo), alfalfa, sorgo, soja, caña de azúcar, algodón y tabaco. En cuanto a la ganadería, se consideró solamente la leche y la invernada o engorde, ya que, en estas áreas, la actividad de cría no es suficientemente rentable por sí sola.

3.2.4 Rendimientos agrícolas. Los rendimientos agrícolas que se tomaron en consideración a los efectos del cálculo de los beneficios derivados del riego se reflejan en el cuadro V-3-2. De todas maneras, es conveniente destacar que se partió de la base de los rendimientos medios que se registran en la actualidad en la zona para los cultivos que se consideran. La hipótesis utiliza valores estadísticos, informaciones y apreciaciones de la propia Unidad Técnica. Estos rendimientos actuales constituyen el punto de partida para las otras hipótesis consideradas y se indican en el cuadro V-3-2.

Dado el horizonte que enmarca el presente estudio, se estimó conveniente suponer incrementos en los rendimientos que alcanzaren el 50% de los valores actuales a la mitad del período que supone la vida económicamente útil de los proyectos. Este incremento de producción surge no sólo del factor agua, sino también de otras prácticas culturales colaterales que realizaría el agricultor al disponer de este elemento, tales como la aplicación de fertilizantes, drenaje parcelario donde fuere necesario, mayor control de plagas y enfermedades, introducción de nuevas variedades y sistemas de conducción.

A efectos de las evaluaciones respectivas, los costos implícitos de estas mejores prácticas culturales fueron considerados en las proporciones que se indican:

Incremento de productividad (%)	Incremento del costo (%)
10	5
20	10
25	12,5
35	18
45	26
50	30

Cuadro V-3-1. Incrementos previstos en los rendimientos de áreas cultivadas

Años	Incorporación de nuevas áreas %*	Incrementos %
1° al 5°		10
6° al 10°		20
11° al 15°	25	25
16° al 20°	50	35
21° al 25°	75	45
26° al 30°	100	50

** porcentaje del total de áreas potenciales a incorporar*

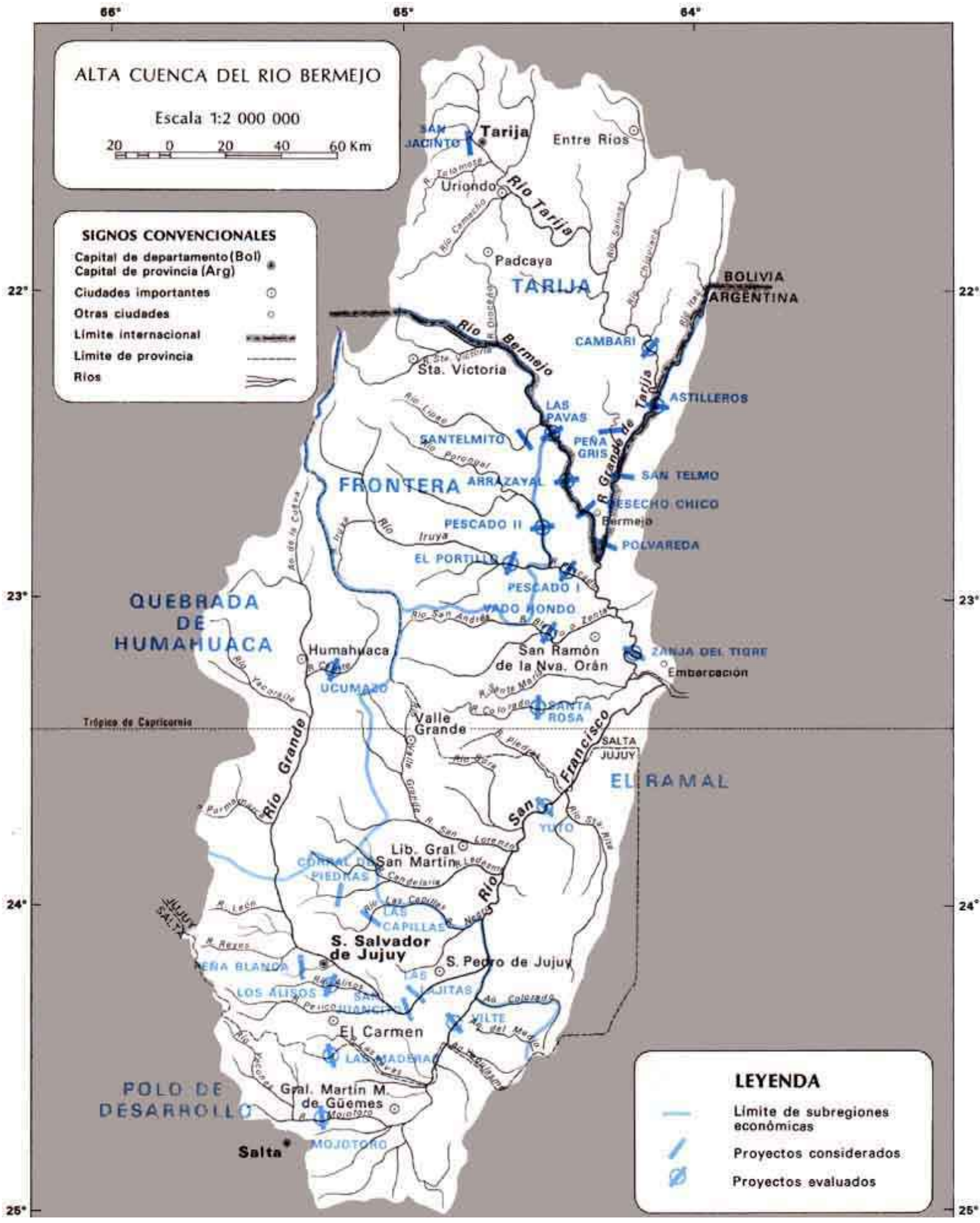
Cuadro V-3-2. Rendimientos esperados de los cultivos

Cultivo	Rendimiento por ha (en kg)
Hortalizas	14400
Tomate	20000
Cítricos	21400
Alfalfa	15000
Sorgo	2000
Soja	1100
Caña de azúcar	67000
Algodón	1000
Tabaco	1200

Aun cuando las estimaciones efectuadas suponen que una amplia mayoría de los agricultores de la zona aceptan las prácticas nuevas o mejoradas, las hipótesis consideradas son más bien conservadoras ya que parten de valores actuales que pueden ser mejorados sensiblemente dadas las prácticas tecnológicas conocidas. Sin embargo, dichas prácticas en general no son aplicadas en el área, y aunque hay otras mejoras que supuestamente podrían introducirse en el curso de la vida económica de los proyectos.

En los esquemas preliminares que sirvieron de base a las estimaciones se tuvieron en cuenta la complementaridad de los cultivos, las rotaciones más adecuadas y la utilización racional de los equipos y su capacidad de trabajo.





ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

Escala 1:2 000 000

20 0 20 40 60 Km

SIGNOS CONVENCIONALES

Capital de departamento (Bol) ●
 Capital de provincia (Arg) ●
 Ciudades importantes ○
 Otras ciudades ○
 Limite internacional ———
 Limite de provincia ———
 Rios ———

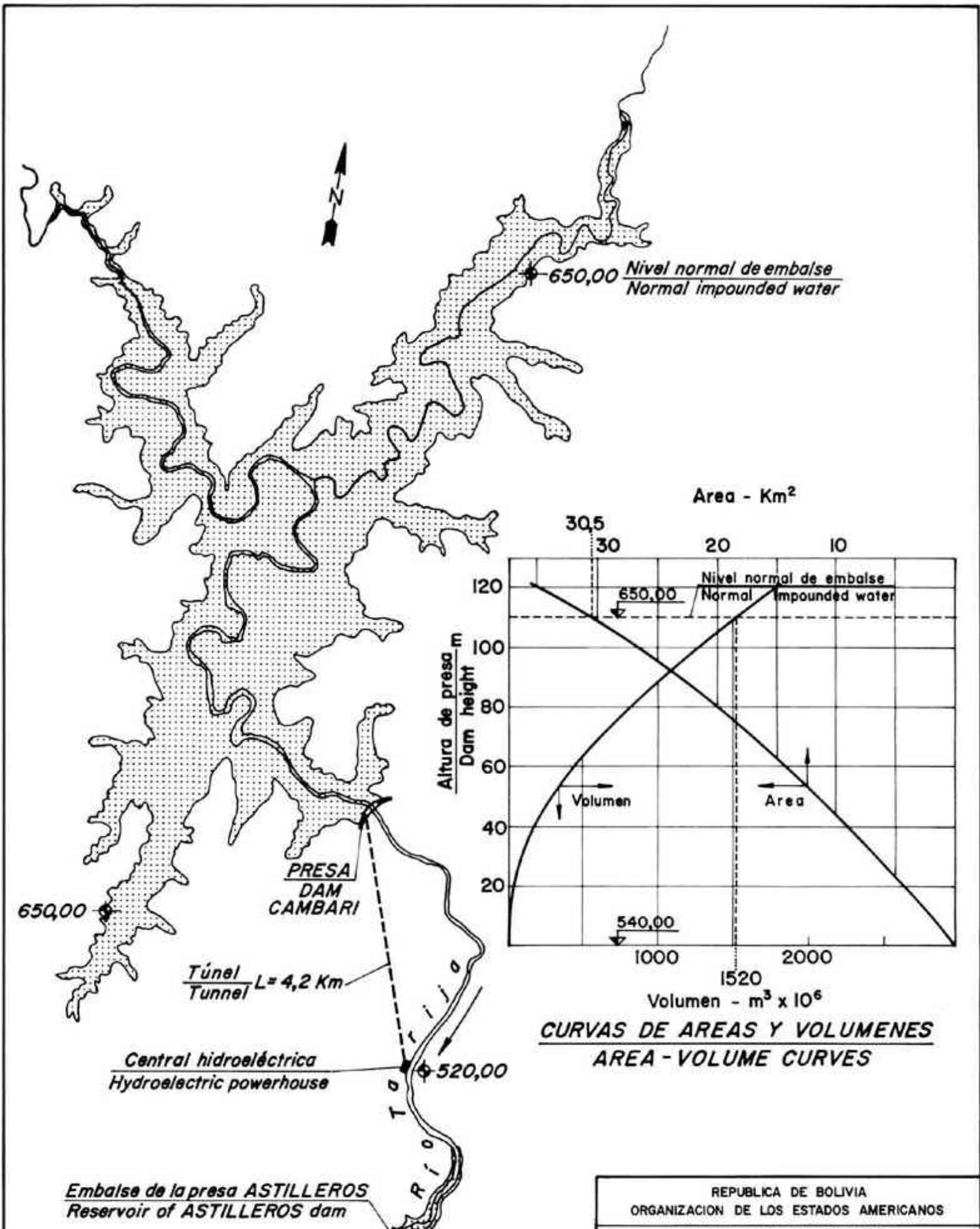
LEYENDA

— Limite de subregiones económicas
 / Proyectos considerados
 ⊕ Proyectos evaluados

66°

65°

64°



Escala 0 1 2 Km
Scale



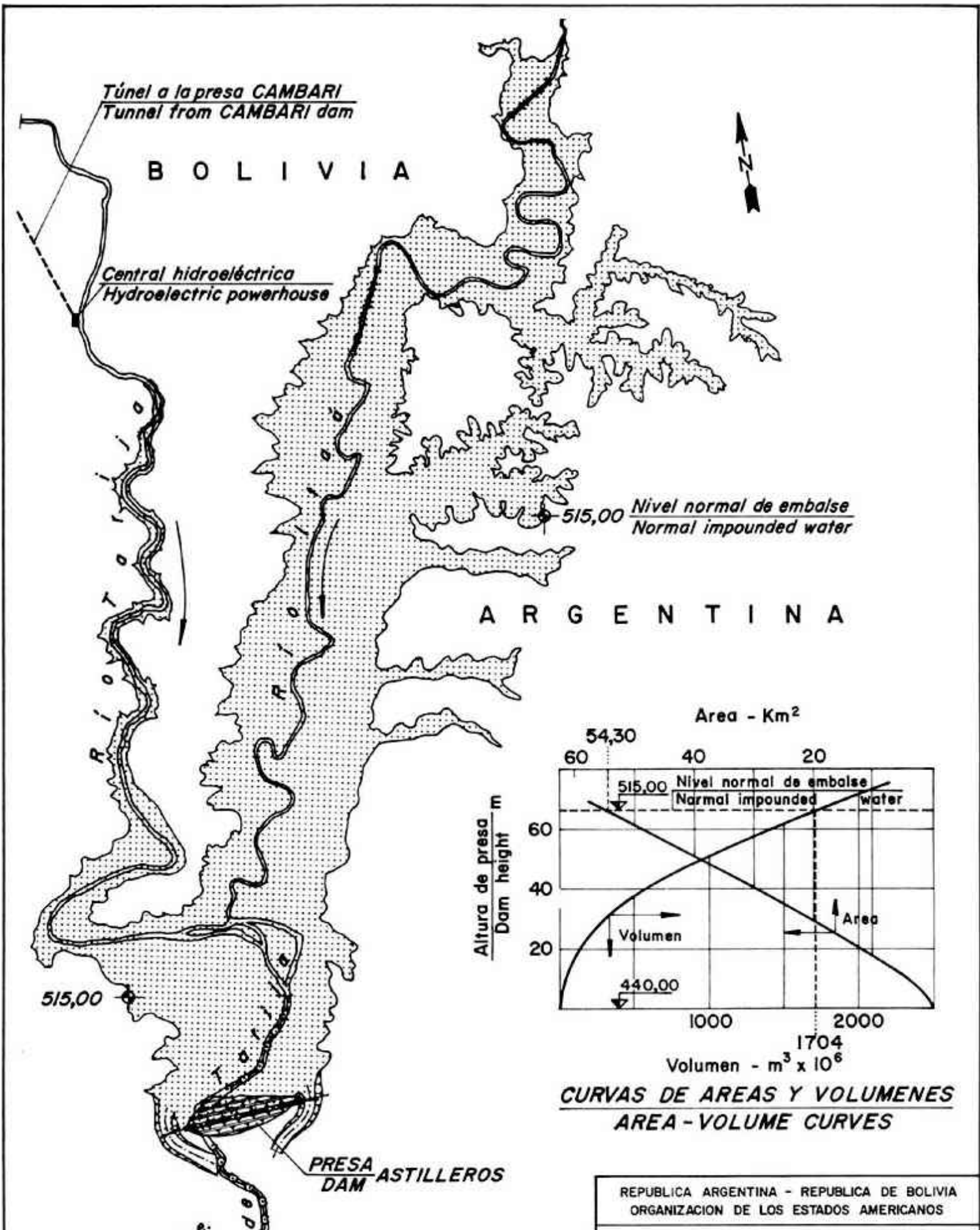
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

ESTUDIO:

CAMBARI

UNIDAD TECNICA

Buenos Aires 1972





Escola 0 1 2 Km
Scale

ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

ESTUDIO

ASTILLEROS

UNIDAD TECNICA

Buenos Aires 1972



4. Evaluación individual de los proyectos

[4.1 Evaluación social de proyectos y análisis a precios de mercado](#)

[4.2 Beneficios](#)

[4.3 Costos de los proyectos](#)

[4.4 Resultados de las evaluaciones](#)

La evaluación individual de los proyectos constituye una primera etapa hacia la definición de un programa de realizaciones compuesto por múltiples aprovechamientos hídricos, algunos de ellos excluyentes entre sí. Se parte de la premisa de considerar la viabilidad técnico-económica de cada uno de los proyectos, como si se debiera decidir su realización en el año base (1973) y considerando cada uno de ellos en forma aislada.

Esta técnica permite establecer un ordenamiento inicial de los proyectos, dado por las ventajas que desde el punto de vista social y económico presenta el encarar en primer término aquellas obras que, prestando iguales servicios, engendren costos mínimos a la sociedad. En segunda instancia, es obvio el ordenamiento temporal de la puesta en marcha de los sucesivos proyectos que se requieren para atender las demandas en un horizonte dado de estudios. En tercer lugar, permite descartar aquellos que dentro de los alcances de la tecnología actual son ineficientes frente a otros proyectos o sistemas alternativos.

La metodología a utilizar es la usualmente empleada en estudios de factibilidad, aun cuando, tratándose de una evaluación a nivel de prefactibilidad, la aproximación requerida en la determinación de costos y beneficios tiene una amplitud mayor.

4.1 Evaluación social de proyectos y análisis a precios de mercado

En el capítulo IV se ha presentado un primer ordenamiento de los proyectos realizado mediante un análisis comparado de los costos monetarios directos de inversión y de operación del proyecto considerado con respecto al de un alternativo, considerando solamente el propósito principal. Este define la conveniencia de elegir una solución u otra, desde el punto de vista de la empresa individual, sea ésta privada, pública o mixta.

En este apartado se presentará, en cambio, un análisis comparado de la conveniencia de realizar cada uno de los proyectos, considerando todos los propósitos múltiples y desde el punto de vista del interés de la comunidad a la que estos proyectos servirán; es decir, se empleará el criterio de evaluación social. Para ello, el análisis de los costos y beneficios monetarios es sustituido por un análisis comparado sobre la base de los "costos de oportunidad" de los factores, a precios unitarios constantes.

La evaluación desde el punto de vista de la comunidad puede hacerse a precios de mercado siempre que dichos precios reflejen adecuadamente la escasez de insumos y productos desde el punto de vista del país; escasez resultante de la capacidad productiva del país y los deseos de los consumidores, dentro de su capacidad de compra determinada por la distribución del ingreso. Sin embargo, en el mundo real esto ocurre raramente. Por ello, prácticamente todos los precios de mercado se alejan en mayor o menor grado del precio de escasez, también llamado precio sombra, precio social o precio de cuenta.

En estos proyectos de la ACRB, teniendo en cuenta el nivel de evaluación y el valor relativo de los factores, se consideran tres precios de escasez; ellos son: los del capital, los de la mano de obra y los de la divisa extranjera.

El manejo de estos precios obliga a considerar la mayor o menor participación que tiene en cada proyecto o sistema alternativo la mano de obra común o calificada, así como los insumos directos o indirectos de productos importados, dados en cada caso por el tipo de dique, presa, canales, central, etc. Naturalmente, la evaluación social de un proyecto produce un resultado diferente que la evaluación a precios de mercado, y ello puede implicar un cambio en el ordenamiento prioritario de los proyectos.

4.1.1 Criterios de evaluación. El índice usado para el ordenamiento de los proyectos evaluados socialmente fue el valor actual neto (VAN). Correlativamente se usó la relación Beneficio Total Actualizado/Costo Total Actualizado (B/C), para medir diferencias con la evaluación a precios de mercado.

Para la determinación de los precios-sombra, el principio general adoptado fue el de suponer que estaban dadas las decisiones de política y la estructura legal e institucional que están fuera del alcance de la institución para la que se lleva a cabo la evaluación. Este enfoque implica aceptar, por ejemplo, la existencia de impuestos, la existencia de las barreras tarifarias de ambos países (Bolivia y Argentina) y considerar la imposibilidad de que dichas barreras desaparezcan en el futuro.

Otro principio de evaluación empleado es "el principio del con y el sin" el proyecto. Consiste en analizar qué beneficios hubieran existido aun sin la presencia del proyecto, excluyéndolo del cálculo. Una aplicación directa de este principio es el descartar todos los beneficios de los proyectos de riego que pudieran encararse en base a los aportes naturales de los ríos, o descontarlos si el proyecto tuviera como base un área mayor resultante de una regulación parcial o total.

4.1.2 Costo de oportunidad de los factores. El costo económico o de oportunidad de un bien necesario para la construcción de un sistema, es definido como la productividad física marginal que esos bienes o factores de la producción podrían tener en otros usos o empleos diferentes. En este informe esas estimaciones han sido realizadas considerando su productividad en el año base 1972. En situación de equilibrio pleno o bajo condiciones suficientemente competitivas, el "costo de oportunidad" de los factores de la producción es aproximadamente igual a su precio de mercado menos los impuestos indirectos netos, ya que ese valor equivaldría a su productividad física marginal bajo los supuestos antes enunciados.

En cambio, en situaciones de equilibrio económico con desempleo parcial de algunos factores de la producción, esa consideración no se cumple. En estas circunstancias, un incremento de la demanda real de bienes, como consecuencia de la realización de proyectos de inversión, producirá probablemente un aumento en la ocupación de los factores de producción disponibles que se traducirá en un incremento efectivo del ingreso real de la comunidad. Este incremento del ingreso real será equivalente al aumento

de la productividad física de los factores disponibles debido a un mayor empleo de la fuerza de trabajo y de las instalaciones productivas ociosas.

En condiciones de pleno empleo, la realización de una inversión adicional en el sistema económico supone para la sociedad un costo: sacrificar la productividad que los factores de la producción necesarios para ese propósito tienen en sus empleos presentes. Su costo de oportunidad es en este caso equivalente a su costo monetario, previa deducción de impuestos indirectos y subsidios. Cuando existe desempleo parcial, este sacrificio, o costo de oportunidad para la sociedad. Sólo se verifica en el caso de aquellos factores que están plenamente ocupados, ya que, en la medida que se requiera emplear a factores desempleados, ese sacrificio o costo de oportunidad es nulo.

De esta forma, la diferencia existente entre el costo monetario de los factores y su costo económico o de oportunidad tiende a ser equivalente al aumento del ingreso real que se producirá en el sistema económico como consecuencia de haberse efectuado una inversión adicional. Esto es, sin lugar a dudas, un beneficio económico que no se reflejará necesariamente en la rentabilidad de la empresa que llevará a cabo la inversión, pero sí en la rentabilidad real del conjunto de la comunidad.

Si el proyecto productivo que se busca a través de la inversión puede lograrse de igual forma mediante proyectos alternos, con diferente composición de factores, es necesario considerar en cada caso los beneficios que le son atribuibles por su contribución a un más eficiente empleo de recursos económicos ociosos. Indudablemente, la opción que emplee la mayor proporción de factores ociosos será la conveniente desde el punto de vista del interés económico de la comunidad.

Para la determinación de los costos unitarios de oportunidad de los factores o bienes necesarios para la construcción y operación de aprovechamientos hídricos, se han empleado los siguientes procedimientos:

a) Tasa de descuento. Para el caso del capital, el costo de oportunidad es interpretado de dos maneras diferentes. Uno es el costo en que se incurre por retirar del sector privado fondos que se destinan a la inversión pública por medio de impuestos. Dichos fondos, de no haber sido recaudados, habrían sido usados en consumo e inversión. El costo de oportunidad se determinaría descontando tanto la corriente de consumo que no se lleva a cabo por razón de los impuestos (empleando la tasa social de preferencia en el tiempo) como la corriente de inversión privada no ejecutada debido a la recaudación, usando la productividad marginal del capital.

La otra manera de interpretar el costo de oportunidad del capital de inversión en el sector público, que es la finalmente adoptada, es tomar la existencia de los impuestos como un dato, aceptándolos como una realidad. Por tanto, el costo de oportunidad de los fondos de inversión del sector público no es lo que el sector privado hubiera hecho con ellos de no existir la recaudación, sino la productividad marginal de la mejor inversión alternativa.

Lo ideal sería determinar el costo de oportunidad del capital en el conjunto de la economía. Pero ello no es así si la inversión está restringida a un cierto subsector de la actividad económica. Por ejemplo, si el gobierno está decidido a satisfacer las demandas de electricidad a precios corrientes, el conjunto de inversiones posibles incluye sólo a proyectos capaces de producir electricidad: plantas térmicas, hidroeléctricas, nucleares, etc.

Por lo tanto, el conjunto alternativo de oportunidades para los fondos de inversión está severamente restringido. Como medida del costo alternativo del capital, ya no interesa saber cuál es su productividad

marginal en inversiones alternativas en el conjunto de la economía, sino sólo en actividades productoras de electricidad. Como ese es precisamente el caso en la ACRB, se analizó cuál es el retorno de Agua y Energía Eléctrica (Argentina) y de la Empresa Nacional de Electricidad (Bolivia) en la región.

El retorno social de la inversión productividad del capital incluye la ganancia de la empresa (pública o privada) más los impuestos que paga, más los intereses pagados sobre el capital usado. De allí que si se adopta como tasa de descuento la productividad del capital, el precio sombra nunca podrá ser igual al precio de mercado o interés de plaza. En efecto, cuentas que son costos para el sector privado y empresas autárquicas, como intereses e impuestos pagados, son beneficios desde el punto de vista social.

Para los propósitos de este Estudio, se incluyó la ganancia de las empresas más las contribuciones. El resultado fue para AyEE del 10,37% de retorno social sobre la inversión, por lo que se tomó como tasa de descuento el 10% como aproximación razonable para ambos países.

En el caso de los beneficios y costos de irrigación, se debió considerar que, mientras en el campo energético hay una decisión implícita de satisfacer toda la demanda de electricidad a precios corrientes (lo que permite aplicar el método de costos alternativos), no sucede lo mismo con los proyectos agrícolas.

En el sistema Tarija - Bermejo, los proyectos prioritarios al producir electricidad durante todo el año, proveen agua durante la estación seca, en particular durante los meses críticos de agosto y septiembre, en exceso de toda demanda que sea posible esperar en términos realistas en el futuro relevante. Dicho futuro, dadas las tasas de descuento usadas, es entre 10 y 15 años. Por lo tanto, es cero el costo económico del agua en los meses de agosto y septiembre en las bocatomas para irrigación. Luego, la inversión en irrigación debe considerarse como un proyecto independiente. Como el conjunto alternativo de inversiones es, pues, ilimitado, la tasa de descuento a usar tiene que ser la productividad social del capital en la industria o en otros proyectos de irrigación. Dicho retorno social en la industria argentina ha sido determinado por Petrei (1972) como igual a 20%. En cuanto a la productividad social en irrigación en la Argentina ha sido determinada por Zapata (1970) también igual a 20%. Por lo tanto, la tasa de descuento a usar es el 20% en este propósito de los proyectos.

En la subcuenca Grande - San Francisco, incluyendo el río Colorado, los déficit de agua se manifiestan en los sistemas de irrigación existentes, y en las estaciones secas. En consecuencia, cabe aplicar un criterio similar al de las inversiones energéticas.

En los proyectos de riego inscritos en el Polo de Desarrollo y El Ramal, los cuales deberían y podrían encararse en el futuro relevante, y donde además el uso consuntivo de las aguas presenta una elevada prioridad frente a otros propósitos, la tasa de descuento adoptada ha sido del 10%, definida como costo de oportunidad del capital. El entorno utilizado fue entre el 8% y el 10%. Los proyectos se descontaron al 10% y las cotas inferiores fueron utilizadas en el análisis de sensibilidad a que se sometieron las alternativas para determinar la influencia de la variación de este parámetro en las mismas.

b) Precio sombra de la divisa. Hay diversos enfoques para la determinación de este precio. El usado por la Unidad Técnica es coherente con los principios generales indicados anteriormente respecto de tomar como dada la estructura institucional. En el contexto de la discusión del precio sombra de la divisa, debe aceptarse como dato la estructura tarifaria para las importaciones y se supondrá que ésta continuará en el futuro sin variaciones substanciales.

El enfoque adoptado es el propuesto por Schydrowsky (1968) y por Marglin - Sen - Dasgupta (1972) en

"Guidelines for Project Evaluation" publicado por Naciones Unidas en 1972. Se supone que el precio de mercado de la divisa, así como el nivel de transacciones de divisas, es determinado por las funciones de oferta y demanda en conjunción con la estructura tarifaria. Por lo tanto, el precio de la divisa de mercado es incrementado en un porcentaje igual al promedio ponderado de las tarifas. El promedio es ponderado por el porcentaje que le corresponde a cada bien del total de las importaciones, multiplicado por la respectiva tarifa. A ello se suman los impuestos indirectos existentes, como impuestos a las ventas que efectivamente trasladan el precio al consumidor. En caso de existir cuotas en lugar de tarifas, se determina cuál sería la tarifa equivalente de la cuota.

Con este procedimiento, Schydowsky (1973) obtuvo un valor de 2,7 para la divisa en Argentina.

En un criterio alternativo del expuesto, se aduce que la escasez de divisas produce el paro parcial de industrias que no pueden producir a plena capacidad por la falta de insumos intermedios y materias primas. Esto genera desocupación de mano de obra y capacidad instalada, lo cual, por un efecto multiplicador, produce adicional desocupación de factores. Si esta interpretación es correcta, entonces el precio-sombra de la divisa debe ser corregido. En efecto, la disponibilidad de una unidad de moneda extranjera adicional produciría el reemplazo de mano de obra y capacidad ociosa por un equivalente de varias veces dicha unidad. Lo ideal sería determinar la reocupación marginal de factores ociosos producida por dicha disponibilidad. Schydowsky (1973) llegó a un valor de 13 para Argentina. A este valor se lo distinguirá como aquél que incluye el efecto macroeconómico.

Con el propósito de determinar el efecto de la aplicación de uno u otro criterio, ambos serán empleados en estas evaluaciones.

A los fines de aplicar el precio sombra de la divisa, se usará no solamente el componente importado directo, sino también el importado indirecto. El componente importado indirecto es la cantidad importada por los fabricantes de insumos nacionales usados en el proyecto. Los porcentajes de importaciones indirectas fueron estimados excepto en transmisión de electricidad y subestaciones eléctricas. El porcentaje de importación directa tiene un fundamento más firme por cuanto depende de verificaciones más inmediatas.

En lo que respecta a Bolivia, no existen antecedentes relativos al precio sombra de las divisas extranjeras. Para el conjunto de bienes que integrará el gasto directo e indirecto de monedas extranjeras se adopta el criterio de evaluar las importaciones aplicando el precio de equilibrio de las divisas calculado según la proposición de Schydowsky, resultando un valor de 1,30.

c) Precio sombra de la mano de obra. En el sector argentino, durante seis meses, la mano de obra no especializada está totalmente ocupada debido a la zafra. En la misma participan no sólo la población adulta masculina de la zona, sino también mujeres e inmigrantes de otras regiones.

Durante el resto del año, si bien la actividad no es tan grande como durante la zafra, la población adulta masculina argentina está ocupada. Más aún, parte de los inmigrantes bolivianos permanece en Argentina por encontrar en ella oportunidades de empleo. Por lo tanto, es razonable aproximar el problema asignando un precio sombra de la mano de obra no calificada igual al salario de mercado.

En cuanto a la mano de obra calificada, sin la menor duda está en condiciones de pleno empleo (excepto desempleo friccional) por lo que se adopta el mismo criterio.

En el sector boliviano, en base a informaciones oficiales, puede establecerse que se constatan tasas

elevadas de desocupación de la población activa, que afecta principalmente a la mano de obra no calificada. El porcentaje de desocupación se eleva casi al 10%. Para evaluar el costo económico de la fuerza de trabajo no especializada, en el año base de 1972, se aplicó el criterio de Havenan y Krutilla, suponiendo que la desocupación friccional es del 5% de la población activa y además que la desocupación máxima admisible es del 15%. Los coeficientes de ajustes para determinar el costo de oportunidad del trabajo, en función del salario monetario neto, resultó así en 0,40.

4.2 Beneficios

Los beneficios directos de los proyectos a evaluar se generan en la venta de energía eléctrica, la imposición de tasas por uso de agua potable e industrial, la generación de beneficios netos para los productores agropecuarios y la economía en los costos anuales de dragado en los canales navegables. Los beneficios indirectos son determinados a través de los costos de oportunidad.

Los métodos de evaluación de los beneficios varían de acuerdo con la prioridad en el uso del agua y la ubicación geográfica del proyecto y se analizarán por separado.

4.2.1 Suministro de agua potable. De una manera general puede indicarse que los beneficios asignables a este propósito son mínimos en toda la ACRB. En cualquiera de los casos analizados, la oferta de agua potable tiene prioridad absoluta sobre los otros propósitos y aun sobre los derechos y concesiones de agua otorgados para su uso en el riego, la industria y la generación de energía.

En toda la Cuenca y salvo algunas aisladas excepciones, los aportes naturales de los cursos de agua y las fuentes subterráneas son suficientes para atender la demanda de agua de los centros urbanos y nucleamientos rurales, aun en el dilatado horizonte del estudio. En consecuencia, ninguna obra de regulación aporta a las comunidades beneficios que ya no disfrutaran, si se descartan las obras propias de conducción, tratamiento y distribución, cuyos costos no fueron considerados en los análisis de los proyectos a evaluar.

4.2.2 Suministro de agua industrial. Caben distinguir aquí los suministros de agua para las industrias localizadas dentro del Polo de Desarrollo, de aquellos que se demandan en el resto del área. En el primer caso, el suministro de agua industrial fue considerado prioritario. En el resto del área, el riego tiene prioridad sobre la industria en la distribución del recurso escaso.

En el Polo de Desarrollo el beneficio derivado del abastecimiento garantido de agua industrial, garantía emergente de la construcción de obras de regulación, se medirá por cualquiera de los dos procedimientos siguientes:

- a) El costo del sistema alternativo más económico, que se muestra capaz de atender el suministro con igual volumen y calidad de aguas y con similares garantías.
- b) En el caso de proyectos de propósitos múltiples, por el costo de un proyecto similar ubicado en el mismo emplazamiento, dimensionado exclusivamente para asegurar el abastecimiento de agua industrial.

En el caso de que por indicaciones de las autoridades provinciales se desee reservar en los embalses un volumen de agua que exceda claramente toda demanda razonable que pueda esperarse en los próximos 30 años, no se asignará valor positivo a esas aguas en la etapa de evaluación. Desde el punto de vista

económico, cualquier bien ofrecido en el mercado en exceso de lo que el demandante está dispuesto a recibir a precio cero, tiene, obviamente, valor nulo.

4.2.3 Irrigación. Los beneficios de irrigación han sido evaluados teniendo en cuenta la ubicación geográfica de los proyectos.

En primer lugar, dentro del cuadrángulo del Polo de Desarrollo y sus adyacencias, y teniendo en cuenta la elevada concentración humana previsible dentro del horizonte del estudio, cabe esperar que las tierras bajo riego serán destinadas primordialmente a atender las demandas de productos de consumo local, como hortalizas, frutas y parcialmente otros cultivos de alta rentabilidad, incluyendo forrajes para atender el ganado vacuno generador de leche fluida.

En las zonas restantes de la subcuenca Grande - San Francisco, las aguas de riego deberán asignarse a cultivos industriales o al mercado nacional, como en el caso del tomate de primicia en la Colonia Santa Rosa.

En cuanto a los beneficios agrícolas en la llanura chaqueña, que sean claramente asignables a la regulación de caudales en la ACRB, serán evaluados social y económicamente en términos de las cosechas que son exportables en forma directa o indirecta al liberar producciones de otras zonas del país, tales como la de forrajes, exportables directamente o en forma de carne. En estos casos, si bien los beneficios a precios de mercado son bajos, la factibilidad social no disminuye necesariamente, por cuanto los ingresos de dichos productos exportables, al ser analizados los proyectos desde el punto de vista social, deben ser multiplicados por el precio sombra de la divisa.

La forma esquemática de dividir la ACRB a los efectos de los beneficios de riego quizás presente algunas objeciones, pero refleja un criterio práctico y de sentido común dentro de un sistema tan vasto como es el de la ACRB y con la perspectiva de un largo plazo como es el del año 2000.

4.2.4 Reutilización de las aguas de retorno. Las aguas derivadas para uso de poblaciones, la industria o las actividades agrícolas bajo riego, no son consumidas totalmente. Un elevado porcentaje de los dos primeros usos es devuelto a los cauces de origen; en el último, las pérdidas por uso consuntivo son muy elevadas. En cualquier caso, dichas aguas son retornadas al cauce con diferentes grados de contaminación.

En ciertas áreas, las aguas de retorno poseen elevadas posibilidades de reutilización, para diferentes fines. En la Cuenca, algunos proyectos de riego (El Acherai p.e.) prevén la utilización de aguas servidas del parque industrial y del núcleo urbano de Güemes y eventualmente de Las Maderas. El criterio utilizado para evaluar proyectos con reutilización es el de incluir en el costo del agua de retorno los costos asociados de su tratamiento, para posibilitar el uso posterior si la dilución natural fuera insuficiente.

Dichos costos asociados deben ser evaluados a nivel de subcuenca o tramo de río como el de un conjunto de obras tendientes a mantener un nivel mínimo de calidad en los cursos de agua, medido por el contenido de O₂, con el aporte cooperativo de todos los contaminantes. A los efectos de la evaluación en valores relativos de dichos costos asociados, se han considerado, a falta de antecedentes en Argentina y Bolivia, los estudios realizados en cuencas de otros países, con industrias preponderantes de base metalúrgica o azucarera como será el caso del Polo de Desarrollo y del Triángulo del Bermejo. Se adoptaron los valores porcentuales resultantes aplicados en función de la carga creciente de

contaminación en el horizonte del estudio.

Estos costos fueron incluidos en las evaluaciones del conjunto del sistema con y sin la proyectada reutilización de las aguas.

4.2.5 Generación de energía eléctrica. Las leyes existentes que regulan los derechos de agua dan prioridad para su uso a la provisión de agua potable, luego al riego y después a la generación de electricidad. Esto está francamente reñido con el aprovechamiento racional del recurso, dado que el mismo debe repartirse de modo tal que el beneficio social obtenido de su uso sea maximizado, lo que se logra en algún punto en que el beneficio marginal de cada uso es igual a los demás. En este caso, el aprovechamiento prioritario de las obras de regulación fue fundamentado en capítulos anteriores, y considerado por subregiones económicas. Esto tiene sus implicancias en cuanto a los criterios de evaluación.

Particularmente en el sistema Tarija - Bermejo, el agua erogada de los embalses a los efectos de producir electricidad, genera una oferta en el mes crítico (agosto o setiembre según zonas y cultivos) varias veces superior a la posible demanda para riego en los próximos diez años, que es el futuro relevante para las tasas de descuento usadas. Por tanto, queda como única demanda para el agua embalsada por diques la generación de energía, y como política de uso, válida para ambos países, la de proveer toda la cantidad demandada de electricidad a precios corrientes. En este marco debe aplicarse el método del costo alternativo, consistente en considerar como beneficio de un proyecto (un modo de satisfacer la demanda: hidroelectricidad, en este caso) el costo del sistema alternativo (plantas termoeléctricas) capaz de satisfacer la misma demanda a igual nivel de calidad.

A los efectos de comparación se ha considerado que la demanda de punta para la que se han diseñado las centrales de pie de presa en la subcuenca, podrá ser satisfecha alternativamente por plantas termoeléctricas compuestas dos tercios por plantas de vapor y un tercio por turbinas a gas. La potencia de la central equivalente fue dimensionada igual a la potencia firme de la central hidro (garantizada para el 95% del tiempo) incrementada con una reserva técnica del 20%. Los costos empleados para las plantas térmicas incluyen la instalación en condiciones de funcionamiento, provisión de repuestos, ensayos, instrucción al personal y gastos indirectos, estimados en 12% de los costos anteriores. Los gastos indirectos incluyen imprevistos, gastos de administración y generales, estudios de preinversión, etc. Los costos directos de las turbinas de 20 MW incluyen el correspondiente transformador elevador, mientras que la de 6 MW se la ha supuesto conectada directamente a la red. Se incluyó en las evaluaciones sociales no sólo el efecto de los insumos importados directos sino también una estimación de los insumos importados indirectos, tanto para las centrales como para el combustible usado. Los valores adoptados para los componentes importados se establecen en el cuadro V-4-1.

En los proyectos correspondientes a la subcuenca Grande - San Francisco, el propósito generación de energía es precedido por todos los demás: suministro de agua potable, agua industrial y agua para riego. Los programas de desembalse, en consecuencia, se supeditan a las necesidades de los usos consuntivos determinando potencias firmes en las centrales instaladas de muy limitado valor. En este caso, el límite económico de su utilización fue determinado a partir del costo marginal de la energía producida en una central térmica a vapor, teniendo en cuenta solamente el gasto de combustible y la amortización variable (la que depende de la energía producida).

La inversión admisible en estas condiciones fue evaluada en alrededor de US\$ 0,065 por kWh/año.

Sin embargo, en algunos proyectos con una gran preponderancia de desembalses de agua para consumos industriales que manifiestan una elevada constancia anual, la construcción de embalses de compensación ha permitido obtener centrales con una importante potencia firme, en relación con la total instalada. En dichos casos, la evaluación se realizó también por el procedimiento utilizado para la subcuenca Tarija - Bermejo.

