



---

CONVENIOS ALA / 86 / 03 Y ALA / 87 / 23 - PERU Y BOLIVIA

**PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCION - PREVENCION DE  
INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL LAGO  
TITICACA, RIO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y LAGO SALAR DE COIPASA  
(SISTEMA T.D.P.S.)**

**RESUMEN EJECUTIVO**

Enero 1995

## RESUMEN EJECUTIVO

### INDICE

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>1.- INTRODUCCION</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1.- Antecedentes   | 1           |
| 1.2.- Objetivos y organización del Estudio   | 2           |
| 1.3.- Ambito territorial   | 3           |
| 1.4.- Estudios realizados e información disponible   | 8           |
| <b>2.- ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL</b>   | <b>9</b>    |
| 2.1.- Diagnóstico socioeconómico   | 9           |
| 2.2.- Recursos disponibles y demandas potenciales de agua  | 11          |
| 2.3.- Principales problemas del sistema TDPS   | 15          |
| 2.4.- Evolución de daños por eventos extremos  | 22          |
| <b>3.- DEFINICION DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DEL ALTIPLANO</b>  | <b>25</b>   |
| <b>4.- ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DIRECTOR</b>  | <b>26</b>   |
| <b>5.- CRITERIOS GENERALES PARA EL MANEJO DEL SISTEMA TDPS</b>   | <b>28</b>   |
| 5.1.- Criterios de selección de proyectos  | 28          |
| 5.2.- Criterios para el manejo hidráulico del lago Titicaca  | 30          |
| 5.3.- Criterios para el manejo hidráulico del eje del Desaguadero  | 31          |
| 5.4.- Criterios para el manejo hidráulico de los lagos Soledad,<br>Uru-uru, Poopó y Salar de Coipasa.              | 33          |
| 5.5.- Criterios para el manejo global del Sistema TDPS en períodos<br>climáticos húmedos o secos de larga duración | 34          |
| <b>6.- ORDENACION Y MANEJO DE RECURSOS HIDRICOS.<br/>ANALISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIONES</b>                        | <b>36</b>   |
| 6.1.- Planteamiento global   | 36          |
| 6.2.- Obras y proyectos de control general del sistema   | 38          |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 6.3.-       | Proyectos de riego   | 50        |
| 6.4.-       | Proyectos para el control de los lagos Soledad, Uru-Uru<br>y Poopó                         | 54        |
| <b>7.-</b>  | <b>PROTECCION-PREVENCIÓN DE INUNDACIONES. ANALISIS<br/>Y PROPUESTA DE SOLUCIONES</b>       | <b>56</b> |
| 7.1.-       | Planteamiento global del problema  | 56        |
| 7.2.-       | Obras y acciones para el control de avenidas en los<br>afluentes del lago Titicaca         | 56        |
| 7.3.-       | Obras para control de avenidas en el eje del desagadero                                    | 58        |
| <b>8.-</b>  | <b>USO Y MANEJO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS. PROPUESTA<br/>DE ACCIONES</b>                 | <b>59</b> |
| 8.1.-       | Desarrollo pesquero  | 59        |
| 8.2.-       | Desarrollo de la vegetación acuática   | 61        |
| <b>9.-</b>  | <b>PROPUESTAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>  | <b>63</b> |
| 9.1.-       | Propuestas de conservación de suelos en cuencas críticas                                   | 63        |
| 9.2.-       | Propuestas de control de la contaminación del agua   | 63        |
| 9.3.-       | Propuestas de manejo y control de sedimentos fluviales                                     | 64        |
| 9.4.-       | Propuesta de política medio ambiental. Creación de reservas<br>naturales                   | 65        |
| <b>10.-</b> | <b>PROPUESTA DE ACCIONES PARA EL PERFECCIONAMIENTO<br/>DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL</b>    | <b>66</b> |
| <b>11.-</b> | <b>COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS ACCIONES PROPUESTAS</b>                                      | <b>68</b> |
| 11.1.-      | Obras para control y manejo de recursos hídricos   | 68        |
| 11.2.-      | Aprovechamiento agropecuario   | 75        |
| 11.3.-      | Programas de desarrollo hidrobiológicos  | 75        |
| 11.4.-      | Programa para el perfeccionamiento del Plan Director                                       | 78        |
| <b>12.-</b> | <b>PRIORIDADES DE ACTUACION. INVERSIONES A CORTO<br/>Y MEDIO PLAZO. CARPETAS BANCABLES</b> | <b>79</b> |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 12.1.-      | Prioridades de actuación   | 79        |
| 12.2.-      | Calendario de actuaciones  | 81        |
| 12.3.-      | Inversiones a corto y medio plazo                                | 81        |
| 12.4.-      | Plan de financiación. Carpetas bancables                         | 84        |
| <b>13.-</b> | <b>IMPLEMENTACION Y GESTION DEL PLAN DIRECTOR<br/>BINACIONAL</b> | <b>86</b> |

## **INDICE DE FIGURAS**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Nº 1.- Organización General del Estudio TDPS y Plan Global Binacional | 4           |
| Nº 2.- Ubicación de la zona de Estudio                                | 5           |
| Nº 3.- Area de Estudio (Sistema TDPS)                                 | 6           |
| Nº 4.- Obras de manejo hidráulico en el eje TDPS                      | 37          |
| Nº 5.- Compuertas en el Puente Internacional. Planta General          | 40          |
| Nº 6.- Compuertas en el Puente Internacional. Secciones               | 41          |
| Nº 7.- Compuertas en Aguallamaya. Planta General                      | 42          |
| Nº 8.- Compuertas en Aguallamaya. Planta y Secciones                  | 43          |
| Nº 9.- Presa Sankata. Planta y Perfil                                 | 45          |
| Nº 10.- Presa Sankata. Secciones                                      | 46          |
| Nº 11. Presa Sankata. Obra de toma                                    | 47          |
| Nº 12.- Obras de Regulación en la Joya. Planta y detalles             | 49          |
| Nº 13.- Gestión del Plan Global Binacional                            | 87          |
| Nº 14.- Propuesta de Organigrama de la Autoridad Binacional Autónoma  | 90          |

## **INDICE DE CUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Nº 1.- Proyectos de mejoramiento y/o rehabilitación de infraestructura de riego y drenaje en el sistema TDPS | 51 |
| Nº 2.- Indicadores de los proyectos agropecuarios priorizados  | 53 |
| Nº 3.- Valor esperado de los daños y pérdidas causadas por inundaciones                                      | 70 |
| Nº 4.- Flujo de beneficios y costos agropecuarios del proyecto de obras de regulación del sistema TDPS       | 71 |
| Nº 5.- Flujo de beneficios y costos agropecuarios del proyecto de obras de regulación del sistema TDPS.      | 72 |

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Nº 6.- Costes totales de inversión del proyecto de regulación del sistema TDPS a precios financieros y de eficiencia | 74          |
| Nº 7.- Evaluación de escenarios del Proyecto de Regulación del Sistema TDPS.   | 76          |
| Nº 8.- Inversiones y costos anuales de operación y mantenimiento de Proyectos de Riego                               | 77          |
| Nº 9.- Cronograma de ejecución de obras  | 82          |
| Nº 10.- Cronograma de estudios prioritarios a corto-medio plazo  | 83          |
| Nº 11.- Inversiones a corto y medio plazo  | 84          |

## **1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- ANTECEDENTES**

Una "Convención preliminar para el estudio del aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca" fue firmada en Lima el 30 de julio de 1955. El 19 de febrero de 1957, se resuelve aprobar un "plan para el estudio económico preliminar del aprovechamiento común de las aguas" del lago sin alterar sustancialmente las condiciones de uso por la otra parte y "tomando en consideración los índices económico o valores intrínsecos del volumen del agua que se derive... para fines industriales, de riego u otro" (artículo I). El mismo documento afirma "el condominio indivisible y exclusivo que ambos países ejercen sobre las aguas del Lago Titicaca" y prevé la creación de una Sub-Comisión Mixta para llevar a cabo los estudios económicos preliminares y sometidos a consideración de la Comisión Mixta Peruano-Boliviana. La implementación de este plan no se efectuó debido a que los documentos no fueron ratificados hasta 1987.

Con la ratificación de los documentos citados en el punto anterior el 20 de febrero de 1987, se inició la labor de las secciones nacionales de la "Sub-Comisión Mixta para el desarrollo de la zona de integración del lago Titicaca".

La Subcomilago en su primera reunión (septiembre de 1987), convino en solicitar a la Comunidad Europea su apoyo para la formulación de un proyecto de regulación de las aguas del lago Titicaca y la cuenca endorreica del Altiplano y un plan de aprovechamiento de sus aguas llamado "Plan Director Global Binacional para el desarrollo de la zona de integración del lago Titicaca". La solicitud mencionada se concretó en los convenios ALA/86/03 y ALA/87/23, suscritos entre la CE y los Gobiernos de Perú y Bolivia respectivamente.

En marzo de 1988, a propuesta de la sección boliviana de la Subcomilago, se acordó mantener como una unidad el tratamiento del Sistema TDPS, y que los estudios a realizarse en el marco de ambos Convenios con la CE fuese uno solo.

Posteriormente se crearon los PELT (Proyecto Especial Lago Titicaca), aprobándose los presupuestos de las dos partes (Perú y Bolivia) y su programa de actividades el 25 de octubre de 1989.

Los PELT fueron los encargados de preparar los Términos de Referencia para la ejecución de los estudios T.D.P.S.

El objetivo de los PELT es supervisar los estudios a realizar y la ejecución de las obras, así como emprender otras actividades complementarias.

El 28 de septiembre de 1990, la Comunidad Europea invitó a 12 empresas o Consorcios de empresas a participar en la licitación para la ejecución de los estudios T.D.P.S. El adjudicatario de la licitación fue el CONSORCIO formado por las empresas INTECSA/CNR/AIC Progetti, que en fecha 10 de julio de 1991 firmó el respectivo contrato con la Comunidad Europea, de acuerdo a los Convenios ALA/86/03 y ALA/87/23 suscritos por los gobiernos de Perú y Bolivia respectivamente.

Con la finalidad de normalizar y complementar la realización de los estudios, los PELT, elaboraron las Instrucciones Administrativas y Técnicas Específicas (IATE) (mayo 1991).

Las actividades del Consorcio se iniciaron el 15 de octubre de 1991; se instalaron oficinas en La Paz (Bolivia) y una oficina auxiliar en Puno (Perú).

En las oficinas fueron instalados equipos informáticos, de ofimática, de telecomunicaciones, de dibujo y de campo. Asimismo, se contrató localmente técnicos nacionales (bolivianos y peruanos), personal auxiliar y de servicio.

En aspectos específicos, los estudios, contaron con el apoyo de las sedes centrales de las empresas integrantes del Consorcio.

Durante el desarrollo de los estudios se recibieron diversas misiones enviadas por la Comunidad Europea, entre ellas las de los señores Profesor Jean Jacques Peters, y los doctores Alain Teyssonniere de Gramont y Harold Ter Hear.

La Comunidad Europea encargó a la consultora BDPA-SCETAGRI, la tarea de asistencia técnica al PELT, con el apoyo de un codirector europeo y asesoría técnica.

## **1.2. OBJETIVOS Y ORGANIZACION DEL ESTUDIO**

Los objetivos de los Estudios están indicados con toda precisión en los Términos de Referencia:

Establecer un Plan Director Global Binacional de control, conservación y uso adecuado de los múltiples recursos del sistema, fundamentalmente el hídrico y el hidrobiológico, sin afectar negativamente la ecología de la región, considerando las posibilidades de utilización conjunta o individual de esos recursos por parte de Bolivia y el Perú. Para ello se deberá:

- Estudiar la problemática de las inundaciones y sequías asociadas a la ocurrencia de eventos hidrológicos y climatológicos extremos, estimando sus efectos socio-económicos y ecológicos negativos en el Sistema TDPS, efectuando una evaluación sobre los daños que ocasionan estos fenómenos.
- Analizar las diversas alternativas para la previsión y/o control de inundaciones y sequías consideradas conjuntamente con el aprovechamiento hídrico, determinando elementos de juicio para la gestión y el control de este recurso, asociado a aspectos económicos, sociales y ecológicos. Para este efecto, se utilizarán modelos de simulación, que permitirán facilitar la selección de las alternativas más convenientes, dentro del marco que establezca el Plan Director Global.
- Ejecutar un estudio integral para determinar los volúmenes de agua utilizables en el sistema TDPS, sin afectar negativamente el caudal medio que discurre por el río Desaguadero y su interrelación con el control y prevención de inundaciones y de sequías, tomando en cuenta que no se debe afectar negativamente la ecología del sistema TDPS, ni otros usos tales como navegación, pesquería, turismo, etc.



presentará. Desarrollar las mejores alternativas, en la identificación de los proyectos, diferenciados por su carácter binacional y nacional; así como, el establecimiento del marco técnico y legal para la ejecución de los proyectos prioritarios de control y/o prevención de inundaciones y sequías; y, para el aprovechamiento y manejo de los recursos del lago Titicaca.

- Para aquellos casos particulares en los cuales las limitaciones de la información existente (series de datos, etc.) no permitan conclusiones de un nivel de confianza razonable, se presentará, una evaluación de los resultados obtenidos y las posibilidades cuantitativas o cualitativas de sesgo, por no disponer de información suficiente.
- Presentar una metodología para afinar el Plan Director, en función de la mayor información hidrometeorológica y de otros datos relevantes, que se irán obteniendo sobre la base de un plan de acciones definidos en el estudio para un plazo no menor a 30 años.

Los estudios y trabajos realizados, en campo y gabinete, que han servido de soporte para la elaboración del Plan Director Global Binacional de regulación de recursos hídricos y aprovechamientos en el sistema T.D.P.S., fueron organizados por el Consorcio en coordinación con los PELT. Los resultados de cada uno de los estudios realizados se presenta de forma completa y autosuficiente y como documentos independientes anexos al Plan.

A continuación se presenta el Organigrama general (Figura N° 1) de los Estudios T.D.P.S., en el cual junto a los llamados estudios básicos, aparecen, con sus interligaciones respectivas, estudios complementarios y estudios específicos y de alternativas de nuevos proyectos, y como consecuencia final la elaboración del Plan Director Global Binacional y las Carpetas Bancables de los proyectos seleccionados.

### 1.3.- AMBITO TERRITORIAL

El área del Proyecto (Figura N° 2), está constituida por las cuencas hidrográficas del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y lago Salar de Coipasa, que se ha convenido denominar Sistema T.D.P.S.

El sistema T.D.P.S. (Figura N° 3), es una cuenca endorreica, cuya área se encuentra ubicada entre Perú, Bolivia y Chile; está delimitado geográficamente (en forma aproximada) entre las coordenadas 14°03' y 20°00' de latitud sur y entre 66°21' y 71°07' de longitud oeste.

La superficie del Sistema T.D.P.S. es de 143.900 Km<sup>2</sup>, y comprende la parte altiplánica de la sub-región de Puno (en el Perú) y de los departamentos de La Paz y Oruro (en Bolivia). Las características geográficas de las cuencas que conforman el sistema son las siguientes:

- Lago Titicaca:
  - cuenca vertiente 56.270 Km<sup>2</sup>,
  - superficie media (del lago) 8.400 Km<sup>2</sup>,



- cota media del lago 3.810 m.s.n.m.,
- volumen medio  $930 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Río Desaguadero:
  - cuenca vertiente (intermedia) 29.843 Km<sup>2</sup>,
  - longitud del cauce 398 Km ,
  - pendiente media 0,45‰

A lo largo del río Desaguadero se identifican los siguientes trechos:

- Del Km 0 al Km 63: Llanuras anchas (del Puente Internacional a Nazacara);
- Del Km 63 al Km 226: Zona montañosa (de Nazacara a Chilahuala); y
- Del Km 226 al Km 398: Llanuras de inundación (de Chilahuala al lago Poopó).
- Lago Poopó:
  - cuenca vertiente (Intermedia) 24.829 Km<sup>2</sup>  
(+5.000 Km<sup>2</sup> del Desaguadero),
  - superficie media (del lago) en 1991 3.191 Km<sup>2</sup>
  - cota media del lago 3.686 m.s.n.m.
- Río Laca Jahuira, que conecta el Lago Poopó con el Salar de Coipasa:
  - longitud del cauce 130 Km, y
  - pendiente media 0,2‰
- Salar de Coipasa:
  - cuenca vertiente (Intermedia) 32.958 Km<sup>2</sup>,
  - superficie media (del lago) 2.225 Km<sup>2</sup>, y
  - cota media del lago 3.657 m.s.n.m.

Por medio de la quebrada Negrojahuira, de alrededor de 20 Km de largo, el Salar de Coipasa se conecta al Salar de Uyuni, el cual tiene una cuenca vertiente (intermedia) de 60.000 Km<sup>2</sup> y una superficie media de 12.000 Km<sup>2</sup>. La cota media del Salar de Uyuni es de 3.653 m.s.n.m..

La cordillera de los Andes se bifurca en las cercanías del Abra de la Raya al sur del Perú, en dos ramales denominados Cordilleras Occidental y Oriental. En medio de ambas y ascendiendo por sus laderas está el Altiplano.

La divisoria Continental y la cordillera de Carabaya, separan el sistema de la cuenca del río Madre de Dios en el norte. En el sur, la serranía Intersalar separa el sistema de

la cuenca del Salar de Uyuni. En la parte este, el límite natural del sistema es la cordillera Oriental o Real, donde podemos distinguir, de norte a sur, las cuencas vecinas de la Amazonía y Pilcomayo. Por último, al oeste el sistema limita con la cordillera Occidental de los Andes.

El altiplano está constituido por una serie de llanuras con varias serranías, cerros aislados y una peniplanicie denominada Puna; y que tiene las características de una cuenca cerrada. La máxima altitud del sistema está en el monte Sajama de 6.542 m.s.n.m., y la mínima corresponde al Salar de Coipasa con 3.653 m.s.n.m..

#### **1.4.- ESTUDIOS REALIZADOS E INFORMACION DISPONIBLE**

Los estudios básicos realizados que han servido de sustentación para la elaboración del Plan Director han sido:

**Estudios de Geomorfología, Climatología, Hidrología, Hidrogeología, Hidroquímica y Contaminación, Fluvio-morfología, Suelo, Cobertura de suelos y Erosión, Medio natural, Topografía y Batimetría**

La recopilación de la información disponible, datos, estudios y proyectos existentes han sido una parte muy importante de los trabajos, y fundamental para el desarrollo de los estudios.

De las actividades de recopilación, de manera general, se puede destacar:

- Selección de las redes de observación meteorológica, colecta y análisis de datos (precipitación, temperatura, evaporación, viento, etc.).
- Selección de la red hidrométrica (locales de aforos, caudales en los ríos y niveles en el lago Titicaca). Control de transportes sólidos y de calidad de agua. Diagnóstico del estado actual de las estaciones mediante reconocimiento sobre el terreno, y elaboración de fichas de inventario con sus características.

Recopilación de información relativa a:

- Estudios y proyectos existentes realizados en el área, y que conciernen a climatología, hidrología, hidrogeología, hidráulica, socioeconómica, agricultura, pesca, etc.
- Cartografía, topografía y mapas temáticos (geología, vegetación, suelos..).

De importante ayuda para la recopilación de la información, han sido las bibliotecas existentes en los PELT Perú y PELT Bolivia, donde en una base de datos informatizada está organizada casi toda la información disponible en el área de los estudios; así como también los SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) de Bolivia y Perú, e instituciones diversas de ambos países.

Un análisis crítico de datos utilizados está especificado en cada Estudio Básico.

## **2.- ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

### **2.1.- DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO**

Se presentan a continuación los resultados de la recopilación, análisis e interpretación de los aspectos socio-económicos de mayor interés en el área del complejo, de manera que sirvan para orientar las acciones del Plan Director relacionadas con el desarrollo rural del Altiplano.

El estudio demográfico regional, ha evaluado que:

- . La población total del área del proyecto estimada, para 1990, era de 2,0 millones de habitantes, de las cuales la población rural correspondía al 70,5% del total (1,41 millones: 600 mil en la parte peruana y 810 mil en la parte boliviana);
- . Las tasas de crecimiento de la población en el área del proyecto han sido sensiblemente inferiores a los promedios nacionales correspondientes, como consecuencia de la ocurrencia de importantes flujos migratorios extra-regionales (algunos definitivos y otros temporales), los cuales se incrementan con la presencia de eventos extremos como sequías e inundaciones;
- . La población económicamente activa se encuentra altamente concentrada en las actividades de agricultura y ganadería, predominando como fuente principal de empleo las pequeñas unidades económicas de carácter familiar; y
- . Gran parte del área del proyecto ha sido clasificada como una zona con uno de los menores niveles de vida (habiéndose identificado una prevalencia de malnutrición infantil). El ingreso familiar de sus zonas rurales es uno de los mas bajos en los países respectivos.

Una evaluación de los niveles de educación, y de la infraestructura de servicios públicos y de transportes y comunicaciones, ha identificado que:

- . Se tienen elevadas tasas de analfabetismo, a pesar de las significativas reducciones que se han tenido en los últimos años;
- . La situación de la vivienda es mala en servicios básicos, en especial en el medio rural;
- . La infraestructura de saneamiento básico, energía y salud es insuficiente, en las áreas rurales;
- . La infraestructura de transportes (vial, ferroviario, acuático y aéreo) y de comunicaciones se ha orientado a servir prioritariamente el servicio de los centros urbanos más importantes, desatendiendo las áreas rurales.

Un análisis de los principales componentes de las actividades agropecuarias, ha llegado a la conclusión que:

- . El sector agropecuario tiene gran preponderancia en la economía del área, el cual está orientado a la producción de materias primas, no existiendo actividades significativas de transformación y predominando porcentualmente, la ganadería en el sector peruano y la agricultura en el sector boliviano;
- . Como consecuencia de las severas condiciones climáticas que existen en el área (sequías, inundaciones, heladas y granizadas) que crean un alto grado de

incertidumbre, la incipiente tecnología empleada y la escasa proporción de tierras cultivables, se tiene en el área una **economía agropecuaria tradicional y deprimida**;

- . A pesar de lo anterior, la producción total agrícola y pecuaria tiene importante relevancia en la producción nacional de ambos países;
- . Como consecuencia de las acciones de reforma agraria ( en Bolivia, desde 1952 y en Perú, desde 1969) y de reestructuración de las empresas asociativas en el Perú, (desde 1987), se tiene una tendencia hacia el minifundio en el área del Proyecto;
- . Las actividades agrícolas se desarrollan principalmente en las zonas circunlacustres, aprovechándose de los efectos termoreguladores de los lagos, mientras que las actividades ganaderas se desarrollan tanto en las zonas circunlacustres (zonas bajas) como principalmente en las zonas alejadas de los lagos (zonas intermedia y altas), aprovechándose los pastos naturales que allí se desarrollan;
- . Las tierras de labranza existentes para **agricultura** representan porcentajes relativamente pequeños: 242.100 has - 4,96% del área total de grupos de uso de la subregión Puno en el caso de Perú; y 780.000 has - 10% del área boliviana del proyecto en el caso de Bolivia;
- . La cédula de cultivos típica está compuesta de papa, quinua, cebada (grano y forrajeras), otros tubérculos (oca, olluco, mashua y otros) y forrajeras, más algunas leguminosas y hortalizas (sobre todo haba y cebolla);
- . Los cultivos forrajeros (incluyendo la cebada grano) corresponden a gran parte de las superficies cosechadas ( 50% en Bolivia y 42% en Perú);
- . Los rendimientos de los principales cultivos son relativamente bajos, en comparación con los promedios nacionales, lo cual se considera que es una consecuencia de la tecnología tradicional empleada (por la utilización en forma muy limitada de semillas mejoradas, fertilizantes y maquinaria agrícola) y de la influencia de las sequías, inundaciones y heladas;
- . Las actividades **pecuarias** se encuentran más desarrolladas en el sector peruano. Las principales cranzas mayores que se tienen son: vacunos, ovinos, alpacas, y llamas; presentándose en menor escala las cranzas menores: porcinos y aves. En términos de unidades ovinas, en el trienio 86-88, existían 11,7 millones de cabezas en el sector peruano y 7,8 millones en el sector boliviano.
- . La producción forestal actual es muy reducida en el altiplano, sin embargo existe una potencialidad de ampliación de la producción con vegetación arbórea y arbustiva (natural y/o exótica, según el caso).
- . La agroindustria es incipiente, subdesarrollada y de pequeña escala en el altiplano. Sin embargo, existe una vocación empresarial significativa. Podría potenciarse el procesamiento de las fibras de alpaca y llama, y la elaboración de quesos y mantequillas.
- . Las acciones de investigación y extensión agropecuaria no se han implementado en forma efectiva y permanente; estando en la actualidad en fase de desactivación;
- . La comercialización de la producción agropecuaria no es muy eficiente; se realiza a través de las ferias rurales y en los centros urbanos (en los mercados de abasto y en algunas ferias agropecuarias anuales); y
- . El crédito formal es muy limitado, inoportuno y selectivo; debido entre otras causas, a las dificultades en cumplir con los trámites y requisitos necesarios y a la preferencia de las entidades crediticias por atender préstamos hacia otros sectores. Sin embargo, existen algunas acciones específicas y puntuales de crédito a través de proyectos y organizaciones no gubernamentales (ONG's) que operan en el área.

- El aprovechamiento de los **recursos hidrobiológicos** no manifiesta gran dinamismo, a pesar de los considerables recursos pesqueros y de vegetación acuática que existen (principalmente en el lago Titicaca). Se han identificado tendencias variables significativas en la biomasa en los recientes años. En el aprovechamiento destaca la pesca artesanal. La explotación de la vegetación acuática y la pesca, que se realizan en la zona litoral del lago, representan una fuente de ingreso para un número relativamente pequeño de personas, siendo las especies más explotadas el pejerrey y la trucha y la totora y el llachu.
- Un análisis de las otras actividades económicas, ha identificado que éstas son relativamente poco importantes. Así:
  - . Los servicios y el comercio (particularmente el informal) se están incrementando en las áreas urbanas y en las ferias rurales.
  - . Existe muy poca industrialización en el área.
  - . Las actividades artesanales son reducidas.
  - . La minería (particularmente en el altiplano sur boliviano) es significativa.

## 2.2.- RECURSOS DISPONIBLES Y DEMANDAS POTENCIALES DE AGUA

A efectos del presente Estudio, el Sistema T.D.P.S. se ha dividido en tres grandes zonas:

- Lago Titicaca y sus afluentes
- Eje del Desaguadero y sus afluentes
- Cuencas de los lagos Uru Uru, Soledad, Poopó y Salar de Coipasa.

Pero no conviene olvidar que el conjunto funciona como un Sistema único, con interdependencia hidráulica entre unas y otras zonas.

De acuerdo a los estudios realizados, los recursos hídricos naturales se distribuyen, y evolucionan a lo largo del Sistema, de la siguiente manera:

La escorrentía global media generada en todo el sistema se estima en unos 8.500 hm<sup>3</sup>/año, correspondiendo 6.300 hm<sup>3</sup>/año a los afluentes al lago Titicaca, y 1.700 hm<sup>3</sup>/año a los afluentes del río Desaguadero desde Puente Internacional hasta Chuquiña. La escorrentía que se genera en el sector Sur del Sistema, aguas abajo de Chuquiña, es mal conocida debido a la escasez de datos hidrometeorológicos. Se estima en una primera aproximación que se sitúa en torno a unos 500 hm<sup>3</sup>/año, muy irregularmente distribuidos en el tiempo.

A esa escorrentía hay que sumar la lluvia caída directamente sobre los espejos de agua y restar la evaporación en los mismos.

La lluvia media sobre el espejo del lago Titicaca se ha cifrado en 7.800 hm<sup>3</sup>/año y la evaporación en 13.000 hm<sup>3</sup>/año. EL balance del lago da unas salidas medias por el Desaguadero en torno a 1.100 hm<sup>3</sup>/año.

El caudal medio que fluye por el Desaguadero crece desde 1.100 hm<sup>3</sup>/año en Puente Internacional hasta 2.800 hm<sup>3</sup>/año en Chuquiña.

En los lagos del Sur (Uru Uru, Soledad, Poopó, Salar de Coipasa) se evaporan unos 5.000 hm<sup>3</sup>/año que constituyen la totalidad de las entradas de agua a esos lagos, tanto por escorrentía superficial (2.800 por el río Desaguadero y 500 por cuencas directamente vertientes a los lagos) como por lluvia directa sobre los espejos de agua (1700 hm<sup>3</sup>/año).