4.2.6 Control de sedimentos. Con el control de sedimentos se obtienen dos tipos principales de beneficios: ahorro en dragados de canales navegables y ahorro en insumos para clarificación de las aguas destinadas al uso humano e industrial.

En lo que respecta al segundo, ahorro en procesos de clarificación, el beneficio es irrelevante; en primer lugar por el volumen usado y en segundo lugar por el hecho de que las partículas que permanecen en suspensión en el río y son derivadas hacia las tomas de agua, tienen un tamaño inferior a 0,002 mm. Tal tamaño de partículas no es controlado por los embalses; los materiales suspendidos cruzan los decantadores artificiales y son descargados a través de las turbinas o conducciones, aun sin la presencia de descargadores de fondo. En consecuencia, no debe considerarse ningún beneficio en términos de ahorro en insumos de los procesos de clarificación.

Para la determinación de los ahorros en dragados de los canales navegables del sistema Paraná - Paraguay, se consideraron las incertidumbres existentes sobre varios de los parámetros necesarios para medir dichos beneficios. A esos efectos se utilizó el procedimiento aceptado para el tratamiento de la incertidumbre: el uso de toda la información existente en combinación con hipótesis de trabajo "razonables" para los parámetros sin información.

El proceso incluyó la determinación de los tamaños de las partículas del material dragado en los canales de navegación, la evaluación de los porcentajes de distintos tamaños de partículas que se originan en el sistema del Bermejo, la correlación de caudales líquidos y sólidos y la formulación de hipótesis respecto a la evolución de estos sedimentos en el desarrollo de la cuenca inferior del Bermejo hasta el río Paraguay. El tamaño crítico para el dragado son las partículas de tamaño menor de 50 micrones.

Cuadro V-4-1. Componentes nacionales e importados de Centrales Térmicas

Alternativas	Componente nacional	Componente directo	importado indirecto
Centrales			
Turbogás 5 a 10 MW	22	74	4
Turbogás 15 a 30 MW	18	77	5
Vapor 20 a 50 MW	55	32	13
Combustible			
Gas	67	25	8
Fuel	74	19	7

En la siguiente etapa se establecieron las cantidades de partículas inferiores a ese tamaño aportadas por los ríos Paraná y Paraguay, así como las respectivas correlaciones de caudales líquidos y sólidos.

La primera conclusión es que los aportes sólidos de los tres ríos, Paraná, Paraguay y Bermejo, formados por partículas de 50 micrones o menores, representan un total anual de 100 millones de toneladas del cual

el río Bermejo es responsable en el 72,7%.

Por lo tanto, la reducción en costos de dragado debido a los diferentes embalses puede ser analizada en términos del sedimento menor de 50 micrones depositado en los reservorios o controlado aguas abajo de la presa, por control de caudales de crecientes y por su regulación.

En la tercera etapa se determinaron los costos actuales de dragado de los canales navegables, y los esperados en el horizonte del estudio por efecto de proyectos de nuevas canalizaciones o incrementos de calados y anchos por las mayores demandas de la navegación, realizando evaluaciones de distribución de probabilidades de costos.

El resultado final determinó que alrededor de 40 millones de toneladas anuales serán las necesidades futuras de dragado a un costo anual de 30 millones de dólares, incluyendo los gastos de administración, o sea un costo unitario de 0,75 dólares por tonelada dragada.

El costo unitario fue adoptado como beneficio por control de sedimentos aplicable al volumen anual controlado por cada proyecto analizado.

Con el objeto de considerar los efectos del costo de oportunidad de las divisas extranjeras economizadas con el control de sedimentos y economía de dragado, se ha determinado una influencia del 40,5% en los costos totales de los insumos importados, directos e indirectos.

4.3 Costos de los proyectos

4.3.1 Costos directos. Tal como se ha indicado en el capítulo IV, los costos directos de los proyectos fueron determinados en las etapas de diseño, a nivel de estudio de prefactibilidad.

En la etapa de evaluaciones se adicionaron a los costos directos los montos de intereses a pagar durante la etapa de construcción (usualmente llamados intercalares) desde el momento en que se incurría en el gasto. A esos efectos se analizó, en primer término, el número de años requerido para la puesta en operación del proyecto, a partir del momento de la resolución gubernativa de realizarla, incluyendo la realización de los planos ejecutivos de obras. El plazo de realizaciones se fijó considerando el tipo, magnitud y complejidad del proyecto, así como una distribución tentativa del flujo anual de fondos. Se utilizó la hipótesis de que debía contarse con los fondos respectivos al empezar cada año de construcción, lo que redundaba en valores conservadores para la evaluación.

Para cada uno de los proyectos y a los efectos de considerar la influencia de los precios sombra de la mano de obra y divisas extranjeras, se analizó cada uno de los ítems que integran el respectivo costo directo. Se asignó a cada ítem el componente de importación (directo e indirecto) de los insumos usados en la construcción de las obras, así como el componente de la mano de obra no calificada.

Para cada proyecto evaluado se asignó un porcentaje del 15% para atender imprevistos de obras y contingencias (así como un 7,5% para gastos de ingeniería, dirección y supervisión de obras) con sus respectivos componentes de importación.

A los efectos de la determinación de los valores actuales de los costos y los de renovación de equipos y obras, se consideraron los valores de vida útil que para los distintos rubros y proyectos fueron establecidos por la SRH de Argentina, en sus Pautas y Criterios para el Desarrollo (diciembre de 1972).

4.3.2 Costos de operación y mantenimiento. Las normas para determinar los costos de operación y mantenimiento fueron asimismo establecidas por la misma SRH en forma de porcentajes anuales aplicables sobre los costos directos, excluyendo los intereses intercalares.

Se usó asimismo la hipótesis de que todos los costos de operación y mantenimiento no tienen componente importado directo o indirecto, ni que tampoco lo poseen los costos de renovación. Esto último supone que se renovarán tanto plantas térmicas como hidro con equipos de producción nacional, lo que es previsible en el mediano y largo plazo. En caso contrario, el error incurrido es de menor cuantía, dada la tasa de descuento usada.

4.4 Resultados de las evaluaciones

Los resultados de las evaluaciones realizadas se indican en el cuadro V-4-2. Se refleja claramente que, considerando cada uno de los proyectos en forma individual, existe un grupo de obras a ubicarse en el cauce principal de los ríos Bermejo y Tarija que presentan elevados valores de los índices de evaluación, lo que da mérito a una selección preliminar.

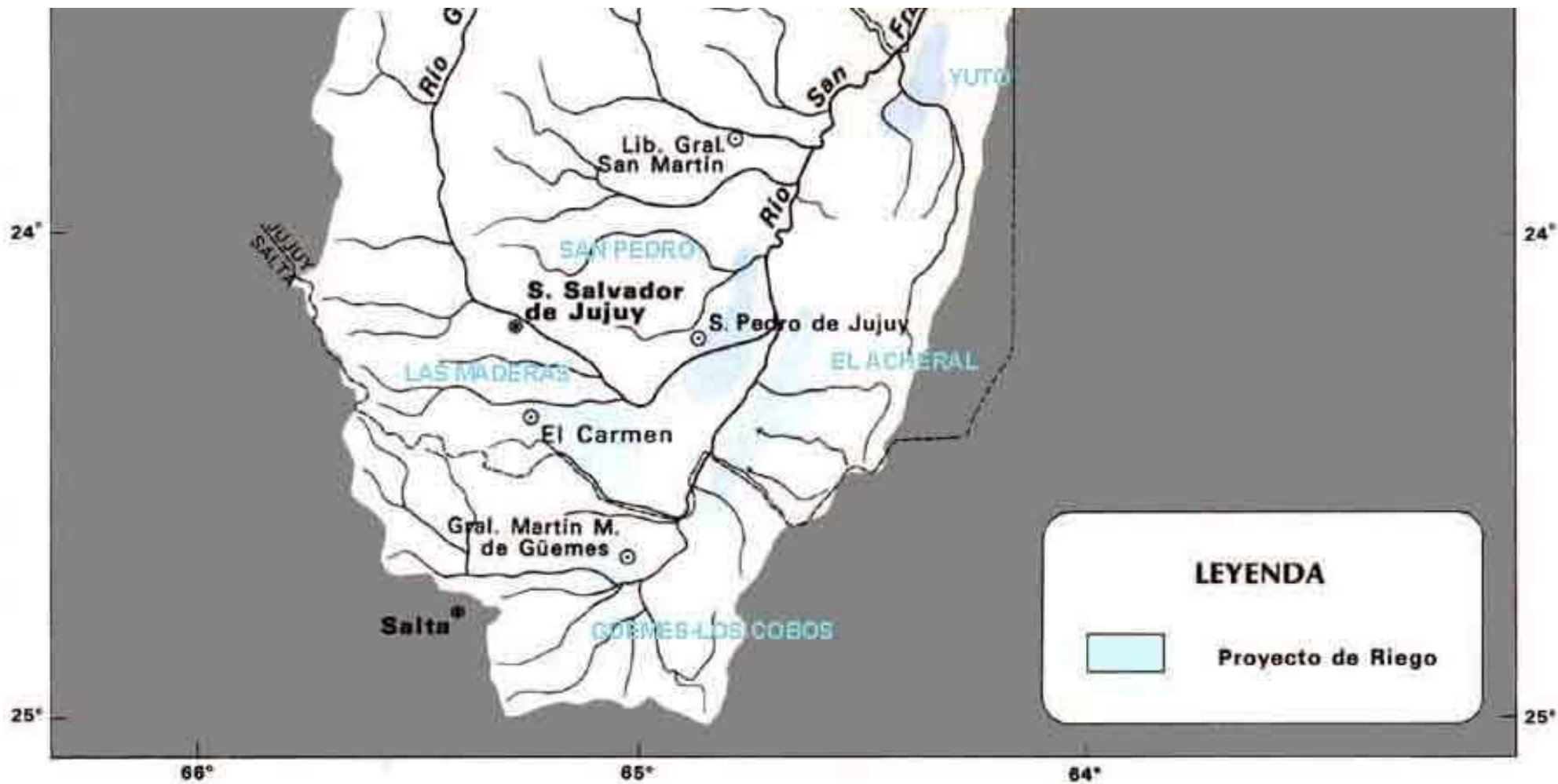
Otras obras factibles para su implementación en forma inmediata son aquellas destinadas a asegurar el cumplimiento de las demandas incrementales de agua potable, industrial y riego en la zona del Polo de Desarrollo. Algunos proyectos de riego para atender cultivos industriales u otros de elevada rentabilidad, poseen índices suficientes para encarar estudios posteriores.

Se destaca, asimismo, que los criterios de evaluación social incluidos a través de los precios sombra, han acentuado los resultados de la factibilidad, pero no han introducido alteración en el orden de prioridades, ni tampoco han transformado en proyectos factibles a los no viables y vice versa. Ello indica que los proyectos no presentan sensibilidad frente a los diferentes criterios de evaluación, lo cual otorga firmeza a las conclusiones alcanzadas.

Sin embargo, otros factores que hacen a la selección de proyectos dentro de un estudio global de cuenca, se analizan en el apartado siguiente.









5. Selección del programa

[5.1 Consideraciones básicas](#)

[5.2 Selección final de los proyectos](#)

[5.3 Evaluación de los sistemas](#)

5.1 Consideraciones básicas

Las evaluaciones realizadas a precios de mercado y a costo de oportunidad, han dado los elementos esenciales para la selección de un programa de obras.

Cuadro V-4-2. Evaluación social de los proyectos

Beneficios a precio de mercado en miles de US\$								Relación beneficio/costo		
Río	Proyecto	Costo a precio de mercado miles de US\$*	Generación energía	Riego	Control de sedimentos	Agua potable industrial	Total	A precio de mercado	A valor social del dólar PSD-2,7 PSD-13,0	
Tarija	Cambari	43220	67560	7860	30680		106100	2,45	3,34	4,70
Tarija	Astilleros	148460	48760	10100	30680		89540	0,60	0,87	1,27
Bermejo	Las Pavas	59300	55800	9600	28600		94000	1,59	2,33	3,57
Bermejo	Arrazayal	59840	76300	10200	28600		115100	1,92	2,68	3,92
Pescado	Pescado II	180040	52300	7480	10700		70480	0,39	0,54	0,76
Iruya	El Portillo **	54370	55950	3920			59870	1,10	1,60	2,00
Pescado	Pescado I	112330	40300	7200	10700		58200	0,52	0,79	1,07
Blanco	Vado Hondo	194130	66410	7120			73530	0,38	0,49	0,64
Bermejo	Z. del Tigre	307420	184840	53800	157000		395640	1,29	1,90	2,79

Colorado	Santa Rosa ***	18138		20200			20200	1,11	1,04	0,96
Los Alisos	Los Alisos	14380		4720		530	5250	0,36	0,38	0,42
Perico-Grande	Las Maderas	189900		33930		68900	102830	0,54	0,73	0,97
Mojotoro	Mojotoro	73330	23980	29630	16300	31600	101510	1,38	1,59	2,03
Lavayén	Vilte ****	13670		15190	16300		31490	2,30		
S. Francisco	Yuto	112570	38410	64100	31270		133780	1,19	1,34	1,19

* Incluye intereses intercalares, operación, mantenimiento y reposición de unidades

** El plazo de vida útil es incompatible con la evaluación

*** Se incluyó el costo de infraestructura de riego

**** Evaluación teórica: el plazo de vida útil de Vilte sin Mojotoro es inferior a 30 años

Sin embargo, algunos hechos relevantes deben ser reexaminados en esta etapa. En primer término, la gran dinámica emergente del actual desarrollo económico de la ACRB, ha determinado magnitudes considerables en las demandas de energía eléctrica y agua para consumo doméstico, municipal, industrial y el riego. En segundo término, la oferta de dichos bienes generables en la sumatoria de proyectos analizados por la Unidad Técnica, no llega a satisfacer dichas demandas. En consecuencia, el problema no radica en escoger proyectos alternativos que compitan en el logro de un objetivo, sino en seleccionar un programa de obras y escalonar su construcción en forma de lograr la más elevada eficiencia del conjunto.

En tercer término, no debe olvidarse que todos los aprovechamientos hidráulicos de la ACRB no son independientes entre sí, sino que por el contrario tendrán influencia mutua, tanto en el grado de regulación alcanzada como en la producción de agua y energía y en la eficiencia de atrape de sedimentos.

En consecuencia, el conjunto de proyectos seleccionados constituirá un sistema de aprovechamiento hídrico de la Cuenca y como tal debe ser evaluado.

5.2 Selección final de los proyectos

Para cualquiera de los propósitos considerados y de las subregiones involucradas, algunos proyectos han demostrado de buena a muy buena rentabilidad y factibilidad técnico - económica. Otros han probado ser ineficientes frente a algunas alternativas y deben ser descartados. Otros, en fin, han visto afectada su vida útil por la carga de sedimentos afluentes al embalse y por ende su factibilidad implícitamente comprometida.

Los sistemas que deben seleccionarse para atender las demandas de generación de energía se encuentran en la subcuenca Tarija - Bermejo, y a continuación se enumeran por orden decreciente en los valores índices de evaluación:

- 1° Presa y Central de Cambari
- 2° Presa y Central de Arrazayal
- 3° Presa y Central de Las Pavas
- 4° Presa y Central de Zanja del Tigre
- 5° Presa y Central de Astilleros

Todos estos proyectos se encuentran en los cauces principales de los ríos Tarija y Bermejo, y con la

programación de su construcción escalonada constituirán un sistema integrado, en el cual los beneficios no estarán dados por la suma de los beneficios individuales sino que deben ser objeto de una verificación a nivel de obra integral.

El abastecimiento de agua potable y eventual riego en la zona de Quebrada de Humahuaca requiere la construcción de la presa y embalse de Ucumazo, sobre el río Cálete. Este proyecto no fue evaluado, por cuanto no tiene alternativa posible de comparación que determine una base para fundar factibilidad. Es la única obra posible frente a una demanda real y concreta y en tal carácter se justifica su selección.

En cuanto al Polo de Desarrollo y El Ramal, el conjunto de obras constituido por Las Maderas y Mojotoro ha demostrado factibilidad técnica para cubrir las demandas de agua potable y la industria en el horizonte del estudio, así como para incrementar las áreas bajo riego y eventualmente generar energía. Es de señalar que en Las Maderas se consideró un costo de oportunidad cero.

A su vez, la presa de embalse de Vilte ha presentado rentabilidad positiva en su propósito principal de riego.

Los tres proyectos indicados anteriormente constituyen un sistema de obras que se encuentran profundamente interrelacionados, con un propósito prácticamente común, como es el de atender los usos consuntivos de agua en una zona de desarrollo prioritario.

Otros dos proyectos de riego han tenido respuesta favorable ante la evaluación de beneficios y costos; ellos son los de Santa Rosa y Yuto, cuyas zonas de influencia se encuentran en los tramos finales de la subcuenca Grande - San Francisco.

Cuadro V-5-1. Evaluación global del sistema Tarija - Bermejo

Concepto	Subconcepto	Evaluación precio de mercado miles de US\$	Evaluación Social Precio-sombra dólar f=2,7	(miles de US\$) Precio-sombra dólar f=13
Costo total actualizado		353400	500600	1383400
Beneficios	1. Energía	238300	382700	1259000
	2. Riego	62100	318500	1845000
	3. Agua potable e industrial			
	4. Control de sedimentos	185000	310000	1073000
Beneficio total actualizado		485400	1011200	4177000
Relación Beneficio/Costo		1,37	2,02	3,02

Cuadro V-5-2. Evaluación global del sistema Polo de Desarrollo

Concepto	Subconcepto	Evaluación a precio de mercado miles de US\$	Evaluación Social Precio-sombra dólar f=2,7	(miles de US\$) Precio-sombra dólar f=13

Costo total actualizado*		276344	363110	760100
Beneficios	1. Eléctrico	23980	38600	127300
	2. Riego	78550	101600	312700
	3. Agua potable e industrial	100500	163700	444800
	4. Control de sedimentos	16300	27400	94500
Beneficio total actualizado		219330	331300	979300
Relación Beneficio/Costo		0,80	0,90	1,29

** Se incluyó el costo de inversión de Las Maderas. En un sentido estricto, el costo de oportunidad debiera considerarse nulo dado el avanzado estado de implementación de la obra. (En tales condiciones, la relación B/C a precios de mercado sería de 2,53).*

5.3 Evaluación de los sistemas

La selección de proyectos ha sido realizada en base a su evaluación individual. Sin embargo, al integrarse en un sistema, debe ser encarada una nueva evaluación y confrontación de resultados.

Con la realización de más de un embalse en un mismo curso de agua, las condiciones de optimización cambian. La regulación de un río efectuada por el embalse de cabecera, altera las relaciones de diseño de los embalses y centrales de aguas abajo y modifica a los que predominan en el caso de que el aprovechamiento sea considerado en forma aislada. En general, las potencias instaladas se incrementan con el mejoramiento de los índices económico-energéticos, y los volúmenes de embalse necesarios para una regulación dada tienden a decrecer.

A su vez, las evaluaciones de beneficios sufren modificaciones de importancia. En el campo energético, el sistema térmico equivalente recibe las ventajas de la economía de escala, ya que la comparación económica se plantea ahora con centrales de mayor capacidad y de menor costo unitario (por kW) de instalación y operación. En cuanto a los beneficios por regulación de los caudales sólido y líquido, interviene la ley de rendimientos decrecientes: los beneficios globales del sistema son inferiores a la suma de los beneficios de los proyectos considerados individualmente.

Los dos sistemas considerados para la evaluación son: el conjunto de embalses y centrales de los ríos Tarija y Bermejo y el de las tres obras que atenderán los usos consuntivos dentro del Polo de Desarrollo (sector argentino). El primer conjunto está integrado por los proyectos de Cambari, Astilleros, Las Pavas, Arrazayal y Zanja del Tigre. El segundo involucra a los proyectos de Las Maderas (con sus complementaciones), Mojotoro y Vilte.

Los otros tres proyectos seleccionados: Ucumazo, Yuto y Santa Rosa, mantienen el carácter de proyectos individuales.

La metodología utilizada es la ya descrita en este capítulo. En el caso del sistema de la subcuenca Tarija - Bermejo, la central térmica equivalente está constituida por un conjunto de unidades a vapor de 150 MW, previstas para operar en forma escalonada, de acuerdo con la evolución previsible de la demanda.

Los resultados de la nueva evaluación se indican en los cuadros V-5-1 y V-5-2; el primero expresa los resultados alcanzados con el sistema de embalses y centrales de los ríos Tarija y Bermejo; el segundo, los correspondientes a los proyectos del Polo de Desarrollo.

Considerado como un sistema, el de embalses de los ríos Tarija y Bermejo mantiene aún un elevado índice de valoración de la factibilidad económica. En cambio, el sistema del Polo de Desarrollo orilla la no viabilidad. La influencia negativa está dada por el embalse de Las Maderas, que sin central de energía que asuma parte del costo de la presa, es individualmente no factible. Sin embargo, la presa está en plena construcción y prácticamente concluida, por lo cual su costo de oportunidad podrá considerarse nulo, y con ello la factibilidad del sistema estaría.





Capítulo VI - Plan para el desarrollo

- [1. Plan de desarrollo de los recursos hídricos](#)
 - [2. Influencia sobre el desarrollo de la Cuenca](#)
 - [3. Importancia para los países](#)
 - [4. Programa de realizaciones](#)
 - [5. Acciones inmediatas](#)
-

Como resultado de los estudios encarados por la Unidad Técnica, se propone un conjunto de proyectos capitales de aprovechamiento hídrico para estudios más profundos, tendientes a su materialización.

Asimismo, en el transcurso de este informe, se recomienda otra serie de acciones y medidas que, aunque no adquieren el carácter de proyectos de obras, contribuirán a posibilitar el desarrollo de la ACRB.

Finalmente, en los volúmenes que se imprimieron en Buenos Aires se presenta con más detalle una serie de recomendaciones para continuar dichos estudios e investigaciones y mejorar el nivel de conocimiento del medio natural.

El conjunto de tales obras y medidas constituye el plan de desarrollo que aquí se propone, en el bien entendido de que el mismo ha tenido en cuenta las prioridades relativas a la Alta Cuenca, tal como fue señalado en las pautas suministradas oportunamente por el Gobierno de Argentina, que son compatibles con aquellas contenidas en los planes de desarrollo de Bolivia. Es evidente que dichas prioridades - en lo que respecta a Argentina - deberán armonizarse con el resultado de los estudios de la Cuenca Inferior, particularmente en lo que atañe a las necesidades de regulación en correspondencia con los diferentes usos del agua





1. Plan de desarrollo de los recursos hídricos

[1.1 Proyectos nacionales](#)

[1.2 Proyectos internacionales](#)

Considerado en su conjunto, el desarrollo social y económico de la ACRB requerirá la realización de una serie de proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos. Dichos proyectos son los que se muestran en el mapa VI-1-1.

a) Sistema Tarija - Bermejo. Incluye las presas y centrales hidroeléctricas de Cambari, Las Pavas, Arrazayal, Astilleros y Zanja del Tigre. Produciría en su conjunto 2200 GWh anualmente, a través de cinco centrales con una potencia instalada total de 1070 MW.

Estas centrales permitirán atender las demandas de energía, del pico del diagrama de cargas de toda la región NOA - Tarija, hasta por lo menos el horizonte del año 1990.

Los embalses artificiales creados por las cinco presas regularían los caudales de los dos ríos, alcanzando los valores mínimos - en períodos y años de seca - que se indican a continuación:

Río Tarija en Junta de San Antonio: 79 m³/s

Río Bermejo en Junta de San Antonio: 76 m³/s

Río Bermejo en Junta de San Francisco: 295 m³/s

Estos caudales garantizados posibilitarán el regadío del total de las áreas de suelos con aptitud prioritaria en las márgenes de ambos ríos, que constituyen 33600 ha, y además implementarían el regadío de hasta 300000 ha en la cuenca inferior del río Bermejo. De las 33600 ha prioritarias, 9000 corresponden a territorio boliviano en el triángulo de la confluencia de los dos ríos.

El conjunto de obras controlaría prácticamente el 76% de los sedimentos transportados por el río Bermejo hacia el río Paraná, introduciendo una economía en los dragados de canales navegables de US\$ 16,5 millones/año.

b) Sistema Polo de Desarrollo. Incluye la presa y embalse de Las Maderas, la presa y central de Mojotoro y la presa de Vilte. El volumen total de embalse del sistema es de 992 hm³.

La central hidroeléctrica a pie de presa del Mojotoro tendría una potencia instalada de 55,2 MW, generando anualmente 113 GWh.

La presa de Las Maderas se encuentra actualmente en construcción. Los estudios de la Unidad Técnica

han ratificado que su óptima utilización se encontrará en abastecer las demandas de agua potable e industrial de la zona de Pálpala, cuyo destino como parque industrial de primera magnitud dentro del NOA, solamente podrá asegurarse a través de la garantía en la oferta de sus insumos básicos, tales como minerales, energía y agua. Ha sido proyectada una construcción de agua desde el complejo La Ciénaga - Las Maderas hacia el área de Pálpala, con una capacidad de 10 m³/s, suficiente para la demanda prevista en el parque industrial al año 2000. Sus costos han sido incluidos en las evaluaciones.

Mapa VI-1-1 - Plan de Desarrollo Proyectos de Aprovechamiento de Recursos Hídricos

El excedente de volumen disponible en el embalse debería atender los requerimientos de las áreas de riego que se implementen en la zona de suelos aptos identificados en su área de influencia, que suman en total 19800 ha.

La posibilidad de instalar una central a pie de presa en Las Maderas ha sido también considerada. Teniendo en cuenta que el programa de desembalses se ajustará a los requerimientos prioritarios de los usos consuntivos, el diseño de la central deberá ajustarse a este principio. Por las características topográficas del emplazamiento y teniendo en cuenta la necesidad de la conducción a Pálpala y zona de riego, la única posibilidad razonable es la construcción de una central de acumulación por bombeo.

Para decidir tal aprovechamiento energético, las evaluaciones deberán asegurar al propósito energía, el costo propio de la central y equipamientos y el costo del contraembalse compensador y los conductos industriales. La presa propiamente dicha de Las Maderas, a efectos de tales evaluaciones, puede suponerse con un costo de oportunidad cero.

El sistema Las Maderas - Mojotoro - Vilte podría asegurar el riego de más de 80000 ha de nuevas áreas de riego, sea por uso directo o por reutilización de las aguas. Estas nuevas áreas estarían distribuidas en Las Maderas y en las zonas de Güemes - Cobos, El Acherai y San Pedro.

El embalse de Mojotoro controlaría además los sedimentos transportados por el mismo río, que representan 2,5% del total transportado por el río Bermejo.

c) Proyectos individuales. Los proyectos individuales recomendados por la Unidad Técnica como factibles de desarrollo en el transcurso del siglo, son: la presa y embalse de Ucumazo, la presa y embalse de Santa Rosa, y la presa, embalse y central de Yuto.

La primera de las obras es de pequeña magnitud comparada con el resto de los proyectos; el volumen útil embalsado es de 24 hm³, regulando los aportes del río Cálete, para asegurar un caudal garantido constante de 0,5 m³/s, suficiente para atender las necesidades de agua potable de la ciudad de Humahuaca y del movimiento turístico que se desarrolla en su contorno. Asimismo, permitirá el desarrollo de la forestación y el riego para producción de insumos locales.

El embalse de Santa Rosa tendrá una capacidad útil de 39 hm³; en base a su caudal no regulado podrá atender el suministro de agua para 4600 ha actualmente bajo riego, y ampliar el área cultivada en 7700 ha, incrementando así el potencial de la actual colonia a un total de 12300 ha bajo riego.

El aprovechamiento de Yuto, basado en la regulación de las aguas del río San Francisco, tiene un potencial de riego de 84100 ha aguas abajo, que corresponden a la Provincia de Salta. La implantación de la presa requeriría la inundación de 5000 ha actualmente cultivadas en régimen intensivo y 25000 ha aptas, no explotadas, correspondientes a la Provincia de Jujuy.

La central eléctrica tendría una potencia instalada de 96 MW, con una capacidad de generación de 186 GWh anuales.

La Unidad Técnica entiende que el área de Tarija requiere con prioridad un proyecto de riego en la zona del río Guadalquivir, en las inmediaciones de la capital departamental. Pero la tardía incorporación de Bolivia al Estudio impidió la realización en tiempo de todas las investigaciones pertinentes. Ello no obstante, recomienda que en etapas inmediatas se encaren tales estudios, teniendo en cuenta la riqueza hídrica de la zona y la existencia de suelos con aptitud prioritaria para el desarrollo del riego.

d) Proyectos complementarios. La ACRB cuenta en la actualidad con un significativo déficit de proyectos, en relación con el impulso económico que se pretende dar a la región dentro de los planes nacionales de desarrollo.

En el área energética, los requerimientos básicos han sido cubiertos por los organismos nacionales hasta el horizonte del mediano plazo (1980). Una intensa acción tendiente a concretar los proyectos seleccionados por el Estudio podría mantener la continuidad requerida en la oferta de energía.

En el campo de la producción agropecuaria, la situación, aun cuando no sea crítica en la actualidad por la situación del mercado, podrá serlo en el mediano plazo. El aprovechamiento de los recursos de agua subterránea podrá dar una respuesta adecuada a requerimientos inmediatos. Las áreas de Santa Clara, río Guadalquivir y Triángulo Tarija - Bermejo poseen acuíferos cuya explotación se recomienda. La implementación de un Plan de Agua Subterránea, que complemente el conocimiento integral del recurso, es una medida aconsejable.

1.1 Proyectos nacionales

Algunos de los proyectos seleccionados se encuentran íntegramente dentro de una de las dos jurisdicciones nacionales que integran la ACRB.

En el sistema Tarija - Bermejo, la presa y central de Zanja del Tigre está ubicada en territorio argentino y la presa y central de Cambari en territorio boliviano.

El sistema del Polo de Desarrollo, así como los tres proyectos individuales de Ucumazo, Santa Rosa y Yuto, están ubicados en territorio argentino.

1.2 Proyectos internacionales

Tal como se ha mencionado anteriormente, tres de los proyectos seleccionados dentro del sistema Tarija - Bermejo (Las Pavas, Arrazayal y Astilleros) se encuentran ubicados sobre tramos de ríos que constituyen la demarcatoria de límites entre Argentina y Bolivia, y por consiguiente deben abordarse como obras de carácter internacional.

Tal circunstancia otorga características particulares a las recomendaciones para la implementación de los respectivos proyectos, por requerir la decisión y el esfuerzo conjunto de ambos países. Estas características, tal como se verá más adelante, influyen asimismo los procedimientos aconsejables para encarar la realización de los proyectos nacionales de la ACRB y la conformación de los organismos

o entes que intervendrán en los estudios y obras proyectados, dada la estrecha interrelación de los factores naturales y económicos atingentes.





2. Influencia sobre el desarrollo de la Cuenca

[2.1 Sector argentino](#)

[2.2 Sector boliviano](#)

Teniendo en cuenta los diferentes esquemas del desarrollo actual de los dos sectores nacionales de la Cuenca, así como de las tendencias en el plazo relevante de proyección, cabe encarar este análisis en forma separada para cada país.

2.1 Sector argentino

Los análisis han indicado con toda claridad que el desarrollo de las provincias de Salta y Jujuy, y por extensión del Noroeste Argentino, a un ritmo acorde con las tasas anuales acumulativas esperadas en el plan nacional, debe basarse en la expansión industrial, agropecuaria y minera, pero fundamentalmente en la firme evolución de la industria, basada en la explotación de los recursos naturales de la región, por su efecto económico multiplicador y por la influencia en el asentamiento demográfico, comercio, transportes, etc.

El desarrollo industrial y la distribución espacial implícita de la población, así como la expansión agropecuaria complementaria e indispensable para mantener un sano balance productivo diversificado, requerirá consecuentemente la expansión de los insumos básicos necesarios. Entre ellos se encuentran, y no en un nivel menos importante, la energía eléctrica y el agua, que deben ofrecerse en las cantidades, garantías y distribución temporal requeridas en los procesos dimensionados sobre la base de máxima eficiencia.

Sin la disponibilidad asegurada de energía y agua, y actuando los mismos como elementos restrictivos en el logro de los objetivos y metas planificadas, la región irá perdiendo gradualmente la dinámica explosión impuesta por las importantes radicaciones industriales como Altos Hornos Zapla y las agroindustrias, para incorporarse al conjunto de regiones mantenidas en base a una desproporcionada participación de los sectores gobierno y servicios, con la secuela de emigración hacia otras áreas industriales del país, como Litoral y Córdoba, ejemplo varias veces repetido a lo largo de la segunda mitad de este siglo en la República Argentina.

Por el contrario, con el desarrollo de los aprovechamientos hídricos, la paralela implementación de otras medidas tendientes a la evolución de la industria extractiva, la tecnificación progresiva de los recursos humanos, la elevación del nivel educacional y cultural, la asignación de los fondos y las disponibilidades

crediticias, aspectos que son comentados en otros apartados, la ACRB podrá colaborar eficazmente en el logro de las metas nacionales de descentralización económica y demográfica, en el afianzamiento de los polos de desarrollo y las regiones individuales y en la mejor consolidación de las fronteras nacionales.

Por otra parte, no deben dejarse de lado los efectos nada despreciables que el plan propuesto, en especial las obras para asegurar el abastecimiento de agua industrial y las medidas de control de la contaminación de las aguas, tendrá sobre la salud pública y la higiene ambiental.

Finalmente, algunos de los proyectos enriquecerán el conjunto de los atractivos naturales e históricos de la región y contribuirán al incremento del turismo, así como al de las industrias y actividades conexas cuyas implicancias económicas ya son de público conocimiento, y que cuentan con un apoyo acorde con su carácter de actividades de primordial interés nacional.

2.2 Sector boliviano

Tarija constituye en la actualidad uno de los departamentos de menor desarrollo relativo en la República de Bolivia, y su aporte dentro de la actividad económica nacional no está en consonancia con su potencial natural. Complementariamente, los planes regionales de desarrollo han puesto más énfasis en el reordenamiento poblacional y en medidas económicas para el corto plazo, que en el desarrollo de importantes obras de infraestructura o implantaciones industriales que reviertan la situación actual; lo que indica que la diferencia en el ingreso regional per cápita y en el nivel de standard de vida con respecto al promedio nacional, en lugar de disminuir se está incrementando.

Además, el desarrollo previsto en el mediano plazo se basa en un moderado desarrollo agropecuario y en una fuerte incidencia de los factores terciarios como servicios, transporte, gobierno, etc.

El desarrollo de un programa de largo alcance como el de Tarija - Bermejo, que implica la construcción de una obra nacional y tres internacionales, otorgará un flujo de insumos, bienes y elevado empleo de mano de obra ociosa, que con su acentuado efecto multiplicador representará un factor de dinamización capaz de revertir el proceso histórico de crecimiento.

Desde un punto de vista efectivo, se solucionará por un larguísimo período la demanda de energía y la enorme disponibilidad de este insumo, y el agua constituirá el fundamento para la radicación y el desarrollo de industrias, hoy restringido.

Los proyectos por sí mismos influirán fuertemente en la redistribución del asentamiento de la población rural muy dispersa, objetivo claramente señalado en los planes actuales de desarrollo. Como efecto inducido incorporará a la actividad económica núcleos actualmente marginados, que mantienen el intercambio de productos a nivel de trueque. Como consecuencia, el desarrollo comercial será también positivo.





3. Importancia para los países

Independientemente de los beneficios a nivel regional, cabe destacar algunos aspectos que hacen a ambas naciones en su conjunto y que reflejarán también ventajas positivas de los proyectos.

En primer lugar, las obras aconsejadas implican el desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos, los que constituyen un sistema tecnológicamente apto para la generación de energía eléctrica, en base a la utilización de un recurso renovable.

Tanto en el NOA como en el Departamento de Tarija, o sur de Bolivia, la incidencia de la generación térmica es muy elevada. Ninguno de los dos países posee abundantes recursos de petróleo expresados en reservas cubiertas. La utilización de los combustibles fósiles no renovables debería dirigirse hacia otros usos prioritarios que no presentan alternativas técnicas comparables, como ser: industrialización petroquímica, movimiento del parque automotor, mecanización del agro, transporte marítimo y terrestre, etc.

Los indicios de crisis en el abastecimiento de petróleo a nivel mundial van señalando adecuadamente que la restricción en el uso de estos fósiles está ya próxima a un futuro cercano. En consecuencia, el abastecimiento de energía eléctrica debería dirigirse, preferentemente, dentro de los márgenes de la factibilidad económica, hacia los aprovechamientos hídricos que ofrezcan, además del uso de recursos renovables, otras ventajas tales como:

- a) flexibilidad de generación, apta para la rápida entrada en servicio y adaptación de la demanda;
- b) confiabilidad de prestación del bien;
- c) incidencia mínima en la contaminación ambiental y en la ecología regional, fuertemente afectada por otros tipos de generación;
- d) tecnología tal que la haga nacional e independiente para su operación y explotación, y que escape a todo condicionamiento del sector externo.

Expresado ahora desde el punto de vista de Argentina, el plan propuesto de aprovechamientos hídricos, si bien no controla por sí mismo la erosión hídrica, detiene el transporte de sedimentos por decantación en los embalses a crearse, facilitando la navegación en los canales fluviales e introduciendo importantes economías en el presupuesto nacional, en base a la reducción de las operaciones de dragado.

Asimismo, el autoabastecimiento regional en productos de consumo popular como carne y leche posibilitará la liberación para la exportación de una cantidad equivalente a la producción de la pampa húmeda que ahora se desvía para la región. El mayor ingreso de divisas resultante de esta liberación se estima en US\$ 60 millones anuales para el año 2000.

Desde el punto de vista de Bolivia, la implantación de las centrales hidroeléctricas del sistema Tarija -

Bermejo, que cubre con gran holgura las demandas departamentales de Tarija, permitirá su transformación hacia otros centros de carga por medio de sistemas de interconexión o la venta de energía a Argentina. En este caso podrá convertirse en un fuerte exportador de energía.

Una estimación de los ingresos anuales que devengarían la venta de energía al exterior, una vez satisfecha la demanda interna departamental, los fijaría en la suma aproximada de US\$ 9,5 millones por año, correspondiente a 1000 GWh anuales.





4. Programa de realizaciones

[4.1 Estudios complementarios](#)

[4.2 Construcción y puesta en operación de las obras](#)

[4.3 Proyecto ejecutivo, dirección y supervisión de las obras](#)

[4.4 Proyecto general y estudio de factibilidad](#)

[4.5 Montos de las inversiones](#)

[4.6 Calendario de inversiones](#)

La concreción de todas las obras que se recomiendan para ser realizadas en el transcurso de casi 30 años, hasta llegar al horizonte del Estudio, requiere correlativamente una serie de medidas, investigaciones, estudios y proyectos previos.

Las medidas de carácter administrativo se comentarán en el apartado siguiente.

El resto de las acciones programadas, que pertenecen a la esfera técnica de la ingeniería o la economía, pueden agruparse en cuatro grupos básicos:

- estudios de implementación
- proyectos generales y estudios de factibilidad
- proyectos ejecutivos, dirección y supervisión de las obras
- construcción y puesta en operación de las obras.

Todas estas acciones están clasificadas y escalonadas en el tiempo y en forma tal que conduzcan a un programa y calendario de inversiones.

4.1 Estudios complementarios

Integran este grupo los estudios en varios sectores o disciplinas, tendientes a profundizar el conocimiento del medio natural.

4.1.1 Cartografía. El objetivo de los estudios, todos ellos en suelo argentino (no se considera la zona boliviana en la que se está completando la cartografía a escala 1:50000), es uniformizar la información cartográfica del área (con énfasis en la obtención de mapas con altimetría que permitan apreciar la interrelación de subcuencas hidrográficas) y profundizar la misma en zonas de estudios detallados.

Consistirán en:

- a) Confección de cartas a escala 1:50000 con curvas de nivel espaciadas en general 25 m (50 m en zonas montañosas) para áreas sin cartografía (14000 km²); incluye apoyo terrestre y restitución aerofotogramétrica.

b) Mapas planialtimétricos a escala 1:20000 en zonas de aptitud agrícola prioritaria (50000 ha), incluso vuelo fotográfico.

c) Correlación de la cartografía existente para confeccionar las cartas respectivas en las mismas condiciones que en el apartado a).