En resumen, y simplificando los procesos reales, podría decirse que la masa de agua "circulante" por el Sistema (escorrentía más lluvia directa sobre los lagos) asciende a unos 18.000 hm<sup>3</sup>/año que se distribuyen como sigue:

|   | hm <sup>3</sup> /año | Porcentaje |
|---|----------------------|------------|
| - Afluentes del Titicaca                        | 6.300                | 35         |
| - Lluvia directa sobre el lago                  | 7.800                | 44         |
| - Afluentes del Desaguadero hasta Chuquiña      | 1.700                | 9          |
| - Escorrentía aguas abajo de Chuquiña           | 500                  | 3          |
| - Lluvia directa sobre lagos terminales del Sur | 1.700                | 9          |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>18.000</b>        | <b>100</b> |

Paralelamente, los volúmenes medios anuales evaporados en los cuerpos de agua se han estimado en:

|  | hm <sup>3</sup> /año | Porcentaje |
|--|----------------------|------------|
| - Lago Titicaca                                    | 13.000               | 72         |
| - Lagos Soledad, Uru Uru, Poopó y Salar de Coipasa | 5.000                | 28         |
| <b>TOTAL</b>                                       | <b>18.000</b>        | <b>100</b> |

Al lago Titicaca llega el 78% del caudal teórico circulante por todo el Sistema y en él se evapora el 72% del mismo.

A la vista de estos resultados, el Sistema T.D.P.S. es, en apariencia, una región rica en recursos hídricos. Sin embargo, los estudios hidrológicos y medioambientales indican que, para mantener los recursos hidrobiológicos del lago dentro de límites aceptables, no se puede distraer del lago Titicaca o de sus afluentes un caudal total de consumo superior a 20 m<sup>3</sup>/s, equivalentes a 630 hm<sup>3</sup>/año, que representan el 4,5% del volumen total anual circulante por el Sistema. Una mayor explotación de los recursos hídricos podría conducir a cambios irreversibles en los ecosistemas del lago Titicaca, e incluso a una regresión descontrolada del mismo al modificarse los índices pluviométricos regionales. Esta última posibilidad es consecuencia de la autoalimentación del lago Titicaca por un proceso de evaporación-precipitación cuyo equilibrio se puede romper si, como consecuencia de las extracciones, disminuyera sensiblemente la superficie evaporante.



En el eje del Desaguadero, desde Puente Internacional hasta la Joya, los recursos utilizables han sido estimados en 5 m<sup>3</sup>/s (160 hm<sup>3</sup>/año), que se pueden adicionar a los 20 m<sup>3</sup>/s disponibles en la cuenca del Titicaca. La disponibilidad de esos recursos está condicionada a la construcción de un embalse de regulación (Sankata).

Las demandas potenciales de agua en el Sistema T.D.P.S., obtenidas como suma de los caudales de demanda que figuran en los proyectos inventariados, ascienden a 102 m<sup>3</sup>/s, estimándose el consumo en 80 m<sup>3</sup>/s. La distribución de esa demanda es como sigue:

|   | Afuentes al lago Titicaca |         |         | Eje del Desaguadero |      |        | TOTALES T.D.P.S. |
|---|---------------------------|---------|---------|---------------------|------|--------|------------------|
|   | Bolivia                   | Perú    | Total   | Bolivia             | Perú | Total  |                  |
| Nº de Proyectos de riego                      | 6                         | 29      | 35      | 15                  | -    | 15     | 50               |
| Superficie de riego (ha)                      | 19.370                    | 202.867 | 222.237 | 62.280              | -    | 62.280 | 285117           |
| Demanda bruta (m <sup>3</sup> /s)             | 7,9                       | 55,7    | 63,6    | 25,1                | -    | 25,1   | 88,7             |
| Consumo riego (m <sup>3</sup> /s)             | 5,9                       | 41,8    | 47,7    | 18,8                | -    | 18,8   | 66,5             |
| Trasvases a otras cuencas (m <sup>3</sup> /s) | 0,8                       | 14,7    | 15,5    | -                   | 2,9  | 2,9    | 18,4             |
| Consumo total (m <sup>3</sup> /s)             | 6,7                       | 56,5    | 63,2    | 18,8                | 2,9  | 21,7   | 84,9             |

Así pues, la demanda potencial de agua es casi cuatro veces superior a los recursos disponibles. Por consiguiente, resulta imprescindible priorizar y seleccionar los proyectos que deban ser realizados. Este problema de la selección de proyectos es sumamente delicado y de indiscutible carácter político, pues implica:

- Una toma de decisión, a nivel internacional, sobre los recursos a utilizar por cada país.
- Una toma de decisión, a nivel nacional por cada país, del reparto de los recursos propios entre los distintos usos posibles, en particular, abastecimientos urbanos, regadíos, trasvases fuera del sistema y mantenimiento de sistemas ecológicos.

Esas decisiones corresponden obviamente, en última instancia, a los respectivos Gobiernos.

Ante esta situación, y mientras no se pronuncien los respectivos Gobiernos, el Plan Director Binacional no rechaza ni selecciona con carácter definitivo ninguno de los proyectos de riego y de trasvase inventariados; procede simplemente a una selección preliminar de proyectos a efectos de analizar la incidencia de los aprovechamientos hidráulicos sobre los balances parciales y globales del sistema T.D.P.S.

Por el contrario, el Plan Director se pronuncia sobre los proyectos que permiten la regulación y el control hidráulico del Sistema, que son las compuertas de regulación en Puente Internacional-Aguallamaya, las obras de bifurcación en La Joya, las obras

de alimentación y desagüe de la laguna Soledad y del Uru Uru y el embalse de Sankata si se confirma su factibilidad técnico-económica.

Para la posible conservación de los recursos hidrobiológicos en los lagos Poopó y Uru-Uru y la laguna Soledad, se requieren establecer preliminarmente los caudales promedio necesarios para el mantenimiento tanto de los niveles como de la calidad del agua.

Para definir en una forma preliminar los caudales necesarios para el mantenimiento de niveles de agua, se han considerado:

- . Caudal requerido (en cada cuerpo de agua); para mantenimiento de un determinado nivel.
- . Evaporación media de 1500 mm/año y
- . Lluvia media de 380 mm/año

A partir de estos datos se tiene:

#### Lago Poopó

| Nivel<br>(m.s.n.m.) | Superficie<br>(Km <sup>2</sup> ) | Caudal promedio<br>requerido (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------------|----------------------------------|--|
| 3684                | 791                              | 28   |
| 3685                | 1350                             | 48   |
| 3686                | 1723                             | 61   |
| 3687                | 2130                             | 76   |

Para mantener una explotación sostenible del lago, el nivel del espejo de agua debe estar comprendido entre las cotas 3686,0 y 3687,0 msnm, lo que corresponde a un caudal promedio de aportaciones al lago de 68,5 m<sup>3</sup>/s. El nivel mínimo minimorum de supervivencia del lago en condiciones extremadamente precarias se ha estimado en 3684,50 msnm, cota a la que correspondería un caudal de 38,0 m<sup>3</sup>/s.

#### Lago Uru-Uru

| Nivel<br>(m.s.n.m.) | Superficie<br>(Km <sup>2</sup> ) | Caudal promedio<br>requerido (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------------|----------------------------------|--|
| 3696                | 63,50                            | 2,25   |
| 3697                | 144,00                           | 5,11   |

El nivel normal de explotación estaría entre los niveles 3696,5 m y 3697,0 m, lo que corresponde a un caudal promedio de 4,40 m<sup>3</sup>/s, pues el nivel máximo está limitado por la presencia de la laguna de aguas negras de la ciudad de Oruro.

## Laguna Soledad

| Nivel<br>(m.s.n.m.) | Superficie<br>(Km <sup>2</sup> ) | Caudal promedio<br>requerido (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------------|----------------------------------|--|
| 3709,44             | 61,0                             | 2,16   |
| 3710,44             | 110,0                            | 3,90   |
| 3711,00             | 138,0                            | 4,90   |

El nivel mínimo de supervivencia (considerando 2,00 m de profundidad), sería de 3710,30 msnm que corresponde a un caudal promedio de 3,65 m<sup>3</sup>/s.

Los niveles de explotación normales estarían entre 3710,50 msnm y 3711,00 msnm, que corresponden a un caudal promedio de 4,40 m<sup>3</sup>/s.

Sin embargo, en el caso de los lagos Uru-Uru y Soledad, es necesario aportar caudales suplementarios para el mantenimiento de la calidad del agua. Compensando solamente el caudal evaporado no se garantiza el mantenimiento del grado de salinidad en ellos, pues debido a la alta salinidad del Desaguadero (entre 1 y 2 gr/l), la salinidad en los lagos se incrementaría significativamente con el correr de los años.

En consecuencia se considera necesario prever una renovación de las aguas de la laguna Soledad y del lago Uru-Uru, para lo cual se estima que se requeriría en primera aproximación doblar los caudales de mantenimiento. Esto implica la necesidad de un aumento de los caudales de llegada a los lagos, y la construcción o adecuación de canales de salida con compuertas de maniobra, para el drenaje de los mismos.

En el caso particular del lago Uru-Uru, se requerirá también el control y tratamiento de los efluentes urbanos y basuras de la ciudad de Oruro, que descargan directamente en la "laguna negra", así como el control de la contaminación minera realizada a través de descargas directas o por disposición incorrecta de los relaves (inertes), que a través del agua de lluvia son lixiviados y llevados hacia los riachos próximos contaminando las aguas freáticas y superficiales.

### 2.3.- PRINCIPALES PROBLEMAS DEL SISTEMA T.D.P.S.

#### PROBLEMATICA DEL SISTEMA T.D.P.S.

Dentro del sistema T.D.P.S. podemos distinguir cuatro categorías de problemas:

- Físicos, causados por eventos climáticos extremos
- Insuficiencia de recursos hídricos regulables
- Medio ambiente degradado
- Derivados de la realidad socioeconómica (ya tratados en el capítulo anterior).

#### PROBLEMATICA POR EVENTOS EXTREMOS CLIMATICOS

Los principales problemas físicos que afectan al sistema T.D.P.S., son consecuencia del rigor del clima que influye notablemente en la aparición de eventos extremos de naturaleza meteorológica como:

## Heladas y granizadas

Existen extensas zonas altiplánicas, principalmente en el sureste, sometidas a más de 300 días de heladas al año, (en Pampahuta se llega a 313), así como zonas donde son muy frecuentes los días de granizo, sobre todo en la parte norte del sistema como en Quillisani a 4.600 m de altura, donde se han llegado a registrar 63 días de granizo en el período 1971-1979. Estos fenómenos meteorológicos, constituyen factores limitantes serios, que hacen que las prácticas agrícolas tradicionales, sean casi imposibles excepto en condiciones muy protegidas.

## Inundaciones y sequías

Entre los eventos extremos que ocasionan daños en el sistema TDPS, las inundaciones han sido recientemente las que han tomado mayor importancia. En la segunda mitad de la década de los ochenta varios años consecutivos de fuertes lluvias produjeron un fuerte aumento de los aportes al lago Titicaca, cuyo nivel fué ascendiendo progresivamente anegando decenas de miles de hectáreas de las zonas ribereñas (en 1986 existían 95000 ha inundadas). Este fenómeno, que tuvo su máxima expresión en el período 1986-87, determinó un gran aumento de las descargas por el río Desaguadero, que al verse incrementadas con los aportes de sus afluentes, originaron graves inundaciones a lo largo de su curso y, en especial, en su tramo inferior (lagos Uru-Uru y Poopó), poniendo en peligro incluso a la ciudad de Oruro.

Sirvan como ilustración algunos datos. Entre los años 1984, 1985 y 1986, solamente los cinco tributarios principales del lago Titicaca aportaron a 2900 hm<sup>3</sup>, lo que equivale a un caudal medio que sobrepasa ligeramente los 300 m<sup>3</sup>/s. A esto hay que añadir la contribución de los restantes tributarios y, sobre todo, la precipitación directa sobre el espejo del agua, por lo que se estima que la cifra total de aportes duplicó ampliamente la arriba mencionada. Por su parte, aguas abajo del lago las estimaciones efectuadas evalúan la escorrentía en la estación de Chuquiña, únicamente en el año 1986, en torno a 10000 hm<sup>3</sup>, es decir un caudal medio próximo a 320 m<sup>3</sup>/s que es casi cuatro veces superior a la aportación media en dicho punto.

Sin duda, los sectores más sensibles a las inundaciones, se ubican en las cuencas bajas de los ríos Ramis e llave. En ambos casos se trata de regiones extremadamente llanas, que ocupan deltas de formación reciente, y que documentos cartográficos históricos atestiguan que, al menos temporalmente, han formado parte del espejo del lago Titicaca. Estas zonas fueron las más afectadas por las recientes inundaciones, permaneciendo grandes extensiones anegadas durante meses y, en algunos casos (parte final del delta del llave), la situación se prolongó varios años.

De la observación de la serie histórica de niveles medios mensuales de agua en el lago Titicaca en los años 1914-1991, así como de la serie de precipitación anual promedio (1960-1990), sobre los sectores peruanos y boliviano del altiplano, se puede deducir que los períodos más secos fueron los años 1943, 1982-83 y 1990, y que la frecuencia de aparición de períodos secos, con mayor o menor intensidad, es relativamente alta.

Se han estimado los siguientes **montos totales de daños globales** ocasionados por los eventos extremos (a nivel del complejo T.D.P.S.):

a) Por efecto de las **inundaciones**:

|                      |   |                     |
|----------------------|---|---------------------|
| - Inundaciones 85/86 | : | US\$ 125,0 millones |
| . Agricultura        | : | 41,2 millones       |
| . Infraestructuras   | : | 83,8 millones       |

b) Por efecto de las **sequías** :

|                    |   |                     |
|--------------------|---|---------------------|
| - Sequía 1982/1983 | : | US\$ 128,0 millones |
| . Agricultura      | : | US\$ 105 millones   |
| . ganadería        | : | US\$ 23 millones    |
| - Sequía 1989/1990 | : | US\$ 88,5 millones  |
| . Agricultura      | : | US\$ 88,5 millones  |

De los estudios realizados, se ha llegado a la conclusión que las sequías son los eventos extremos más frecuentes así como los que producen daños más graves en el sistema T.D.P.S., afectando principalmente al sector agropecuario, que es la actividad principal de la población del altiplano.

#### PROBLEMATICA DE RECURSOS HIDRICOS

##### **Recursos hídricos superficiales**

Los ecosistemas del eje T.D.P.S. dependen para su mantenimiento de una manera fundamental de sus recursos hídricos.

A la cabeza del sistema encontramos el lago Titicaca y sus afluentes o formadores. El lago Titicaca, una formidable masa de agua de 8.400 Km<sup>2</sup> de superficie y un volumen de más de 930.000 millones de m<sup>3</sup>, parecería ser una fuente inagotable de recursos hídricos, pero la realidad es otra. Así en el período histórico 1965-1989 un balance hídrico del lago ha llevado a los siguientes valores medios:

|                                    |   |                       |
|------------------------------------|---|-----------------------|
| - Aportes por los afluentes        | = | 201 m <sup>3</sup> /s |
| - Lluvia sobre el lago             | = | 252 m <sup>3</sup> /s |
| - Evaporación                      | = | 415 m <sup>3</sup> /s |
| - Salida por el Desaguadero        | = | 35 m <sup>3</sup> /s  |
| - Fugas, aportes subterráneos, etc | = | despreciables         |

De los caudales disponibles a la salida por el Desaguadero, solamente una parte podrá regularse (no se puede almacenar en el lago completamente las crecidas extraordinarias como las ocurridas en el año 1986); es decir se tendría disponible, para todo uso, un caudal regularizado del orden de 20 m<sup>3</sup>/s a 25 m<sup>3</sup>/s. Este es el caudal máximo que se puede extraer del lago sin crear un desequilibrio que puede llegar a ser irreversible, si se efectuaran extracciones mayores de una forma continua.

Los principales aprovechamientos (existentes y potenciales) en los afluentes del lago Titicaca se concentran en las cuencas de los ríos llave, Coata y Ramis, con una demanda actual de 2,43 m<sup>3</sup>/s y una futura posible de 30,90 m<sup>3</sup>/s. Es obvio que estas demandas no podrán ser atendidas y que deberán ser revisados y priorizados los proyectos.

Los principales aprovechamientos (existentes y potenciales) en la cuenca del Desaguadero se concentran a lo largo del cauce principal. El caudal anual medio natural disponible del río Desaguadero es en Ulloma 77,17 m<sup>3</sup>/s y el del Mauri, su principal afluente, en Calacoto 18,57 m<sup>3</sup>/s. Si bien las demandas actuales en su cuenca son de 1,00 m<sup>3</sup>/s y la futura estimada de 19,45 m<sup>3</sup>/s, en principio parecería posible ser atendidas, pero esto dependerá fundamentalmente de la posibilidad de regular dichos caudales, y de aprovechar los caudales no regulados al máximo.

Los recursos hídricos en la parte sur del sistema, lagos Poopó, Uru-Uru y Soledad, deberán ser usados para tratar de resolver problemas ecológicos y de calidad de agua (mantenimiento de los recursos hidrobiológicos).

El lago Poopó está en una situación muy precaria. La fuerte evaporación de agua, la baja pluviosidad y los bajos caudales que actualmente lo alimentan, no permiten un aumento de su volumen de agua, indispensable para mantener su vida biológica, ni una disminución de su salinidad. Por ello, aparentemente no sería posible preservar sus recursos hidrobiológicos.

La mayor parte de sus ríos tributarios (margen izquierda del lago), presentan tasas de salinidad elevadas, superiores a 2 g/l. El brazo derecho del río Desaguadero, actualmente está colmatado de sedimentos y sólo funciona de manera precaria. El lago sólo recibe de manera regular las aguas saladas y contaminadas que previamente renovaron el lago Uru-Uru.

En los años 1987-90, como consecuencia de las grandes crecidas en el río Desaguadero, la producción pesquera del lago Poopó se incrementó (alrededor de 3.000 t/año) y se ubicaron hasta 500 pescadores. Pero, actualmente como consecuencia del aumento de la salinidad, la producción está alrededor de 500 t/año con alrededor de 250 pescadores o menos.

Se ha estimado que para mantener el nivel actual del lago Poopó, sería necesario que ingrese 54 m<sup>3</sup>/s de agua en promedio. En el Desaguadero, en la Joya (antes del Poopó), se disponen en media tan solo 39 m<sup>3</sup>/s (agua regulada o regulable) (entre 29 m<sup>3</sup>/s y 55 m<sup>3</sup>/s), de los cuales 10 m<sup>3</sup>/s provendrían del lago Titicaca (si los recursos se dividieran en partes iguales entre los dos países), y 29 m<sup>3</sup>/s (entre 19 m<sup>3</sup>/s y 45 m<sup>3</sup>/s), provenientes de sus afluentes, si no se tuviera en cuenta los posibles aprovechamientos a lo largo del río; es decir que la supervivencia del lago Poopó depende casi exclusivamente de aguas no reguladas o de derivaciones de otras cuencas (Ej. río Lauca).

En lo que concierne al lago Uru-Uru y la laguna Soledad, sus necesidades respectivas son 4 m<sup>3</sup>/s y 3,3 m<sup>3</sup>/s para mantener niveles de agua que permitan desarrollar la flora

y la fauna acuáticas. Para mantener el nivel actual de salinidad se precisará un caudal de 14 m<sup>3</sup>/s.

Como conclusión se puede decir que los recursos hídricos disponibles son insuficientes para satisfacer las demandas de todos estos cuerpos de agua. Como consecuencia será necesario proponer una política de optimización de los recursos que permitan minimizar los impactos.

### **Recursos hídricos subterráneos**

Los recursos hídricos subterráneos dependen fundamentalmente de las características sedimentológicas de los acuíferos, de sus características hidrodinámicas y de las condiciones de recarga y descarga.

Se puede señalar que en las cuencas hidrogeológicas del flanco noroeste, los flujos subterráneos son mayores que en el resto de áreas del sistema T.D.P.S. Sin embargo el aporte total de los acuíferos hacia sus niveles de base (lagos, ríos), no supera los 5 metros cúbicos por segundo, con lo cual se puede indicar, en una primera aproximación, que las reservas acuíferas no son abundantes.

En la actualidad la explotación del agua subterránea es poco significativa en la gran mayoría de las cuencas hidrogeológicas del sistema, debido a que un alto porcentaje de perforaciones profundas se encuentran inactivas por varias causas (falta de equipos de bombeo, equipos inoperativos, falta de fondos para combustible, proyectos en ejecución, etc.).

Con la modalidad de explotación muy difundida en todo el altiplano de "**pozo somero a tajo abierto**", los volúmenes de explotación son muy bajos a pesar de existir una cantidad importante de pozos, debido a que la extracción del agua se hace manualmente, de manera precaria con fines de uso doméstico.

La explotación intensiva de este recurso sólo ocurre en los campos de pozos profundos de abastecimiento de agua para poblaciones e industrias, como es el caso de la ciudad de Oruro y El Alto en la parte boliviana.

En consecuencia, la relación explotación-recursos, que es muy importante para la planificación de los recursos hídricos, no es crítica en la mayoría de las zonas, mientras se mantenga la situación actual, salvo las zonas explotadas intensivamente (Oruro - El Alto).

En el futuro, cuando entren en funcionamiento los pozos inactivos, ubicados generalmente en las partes medias y bajas de las cuencas, la relación explotación-recursos, tendería a ser crítica si la explotación no se hace con buen criterio, lo que exigiría un control de los acuíferos. Sin embargo como factor compensatorio a esta relación se podría considerar que el mayor gradiente de escurrimiento, induciría a una mayor recarga de los acuíferos ubicados en las partes bajas de las cuencas y además se disminuirían las pérdidas por evaporación que ocurren al estar los niveles freáticos muy cerca de la superficie del suelo.

En las cuencas altas del sistema T.D.P.S., se encuentran numerosas zonas húmedas de diversos tamaños **bofedales**, que son depresiones próximas a lagos y ríos, o depresiones suspendidas de origen natural o antrópico. Estas zonas húmedas, de tipo turbera de altitud, poseen una importante riqueza florística y faunística y participan muy activamente en los recursos hídricos de las cuencas, jugando un papel de almacenaje y restitución de aguas al sistema. Desde el punto de vista económico, estas zonas húmedas constituyen zonas de pastos muy ricos explotados por el ganado bovino, ovino y principalmente de camélidos. Una sobreexplotación de aguas subterráneas, puede llevar a un drenaje incontrolado de los bofedales con los consiguientes impactos negativos sobre los ecosistemas y la economía local.

## PROBLEMATICA MEDIOAMBIENTAL

### **Erosión y sedimentación**

La erosión es uno de los problemas más graves, y de más difícil solución que ocurre en el altiplano. Existe una erosión natural causada por las aguas en un medio geológico vulnerable a su actuación, una erosión antrópica causada por la intervención del hombre, y una erosión eólica.

Un elevado porcentaje de superficie, 26,60%, (o sea 38.283 Km<sup>2</sup>), presenta una fuerte susceptibilidad a la erosión y pone en evidencia el potencial impacto de todas las perturbaciones sobre el medio que tiene un equilibrio ya frágil (agricultura, sobrepastoreo y destrucción de la vegetación).

Debido a los problemas de temperatura, de frecuencia de heladas y de pluviosidad, el uso de la tierra está relativamente concentrado en el noroeste de la zona de estudio (altura inferior a 4.000 m, con una pluviosidad superior a 500 mm).

En la situación actual, los cultivos esencialmente se practican con un barbecho de duración variable, en una superficie global del orden de 1,5 millones de hectáreas, y que corresponden a un complejo de cultivos, barbechos y tierras no cultivadas, en porcentaje variable. Un poco más de la mitad de esta superficie, localizada en terrenos con pendiente superior a 6%, necesitan acondicionamientos antierosivos sistemáticos del tipo terrazas, líneas de piedras, etc.

La importancia de la erosión se debe a las pendientes utilizadas, que superan el 30%, y de la práctica tradicional de cultivos de papa en surcos dispuestos en el sentido de la pendiente para garantizar el drenaje y mejora de las condiciones fitosanitarias. El uso de tierras en pendiente tiene, generalmente en la región, una justificación microclimática (exposición al sol, menor sensibilidad a las heladas), ya que existe una tradición de construcción de terrazas desde hace más de 1.000 años. Los cultivos en pendiente inferior a 6%, se ven frecuentemente afectados por una erosión laminar no despreciable, especialmente sobre las tierras con estructura frágil.

Hay otros factores locales que juegan un papel importante de aceleradores o moderadores de la erosión, como son la fragilidad de la estructura del suelo y la importancia de los materiales pedregosos de superficie, la reducción de la cobertura vegetal y el sobrepastoreo entre otras.



## La erosión eólica

Como caso particular de la erosión eólica, cabe señalar que ésta afecta esencialmente a la zona árida, con menos de 400 mm/año de pluviosidad. Esta amenaza existe en toda la parte sur del sistema T.D.P.S.:

## La sedimentación

Las tasas de erosión estimadas en el sistema son:

| Ríos o estaciones      | Area de la cuenca (Km <sup>2</sup> ) | Transporte sólido medio (10 <sup>3</sup> t/año) | Erosión t/Km <sup>2</sup> /año |
|------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| Río Desaguadero        | 11.812                               | 3.734   | 316                            |
| Río Mauri-Calacoto     | 9.875                                | 140   | 14                             |
| Río Desaguadero-Ulloma | 23.000                               | 6.187   | 269                            |
| Río Suchez-Escoma      | 2.825                                | 64  | 22,5                           |
| Río Huancané           | 3.540                                | 103   | 29                             |
| Río Ilave              | 7.705                                | 143   | 18,5                           |
| Río Coata              | 4.550                                | 158   | 35                             |
| Río Ramis              | 14.700                               | 606   | 41                             |

Una consecuencia directa de la erosión es el arrastre de material sólido a los ríos del sistema; este transporte sólido llega a saturar el caudal fluvial y fija el equilibrio del río conformando a su vez su morfología; una modificación de los aportes con ocasión de grandes crecidas, aumento o supresión, modificará las condiciones de equilibrio de los ríos, produciéndose la formación de meandros, si a esto se añade cambios de pendientes importantes puede llegarse a un depósito de sedimentos, produciéndose cambios de curso de los cauces de los ríos, aparición de lagos, como en el caso del Uru-Uru y la laguna Soledad, o desaparición por colmatación de sedimentos, como ocurre actualmente en el lago Poopó.

## Salinización

Las aguas del lago Titicaca y de sus afluentes, presentan una salinidad inferior a 1 g/l. A partir del inicio del río Desaguadero hasta La Joya (a la altura de la laguna Soledad), el río Desaguadero incrementa sus niveles de salinidad a valores entre 1 y 2 g/l. Si bien localmente los afluentes del Desaguadero pueden presentar salinidad superior a 2 g/l; es a partir de La Joya, que la salinidad es superior a 2 g/l y llega a 100 g/l en la parte sur del lago Poopó.

## Contaminación química. Fuentes de contaminación

En el sistema T.D.P.S. se encuentra contaminación química, tanto en las aguas como en sedimentos.

Las aguas del lago Titicaca y sus afluentes no presentan contaminación por metales pesados, pero se encuentra una contaminación moderada puntual en la bahía de Puno.

En el río Desaguadero hasta La Joya sólo se encuentra una contaminación moderada por cadmio aparentemente vertida en los alrededores de la confluencia con el río Mauri. A partir de La Joya, el río Desaguadero, así como los lagos Poopó y Uru-Uru, presentan una fuerte concentración de Mg y de metales pesados, principalmente Cd, As, Co, Pb, Ni, Mn, Cr, Sb, Cu, Zn y Fe.

En cuanto a contaminación de lodos, se puede señalar que los sedimentos del río Coata están contaminados por Cu, Cd, Mg, Pb, Zn, Ni y Co; son estos mismos elementos los que se encuentran en la desembocadura de este río en la bahía de Puno. En cambio, los sedimentos del lago Titicaca y los de los otros ríos tributarios no presentan contaminación.