4.1.2 Meteorología. El objetivo es completar el conocimiento climático y meteorológico de la Cuenca y zonas adyacentes para mejorar la determinación de los parámetros hidrometeorológicos en las diferentes zonas climáticas. Incluyen:

i. En territorio argentino:

a) Adquisición de instrumental e instalación de seis estaciones climatológicas y complementación del equipamiento en las existentes.

b) Instalación de 31 estaciones con pluviómetros y tres con totalizadores.

ii. En territorio boliviano:

a) Adquisición de instrumental e instalación de tres estaciones climatológicas y complementación del equipamiento en las existentes.

b) Instalación de 20 estaciones con pluviómetros y una con totalizador.

4.1.3 Hidrología. Se buscará la obtención de información complementaria para ajustar la evaluación del recurso y el diseño de estructuras hidráulicas. Con ese objeto las metas serán:

i. En territorio argentino:

a) Completar la instalación de estaciones en Capillas y Corral de Piedras, con cable y vagoneta.

b) Instalar ocho nuevas estaciones, seis de ellas con cable y vagoneta.

c) Contribución para operación y mantenimiento de estaciones (dos años).

ii. En territorio boliviano:

a) Instalar cuatro estaciones, tres de ellas con cable y vagoneta.

b) Contribución para operación y mantenimiento de estaciones (dos años).

4.1.4 Hidrogeología. Los objetivos son complementar el conocimiento de las características hidrogeológicas de la Alta Cuenca, en especial en las zonas con información insuficiente, y determinar la factibilidad de proyectos de explotación de agua subterránea para riego y otros abastecimientos, en zonas específicas.

i. En territorio argentino:

a) Continuar el inventario general, inclusive análisis físico-químico y ensayos de bombeo.

b) Estudios de semidetalle en zonas con potencialidad acuífera, incluso con respecto al comportamiento de la cuenca artesiana del río San Francisco.

c) Estudio de factibilidad en la zona de Santa Clara, incluso perforación de tres

POZOS.

ii. En territorio boliviano:

a) Estudio de factibilidad en la zona de Tarija, incluso perforación de tres pozos.

4.1.5 Geología. El propósito de las acciones de este sector es realizar un reconocimiento geológico más completo en los lugares seleccionados para las presas del Plan, con vistas a ajustar el diseño y presupuesto del anteproyecto.

i. En territorio argentino:

- a) Mojotoro
- b) Ucumazo
- c) Santa Rosa
- d) Vilte
- e) Yuto

ii. En territorio boliviano:

a) Cambari

iii. En obras internacionales:

- a) Astilleros
- b) Las Pavas
- c) Arrazayal

4.1.6 Pedología. Los objetivos se centran en la definición de nuevos proyectos agrícolas a implementar en el mediano plazo en zonas de mejor aptitud y complementar la capacitación técnica de los servicios provinciales. Incluyese en el sector:

i. En territorio argentino:

- a) Levantamiento de detalle en 50000 ha incluso caracterización y clasificación de suelos según su aptitud para riego, en áreas seleccionadas (escala 1: 20000).
- b) Complemento de instalaciones de laboratorio de suelos en la zona del Polo de Desarrollo.

ii. En territorio boliviano:

a) Levantamiento de detalle en 10000 ha incluso caracterización y clasificación de suelos según su aptitud para riego, en áreas seleccionadas (escala 1:20000).

4.2 Construcción y puesta en operación de las obras

La Unidad Técnica encaró los análisis tendientes a establecer el programa de puesta en operación de los proyectos incluidos en el Plan de Desarrollo, en función de sus características y de las curvas de demanda a que deben responder dichos proyectos.

El sistema Tarija - Bermejo debe adecuarse en el ordenamiento de los proyectos individuales a la curva seleccionada de demanda de energía del sistema integrado NOA - Tarija. Las prioridades de una obra sobre otra se establecieron en base a eficiencia individual, potencia y capacidad de generación y secuencia más adecuada para el control de los sedimentos en el embalse. El resultado alcanzado se expresa en la figura VI-4-1, que establece los siguientes años para la puesta en operación de cada uno de los proyectos:

- Año 1983 Presa y Central Las Pavas
- Año 1986 Presa y Central Arrazayal
- Año 1989 Presa y Central Cambari
- Año 1991 Presa y Central Zanja del Tigre
- Año 1994 Presa y Central Astilleros

La Unidad Técnica ha considerado en este ordenamiento sólo los aspectos técnicos relacionados con la programación de un sistema eléctrico; entre ellos, las ventajas que representa un control inicial de cabecera, tal como se estableció en el capítulo IV. Sin embargo, consideraciones de política general o de oportunidad - por ejemplo el hecho de contar con un estudio avanzado de factibilidad en Zanja del Tigre - así como la necesidad de disponer a corto plazo de caudales regulados para su aprovechamiento en la Cuenca Inferior (Argentina), deberán introducir modificaciones en dicho ordenamiento. En tales condiciones, Zanja del Tigre pasaría a ser de primera prioridad en la secuencia de obras a instalarse, dado que tiene mayor capacidad de regulación que el resto y que, desde el punto de vista de su estructura física, afecta a un solo país.

En cuanto al sistema Polo de Desarrollo, la habilitación de las presas está condicionada a las demandas previsibles de agua industrial, uso doméstico y riego. Los análisis realizados indican como conveniente escalonar las obras en el siguiente orden:

- Año 1975: Canal Las Maderas-Palpalá
- Año 1976: Infraestructura de riego en la zona Las Maderas
- Año 1980: Presa y Central de Mojotoro
- Año 1981: Infraestructura de riego en zona de ampliación El Acherál
- Año 1984: Presa de Vilte
- Año 1985: Ampliación área de riego El Acherál (10000 ha)

En cuanto al resto de los proyectos, el ordenamiento de las obras respondió a consideraciones de prioridad en los usos, dimensiones de los proyectos y situación de las áreas regadas existentes. Las fechas de comienzo de operación previstas fueron:

- Año 1979: Presa de Ucumazo
- Año 1986: Presa de Santa Rosa e infraestructura de riego y drenaje. Infraestructura de riego Peña Colorada y San Telmo
- Año 1987: Presa y Central de Yuto
- Año 1990: Infraestructura de riego en Yuto

El resultado alcanzado en cuanto a habilitación de áreas de riego se indica en la figura VI-4-2.

Han sido asignados a cada uno de los proyectos, plazos individuales de construcción resultantes de su localización, acceso, tamaño, características de la obra, facilidades para desvío de los ríos, etc. De ello

resultan los respectivos plazos de comienzo de los trabajos.

[Figura VI-4-1 - PROGRAMACION DE PUESTA EN OPERACION DE CENTRALES](#)

[Figura VI-4-2 - SECTOR ARGENTINO INCORPORACION TEORICA DE AREAS BAJO RIEGO](#)

4.3 Proyecto ejecutivo, dirección y supervisión de las obras

A los efectos de la programación del Plan de Desarrollo se ha supuesto que el proyecto ejecutivo de cada obra se encararía un año antes del comienzo de ella. La dirección y supervisión se realizará, obviamente, en forma simultánea con el desarrollo de los trabajos de construcción y puesta en marcha de las obras.

4.4 Proyecto general y estudio de factibilidad

Una planificación lógica y ordenada de los proyectos de sistemas de obras tan interrelacionadas en sus aspectos hidrológicos, de oferta de bienes, optimización de diseño y otros condicionantes básicos, requiere que los estudios necesarios para justificar la solidez técnica, económica y financiera, sean encarados en conjunto.

En consecuencia, se reitera aquí la imperiosa necesidad de que los estudios de factibilidad de los sistemas Tarija - Bermejo y Polo de Desarrollo se efectúen a ese nivel y no en forma individual para cada una de las obras que los integran.

Estos estudios deben ser propuestos con antelación suficiente, en forma tal que los trámites financieros y crediticios sean encarados y posibiliten el comienzo de la obra prioritaria del sistema en la fecha programada.

La viabilidad de los proyectos de estructuras hidráulicas y los de riego, señalados como individuales, deberá estudiarse separadamente.

4.5 Montos de las inversiones

Los montos parciales y totales de las inversiones, para cada una de las acciones programadas y expresadas en dólares constantes del año 1973 resultan tanto de las estimaciones realizadas por los expertos intervinientes en cada sector o disciplina, como de las planillas de evaluaciones efectuadas en los capítulos IV y V.

En los costos planillados de obras o estudios no se han incluido los intereses financieros o los llamados intereses intercalares, los cuales sólo fueron considerados en oportunidad de verificarse la solidez económica de los proyectos.

Como resultado de estas planillas, se llega a la conclusión de que el plan integral de desarrollo de la ACRB requerirá una inversión pública de aproximadamente 665 millones de dólares en el horizonte del

Estudio, o sea hasta el final del siglo, sin considerar los costos de operación, mantenimiento y reposición de unidades.

4.5.1 Estudios complementarios

Sector	Argentina	Bolivia	Totales
	(en miles de US\$)		
Cartografía	122,4		122,4
Meteorología	32,6	17,8	50,4
Hidrología	123	39	162
Hidrogeología	183	48	231
Geología	230,4	139,5	369,9
Pedología	110	16	126
Subtotales	801,4	260,3	1061,7

4.5.2 Estudios de factibilidad y proyecto general

Proyecto	Argentina	Bolivia	Totales
	(en miles de US\$)		
Sistema Tarija - Bermejo*	750	975	1725
Sistema Polo de Desarrollo	510		510
Presa de Ucumazo	40		40
Presa de Santa Rosa	245		245
Presa y Central de Yuto	670		670
Subtotales	2215	975	3190

* Excluido Zanja del Tigre

4.5.3 Proyectos ejecutivos, dirección y supervisión de obras*

Proyecto	Argentina	Bolivia	Totales
	(en miles de US\$)		
5 presas Sistema Tarija - Bermejo	21778	8885	30663
2 presas Sistema Polo de Desarrollo	4547		4547
Presa y Central de Yuto	6154		6154
Presa de Ucumazo	181		181
Presa de Santa Rosa**	834		834
Sistema Las Maderas***	608		608
Sistema de riego San Pedro	384		384
Sistema Peña Colorada - San Telmo	680		680

Sistema de riego El Acheral	824		824
Acueducto de Güemes	104		104
Sistema de riego de Yuto	800		800
Sistema Triángulo Bermejo		208	208
Subtotales	36894	9093	45987

* Aproximadamente el 7,5% de los costos de construcción

** No incluye infraestructura de riego

*** Incluye acueducto a Pálpala

4.5.4 Construcción y puesta en operación de los proyectos

Proyecto	Argentina	Bolivia	Totales
	(en miles de US\$)		
5 presas Sistema Tarija - Bermejo	294021	119959	413980
2 presas Sistema Polo de Desarrollo	61387		61387
Presa y Central de Yuto	83092		83092
Presa de Ucumazo	2445		2445
Presa de Santa Rosa*	11264		11264
Sistema Las Maderas**	7600		7600
Sistema de riego San Pedro	4800		4800
Sistema Peña Colorada - San Telmo	8500		8500
Sistema de riego El Acheral	10300		10300
Acueducto de Güemes	1300		1300
Sistema de riego de Yuto	9200		9200
Sistema Triángulo Bermejo		2600	2600
Subtotales	493909	122559	616468

* No incluye infraestructura de riego

** Incluye acueducto a Pálpala

4.6 Calendario de inversiones

Como expresión final del plan propuesto, se agrega el cuadro VI-4-1*, que expresa año por año y por concepto las inversiones anuales que deberían efectuar ambos gobiernos para iniciar y completar el programa, con las salvedades que resultan del parágrafo 4.2

* Ubicado al final de los planos.

No han sido incluidos los presupuestos para instalación, financiamiento y administración de los entes nacionales encargados de hacer efectivo el Plan.

Es conveniente destacar que con las obras propuestas se garantizan los suministros prioritarios básicos de agua potable e industrial de la ACRB y su zona de influencia económica hasta el año 2000. En cuanto a la energía eléctrica y abastecimiento de agua para los sistemas de riego, están garantidos hasta el año 1996 y 1990 respectivamente, sobre la base de proyecciones de demandas muy exigentes. En consecuencia, no se considera necesario tratar de reconocer nuevos proyectos factibles hasta tanto no se encuentren indicadores ciertos de que la evolución económica de la Cuenca se desarrolla dentro de tasas similares o mayores que las previstas.

De todos modos, las inversiones públicas anuales programadas son las que en definitiva requerirán ambos gobiernos, para asegurar que la región evolucione en las formas y hacia los niveles establecidos por los actuales planes nacionales de desarrollo.





5. Acciones inmediatas

[5.1 Administración del plan](#)

[5.2 Bases para la creación de entes nacionales](#)

El plan de obras de aprovechamiento hidráulico propuesto en el acápite 4 requiere un amplio período de tiempo para su implementación.

Este acápite trata de las medidas inmediatas que deberían ser adoptadas por los dos Gobiernos a los efectos de la puesta en marcha del Plan. Tales medidas incluyen, básicamente, los siguientes aspectos:

- a) administración del Plan;
- b) estudios básicos preliminares.

5.1 Administración del plan

El estudio de la legislación que en ambas naciones gobierna el manejo de los recursos naturales, pone de manifiesto la diversidad de agencias oficiales que se superponen con su acción en el área.

A los tres niveles de poderes, esto es, nacional, provincial (o departamental) y municipal, con campos de competencia específica o concurrente, se agrega la complejidad que resulta de que un mismo recurso, el agua por ejemplo, esté administrado en el orden regional por diferentes dependencias, según los diversos usos o ámbitos de intervención que se considere.

La diversidad y dispersión de los organismos que tienen responsabilidades concretas dentro de la estructura político - administrativa, en las materias comprendidas en el Plan, conspiran naturalmente contra el principio rector de centralización y coordinación que debe presidir la ejecución del mismo.

Por otra parte, si bien dentro del marco de la administración pública existen los medios y las instituciones que en conjunto posibilitarían las acciones necesarias para dirigir y administrar las diferentes facetas del Plan, es común que dichas estructuras carezcan de la representatividad necesaria y de la agilidad y capacidad de coordinación que las operaciones programadas requieren.

Ello conduce a pensar en la conveniencia de que se propicie, en cada sector nacional de la Cuenca, la creación de un ente que participe en todos los aspectos del planeamiento - y en particular de la promoción del desarrollo - relativos a los recursos naturales renovables, lo cual supone, en principio, sustraer a la competencia específica de algunas reparticiones administrativas, determinadas atribuciones que les están conferidas por la legislación vigente.

Por otra parte, la circunstancia de que el área de drenaje constitutiva de la ACRB es internacional, y de

que, más concretamente, varios de los proyectos del Plan están situados en el límite entre ambos países, justifica aún más la existencia de dichos entes y le asigna una característica que debe tenerse en cuenta en su integración. Por supuesto que no debe perderse de vista el hecho de que la cuenca inferior del río Bermejo - beneficiaría directa de la regulación a obtenerse en la ACRB - pertenece en su totalidad a la República Argentina, y que en este país ya se ha constituido un Comité de Cuenca que entenderá en toda el área nacional drenada por dicho río, en lo que atañe a recursos hídricos.

De todos modos, es indudable la necesidad de centralizar las acciones inherentes al desarrollo de la ACRB, sea por vía de creación de un nuevo organismo o por adaptación de los existentes en la región.

5.2 Bases para la creación de entes nacionales

El criterio que parece primar para la constitución de tales organismos, atiende a las siguientes premisas:

- a) en lo nacional ambos entes deberían tener objetivos y niveles de decisión similares;
- b) su forma de integración debe permitirles funcionar eventualmente en forma conjunta, como un organismo capaz de asesorar a ambos Gobiernos en materias de competencia binacional;
- c) la designación e investidura de sus miembros sería la más adecuada para asegurar una racional representatividad de los intereses públicos sectoriales, tanto administrativos como económicos, que contribuyan al desarrollo de la región;
- d) su competencia en la ejecución de las acciones programadas en cada país debería estar sólo condicionada por la legislación vigente o por la necesidad de impedir que se produzcan superposiciones con otros organismos que actúan eficientemente en materias específicas;
- e) los cometidos y consecuente organización que respalde a dichos entes podrían irse adecuando en función de los requerimientos que, en forma creciente, el Plan asigna a los Gobiernos, pero con mínimos que aseguren, desde el comienzo, los objetivos señalados en b) y c) y la promoción y supervisión general de los estudios complementarios y de factibilidad correspondientes al plazo inmediato.

Llevando las pautas anteriores a términos más concretos, se describen a continuación, a nivel nacional y en forma tentativa, las características generales de dichos organismos, denominados individualmente "Comité Nacional de la Cuenca del Río Bermejo".

5.2.1 Integración y organización general. El Comité funcionará en la órbita del Ministerio o Secretaría de Estado competente en materia de administración nacional de recursos naturales renovables y en particular de los recursos hídricos, y estará integrado por un representante de dicho Ministerio, que lo presidirá; un representante del Ministerio de Relaciones Exteriores; un representante del organismo central de planificación, y por representantes de los gobiernos provinciales (caso de Argentina) o del gobierno departamental (caso de Bolivia), involucrados en la administración de aquellos recursos.

Los tres primeros representantes citados constituirán, con sus homólogos del otro país, la Comisión Mixta Argentino - Boliviana para el desarrollo de la Cuenca del Río Bermejo.

Ambos Comités dispondrán de una Secretaría Ejecutiva de carácter técnico y de actividad permanente,

que responderá ante aquellos respecto del cumplimiento de sus decisiones y de la marcha de los estudios que le fueren encomendados en relación con la implementación del Plan de Desarrollo. La organización interna y el régimen de funcionamiento del Comité se adecuarán en cada país en razón de sus modalidades respectivas y de los requerimientos inducidos por el Plan.

5.2.2 Funciones y competencia. A continuación se mencionan las funciones consideradas como principales, en razón de la naturaleza del Comité, pero sin que ello signifique que todas deban ser asignadas desde el comienzo.

- i. Ejecución del Plan, por sí o por delegación de funciones en otras instituciones públicas o mediante contrato con firmas privadas. Para tales fines podrá designar de su seno subcomités para estudios específicos y promoverá, en su caso, la asistencia externa técnica y financiera que sea necesaria para el cumplimiento del Plan.
- ii. Coordinación general de los programas de desarrollo nacionales o regionales, en los cuales se utilicen los recursos naturales renovables de la Cuenca para el logro de sus fines específicos. Coordinación, asimismo, de los programas sistemáticos de evaluación de tales recursos, a cargo de las diferentes reparticiones que actúan en el área e intervención en los conflictos sobre su uso y manejo.
- iii. Administración del Plan, evaluando periódicamente sus resultados con vistas a su actualización y/o corrección eventual. Promoverá las medidas tendientes para que resulten incluidas en los presupuestos nacionales o provinciales las partidas necesarias para atender las metas del Plan.
- iv. Promoción del desarrollo de la Cuenca y fomento de aquellas actividades que sin estar comprendidas en el Plan contribuyan al logro de los objetivos del mismo.
- v. Asesoramiento permanente al Poder Ejecutivo y proposición de las medidas específicas a nivel nacional e internacional relacionadas con el cumplimiento de sus cometidos.

Al constituirse en Comisión Mixta Internacional, los Comités deberían estar facultados para coordinar y supervisar las acciones inherentes a los estudios de factibilidad, puesta en operación y administración de obras y sistemas binacionales.

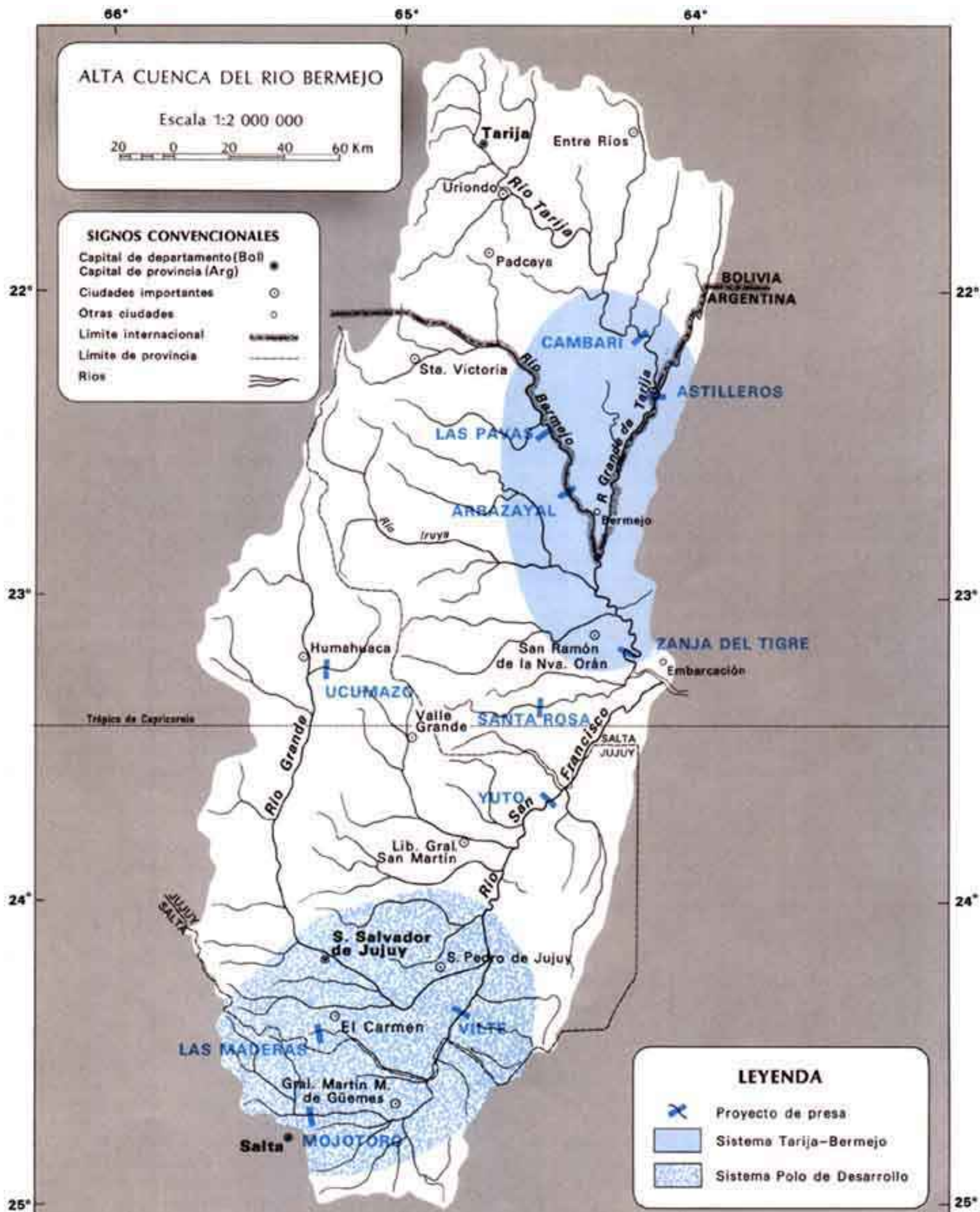
Finalmente, y para el caso argentino, debe hacerse la siguiente acotación. Las características de la Cuenca Alta son muy diferentes de las que ostenta la Cuenca Inferior, no sólo desde el punto de vista fisiográfico sino también en razón de sus implicancias en materia de desarrollo regional. No es exagerado afirmar que al hablar de desarrollo de una única cuenca en territorio argentino, debe entenderse que el concepto sólo se refiere al desarrollo de los recursos naturales renovables intrínsecos y muy especialmente al de los recursos hídricos.

Esto conduce a plantear la necesidad de crear un organismo subsidiario permanente que, bajo el contralor general del Comité, se ocupe de atender los requerimientos de la Cuenca Superior en materia de los estudios complementarios que se citan en el Plan e incluso como representante, en dicha área, para la observancia de las decisiones adoptadas por el Comité a nivel de cuenca global. Se estima que, por razones geográficas, la ciudad de San Salvador de Jujuy sería una ubicación adecuada para instalar aquel organismo subsidiario.

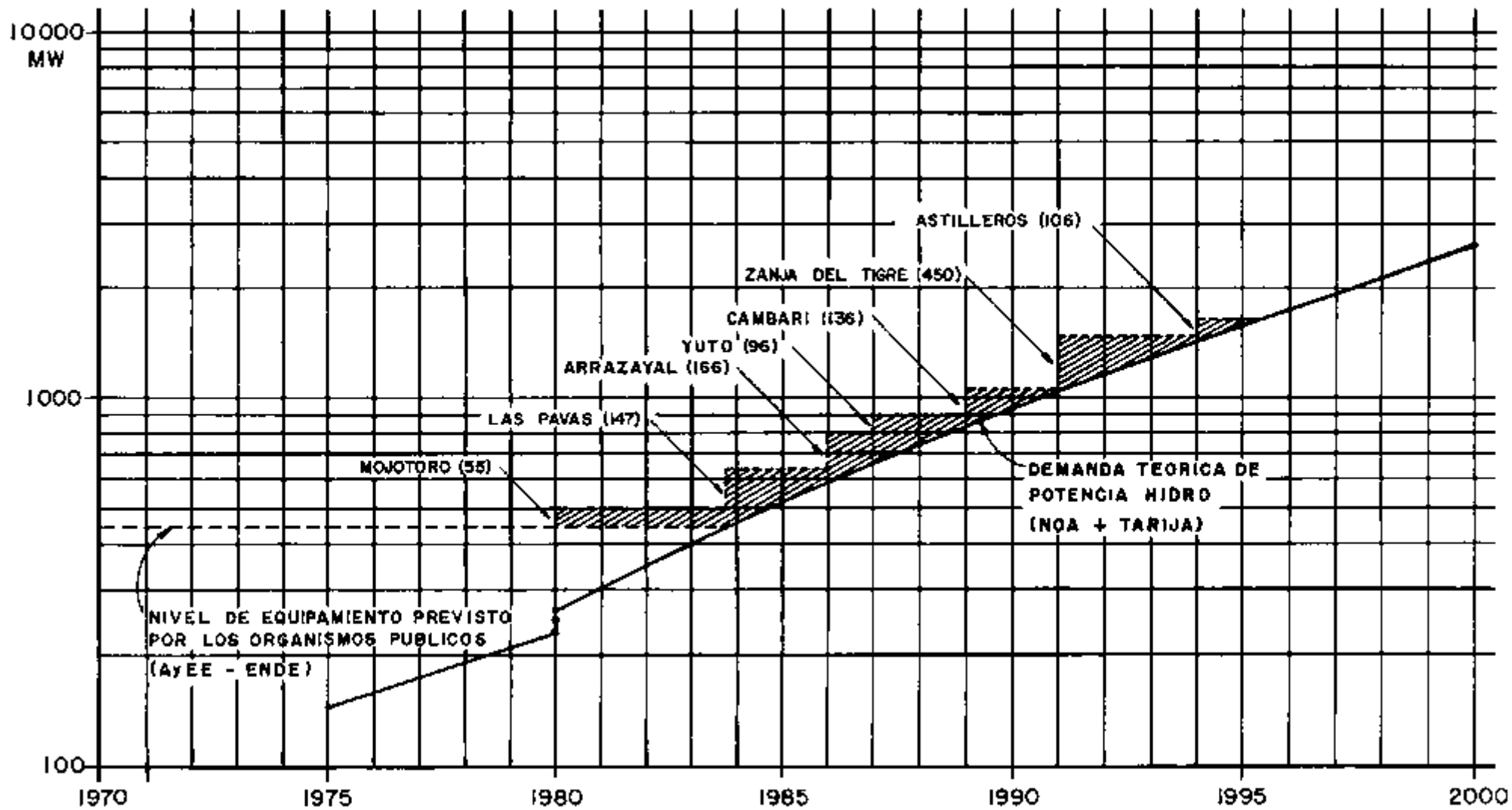
5.2.3 Organización interna. Se señala la conveniencia de que los Comités vayan integrando su estructura

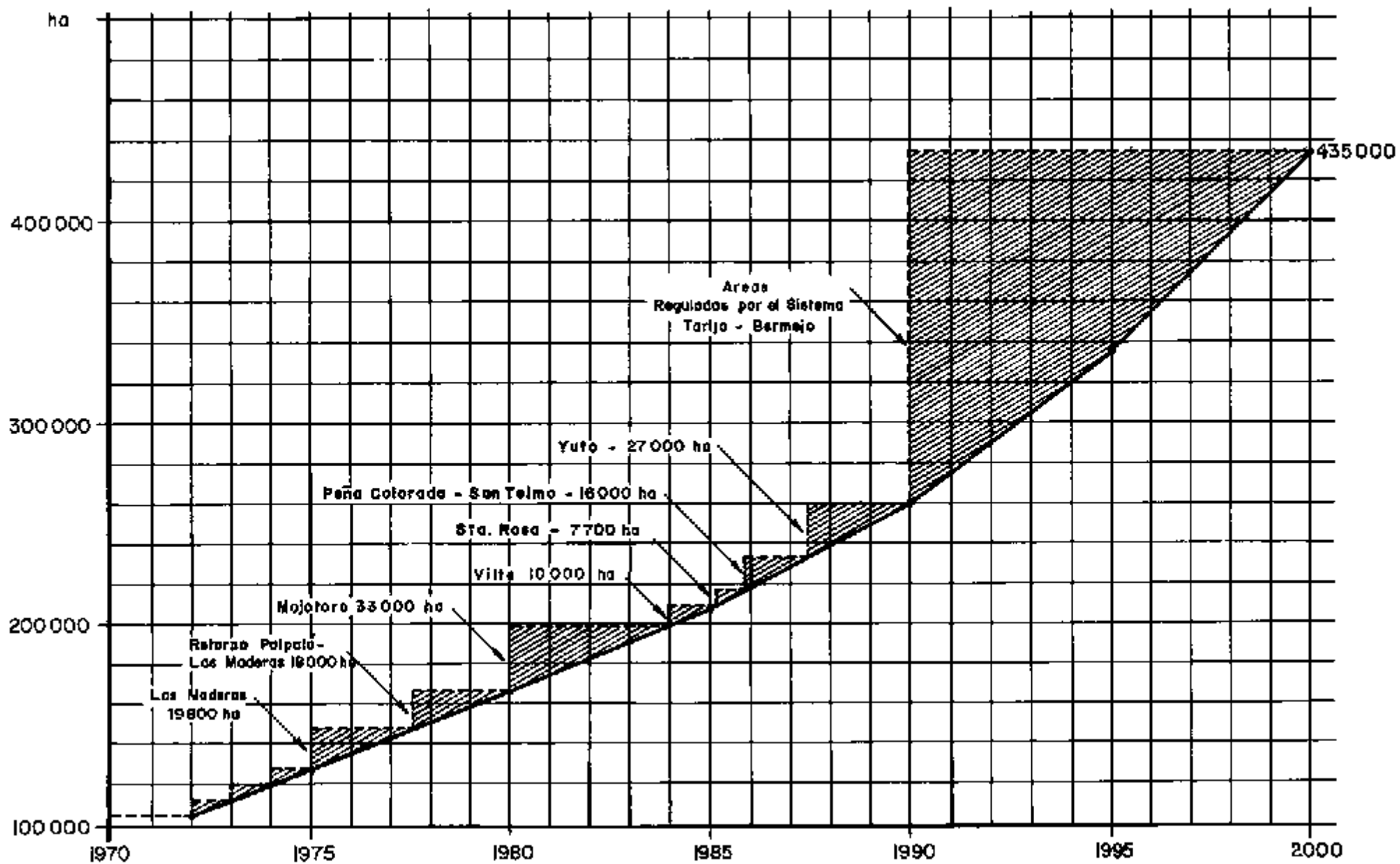
y personal en forma gradual, siguiendo el ritmo y las exigencias de la propia marcha del Plan, el que en sus años iniciales se limitará a estudios de implementación y estudios de factibilidad. Si bien la programación elaborada contempla en su amplio marco las más variadas intervenciones, ello no implica que los entes deban ser dotados desde el principio de una estructura completa que abarque la totalidad de los objetivos a alcanzar en el tiempo. Antes bien, muchos de los estudios podrán ser derivados hacia organismos públicos nacionales y provinciales como AyEE, ENDE, AGAS, y AGAEP, entre otros, así como hacia firmas consultoras privadas. Por el contrario, por razones incluso de sana práctica administrativa, se aconseja la mayor simplicidad burocrática inicial y el menor número posible de técnicos y funcionarios. En lo posible, se recomienda reclutar éstos en los cuadros de la administración pública actual, donde será factible encontrar funcionarios muy capaces, conocedores de los problemas que deberá afrontar el Comité, y dispuestos a brindar su esfuerzo para la consecución de las metas programadas.













Capítulo VII - Programa de estudios inmediatos

[1. Estudios de factibilidad](#)

[2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas](#)

El Plan de Desarrollo propuesto en el capítulo anterior supone llevar a la práctica un vasto programa de gestiones político - administrativas, estudios e investigaciones como operación previa al proyecto definitivo y ejecución de las diferentes obras recomendadas. En la faz técnica las acciones que tienen prioridad temporal y deben ser encaradas en el corto plazo son:

- 1°) Los estudios de factibilidad, y
- 2°) Las investigaciones o estudios complementarios.

En relación con los primeros, la Unidad Técnica entiende que deberían ser encarados con preferencia, en razón de que su disponibilidad es necesaria para solicitar créditos ante los organismos de financiación.

Asimismo, con respecto a los estudios complementarios, se considera que algunos podrían ser encarados de inmediato y aun en pleno proceso de materialización institucional de los entes nacionales a que se refiere el capítulo VI.

El motivo del presente capítulo es presentar a los Gobiernos las recomendaciones y alcances de trabajo para las acciones señaladas, atendiendo en esa forma a uno de los objetivos del Estudio tal como se señala en el Acuerdo de Asistencia Técnica.





1. Estudios de factibilidad

[A. Sistema polo de desarrollo](#)

[A.1 Trabajos complementarios de campo](#)

[A.2 Investigaciones básicas](#)

[A.3 Incidencias socioeconómicas de los proyectos individuales y del sistema](#)

[A.4 Demanda de agua potable](#)

[A.5 Demanda de agua industrial](#)

[A.6 Riego y planeamiento rural](#)

[A.7 Turismo y recreación](#)

[A.8 Regulación de los ríos y control de sedimentos y crecidas](#)

[A.9 Modelos matemáticos](#)

[A.10 Anteproyectos conceptuales de las obras hidráulicas](#)

[A.11 Selección de los proyectos básicos](#)

[A.12 Proyecto de riego](#)

[A.13 Evaluación económica de los proyectos y del sistema](#)

[A.14 Evaluación financiera de los aprovechamientos](#)

[A.15 Organización administrativa y aspectos legales e institucionales](#)

[A.16 Juicio final de solidez e informe](#)

En este apartado se presentan, a título ilustrativo, los términos de referencia del Sistema Polo de Desarrollo, en territorio argentino, el cual incluye tres embalses en dicha zona, cuyos propósitos principales son el abastecimiento de agua para usos doméstico, industrial y de riego.

En lo que respecta a los tres proyectos aislados dentro de territorio argentino (Ucumazo, Santa Rosa y Yuto) los respectivos estudios de factibilidad están previstos en el calendario de inversiones y sus términos de referencia pueden adaptarse a partir de los modelos que siguen.

A. Sistema polo de desarrollo

El propósito de los estudios en este sistema será la formulación de un plan de aprovechamiento de los recursos hídricos en la zona del Polo de Desarrollo del Noroeste Argentino, definido por el cuadrángulo Salta - San Salvador de Jujuy - Güemes - San Pedro, con vistas a asegurar el abastecimiento de agua para los usos consuntivos de la industria, las poblaciones y el riego, y complementariamente generar energía eléctrica. El plan debe incluir la elaboración de los proyectos generales de las obras previstas, los recaudos para licitar las mismas y el estudio de factibilidad técnico - económico - financiero que abarque

la totalidad del programa propuesto, elaborado de acuerdo con las modalidades de los organismos internacionales de crédito.

El programa incluye:

- Aprovechamiento integral del dique y embalse de Las Maderas, actualmente en construcción.
- Construcción de la presa, embalse y central hidroeléctrica de Mojotoro.
- Construcción del dique y embalse de Vilte.
- Construcción del canal de aducción Las Maderas - La Ciénaga - Pálpala - San Salvador de Jujuy.
- Construcción del acueducto a Güemes.
- Implementación del sistema de riego de Las Maderas.
- Implementación del sistema de riego de El Acheral.
- Implementación del sistema de riego de San Pedro.

El programa de trabajo de los estudios incluirá por lo menos los siguientes puntos:

A.1 Trabajos complementarios de campo

i. Estudios topográficos

Relevamiento de los vasos. Por restitución aerofotogramétrica con triangulación de apoyo con curvas a nivel de equidistancia igual a 5 metros.

Complementación del relevamiento planialtimétrico en las áreas donde se ubicarán los acueductos y los sistemas de riego.

Alineación de las presas; incluyendo zonas de implantación de centrales, desvíos, vertederos, campamentos y caminos de acceso.

Relevamiento de detalle de las zonas de yacimientos de materiales.

Enlace y vinculación de las perforaciones del plan de trabajo de mecánica de suelos.

Relevamiento de los cauces y perfiles longitudinales de los ríos en los tramos especiales.

Relevamientos expeditivos de reubicación de caminos, vías férreas y otras obras de infraestructura.

Complementación del conocimiento catastral.

ii. Estudios hidrográficos e hidrológicos

Secciones transversales de los ríos:

En el eje de las presas;

Cada 300 m aguas abajo hasta una distancia de 3 km;

Secciones a 100 y 300 m aguas arriba;

Secciones a cada kilómetro aguas arriba de las presas a lo largo del vaso o máximo embalse.

Determinaciones y registros complementarios:

- a) Velocidades y distribución de la corriente en el eje de las presas y 300 m aguas arriba y aguas abajo.
- b) Determinaciones físico - químicas de calidad.

Complementación de estudios de hidrología superficial y sedimentología.

Complementación de estudios de hidrogeología:

- a) Perforaciones;
- b) Estudios hidrodinámicos;
- c) Determinación de reservas.

iii. Trabajos de mecánica de suelos

Análisis detallado y sistematización de toda la información existente.

Perforaciones a lo largo de los ejes de la presa.

Perforaciones para muestras inalteradas.

Perforaciones para ensayos de permeabilidad con cajas filtrantes.

Estudios de yacimientos de suelo y roca.

Estudios para determinación de agregados.

Relevamientos de las superficies de la roca por métodos geofísicos.

Determinaciones sismológicas.

Estudios de las subrasantes de las obras a reubicar y de los materiales para construirlas en su nueva traza.

iv. Estudios edafológicos

Recolección de información básica.

Fotointerpretación de áreas de influencia de los proyectos:

- a) Análisis fisiográfico;
- b) Principales paisajes;
- c) Análisis de los elementos.

Trabajos de campo de correlación. Perforaciones y calicatas.

Mapa de aptitud de uso de los suelos (escala de trabajo 1: 50000).

A.2 Investigaciones básicas

i. Corografía

ii. Climatología

- Climas y microclimas.
- Regímenes de temperatura.
- Regímenes de humedad.
- Evaporación y evapotranspiración.
- Precipitación.
- Precipitaciones intensas.
- Análisis meteorológico sinóptico.

iii. Hidrología

Estudios de carácter general:

- a) Revisión y contraste de la información básica disponible;
- b) Investigación hidrológica de los afluentes;
- c) Evaluación de caudales sólidos.

Informaciones de entrada para los modelos de operación de las presas y estocásticos.

iv. Geología y sismología

Evaluación de los trabajos complementarios de campo.

Ensayos de laboratorio.

v. Demografía

A.3 Incidencias socioeconómicas de los proyectos individuales y del sistema

i. Delimitación de los espacios económicos alcanzados por los proyectos

ii. Encuadre de los proyectos dentro del plan nacional o regional de desarrollo

- Funciones y finalidades de las obras.
- Planes de desarrollo agropecuario.
- Programas de desarrollo industrial.
- Repercusiones del proyecto sobre los ingresos y egresos fiscales.