Se tiene dos focos notables de polución en la cuenca: el río Verde afluente del Coata, y los ríos afluentes a los lagos Uru-Uru y Poopó donde la fuerte contaminación de sedimentos y aguas, proviene conjuntamente de una actividad minera del pasado, de un lixiviado de relaves y de la actividad minera incontrolada actual.

#### **Contaminación por vertidos de aguas residuales urbanas e industriales**

Las fuentes de contaminación son principalmente los centros o aglomeraciones humanas, entre los que podemos citar las ciudades de Puno, El Alto y Oruro, y en menor escala los poblados de Juliaca, Ilave, Juli, Huancané y Desaguadero.

En el Puente Internacional, en la localidad de Desaguadero, se observa una baja concentración de oxígeno disuelto, esto se debe a un incremento de la contaminación doméstica provocada por el hombre (aumento de la población estable y flotante), y de las basuras, que, además provocan el desarrollo anormal de la flora saprófita, que consume una mayor cantidad de oxígeno disuelto.

El problema de contaminación por desechos sólidos, basuras, está generalizado a todos los poblados en el altiplano.

Como consecuencia de la contaminación química o bacteriología, los ecosistemas presentes en la cuenca, se encuentran ya afectados. Así, se ha encontrado en la bahía de Puno contaminación de peces por cadmio, níquel, arsénico y mercurio; asimismo se han comprobado malformaciones en peces del lago Poopó ocasionadas por productos tóxicos.

#### **2.4.- EVALUACION DE DAÑOS POR EVENTOS EXTREMOS**

El área del sistema T.D.P.S. está sujeta a un régimen climático difícil para el establecimiento de poblaciones animales y plantas, tanto por su severidad (por ejemplo, temperaturas muy bajas) como por sus variaciones significativas. Estas variaciones ocurren principalmente en las temperaturas y en las precipitaciones de un año para otro, por lo que períodos de sequías se alternan con períodos de lluvias excesivas a lo largo de los años.

Los eventos extremos más importantes que consideraremos, serán los de naturaleza meteorológica: sequías (estiajes) y excesos de lluvias (inundaciones).

La ocurrencia de estos eventos en el pasado han originado significativas pérdidas sobre las diferentes actividades económicas que se desarrollan en el área. La evaluación de los daños que estos eventos originan es muy importante para poder comparar los méritos y seleccionar las diferentes posibles medidas que se podrían implementar, para reducir o eliminar los impactos o para su adaptación a este tipo de eventos.

Se han estimado los montos totales de daños globales ocasionados por eventos extremos (a nivel del complejo T.D.P.S.):

|             | Sequía 1982-1983 |         |       | Inundaciones 1986-1987 |         |       | Sequía 1989-1990 |          |       |
|-------------|------------------|---------|-------|------------------------|---------|-------|------------------|----------|-------|
|             | Perú             | Bolivia | Total | Perú                   | Bolivia | Total | Perú             | Bolivia  | Total |
| Agricultura | 52,0             | 53,0    | 105,0 | 31,2                   | 10,0    | 41,2  | 35,4             | (*) 53,1 | 88    |
| Ganadería   | 7,0              | 16,0    | 23,0  | -                      | -       | -     | -                | -        | -     |

\* Valores en millones de US\$ de noviembre de 1991

\*\* Valores 88-89 + 89-90

De los resultados obtenidos, se puede concluir:

- Con relación a la magnitud de los perjuicios provocados por las inundaciones parece claramente, que los daños mayores, al mismo tiempo que más dramáticamente actuantes, se produjeron por la crecida del lago Titicaca y por lo tanto en sus propias riberas, lo que no excluye daños en otras partes del altiplano.
- Las pérdidas por sequías en la pasada década son más de 5 veces superiores a las producidas por las inundaciones, a pesar del carácter extraordinario de estas.
- Las sequías son los eventos extremos más frecuentes, así como los que producen los daños más graves en el sistema T.D.P.S., afectando principalmente al sector agropecuario, actividad principal de la población del altiplano.

#### Total de pérdidas en Infraestructuras

Se presenta a continuación un resumen de los daños a infraestructuras imputables a "eventos extremos" de la década de 1980-90 en el área del complejo TDPS (millones de dólares noviembre 1991):

| <b>INUNDACIONES 1986-1987</b> |             |                |              |
|-------------------------------|-------------|----------------|--------------|
| <b>Infraestructuras</b>       | <b>Perú</b> | <b>Bolivia</b> | <b>TOTAL</b> |
| - Vivienda y otros edificios  | 63,0        | 7,0            | 70,00        |
| - Educación                   | 10,3        | -              | 10,3         |
| - Saneamiento                 | 2,6         | -              | 2,6          |
| - Transporte Vial             | 0,2         | 0,2            | 0,4          |
| - Transporte ferroviario      | 0,3         | 0,2            | 0,5          |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>76,4</b> | <b>7,4</b>     | <b>83,8</b>  |

### **EVALUACION DE DAÑOS INDIRECTOS**

Como consecuencia en la reducción agropecuaria y de los daños originados a las infraestructuras (principalmente por las inundaciones), se considera que se han producido:

- Reducción en las actividades agroindustriales, de transportes, y de elaboración de insumos agrícolas (principalmente fertilizantes);
- Reducción en las actividades turísticas, especialmente en la actividad hotelera, Puno, Huatajata, otros).
- Incrementos de la migración campesina (en especial entre 1983 y 1989) hacia la costa peruana, Arequipa, Tacna y El Alto y zona de producción de coca en la parte boliviana.
- Probables impactos ambientales por concentración de contaminantes y sales (en períodos de sequías) en los cuerpos de agua, erosión causada por las lluvias fuertes concentradas, y por la desestabilización de zonas de desove de los lagos Titicaca y Poopó por remoción de vegetación (totora, llachu) debido a incremento de la extracción, y a variaciones rápidas en los niveles lacustres.

Sin embargo, la cuantificación de estos efectos no ha sido posible efectuar por la carencia de información y publicaciones.

Como efectos indirectos positivos consideramos la regeneración de los lagos de la región sur, principalmente el lago Poopó, como consecuencia de las aportaciones fluviales extraordinarias en las crecidas de 1986-87.

### 3.- DEFINICIÓN DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DEL ALTIPLANO

En el Altiplano concurren un conjunto de factores, positivos unos y negativos otros, que pueden facilitar o entorpecer su desarrollo. Entre los factores negativos destacan las frecuentes heladas y granizadas, sequías e inundaciones que golpean periódicamente la economía del campesinado. Menos visible, pero no menos importante es la paulatina disminución de la capacidad productiva de las tierras como consecuencia de la erosión, el sobrepastoreo y la salinización de los suelos. Además, le afectan negativamente un conjunto de factores socioeconómicos como la extrema parcelación de la propiedad, el bajo nivel educacional, la escasez de infraestructuras básicas (camino, luz, agua potable, saneamiento, ...), el bajo nivel de transformación de los productos agropecuarios y otros.

En un sentido contrario concurren un conjunto de factores positivos como la disponibilidad de recursos hídricos y tierras aptas para el cultivo, la alta radiación solar, la potencialidad de la industria pesquera, la existencia de una base artesanal todavía poco desarrollada, la potencialidad del sector turístico, la factibilidad de instalación de invernaderos a bajo coste y, en general, el potencial agropecuario regional.

El Plan Director Global Binacional, para ser realista debe tomar muy en cuenta las potencialidades y los condicionantes regionales más arriba mencionados. Además, debe extraer enseñanzas de programas y proyectos desarrollados en el pasado. Estas demuestran que sólo los proyectos globales con una visión integradora, alcanzan el éxito deseado en medios naturales y sociales difíciles como lo es el Altiplano.

#### **4.- ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN DIRECTOR**

La estrategia de desarrollo del altiplano debe articularse sobre la base de un conjunto global y articulado de actuaciones que, apoyadas en los factores positivos, permitan romper ese círculo de causas y efectos negativos que frenan y limitan su progreso económico y social. Las experiencias del pasado muestran la limitación de los resultados obtenidos cuando las acciones se conciben y realizan de un modo aislado.

El Plan Director Global es un instrumento para lograr el aprovechamiento racional e integral de los recursos hídricos e hidrobiológicos del sistema T.D.P.S., orientado a posibilitar el desarrollo sostenible del Altiplano Peruano - Boliviano. Debe estar íntimamente ligado a las acciones de política económica más convenientes para esta región, teniendo en cuenta su potencial de desarrollo anteriormente descrito.

Las principales directrices del Plan son las siguientes:

- El Plan Director deberá enmarcar una estrategia global para el desarrollo socioeconómico sostenible del Altiplano, rechazando todos aquellos proyectos o actuaciones que conlleven riesgos de evolución irreversible del sistema natural. En particular, el Plan pondrá especial atención en incrementar la disponibilidad de recursos hídricos en cantidad y calidad, pero sin desentenderse de otros recursos naturales como son el suelo, la pesca y la vegetación acuática. El establecimiento de sistemas de control para evitar la extracción indiscriminada de recursos hídricos e hidrobiológicos por cualquier iniciativa, evitará que se alcancen situaciones de sobreexplotación no deseadas.
- Propiciar que los gobiernos de Bolivia y Perú prioricen el apoyo económico a la región del altiplano, durante un período de tiempo suficientemente largo para afianzar los programas, proyectos y actuaciones propuestos en el Plan Director Global Binacional e impulsar el desarrollo de la población indígena.
- Definir planes, programas y proyectos integrados de carácter sectorial, que permitan el desarrollo compartido de los recursos, teniendo en cuenta la problemática social de la población asentada en el altiplano.
- Proponer en dichos programas acciones puntuales y modulares, considerando la variedad de condiciones imperantes en las distintas zonas del altiplano.
- Dotar a los programas de un enfoque de desarrollo integral de las principales áreas de influencia, dotándolas de la necesaria infraestructura básica, investigación, capacitación, crédito, transformación, comercialización y otros servicios.
- Considerando el fuerte impacto negativo de las sequías en las actividades económicas del altiplano, principalmente concentradas en el sector agropecuario, se deben priorizar los proyectos de manejo de los recursos hídricos (especialmente los de riego) e hidrobiológicos.

- Propiciar la participación de los posibles beneficiarios en las distintas etapas del proyecto.
- Proponer la capacitación participativa de los beneficiarios en los proyectos y acciones, como responsables efectivos de la ejecución de los mismos.
- En lo posible, se recomendarán tecnologías "blandas", es decir, relacionadas con la cosmovisión andina, que deberán implantarse de forma progresiva, para facilitar su aceptación y difusión.
- Por las características socio-económicas existentes en el altiplano, los proyectos propuestos deberán ser evaluados teniendo particularmente en cuenta los beneficios sociales que generarían, y que a menudo no se incluyen en las evaluaciones económico-financieras habituales.
- Deberán proponerse soluciones al problema de la tenencia de la tierra en las actuales áreas de riego, así como la estrategia para evitar los mismos problemas en futuros proyectos.
- Finalmente, se debe realizar un examen continuo de los diversos proyectos y obras planificadas y su correspondiente cronograma de realización, en el marco de coherencia y compatibilidad delineado en los estudios del Plan Director. Por lo cual se reafirma la necesidad de una evaluación permanente, en el seno de la Autoridad Binacional, del desarrollo efectivo de los proyectos y de la correspondiente repartición de recursos, particularmente hídricos, en los sectores del sistema T.D.P.S.

Las actuaciones y programas de desarrollo deben contemplar conjuntamente:

- El manejo sostenible de los recursos hídricos
- La protección-prevención de inundaciones
- La protección frente a los eventos climáticos extremos (heladas, granizos, sequías)
- El desarrollo y la gestión de los recursos hidrobiológicos
- La recuperación y la conservación del medio ambiente (erosión, sedimentación, salinización)
- El desarrollo agropecuario
- El desarrollo de las bases legales e institucionales.

## **5.- CRITERIOS GENERALES PARA EL MANEJO DEL SISTEMA T.D.P.S.**

Los criterios que se exponen a continuación se han deducido de los estudios básicos realizados para la elaboración del Plan. No cabe duda que dichos estudios constituyen un paso decisivo en el conocimiento global del Sistema T.D.P.S. Sin embargo, hay que reconocer que en algunos aspectos y en zonas geográficas determinadas, los conocimientos actuales son todavía insuficientes y deben ser mejorados en el futuro, lo que obligará, a su vez, a revisar estos criterios.

### **5.1.- CRITERIOS DE SELECCION DE PROYECTOS**

La selección de proyectos por los países es, sin duda, un aspecto importante del manejo del Sistema y debe ser objeto de estudios específicos. Con carácter general se recomienda utilizar técnicas de análisis multicriterio para identificar el grupo de proyectos más favorables, contemplando simultáneamente diversos factores como son: factores económicos (por ejemplo la TIR), factores socioeconómicos (creación de empleo, número de familias afectadas), existencia de infraestructuras básicas (comunicaciones, servicios hospitalarios, etc), factores de riesgo (heladas, granizo), consumo de recursos escasos en el Altiplano (por ejemplo energía), etc.

En el sector boliviano todos los proyectos inventariados con demandas significativas de agua, son proyectos de riego. Se aconseja, aplicar los siguientes criterios de selección:

- Proyectos económicamente rentables
- De pequeño-mediano tamaño, para que sean fácilmente manejables sin necesidad de una estructura organizativa compleja.
- Con una conveniente distribución geográfica, para que se manifieste el efecto integrador de los regadíos sobre el territorio. El regadío, proporcionando una mayor seguridad en la producción de alimentos y forrajes, asegura el asentamiento de la población en el territorio y permite una mejor explotación de los terrenos cultivados en secano.
- Con posibilidades de abastecimiento a partir de aguas superficiales (ríos) y subterráneas (pozos). Un abastecimiento de agua mixto permitirá establecer esquemas de explotación conjunta de aguas superficiales y subterráneas mejorando la garantía de suministro, especialmente en períodos de sequía o escasez de agua, y reduciendo las necesidades de regulación de caudales superficiales.
- Proyectos en los que las obras estén parcialmente realizadas. En cualquier caso, antes de reanudar la ejecución de las obras será necesario realizar un estudio socioeconómico previo, en el que se justifique la rentabilidad de las obras que quedan por ejecutar.
- Que exijan pequeño o nulo consumo de energía, por ser éste un recurso escaso en el Altiplano.



- Que favorezcan a un elevado número de familias.
- Que no originen impactos ambientales negativos irreversibles.

En el sector peruano se han identificado proyectos de trasvase a otras cuencas y proyectos de riego. Los trasvases de recursos a la costa del Pacífico con propósito múltiple (abastecimiento urbano, riego, producción de energía) entran en competencia con los proyectos de riego en el Altiplano. El Plan Director no puede entrar en modo alguno en la discusión sobre los recursos hídricos que deberían ser transferidos. Es una decisión que corresponde al Gobierno del Perú. Pero, sí parece oportuno hacer tres consideraciones. En primer lugar, es obvio que cualquier trasvase que se realice, deberá quedar sujeto a todas las normas y restricciones que se deriven de este Plan Director para cualquier tipo de aprovechamiento hidráulico y teniendo en cuenta, en este caso, que todo el caudal trasvasado representa un consumo neto (retorno nulo) para el Sistema T.D.P.S. En segundo lugar, no sería oportuno decidir los trasvases con criterios exclusivamente económicos; deben considerarse, también, los aspectos sociales, medioambientales y geopolíticos. Finalmente, siendo el agua un recurso escaso en el Altiplano, si se decidiera exportar agua a la vertiente oceánica, sería oportuno considerar una posible compensación económica a la cuenca exportadora por el agua trasvasada. La compensación podría establecerse en función de los beneficios que dejan de obtenerse en el Altiplano, o en función de los beneficios que se obtienen en la cuenca importadora, o en función de ambos. Serán necesarios estudios específicos para llegar a la solución más adecuada. Estos estudios deberían contemplar:

- Los posibles proyectos de riego en el Altiplano. Evaluación de beneficios y costes económicos, sociales y medioambientales.
- Los posibles proyectos de propósito múltiple de trasvase a la costa del Pacífico. Evaluación de beneficios y costes económicos, sociales y medioambientales.
- Estudio comparativo de unos y otros proyectos, teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales, medioambientales y geopolíticos.
- Consideración y estudio de otros posibles proyectos de desarrollo en el Altiplano no basados en el aprovechamiento para riego de sus recursos hidráulicos (o menos exigentes en dichos recursos) como pueden ser instalación de invernaderos, mejora de pastos y desarrollo ganadero, desarrollo turístico y artesanal, etc.

Respecto a los criterios para seleccionar los proyectos de riego en el sector peruano, es de aplicación lo ya mencionado para el sector boliviano.

En resumen, de todo lo dicho anteriormente, se deduce que para la implementación del Plan Director Global Binacional es urgente proceder, en primer lugar, al reparto de los recursos hídricos disponibles entre los dos países y, en segundo lugar, a la selección de proyectos para el aprovechamiento de esos recursos.

## 5.2.- CRITERIOS PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL LAGO TITICACA

Los principales aspectos que se consideraron en el planteamiento para un manejo adecuado del lago Titicaca son:

- Limitada capacidad de control sobre el mismo, tanto en época de estiaje como en inundaciones.
- Influencia determinante, sobre los volúmenes de agua del lago, de la evaporación y la precipitación.
- Influencia de los niveles de agua sobre el mantenimiento de la vegetación acuática (tatora y llachu).

Se establecieron criterios básicos de operación para las épocas de inundaciones y estiajes, y también que atiendan el mantenimiento de niveles que preserven la vegetación acuática. Los criterios de operación considerados fueron:

### - Para control de inundaciones:

- . Existen serias limitaciones para poder controlar significativamente las inundaciones producidas por la elevación de los niveles del Lago Titicaca por medio de un control en su salida, como se puede ver con detalle en el Informe de Modelos Matemáticos Hidráulicos. Sin embargo, en la gestión del lago, es indispensable establecer las reglas de operación en época de crecidas. Con este objetivo, se consideraron reglas de operación del lago que limiten en lo posible su nivel a un máximo deseable en función de la época del año. Estas curvas establecen niveles máximos al inicio y al final del período húmedo respectivamente.

De acuerdo con lo arriba indicado, existen serias limitaciones para poder controlar significativamente las inundaciones en el lago Titicaca, sea mediante el control de los niveles máximos o incrementando el caudal de salida por el Desaguadero. La mayor parte de los daños provocados por una avenida como la de 1986 no podrían ser evitados.

En consecuencia, ordenar los usos de los terrenos circunlacustres, en función de la probabilidad de verse inundados, es una forma preventiva de disminuir al menos los daños producidos.

### - Para fines de riego:

- . Se considera que las extracciones de volúmenes de agua del lago para riego se realizan durante los 12 meses siguientes a partir del 1º de noviembre de cada año, cuando el nivel del lago se encuentre en una cota igual o mayor a 3808,75 msnm., 3808,50 msnm, 3808,25 msnm, ó 3808,00 msnm. Estas extracciones en una primera aproximación, se considerarán constantes, con valores promedio de 15, 20, ó 25 m<sup>3</sup>/s.

- . Se aplicarán restricciones a las demandas (reducciones proporcionales) cuando el nivel del lago se encuentre por debajo de 3808,75 msnm, ó 3808,50 msnm, ó 3808,25 msnm, ó 3808,00 msnm al inicio de noviembre (1º de noviembre).
  - . En situaciones de restricción, las dotaciones por ha, en las áreas de riego, serán reducidas.
- Para mantenimiento de la vegetación acuática
- . Las principales especies acuáticas que se desarrollan en el lago son el llachu y la totora.

Los niveles del lago han registrado un gran rango de variaciones en el pasado, que han llegado hasta 6,25 m., y que podrían volver a repetirse en el futuro. Estas variaciones que han ocurrido naturalmente, deben haber afectado la distribución de las diferentes especies vegetales en las zonas litoráneas. Sin embargo, a pesar de ello, no se registró la desaparición definitiva de las especies vegetales, notándose que al recuperarse los niveles, las diferentes especies se han desarrollado nuevamente, incluso en mayor cantidad en los niveles altos. Esta preservación de las especies fue posible por la conservación de los rizomas en los sedimentos húmedos de ambos lagos en los años de bajos niveles, y porque las acciones antrópicas eran más débiles que actualmente.

De los estudios realizados se concluye que:

- . La cota de 3808,25 msnm. sería un nivel mínimo recomendable operacional para la conservación de la flora, la que permitiría una sobrevivencia confiable de los rizomas, pero que requeriría de acciones complementarias de renovación de la vegetación y de control en el aprovechamiento de la misma. En el caso de alcanzarse niveles inferiores, sería necesario aplicar restricciones muy fuertes en el uso del agua.

### **5.3.- CRITERIOS PARA EL MANEJO HIDRAULICO DEL EJE DEL DESAGUADERO**

Los objetivos que deben ser considerados en el planteamiento de un adecuado manejo del eje Desaguadero son:

- Atender las demandas de riego de los proyectos propuestos (Chilahuala y El Choro).
- Atender las demandas de agua de las explotaciones mineras existentes (San José e Inti Raymi),
- Atender las demandas para trasvase en Kovire-Chuapalca
- Manejar adecuadamente los caudales del brazo derecho y del brazo izquierdo del río, con las compuertas en La Joya, para:
  - . evitar las inundaciones en la ciudad de Oruro
  - . mantener los recursos hidrobiológicos en los lagos Soledad, Uru-Uru y Poopó.

A partir de los resultados del modelo de gestión se han establecido criterios básicos de operación para atender las distintas demandas (incluyendo el control de niveles y de concentración de sales en los lagos), en función de la situación hidrológica imperante, considerando distintas prioridades en función de los daños potenciales que se originarían en caso de no atenderse niveles dados de demandas. En los cuadros 1 y 2 se presentan las prioridades definidas.

Dependiendo de que se trate de recursos regulados o no regulados, las prioridades establecidas son:

i) Para los recursos no regulados:

En función del estado de los lagos Soledad y Uru-Uru, las aguas no reguladas atenderían prioritariamente el mantenimiento de los recursos hidrobiológicos (si son críticos los niveles o las concentraciones), los caudales requeridos por las actividades mineras y las demandas para trasvase en Kovire-Chuapalca (si existen disponibilidades en sus puntos de captación). Se atendería una parte (porcentaje mínimo) de las demandas de riego.

En el caso de no contarse con agua suficiente, se atenderían el riego, las minas y los lagos en forma proporcional a sus demandas.

ii) Para los recursos regulados:

Se atenderán prioritariamente las demandas de riego (Chilahuala y El Choro) y las de la minas. Adicionalmente, si los lagos se encuentran en nivel de prioridad 1 (nivel bajo o concentración de sales alta), también se les destinará agua regulada.

Puesto que las aguas reguladas procederán principalmente del lago Titicaca, los criterios de operación del lago en relación a sus afluentes y al eje Desaguadero serán:

- Satisfacción de las demandas requeridas durante los 12 meses siguientes a partir del 1 de noviembre de cada año, cuando el nivel del lago se encuentre en una cota igual o mayor a 3808,25 msnm en esa fecha.
- Aplicación de restricciones a las demandas cuando el nivel del lago se encuentre por debajo de 3808,25 msnm a el primer día de noviembre. El caudal de restricción a aplicarse será proporcional a la cuantía de las demandas como se muestra en la figura 4 (Porcentaje de la demanda no restringida vs nivel del lago).

En situaciones de restricción, las dotaciones por hectárea, en el caso de las áreas de riego, deberán ser reducidas (por ejemplo, en estas épocas no se aplicarían lavados de suelos). Análogamente, se mantendrán los niveles mínimos en los lagos del sector sur, pero no se procederá a la renovación del agua para el mantenimiento de la salinidad.

#### **5.4.- CRITERIOS PARA EL MANEJO HIDRAULICO DE LOS LAGOS SOLEDAD, URU-URU, POOPO Y SALAR DE COIPASA**

Los criterios para el manejo de los lagos del sector sur tienen un carácter muy provisional dada la escasez de datos existentes. Por ello, en el marco general de los estudios encaminados a mejorar el conocimiento hidroclimático, fluviomorfológico y otros del sector sur del Sistema TDPS (lagos Soledad, Uru-Uru, Poopó y Salar de Coipasa), deberán formularse los balances hídricos de dichos lagos. Con los resultados que se obtengan se plantearán y analizarán las posibles alternativas para el mejor uso de los recursos disponibles, considerando entre otros la regeneración de los lagos Poopó, Uru-Uru y Soledad, así como la conservación ecológica del lago Salar de Coipasa y los posibles aprovechamientos hídricos.

Los elementos clave para el manejo de los lagos Soledad, Uru-Uru y Poopó son las obras de bifurcación del río Desaguadero en La Joya y las compuertas situadas a la salida de los lagos Soledad y Uru-Uru para el control de los caudales de desagüe de ambos lagos.

Como los recursos hídricos regulados disponibles en el Sistema T.D.P.S. (20 m<sup>3</sup>/s en el lago Titicaca y sus afluentes y unos 3.75 m<sup>3</sup>/s contando con el hipotético embalse de Sankata) son muy inferiores a las demandas potenciales de agua, para el manejo de los lagos sólo se puede contar, en general, con aguas no reguladas.

El objetivo que, con respecto a los lagos, se pretende alcanzar con dichas obras es triple:

- Mantener los niveles de los espejos de agua dentro de unos ciertos límites.
- Mantener la salinidad por debajo de una cierta concentración.
- Controlar la contaminación por metales pesados acumulados en los sedimentos procedentes de los vertidos mineros.

Los estudios realizados permiten establecer provisionalmente los siguientes condicionantes:

- Altura de la lámina de agua comprendida entre 2 y 3 metros.
- Límite superior de salinidad admisible 5 g/l y 10 g/l en situaciones excepcionales

Los criterios generales de reparto de los caudales disponibles en La Joya (una vez satisfechas las demandas prioritarias) son:

- Como norma general deberá operarse el sistema de modo que en cualquier momento los estados o situaciones de los lagos Soledad y Uru-Uru, sean aproximadamente iguales o comparables, en cuanto a niveles de agua y salinidad.
- Si los caudales disponibles son altos se procedería a rellenar los lagos (si sus niveles eran bajos) y renovar al máximo sus aguas, vertiendo los caudales de desagüe al lago Poopó.

- Si los caudales son bajos, se disminuye el caudal destinado a la renovación del agua hasta llegar a anularse.
- Las puntas de las avenidas se derivan por el brazo derecho del Desaguadero hacia el lago Poopó para limitar las aportaciones de sólidos de suspensión a la laguna Soledad y el lago Uru Uru.

#### **5.5.- CRITERIOS PARA EL MANEJO GLOBAL DEL SISTEMA TDPS EN PERIODOS CLIMATICOS HUMEDOS O SECOS DE LARGA DURACION**

El Plan Director debe tener previsto cómo manejar los recursos hídricos del Sistema si se repitiera la grave situación de sequía de los años cuarenta o un período excepcionalmente húmedo como el ocurrido en los años ochenta. En ambos casos deben contemplarse dos hipótesis de trabajo, según se considere que las obras hidráulicas clave para el control y manejo del sistema, así como los proyectos de riego, están operativos o no.

Para ir alcanzando respuestas cada vez más aproximadas, deberán realizarse en el futuro simulaciones adicionales con los modelos ya desarrollados, bajo distintas hipótesis de evolución de los recursos y de manejo de las obras de control. A su vez, deberán incorporarse a los modelos los nuevos datos que sucesivamente se obtengan para el perfeccionamiento del Plan Director.

Con carácter provisional, se pueden establecer los siguientes criterios generales en función de las infraestructuras disponibles en cada momento:

##### **a) No se han construído las obras de Puente Internacional y La Joya.**

En esta situación no se puede actuar sobre los caudales fluviales ni sobre los lagos, por lo que las acciones posibles son muy limitadas. Las actuaciones se orientarían a paliar los efectos de la sequía sobre las producciones agrarias.

En caso de sequía extrema y prolongada se sugiere adoptar las siguientes medidas complementarias:

- Como medida correctora, y en los sectores en que sea posible este tipo de actuación, acometer un plan de urgencia de establecimiento de pequeñas áreas de riego con pozos, a tajo abierto o profundos según sean las condiciones hidrogeológicas en cada caso. Estos nuevos regadíos podrán paliar la disminución de cosechas en secano o en los regadíos con aguas superficiales afectados por la sequía.

Es importante que un plan contra la sequía de este tipo esté concebido de antemano a nivel de proyecto, de manera que, al producirse la situación de alerta, la Autoridad Binacional Autónoma conozca con suficiente detalle las áreas de actuación, los campesinos afectados, las obras necesarias en cada caso, los materiales y equipos mecánicos requeridos y el coste de ejecución de los proyectos.

- Como medidas preventivas, poner en marcha un plan de divulgación, capacitación y ayudas para el establecimiento de carpas solares de ámbito familiar que minimicen los efectos de la sequía. Paralelamente, impulsar y acelerar las prácticas de conservación de suelos que son siempre, a su vez, medidas de conservación del agua en el suelo.

**b) Están en operación las compuertas de regulación en el lago Titicaca, pero no las obras de bifurcación en La Joya.**

En este caso se pueden regular las salidas del lago por el Puente Internacional, y, por consiguiente, atender a las necesidades de agua de los regadíos del eje del Desaguadero, pero no se pueden manejar los caudales que deberían ser enviados a los lagos del sector sur para su regeneración y mantenimiento. Estos lagos se alimentarán exclusivamente con los caudales que, de un modo natural, circulen por ambos brazos del río Desaguadero. Por consiguiente, el manejo del sistema debe hacerse atendiendo exclusivamente a las demandas de agua para riego, al mantenimiento de unos niveles óptimos para el desarrollo de la actividad hidrobiológica en el lago Titicaca, y a paliar la magnitud de las inundaciones circunlacustres y de las avenidas en el río Desaguadero.

**c) Están en operación las obras de bifurcación de la Joya, pero no las compuertas de regulación en Puente Internacional y Aguallamaya.**

En estas circunstancias podrán estar en explotación los regadíos previstos en las cuencas vertientes al lago Titicaca, pero no podrán implantarse los regadíos del eje del Desaguadero (Chilahuala y El Choro) por falta de regulación de los caudales.

Las obras de La Joya permitirán distribuir los caudales fluyentes no regulados del río Desaguadero entre sus dos brazos, de forma que se puedan alcanzar los objetivos deseados para los lagos del sector sur.

En este caso son de aplicación las medidas correctoras y preventivas de la sequía que se exponen en el punto a) de este mismo epígrafe.

**d) Están en operación las compuertas de Puente Internacional y Aguallamaya y las obras de bifurcación de la Joya.**

Los recursos se manejarán conforme a las normas expuestas en los epígrafes 5.2., 5.3 y 5.4. de este Informe. Con los caudales regulados se atenderá, en primer lugar, a las necesidades de agua para riego, minería y trasvases y, en segundo lugar, junto con los caudales no regulados, a los requerimientos para la conservación de los lagos.

Como las compuertas para la regulación de las salidas del lago Titicaca tienen una capacidad limitada de modificar los niveles máximos y mínimos naturales del lago, es conveniente que el Plan Director establezca un plan para la ocupación o el abandono ordenados de las tierras circunlacustres, en función de los retrocesos o los avances del espejo de agua, y que deberá ponerse en práctica en uno u otro sentido en los períodos húmedos y secos.

## **6.- ORDENACION Y MANEJO DE RECURSOS HIDRICOS. ANALISIS Y PROPUESTA DE SOLUCIONES**

### **6.1.- PLANTEAMIENTO GLOBAL**

La ordenación y el manejo de los recursos hídricos del Sistema TDPS comprende los siguientes tipos de proyectos y obras (Figura 4):

- Obras y proyectos para la regulación general del sistema y control y manejo de los caudales fluviales\*
- Obras y proyectos para el aprovechamiento de los recursos hídricos en nuevos regadíos o para su trasvase fuera del Sistema.
- Obras y proyectos para el control hidráulico y de la salinidad de los lagos Soledad, Uru Uru y Poopó.

A partir de los resultados de los estudios realizados para la elaboración de este Plan Director, de la problemática detectada y de los proyectos recopilados que fueron redactados en el pasado, se ha elaborado un esquema global para la ordenación y el manejo de los recursos hídricos del Sistema T.D.P.S. que incluye, siguiendo el orden de aguas arriba a aguas abajo, las siguientes actuaciones:

#### **Afluentes al lago Titicaca:**

En esta zona sólo se incluyen proyectos para el aprovechamiento de los recursos hídricos en regadío o para trasvase a otras cuencas fuera del Sistema. Los embalses de regulación incluidos en esos proyectos tienen por objeto la regulación de los caudales necesarios para esos fines, pero no tienen incidencia relevante en la regulación general del Sistema aguas abajo del lago Titicaca.

Por el contrario, tendrán una gran incidencia sobre el Sistema TDPS los caudales detraídos para riego o trasvases, pues se trata de usos consuntivos que afectan a los balances del lago Titicaca, a los niveles del mismo, y a los caudales disponibles para atender a las demandas de agua de los proyectos previstos en el eje del río Desaguadero.

#### **Lago Titicaca:**

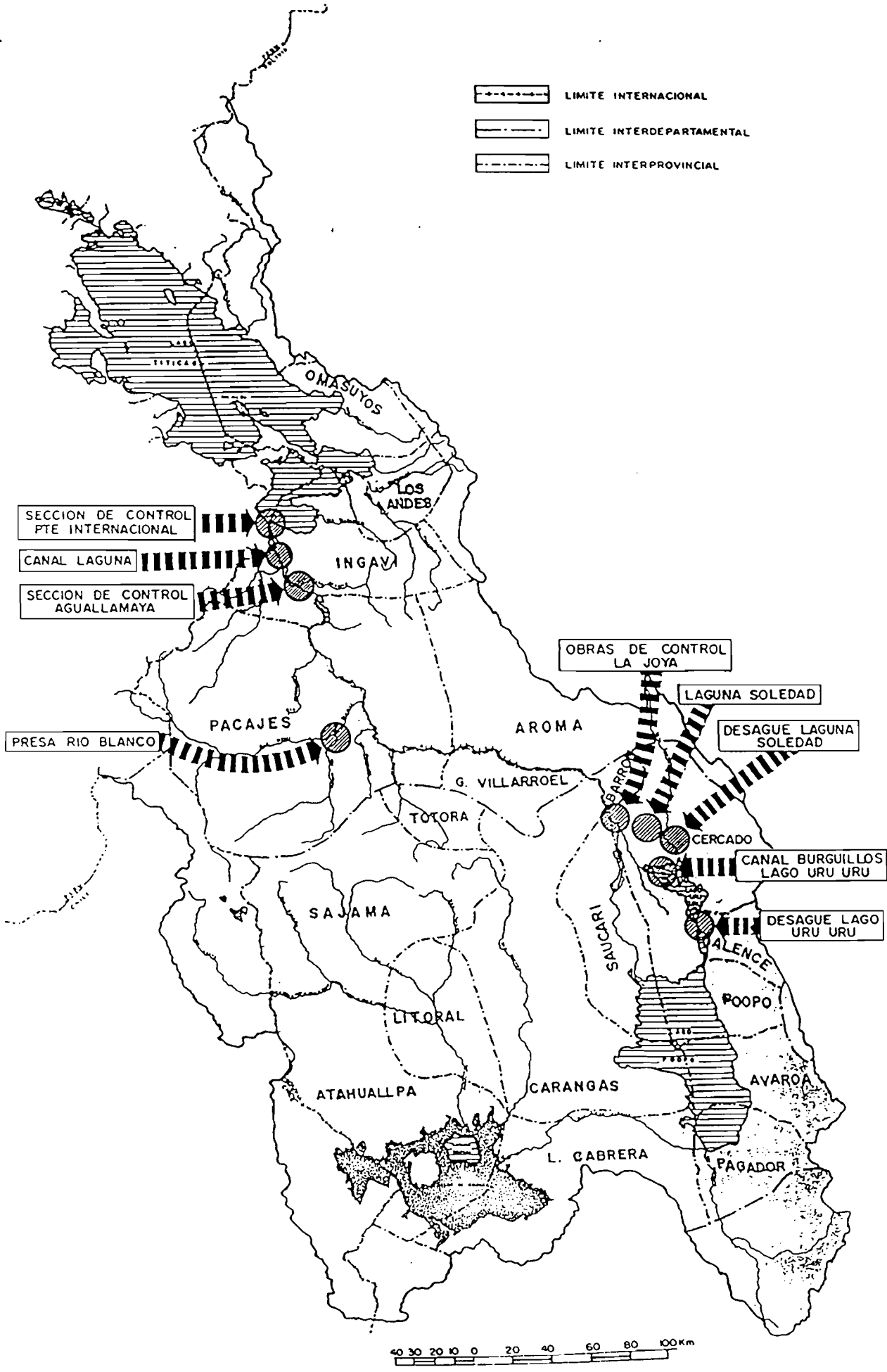
El esquema general de actuaciones contempla a la salida del lago (en Puente Internacional) la construcción de compuertas de control que, junto a las compuertas en Aguallamaya y el dragado del río Desaguadero en los tramos Puente Internacional-Aguallamaya-Nazacara, constituyen un proyecto clave para el manejo global del Sistema que permitirá regular los caudales de salida del lago y contribuirá a la laminación de las avenidas en el eje del Desaguadero.

---

\* Generalmente, los proyectos incluidos en este grupo son de propósito múltiple, incluyendo la protección-prevención de inundaciones. En el capítulo 7 se analizan los proyectos específicos para este único fin.



FIGURA N° 4 OBRAS DE MANEJO HIDRAULICO EN EL EJE T.D.P.S.



## **Eje del Desaguadero y sus afluentes**

Las compuertas de regulación y control de avenidas en Puente Internacional y Aguallamaya se complementarían y coordinarían con el hipotético embalse de Sankata (regulación-laminación de avenidas) y las obras de bifurcación en La Joya, que permitirían manejar y distribuir los caudales entre los dos brazos del río Desaguadero.

Por otra parte, en el Desaguadero se han previsto proyectos de riego con aguas superficiales reguladas y proyectos de riego con aguas subterráneas.

Conviene hacer notar que:

- Los proyectos de riego con aguas superficiales dependen íntegramente de la regulación de los caudales, es decir, dependen de las compuertas del lago Titicaca y del embalse de Sankata.
- Los proyectos de riego con aguas subterráneas son totalmente independientes de los restantes proyectos.
- Las obras de bifurcación en La Joya para la distribución de caudales entre los dos brazos del río no dependen al cien por cien de las compuertas de regulación en Puente Internacional y Aguallamaya, pero sí tienen una cierta dependencia y deben ser objeto de un manejo coordinado.

## **Lagos Soledad, Uru-Uru, Poopó y Salar de Coipasa:**

El esquema general contempla proyectos de obras específicas para el control hidráulico de los lagos mencionados, consistentes en canales de alimentación de los lagos y compuertas para el control de los desagües. El dispositivo previsto tiene un doble objetivo. En primer lugar, mantener un nivel mínimo en cada lago compatible con su supervivencia hidrobiológica, y, en segundo lugar, lograr una cierta renovación del agua para el control de la salinidad.

Estos proyectos dependen íntegramente de las obras de bifurcación en la Joya, que permiten manejar y distribuir los caudales circulantes por los dos brazos del río Desaguadero, encaminándolos hacia los lagos.

## **6.2.- OBRAS Y PROYECTOS DE CONTROL GENERAL DEL SISTEMA**

Las obras fundamentales para la regulación y el control general de los caudales circulantes en el Sistema son:

- Las compuertas de Puente Internacional y Aguallamaya
- Las obras de bifurcación de La Joya
- La presa de Sankata, pendiente de estudio de factibilidad.

#### a) COMPUERTAS EN PUENTE INTERNACIONAL Y AGUALLAMAYA (Figuras 5 a 8)

La regulación de los caudales de salida del lago, será realizada en dos secciones de control, una ubicada aproximadamente a 300 m. aguas abajo del Puente Internacional, en el local del viejo puente, y la otra en Aguallamaya, en correspondencia con el camino carretero Jesús de Machaca-San Andrés de Machaca, unos 400 m. aguas arriba del puente colgante construido con la colaboración del Gobierno Suizo.

Las compuertas a ser construidas en el Puente Internacional controlarán el nivel y los caudales de salida del lago Titicaca, mientras que las compuertas de Aguallamaya regularán el nivel de la laguna que se forma entre los dos locales, en los 39 kilómetros iniciales del río Desaguadero. Independiente de las compuertas de mantenimiento de nivel en Aguallamaya se colocarán otras compuertas, para regularizar caudales para riego en aprovechamientos aguas abajo.

Un manejo coordinado de los equipos de regularización utilizados en las dos secciones de control permitirán:

- Regularizar el flujo aguas abajo de Aguallamaya, evitando la superposición del caudal de salida del lago con las avenidas del río Mauri y consiguientes inundaciones y otros daños;
- Mantener un nivel de agua controlado en la laguna de Aguallamaya, para evitar daños en el ecosistema de la misma.
- Transformar la laguna en un embalse alimentado directamente, durante los años de nivel bajo del lago, por los aportes de los ríos afluentes a él (Llinki y Callacame).

Tanto la obra de Puente Internacional como la de Aguallamaya, serán realizadas en estructuras de hormigón, con fundaciones con pilotes prefabricados, en las cuales serán instaladas compuertas y dispositivos de comando.

En ambas obras de control, serán instaladas escalas para peces; así mismo las dos obras serán completadas con diques de altura suficiente para contener los niveles máximos de las aguas, tanto en el lago como en la laguna de Aguallamaya.

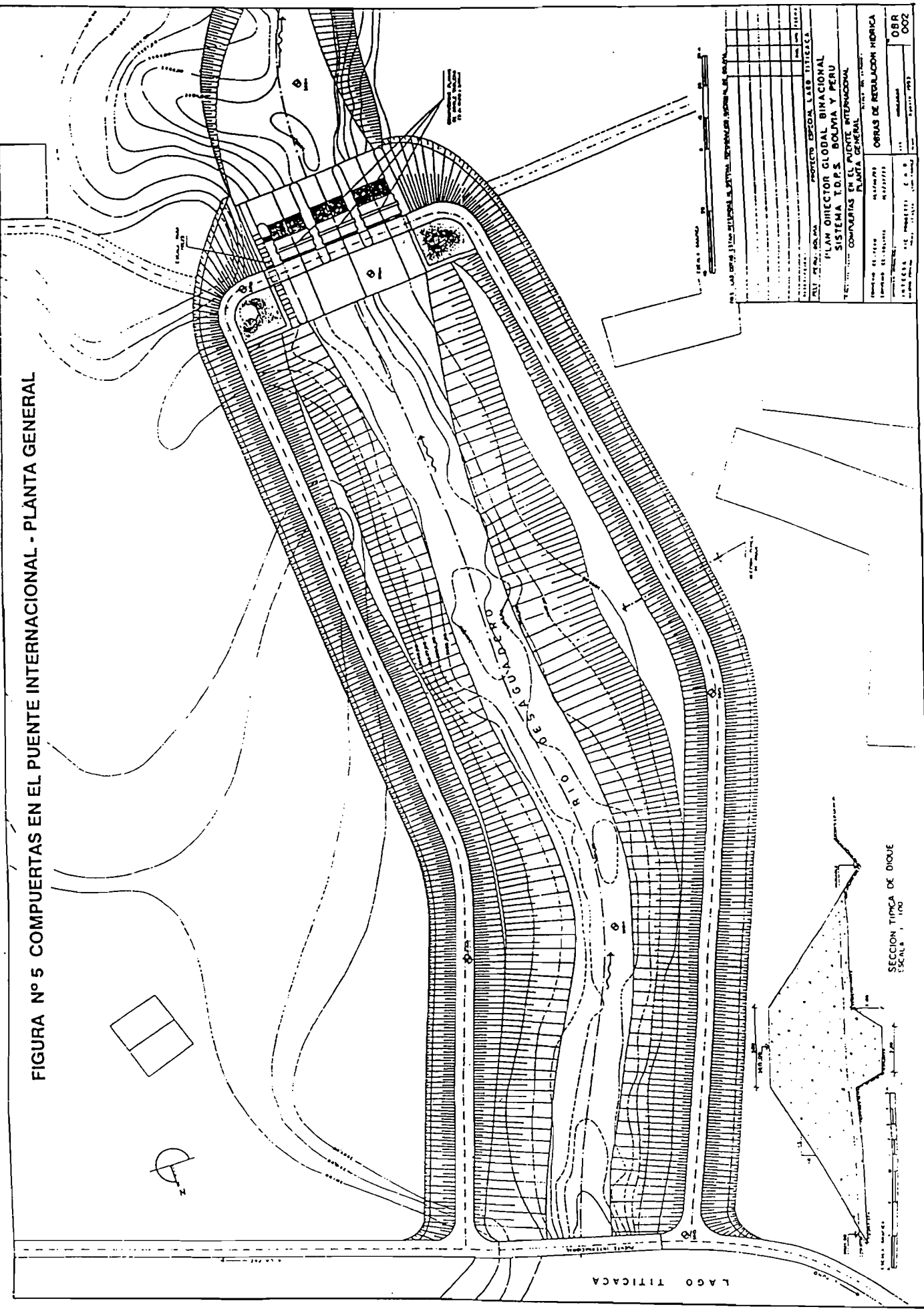
Tanto en Puente Internacional como en Aguallamaya las compuertas serán de tipo **vagón** de doble tablero:

#### b) CANAL EN LA LAGUNA DE AGUALLAMAYA

Entre las compuertas de Puente Internacional y Aguallamaya será construido por dragado, un canal que tendrá el objeto de facilitar el flujo de agua entre los dos locales.

El volumen a dragar, alcanza 2.900.000 m<sup>3</sup>.

FIGURA Nº 5 COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL - PLANTA GENERAL



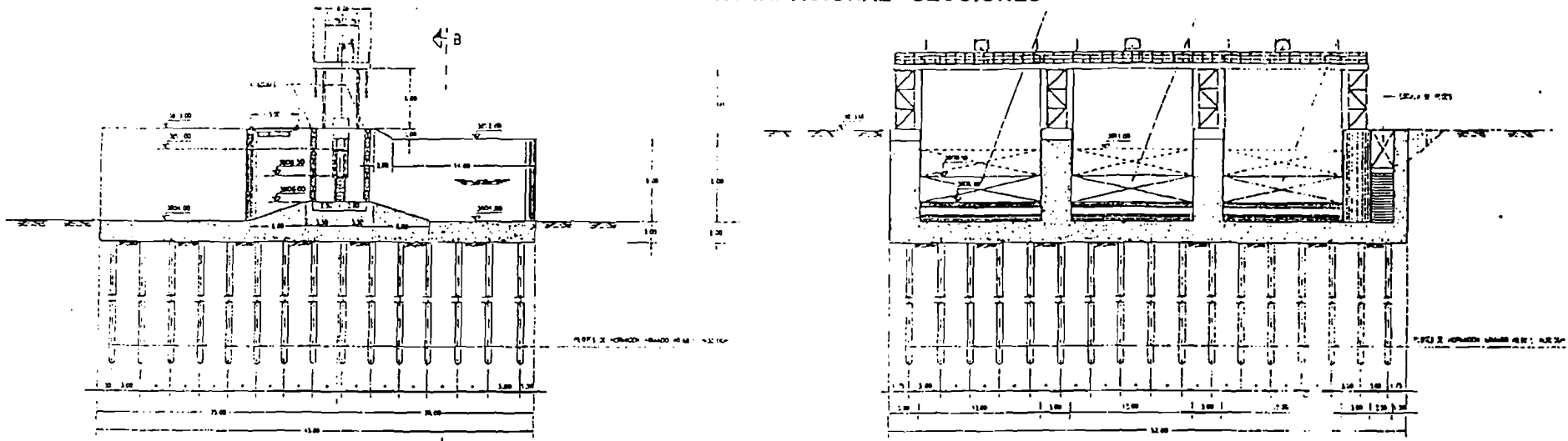
LAGO TITICACA

SECCION TIPICA DE DIQUE  
ESCALE 1:100

|   |             |
|---|-------------|
| PROYECTO ESPECIAL LASB TITICACA                     |             |
| PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL                     |             |
| SISTEMA T.O.P.S. BOLIVIA Y PERU                     |             |
| COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL               |             |
| PLANTA GENERAL                                      |             |
| Elaborado por:                                      | M. S. M. S. |
| Revisado por:                                       | M. S. M. S. |
| Aprobado por:                                       | M. S. M. S. |
| CORPORACION NACIONAL DE OBRAS DE REGULACION HIDRICA |             |
| OBRAS DE REGULACION HIDRICA                         |             |
| 08R   |             |
| 002   |             |

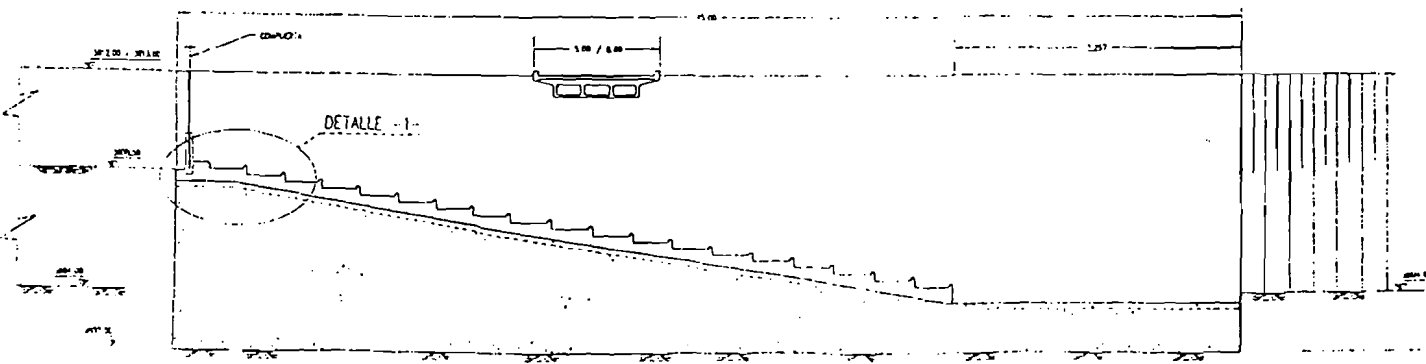
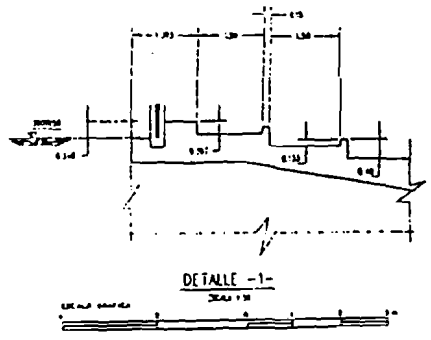
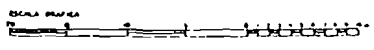
**FIGURA Nº 6 COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL - SECCIONES**

COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL

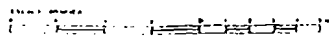


SECCION A-A  
ESCALA 1:50

SECCION B-B  
ESCALA 1:50



SECCION LONGITUDINAL - ESCALA DE 1:100



ORG. LAS CORTAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA TIPOGRAFICO NACIONAL DE BOLIVIA

|   |  |                           |  |
|---|--|---------------------------|--|
| REVISADO                                      |  | DISEÑADO                  |  |
| PROYECTO ESPECIAL LEON FERRAZ                 |  |                           |  |
| <b>PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL</b>        |  |                           |  |
| <b>SISTEMA IDPS BOLIVIA Y PERU</b>            |  |                           |  |
| <b>COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL</b>  |  |                           |  |
| <b>SECCIONES</b>                              |  |                           |  |
| AUTOR: LEON FERRAZ                            |  | Escala de dibujo: 1:50    |  |
| FECHA DE ELABORACION: 1988                    |  | FECHA DE APROBACION: 1988 |  |
| TITULO: COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL |  | Escala del terreno: 1:100 |  |
| AUTOR: LEON FERRAZ                            |  | Escala del terreno: 1:100 |  |
| FECHA DE ELABORACION: 1988                    |  | FECHA DE APROBACION: 1988 |  |

ORR  
004

FIGURA Nº 7 COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA - PLANTA GENERAL