A.4 Demanda de agua potable

i. Análisis de la situación actual

ii. Estudio de población

iii. Nivel de eficiencia del suministro

iv. Demanda de eficiencia actual y proyectada

v. *Evaluación teórica de la demanda*

Doméstica.
Comercial.
Pública.
Pérdidas.

A.5 Demanda de agua industrial

i. *Análisis de la situación actual*

Pequeña y mediana industria.
Grandes consumidores.
Fuentes actuales de suministro.

ii. *Localización de parques industriales*

Tipos de industrias.
Evolución previsible.
Fuentes alternativas de abastecimiento.

iii. *Evaluación teórica de la demanda de agua para industrias*

A.6 Riego y planeamiento rural

i. *Areas locales regables*

ii. *Estudio del potencial agroecológico*

Estudio agroclimático.
Selección ecológica de cultivos.
Restricciones actuales.
Nivel económico actual de la empresa agrícola.
Infraestructura agrícola.
Análisis estático de la zona.
Análisis dinámico de la zona.

iii. *Análisis de mercado para los productos agropecuarios*

Clasificación de los productos según sus usos.
Calendario agrícola de los productos.
Información complementaria para la producción agroecológicamente factible.
Determinación de la curva de consumo para cada producto.
Análisis del régimen de precios.
Conclusiones del estudio de mercado.

iv. *Selección económica de cultivos*

v. *Optimización de las dotaciones de riego*

vi. *Análisis de la finca tipo*

A.7 Turismo y recreación

- i. Aptitud y características de los sitios*
- ii. Estudios del mercado del turismo*
- iii. Programa de actividades y planeamiento de las áreas*

A.8 Regulación de los ríos y control de sedimentos y crecidas

- i. Características de los ríos*
- ii. Características granulométricas*
- iii. Arrastre de fondo*
- iv. Efectos de los embalses sobre el transporte de sedimentos*
- v. Control de las ondas de crecidas*
- vi. Efectos aguas abajo de los controles de sedimentos y crecidas*

A.9 Modelos matemáticos

- i. Modelo matemático del curso Mojotoro - Lavayén*
- ii. Simulación propuesta de carácter hidrológico*
 - Necesidad del análisis hidrológico de las cuencas superiores.
 - Simulación.
 - Evaluación de los datos de entrada.
- iii. Cálculo de las curvas de remanso*
- iv. Modelo de operación de los embalses*
 - Fases de operación.
 - Condiciones de Optimización.
- v. Modelos económicos*

A.10 Anteproyectos conceptuales de las obras hidráulicas

- i. Criterio directriz en la determinación de alternativas*
 - Alineación de presas.
 - Ubicaciones relativas de los elementos.
 - Alturas de presa.
 - Capacidad instalada.
 - Tipos de estructura.
 - Conducciones industriales.
 - Ubicación y dimensionado de dispositivos hidromecánicos.

Procedimientos constructivos.

ii. Formulación de los proyectos conceptuales alternativos

iii. Optimización del proyecto

Criterios de Optimización.

Vinculación con los modelos matemáticos.

Procedimientos de Optimización.

Criterios de selección de los óptimos.

A.11 Selección de los proyectos básicos

i. Presas

Materiales.

Obras temporarias de desvío.

Vertederos.

Obras accesorias y complementarias.

ii. Conducciones industriales y acueductos

iii. Centrales de energía

Equipamiento seleccionado.

Distribución en la central.

Estudios estructurales.

Selección de turbinas y estudios económicos.

Diseño de tomas y restituciones.

Canales de fuga.

iv. Puentes y vinculaciones terrestres

v. Diques laterales de tierra

vi. Consolidación e impermeabilización de las fundaciones

vii. Procesos constructivos. Diseño y memoria

viii. Programas de construcción, por proyecto y por sistema

A.12 Proyecto de riego

i. Programación

Selección económica de los cultivos.

Optimización de las dotaciones de riego.

Caudales a derivar para riego.

Tamaño y composición de la explotación tipo y sus variantes.

Localización y parcelamiento de los predios teniendo en cuenta el mapa de suelos.

Análisis y programación de la unidad productiva tipo y sus variantes.

Determinación de la modalidad más conveniente de localización de las viviendas familiares.

Diseño de núcleos urbanos.

Vías de acceso y penetración.

ii. Anteproyectos de obras

Obras hidráulicas de compensación y derivación.

Obras de toma y aforo.

Anteproyecto de canales matrices y principales.

Protecciones de márgenes y laderas.

Anteproyecto de redes de riego.

Red de desagües y drenaje.

Equipo de bombeo.

A.13 Evaluación económica de los proyectos y del sistema

i. Fundamentos básicos. Evaluación social

ii. Procedimientos e índices de evaluación

iii. Costos de oportunidad

Precio - sombra de las divisas.

Precio - sombra de la mano de obra.

Interés de actualización.

iv. Prueba de oportunidad de cada uno de los proyectos

v. Período de evaluación

vi. Determinación de los beneficios de los proyectos

Beneficios del riego:

a) Combinación de cultivos y tamaño de la explotación agrícola;

Rentabilidad de las fincas.

b) Abastecimiento de agua potable e industrial.

Producción de energía eléctrica.

Control de sedimentos.

Control de crecidas.

Recreación y turismo.

vii. Costo de la inversión

Tamaño de los aprovechamientos hidráulicos individualmente y en conjunto.

Determinación de la inversión asignable a cada uno de los propósitos múltiples.

Cronograma de ejecución de los aprovechamientos.

Costos de operación:

- a) Costos fijos, financieros, depreciación y seguros;
- b) Gastos de operación y mantenimiento.

viii. Resultados de los índices de evaluación

ix. Análisis de estabilidad de los resultados

A.14 Evaluación financiera de los aprovechamientos

i. Análisis financiero del sistema de obras

Origen de los bienes.

Fondos propios:

- a) Costos de los fondos propios;
- b) Origen de los fondos propios.

Fondos generados por el proyecto.

Fondos de terceros.

ii. Capacidad de pago de los productores agropecuarios

Calendario de beneficios por tipo de parcela.

Presupuesto para las distintas parcelas tipo.

Asignación para mantenimiento del productor y familia.

Cuenta de caja de las distintas parcelas.

Capacidad de financiamiento externo a la unidad productora.

iii. Programa financiero de la operación del proyecto

Proyección del cuadro de resultados del Ente Administrador.

Proyección de los estados financieros patrimoniales. Fuente y usos de fondos.

Prueba de consistencia de las proyecciones financieras.

Análisis de la capacidad de pago en términos del balance de pagos.

iv. Análisis de estabilidad de los resultados

v. Régimen de tarifas y tasas

A.15 Organización administrativa y aspectos legales e institucionales

i. Organización del Ente Administrador

Análisis de la experiencia existente en Argentina.

Organización del Ente en la etapa de ejecución de las obras.

Organización del Ente en la etapa de explotación.

ii. Estudio de los aspectos legales e institucionales

Problemas relativos a la construcción de las obras.

Problemas relativos a la explotación de los proyectos.

A.16 Juicio final de solidez e informe





2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

[A. Cartografía](#)

[B. Meteorología](#)

[C. Hidrología](#)

[D. Hidrogeología](#)

[E. Geología](#)

[F. Podología](#)

[G. Manejo y conservación de tierras](#)

[H. Pasturas y recursos forestales](#)

Los estudios de factibilidad que se proponen para los aprovechamientos hídricos seleccionados en la ACRB, requerirán un mejor conocimiento del medio natural. Los análisis realizados durante y posteriormente a la etapa de evaluación de recursos, permitieron la formulación de recomendaciones específicas en los diferentes sectores del Estudio, las cuales son citadas en los volúmenes del Informe Final que se refieren a la información básica. Tales recomendaciones se concentran en el presente capítulo con el objeto de facilitar la tarea del organismo a cuyo cargo estará la implementación del programa.

A. Cartografía

La Unidad Técnica recomienda uniformizar y completar la información cartográfica existente en el área, por medio de:

- i. Mapas topográficos a escala 1:50000. Las cartas que se realizarán en las zonas que actualmente cuentan con escasa o ninguna información (mapas VII-2-1, 2, 3 y 4) deberán lograrse por restitución aerofotogramétrica con apoyo terrestre, basado en triangulación adecuada, para obtener curvas de nivel con equidistancia de 25 m en general y 50 m en áreas montañosas. La uniformización y compatibilización de la cartografía existente es indispensable para publicar la totalidad de las cartas a escala 1:50000 y el mapa básico topográfico de la Cuenca a escala 1:250000.
- ii. Mapas topográficos a escala 1:20000, 1:10000 ó 1:5000. Estos mapas de detalle serían realizados inicialmente en las zonas de proyectos hidráulicos o en zonas de aptitud agrícola prioritaria. Se utilizarán procedimientos similares al descrito anteriormente pero con equidistancia de curvas de nivel adecuada a su objetivo. Las áreas cuya realización en términos prioritarios se recomienda, son: para los proyectos agrícolas, las conocidas con los nombres de El Acheral, San Pedro y Santa Rosa, y para los proyectos de presa, el río Tarija, desde Junta de San Antonio hasta la confluencia con el Chiquiaca, y río Cálete en Ucumazo.

B. Meteorología

Las recomendaciones se refieren al conocimiento de la Cuenca y se presentan a dos niveles: medidas aconsejadas para alcanzar la coordinación del servicio entre ambas naciones, y medidas que se relacionan con las actividades dentro de cada país.

Las medidas que se aconsejan para coordinar las actividades de los servicios meteorológicos de ambos países, son:

- i. Determinar la red básica de estaciones hidrometeorológicas para el intercambio de información (con indicación de tipo y calidad).
- ii. Incorporar estaciones situadas en cuencas limítrofes, que contribuyan a un mejor conocimiento regional de las condiciones hidrometeorológicas.
- iii. Promover reuniones entre los organismos responsables de las observaciones meteorológicas para:
 - Definir y materializar un sistema adecuado de comunicación que posibilite el intercambio de información;
 - Normalizar la obtención, procesamiento y presentación de la información (el instrumental deberá ser adecuado a las normas de la OMM);
 - Intercambiar métodos de análisis e interpretación de datos.

[Mapa VII-2-1 - Areas sin Información Topográfica](#)

Mapa VII-2-2 - Cartografía Disponible

A escalas 1:200000 y 1:100000

Mapa VII-2-3 - Cartografía Disponible

Escala 1: 50000

Mapa VII-2-4 - Cartografía Disponible

Escalas 1:20000, 1:10000 y 1:5000

A nivel nacional se propicia incrementar la calidad y cantidad de la información, mediante las siguientes medidas:

- iv. Unificar los sistemas nacionales de observación, concentración y manejo de la información, a través de la acción coordinada de los organismos que operan en el área.
- v. Mantener un servicio permanente de inspección de las estaciones con personal especialmente adiestrado, por lo menos dos veces al año.
- vi. Mantener actualizadas las estadísticas, realizando controles de depuración de datos antes de su procesamiento final y de su publicación. Es indispensable la protección adecuada a la información que se encuentra a nivel de registros básicos.
- vii. Instalar nuevas estaciones climatológicas y adecuar el instrumental existente según la distribución detallada en el cuadro VII-2-1. Las estaciones pluviométricas serían instaladas en áreas con déficit de información. En lugares de difícil acceso, se recomienda instalar estaciones provistas de totalizadores. La distribución general de dichas estaciones sería la siguiente:

Argentina Bolivia

Pluviómetros	31	20
Totalizadores	3	1

El mapa VII-2-5 indica para cada grado geográfico, la cantidad de estaciones que serían instaladas y/o complementadas.

viii. Complementar la red meteorológica de la Alta Cuenca, instalando una estación de radiosondeo en Oran y prever la instalación de un radar meteorológico para el estudio integral de tormentas, evaluación de la precipitación media zonal y como complemento para el análisis de la operación de embalses. La ubicación del mismo podría ser en Oran o en los alrededores de Jujuy, de acuerdo con la puesta en marcha del Plan de Desarrollo.

ix. Realizar estudios de detalle en:

- a) Cuencas representativas de no más de 250 km², para investigar los parámetros componentes del ciclo hidrológico a fin de posibilitar la preparación de modelos para la región. Se sugiere, en Argentina, cuencas en las cercanías de Humahuaca, Jujuy, La Caldera, Santa Clara, Iruya y Colonia Santa Rosa, y en Bolivia, cuencas en las cercanías de Tarija y Entre Ríos.
- b) Cuencas experimentales de 5 a 6 km² con el objeto de evaluar los efectos que introducen prácticas como el riego, deforestación y sobrepastoreo, en los parámetros del ciclo hidrológico.

Estos estudios podrían ser localizados en las subregiones del Polo de Desarrollo y de El Ramal. Encarar estudios de modelos físicos de maximización de la precipitación utilizando la experiencia que, en modelos matemáticos de la atmósfera, desarrollan el SMN de Argentina y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

C. Hidrología

Con el objeto de completar y mejorar la información hidrológica de la Alta Cuenca del Río Bermejo, se presentan las siguientes recomendaciones de carácter general.

- i. Uniformizar la metodología de las mediciones de altura y descarga de los ríos. Para las medidas de velocidad, usar, dentro de lo posible, el método de dos puntos (profundidad 0,2 y 0,8).
- ii. Calibrar, por lo menos una vez al año, los molinetes de aforo (velocímetros) utilizados en las diversas estaciones.
- iii. Establecer en cada estación un punto de referencia fijo, y nivelar, por lo menos una vez al año, las secciones hidrométricas.
- iv. Realizar en cada estación, durante los aforos, medidas de temperatura del agua, y dos veces al año - estiaje mínimo y crecida importante - análisis físico - químicos completos.
- v. Actualizar permanentemente las estadísticas, uniformizando los métodos y normas de obtención, procesamiento y análisis, antes de su publicación.
- vi. Instalar nuevas estaciones, inclusive con medidas de sedimentos, en lugares de posibles aprovechamientos, tales como muestra el mapa VII-26

2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

Bolivia	
Río Guadalquivir	- Puente San Martín
Río Guadalquivir	- Angosto San Luis
Río Tarija	- Cambari
Río Q. de San Telmo	- Peña Gris
Argentina	
Río Lipeo	- Santelmito
Río Colorado	- Santa Rosa
Río Grande	- Ucumazo y Angosto de Perchel
Río Grande	- Pte. Ferrocarril (sustituye a San Juancito)
Río Ledesma	- Aguas arriba de las tomas de riego
Río San Lorenzo	- Aguas arriba de las tomas de riego
Río San Francisco	- Pte. Carretero (Pichanal a Yuchán)

vii. Completar con cable y vagoneta la reinstalación de las estaciones en los ríos Las Capillas y Tesorero (Corral de Piedras).

viii. Promover reuniones entre los organismos responsables de las determinaciones hidrológicas en la ACRB, para coordinar y normalizar las acciones e intercambiar información.

ix. Propiciar cursos de capacitación para complementar el adiestramiento del personal que interviene en la obtención y tramitación de la información hidrológica.

En relación con el análisis de los caudales sólidos se recomienda:

x. Substituir y/o mejorar los equipos que se utilizan en algunas estaciones, para obtener muestras de sedimentos. En cada estación debería existir un muestreador integrador y un buen equipo de sondeo de profundidad. Una vez obtenidos los equipos, deberán proseguirse las determinaciones simultáneas con el muestreador integrador y el actualmente en uso, en uno o dos períodos de crecidas, con el objeto de definir y evaluar los posibles errores en los registros actuales, como consecuencia del tipo de toma de muestras usado.

Cuadro VII-2-1. Estaciones climatológicas y equipos complementarios recomendados para la ACRB

Estación	Coordenadas geográficas		Elevación m	Estación Climatológica		Anemógrafo o anemómetro	Equipo adicional				
	S	O		Principal	Ordinaria		Pluviógrafo	Tanque Clase A	Heliógrafo	Actinógrafo	Geotermómetro
ARGENTINA											
• Estaciones nuevas											
Cañas	22° 47'	64° 42'	700	x		x (a)	x		x		
Valle Grande	23° 28'	65° 00'	2700	x				x			
Volcán	23° 55'	65° 27'	2078	x		x (a)	x		x		
Santa Victoria	22° 15'	64° 59'	2170		x		x				
Iruya	22° 47'	65° 13'	2700		x						
Laguna Yala	24° 08'	65° 30'	2100		x						
• Estaciones existentes a complementar											
Aguas Blancas	22° 44'	64° 22'	400	x		x (A)					
Oran MET	23° 09'	64° 19'	357	x						x	
Ing. Ledesma	23° 50'	64° 48'	463	x		x (A)	x	x	x		x
Ing. La Esperanza	24° 13'	64° 50'	575				x				

2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

Humahuaca MET	23° 12'	65° 22'	2980	x			x		x		
Viv. Hornillos MET	23° 40'	65° 26'	2370	x		x (A)	x			x	x
S.S. Jujuy MET	24° 11'	56° 18'	1303	x					x	x	
A. Calientes AGAEP	24° 36'	64° 53'	900	x	x		x	x	x		
El Angosto AyEE	24° 44'	65° 16'	1200		x		x	x			

BOLIVIA

• Estaciones nuevas

Chiquiaca	21° 49'	64° 08'	850	x		x (A)	x		x	x	
Vallecito (f)	21° 27'	64° 08'	1270		x		x				
Tariquia	22° 00'	64° 30'	1400		x		x				

• Estaciones existentes a complementar

Tarija	21° 32'	64° 47'	1957	x		x (A)	x	x	x	x	x
Yacuiba (f)	22° 01'	63° 43'	580	x		x (A)	x		x		
Tupiza (f)	21° 27'	65° 43'	2952		x		x				
Entre Ríos	21° 32'	64° 13'	1300		x	x (a)	x				

(A) Anemógrafo; (a) Anemógrafo con veleta; (f) fuera de la Cuenca

Mapa VII-2-5 - Cantidad y Clase de Estaciones Recomendadas (por cada cuadrado geográfico)

Mapa VII-2-6 - Estaciones Hidrométricas y Sedimentométricas Recomendadas

xi. Uniformizar los procedimientos de laboratorio utilizados en las diferentes estaciones. Las concentraciones determinadas en el campo deben ser controladas para evaluar la posibilidad de errores. La metodología a seguir sería la de captar tres grupos de muestras en algunas estaciones. El primer grupo debe ser analizado en la misma estación, para determinar la concentración de sólidos en suspensión mediante los procedimientos usados normalmente. El segundo debe ser analizado en "condiciones de laboratorio" para verificar la concentración. El tercer grupo debe ser enviado al laboratorio para determinar sólo la distribución por tamaño de las partículas.

xii. Iniciar medidas de arrastre sólido en algunas estaciones seleccionadas, tales como: Aguas Blancas, San Telmo, Colonia Colpana, Zanja del Tigre, Angosto de Mojotoro y Puente Carretero.

xiii. Computar la descarga no medida de sedimentos y/o la carga total. Para ello, se necesitan datos adicionales junto con la distribución del material de fondo. Todos los datos deben ser recogidos en el mínimo tiempo posible y deben representar la concentración de sedimento y la distribución en el lecho bajo un mismo caudal. Los datos necesarios para computar la carga total incluyen: caudal líquido, velocidad promedio, ancho, profundidad, concentración del sedimento en suspensión, distribución por tamaño de partículas del material de fondo y temperatura del agua del río.

El análisis comparativo de los procedimientos analíticos y de laboratorio debe realizarse en varias estaciones previamente seleccionadas, de modo que representen todas las gamas de caudal, material de fondo y material en suspensión de los ríos.

D. Hidrogeología

Las recomendaciones que se presentan en este sector incluyen:

- i. Continuar las medidas periódicas de nivel piezométrico y conductividad eléctrica (CE) en los pozos de la red de observación definida por la Unidad Técnica.
- ii. Continuar y actualizar el inventario hidrogeológico, nivelando los pozos perforados ya existentes y en construcción.
- iii. Continuar con la realización, a intervalos regulares, de análisis físico - químicos completos. Las características ya determinadas por la Unidad Técnica podrán servir de base para proseguir investigaciones respecto del origen, evolución de la calidad y contaminación del agua subterránea.

2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

- iv. Intensificar los ensayos de bombeo, inclusive en pozos existentes, con el objeto de determinar las características hidrodinámicas de los acuíferos con vistas a lograr una mayor precisión en los cálculos de las reservas subterráneas.
- v. Mantener contactos con los principales usuarios de agua subterránea para determinar la cantidad de agua extraída en función del tiempo, principalmente en las áreas de riego.
- vi. Continuar con las medidas diarias de nivel piezométrico, realizadas por la Unidad Técnica en algunas de las estaciones hidrométricas de AyEE y efectuar su correlación con la precipitación y la fluctuación de nivel de agua de los ríos.
- vii. Propiciar estudios de semidetalle en zonas con insuficiencia de información, pero aparentemente con potencialidad acuífera, tales como: Valle inferior del río San Francisco y Güemes (en Salta), Caimancito - Yuto, Valle del río Santa Rita, Los Lapachos - Manantiales, Pálpala - Perico, Quebrada de Humahuaca (Jujuy) y Bella Vista - San Andrés (Tarija).
- viii. Llevar a cabo estudios de detalle en zonas con mejores posibilidades acuíferas, como es el caso de Santa Clara, en Argentina, y Tarija, en Bolivia. Igualmente, se debería estudiar el comportamiento hidrogeológico de la cuenca artesiana del río San Francisco - una de las pocas existentes en Argentina - que presenta buenas posibilidades de explotación.
- ix. Concentrar toda la información hidrogeológica existente y futura en un organismo estatal, que pueda constituirse en un banco de datos.
- x. Adiestrar personal técnico y de nivel medio, especializado en trabajos hidrogeológicos, mediante cursos de perfeccionamiento en el país y en el exterior.

E. Geología

En este campo se recomienda continuar la investigación geológica concentrando el esfuerzo en los aplazamientos de 9 de los 10 proyectos seleccionados. Se excluye el proyecto de Zanja del Tigre, cuyas condiciones geológicas se están estudiando por contrato especial.

Los proyectos son: Cambari, Astilleros, Las Pavas, Arrazayal y Santa Rosa, en la subcuenca Tarija - Bermejo, y Mojotoro, Ucumazo, Vilte y Yuto, en la subcuenca Grande - San Francisco.

Los trabajos comprenderán levantamientos geológicos en la zona de los embalses:

- i. Levantamiento geológico detallado en el área de emplazamiento de las presas, centrales y obras conexas (túneles, desvíos, vertederos, etc.).
- ii. Levantamiento topográfico de vinculación con las investigaciones geológicas de detalle y perforaciones en zonas de emplazamiento de las obras y en el vaso del embalse.
- iii. Realización de perfiles geoeléctricos en zonas de emplazamiento de los cierres, vertederos, túneles, y en lugares de interés especial dentro del vaso.
- iv. Realización de perforaciones a lo largo de los ejes previstos para la presa y sus inmediaciones, con ensayos de permeabilidad "in situ". Extraer muestras cada metro (diámetro no menor de 5 cm) utilizando procedimientos que permitan determinar la capacidad portante y la perfecta identificación del material, y posibilitar, además, la medida de su resistencia a la rotura. El número mínimo de perforaciones por presa sería de 7, correspondiendo 3 al cierre, 1 al vertedero, 1 al túnel y 2 al vaso. Cuando una presa tenga dos o más soluciones de ubicación de su eje, se repetirán las perforaciones en cada una de ellas.
- v. Prospección de toda la zona vecina a la presa para tener una visión indicativa de disponibilidad, calidad y posibilidad de explotación de yacimientos de suelo y roca para construir los cierres y dosificar hormigones. Los yacimientos más promisorios, se estudiarán con una cuadrícula de perforaciones o pozos a cielo abierto llevados a una profundidad mínima de unos 5 m o hasta el nivel de saturación del suelo en caso de ser éste superior. Se asegurará que el volumen de material estudiado y cubicado cubra con amplitud las necesidades de la obra.
- vi. Realización de ensayos previos en laboratorio de campo para determinación de las propiedades físicas de materiales de construcción.
- vii. Realización, en laboratorios especializados, de ensayos geotécnicos y otros de carácter específico, sobre materiales aptos para núcleos y fundación de presas.

F. Podología

Con el objeto de definir nuevos proyectos agrícolas, profundizar estudios en las zonas de mejor aptitud y complementar la capacitación técnica de los servicios oficiales de la zona, se recomienda:

- i. Iniciar levantamientos detallados en áreas con proyectos de riego seleccionados por la Unidad Técnica; en una primera etapa será factible la programación sobre una superficie de 50000 ha en Argentina, que incluye 43000 ha en la zona de El Acheral y unas 7000 ha en la de Colonia Santa Rosa, y 10000 ha en Bolivia, principalmente en los alrededores de Tarija.

2. Estudios complementarios y recomendaciones específicas

- ii. Iniciar estudios de recuperación de tierras que presentan problemas de salinidad. Las áreas donde se requieren dichos estudios son: Colonia Santa Rosa (500 ha); margen izquierda del río San Francisco, desde la confluencia con el río Grande hasta el río San Lorenzo (34000 ha); zona de El Piquete (2800 ha); región de El Bordo (3000 ha), y región vecina a la confluencia de los ríos Mojotoro, de Las Pavas y de Las Cañadas (18000 ha).
- iii. Facilitar el montaje y operación de un laboratorio regional de suelos en la zona del Polo de Desarrollo (Argentina) capacitado para diagnósticos de fertilidad y uso de fertilizantes, así como para facilitar el conocimiento de las características hídricas de los suelos.
- iv. Promover la creación, dentro de la administración pública local, de servicios de conservación de suelos capacitados para ejercer tareas de extensión agrícola, a fin de aplicar técnicas que faciliten el control de la erosión, la recuperación de suelos salinos y/o alcalinos y el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad y productividad de los suelos.
- v. Adiestrar, a través de cursos técnicos, al personal responsable por los trabajos de levantamiento e interpretación de suelos, e incentivar el intercambio de información entre los técnicos de ambos países.

G. Manejo y conservación de tierras

- i. Seleccionar áreas piloto en las zonas que actualmente presentan mayores daños, dando prioridad a aquellas que se encuentran bajo cultivo. Dichas zonas se localizan en Tarija y Colonia Santa Rosa, que presentan todos los tipos de daños, en Ledesma y Aguas Calientes, que presentan daños por salinización y mal drenaje y en Las Maderas. En esta última se ha identificado un deficiente manejo del riego con empleo excesivo de agua, que provoca erosión y grandes pérdidas por percolación profunda. El monocultivo que se realiza (tabaco) tiende a uniformar las prácticas de manejo sin adecuarlas a cada uno de los diferentes tipos de suelos existentes.
- ii. Implementar programas de extensión para que los productores puedan asimilar las prácticas de manejo y conservación que se establezcan en cada zona.
- iii. Procurar la formación y el adiestramiento de profesionales y subprofesionales en aspectos específicos de ingeniería agrícola, en particular en lo que se refiere al diseño de estructuras aplicadas a prácticas de manejo y conservación.

H. Pasturas y recursos forestales

- i. Establecer un programa de extensión zootécnica en el que participen los organismos locales especializados, con vistas a incrementar la productividad de las explotaciones pecuarias; en particular, orientando a los productores sobre la necesidad de intensificar el pastoreo rotativo y diferido para facilitar el repoblamiento natural de la vegetación - principalmente en áreas en explotación extensiva - y su uso apropiado.
- ii. Fomentar el incremento de ganadería de leche en áreas prioritarias como La Almona, Severino y La Caldera, habida cuenta de sus favorables condiciones ecológicas. En Bolivia, se recomienda la zona circundante a Tarija.
- iii. En la región del bosque chaqueño, efectuar raleos en condiciones económicamente factibles con el objeto de aumentar el área de pastizales y la receptividad de los mismos.
- iv. Fomentar la introducción de especies forrajeras adaptables a las prácticas de manejo y conservación que se establezcan, en las zonas de explotaciones pecuarias.
- v. Planificar el manejo de bosques en las áreas adyacentes a los embalses existentes y proyectados.
- vi. Controlar los cortes en las reservas forestales en forma de lograr su aprovechamiento más racional.
- vii. Promover la reforestación económica en las áreas de mayor factibilidad. Estas corresponden a la unidad Rlh de clase D, y en ella se destacan el área de Las Capillas y la comprendida entre los ríos Grande y Candelaria (en las proximidades de San Pedro).
- viii. Proteger los bosques situados en las zonas de topografía muy accidentada, así como los que se encuentran en zonas de intensa erosión.
- ix. Implementar la capacidad de los organismos encargados de la administración forestal de Salta, Jujuy y Tarija para que puedan conducir con eficiencia sus programas de manejo, control, investigación y extensión forestal.

[Mapa II-1-2 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Precipitación Anual Media](#)

[Mapa II-1-4 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Fisiografía General](#)

[Mapa II-1-6 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Areas Forestales](#)

[Mapa II-2-1 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Subregiones Económicas](#)

[Mapa III-4-3 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Tipo e Intensidad de los Daños a la Tierra](#)

[Mapa IV-3-6 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Areas Agrícolas Prioritarias](#)

[Mapa V-2-2 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - Sistema Polo de Desarrollo](#)

[Mapa V-2-1 - LAS PAVAS](#)

[Mapa V-2-2 - ARRAZAYAL](#)

[Mapa V-2-3 - PESCADO II](#)

[Mapa V-2-4 - EL PORTILLO](#)

[Mapa V-2-5 - PESCADO I](#)

[Plano V-2-6 - VADO HONDO](#)

[Plano V-2-7 - SANTA ROSA](#)

[Plano V-2-8 - LOS ALISOS](#)

[Plano V-2-9 - MOJOTORO](#)

[Plano V-2-10 - VILTE](#)

[Plano V-2-11a - YUTO](#)

[Plano V-2-11b - YUTO](#)

[Plano V-2-12 - UCUMAZO](#)

[Cuadro VI-4-1 - ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO - PLAN DE DESARROLLO CALENDARIO DE INVERSIONES](#)

(*) - No se incluyó el costo de infraestructura de riego que se estima en US\$ 1800,0

NOTA: Los valores están expresados en miles de US\$





Organización de los Estados Americanos

La Organización de los Estados Americanos (OEA) es el organismo internacional regional más antiguo. Tuvo su origen en la Unión Internacional de las Repúblicas Americanas creada el 14 de abril de 1890, en Washington, D.C. por la Primera Conferencia Internacional Americana. De ahí que todos los años se celebre el 14 de abril como "Día de las Américas". La Carta que la rige, suscrita en Bogotá en 1948, fue modificada mediante el Protocolo de Buenos Aires, que entró en vigor en febrero de 1970.

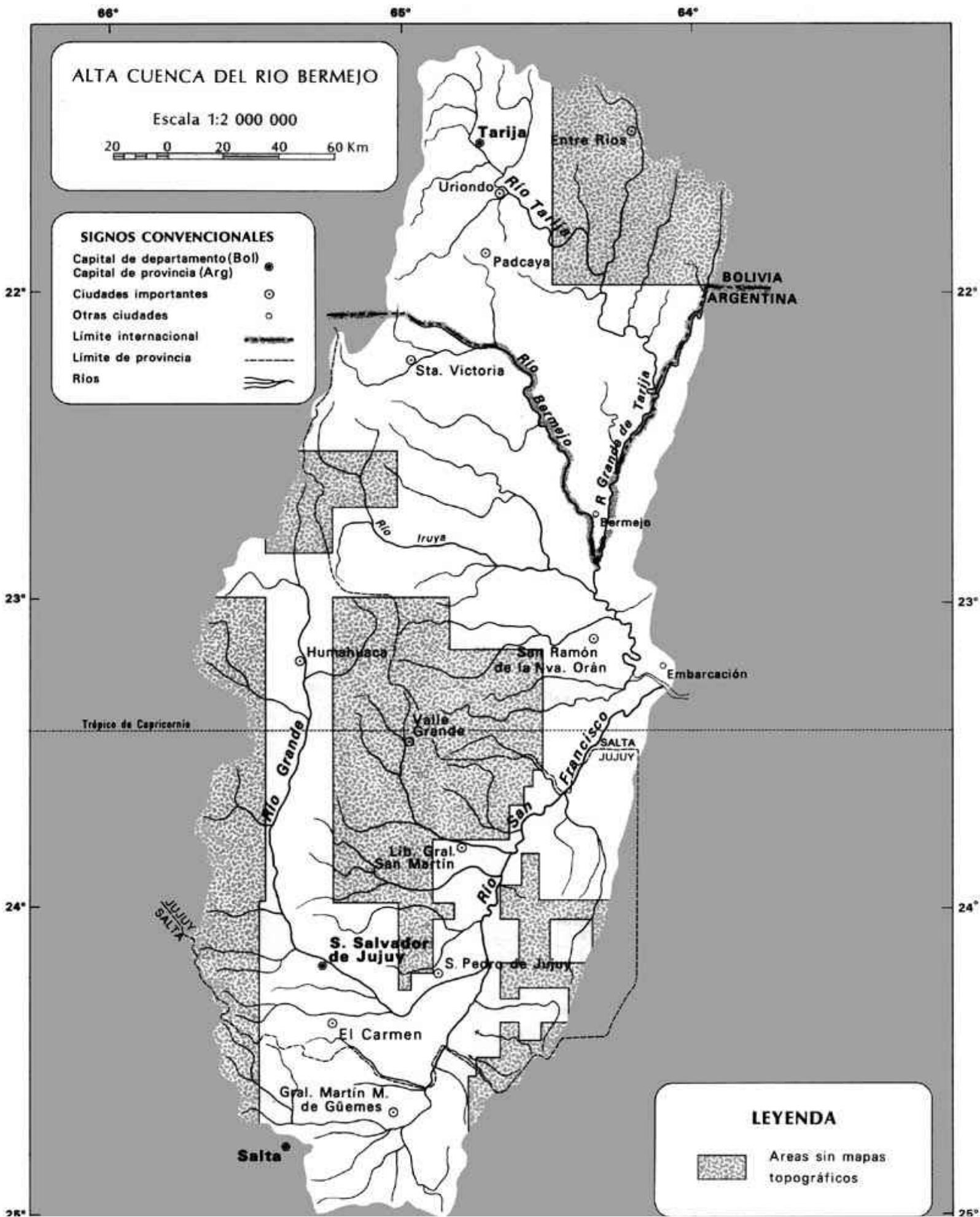
La OEA tiene los siguientes propósitos esenciales: afianzar la paz y la seguridad del Continente; prevenir posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados Miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos, y promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social, científico, educativo y cultural. También es objetivo del sistema interamericano acelerar el proceso de integración de los países en desarrollo del Continente.

Para el cumplimiento de sus fines la OEA cuenta con los siguientes órganos: (a) la Asamblea General; (b) la Reunión de Consulta de Ministros de Relaciones Exteriores; (c) los tres Consejos (Consejo Permanente, Consejo Interamericano Económico y Social y Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura); (d) el Comité Jurídico Interamericano; (e) la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; (f) la Secretaría General; (g) las Conferencias Especializadas, y (h) los Organismos Especializados.

La Asamblea General se reúne ordinariamente una vez por año. La Reunión de Consulta actúa cuando es convocada para conocer de asuntos urgentes e importantes. El Consejo Permanente cuenta con un órgano subsidiario denominado Comisión Interamericana de Soluciones Pacíficas, y, en las circunstancias previstas por la Carta y por el Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca, actúa provisionalmente como Órgano de Consulta. Los otros dos Consejos se reúnen ordinariamente una vez por año; cada uno de ellos tiene una Comisión Ejecutiva Permanente. La Secretaría General mantiene Oficinas en los Estados Miembros, y una Oficina en Europa. El Consejo Permanente y la Secretaría General tienen su sede en Washington, D.C., lugar en que funcionan también las Comisiones Ejecutivas Permanentes de los otros dos Consejos.

ESTADOS MIEMBROS - Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela.