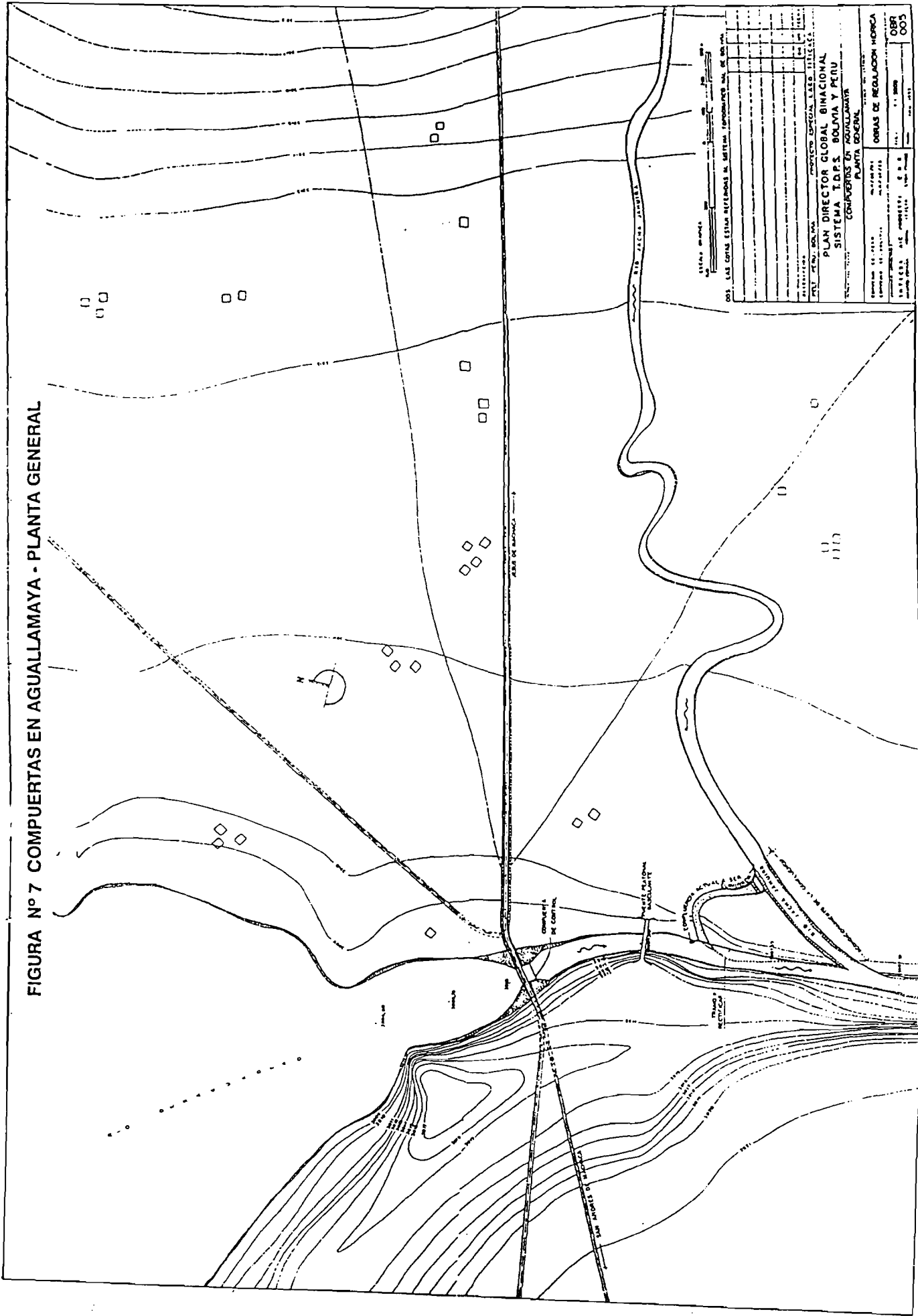
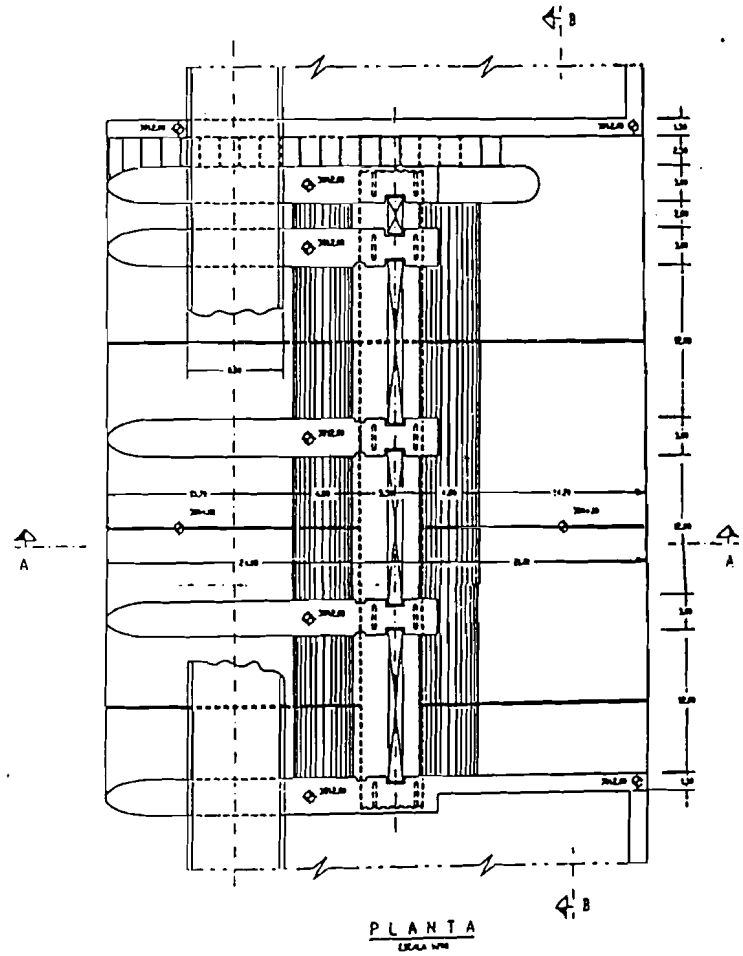
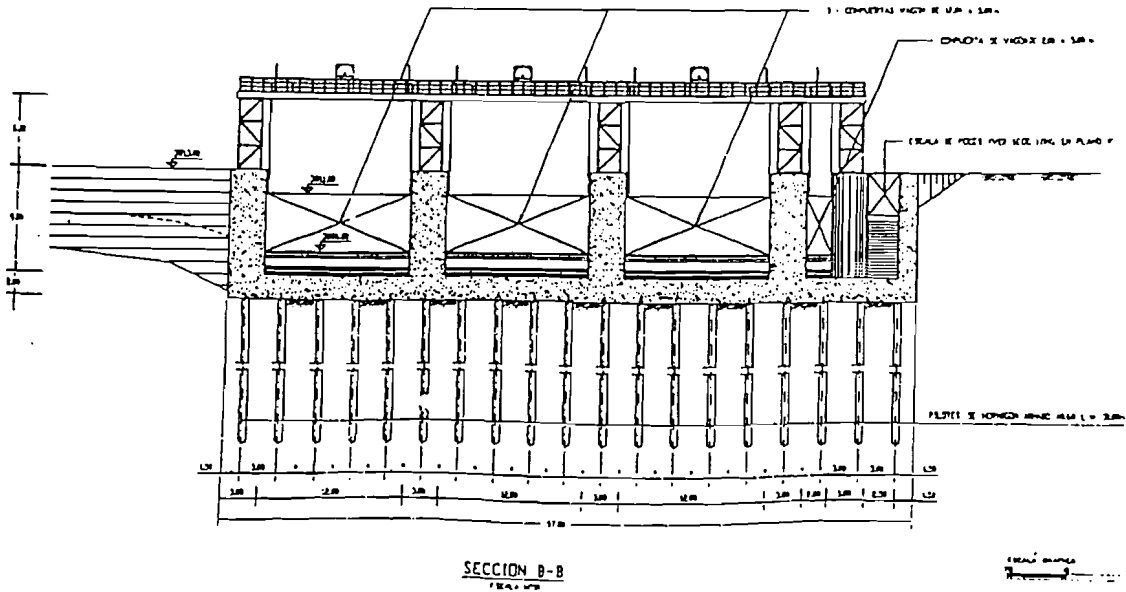
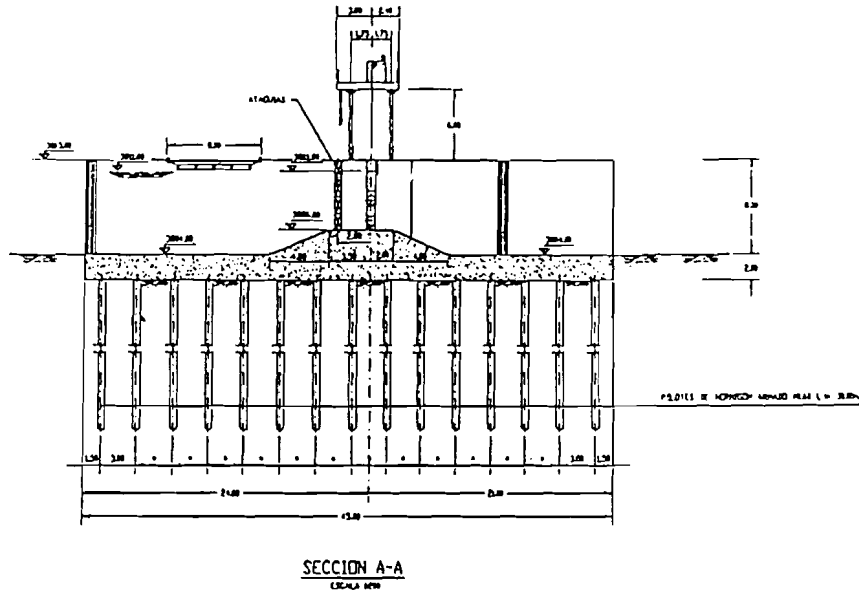


FIGURA N° 8 COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA - PLANTA Y SECCIONES



NOTA: LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA TOPOGRAFICO DEL DE BOLIVIA

|  |  |
|--|--|
| PROYECTO:  | PROYECTO ESPECIAL LAGO VITICASA            |
| PAIS:  | PERU - BOLIVIA                             |
| <b>PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL<br/>SISTEMA T.O.P.S. BOLIVIA Y PERU</b> |  |
| <b>COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA<br/>PLANTA Y SECCIONES</b>                    |  |
| PROYECTO EJECUTIVO:  | ELABORADO POR: OBRAS DE REGULACION HIDRICA |
| ELABORADO POR:   | ELABORADO POR:                             |
| DIRECCION:   | DIRECCION:                                 |
| FECHA:   | FECHA:                                     |
| HOJA:  | HOJA:                                      |
| <b>OBR<br/>006</b>   |  |

### c) DRAGADO DEL RIO DESAGUADERO

El río Desaguadero, aguas abajo de la sección de control de Aguallamaya, (entre Aguallamaya y Nazacara) será acondicionado en su cauce, para permitir el flujo de un caudal de 250 m<sup>3</sup>/s.

El acondicionamiento del cauce, será realizado por un dragado, y se prevé un movimiento de tierras de 570.000 m<sup>3</sup>.

### Obras de control-regulación y de aprovechamientos hidráulicos en la cuenca del río Desaguadero

#### a) PRESA DE SANKATA (Figuras N° 9, 10 y 11)

Con el objetivo de estudiar y evaluar los lugares donde podrían ubicarse embalses en la cuenca del río Mauri, con la finalidad de control de inundaciones y/o regular caudales en el sistema Desaguadero, se examinaron los locales disponibles en dicha cuenca.

Como resultado del examen de la cartografía existente de la cuenca del río Blanco afluente del Mauri, se identificó un posible vaso, a unos seis kilómetros de la confluencia de dicho río con el río Mauri, denominándosele vaso Sankata.

El vaso Sankata en el río Blanco tiene una superficie de cuenca hidrográfica que corresponde a 1/3 del área total del Mauri es sin duda desde el punto de vista topográfico el vaso más apropiado para regulación en la cuenca del Mauri; es un buen local que dispone de gran capacidad en un valle cerrado encajado, y que tiene laderas estables, de corte limpio y con muy poca erosión, no habiéndose observado material disgregado. Este vaso tiene la ventaja de que la evaporación sería minimizada por tener el embalse un valle muy cerrado. Se identificaron tres posibles problemas que habría que investigar antes de la ejecución del proyecto de la obra:

- . La presencia de una posible falla a lo largo de la línea mediana del valle.
- . La fuerte permeabilidad del estrato aluvial y su alto espesor.
- . Los horizontes yesíferos afectados por el embalse son un problema que se debe verificar.

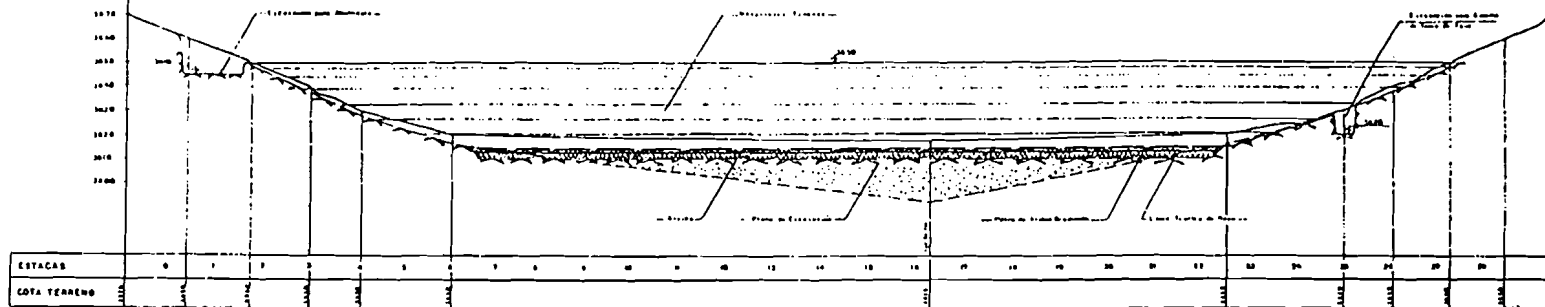
Se describen a continuación las principales partes de la presa:

#### Cuerpo de la presa

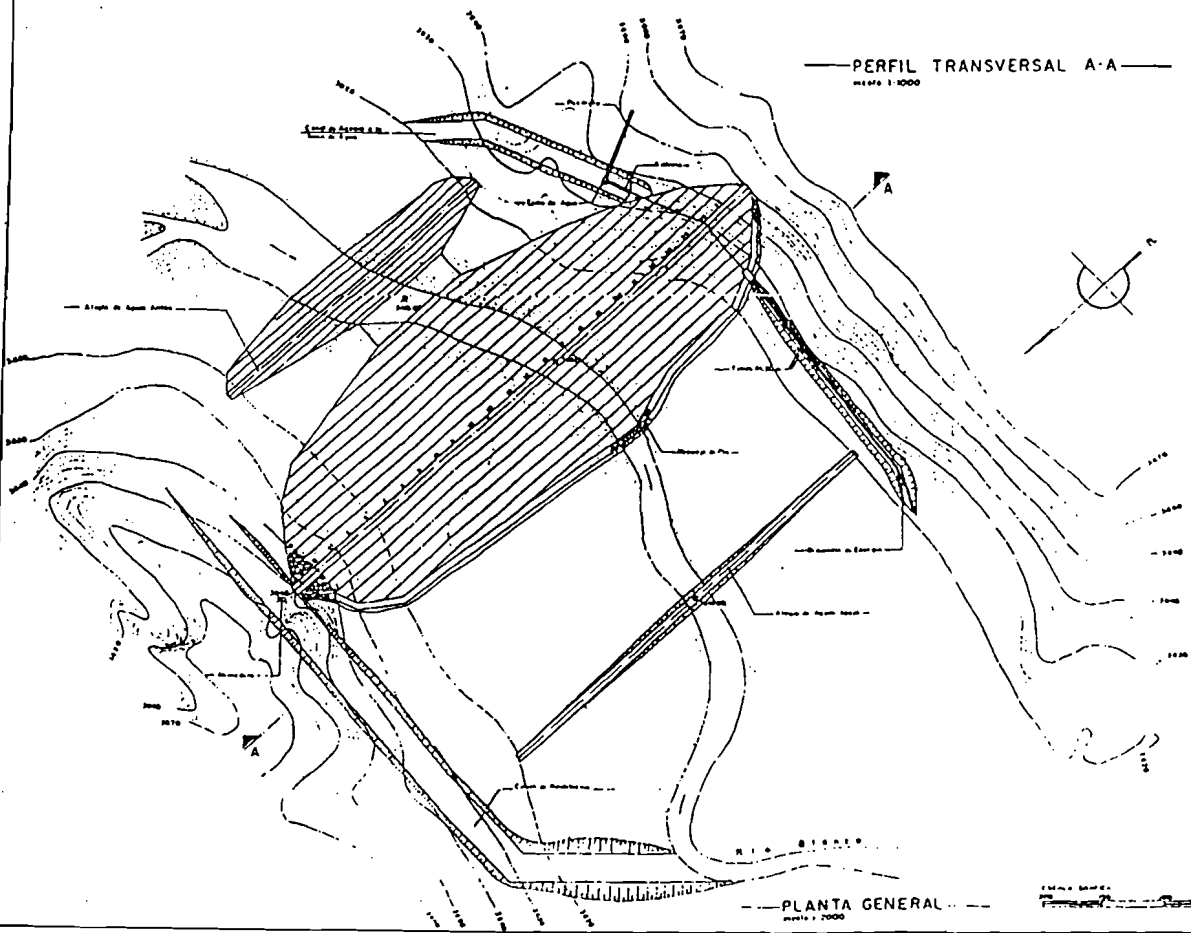
Presa de materiales terrosos, con núcleo y tapete de cimientos de arcilla. La altura máxima de la presa, desde cimientos, será de 40,00 m. (Cota de coronación 3850,00 msnm), y la longitud de la presa 570 m.



FIGURA N° 9 PRESA SANKATA - PLANTA Y PERFIL



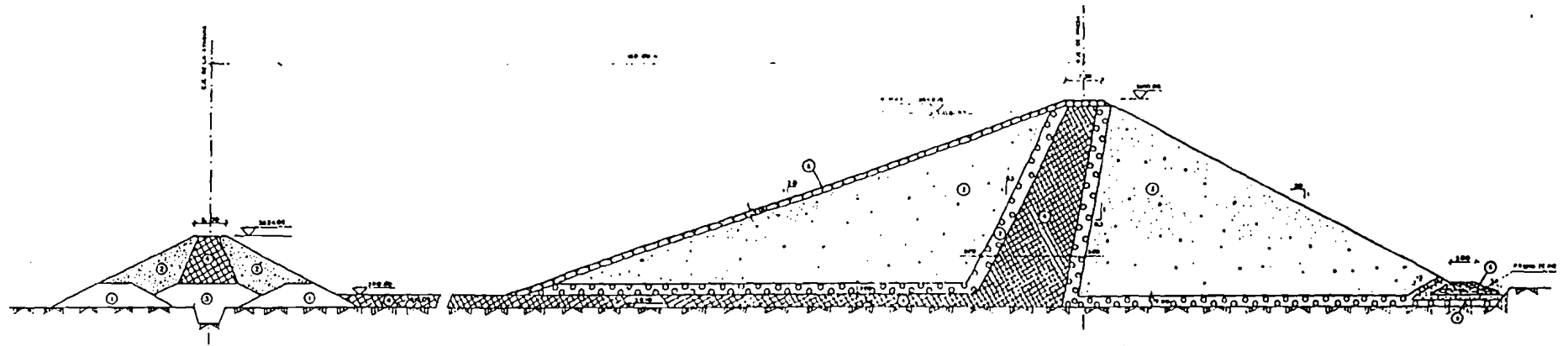
PERFIL TRANSVERSAL A-A  
Escala 1:1000



PLANTA GENERAL  
Escala 1:7000

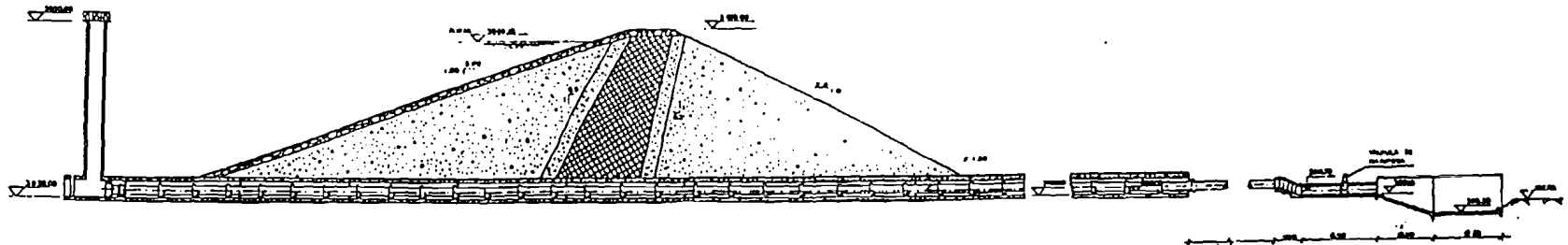
|                                 |                        |                             |            |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|
| PROYECTO ESPECIAL LAGO SILECACA |                        |                             |            |
| PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL |                        |                             |            |
| SISTEMA T.O.P.S. BOLMA Y PERU   |                        |                             |            |
| PRESA SANKATA - PLANTA Y PERFIL |                        |                             |            |
| PROYECTADO POR                  | ELABORADO POR          | AUTOR DEL DISEÑO            |            |
| REVISADO POR                    | ALFONSO                | ODRAS DE REGULACION HIDRICA |            |
| INTECISA SIE PROYECTOS          | C. D. R.               | INFORME                     | INDICACION |
| INTECISA SIE PROYECTOS          | INTECISA SIE PROYECTOS | Fecha: Agosto 1993          | OBR 009    |

FIGURA Nº 10 PRESA SANKATA - SECCIONES



SECCION TIPO DE LA PRESA (Zona Central)  
Escala 1:400

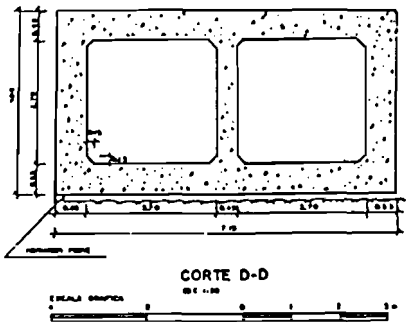
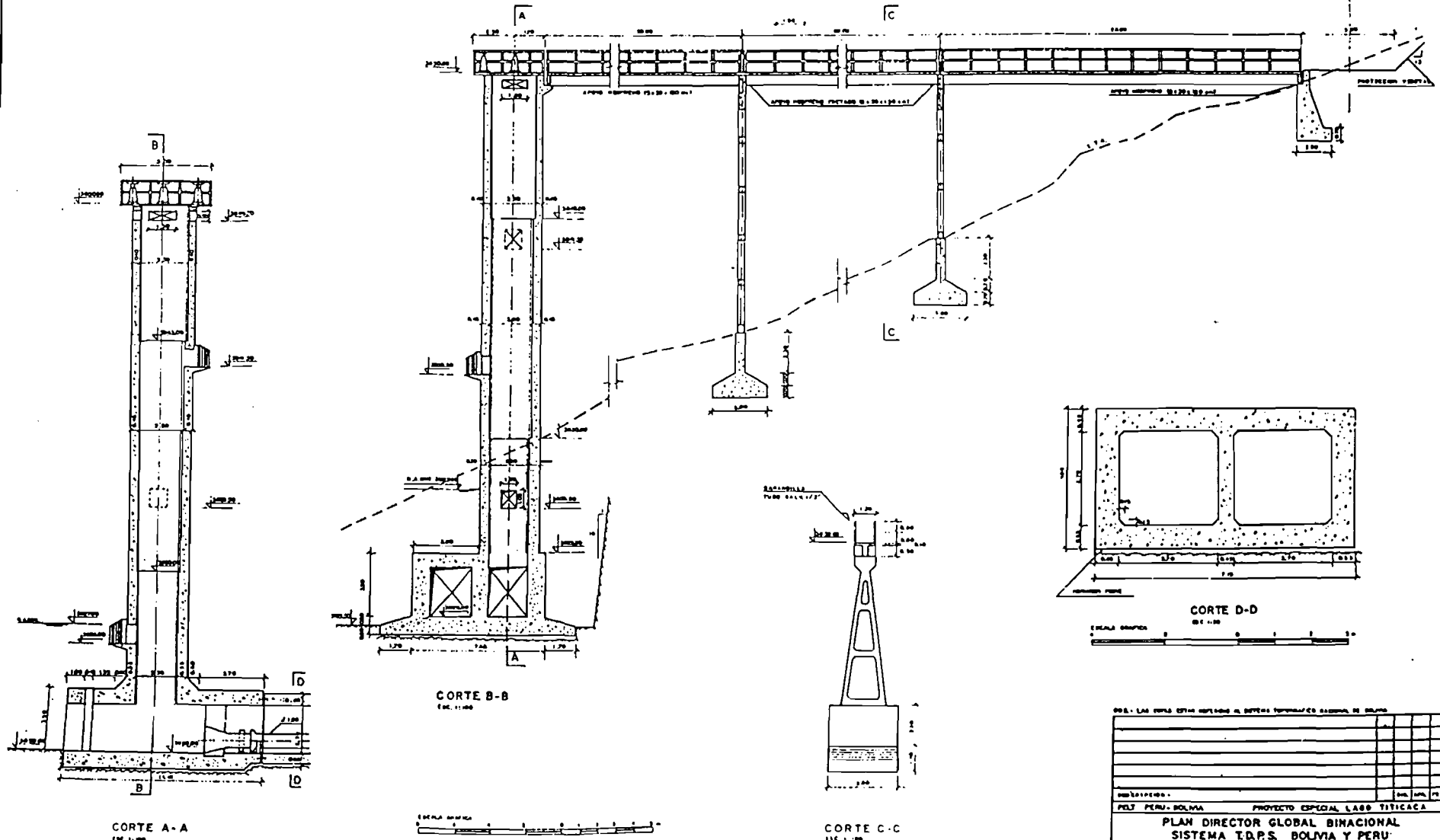
- ① MATERIAL IMPERMEABLE DESTINO
- ② MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO
- ③ ANILLA DE FONDO
- ④ ANILLA SUPERIOR
- ⑤ ESPALDAZO VERTICAL
- ⑥ ESPALDAZO COMPACTADO
- ⑦ FILTRO
- ⑧ OBRERA TERCIADA
- ⑨ OBRERA COMPACTADA



TOMA DE AGUA Y GALERIA - SECCION  
Escala 1:400

|   |                  |
|---|------------------|
| PROYECTO ESPECIAL LABO TITICACA                                 |                  |
| PLAN DIRECTOR GLOBAL BIMACIONAL SISTEMA T.D.P.S. BOLIVIA-Y PERU |                  |
| PRESA SANKATA - SECCIONES                                       |                  |
| OBRAS DE REGULACION HIDRICA                                     |                  |
| INTEC S.A. PROYECTOS E.I.R.L.                                   | BOGOTA, COLOMBIA |
| JUNIO 1985  |                  |
| DOR 010   |                  |

FIGURA N° 11 PRESA SANKATA - OBRA DE TOMA



DEL: LAS TIPOLOGÍAS ESTÁN INCLUIDAS EN LOS DISEÑOS PARTICIPATIVOS CADAUNA DE ELLOS

|              |   |
|--------------|---|
| PROYECTO:    | PROYECTO ESPECIAL LABS TITICACA                                 |
| CLIENTE:     | PLAN DIRECTOR GLOBAL BIMACIONAL SISTEMA I.D.P.S. BOLIVIA Y PERU |
| OBRA:        | PRESA SANKATA - OBRA DE TOMA                                    |
| CONVENIO:    | GOBIERNO DE PERU GOBIERNO DE BOLIVIA                            |
| INSTITUCION: | INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y PROMOCION TECNICA       |
| PROYECTO:    | LABS TITICACA   |
| FECHA:       | 1993  |
| HOJA:        | 011   |

## **Aliviadero**

Escavado en la roca, (en el lado derecho de la presa), con cota de solera 3845 msnm, y con un ancho de 25,00 m.

El aliviadero se continua por un canal de restitución que devuelve las aguas al río.

## **Toma de agua**

Localizada en la margen izquierda de la presa, está constituida por:

- Canal de acceso
- Torre de maniobras
- Galería con 2 tubos interiores de diámetro 1.50 m para conducción de las aguas
- Cámara de maniobras
- Disipador de energía
- Canal de restitución hasta el río

## **b) OBRAS DE BIFURCACION DEL RIO DESAGUADERO EN LA JOYA (Figura N° 12)**

Estas obras permitirán controlar una repartición de caudales del río Desaguadero, hacia el brazo derecho y hacia el brazo izquierdo del mismo.

El brazo izquierdo proporcionará caudales al lago Uru-Uru y al polígono de riego de El Choro; mientras el brazo derecho tendrá el objetivo de dejar pasar sedimentos y grandes avenidas. Juntamente a la obra de derivación hacia el brazo izquierdo está prevista la derivación para la alimentación hídrica de la laguna Soledad.

Para dirigir los caudales hacia el brazo izquierdo se prevé la realización de una captación regulada por dos compuertas planas. Los caudales de derivación serían de 20 m<sup>3</sup>/s y 30 m<sup>3</sup>/s para la laguna Soledad y lago Uru-Uru respectivamente.

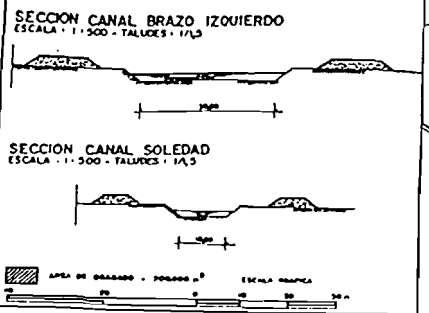
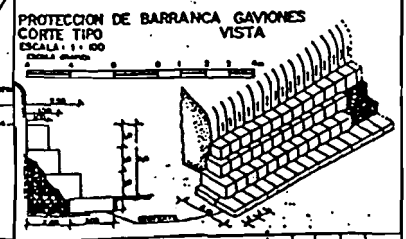
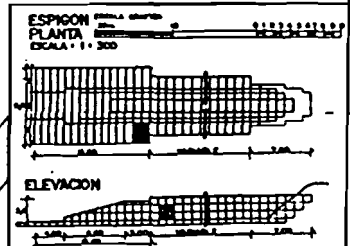
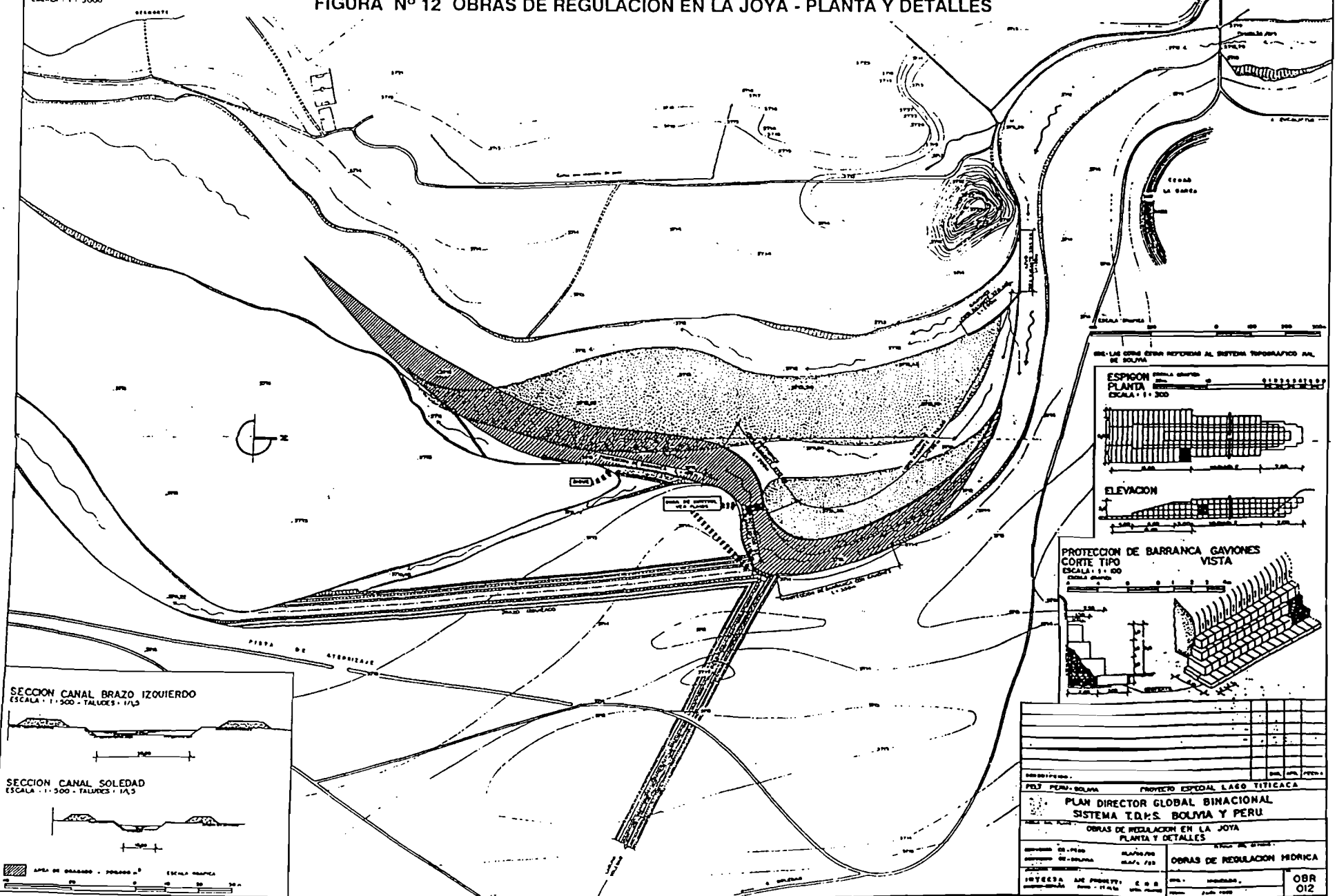
La sección de control del brazo derecho prevé la construcción de un azud en la cota 3.713,00 msnm, y dos compuertas. La solera de las dos compuertas entre en la cota 3.711,50 msnm (más bajos que las soleras de las compuertas para el lago Uru-Uru y la laguna Soledad).

Aproximadamente 1 Km aguas arriba de las secciones de captación está prevista la construcción de un azud lateral con la rasante en la cota 3.713,20 msnm, para dirigir el flujo hacia el brazo derecho cuando la lámina de agua supere la cota necesaria, para la derivación de los caudales hacia Uru-Uru y Soledad, o sea 30 m<sup>3</sup>/s y 20 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

Las grandes avenidas, serán dirigidas hacia el brazo derecho y se expandirán por toda la sección, encima de la cota 3.713,60 msnm, cota de la rasante de los aluviones y de las islas de depósito de sedimentos.

PLANTA GENERAL  
ESCALA 1:5000

# FIGURA Nº 12 OBRAS DE REGULACION EN LA JOYA - PLANTA Y DETALLES



|   |                              |
|---|------------------------------|
| <small>PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA</small>                    |                              |
| PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL<br>SISTEMA I.Q.M.S. BOLIMA Y PERU |                              |
| OBRAS DE REGULACION EN LA JOYA<br>PLANTA Y DETALLES               |                              |
| <small>PROYECTO DE PLAN</small>                                   | <small>ELABORADO POR</small> |
| <small>REVISADO POR</small>                                       | <small>ESCALA 1:500</small>  |
| <small>PROYECTO DE DISEÑO</small>                                 | <small>REVISADO POR</small>  |
| <small>PROYECTO DE EJECUCION</small>                              | <small>REVISADO POR</small>  |
| <small>PROYECTO DE CONTROL</small>                                | <small>REVISADO POR</small>  |
| <small>PROYECTO DE CIERRE</small>                                 | <small>REVISADO POR</small>  |
| <small>PROYECTO DE ABANDONO</small>                               | <small>REVISADO POR</small>  |
| <small>PROYECTO DE OBRAS DE REGULACION HIDRICA</small>            | <small>REVISADO POR</small>  |
| INTEGRA AL PROYECTO: C.O.O.                                       | CON: INGENIERO               |
| PROYECTO: INGENIERO   | OBR 012                      |

La barranca izquierda del brazo derecho en una longitud aproximada de 1.000 m, deberá ser acondicionada con espigones y protección de gabiones, para evitar que las avenidas rompan la margen hacia el brazo izquierdo, aguas abajo de la obra de control. La actual embocadura del brazo izquierdo deberá ser cerrada con un dique protegido.

Durante las grandes avenidas las compuertas de regularización para el lago Uru-Uru y la laguna Soledad serán abiertas para dejar pasar sólo los caudales fijados de 30 m<sup>3</sup>/s y 20 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El empalme entre la sección de control y el brazo izquierdo del Desaguadero será realizado por un canal. El volumen del material de excavación alcanza los 96.000 m<sup>3</sup>, que serán colocados en la construcción de los diques.

### **6.3.- PROYECTOS DE RIEGO**

Se pueden distinguir tres tipos de obras a ejecutar.

- Aprovechamientos de recursos en proyectos de riego y drenaje
- Traslados
- Obras de defensas fluviales (control de inundaciones)

Del primer tipo (ver "Proyectos de riego y necesidades de agua en el sistema TDPS", nº 15). En las cuencas afluentes al lago Titicaca se han inventariado 29 proyectos en distinto nivel de implementación: Se puede concluir que la mayor parte de estos proyectos se han detenido o no funcionan bien, debido principalmente a deficiencias en los estudios de factibilidad técnica y económica, o falta de cooperación de los usuarios. No tiene objeto recoger todos estos proyectos en el Plan Director, porque la falta de recursos hídricos (aguas reguladas) hace imposible atender a todos ellos en la magnitud en que actualmente están definidos. Se han recogido apenas los más importantes, que ya tienen en algunos casos infraestructuras construidas.

Se han considerado las posibilidades de:

- Rehabilitación y mejora de proyectos existentes
- Conclusión de proyectos iniciados

Los recursos hídricos son insuficientes para la plena puesta en funcionamiento de los proyectos seleccionados; estos deberán ser priorizados y adecuadas sus dimensiones a las dotaciones reales de recursos.

#### **i) Rehabilitación y mejora de proyectos existentes**

Gran parte de los aprovechamientos existentes en los afluentes del lago son proyectos de riego, y casi todos ellos son derivaciones (por gravedad o por bombeo) de los cauces para aprovechar los caudales disponibles. En estos proyectos, una vez construida la infraestructura de riego, ésta no ha tenido un apropiado mantenimiento, y mucho menos la infraestructura de drenaje, por lo que han sufrido deterioros

graduales (como es el caso de Asillo). Asimismo, las áreas de riego no han tenido apoyo para un desarrollo agrícola (ejemplo Huarina).

A esto se añade (en el sector peruano) el problema de la subversión en los últimos años (particularmente en Asillo).

Por las razones señaladas, entre otras, las áreas de riego con infraestructura no se encuentran en pleno desarrollo, por lo que se requiere en el Plan de Ordenamiento incluir acciones de apoyo para el mejoramiento, rehabilitación y modernización de las áreas de riego. Después de una previa selección, evaluación y priorización de proyectos, se presentan (cuadro 1) los montos aproximados requeridos para este programa.

**CUADRO 1 PROYECTOS DE MEJORAMIENTO Y/O REHABILITACION DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y DRENAJE EN EL SISTEMA T.D.P.S.**

| CUENCA             | PROYECTO           | AREA DE MEJORAMIENTO O DE REHABILITACION<br>ha | PRESUPUESTO<br>US\$ |
|--------------------|--------------------|--|---------------------|
| <b>AZANGARO</b>    | ASILLO             | 5.500  | 9.375.000           |
|                    | TARACO             | 1.600  | 2.400.000           |
| <b>ILLPA</b>       | ILLPA              | 6.000  | 9.010.500           |
|                    | HUATAQUITA         | 650  | 975.000             |
|                    | CABANILLAS         | 1.000  | 1.500.000           |
| <b>DESAGUADERO</b> | TACAGUA            | 4.200  | 3.500.000           |
|                    | PARIA              | 500  | 450.000             |
| <b>OTROS</b>       | HUARINA            | 2.185  | 3.277.500           |
|                    | PIRAPI             | 350  | 325.000             |
|                    | PEQUEÑOS PROYECTOS | 500  | 750.000             |
| <b>TOTAL</b>       |                    | 22.485   | 31.763.000          |

## ii) Conclusión de proyectos iniciados

En los afluentes del lago se han identificado un grupo de proyectos cuya construcción se ha iniciado pero que no han sido terminados. Estos proyectos incluyen aprovechamientos de recursos hídricos superficiales y también pequeños proyectos de aprovechamiento de aguas subterráneas.

Dentro del Plan Global deberán ser evaluados estos proyectos (% de ejecución, calidad de las infraestructuras ejecutadas, costo de las infraestructuras por ejecutar...etc.), principalmente en función de los recursos disponibles, para posteriormente priorizarlos; y concluyendo apenas los seleccionados.

Dentro de la cuenca vertiente del lago Titicaca, se han identificado dos grandes proyectos, en el sector peruano con infraestructuras importantes ya construidas. Estos proyectos son Lagunillas e llave.

De estos proyectos se ha analizado su factibilidad técnico-económica, y se han elaborado documentos que puedan servir para preparar, a su vez, la documentación necesaria para obtener financiación de Organismos Internacionales que permita su implementación.

En el cuadro nº 2 se resumen los principales indicadores socioeconómicos de dichos proyectos.

El proyecto de Lagunillas (Perú) oferta, si se realizara en su totalidad, a 31.041 ha e incluye:

- Una presa de hormigón en la laguna Lagunillas
- 5 encauzamientos del río Cabanillas
- 5 obras de tomas de agua
- 66,87 Km de canales de derivación
- Redes de riego y drenaje para 31.041 ha

El sistema de riego llave (Perú) oferta a 17.766 ha e incluye la construcción de:

- 2 presas en Chihuane
- Obra de toma de los sectores Pilcuyo y Camicache
- Canal de derivación para los sectores de Totorani y Acora
- Toma y estación de bombeo para Pilcuyo
- Toma, canal de aducción y estación de bombeo para Camicache
- Redes de riego y drenaje para 17.766 ha.

El sistema de riego de Chilahuala (Bolivia) afecta a 9.520 ha sobre la margen izquierda del río Desaguadero y 9.335 ha sobre la margen derecha. Incluye:

- Azud en el río Desaguadero
- 2 bocatomas
- 23,9 Km de canales de derivación
- Redes de riego y drenaje para 18.855 ha

El sistema de riego de El Choro (Bolivia) afecta a 6.600 ha. Las obras civiles incluyen:

- Obra de captación y sección de control en el brazo izquierdo del río Desaguadero.
- Canal de derivación de 8,97 km
- Redes de riego y drenaje para 6.600 ha.

Los sistemas de riego de Chilahuala y El Choro están condicionados a la regulación de caudales del lago Titicaca (compuertas en Puente Internacional y Aguallamaya) y, en su caso, en la presa de Sankata.

Los posibles regadíos con aguas subterráneas podrían afectar a corto-medio plazo a 2,340 ha, con la siguiente distribución:

|                                    | Bolivia      | Perú         |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| Terminación de proyectos iniciados | 500          | 625          |
| Nuevos proyectos                   | 600          | 620          |
| <b>Suma</b>                        | <b>1.100</b> | <b>1.240</b> |



**CUADRO N° 2 : INDICADORES DE LOS PROYECTOS AGROPECUARIOS PRIORIZADOS**

| PROYECTO                 | FAMILIAS<br>(N°) | PRODUCCION AGROPECUARIA (t) |               | EMPLEO         |             | PRODUCCION AGRICOLA (US\$) |                 | PRODUCCION PECUARIA (US\$) |                 |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
|                          |                  | ACTUAL                      | PROYECTADA    | JORNALES       | EMPLEOS     | BRUTA                      | NETA            | BRUTA                      | NETA            |
| LAGUNILLAS<br>(31041 ha) | 3000             | 6250                        | 55224         | 420647         | 1402        | 18893985                   | 11455943        | 12608000                   | 8882000         |
| ILAVE<br>(17766 ha)      | 2000             | 12037                       | 129973        | 1250869        | 3186        | 40065579                   | 24971468        | 10312000                   | 8369000         |
| CHILAHUALA<br>(18855 ha) | 700              | 1045                        | 22428         | 660552         | 2202        | 6366529                    | 2905636         | 3773000                    | 1430000         |
| EL CHORO<br>(6600 ha)    | 385              | 329                         | 7023          | 201972         | 609         | 2208350                    | 1034459         | 1713000                    | 1120000         |
| <b>TOTAL</b>             | <b>6085</b>      | <b>19661</b>                | <b>214648</b> | <b>2534040</b> | <b>7399</b> | <b>67534443</b>            | <b>40367506</b> | <b>28406000</b>            | <b>19801000</b> |

#### **6.4.- PROYECTOS PARA EL CONTROL DE LOS LAGOS SOLEDAD, URU-URU Y POOPO**

Para el control de los lagos del Sur se han previsto las siguientes obras condicionadas a las obras de bifurcación en La Joya:

i) Canal de derivación en la laguna Soledad

El canal de derivación para la laguna Soledad, admitirá 20 m<sup>3</sup>/s, tendrá una longitud de 3,75 Km.

ii) Brazo izquierdo del Desaguadero La Joya-lago Uru-Uru

La demanda de agua de los dos receptores alimentados para el brazo izquierdo del Desaguadero aguas abajo de la sección de control de La Joya son:

- . Lago Uru-Uru 30 m<sup>3</sup>/s
- . Sistema de riego El Choro 9,7 m<sup>3</sup>/s

El dimensionamiento se hará para 30 m<sup>3</sup>/s, dado que las obras de captación previstas en Burguillos permiten regular los flujos hacia los dos receptores.

Desde La Joya, se puede alimentar el lago Uru-Uru por dos recorridos distintos; en ambas alternativas hasta Burguillos, situado a 25,4 Km aguas abajo de La Joya, se sigue el brazo izquierdo; a partir de Burguillos, se puede seguir el canal Itos e ingresar en el lago Uru-Uru a través el Puente Español, o continuar por el brazo derecho hasta el lago a 12 Km aguas abajo del puente Karasilla.

Las dos soluciones fueron estudiadas con los datos que se disponían en la ocasión sin llegar a resultados concluyentes. Cuando se realicen los proyectos ejecutivos podrá adoptarse una de estas alternativas u otra más idónea.

c) COMPUERTAS A LA SALIDA DE LA LAGUNA SOLEDAD Y DEL LAGO URU-URU

i) Desagüe de la laguna Soledad

Para el mantenimiento de la calidad de agua (salinidad) de la laguna Soledad se prevé un caudal de salida (drenaje) de alrededor de 5 m<sup>3</sup>/s, en media anual, con 10 m<sup>3</sup>/s de máximo.

El desagüe será efectuado a través del canal existente, excavado por el Ferrocarril, por ocasión de las inundaciones antecedentes, y antes de desplazar los carriles. Sin embargo para extraer lo más posible agua salada, se prevé acondicionar la cota de fondo del canal hasta la 3.707,50 msnm en vez de la 3.709,92 msnm actual. El acondicionamiento se hará en una longitud de 3.002 m y con un volumen de excavación de 41.000 m<sup>3</sup>.

La salida será regulada por una compuerta, ubicada al final del canal y de fácil acceso.

Las aguas del drenaje serán dirigidas hacia la Pampa Quimillo, río Caracollo, el cual será encauzado hasta la quebrada Kollpa Jahuira y finalmente a través del Puente Español hasta desembocar en el lago Uru-Uru.

ii) Desagüe lago Uru-Uru

El desagüe del lago Uru-Uru será realizado en una sección de control ubicada aguas arriba de la confluencia del río San Juan Sora-Sora en el camino que bordea a la derecha el río.

El caudal de drenaje oscila entre 5,00 m<sup>3</sup>/s y 20 m<sup>3</sup>/s.

La sección de control se compone de dos compuertas, y dos diques de delimitación. Los diques tendrán una longitud aproximada de 5,0 Km y una altura media de 3,50 m. La coronación de estos diques constituirán el camino de acceso a las compuertas, para ello ha sido previsto una pavimentación con ripio) para un tráfico reducido.

En cuanto al control del lago Poopó, la escasez de datos disponibles exige la realización de estudios complementarios para analizar la factibilidad de posibles obras de derivación desde el río Lauca y otros analizando a su vez la incidencia de ese trasvase sobre la ecología del Salar de Coipasa.

## **7.- PROTECCION-PREVENCIÓN DE INUNDACIONES, ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE SOLUCIONES**

### **7.1.- PLANTEAMIENTO GLOBAL DEL PROBLEMA**

Las inundaciones en los afluentes del lago Titicaca y en el Eje Desaguadero se originan, en los períodos de lluvias intensas, por los desbordamientos de los ríos, debido a que los caudales de avenida superan la capacidad de conducción de los cauces. Por otro lado, en los períodos húmedos prolongados, el lago Titicaca eleva su espejo de agua originando inundaciones circunlacustres.

En ciertos sectores de los afluentes del lago pueden coincidir ambas situaciones, produciéndose inundaciones mixtas de carácter más grave. Los sectores más sensibles a las inundaciones, por subida del lago y de origen mixto, se localizan en las cuencas bajas de los ríos Ramis e llave, ya que se trata de regiones planas que forman deltas aluvionales recientes. En las inmediaciones del lago estas situaciones pueden llegar a ser muy persistentes (meses o incluso años)

### **7.2.- OBRAS Y ACCIONES PARA EL CONTROL DE AVENIDAS EN LOS AFLUENTES DEL LAGO TITICACA**

#### **DEFENSAS FLUVIALES CONTRA INUNDACIONES**

Los ríos llave y Ramis son los afluentes del lago Titicaca, que presentan mayores problemas de inundaciones causadas por desbordes en sus márgenes. Estas inundaciones ocurren con una frecuencia que varía entre 5 a 10 años; las áreas afectadas ocurren principalmente aguas abajo de Puente Carretera y Santa Rosa de Huallata (llave) y entre Taraco y Puente Ramis.

Los campesinos, para defenderse de las inundaciones, han construido con medios rudimentarios (tepes o champas), y sin orientación técnica alguna, diques que suelen ser suficientes para protegerse de las avenidas ordinarias, pero que se ven desbordados y destruidos por las crecidas extraordinarias.

Las causas que originan los desbordes de los diques y riberas existentes son:

- Ejecución incorrecta de los diques con altura insuficiente.
- Utilización de materiales muy permeables en la construcción.
- Falta de mantenimiento de las estructuras construidas.

Un proyecto definitivo de defensas fluviales debe basarse en estudios previos de fluviomorfología de los cauces, que definan la generación, tipo, transporte y depósitos de los sedimentos, ya que esta problemática, en estado natural, tiene características que serán modificadas cuando se construyan los diques.

Las soluciones planteadas se sustentan en tres elementos básicos:

Incremento de la capacidad de conducción de los tramos con capacidad insuficiente, recreciendo los diques hasta la altura adecuada para permitir el tránsito del caudal de diseño.

Implementación de estructuras de evacuación de caudales excedentes, implantando aliviaderos laterales cuando se posible, que permitan evacuar parte de la avenida hacia cauces alternativos, cauces que formaban parte de la red de drenaje del delta antes de la construcción de los diques.

#### Mejora y rehabilitación de los diques existentes

La práctica totalidad de los diques que jalonan el río llave han sido construidos por los miembros de las comunidades vecinas con medios rudimentarios. Se trata de diques hechos de tierra y recubiertos de vegetación herbácea ("champas") cuyo trazado y características geométricas responden más a la intuición y experiencia histórica de los campesinos que a criterios técnicos.

Una de las conclusiones alcanzadas en el presente estudio es que los diques de "champas", aunque no sean técnicamente los idóneos, pueden resultar funcionales tanto en los tramos rectilíneos del río como en la parte interior de los meandros; sin embargo, no son apropiados para la parte exterior de los mismos.

#### EMBALSES PARA CONTROL DE INUNDACIONES

En el Plan Director se ha estudiado la posible utilización de los futuros embalses, previstos con fines de riego. Los resultados obtenidos indican que para eventos de período de retorno medio o alto, los embalses no podrían absorber la avenida incluso si estuviesen vacíos al inicio de la misma, hipótesis no realista ya que se trata de embalses de regulación para riego y por lo tanto deberían estar llenos en lo posible.

En consecuencia, dadas las dimensiones y finalidad de los embalses contemplados y el elevado volumen de agua asociado a este tipo de fenómenos en las cuencas estudiadas, puede decirse que estas obras sólo permitirían reducir de forma significativa las avenidas de periodo de retorno muy bajo; y ello previa definición de los resguardos necesarios en los embalses.

Sin embargo, si bien este hecho es incuestionable en lo que se refiere a reducción del volumen, sí existe la posibilidad de disminuir los daños en la parte baja de la cuenca para eventos de período de retorno superior, ya que buena parte de estos daños son provocados por el paso del caudal punta. La atenuación de dicho caudal requiere que, en el proyecto de las futuras obras de regulación a implantar, se tome en especial consideración la definición de: la capacidad de evacuación de los órganos de desagüe, los resguardos estacionales a mantener para laminación y las normas de gestión en situaciones de avenida.

#### ZONIFICACION DE AREAS INUNDABLES

Como complemento a las medidas estructurales, se hace necesario la adopción de otro tipo de medidas preventivas que permitan asimismo reducir los daños en las áreas

inundables. Se trata básicamente del establecimiento de una zonificación de las mismas de acuerdo al riesgo que soportan. Dicha delimitación estaría acompañada de una definición de los tipos de infraestructuras y actividades permitidas en cada zona, y podría incluir la reserva de ciertos sectores (conectados con la red hidrográfica del delta) para almacenar temporalmente parte de los volúmenes de avenidas.

### **7.3.- OBRAS PARA EL CONTROL DE AVENIDAS EN EL EJE DEL DESAGUADERO**

En el río Desaguadero las inundaciones más graves son las que se producen en las inmediaciones de la ciudad de Oruro, contribuyendo significativamente las avenidas generadas en la cuenca del Mauri. En toda la región, las avenidas están asociadas a problemas fluviomorfológicos de erosión, sedimentación, reducción de pendientes y disminución de la capacidad de desagüe de los cauces.

Como ya se vió en el capítulo 6, tanto las compuertas propuestas en Puente Internacional y Aguallamaya, como las obras de bifurcación en La Joya y, en su caso, el embalse de Sankata, contribuirán eficazmente al control de las inundaciones.

Las compuertas de Puente Internacional y Aguallamaya darán origen a una laguna intermedia que permitirá laminar las avenidas de los ríos Llinki y Callacame, afluentes al río Desaguadero aguas arriba de Aguallamaya.

El embalse de Sankata, sobre el río Blanco afluente del Mauri, podría llegar hasta 500 hm<sup>3</sup> de capacidad, en cuyo caso debería contribuir eficazmente a la laminación de avenidas.

Finalmente, las obras de bifurcación en La Joya permitirán dirigir hacia el brazo derecho del Desaguadero los caudales de avenida, protegiendo contra las inundaciones a la ciudad Oruro.

## **8.- USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS. PROPUESTA DE ACCIONES**

Los recursos hidrobiológicos tienen un papel muy importante en la economía del sistema. Por ello, para poder lograr su óptimo manejo sostenible, considerando las limitaciones de sus disponibilidades en el ámbito del complejo, y la influencia que aparentemente tienen sobre los mismos los períodos prolongados de sequías y de inundaciones, se considera indispensable la implementación de un Programa de Uso y Manejo de estos Recursos en el sistema T.D.P.S.

Para ello se plantea que las acciones del Programa se dividan en dos campos de actuación, orientándose al:

- Potenciamiento del aprovechamiento sostenible del desarrollo pesquero; y
- Potenciamiento del aprovechamiento de la vegetación acuática.

### **8.1. DESARROLLO PESQUERO**

En el sistema T.P.D.S., el lago Titicaca se caracteriza como la principal fuente de extracción pesquera.

El lago Poopó, ha contribuido con el 40% de la producción pesquera de Bolivia; en la actualidad éste lago, a causa de una salinidad elevada que sobrepasa los límites de tolerancia de las especies ícticas, se encuentra en una franca disminución de su biodiversidad.

Una sobre explotación de los recursos pesqueros, con métodos inadecuados no permiten realizar una gestión racional de la pesca. Con la misma intensidad que las deficiencias, la aplicación de las leyes pesqueras es muy precaria en ambos países.

La fauna íctica, está constituida por especies nativas principalmente de los géneros **Orestias** y **Trichomycterus**, y especies exóticas (trucha y pejerrey).

Desde hace diez años, los científicos han venido observando la disminución muy preocupante, de las especies nativas, algunas ya se encuentran en una franca etapa de extinción (*Orestias pentlandii*) y otras ya desaparecidas (*O. cuvieri*).

La trucha, que ha alcanzado un apogeo en la década del 60, ha sufrido una disminución catastrófica en sus poblaciones, al contrario del pejerrey, que parece desarrollarse con más éxito en una particular competencia con las especies nativas.

La mayoría de la fauna íctica depende de la zona litoral para realizar su ciclo biológico. Es en esta zona donde se practica la más fuerte presión de extracción, intensificándose durante los períodos de reproducción. La pesca en la zona pelágica es una alternativa para una mejor explotación sin alterar los ciclos vitales de las especies. En la actualidad este proceso es realizado por el CDP (Centro de Desarrollo Pesquero), en la Isla del Sol y por parte del Perú en la Isla Soto.

Una evaluación sobre la biomasa piscícola, en la zona pelágica del lago Titicaca, efectuada a través del Convenio UMSA-IMARPE (1985), revela una potencialidad de 91.000 t; en la actualidad subexplotada por falta de embarcaciones y artes adecuadas. La extracción en general, se efectúa con redes agalleras en detrimento de las artes nativas. En el lago Titicaca, la extracción en la parte peruana (6.000 a 7.000 t) es más intensa que en la parte boliviana (800 t). La organización de la pesca en el lago Titicaca es rudimentaria, al contrario en el lago Poopó, estas organizaciones son más desarrolladas y presenta un sistema de rotación para reducir la presión de la pesca.

La comercialización del pescado del Titicaca esta a cargo del pescador o frecuentemente de su cónyuge. No existen sistemas de desembarque, acopio, transporte y de conservación del producto. Las pérdidas son muy importantes (10-20%). La transformación es bastante débil; esta actividad es de exclusividad de las empresas privadas principalmente con la trucha; la producción no sobrepasa las 5 t en ambos países. La venta de la pesca en los mercados, es muy precaria y no presenta condiciones de higiene suficientes. La acuicultura se practica principalmente a través de la truchicultura, la producción es de alrededor de 400 t/año. La acuicultura de las especies nativas, en la actualidad, se encuentra en una fase experimental.

La administración pesquera en el Sistema T.D.P.S., es ejercida en Bolivia por el Centro de Desarrollo Pesquero y en Perú por el Ministerio de Pesquerías. Ambos organismos rectores poseen organigramas a nivel nacional que en la mayoría de los casos, especialmente los del CDP son acéfalos por falta de apoyo financiero.

En Bolivia, los proyectos pesqueros se realizan a través de Convenios y de Cooperación, como es el caso de las Universidades, la Corporación Regional de La Paz (CORDEPAZ), la Misión Británica, la Cooperación Técnica del Japón (JICA), la Misión Francesa (ORSTOM) y otros; se opera a nivel de proyectos específicos y de manera aislada.

En Perú, los proyectos se desarrollan bajo directrices e intereses de los organismos cooperantes.

Son estas situaciones que motivan el planteamiento de un Plan Director de Pesca cuyo objetivo será el de alcanzar el desarrollo de la pesca con características de sustentabilidad y beneficiando a ambos países. Como prioridad, dentro el Plan Director es necesario incentivar la conformación de un Consejo Científico Multidisciplinario y Asesor, con el objetivo de realizar una gestión racional de la pesca, extendida a todo el sistema.

Los lineamientos proponen los siguientes aspectos:

Dentro del marco del Plan Director se proponen las siguientes acciones:

#### **Acciones a corto y medio plazo**

- Estimación de la extracción, necesaria para satisfacer los requerimientos alimenticios de la población.