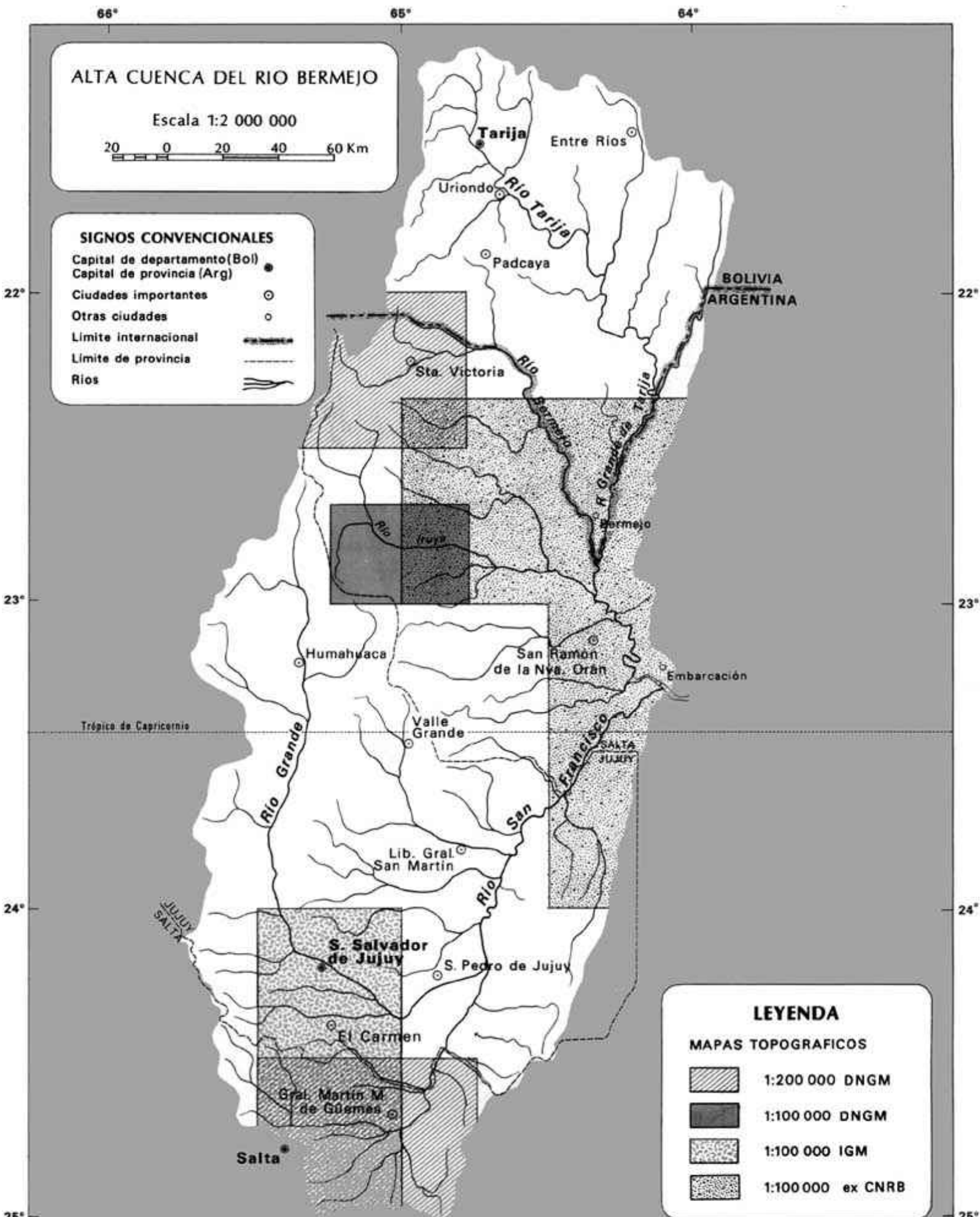




66°

65°

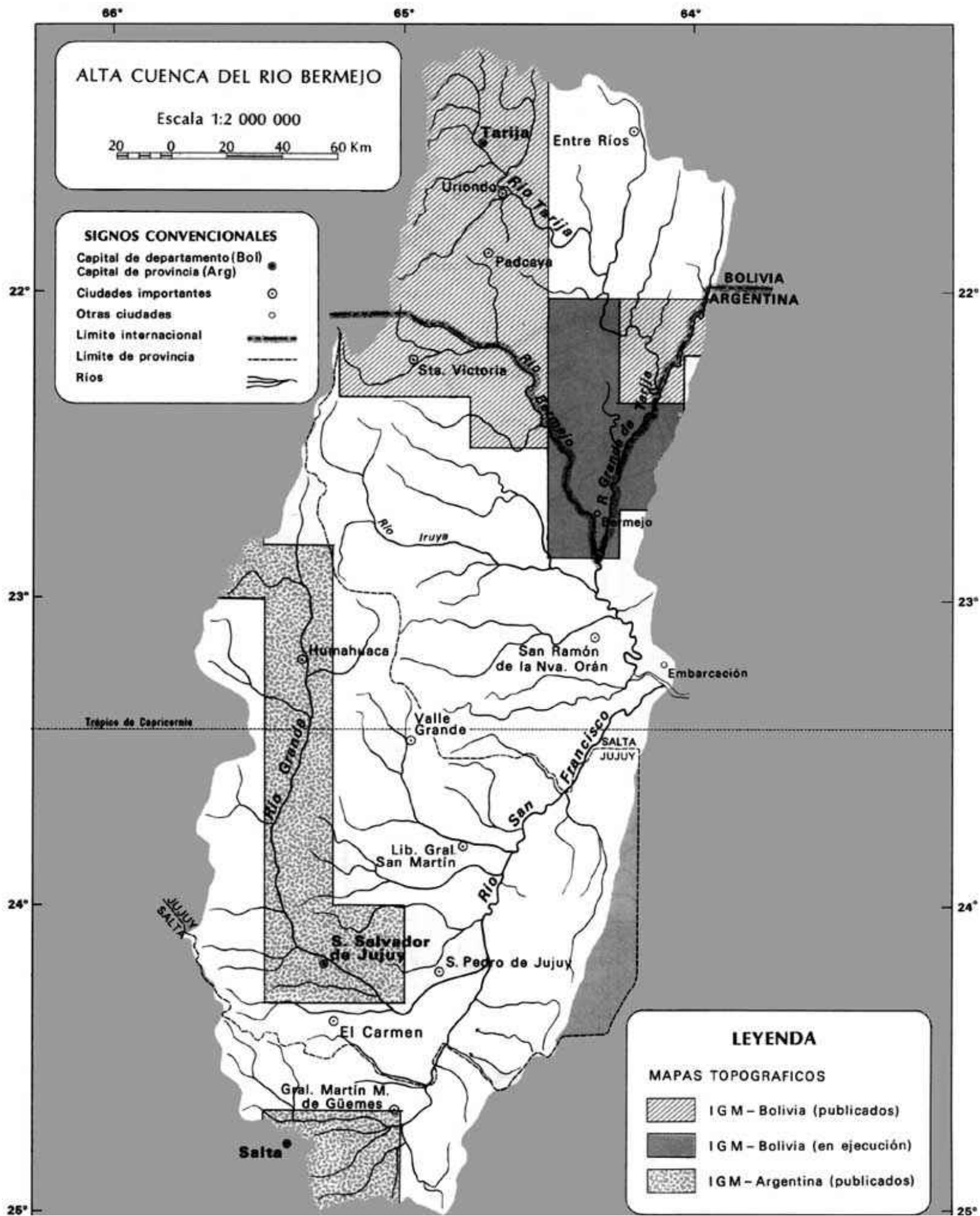
64°



66°

65°

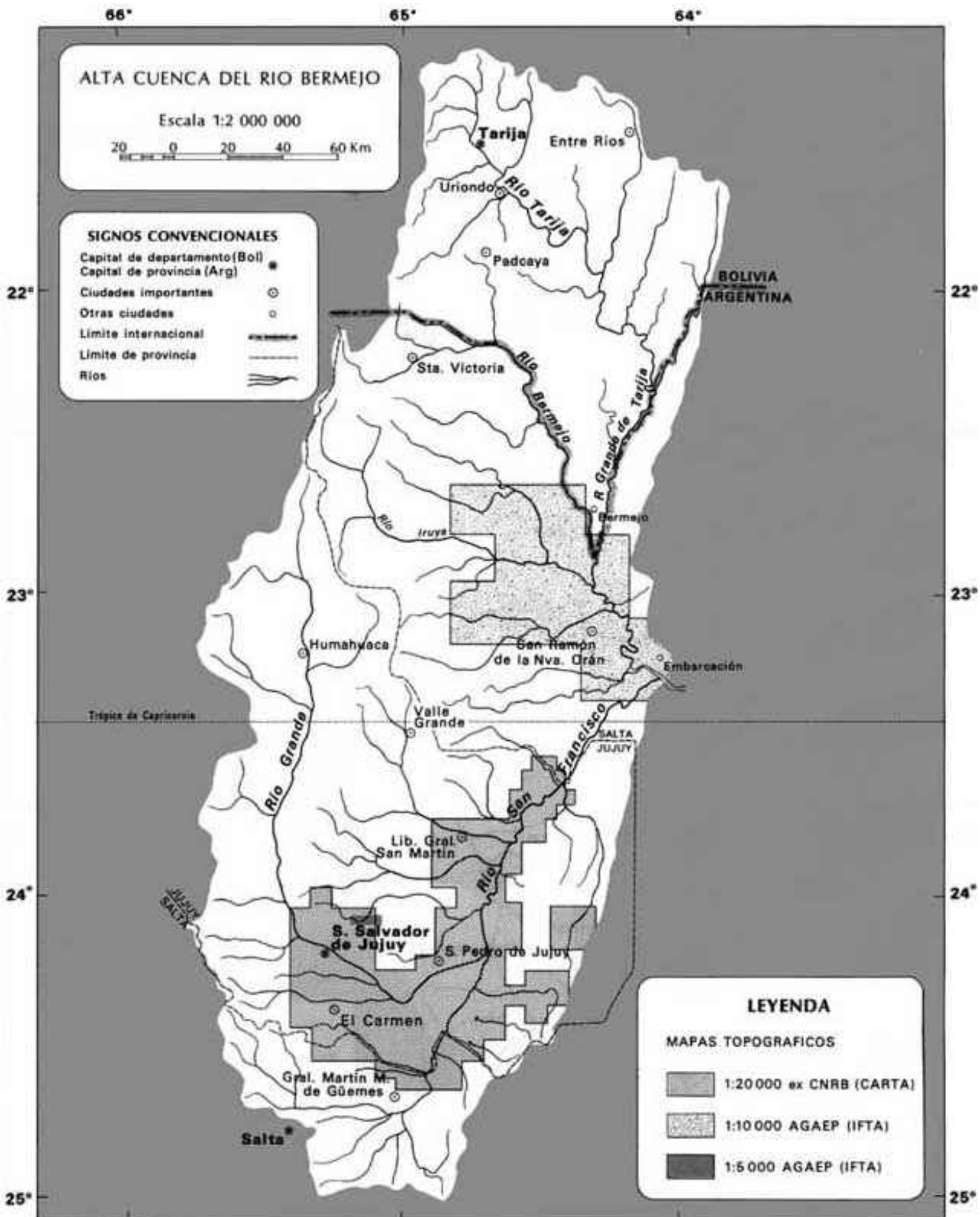
64°



66°

65°

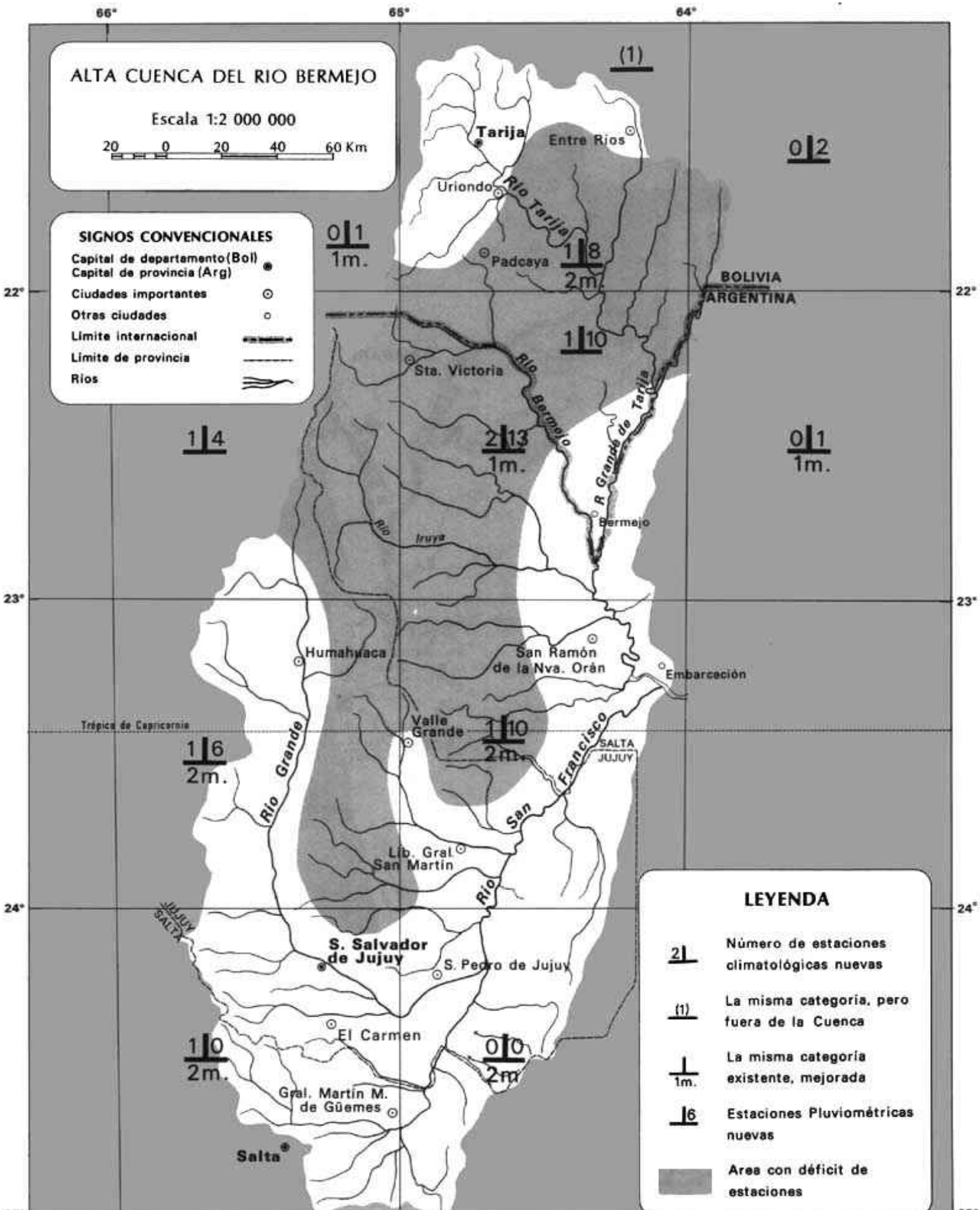
64°



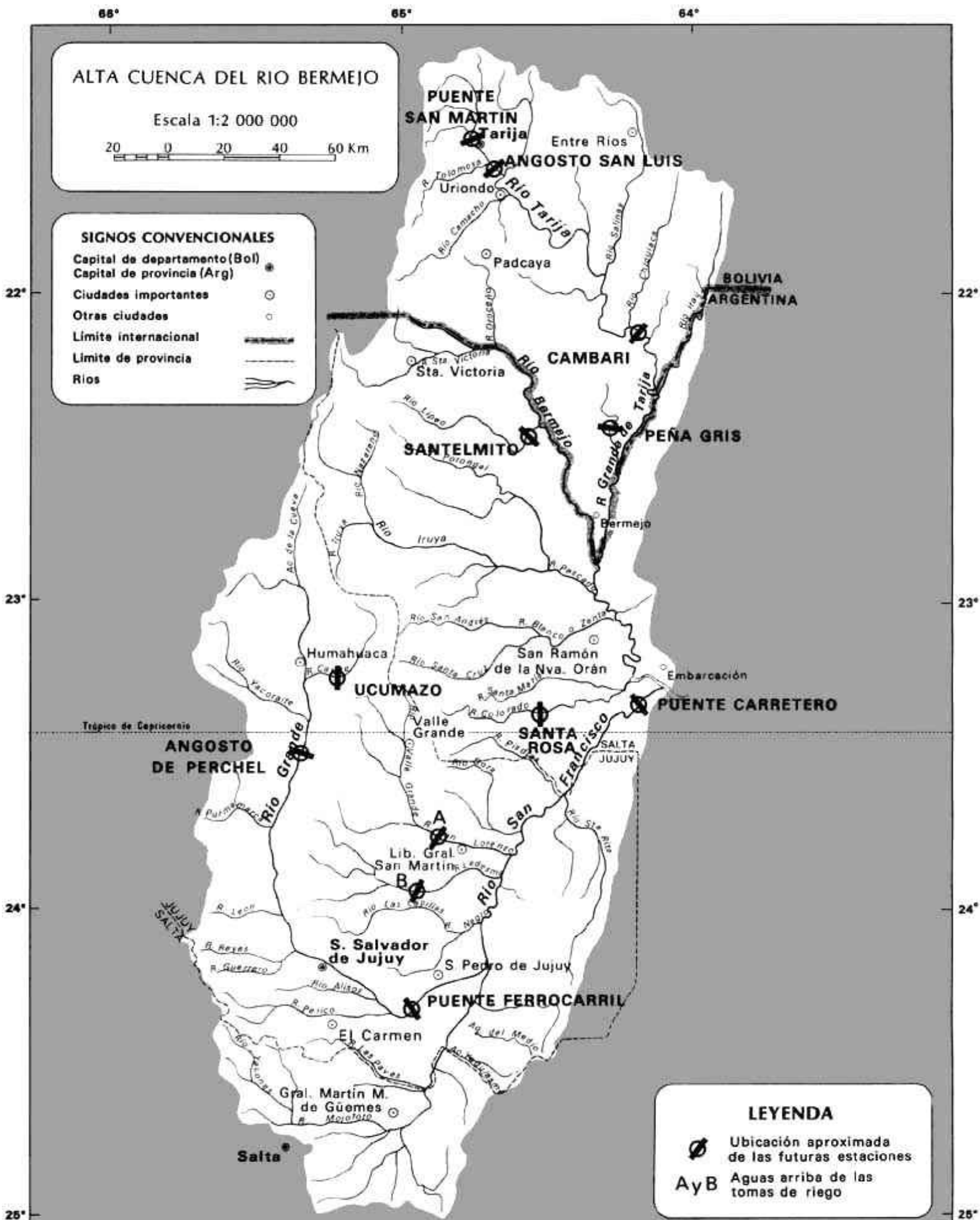
66°

65°

64°







66°

65°

64°

65° 30' -0

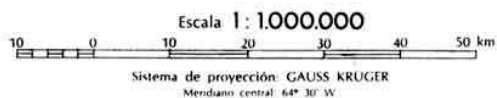
64° 00'

64° 30'

64° 00'

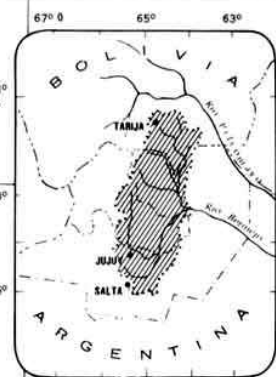
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

Precipitación Anual Media



Organización de los Estados Americanos

Este mapa forma parte del Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, realizado durante el período 1971-1973 por la Unidad Técnica integrada con personal de organismos oficiales de Argentina y de Bolivia y de la Oficina de Desarrollo Regional de la OEA.



MAPA CLAVE

SIGNOS CONVENCIONALES

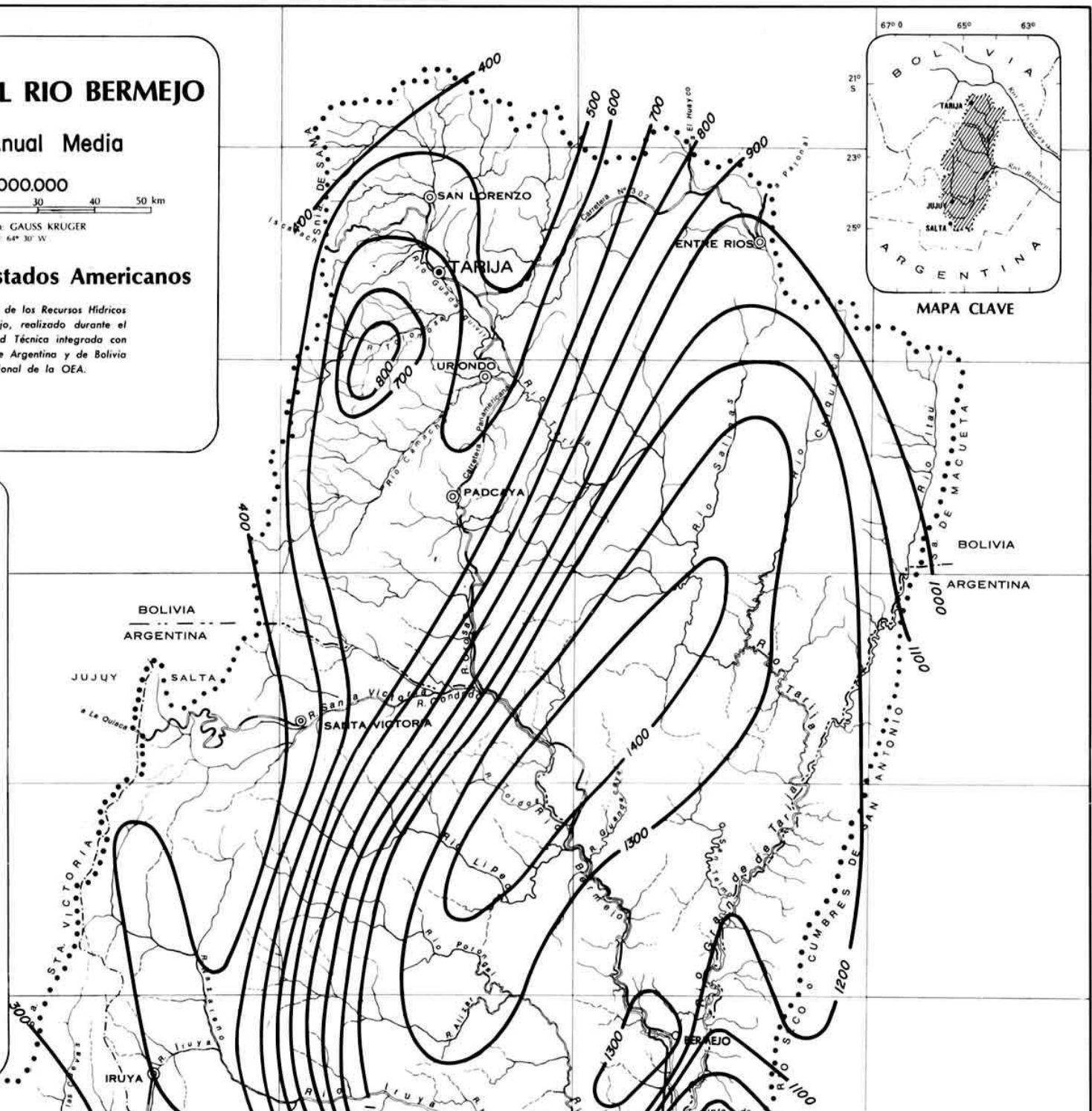
- Capital de provincia (Argentina) } ●
- Capital de departamento (Bolivia) } ●
- Cabecera de departamento (Arg.) } ●
- Cabecera de provincia (Bolivia) } ●
- Localidad de más de 2000 hab. : ○
- Estación de Ferrocarril : —+—
- Limite internacional : - - - - -
- Limite de división política nac. : - · - · -
- Limite de cuenca : · · · · ·
- Carretera pavimentada : = = = = =
- Carretera consolidada : — — — — —
- Ferrocarril, trocha 1.000 m : | | | | |
- Rio y arroyo : ~ ~ ~ ~ ~
- Corriente de agua perenne : ~ ~ ~ ~ ~
- Corriente de agua intermitente : - - - - -
- Sumidero : ~ ~ ~ ~ ~
- Lago y laguna perenne : ~ ~ ~ ~ ~
- Bañado : ~ ~ ~ ~ ~
- Embalse : ~ ~ ~ ~ ~

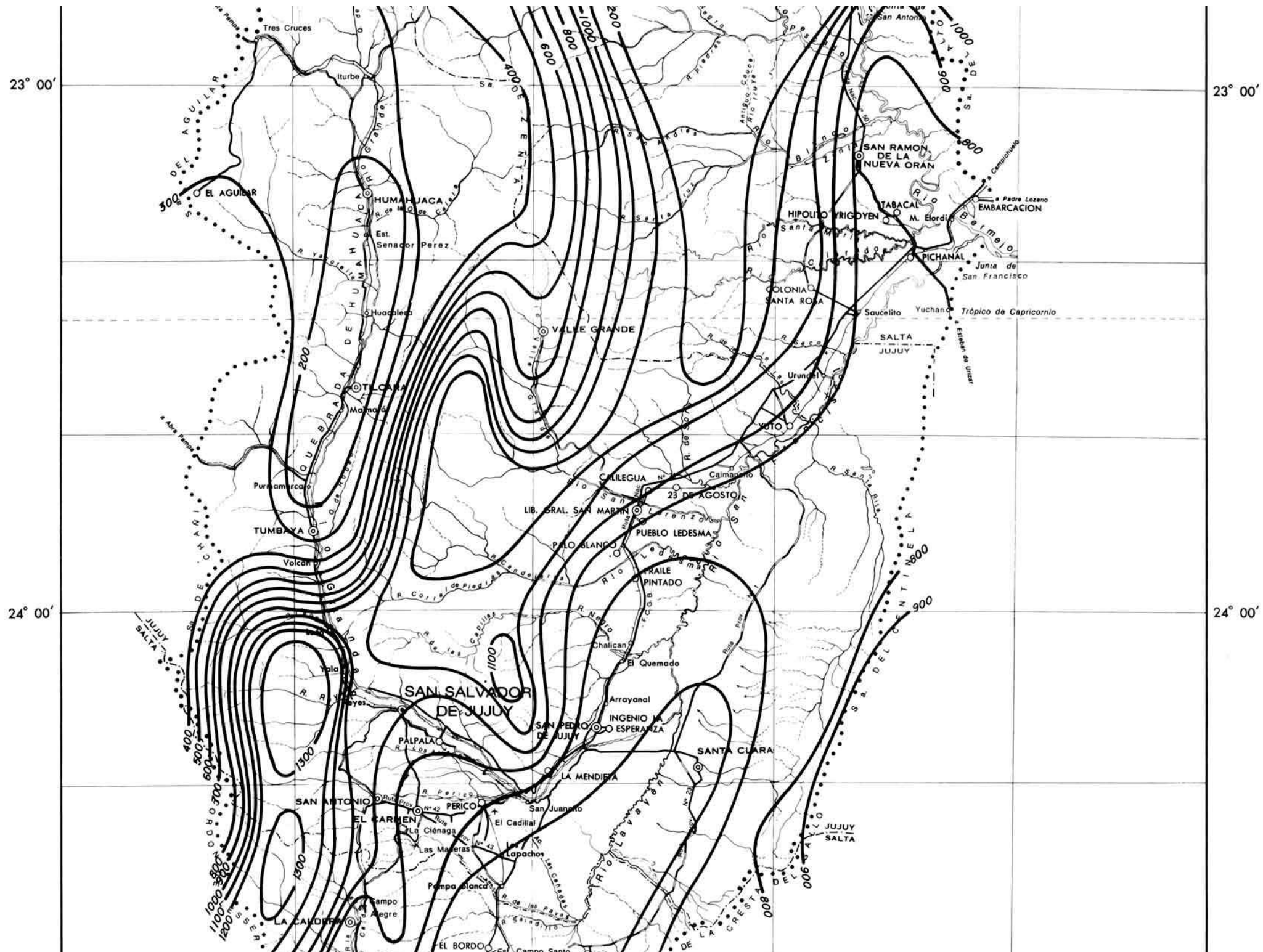
NOTA:

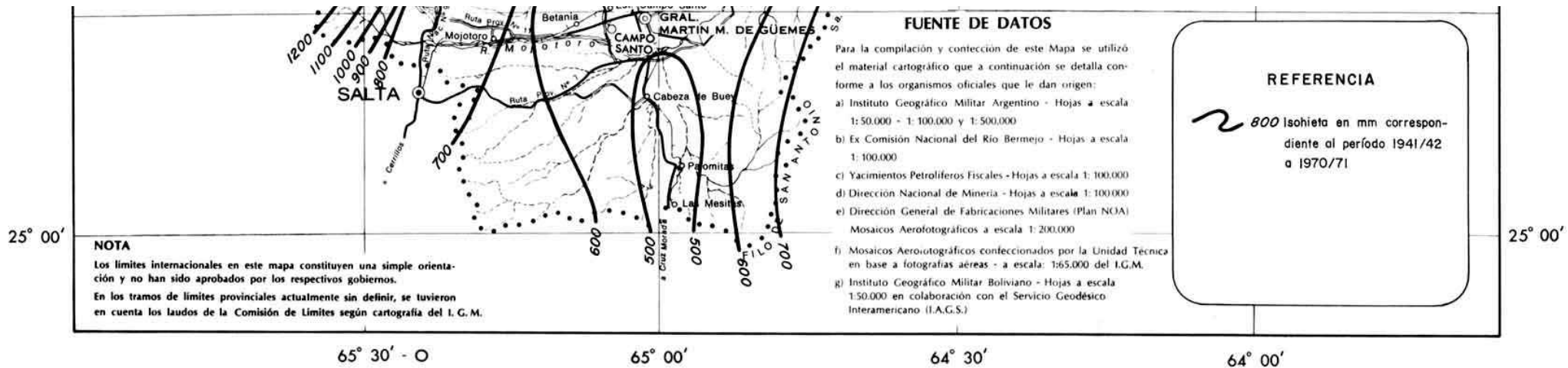
La tipificación de la población responden a los datos de censos de Argentina 1970 y Bolivia 1970

22° 00' S

22° 00' S





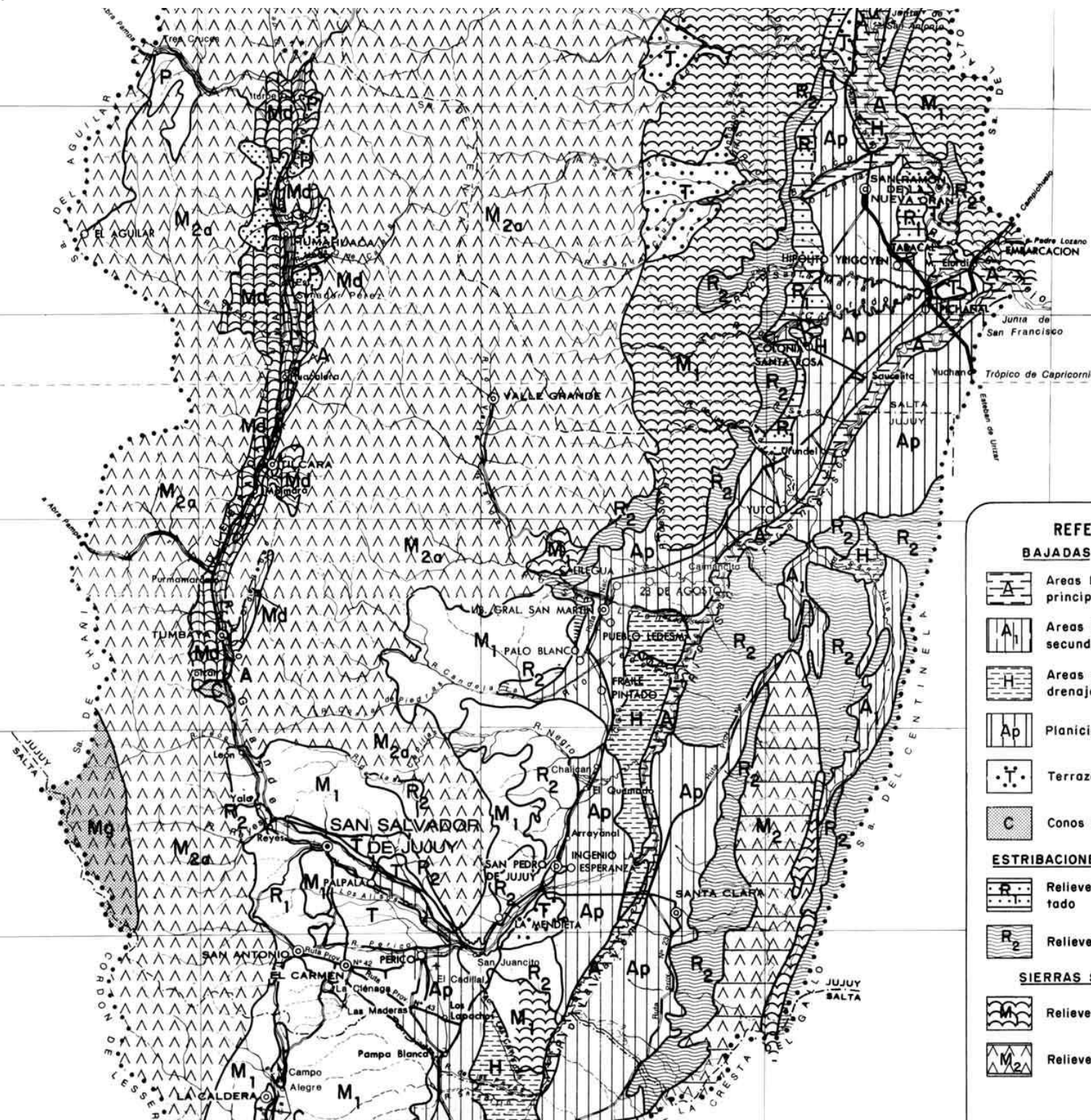


23° 00'

23° 00'

24° 00'

24° 00'



REFERENCIAS

BAJADAS ALUVIALES

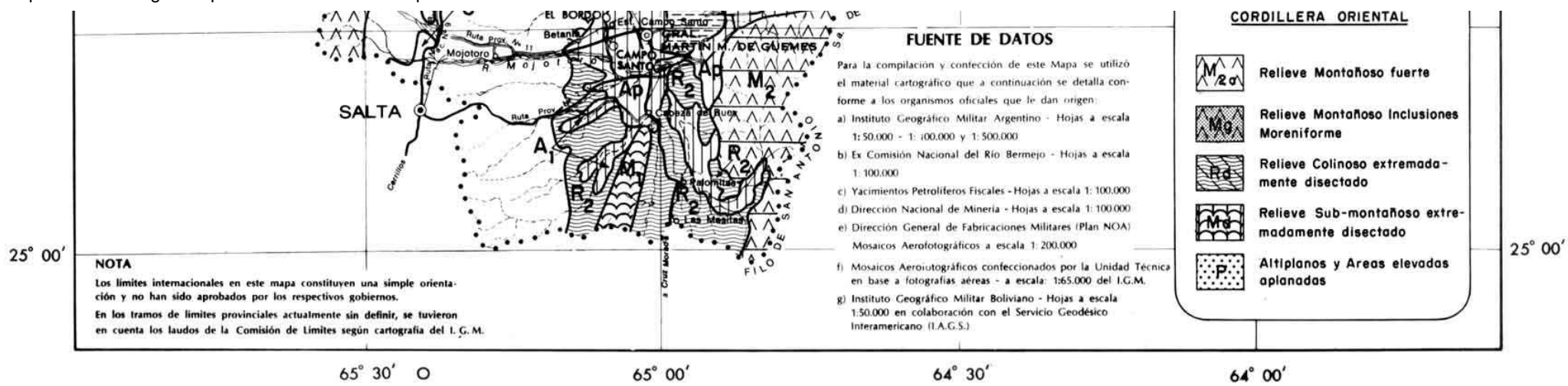
- Areas Bajas junto a los rios principales
- Areas Bajas junto a los rios secundarios
- Areas deprimidas con mal drenaje
- Planicies Bajadas Aluviales
- Terrazas
- Conos y Pedimentos

ESTRIBACIONES SUB-ANDINAS

- Relieve moderadamente disectado
- Relieve muy disectado

SIERRAS SUB ANDINAS

- Relieve Sub montañoso
- Relieve Montañoso



65° 30' -O

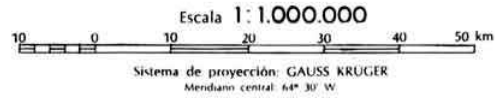
65° 00'

64° 30'

64° 00'

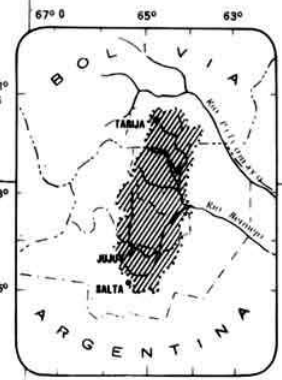
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

AREAS FORESTALES



Organización de los Estados Americanos

Este mapa forma parte del Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, realizado durante el período 1971-1973 por la Unidad Técnica integrada con personal de organismos oficiales de Argentina y de Bolivia y de la Oficina de Desarrollo Regional de la OEA.



MAPA CLAVE

SIGNOS CONVENCIONALES

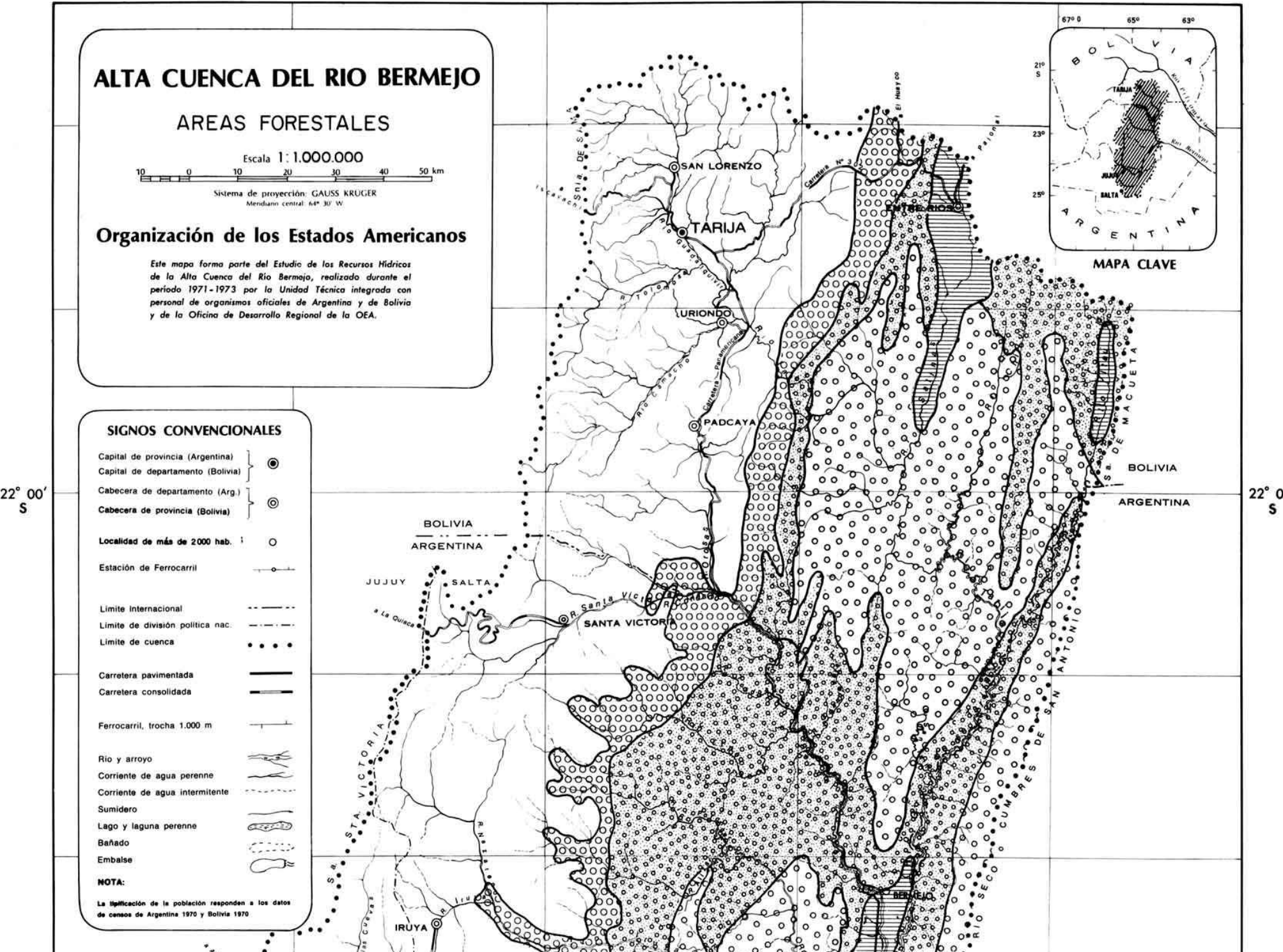
- Capital de provincia (Argentina) } ●
- Capital de departamento (Bolivia) } ●
- Cabecera de departamento (Arg.) } ●
- Cabecera de provincia (Bolivia) } ●
- Localidad de más de 2000 hab. } ○
- Estación de Ferrocarril } —+—
- Limite internacional } - - - - -
- Limite de división política nac. } - - - - -
- Limite de cuenca } ● ● ● ●
- Carretera pavimentada } ———
- Carretera consolidada } ———
- Ferrocarril, trocha 1.000 m } —+—
- Rio y arroyo } ~~~~~
- Corriente de agua perenne } ~~~~~
- Corriente de agua intermitente } - - - - -
- Sumidero } ~~~~~
- Lago y laguna perenne } ~~~~~
- Bañado } ~~~~~
- Embalse } ~~~~~

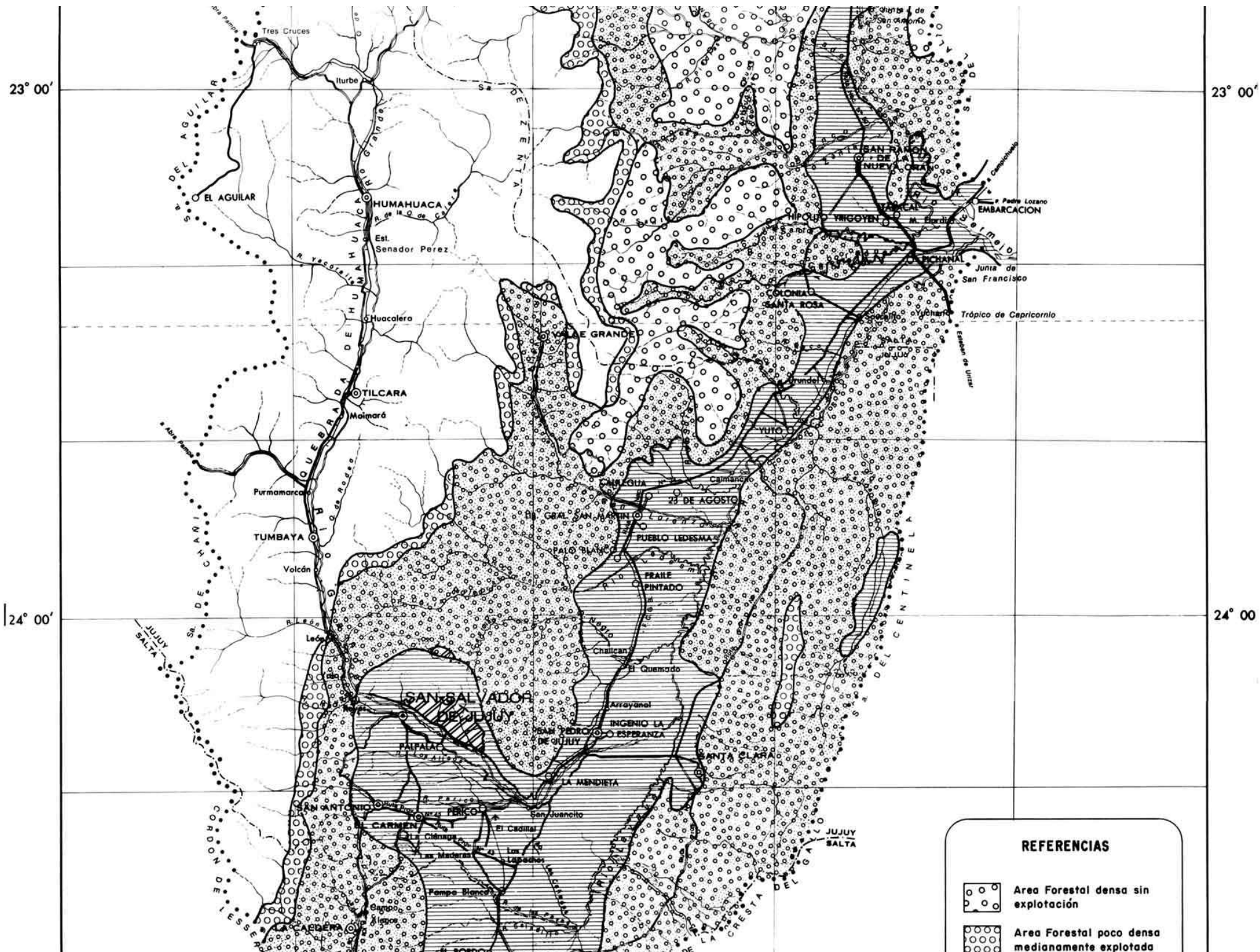
NOTA:

La significación de la población responden a los datos de censos de Argentina 1970 y Bolivia 1970

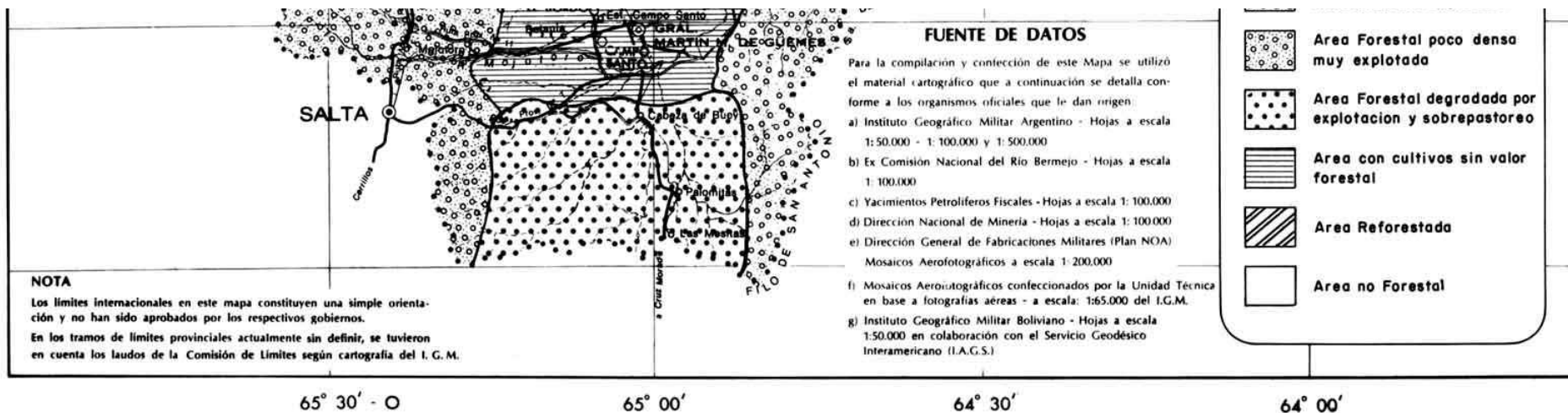
22° 00' S

22° 00' S

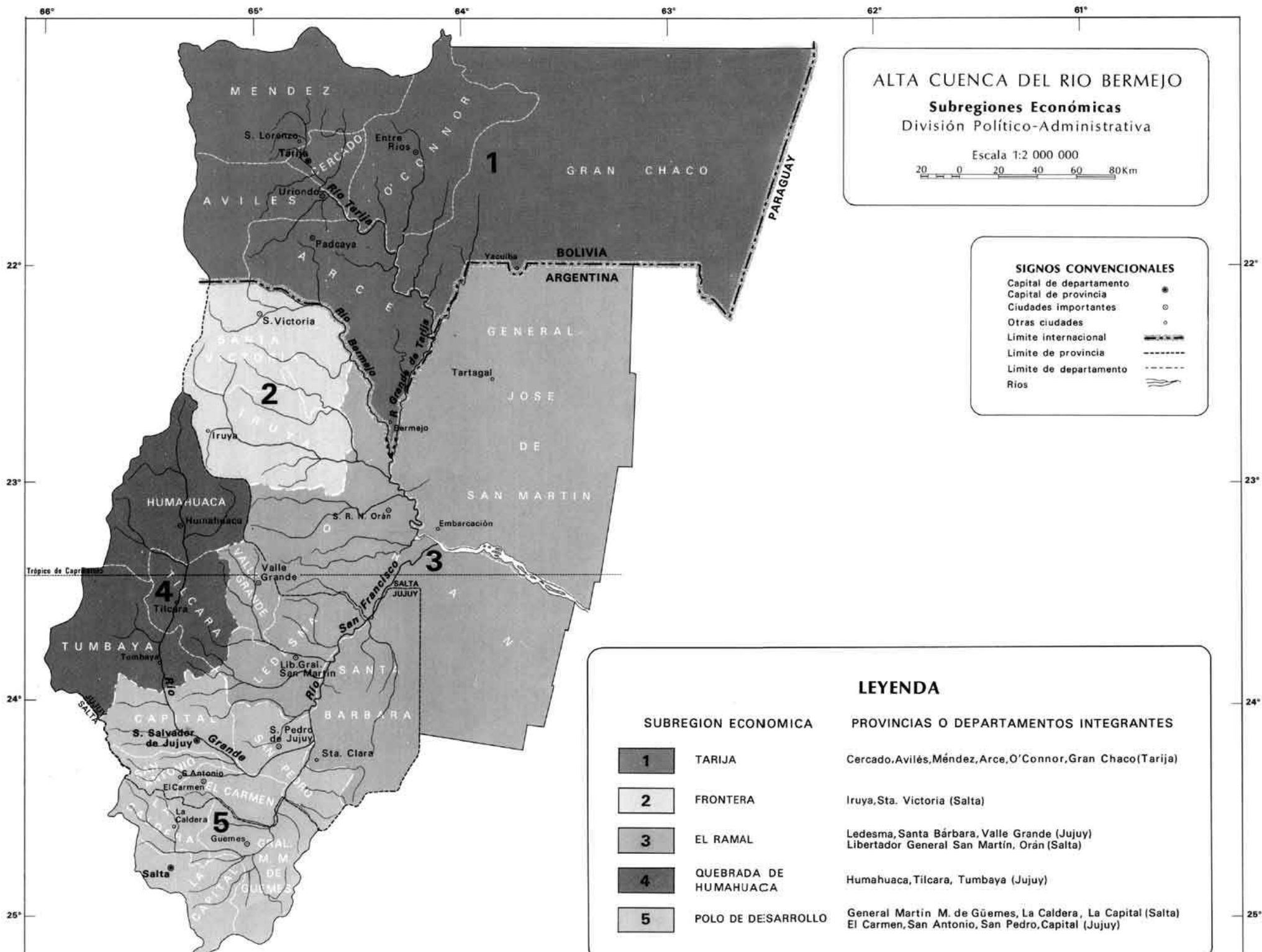


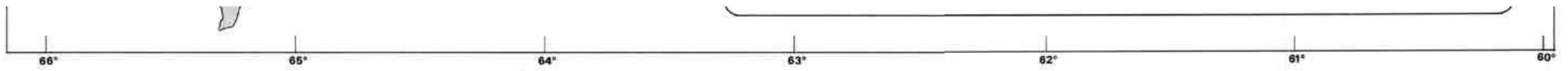


25° 00'



25° 00'





65° 30' -0

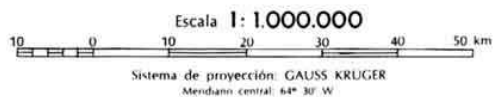
64° 00'

64° 30'

64° 00'

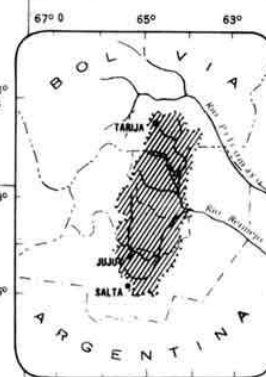
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

Tipo e intensidad de los daños a la tierra



Organización de los Estados Americanos

Este mapa forma parte del Estudio de los Recursos Hídricos de la Alta Cuenca del Río Bermejo, realizado durante el período 1971-1973 por la Unidad Técnica integrada con personal de organismos oficiales de Argentina y de Bolivia y de la Oficina de Desarrollo Regional de la OEA.



MAPA CLAVE

SIGNOS CONVENCIONALES

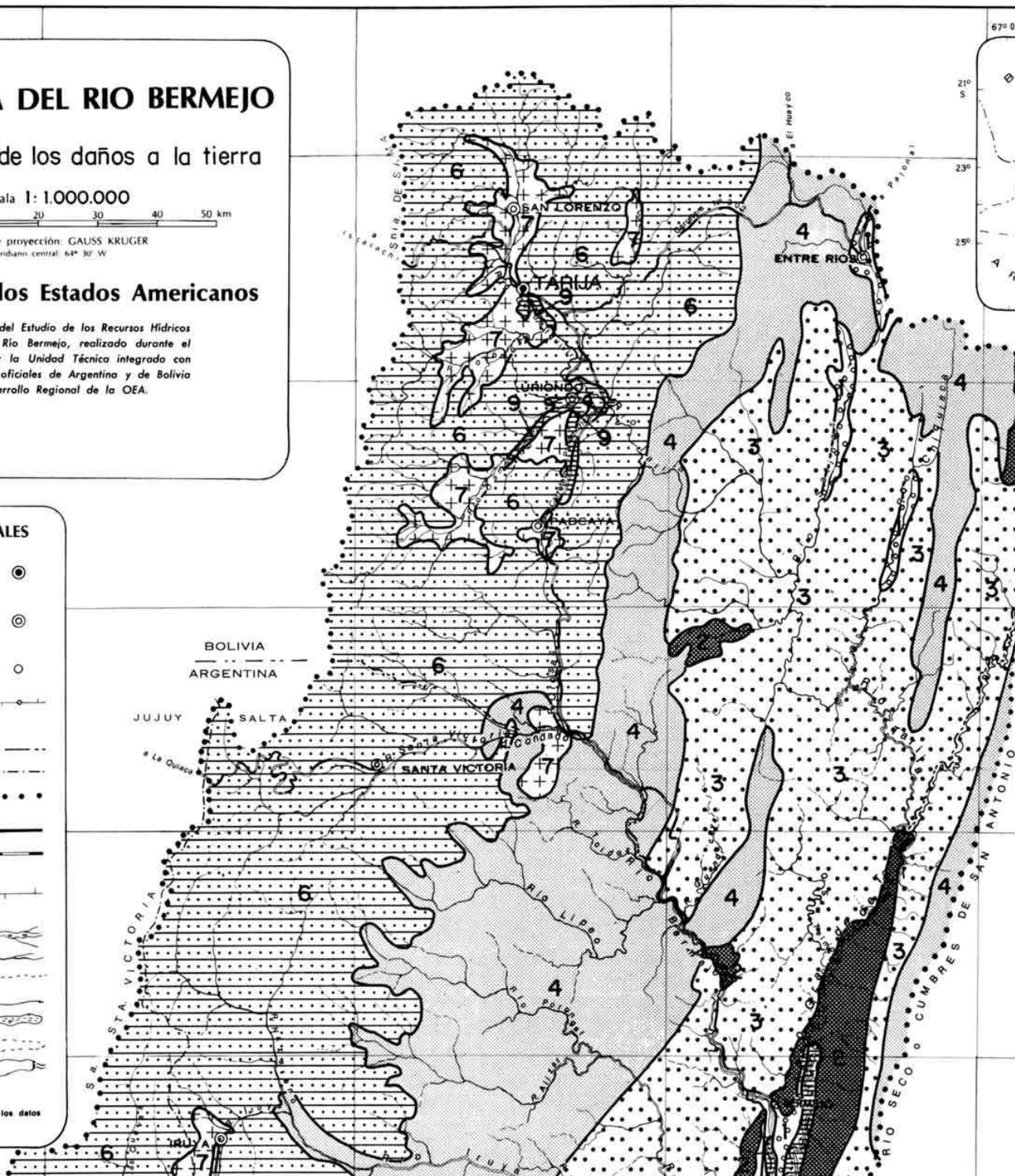
- Capital de provincia (Argentina)
- Capital de departamento (Bolivia)
- Cabecera de departamento (Arg)
- Cabecera de provincia (Bolivia)
- Localidad de más de 2000 hab.
- Estación de Ferrocarril
- Límite internacional
- Límite de división política nac.
- Límite de cuenca
- Carretera pavimentada
- Carretera consolidada
- Ferrocarril, trocha 1.000 m
- Río y arroyo
- Corriente de agua perenne
- Corriente de agua intermitente
- Sumidero
- Lago y laguna perenne
- Bañado
- Embalse

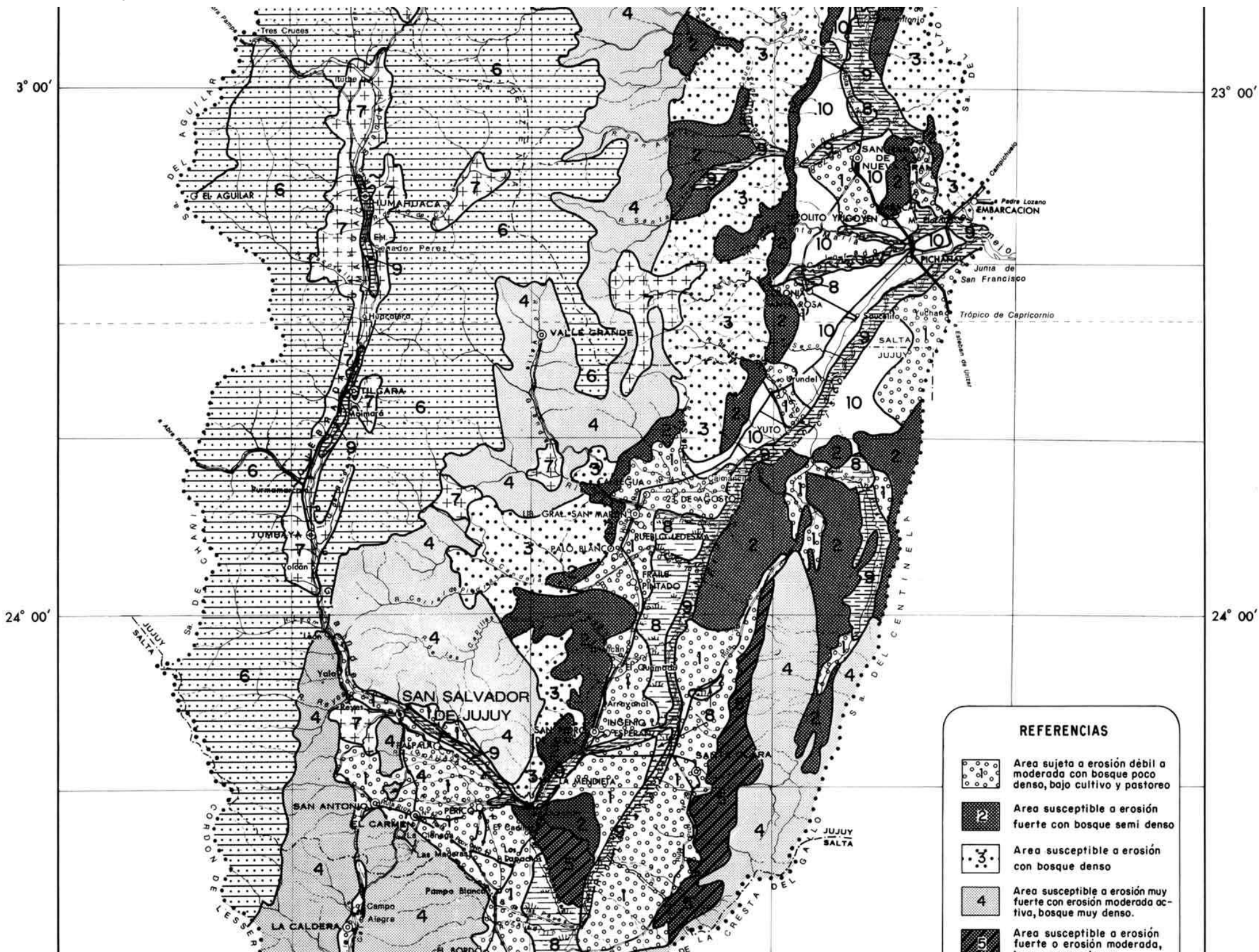
NOTA:

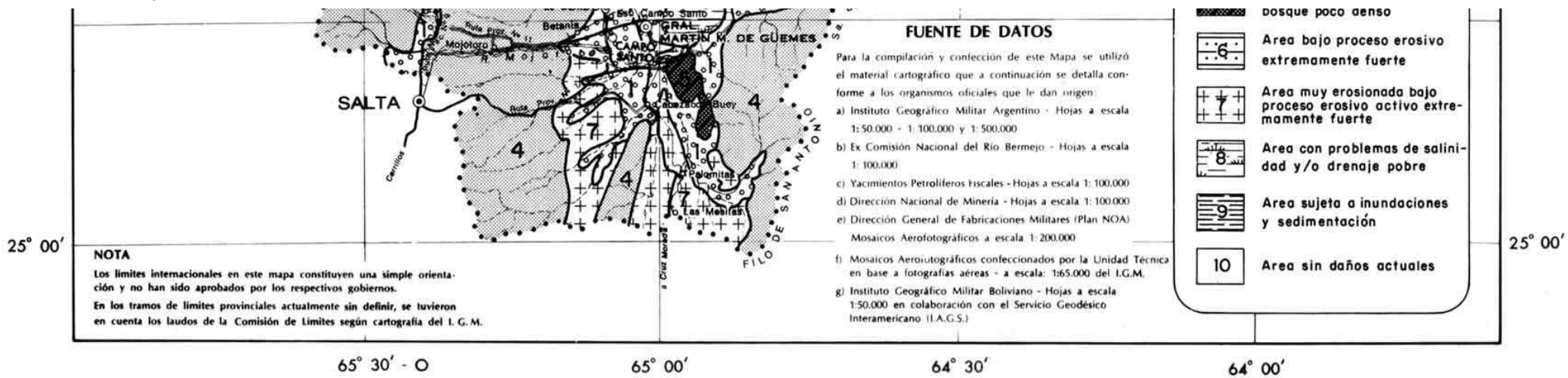
La tipificación de la población responden a los datos de censos de Argentina 1970 y Bolivia 1970

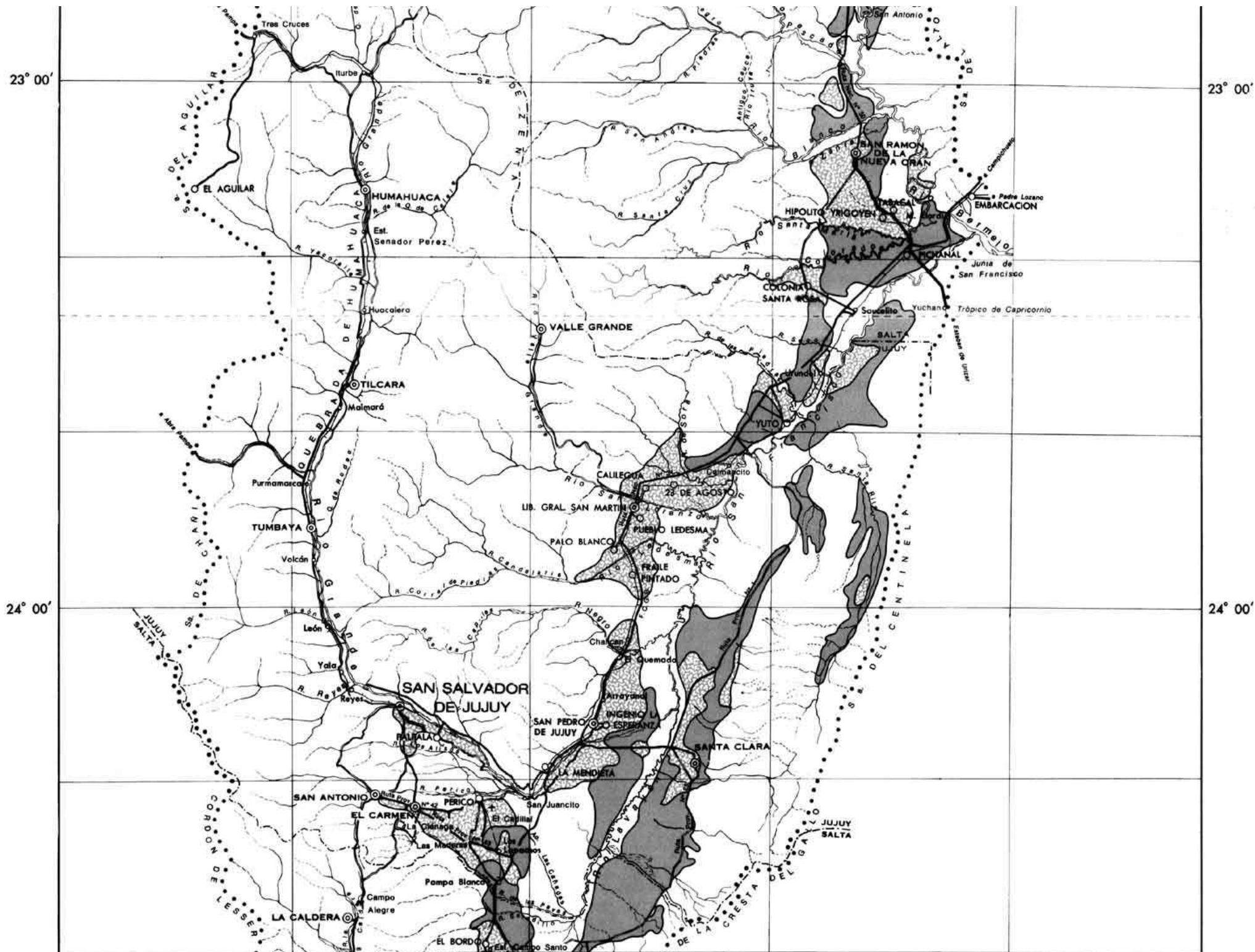
22° 00' S

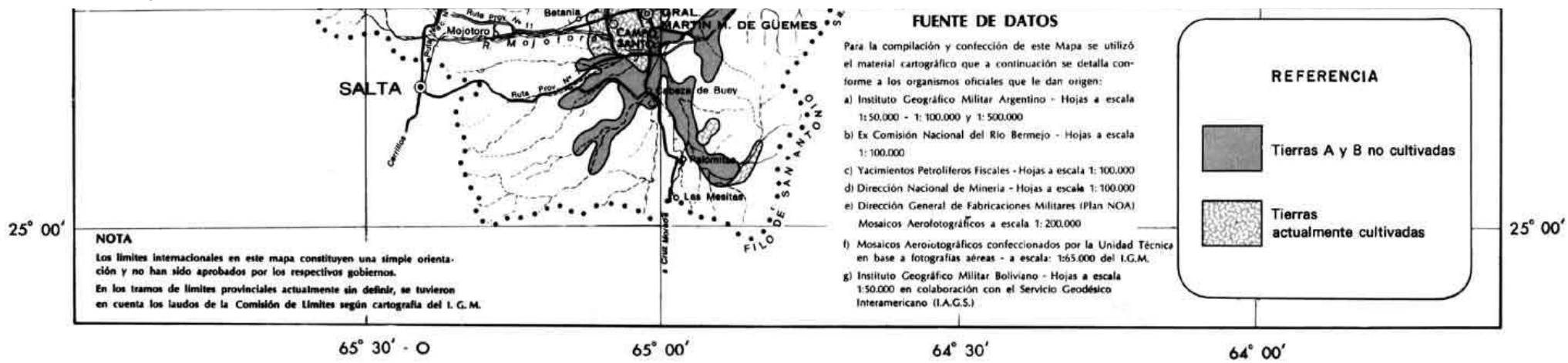
22° 00' S

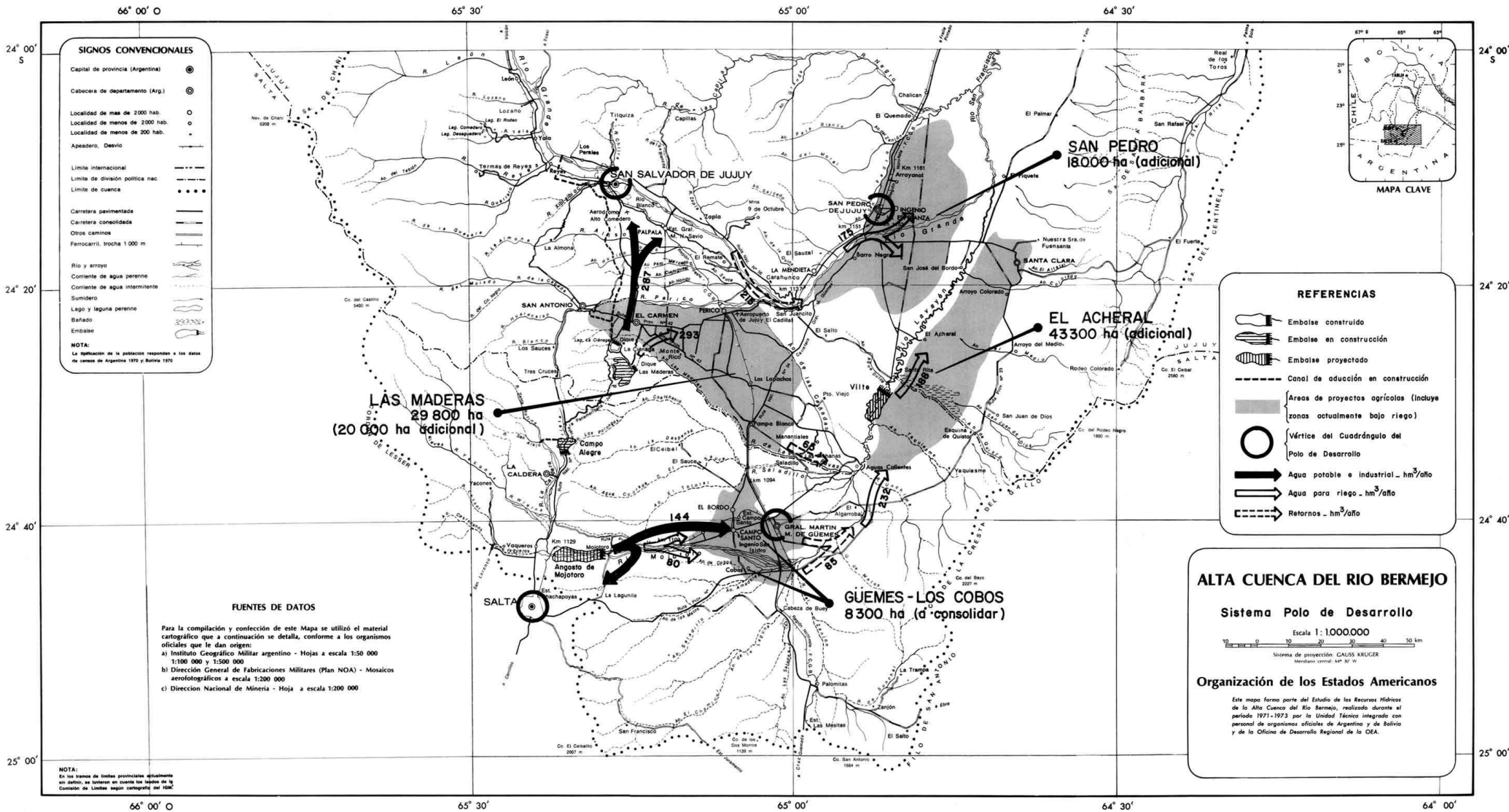


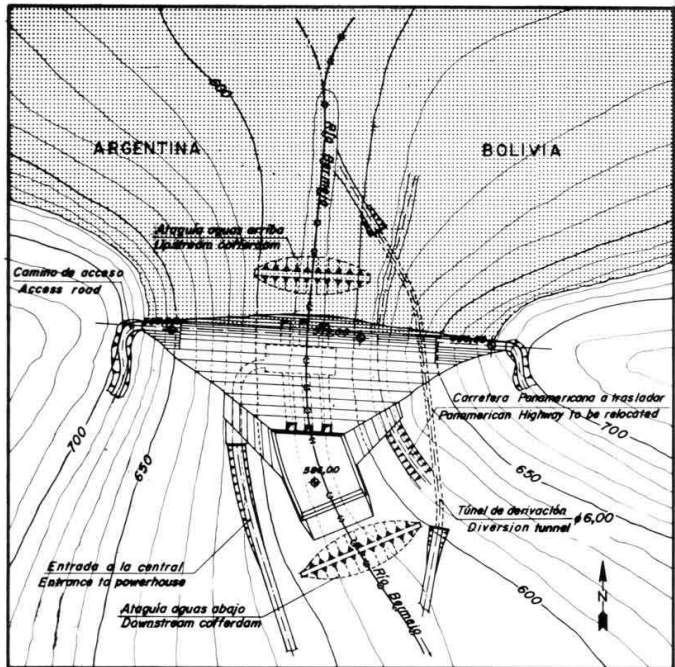




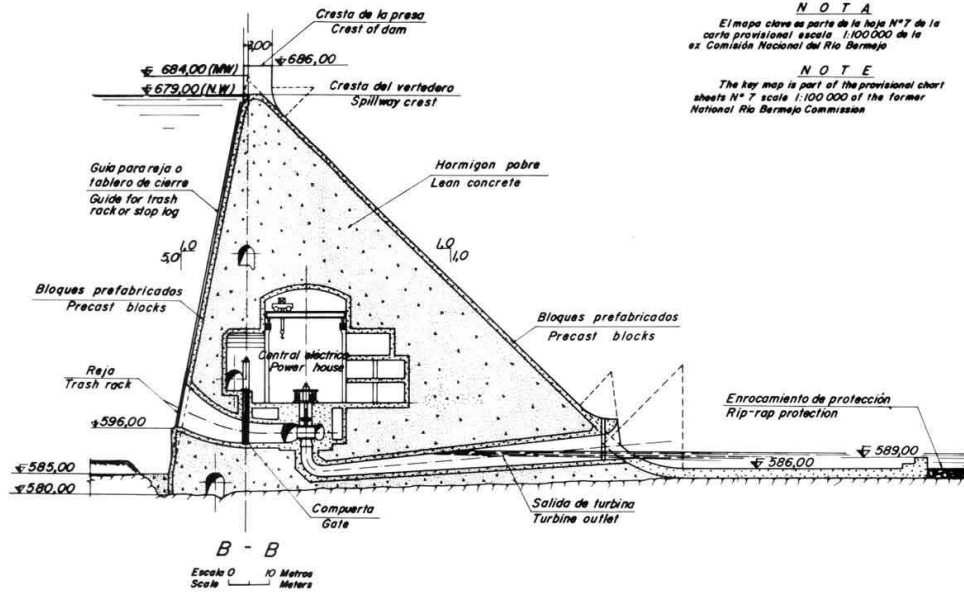






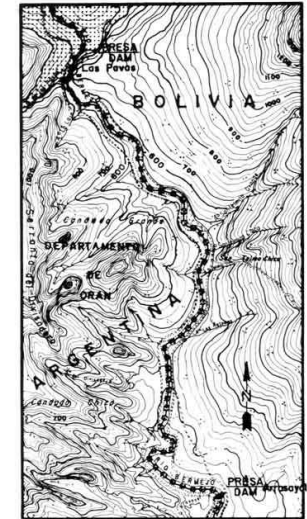


PLANTA
PLAN

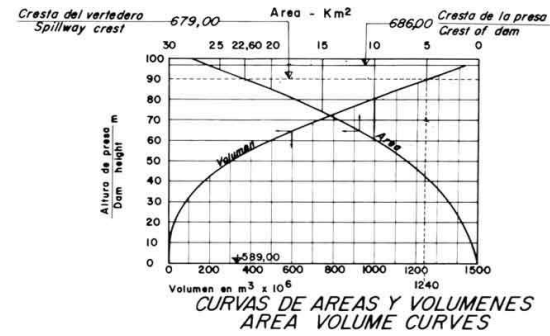
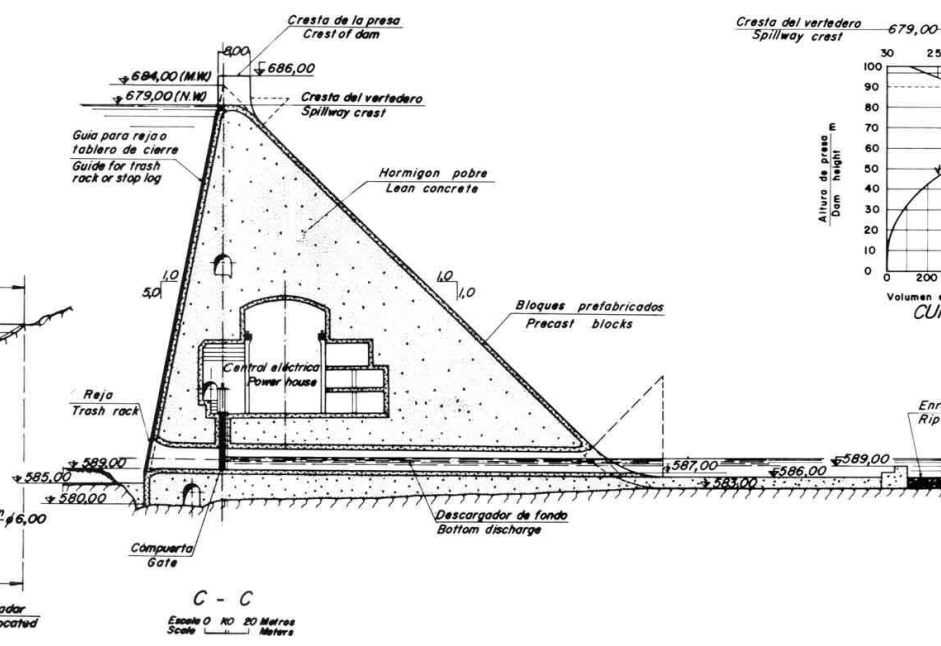
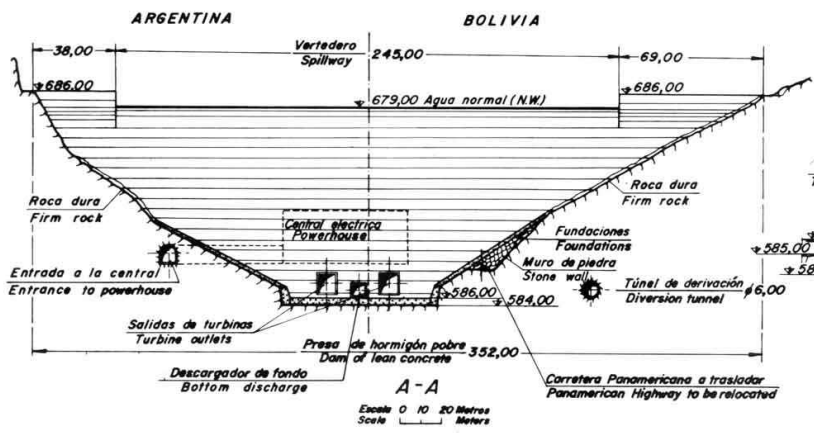


NOTA
El mapa clave es parte de la hoja N° 7 de la carta provisional escala 1:100.000 de la ex Comisión Nacional del Río Bermejo

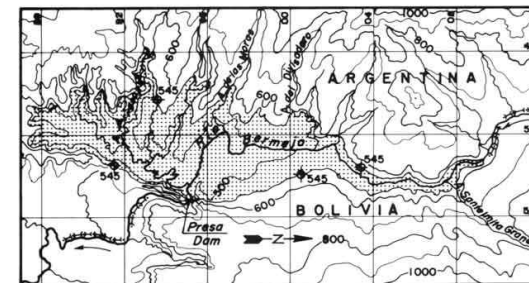
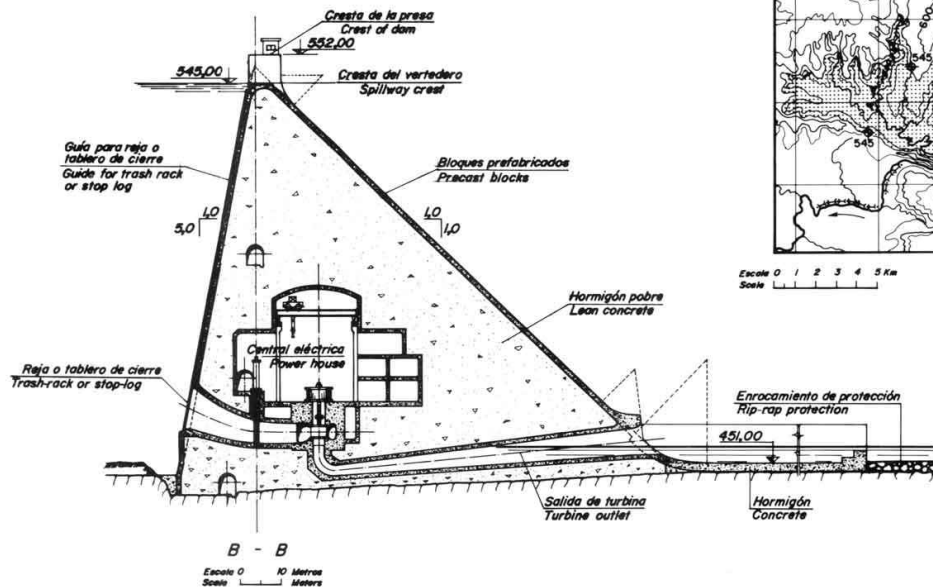
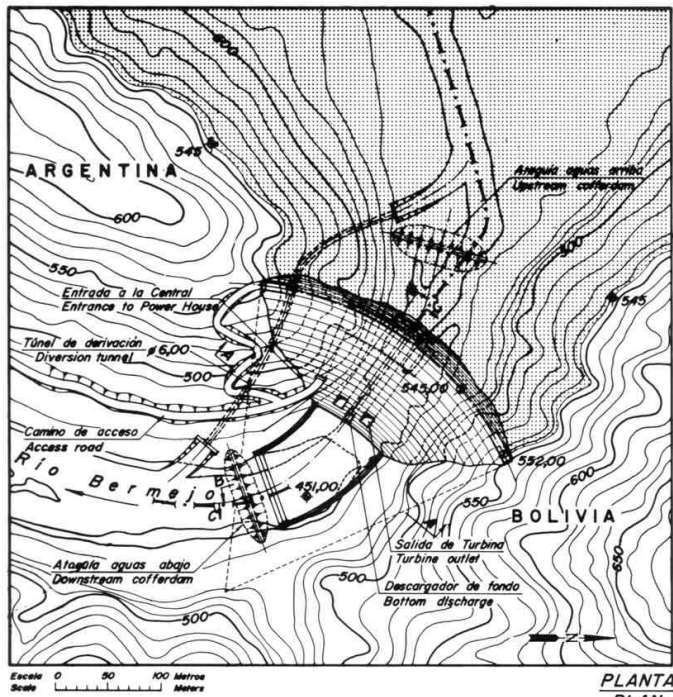
NOTE
The key map is part of the provisional chart sheets N° 7 scale 1:100.000 of the former National Río Bermejo Commission



MAPA CLAVE
KEY MAP



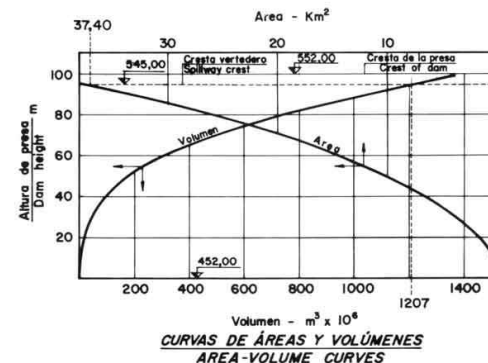
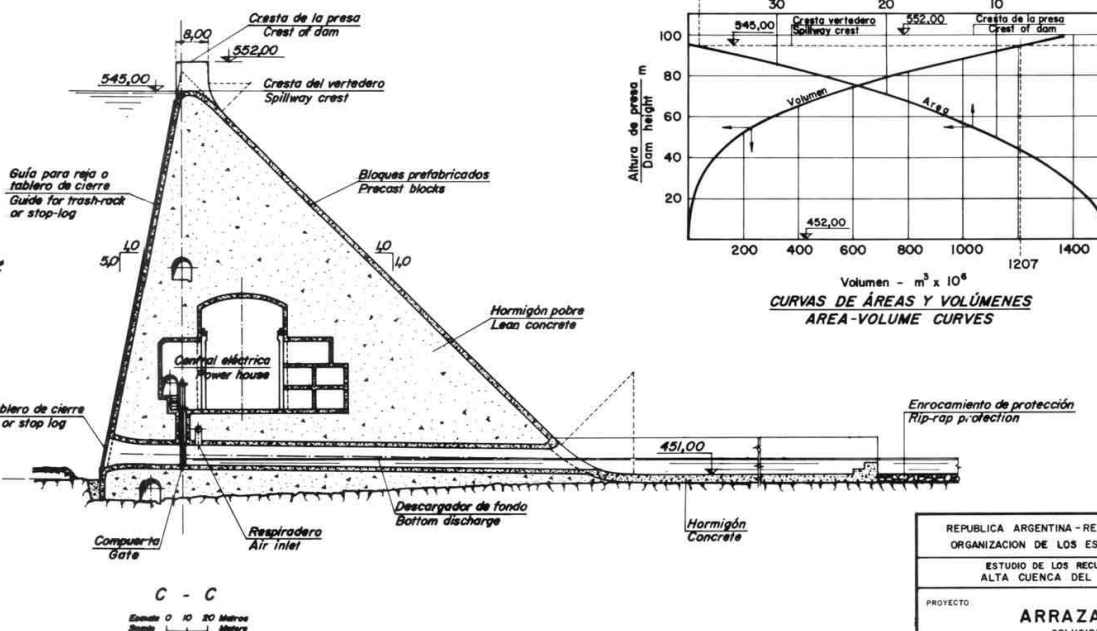
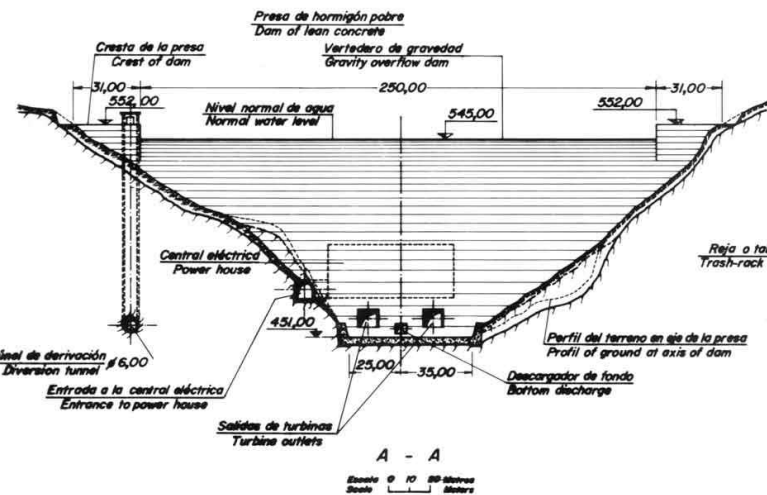
REPUBLICA ARGENTINA - REPUBLICA DE BOLIVIA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO: LAS PAVAS
UNIDAD TECNICA Buenos Aires, 1972



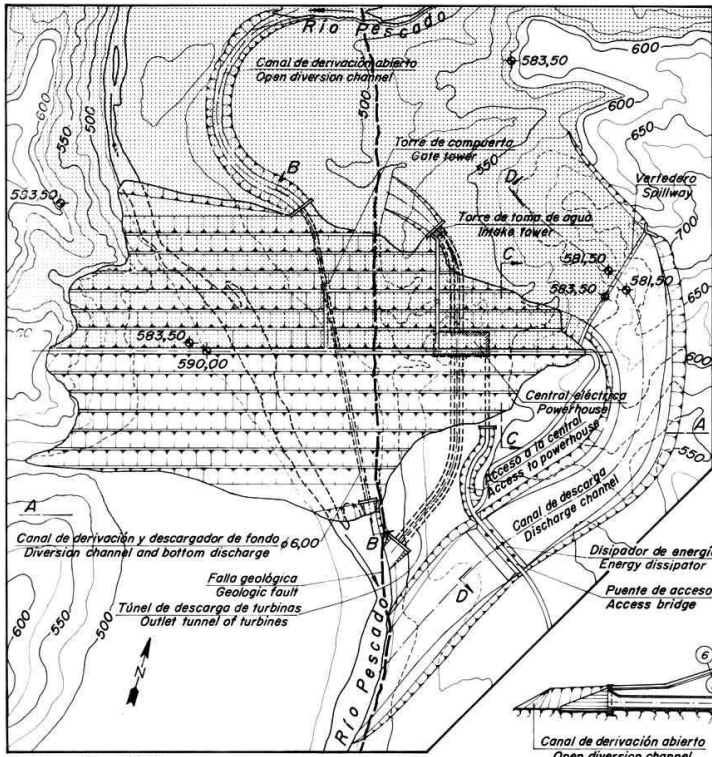
**MAPA CLAVE
KEY MAP**

NOTA
El mapa clave es parte de las hojas Nos. 7 y 13 de la carta provisional escala 1:100,000 de la ex Comisión Nacional del Rio Bermejo.