- Conservación de la biodiversidad.
- Evaluación de la biomasa pelágica y litoral corroborando la información con intervalo mínimo de tres años.
- Conocimiento de la dinámica de las poblaciones ícticas, en particular de las especies nativas.
- Definición del grado de extracción de cada especie. Actualmente no existe un conocimiento detallado del estado de sobre o sub-explotación por especies.
- Legislación a nivel binacional, que debe reagrupar los puntos siguientes:
  - . Preservación de las zonas de reproducción
  - . Períodos de veda,
  - . Tipos de mallas de las redes y números de redes por pescador,
- Reglamentación de la extracción a nivel binacional.
- Programa de desarrollo de la pesca con una modernización de los sistemas de extracción, en particular para poder faenar en la zona pelágica.
- Promoción y desarrollo de los organismos pesqueros, en particular las federaciones y las comunidades.
- Desarrollo de la acuicultura, sobre todo con especies nativas, con una investigación paralela sobre las incidencias que la acuicultura tiene sobre el medio natural.

#### **Acciones a largo plazo**

- Introducción de embarcaciones adecuadas a la pesca en la zona pelágica.
- Un mejoramiento del sistema de mercadeo, cuyos objetivos sean:
  - . Crear centros de acopio, conservación (frigoríficos), distribución y venta.
  - . Disminución de las pérdidas con la utilización de hielo, manipuleo adecuado, sustituyendo los cajones de madera de empaque, por cajas plásticas apropiadas para el transporte del producto.
- Construcción de centros de producción y sobre todo de transformación, con el apoyo de empresas industriales.

#### **8.2 DESARROLLO DE LA VEGETACION ACUATICA**

La flora acuática constituye un recurso natural y económico importante en el medio lacustre y fluvial del altiplano, que actualmente sufre una sobre-explotación.

Aunque las especies acuáticas aparentemente se han adaptado a la evolución de los niveles del lago, sin embargo la conservación de la vegetación depende también de las acciones antrópicas.

La gestión sostenible de la biomasa vegetal se justifica principalmente por:

- Una producción de materia prima para consumo del ganado y uso humano; y
- Una preservación de los equilibrios ecológicos del lago, principalmente la fauna íctica.

Se recomienda que la gestión de la flora acuática se realice de la forma siguiente:

#### A medio plazo

- Observación de la evolución de la biomasa vegetal según una frecuencia de años;
- Análisis de la evolución de las superficies vegetales (llachu, totora); y
- Visitas de campo para verificación de la información.

#### A largo plazo

- Desarrollar investigaciones en la producción de plántulas a partir de semillas, "in vitro";
- Reglamentación de las extracciones según los locales (duración y cantidad);
- Repoblación de los locales degradados según un gradiente de urgencia; y
- Creación de viveros para la repoblación y la explotación.

## **9.- PROPUESTAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Los principales problemas ambientales en el Sistema T.D.P.S. son:

- La disminución de la cobertura vegetal y la erosión en las cuencas.
- Los problemas fluviomorfológicos asociados a los cauces.
- La desordenada explotación de los recursos hidrobiológicos (vegetación acuática y pesca) en los cuerpos de agua.
- La contaminación de las aguas lacustres y fluviales por vertidos urbanos y mineros.

Todo ello conduce a un progresivo empobrecimiento medioambiental y ha puesto en peligro de extinción algunas especies como la vicuña, el guanaco, el surí o ñandú americano y la chinchilla, prácticamente extinguida.

Para paliar dichos problemas en el Plan Director se proponen acciones relativas a:

- Control de la erosión y propuesta de conservación de suelos.
- Control de la contaminación hídrica (agua y sedimentos).
- Manejo y control de sedimentos fluviales.

### **9.1.- PROPUESTAS DE CONSERVACION DE SUELOS EN CUENCAS CRITICAS**

A nivel del sistema T.D.P.S., con una extensión tan grande que expresada en hectáreas es de 14,4 millones, el tratamiento de los suelos desde el punto de vista de su conservación necesariamente debe tomar en consideración la diversidad de zonas ecogeográficas, pero también la relación e integración que existe entre ellas.

Partiendo de esa premisa, se proponen aquí acciones concretas en áreas seleccionadas, a nivel de microcuencas, que constituyen actuaciones piloto para un futuro plan de conservación de suelos.

En base a los criterios utilizados para la identificación de zonas, se han seleccionado como cuencas críticas típicas:

- Cuenca del río Ramis
- Cuenca del río llave
- Cuenca del río Mauri
- Cuenca del río Jacha Jahuirá

En cada una de las cuencas mencionadas se ha seleccionado una microcuenca para la iniciación de planes piloto de conservación de suelos.

### **9.2.- PROPUESTAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA**

Las principales acciones propuestas para el control de la contaminación del agua son:

- Mejora de las instalaciones existentes para el tratamiento de los efluentes de Puno.
- Restauración de la red de alcantarillado, realización de un colector y ejecución de un sistema de tratamiento de efluentes en la ciudad de Oruro.
- Realización de plantas de tratamiento de efluentes en Juliaca y Desaguadero
- Envío de los efluentes de El Alto al río Seco.

### **9.3.- PROPUESTAS DE MANEJO Y CONTROL DE SEDIMENTOS FLUVIALES**

Este programa está ligado al de Conservación de suelos y al de Control de calidad hídrica. Al primero, porque el origen de los sedimentos será, en su mayor parte, efecto de la erosión que se produzca en las cuencas afluentes a los cursos de agua. Respecto al segundo, porque la contaminación de los sedimentos, por vertidos tóxicos o por sustancias tóxicas naturales, será a su vez causa de la contaminación de aguas y lodos del cauce.

Un buen conocimiento del comportamiento de las corrientes fluviales cargadas de sedimentos será imprescindible cuando se trate de minimizar inundaciones por manejo del cauce y fijación de las zonas de depósito, y cuando se trate de dimensionar e implementar obras de encauzamiento (diques), tomas de agua, embalses ... etc.

El programa de actuaciones abordará el estudio de los sedimentos bajo dos puntos de vista: fluviomorfológico y de contaminación.

#### **Programa fluviomorfológico**

##### A corto y medio plazo:

- Realización de un programa de mediciones, de caudales líquidos y sólidos, observación de suelos aéreos y levantamientos topográficos.
- Realización de un modelo fluviomorfológico de transportes sólidos.

##### A medio y largo plazo:

- Corrección de cauces y fijación de deltas aluviales en la desembocadura de los ríos.
- Implementación de obras de encauzamiento con ayuda de informaciones del modelo fluviomorfológico.

#### **Programa de contaminación de sedimentos**

El problema de la contaminación de los sedimentos disueltos en los ríos del sistema es complejo; por un lado está el origen geológico de los propios sedimentos, cuyas características y tamaños influirán en los procesos de adsorción y contaminación; por

otro lado está el tipo, cantidad y localización de los elementos y/o vertidos contaminantes, sean tóxicos (vertidos mineros) o poluentes (efluentes urbanos).

Las acciones de este programa serán a medio plazo.

#### **9.4.- PROPUESTA DE POLITICA MEDIO AMBIENTAL. CREACION DE RESERVAS NATURALES.**

Las actuaciones medio ambientales más arriba expuestas deben complementarse con una política decidida para la preservación de la biodiversidad del Altiplano, que sólo puede conseguirse con apoyo a nivel binacional y una indispensable colaboración de la comunidad internacional.

La creación de una Institución Binacional del Medio Ambiente para estudiar y aplicar técnicas de gestión medioambiental en el Altiplano puede ser una pieza importante de la política medio-ambiental. Dicha Institución se haría cargo de la Reserva Binacional Perú-Bolivia, recientemente propuesta por el PELT de Puno.

## **10.- PROPUESTA DE ACCIONES PARA EL PERFECCIONAMIENTO DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL**

Para el perfeccionamiento del Plan Director Binacional se recomiendan las siguientes acciones:

- a) Programa de transferencia tecnológica para garantizar la aplicación de las herramientas informáticas (modelos) que han sido utilizados para la elaboración del Plan y deben ser ampliamente utilizadas en el futuro.
- b) Programa para mejorar el conocimiento climático que incluye:
  - Mejora de la red meteorológica existente
  - Instalación de nuevas estaciones meteorológicas
  - Instalación de estaciones evaporimétricas
  - Ampliación de la red para medición de la radiación global G
  - instalación de una red meteorológica automática en el lago Titicaca.
- c) Programa para perfeccionar el conocimiento hidrométrico del sistema. Incluye:
  - Mejora de la red hidrométrica existente
  - Instalación de nuevas técnicas
  - Programa de mediciones y mantenimiento de las redes

El conjunto de los programas b) y c) permitirá alimentar programas subsiguientes como son:

- d) Programa para mejorar el manejo hídrico del Sistema, especialmente en los puntos en los que se establezcan futuros proyectos de riego.
- e) Perfeccionamiento de los modelos matemáticos, especialmente:
  - Modelo de balance hídrico del lago Titicaca
  - Modelo de cuenca del río Desaguadero
  - Modelo de escorrentía del río Desaguadero
- f) Programa para perfeccionar los conocimientos sobre transportes sólidos y fluviomorfología.
- g) Instalación de un Sistema de Información Geográfica (SIG)
- h) Programa para clasificación y selección de proyectos mediante análisis multicriterio.
- i) Continuación del banco de datos y bibliográficos, iniciado por los PELT.

Con estas acciones se espera alcanzar los siguientes objetivos globales:

- Afinar el balance hídrico del lago Titicaca

- Mejorar el conocimiento hidrológico del Sistema, especialmente en las zonas con escasez de datos (lagos del Sur).
- Mejorar las normas para el manejo de los recursos hídricos del Sistema en situaciones diversas.
- Ayudar a la selección de los proyectos más favorables.
- Sacar el máximo beneficio a los estudios ya realizados y a los datos disponibles.

## 11.- COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS ACCIONES PROPUESTAS

La evaluación de los costos de implementación del Plan Director Global Binacional se ha realizado en cuatro apartados:

- Obras para control y manejo de recursos hídricos
- Aprovechamientos agropecuarios
- Programas de desarrollo hidrobiológico
- Programa para el perfeccionamiento del Plan

### 11.1.- OBRAS PARA CONTROL Y MANEJO DE RECURSOS HIDRICOS

A efectos de la evaluación de costes y beneficios de las obras propuestas, se consideran de un modo global las obras a lo largo del eje del Desaguadero, desde Puente Internacional hasta las obras de regulación de los lagos, pues todas ellas contribuyen conjuntamente al manejo hidráulico del sistema, tanto en regulación de caudales como en prevención-control de inundaciones.

Las obras para el manejo y control de los recursos hídricos son las siguientes:

- Obras de interés binacional, que incluyen las compuertas de control en Puente Internacional y Aguallamaya y el canal de Aguallamaya.
- Obras de interés nacional, que incluyen las obras de bifurcación en La Joya, canales de derivación a la laguna Soledad y lago Uru Uru y desagües de la laguna Soledad y del lago Uru Uru.

No se incluye la presa de Sankata (de carácter binacional) porque se requiere completar los estudios para llegar a mejores definiciones.

#### Beneficios por reducción de daños y pérdidas por inundaciones.

A modo de resumen, se ha llegado a la siguiente cuantificación y valoración de los efectos directos de las inundaciones producidas en el eje Desaguadero:

| <b>Daños y pérdidas</b> | <b>T<sub>R</sub> = 10 años<br/>(US\$)</b> | <b>T<sub>R</sub> = 25 años<br/>(adicional)<br/>(US\$)</b> | <b>T<sub>R</sub> = 25 años<br/>(total)<br/>(US\$)</b> |
|-------------------------|---|---|---|
| Agrícolas               | 801.365                                   | 560.956   | 1.362.321   |
| Pecuarías               | 19.516                                    | 29.274  | 48.790  |
| Infraestructuras        | 70.345                                    | 24.621  | 94.966  |
| Totales                 | 891.226                                   | 614.851   | 1.506.077   |



Teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones, se resumen en el cuadro nº 3 los valores esperados de daños y pérdidas según se consideren precios financieros o precios de eficiencia.

#### Beneficios agropecuarios de la regulación

Se considera que las obras de regulación aquí contempladas contribuyen al riego de 10.255 ha comprendidas en los proyectos de riego de Chilahualla y El Choro, que en conjunto suman 25.455 ha, ya que sin obras de regulación, en el conjunto de ambos proyectos sólo se podrían atender 15.200 ha.

Teniendo en cuenta los beneficios de los Proyectos de riego Chilahualla y El Choro, a precios financieros y a precios de eficiencia, se calcularon los beneficios derivados de las obras de regulación que se presentan en los cuadros nºs 4 y 5.

#### Beneficios de la recuperación de los lagos

Se persigue como principal objetivo la recuperación del lago Uru-Uru y de la laguna Soledad de reciente formación, y el lago Poopó, buscando atenuar los efectos que provocaría su degradación. Cada uno de estos lagos tendría estructuras adecuadas que permitirían un abastecimiento de agua con las obras de regulación; además de evitar, obviamente, los efectos negativos de las inundaciones en la zona.

El total de la superficie a conservar de los dos primeros lagos sería de 504 km<sup>2</sup>. Esta superficie regulada permitiría una utilización constante para la producción piscícola y garantizaría ocupación plena a la población que vive de esta actividad, incrementando el volumen de pesca de modo significativo.

El rendimiento piscícola puede ser estimado en unos 40 kilos/ha/año, lo que corresponde a una productividad media.

La biomasa necesaria para garantizar un rédito neto de 500 a 600 bolivianos (entre 120 y 145 dólares) por mes para cada pescador es de 3,0 a 3,5 t/año. Con una superficie de 504 km<sup>2</sup>, el lago Uru-Uru, las lagunas Soledad y de Aguallamaya podrían soportar de 670 a 580 pescadores. Por tanto, el valor neto de la producción total anual incremental varía entre 947.934 a 932.010 dólares (con un promedio de US\$ 939.972).

#### Beneficios intangibles

Los beneficios intangibles son muchos y variados, como p.e.: normalizar los servicios educativos, el cuidado de la salud y la alimentación de niños y adultos de las zonas de la inundación; evitar los daños y obstrucción de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Oruro, evitando la propagación y multiplicación de los efectos del cólera; normalizar la distribución de productos de la zona, evitando los problemas de la especulación de mercado y precios con claros efectos negativos sobre productores y consumidores; propiciar y mantener mayores lugares de recreación y esparcimiento.

CUADRO Nº 3 VALOR ESPERADO DE LOS DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADOS POR INUNDACIONES

| AÑOS | Probab. de Ocurr. en un año dado |         | Probab. de no Ocurr. en el año "n" |         | Probab. de Ocurr. en el año "n"     |         | Valor esperado de daños y pérdidas<br>$E(dp) = Po \cdot (1 - Po)^{(n-1)} \cdot (dp)$ |                       |                     |                       |                     |                       |
|------|----------------------------------|---------|------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|--|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
|      | $Po = (1/Tr) \cdot 100$          |         | $Po(n) = (1 - Po)^{(n-1)}$         |         | $Po(n) = Po \cdot (1 - Po)^{(n-1)}$ |         | Tr=10 años   |                       | Tr=25 años          |                       | TOTAL               |                       |
|      | 10 años                          | 25 años | 10 años                            | 25 años | 10 años                             | 25 años | Precios Financieros  | Precios de Eficiencia | Precios Financieros | Precios de Eficiencia | Precios Financieros | Precios de Eficiencia |
|      |                                  |         |                                    |         |                                     |         | US\$ 891.226   | US\$ 1.320.4          | US\$ 614.851        | US\$ 924.79           |                     |                       |
| 1    | 10                               | 4       | 1.0000                             | 1.0000  | 0.1000                              | 0.0400  | 89123  | 132044                | 24584               | 36992                 | 113717              | 169036                |
| 2    | 10                               | 4       | 0.9000                             | 0.7500  | 0.0900                              | 0.0300  | 80210  | 118840                | 18446               | 27744                 | 98656               | 146584                |
| 3    | 10                               | 4       | 0.8100                             | 0.5625  | 0.0810                              | 0.0225  | 72189  | 106956                | 13834               | 20808                 | 86023               | 127764                |
| 4    | 10                               | 4       | 0.7290                             | 0.4219  | 0.0729                              | 0.0169  | 64970  | 96260                 | 10376               | 15606                 | 75346               | 111886                |
| 5    | 10                               | 4       | 0.6561                             | 0.3164  | 0.0656                              | 0.0127  | 58473  | 86634                 | 7782                | 11704                 | 66255               | 98339                 |
| 6    | 10                               | 4       | 0.5905                             | 0.2373  | 0.0590                              | 0.0095  | 52626  | 77971                 | 5836                | 8778                  | 58462               | 86749                 |
| 7    | 10                               | 4       | 0.5314                             | 0.1780  | 0.0531                              | 0.0071  | 47363  | 70174                 | 4377                | 6584                  | 51741               | 76757                 |
| 8    | 10                               | 4       | 0.4783                             | 0.1335  | 0.0478                              | 0.0053  | 42627  | 63156                 | 3283                | 4938                  | 45910               | 68084                 |
| 9    | 10                               | 4       | 0.4305                             | 0.1001  | 0.0430                              | 0.0040  | 38364  | 56841                 | 2462                | 3703                  | 40827               | 60544                 |
| 10   | 10                               | 4       | 0.3874                             | 0.0751  | 0.0387                              | 0.0030  | 34528  | 51157                 | 1847                | 2778                  | 36375               | 53934                 |
| 11   | 10                               | 4       | 0.3487                             | 0.0563  | 0.0349                              | 0.0023  | 31075  | 46041                 | 1385                | 2083                  | 32460               | 48124                 |
| 12   | 10                               | 4       | 0.3138                             | 0.0422  | 0.0314                              | 0.0017  | 27968  | 41437                 | 1039                | 1562                  | 29006               | 42999                 |
| 13   | 10                               | 4       | 0.2824                             | 0.0317  | 0.0282                              | 0.0013  | 25171  | 37293                 | 779                 | 1172                  | 25950               | 38465                 |
| 14   | 10                               | 4       | 0.2542                             | 0.0238  | 0.0254                              | 0.0010  | 22654  | 33564                 | 584                 | 879                   | 23238               | 34443                 |
| 15   | 10                               | 4       | 0.2288                             | 0.0178  | 0.0229                              | 0.0007  | 20388  | 30207                 | 438                 | 659                   | 20827               | 30867                 |
| 16   | 10                               | 4       | 0.2059                             | 0.0134  | 0.0206                              | 0.0005  | 18350  | 27187                 | 329                 | 494                   | 18678               | 27681                 |
| 17   | 10                               | 4       | 0.1853                             | 0.0100  | 0.0185                              | 0.0004  | 16515  | 24468                 | 246                 | 371                   | 16761               | 24839                 |
| 18   | 10                               | 4       | 0.1668                             | 0.0075  | 0.0167                              | 0.0003  | 14863  | 22021                 | 185                 | 278                   | 15048               | 22299                 |
| 19   | 10                               | 4       | 0.1501                             | 0.0056  | 0.0150                              | 0.0002  | 13377  | 19819                 | 139                 | 209                   | 13515               | 20028                 |
| 20   | 10                               | 4       | 0.1351                             | 0.0042  | 0.0135                              | 0.0002  | 12039  | 17837                 | 104                 | 156                   | 12143               | 17994                 |
| 21   | 10                               | 4       | 0.1216                             | 0.0032  | 0.0122                              | 0.0001  | 10835  | 16053                 | 78                  | 117                   | 10913               | 16171                 |
| 22   | 10                               | 4       | 0.1094                             | 0.0024  | 0.0109                              | 0.0001  | 9752   | 14448                 | 58                  | 88                    | 9810                | 14536                 |
| 23   | 10                               | 4       | 0.0985                             | 0.0018  | 0.0098                              | 0.0001  | 8777   | 13003                 | 44                  | 66                    | 8820                | 13069                 |
| 24   | 10                               | 4       | 0.0886                             | 0.0013  | 0.0089                              | 0.0001  | 7899   | 11703                 | 33                  | 49                    | 7932                | 11752                 |
| 25   | 10                               | 4       | 0.0798                             | 0.0010  | 0.0080                              | 0.0000  | 7109   | 10533                 | 25                  | 37                    | 7134                | 10570                 |
| 26   | 10                               | 4       | 0.0718                             | 0.0008  | 0.0072                              | 0.0000  | 6398   | 9479                  | 19                  | 28                    | 6417                | 9507                  |
| 27   | 10                               | 4       | 0.0646                             | 0.0006  | 0.0065                              | 0.0000  | 5758   | 8531                  | 14                  | 21                    | 5772                | 8552                  |
| 28   | 10                               | 4       | 0.0581                             | 0.0004  | 0.0058                              | 0.0000  | 5182   | 7678                  | 10                  | 16                    | 5193                | 7694                  |
| 29   | 10                               | 4       | 0.0523                             | 0.0003  | 0.0052                              | 0.0000  | 4664   | 6910                  | 8                   | 12                    | 4672                | 6922                  |
| 30   | 10                               | 4       | 0.0471                             | 0.0002  | 0.0047                              | 0.0000  | 4198   | 6219                  | 6                   | 9                     | 4204                | 6228                  |
| 31   | 10                               | 4       | 0.0424                             | 0.0002  | 0.0042                              | 0.0000  | 3778   | 5597                  | 4                   | 7                     | 3782                | 5604                  |
| 32   | 10                               | 4       | 0.0382                             | 0.0001  | 0.0038                              | 0.0000  | 3400   | 5038                  | 3                   | 5                     | 3404                | 5043                  |
| 33   | 10                               | 4       | 0.0343                             | 0.0001  | 0.0034                              | 0.0000  | 3060   | 4534                  | 2                   | 4                     | 3063                | 4538                  |
| 34   | 10                               | 4       | 0.0309                             | 0.0001  | 0.0031                              | 0.0000  | 2754   | 4081                  | 2                   | 3                     | 2756                | 4083                  |
| 35   | 10                               | 4       | 0.0278                             | 0.0001  | 0.0028                              | 0.0000  | 2479   | 3673                  | 1                   | 2                     | 2480                | 3675                  |
| 36   | 10                               | 4       | 0.0250                             | 0.0000  | 0.0025                              | 0.0000  | 2231   | 3305                  | 1                   | 2                     | 2232                | 3307                  |
| 37   | 10                               | 4       | 0.0225                             | 0.0000  | 0.0023                              | 0.0000  | 2008   | 2975                  | 1                   | 1                     | 2009                | 2976                  |
| 38   | 10                               | 4       | 0.0203                             | 0.0000  | 0.0020                              | 0.0000  | 1807   | 2677                  | 1                   | 1                     | 1808                | 2678                  |
| 39   | 10                               | 4       | 0.0182                             | 0.0000  | 0.0018                              | 0.0000  | 1626   | 2410                  | 0                   | 1                     | 1627                | 2410                  |
| 40   | 10                               | 4       | 0.0164                             | 0.0000  | 0.0016                              | 0.0000  | 1464   | 2169                  | 0                   | 0                     | 1464                | 2169                  |
| 41   | 10                               | 4       | 0.0148                             | 0.0000  | 0.0015                              | 0.0000  | 1317   | 1952                  | 0                   | 0                     | 1318                | 1952                  |
| 42   | 10                               | 4       | 0.0133                             | 0.0000  | 0.0013                              | 0.0000  | 1186   | 1757                  | 0                   | 0                     | 1186                | 1757                  |
| 43   | 10                               | 4       | 0.0120                             | 0.0000  | 0.0012                              | 0.0000  | 1067   | 1581                  | 0                   | 0                     | 1067                | 1581                  |
| 44   | 10                               | 4       | 0.0108                             | 0.0000  | 0.0011                              | 0.0000  | 960  | 1423                  | 0                   | 0                     | 960                 | 1423                  |
| 45   | 10                               | 4       | 0.0097                             | 0.0000  | 0.0010                              | 0.0000  | 864  | 1281                  | 0                   | 0                     | 864                 | 1281                  |
| 46   | 10                               | 4       | 0.0087                             | 0.0000  | 0.0009                              | 0.0000  | 778  | 1152                  | 0                   | 0                     | 778                 | 1153                  |
| 47   | 10                               | 4       | 0.0079                             | 0.0000  | 0.0008                              | 0.0000  | 700  | 1037                  | 0                   | 0                     | 700                 | 1037                  |
| 48   | 10                               | 4       | 0.0071                             | 0.0000  | 0.0007                              | 0.0000  | 630  | 934                   | 0                   | 0                     | 630                 | 934                   |
| 49   | 10                               | 4       | 0.0064                             | 0.0000  | 0.0006                              | 0.0000  | 567  | 840                   | 0                   | 0                     | 567                 | 840                   |
| 50   | 10                               | 4       | 0.0057                             | 0.0000  | 0.0006                              | 0.0000  | 510  | 756                   | 0                   | 0                     | 510                 | 756                   |

**CUADRO Nº 4: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS AGROPECUARIOS DEL  
PROYECTO DE OBRAS DE REGULACION DEL SISTEMA TDPS**

*(Miles de US\$ a precios financieros)*

| AÑOS | BENEFICIOS AGROPECUARIOS INCREMENTALES<br>AREA DE INFLUENCIA DE OBRAS DE REGULACION |                      |                    |        | BENEF.ATRIB.<br>A OBRAS DE |
|------|---|----------------------|--------------------|--------|----------------------------|
|      | CHILAHUALA<br>18.855 ha   | EL CHORO<br>6.600 ha | TOTAL<br>25.455 ha | POR ha | REGULACION<br>10.255 ha    |
| 1    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                          |
| 2    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                          |
| 3    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                          |
| 4    | 226   | 248                  | 474                | 19     | 191                        |
| 5    | 689   | 599                  | 1288               | 51     | 519                        |
| 6    | 1232  | 1003                 | 2235               | 88     | 900                        |
| 7    | 1860  | 1516                 | 3375               | 133    | 1360                       |
| 8    | 2459  | 1700                 | 4158               | 163    | 1675                       |
| 9    | 3043  | 1914                 | 4957               | 195    | 1997                       |
| 10   | 3520  | 2046                 | 5566               | 219    | 2242                       |
| 11   | 3706  | 2101                 | 5807               | 228    | 2340                       |
| 12   | 3996  | 2159                 | 6155               | 242    | 2479                       |
| 13   | 4065  | 2141                 | 6206               | 244    | 2500                       |
| 14   | 4077  | 2122                 | 6199               | 244    | 2497                       |
| 15   | 4081  | 2107                 | 6188               | 243    | 2493                       |
| 16   | 4101  | 2107                 | 6208               | 244    | 2501                       |
| 17   | 4077  | 2107                 | 6184               | 243    | 2491                       |
| 18   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 19   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 20   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 21   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 22   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 23   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 24   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 25   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 26   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 27   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 28   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 29   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 30   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 31   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 32   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 33   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 34   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 35   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 36   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 37   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 38   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 39   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 40   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 41   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 42   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 43   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 44   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 45   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 46   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 47   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 48   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 49   | 4078  | 2107                 | 6184               | 243    | 2492                       |
| 50   | 5117  | 2809                 | 7926               | 311    | 3193                       |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los cuadros 6.6 Y 6.7

**CUADRO Nº 5 : FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS AGROPECUARIOS DEL  
PROYECTO DE OBRAS DE REGULACION DEL SISTEMA TDPS**

*(Miles de US\$ a precios de eficiencia)*

| AÑOS | BENEFICIOS AGROPECUARIOS INCREMENTALES<br>AREA DE INFLUENCIA DE OBRAS DE REGULACION |                      |                    |        | BENEF. ATRIB.<br>A OBRAS DE |
|------|---|----------------------|--------------------|--------|-----------------------------|
|      | CHILAHUALA<br>18.855 ha   | EL CHORO<br>6.600 ha | TOTAL<br>25.455 ha | POR ha | REGULACION<br>10.255 ha     |
| 1    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                           |
| 2    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                           |
| 3    | 0   | 0                    | 0                  | 0      | 0                           |
| 4    | 441   | 349                  | 790                | 31     | 318                         |
| 5    | 1275  | 854                  | 2129               | 84     | 858                         |
| 6    | 2238  | 1423                 | 3661               | 144    | 1475                        |
| 7    | 3308  | 2102                 | 5410               | 213    | 2179                        |
| 8    | 4290  | 2318                 | 6608               | 260    | 2662                        |
| 9    | 5237  | 2550                 | 7787               | 306    | 3137                        |
| 10   | 5950  | 2694                 | 8643               | 340    | 3482                        |
| 11   | 6221  | 2751                 | 8972               | 352    | 3615                        |
| 12   | 6566  | 2801                 | 9367               | 368    | 3774                        |
| 13   | 6666  | 2785                 | 9451               | 371    | 3807                        |
| 14   | 6688  | 2766                 | 9454               | 371    | 3809                        |
| 15   | 6690  | 2752                 | 9442               | 371    | 3804                        |
| 16   | 6710  | 2752                 | 9462               | 372    | 3812                        |
| 17   | 6701  | 2752                 | 9453               | 371    | 3809                        |
| 18   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 19   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 20   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 21   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 22   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 23   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 24   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 25   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 26   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 27   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 28   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 29   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 30   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 31   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 32   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 33   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 34   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 35   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 36   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 37   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 38   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 39   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 40   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 41   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 42   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 43   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 44   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 45   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 46   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 47   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 48   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 49   | 6687  | 2752                 | 9439               | 371    | 3803                        |
| 50   | 7589  | 3410                 | 10999              | 432    | 4431                        |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los cuadros 6.9 Y 6.10

No existen registros históricos de inundaciones que hayan ocasionado daños severos a la ciudad de Oruro; sin embargo, sí es una realidad que el río Desaguadero, en esta parte de su recorrido, ha venido cambiando su cauce sobre la margen izquierda, de allí, que haya dado origen a los lagos Uru Uru y recientemente la laguna Soledad, haciendo cada vez más inminente el riesgo de inundar la ciudad con consecuencias imprevisibles.