NOTE
The key map is part of the provisional chart sheets Nos. 7 and 13 scale 1:100,000 of the former Rio Bermejo Commission.

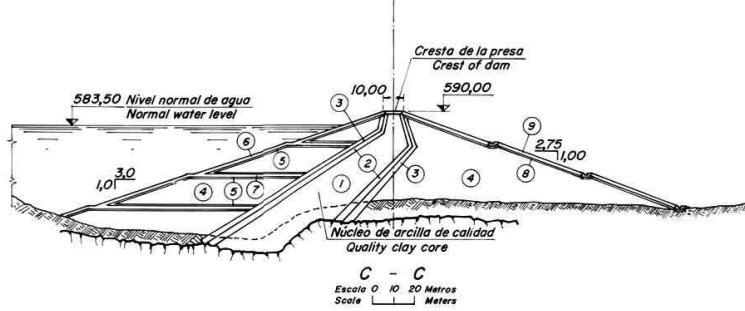


REPUBLICA ARGENTINA - REPUBLICA DE BOLIVIA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO: ARRAZAYAL SOLUCION 2
UNIDAD TECNICA
Buenos Aires 1972

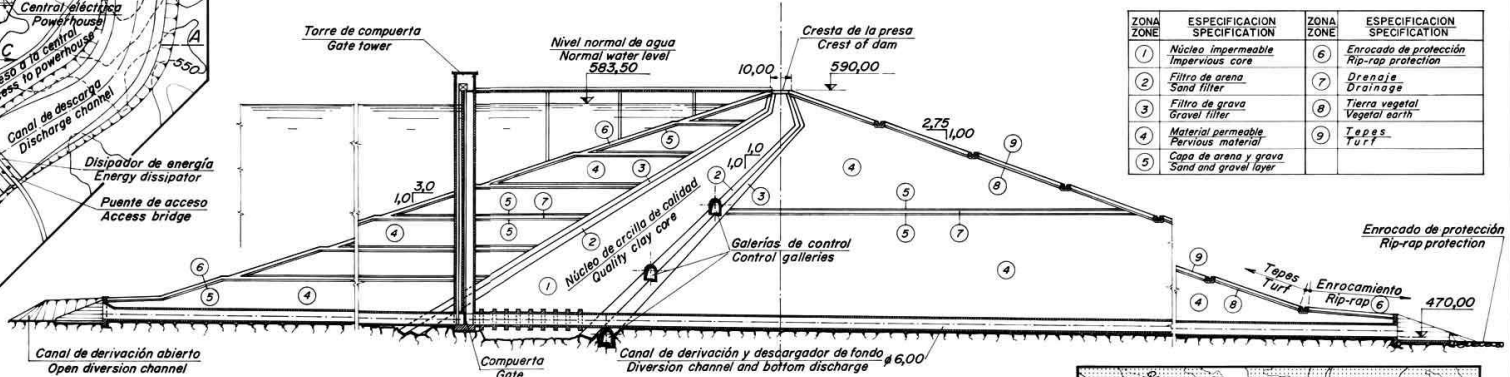


Escala 0 100 200 Metros
Scale 0 100 200 Meters

PLANTA
PLAN

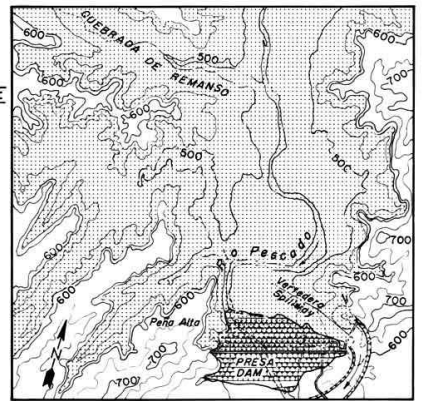


C - C
Escala 0 10 20 Metros
Scale 0 10 20 Meters

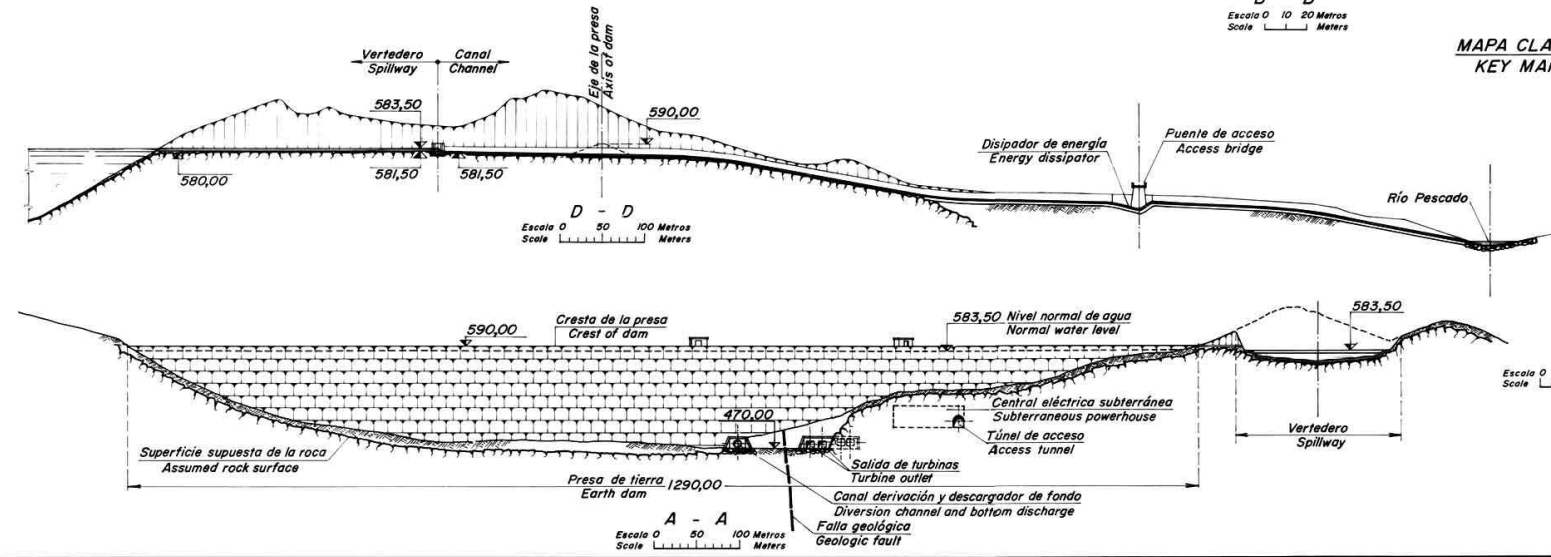


B - B
Escala 0 10 20 Metros
Scale 0 10 20 Meters

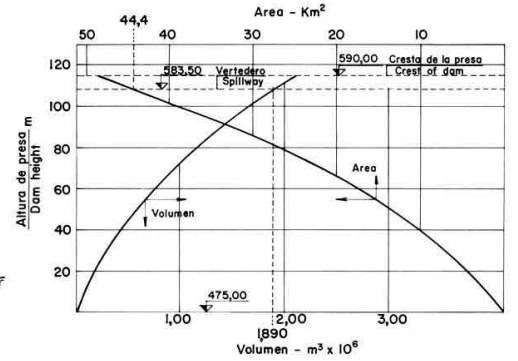
MAPA CLAVE
KEY MAP



Escala 0 500 1000 Metros
Scale 0 500 1000 Meters



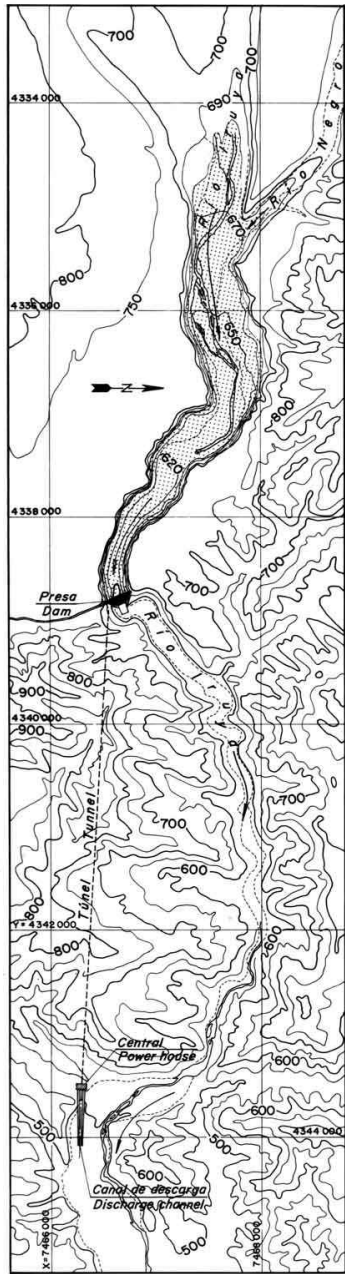
A - A
Escala 0 50 100 Metros
Scale 0 50 100 Meters



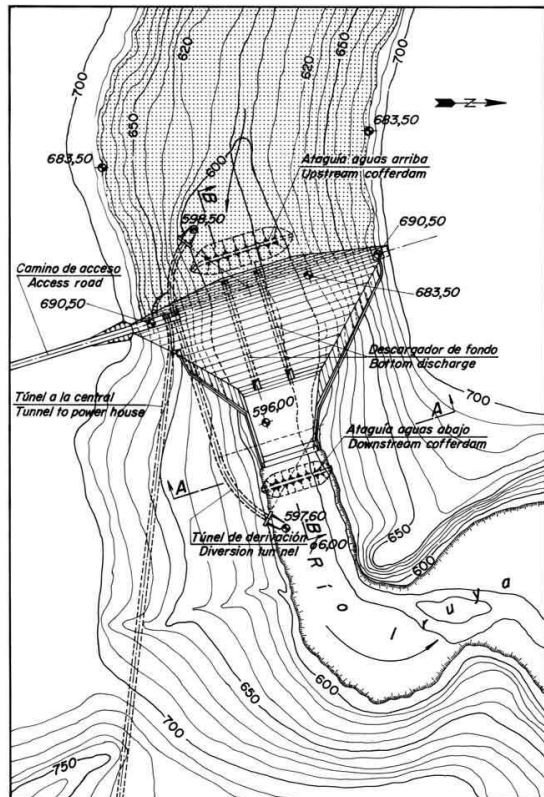
CURVAS DE AREAS Y VOLUMENES
AREA - VOLUME CURVES

ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION	ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION
1	Núcleo impermeable Impervious core	6	Enrocado de protección Rip-rap protection
2	Filtro de arena Sand filter	7	Drenaje Drainage
3	Filtro de grava Gravel filter	8	Tierra vegetal Vegetal earth
4	Material permeable Pervious material	9	Tepes Turf
5	Capa de arena y grava Sand and gravel layer		

REPUBLICA ARGENTINA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO PESCADO II
UNIDAD TECNICA BUENOS AIRES 1972



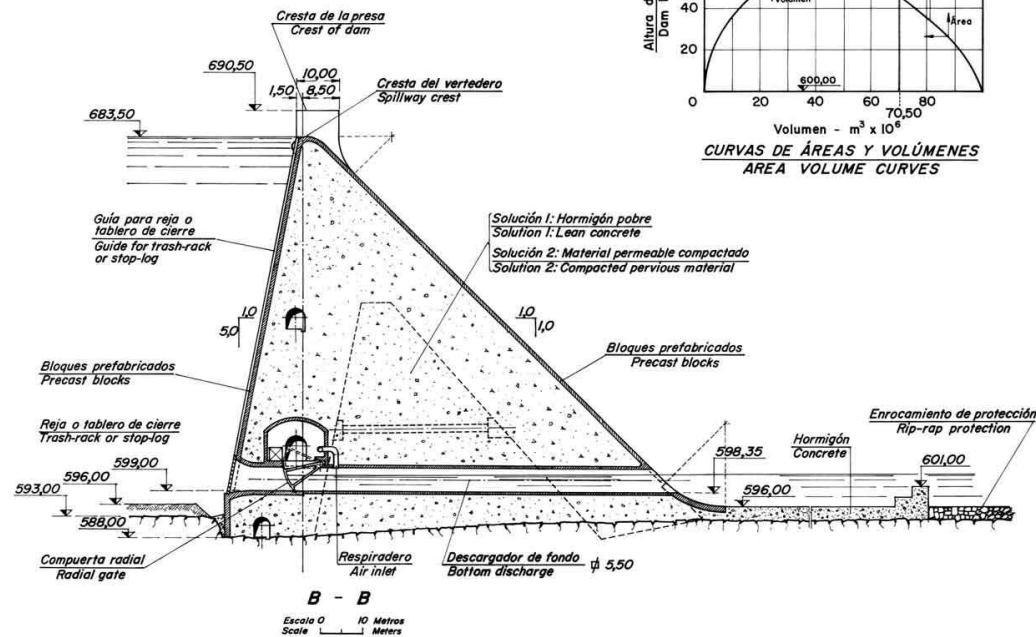
MAPA CLAVE
KEY MAP



PLANTA
PLAN

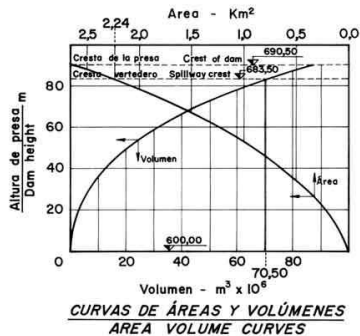
NOTA
El mapa clave es parte de la hoja No.7 de restitución plani-altimétrica escala 1:20000 de la ex Comisión Nacional del Río Bermejo.

NOTE
The key map is part of plane-altimetric restitution sheet No.7 scale 1:20000 of the former National Rio Bermejo Commission.

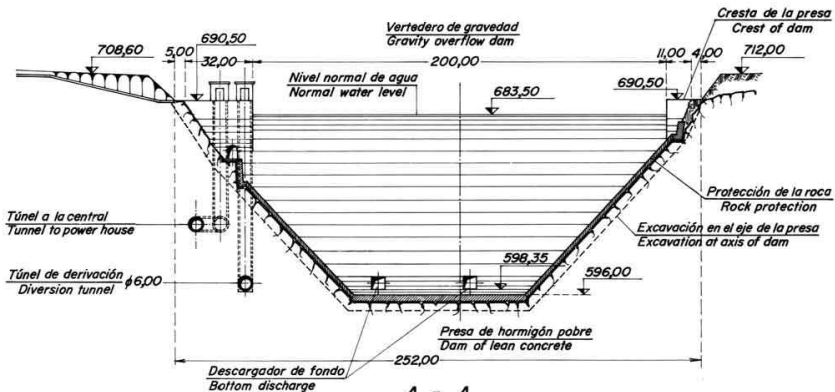


B - B

Escala 0 10 20 Metros
Scale



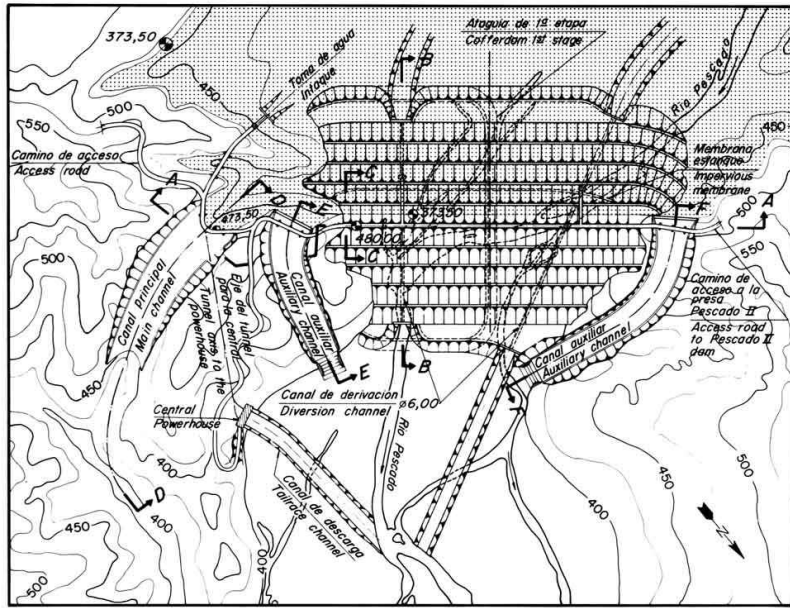
CURVAS DE ÁREAS Y VOLÚMENES
AREA VOLUME CURVES



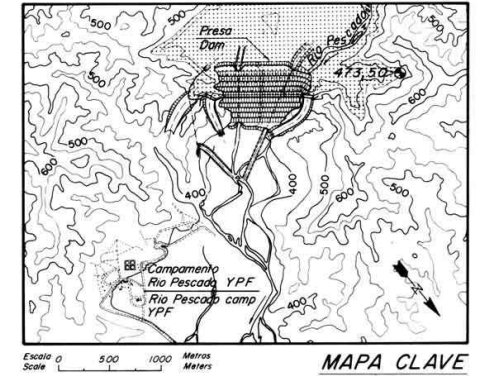
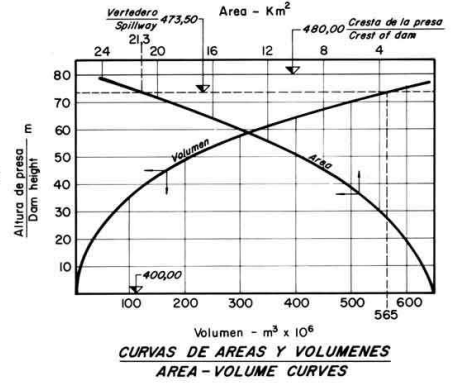
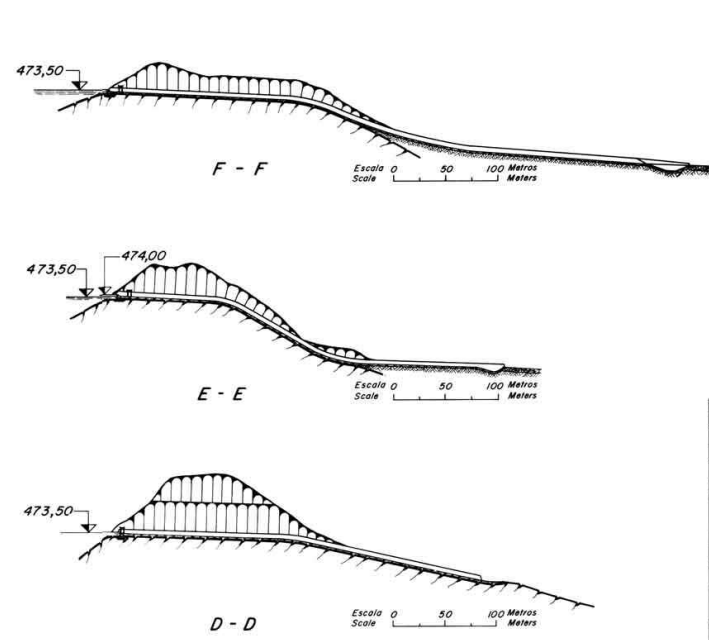
A - A

Escala 0 10 20 Metros
Scale

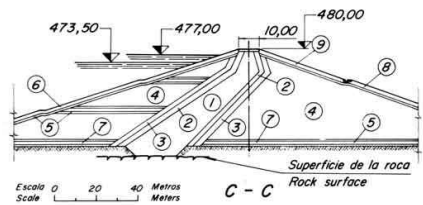
REPUBLICA ARGENTINA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO: EL PORTILLO
UNIDAD TECNICA Buenos Aires 1972



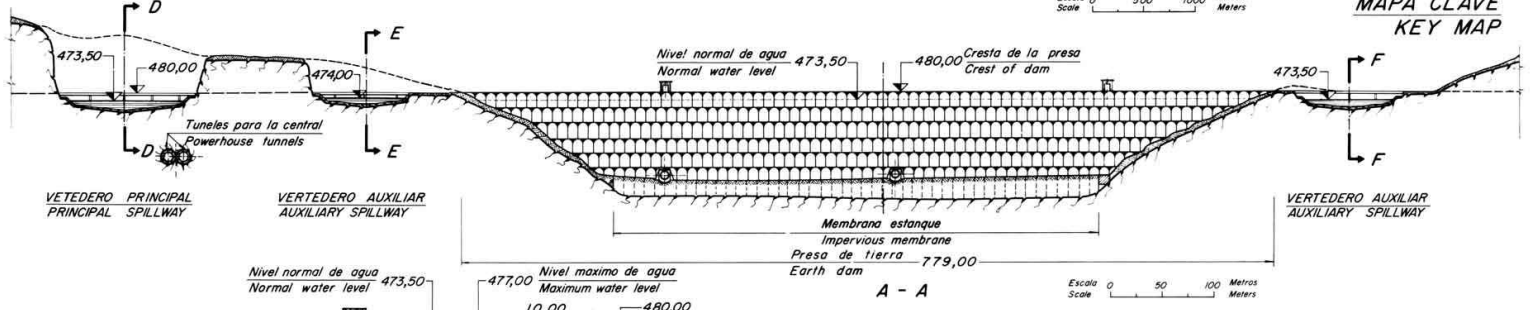
ESCALA 0 100 200 METROS
Scale 0 100 200 Meters
PLANTA PLAN



ESCALA 0 500 1000 METROS
Scale 0 500 1000 Meters
MAPA CLAVE KEY MAP

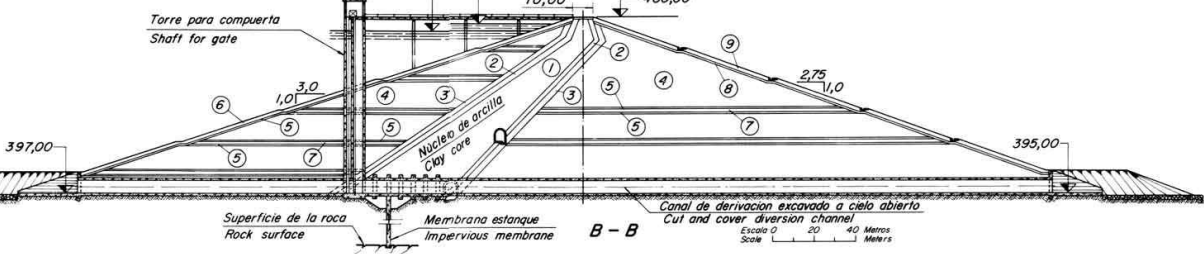


ESCALA 0 20 40 METROS
Scale 0 20 40 Meters
C - C



ESCALA 0 50 100 METROS
Scale 0 50 100 Meters
A - A

ZONA	ESPECIFICACION	ZONA	ESPECIFICACION
1	Núcleo impermeable Impervious core	6	Enrocado de protección Rip-rap
2	Filtro de arena Sand filter	7	Drenaje Drainage
3	Filtro de grava Gravel filter	8	Tierra vegetal Vegetal earth
4	Material permeable Pervious material	9	Tapas Turf
5	Capa de arena y grava Sand and gravel layer	10	Relleño sin clasificar Random fill

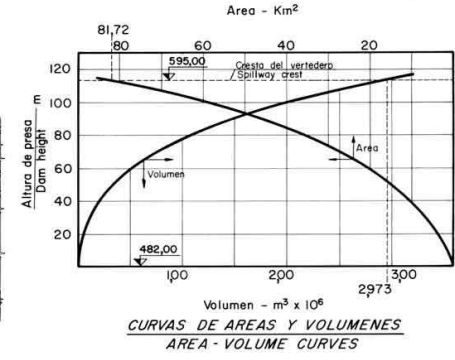
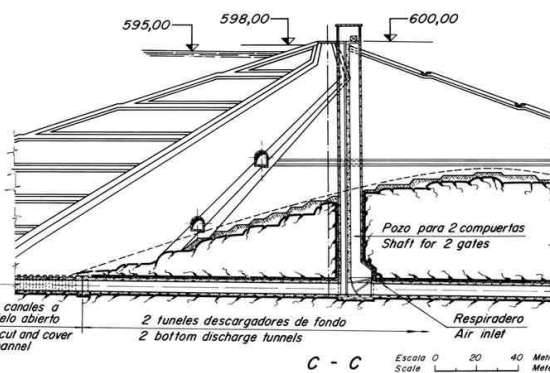
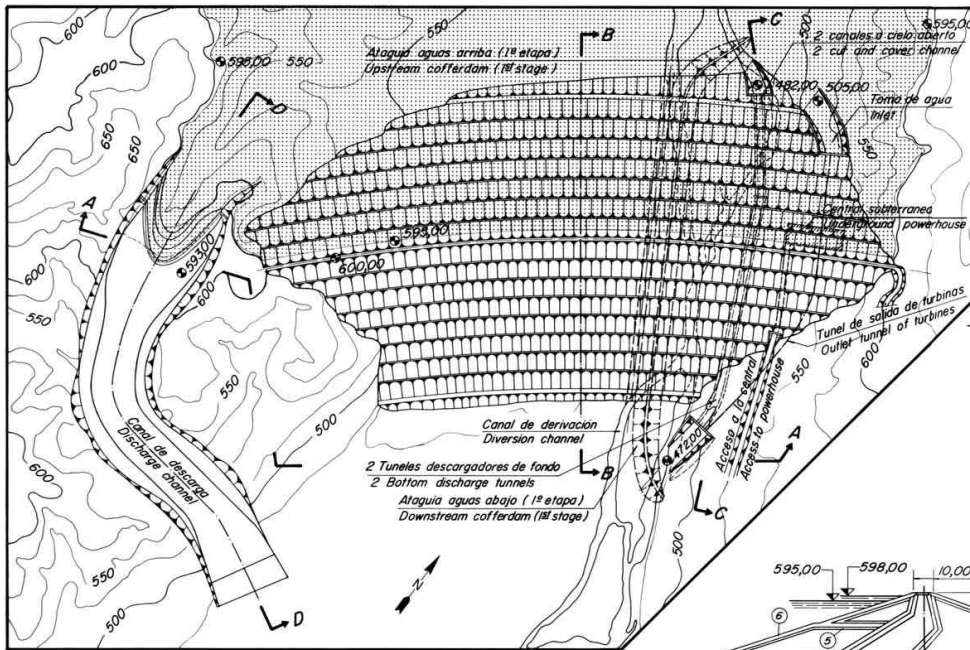


ESCALA 0 20 40 METROS
Scale 0 20 40 Meters
B - B

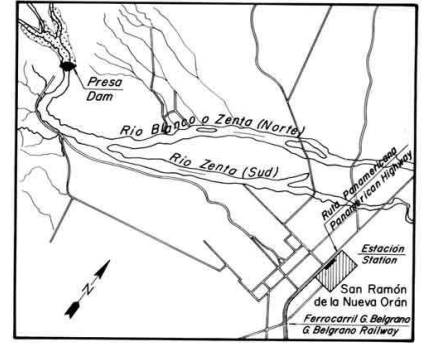
REPUBLICA ARGENTINA
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

PROYECTO:
PESCADO I

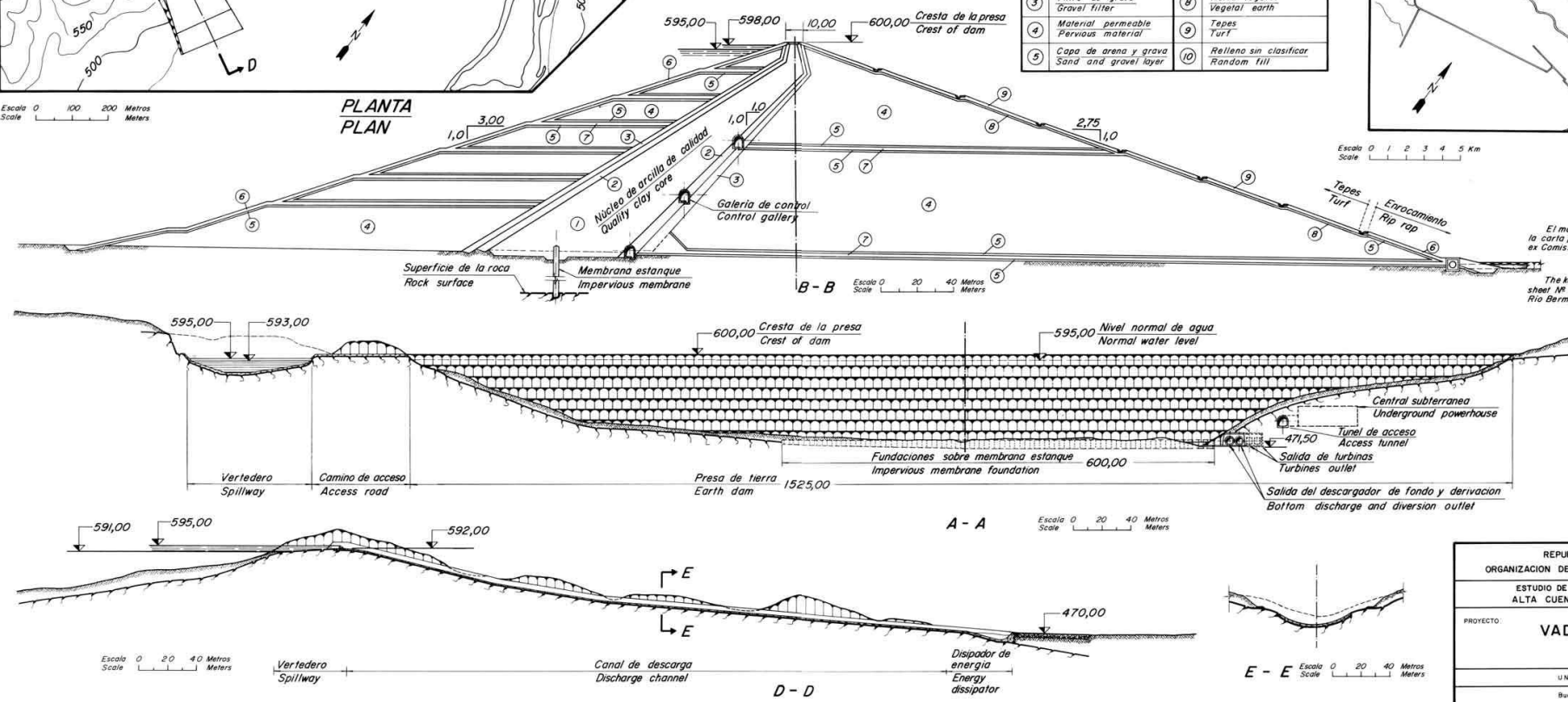
UNIDAD TECNICA
BUENOS AIRES 1972



ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION	ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION
1	Núcleo impermeable (Impervious core)	6	Enrocado de protección (Rip-rap)
2	Filtro de arena (Sand filter)	7	Drenaje (Drainage)
3	Filtro de grava (Gravel filter)	8	Tierra vegetal (Vegetal earth)
4	Material permeable (Pervious material)	9	Tapes Turf
5	Capa de arena y grava (Sand and gravel layer)	10	Relleno sin clasificar (Random fill)



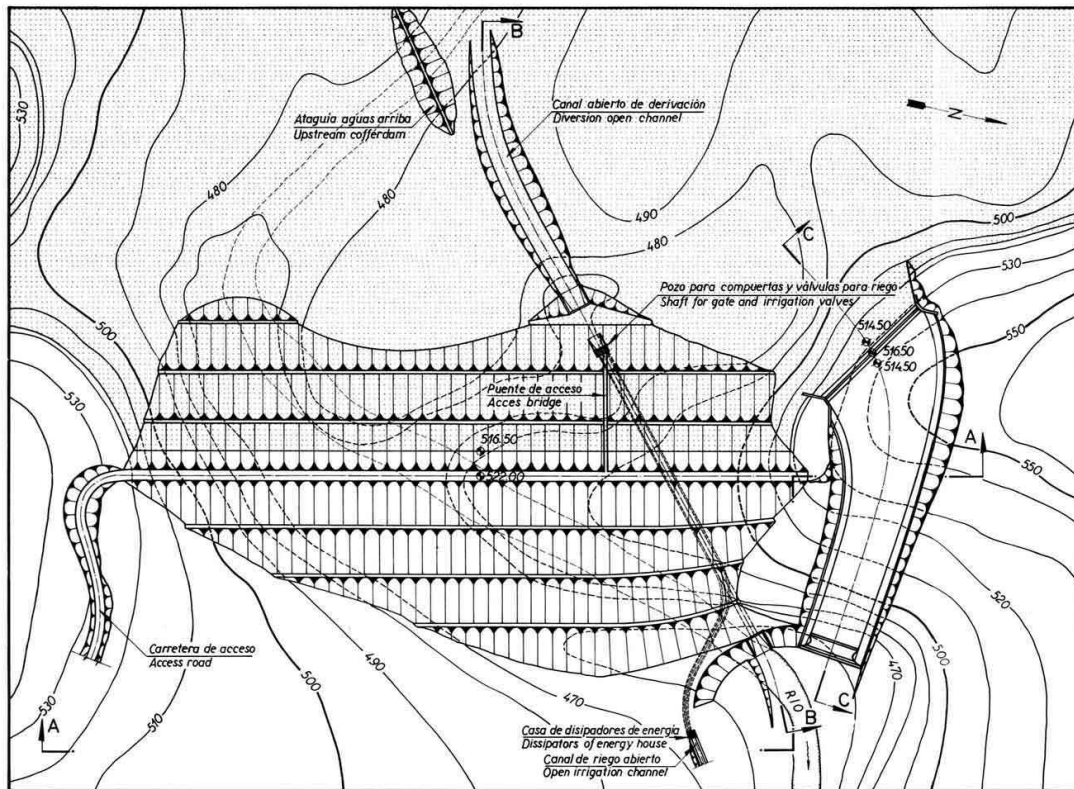
NOTA
 El mapa clave es parte de la hoja N° 19 de la carta provisional escala 1:100.000 de la ex Comisión Nacional del Rio Bermejo.
NOTE
 The key map is part of the provisional chart sheet N° 19 scale 1:100,000 of the former Rio Bermejo Commission.



REPUBLICA ARGENTINA
 ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
 ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
 ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

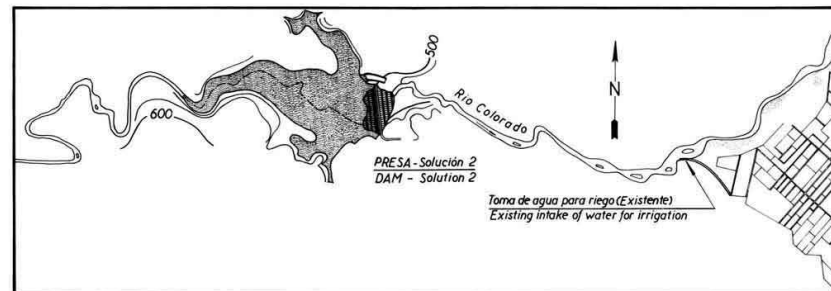
PROYECTO: **VADO HONDO**
 SOLUCION 1

UNIDAD TECNICA
 Buenos Aires 1972



PLANTA
PLAN

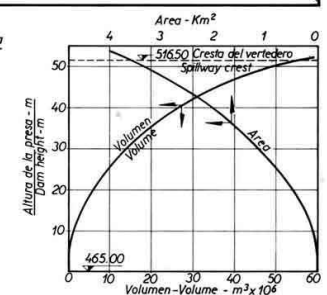
Escala
Scale 0 50 100 Metros
Meters



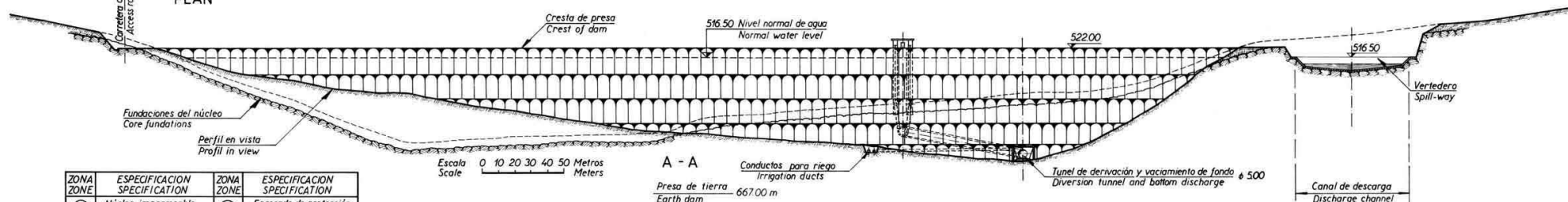
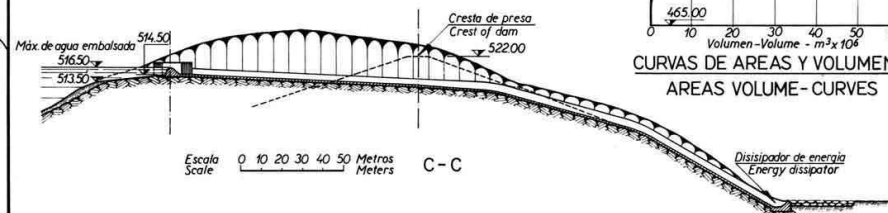
Escala
Scale 0 1000 Metros
Meters

MAPA CLAVE
KEY MAP

Según fotografía aérea
According to air foto
3A-407-9031



CURVAS DE AREAS Y VOLUMENES
AREAS VOLUME - CURVES



ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION	ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION
1	Núcleo impermeable Impervious core	6	Enrocado de protección Rip-rap
2	Filtro de arena Sand filter	7	Drenaje Drain
3	Filtro de grava Gravel filter	8	Tierra vegetal Vegetal earth
4	Material permeable Pervious material	9	Tapas Lids
5	Capas de arena y grava Sand and gravel layer	10	Relleno sin clasificación Random fill

Escala
Scale 0 10 20 30 40 50 Metros
Meters

264.00
Canal abierto
Open channel

Quebrada existente
Existing side gully

Compuerta
Gate 109.00

B - B

516.50

522.00 Cresta de presa
Crest of dam

Conductos para riego
Irrigation ducts

Toma de agua para riego y túnel de derivación (vaciamiento de fondo)
Water inlet for irrigation and diversion tunnel (bottom discharge) 5.00

226.00

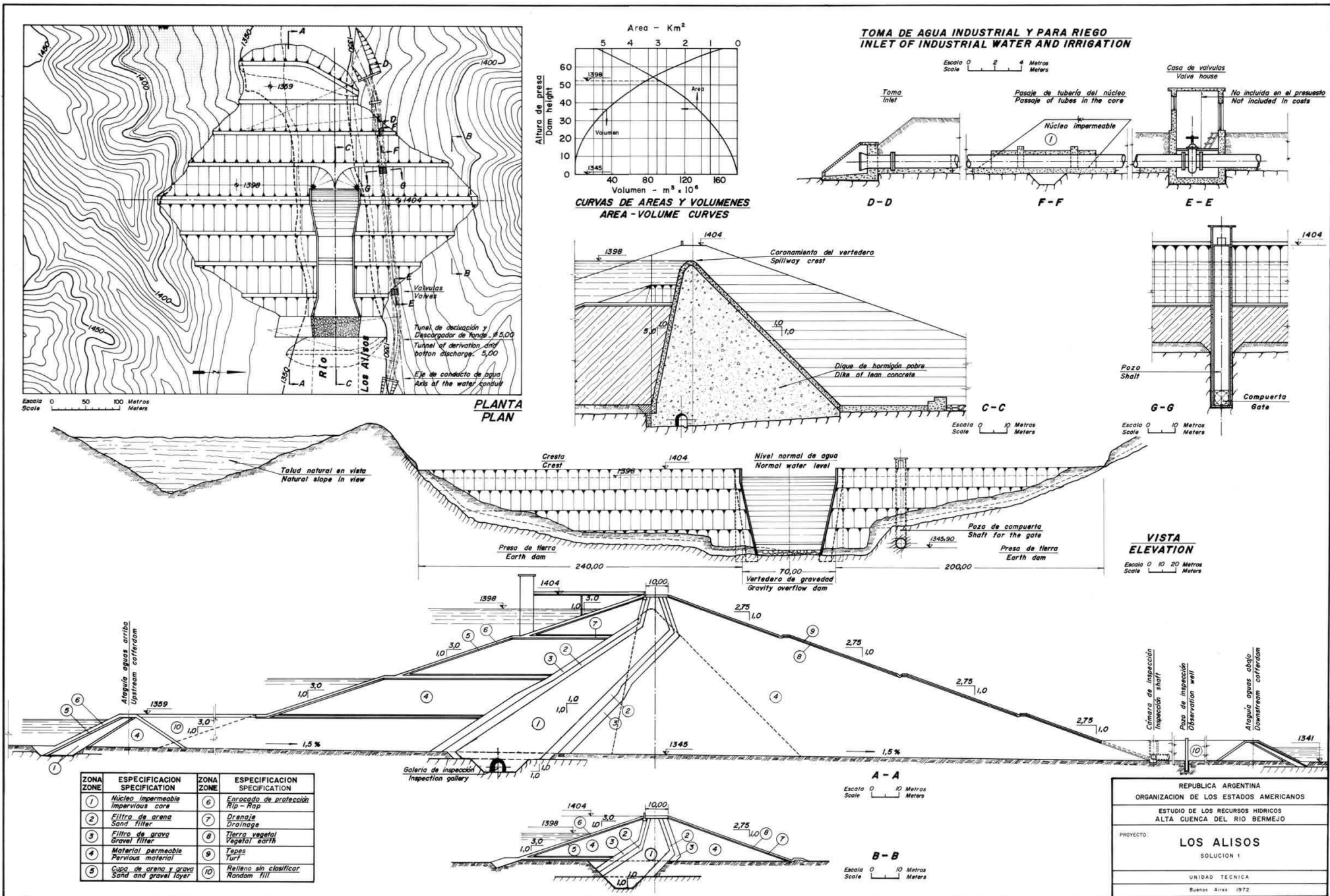
28.00

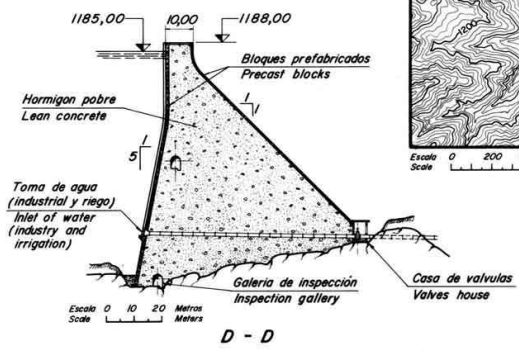
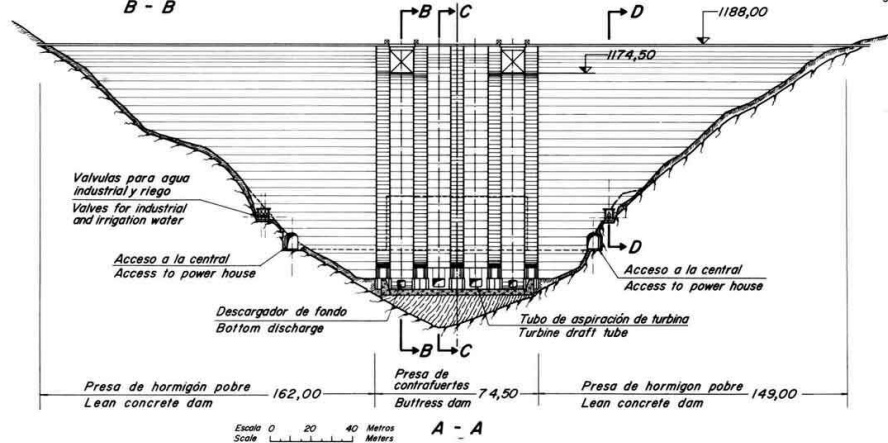
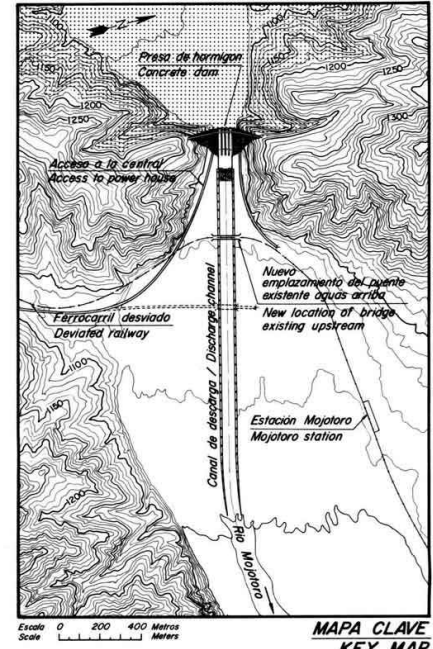
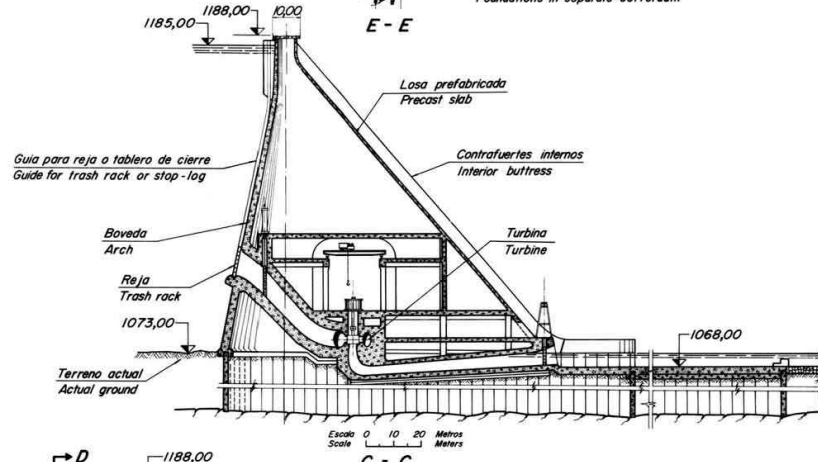
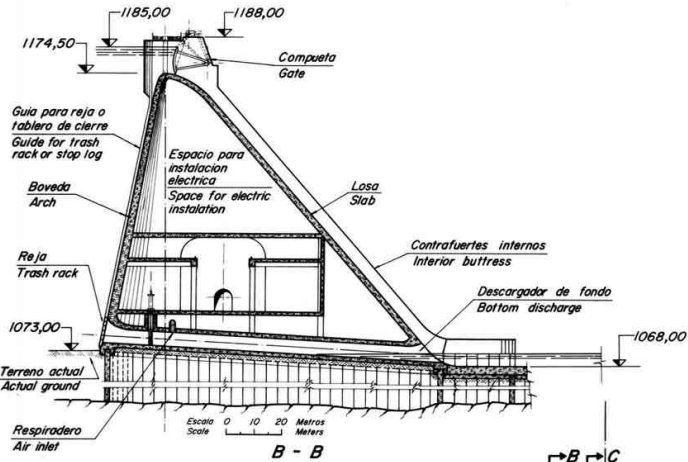
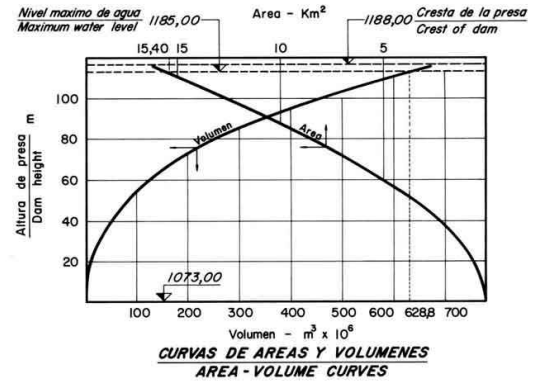
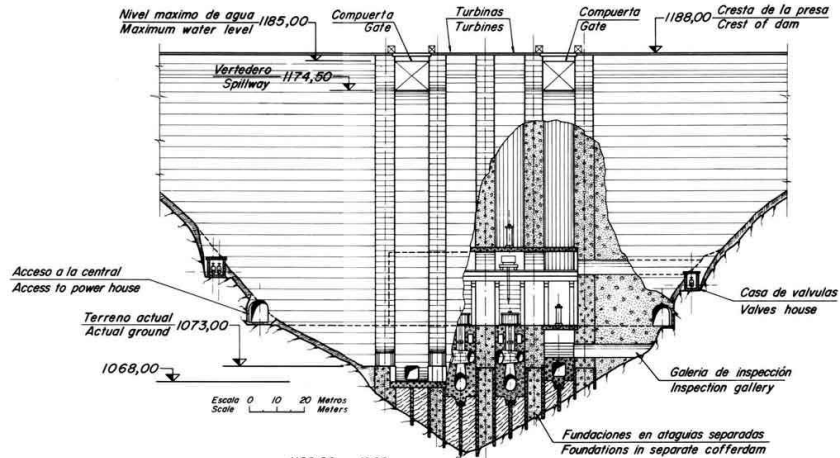
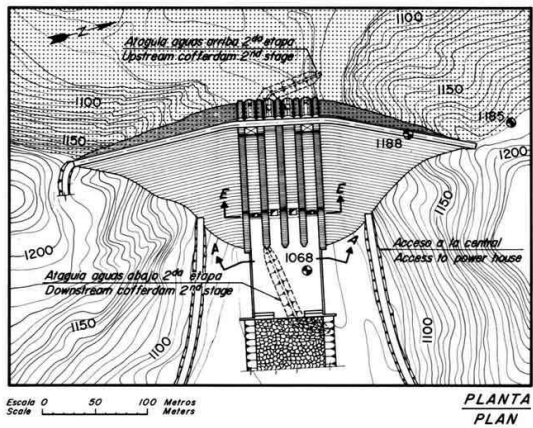
458.50

REPUBLICA ARGENTINA
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

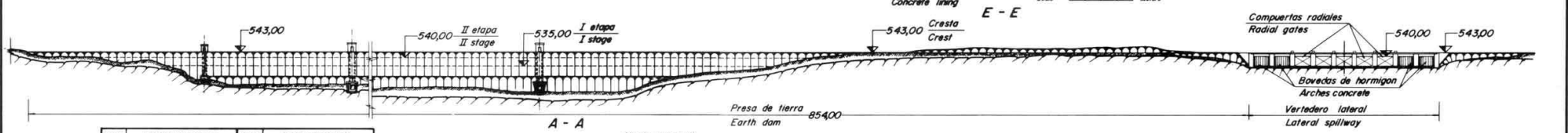
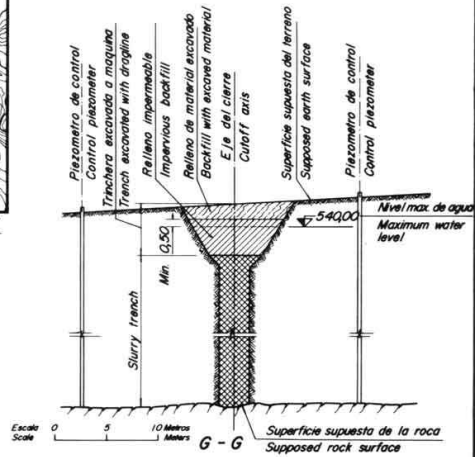
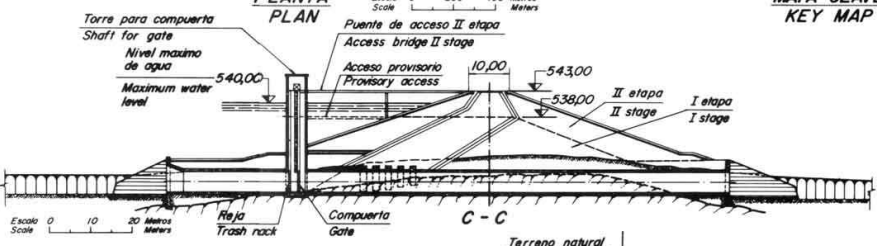
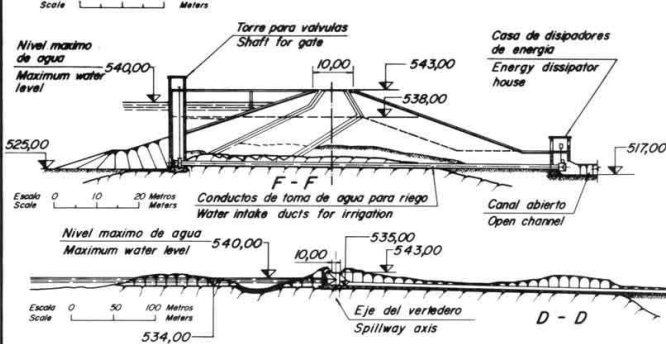
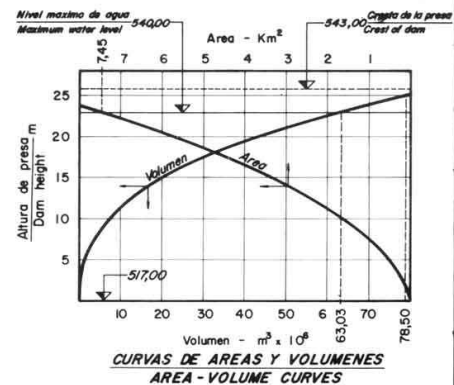
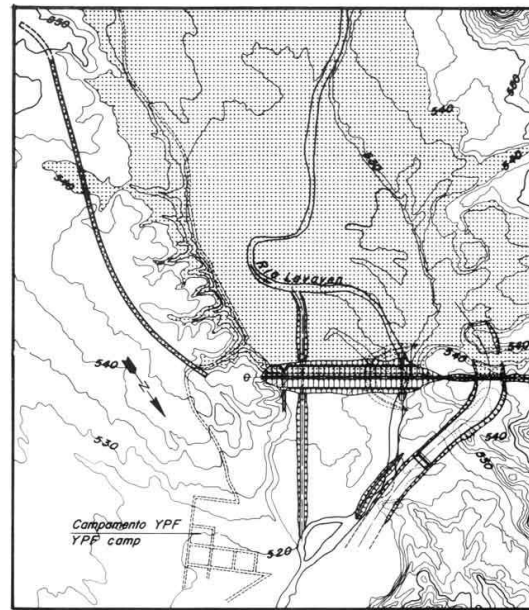
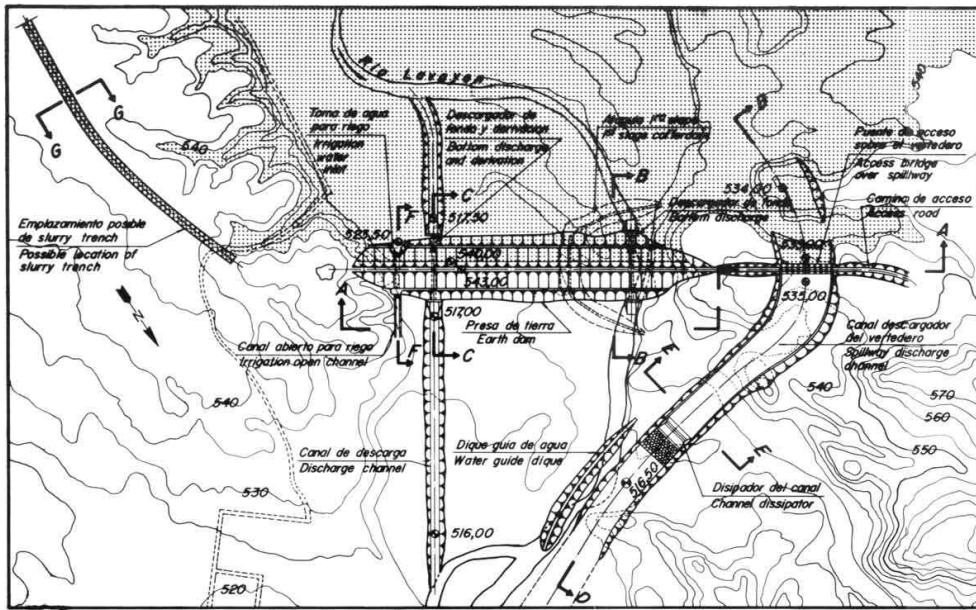
PROYECTO:
SANTA ROSA
SOLUCION 2

UNIDAD TECNICA
Buenos Aires 1972

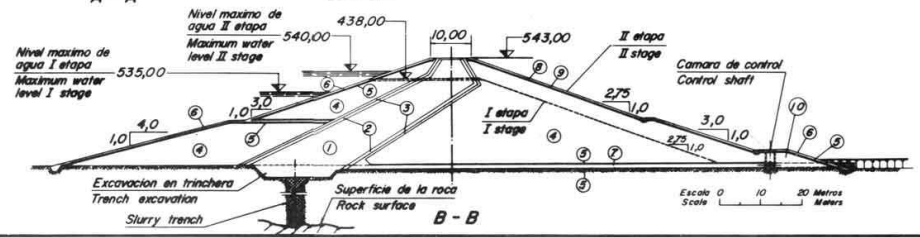




REPUBLICA ARGENTINA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO: MOJOTORO
UNIDAD TECNICA Buenos Aires 1972



ZONA	ESPECIFICACION	ZONA	ESPECIFICACION
1	Núcleo impermeable	7	Enrocado de protección
2	Filtro de arena	8	Drenaje
3	Filtro de grava	9	Tierra vegetal
4	Materia permeable	10	Tapas
5	Capa de arena y grava		Relleno sin clasificar

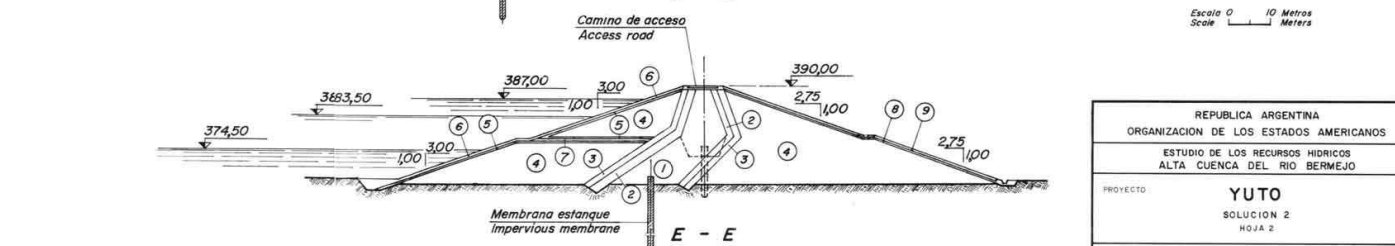
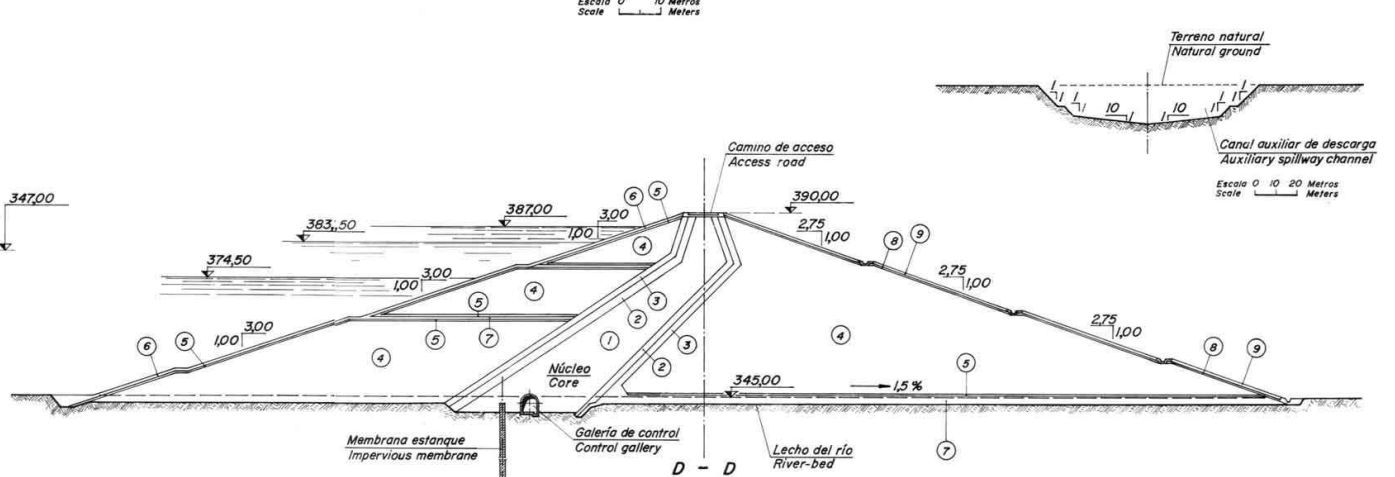
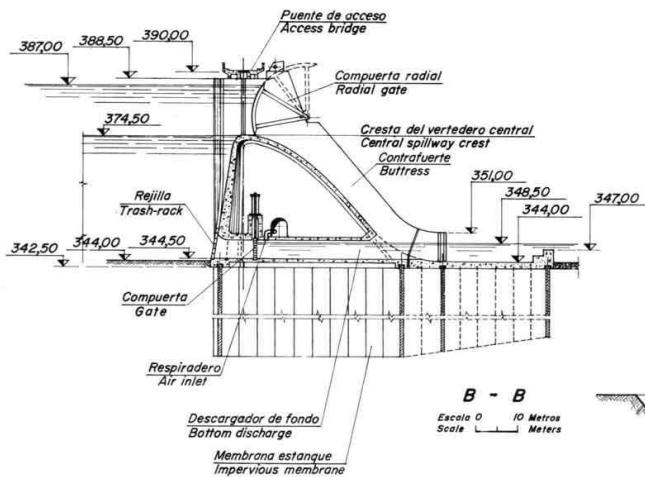
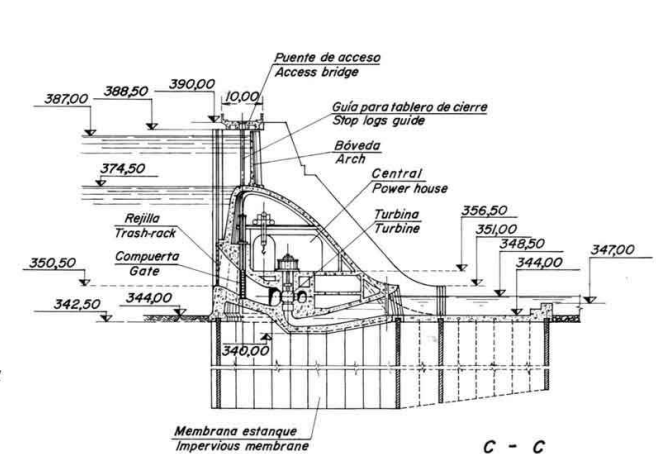
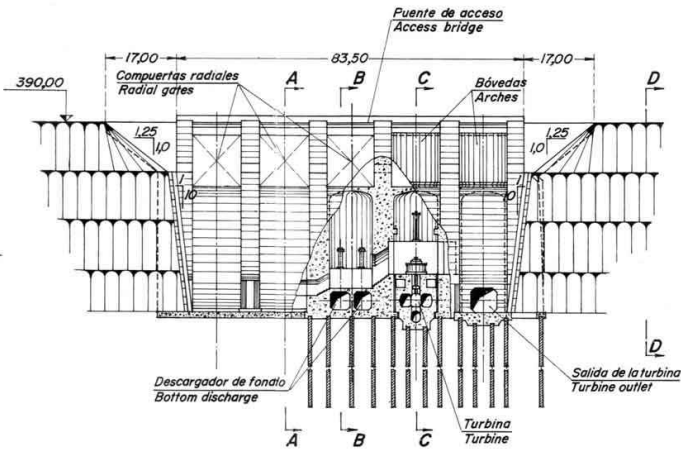
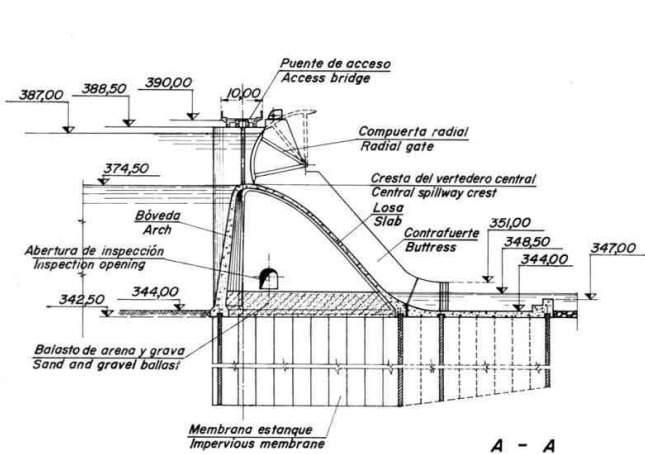


DETALLE DE POSIBLE CIERRE DEL ANTIGUO CAUCE DEL RIO
DETAIL OF POSSIBLE CUTOFF OF FORMER RIVER BED

REPUBLICA ARGENTINA
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS
ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO

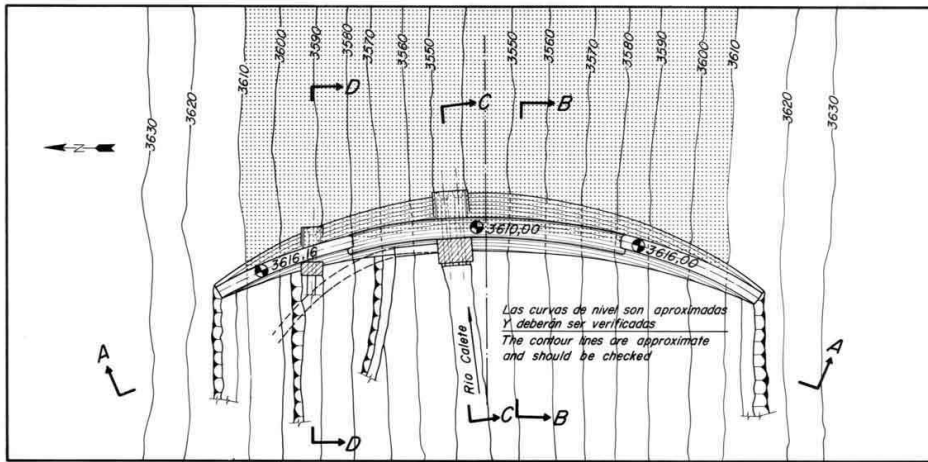
PROYECTO:
VILTE

UNIDAD TECNICA
Buenos Aires 1972



ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION	ZONA ZONE	ESPECIFICACION SPECIFICATION
1	Núcleo impermeable Impervious core	6	Enrocado de protección Rip-rap
2	Filtro de arena Sand filter	7	Drenaje Drainage
3	Filtro de grava Gravel filter	8	Tierra vegetal Vegetal earth
4	Material permeable Pervious material	9	Tapes Turfs
5	Capa de arena y grava Sand and gravel layer		

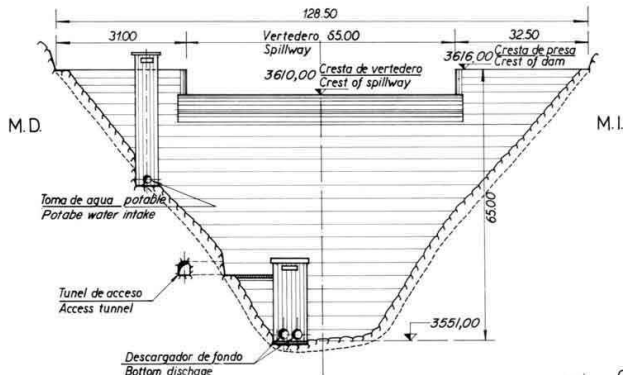
REPUBLICA ARGENTINA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO	
PROYECTO	YUTO
	SOLUCION 2 HOJA 2
UNIDAD TECNICA	
Buenos Aires - 1972	



Las curvas de nivel son aproximadas
Y deberán ser verificadas
The contour lines are approximate
and should be checked

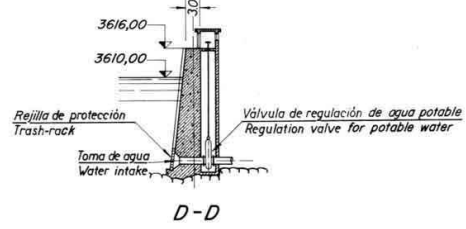
Escala
Scale 0 10 20 Metros
Meters

PLANTA
PLAN



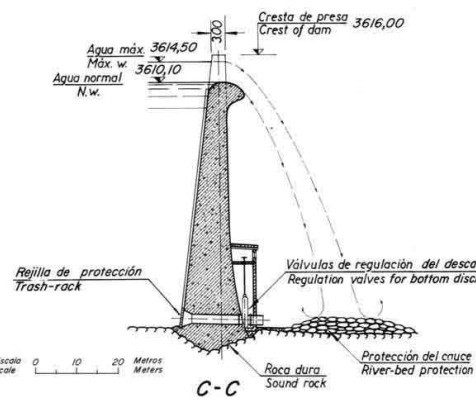
Escala
Scale 0 10 20 Metros
Meters

A - A



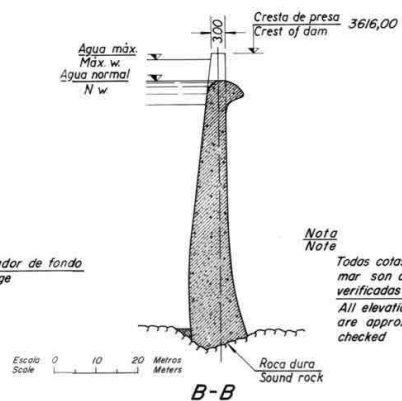
Escala
Scale 0 10 20 Metros
Meters

D - D



Escala
Scale 0 10 20 Metros
Meters

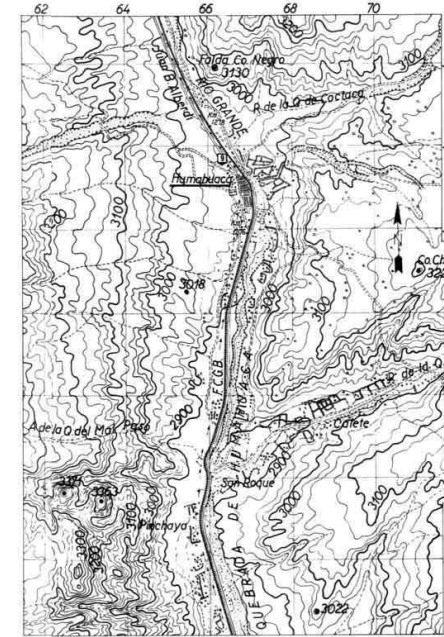
C - C



Escala
Scale 0 10 20 Metros
Meters

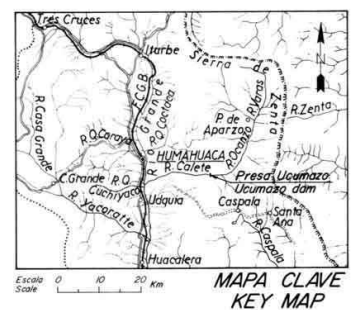
B - B

Nota
Note
Todas cotas indicadas sobre el nivel del mar son aproximadas y deberán ser verificadas.
All elevations referred to sea level are approximate and should be checked

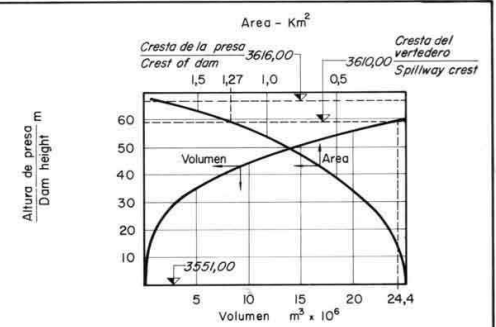


Zona correspondiente a la hoja 2366-23 (Humahuaca) a escala 1:50,000 del I. G. M.
Zone corresponding to sheet 2366-23 (Humahuaca) scale 1:50,000 of the Argentine Military Geographic Institute

Ampliación aproximada de la zona en base a restitución aerofotogramétrica
Additional zone based on aerophotogrammetric map restitution



MAPA CLAVE
KEY MAP



CURVAS DE AREAS Y VOLUMENES
AREA - VOLUME CURVES

REPUBLICA ARGENTINA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS ALTA CUENCA DEL RIO BERMEJO
PROYECTO: UCUMAZO
UNIDAD TECNICA Buenos Aires 1972

	TOTAL	1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994				
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B							
		1 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS																																												
Cartografía	122,4	102,8		19,6																																										
Metereología	50,4	18,0	15,0	14,6	2,9																																									
Hidrología	162,0	25,0	24,0	60,0	10,0	40,0	5,0																																							
Hidrogeología	231,0	76,0	40,0	90,0	8,0	15,0																																								
Geología	369,9	78,6	129,0	113,0	10,5	38,8																																								
Pedología	126,0	30,0		35,0	16,0	46,0																																								
2 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y PROYECTO GENERAL																																														
Sistema Tarija-Bermejo	1725,0				375,0	487,5	375,0	487,5																																						
Sistema Palo de Desarrollo	510,0			255,0	255,0																																									
Preso de Ucumazo	40,0			20,0	20,0																																									
Preso de Santa Rosa	245,0													122,5		122,5																														
Preso y central Yuta	670,0													330,0		330,0																														
3 PROYECTO EJECUTIVO DIREC. Y SUPERV. DE OBRA																																														
Preso y central de Combarí	2184,0																																													
Preso y central de Astilleros	7317,0																																													
Preso y central de Las Pavas	3030,0									568,0	568,0	95,0	95,0	189,0	189,0	284,0	284,0	237,0	237,0	142,0	142,0																									
Preso y central de Arrozayal	3054,0																																													
Preso y central de Zanja del Tigre	15078,0																																													
Preso y central de Mojalero	3826,0																																													
Preso de Villa	721,0			1434,0		239,0		476,0		717,0																																				
Preso y central de Yuta	6154,0																																													
Preso de Ucumazo	181,0																																													
Preso de Santa Rosa (*)	834,0																																													
Sistema Los Maderos	608,0																																													
Sistema de riego San Pedro	384,0																																													
Sistema Peña Colorado - San Telmo	680,0																																													
Sistema de riego El Acherai	824,0																																													
Acueducto a Güemes	1040,0																																													
Sistema de riego de Yuta	800,0																																													
Sistema Triángulo Bermejo	208,0																																													
4 CONSTRUCCION Y PUESTA EN OPERACION																																														
Preso y central de Combarí	29488,0																																													
Preso y central de Astilleros	98800,0																																													
Preso y central de Las Pavas	40912,0																																													
Preso y central de Arrozayal	41230,0																																													
Preso y central de Zanja del Tigre	203550,0																																													
Preso y central de Mojalero	51056,0																																													
Preso de Villa	9731,0																																													
Preso y central de Yuta	63092,0																																													
Preso de Ucumazo	2445,0																																													
Preso de Santa Rosa (*)	11264,0																																													
Sistema Los Maderos	7600,0																																													
Sistema de riego San Pedro	4300,0																																													
Sistema Peña Colorado - San Telmo	8500,0																																													
Sistema de riego El Acherai	10300,0																																													
Acueducto a Güemes	1300,0																																													
Sistema de riego de Yuta	9200,0																																													
Sistema Triángulo Bermejo	2600,0																																													
TOTALES ANUALES		44884	208,0	8251,2	47,3	9217,8	492,5	11252,0	487,5	18153,0	646,0	20438,0	3233,0	18531,5	5918,0	10965,5	6994,0	12360,0	7507,0	21368,0	7524,0	32089,0	6471,																							