Sin embargo, de todo lo anterior, la finalidad central está constituida por la necesidad de ofrecer seguridad a los pobladores de la zona, evitando la pérdida de vidas humanas; todos estos efectos positivos resultan de difícil cuantificación, pero es necesario tenerlos en cuenta para tener una idea completa del verdadero valor de las obras que se pretende ejecutar.

Se consideran también como beneficios agregados los beneficios derivados de la reducción de las inundaciones en la zona circunlacustre del lago Titicaca, por manejo parcial de los niveles del lago.

#### Inversiones y costos anuales

En el cuadro 6 se resumen las inversiones de las obras según se consideren precios financieros o de eficiencia.

El costo total de operación y mantenimiento de infraestructura se calcula en US\$ 873.529 anuales (US\$ 874.000 conforme aparecen en los flujos de costos y beneficios respectivos), a partir del quinto año siguiendo un aumento gradual en la medida en que se van completando las obras de los sistemas. Dicho montante significa alrededor del 2% de los costos de inversión en obras civiles, según la siguiente desagregación.

#### Lote 1

|               |   |      |         |                                    |
|---------------|---|------|---------|------------------------------------|
| Operación     | : | US\$ | 94.163  | (gastos anuales de funcionamiento) |
| Mantenimiento | : | US\$ | 595.428 |                                    |
| Sub total     | : | US\$ | 659.591 |                                    |

#### Lote 2

|               |   |      |         |                                    |
|---------------|---|------|---------|------------------------------------|
| Operación     | : | US\$ | 50.625  | (gastos anuales de funcionamiento) |
| Mantenimiento | : | US\$ | 163.313 |                                    |
| Sub total     | : | US\$ | 213.938 |                                    |

#### **TOTALES**

|               |   |      |         |  |
|---------------|---|------|---------|--|
| Operación     | : | US\$ | 144.788 |  |
| Mantenimiento | : | US\$ | 728.741 |  |
| Sub total     | : | US\$ | 873.529 |  |

**CUADRO Nº 6: COSTOS TOTALES DE INVERSION DEL PROYECTO  
DE REGULACION DEL SISTEMA TDPS A PRECIOS FINANCIEROS  
Y DE EFICIENCIA**

| CONCEPTO  | COSTOS TOTALES      |                       |
|---|---------------------|-----------------------|
|   | PRECIOS FINANCIEROS | PRECIOS DE EFICIENCIA |
| <b>OBRAS BINACIONALES LOTE 1</b>                      |                     |                       |
| Compuertas de control Puente Internacional            | 4.215               | 3.590                 |
| Canal laguna Aguallamaya                              | 7.729               | 6.486                 |
| Compuertas de control Aguallamaya                     | 6.099               | 5.194                 |
| <b>OBRAS NACIONALES - LOTE 2</b>                      |                     |                       |
| Obras de control la Joya                              | 2.081               | 1.776                 |
| Canal de derivación a la laguna Soledad               | 402                 | 344                   |
| Mejor tramo La Joya-Burguillos-Lago Uru Uru           | 2.910               | 2.451                 |
| Canal de desagüe laguna Soledad                       | 517                 | 439                   |
| Canal de desagüe lago Uru Uru                         | 950                 | 819                   |
| Sub Total   | 24.903              | 21.100                |
| Gastos adm. y generales (17%)                         | 4.233               | 3.731                 |
| Utilidades (10%)                                      | 2.490               | 2.110                 |
| Sub Total   | 31.627              | 26.941                |
| Imprevistos (10%)                                     | 3.163               | 2.694                 |
| Estudios de ingeniería (10%)                          | 3.163               | 3.036                 |
| Sub Total   | 37.952              | 32.671                |
| Impuestos   | 4.434               |                       |
| Costo Total de Obras Civiles                          | 42.386              | 32.671                |
| <b>OPERACION Y MANTENIMIENTO UNIDAD EJECUTORA</b>     |                     |                       |
| Dirección, organización y administración del Proyecto | 100                 | 82                    |
| Equipamiento  | 254                 | 209                   |
| Remuneraciones  |                     |                       |
| Personal Profesional                                  | 318                 | 318                   |
| Personal calificado                                   | 254                 | 244                   |
| Personal no calificado                                | 153                 | 140                   |
| Gastos de funcionamiento                              | 292                 | 257                   |
| Gasto Total Unid. Ejecutora                           | 1.272               | 1.169                 |
| <b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>                       | <b>43.757</b>       | <b>33.922</b>         |

### Rentabilidad del proyecto

Con objeto de proceder al cálculo de los méritos económicos del proyecto (indicadores de rentabilidad calculados a precios financieros y de eficiencia), los flujos de beneficios y costos fueron elaborados conforme se indica en los flujos respectivos de los cuadros 4 y 5.

Los resultados de la evaluación indican que el proyecto es rentable a precios de mercado. La tasa interna de retorno es de 4,03%, inferior al costo de oportunidad del capital considerado en 8%. El valor presente neto es de US\$ (16.843.000) y la relación beneficio/costo es de 0,60.

En este caso, y a precios de eficiencia, la rentabilidad del proyecto aumenta a 8,92%, el valor presente neto (calculado a una tasa de descuento de 8%) a US\$ 3.449.000 y la relación beneficio/costo a 1,10. Este resultado puede atribuirse a los efectos del proceso de corrección de las cuentas financieras del proyecto debido, por un lado, a la disminución de los costos de inversión y a la disminución de los costos de operación y mantenimiento y, por otro lado, al aumento de la corriente de beneficios.

### Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad ha sido realizado teniendo en cuenta posibles escenarios que comprenden conjuntos de obras y que, a su vez, significan diferentes magnitudes de costos y beneficios, cuya evaluación se considera importante conocer. Finalmente, la sensibilidad del proyecto global, vale decir, con la ejecución del total de las obras propuestas, se prueba aumentos probables en los precios reales de los costos del proyecto y disminuciones probables en los precios de la producción o, bien, posibles sobrestimaciones en los niveles de productividad.

Los escenarios analizados, así como los resultados de la evaluación son los que se reflejan en el cuadro nº 7.

## **11.2.- APROVECHAMIENTOS AGROPECUARIOS**

En el cuadro nº 8 se resumen las inversiones y costos anuales de los proyectos de riego de Lagunillas e llave (Perú) y Chilahuala y EL Choro (Bolivia).

No obstante, hay que recalcar que los proyectos de riego están por definir según se expone reiteradamente en el Plan Director.

## **11.3.- PROGRAMAS DE DESARROLLO HIDROBIOLÓGICO**

Las inversiones estimadas para los programas de Desarrollo Hidrobiológico son (en US \$).

CUADRO Nº 7 EVALUACION DE ESCENARIOS DEL PROYECTO DE REGULACION DEL SISTEMA TDPS

| ESCENARIOS | DESCRIPCION  | EFECTOS  | EVALUACION                   |                  |       |                     |                     |                    |      |                       |                    |       |                                  |
|------------|--|--|------------------------------|------------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------|------|-----------------------|--------------------|-------|----------------------------------|
|            |  |  | Inversiones (millas de US\$) |                  |       |                     | Rentabilidad        |                    |      |                       |                    |       | Costo<br>base<br>O & M<br>(US\$) |
|            |  |  | Total                        | Obras<br>Civiles | O & M | Unidad<br>Ejecutora | Precios financieros |                    |      | Precios de eficiencia |                    |       |                                  |
|            |  |  |                              |                  |       |                     | TIR<br>(%)          | VPN<br>(Mia. US\$) | B/C  | TIR<br>(%)            | VPN<br>(Mia. US\$) | B/C   |                                  |
| I          | EJECUCIONES DE OBRAS DE CONTROL LA JOYA                      | <p>Se recuperan lagos Soledad y Urú Urú, pero no se forma la laguna Aguallamaya.</p> <p>Evita daños y pérdidas por inundaciones.</p> <p>Propicia actividad piscícola en lagos Soledad y Urú Urú.</p> <p>Beneficios de regulación se reducen al 40% en el Choro (1.063 ha).</p> <p>Menores costos de inversión, de operación y mantenimiento.</p>   | 15677                        | 15170            | 82    | 456                 | 3.22                | -6276              | 0.67 | 7.24                  | -637               | 0.093 | 214000                           |
| II         | EJECUCION DE OBRAS EN PUENTE INTERNACIONAL                   | <p>No se recuperan lag Soledad y Urú Urú, y no se forma la laguna Aguallamaya.</p> <p>No evita daños y pérdidas por inundaciones.</p> <p>No aumenta actividad piscícola en lagos Soledad y Urú Urú.</p> <p>Beneficios de regulación se reducen al 40% en Chilahuata (3.039 ha).</p> <p>Menores costos de inversión, de operación y mantenimiento.</p>  | 7359                         | 7111             | 35    | 213                 | 3.96                | -3540              | 0.61 | 9.38                  | 1201               | 1.17  | 262000                           |
| III        | EJECUCION DE OBRAS EN PUENTE INTERNACIONAL Y AGUALLAMAYA     | <p>No se recuperan lag Soledad y Urú Urú. Se forma la laguna Aguallamaya.</p> <p>Evita algo daños y pérdidas por inundaciones (+/- 10%).</p> <p>Hace posible actividad piscícola en laguna Aguallamaya. No aumenta pesca en Soledad ni Urú Urú.</p> <p>Beneficios de regulación se producen en 100% en Chilahuata (7.597 ha). No hay desarrollo en el Choro.</p> <p>Menores costos de inversión, de operación y mantenimiento.</p> | 31697                        | 30716            | 80    | 921                 | 2.64                | -16816             | 0.48 | 7.26                  | -2170              | 0.92  | 690000                           |
| IV         | EJECUCION DE OBRAS DE CONTROL LA JOYA Y PUENTE INTERNACIONAL | <p>Se recuperan lagos Soledad y Urú Urú, pero no se forma la laguna Aguallamaya.</p> <p>Evita daños y pérdidas por inundaciones.</p> <p>Propicia actividad piscícola en lagos Soledad y Urú Urú.</p> <p>Beneficios de regulación se reducen al 40% en el Choro Chilahuata (4.102 ha).</p> <p>Menores costos de inversión, de operación y mantenimiento.</p>  | 19431                        | 18781            | 87    | 563                 | 5.8                 | -4511              | 0.76 | 8.81                  | 1419               | 1.06  | 478000                           |
| V          | EJECUCION TODAS LAS OBRAS PROPUESTAS                         | <p>Se recuperan lag Soledad Urú Urú y se forma la laguna Aguallamaya.</p> <p>Evita algo daños y pérdidas por inundaciones.</p> <p>Hace posible actividad piscícola en laguna Aguallamaya y aumenta pesca en Soledad y Urú Urú.</p> <p>Beneficios de regulación se producen en 100% en Chilahuata y el Choro (10.255 ha).</p>   | 43757                        | 42386            | 100   | 1272                | 4.03                | -16843             | 0.6  | 8.92                  | 3449               | 1.1   | 874000                           |



**CUADRO Nº 8 INVERSIONES Y COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE PROYECTOS DE RIEGO**

| PROYECTO                     | OBRAS CIVILES<br>(US\$) | DESARROLLO AGROPECUARIO<br>(US\$) | UNIDAD EJECUTORA<br>(US\$) | COSTOS ANUALES DE OPERACION<br>Y MANTENIMIENTO<br>(US\$/año)   |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| LAGUNILLAS<br>(31041 ha)     | 80370000                | 24429000                          | 1826000                    | - 1607000 a partir del año 9   |
| ILAVE<br>(17766 ha)          | 64271000                | 15644000                          | 1050000                    | - 1285000 a partir del año 9<br>- Riego Pilcuyo: 259230 (bombeo)<br>- Riego Camicachi: 302851 (bombeo)<br>- Instalaciones pecuarias 1% de la inversión |
| CHILAHUALA (*)<br>(18855 ha) | 56515000                | 15905000                          | 1250000                    | - 565000 a partir del año 7<br>- Instalaciones pecuarias 1% de la inversión  |
| EL CHORO (*)<br>(6600 ha)    | 15693000                | 7435000                           | 450000                     | - 158000 a partir del año 5<br>- Instalaciones pecuarias 1% de la inversión  |
| <b>TOTAL</b><br>(74262 ha)   | <b>216849000</b>        | <b>63413000</b>                   | <b>4576000</b>             |  |

(\*) sin obras de regulación

|   | <i>Corto plazo<br/>(2 años)</i> | <i>Medio plazo<br/>(3 a 6 años)</i> | <i>Total</i> |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| <i>Desarrollo pesquero</i>                  | 2.700.000                       | 2.450.000                           | 5.150.000    |
| <i>Desarrollo de la vegetación acuática</i> | 400.000                         | 474.500                             | 874.500      |
| <i>Totales</i>                              | 3.100.000                       | 2.924.500                           | 6.024.500    |

#### **11.4.- PROGRAMA PARA EL PERFECCIONAMIENTO DEL PLAN DIRECTOR**

En el Plan Director se ha definido un conjunto de programas y acciones para su progresivo perfeccionamiento. Entre ellas se han valorado y cuantificado las siguientes (Miles de US \$):

|  | <i>Corto plazo<br/>(2 años)</i> | <i>Medio plazo<br/>(3 a 6 años)</i> | <i>Total</i> |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| <i>Mejora y ampliación de la red meteorológica</i> | 104                             | 132                                 | 236          |
| <i>Red automática lago Titicaca</i>                | 140                             | --                                  | 140          |
| <i>Mejora y ampliación de la red hidrométrica.</i> | 60                              | 132                                 | 192          |
| <i>Sistema de alerta</i>                           | --                              | 30                                  | 30           |
| <b>TOTALES</b>                                     | 304                             | 294                                 | 598          |

Además, se ha propuesto otras actividades, que no han sido objeto de valoración económica, tales como:

- Instalación de equipos evaporimétricos
- Instalación de estaciones para medir la radiación global G
- Campaña de seguimiento de isótopos en el lago Titicaca
- Mejora de modelos matemáticos
- Implantación de un Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Selección de proyectos mediante un análisis multicriterio
- Establecimiento de un banco de datos y bibliográfico

## **12.- PRIORIDADES DE ACTUACION. INVERSIONES A CORTO Y MEDIO PLAZO. CARPETAS BANCABLES**

### **12.1.- PRIORIDADES DE ACTUACION**

La primera y más urgente actuación por parte de los Gobiernos de Bolivia y Perú es llegar a un acuerdo sobre el reparto de los recursos disponibles. A partir de ese acuerdo podrá, cada gobierno, decidir sobre el uso de los recursos que le correspondan. Se recomienda la utilización de análisis multicriterio para la identificación de los proyectos más favorables.

#### Prioridades de obras

Sin embargo, existe un grupo de proyectos que no dependen de cual sea el reparto de los recursos superficiales disponibles. Estos proyectos son:

- a) Grandes obras para el manejo hidráulico del Sistema:
- Compuertas en Puente Internacional
  - Compuertas en Aguallamaya
  - Obras de bifurcación en La Joya.
  - Obras para la recuperación-conservación de la laguna Soledad
  - Obras para la recuperación-conservación del lago Uru-uru

Estas obras constituyen un conjunto relacionado entre si y todas ellas se consideran necesarias. Sin embargo las tres primeras, son prioritarias sobre las dos últimas que tienen una dependencia de las primeras (especialmente de las obras de bifurcación de La Joya).

Al embalse de Santakata, aún siendo en principio una obra interesante, se le asigna una prioridad de segundo orden, en tanto se lleve a cabo su estudio de factibilidad.

- b) Proyectos de pequeño-mediano tamaño. Se incluyen aquí:
- Programa de aguas subterráneas
  - Programa de desarrollo pesquero
  - Programa de desarrollo de la vegetación acuática.

Dado que requieren inversiones pequeñas (comparadas con las grandes obras hidráulicas) y permitirán obtener beneficios casi inmediatos se les asigna un carácter prioritario.

- c) Proyectos de riego con aguas superficiales. Se considera que los proyectos de riego con aguas superficiales todavía no están suficientemente definidos. Se recomienda reconsiderar los planteamientos hechos en el pasado, reduciendo el tamaño de los proyectos, considerando las posibilidades de explotación conjunta, etc.

### Prioridades de estudios y obras para el perfeccionamiento del Plan Director.

Se incluyen en este grupo estudios diversos y mejora y ampliación de las redes meteorológicas e hidrométricas existentes.

Entre los numerosos estudios enumerados a lo largo del Plan Director Global se consideran prioritarios los siguientes:

#### **Prioridad 1: Corto plazo (1 - 2 años)**

- Transferencia tecnológica a los PELT de los modelos elaborados en el marco del presente Plan Director.
- Actualizar las series meteorológicas e hidrométricas existentes hasta el año 1995, y realización de nuevas simulaciones con los modelos, utilizando las series completadas, y considerando nuevas hipótesis de manejo del sistema. Afinar las reglas de operación del sistema.
- Continuar los estudios para perfeccionar el balance del lago Titicaca:
  - . Instalación de equipos evaporimétricos
  - . Formulación de balances hídricos
  - . Formulación de balances energéticos
  - . Formulación de balances de salinidad del lago (por ejemplo, de cloruros)
  - . Formulación de balances isotópicos
- Realización del estudio de factibilidad del embalse de Sankata.
- Levantamiento batimétrico-topográfico de la laguna Soledad y el lago Uru Uru. Se realizaría en el primer año para tener en cuenta sus resultados para los proyectos del manejo de los lagos.
- Ampliación y mejora de las redes meteorológicas e hidrométricas en el Medio Desaguadero, Poopó y Coipasa.

#### **Prioridad 2: Medio plazo ( 2 - 6 años)**

- Perfeccionamiento de los modelos para el manejo del Sistema a partir de los resultados de las actuaciones a corto plazo y levantamientos topográficos complementarios.
- Desarrollo del plan estratégico para prevención-corrección de sequías con aguas subterráneas.
- Estudio de la viabilidad del incremento de los recursos disponibles (por reducción de la evapotranspiración de aguas subterráneas) por rebajamiento de los niveles freáticos en las áreas circunlacustres.

- Estudio de transportes sólidos y fluviomorfología. Realización de un modelo de transportes sólidos.
- Instalación de un sistema de información geográfica SIG.
- Realización de estudios hidrogeológicos de detalle.

### **Prioridad 3: Largo plazo (más de 6 años)**

- Implementación de una red hidrométrica de alerta.
- Implementación de una red para la gestión automatizada del Sistema TDPS.
- Estudios de factibilidad para la alimentación del lago Poopó a partir de los aportes del río Lauca y otros.
- Desarrollo de nuevos proyectos de riego con aguas subterráneas, a partir de los resultados de los estudios hidrogeológicos realizados a medio plazo.

### **12.2.- CALENDARIO DE ACTUACIONES**

En el cuadro 9 se resume el cronograma previsto para la ejecución de las obras.

Análogamente, el cuadro 10 lo refleja el cronograma de estudios y trabajos a corto-medio plazo para el perfeccionamiento del Plan.

### **12.3.- INVERSIONES A CORTO Y MEDIO PLAZO**

Se considera corto plazo 0-2 años y medio plazo 3-6 años.

Las inversiones previstas se recogen en el cuadro 11. No se han considerado los costos de los proyectos insuficientemente definidos (embalse de Sankata, proyectos de riego con aguas superficiales) o las acciones que no tienen costes definidos.

**CUADRO N° 9 CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS**

| <b>OBRAS BINACIONALES</b>                          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Compuertas en Puente Internacional                 | ■        |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Compuertas en Aguallamaya                          |          |          | ■        |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Canal laguna Aguallamaya                           |          |          | ■        |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Embalse de Sankata                                 |          |          |          |          | ■        |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| <b>OBRAS NACIONALES</b>                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Obras de control en La Joya                        | ■        |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Canal de derivación y desagüe en la laguna Soledad |          | ■        |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Canal de derivación y desagüe en el lago Uru-Uru   |          | ■        |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| <b>Programa de aguas subterráneas</b>              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Perú   | ■        |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Bolivia  | ■        |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| <b>Proyectos de riego con aguas superficiales</b>  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Perú   |          |          |          | ▨        |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| Bolivia  |          |          |          | ▨        |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| <b>Proyectos definidos</b> ■                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |
| <b>Proyectos a definir</b> ▨                       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |

**CUADRO N° 10 CRONOGRAMA DE ESTUDIOS PRIORITARIOS A CORTO - MEDIO PLAZO**

|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 1.- Transferencia tecnológica.<br>Nuevas simulaciones con modelos.         | █ |   |   |   |   |   |
| 2.- Mejora de redes meteorológicas<br>e hidrométricas y ampliación.        | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 3.- Balances del lago Titicaca<br>(término, salinidad, isotópico..)        | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4.- Estudio de factibilidad de<br>Sankata.                                 |   | █ |   |   |   |   |
| 5.- Selección de proyectos de riego<br>y trasvase. Análisis multicriterio. | █ | █ |   |   |   |   |
| 6.- Nueva formulación de proyectos<br>seleccionados..                      |   | █ | █ | █ |   |   |
| 7.- Perfeccionamiento de los modelos<br>matemáticos.                       |   |   | █ | █ |   |   |
| 8.- Estudio de transporte sólido y<br>fluviomorfología. Modelos.           |   |   |   | █ | █ |   |
| 9.- Estudios hidrogeológicos de<br>detalle en áreas seleccionadas.         |   | █ | █ | █ |   |   |
| 10 Plan estratégico de prevención<br>de sequías con pozos.                 |   |   |   | █ | █ | █ |
| 11 Batimetrías lagos Soledad y<br>Uru-Uru                                  | █ |   |   |   |   |   |
| 12 Programas para el desarrollo pes-<br>quero y de la vegetación acuática. | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 13 Estudio de factibilidad para la<br>recuperación del lago Poopó.         |   |   |   |   | █ | █ |

### CUADRO 11. INVERSIONES A CORTO Y MEDIO PLAZO

| PLAZO                                       | CORTO PLAZO   | MEDIO         |
|---|---------------|---------------|
|   | Mil US \$     | Mil US \$     |
| Compuertas de Puente Internacional          | 7.097         | -             |
| Compuertas de Aguallamaya                   | -             | 10.290        |
| Canal laguna Aguallamaya                    | -             | 13.331        |
| Obras de bifurcación en La Joya             | 3.516         |               |
| Canal derivación a laguna Soledad           | 680           |               |
| Desagüe laguna Soledad                      | -             | 881           |
| Canal derivación a lago Uru-Uru             | 2.494         | 2.494         |
| Desagüe lago Uru-Uru                        | -             | 1.602         |
| Unidad Ejecutora Proyecto                   | 553           | 619           |
| Operación y mantenimiento de obras          | 50            | 50            |
| Programa de aguas subterráneas              | 2.000         | 2.788         |
| Programa de desarrollo pesquero             | 2.700         | 2.450         |
| Programa de desarrollo vegetación acuática  | 400           | 475           |
| Mejora y ampliación de la red meteorológica | 104           | 132           |
| Red automática lago Titicaca                | 140           | -             |
| Mejora y ampliación de la red hidrométrica  | 60            | 132           |
| Sistema de alerta                           | -             | 30            |
| <b>TOTAL</b>                                | <b>20.324</b> | <b>35.274</b> |
| <b>TOTAL GLOBAL</b>                         |               | <b>55.608</b> |

#### 12.4.- PLAN DE FINANCIACION. CARPETAS BANCABLES

Todas las obras indicadas para la regulación y control de recursos hídricos en el sistema T.D.P.S, han sido definidas a nivel de "Lay out", estimados sus costos de construcción, y por último, a excepción de la presa de Sankata, han sido objeto de Carpetas Bancables, con el fin de obtener fondos ante instituciones financieras internacionales, para la elaboración de los diseños finales de las obras y su construcción.

Los proyectos tienen varios componentes de costo que obliga a plantear esquemas de financiamiento diferentes. En todos ellos se exige, por lo general, que los beneficiarios de los préstamos realicen un aporte de recursos propios.

El costo total de las obras civiles de las obras de regulación (menos la presa de Sankata), asciende a la suma de US\$ 42.386.000, de los cuales US\$ 9.287.000 son impuestos y US\$ 33.099.000, comprenden el costo de los insumos nacionales e importados.



El Estado absorbería el monto de los impuestos, lo que determina una estructura de financiamiento muy aproximada al 22% como aporte del Estado y 78% como préstamo. En consecuencia el monto total del préstamo es de US\$ 33.099.000, desembolsados en las cantidades anuales conforme a los requerimientos del calendario de inversiones.

Dada la naturaleza de las obras, que si bien brindan beneficios una de las finalidades principales es la de protección, se justifica que las condiciones financieras sean blandas conforme se plantea a continuación:

|                          |   |                          |
|--------------------------|---|--------------------------|
| Aporte propio            | : | US\$ 9.287.000           |
| Monto del préstamo       | : | US\$ 33.099.000          |
| Costo total del préstamo | : | 2% de interés anual real |
| Plazo de gracia          | : | 15 años                  |
| Plazo de amortización    | : | 30 años                  |

Los intereses durante el período de gracia no son capitalizables y deberían pagarse anualmente según corresponda.

Los costos de la Unidad Ejecutora y los que corresponden a la gestión técnica y administrativa serían financiados por el Estado con aportes propios.

Para el caso de las obras y proyectos de riego las posibles fuentes de financiamiento de préstamos podrían ser: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial (BM) y el Banco Alemán (KfW). Dado el importante carácter social que estos proyectos tienen, se sugiere evaluar la posibilidad de encaminarlos a través de las líneas especiales de préstamos, que estas instituciones tienen para los países en vías de desarrollo y zonas deprimidas (con plazos más largos y con tasas especiales). Para el caso de las obras propuestas de regulación del eje Desaguadero, y de acuerdo con las conversaciones previamente establecidas con carácter preliminar, se sugiere como posible fuente de financiamiento la Comunidad Económica Europea.

Para el caso de acciones o programas complementarios, se sugiere orientar su financiamiento a través de los convenios de donación bilaterales entre los países, FIDA o a través de organizaciones no gubernamentales (ONG's).

### **13.- IMPLEMENTACION Y GESTION DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL**

#### **PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y PERFECCIONAMIENTO DEL PLAN DIRECTOR**

La gestión del Plan Global Binacional, será realizado a través de la Autoridad Binacional Autónoma, organismo coordinador y fiscalizador de la puesta a punto del Plan. Las líneas de actuación del citado organismo serán técnicas y socio-institucionales.

Dentro de las líneas técnicas de actuación tendremos:

- Ejecución y desarrollo de los programas en el marco del Plan Director, iniciando con la busca de las fuentes financieras que hagan posible dicha ejecución; para ello serán de gran utilidad las Carpetas Bancables preparadas en el marco del Plan Director.
- Propuestas y acciones para mejorar la información de cara a perfeccionar el Plan Director.
- Ejecución de Acciones y Estudios Complementarios.

En lo que concierne a las líneas de actuación institucional la Autoridad Binacional se ocupará de:

- Revisión y actualización del marco legal.
- A nivel binacional, elaboración y desarrollo de programas de infraestructuras técnicas y administrativas.
- A nivel nacional, instauración de políticas de desarrollo nacional o regional.

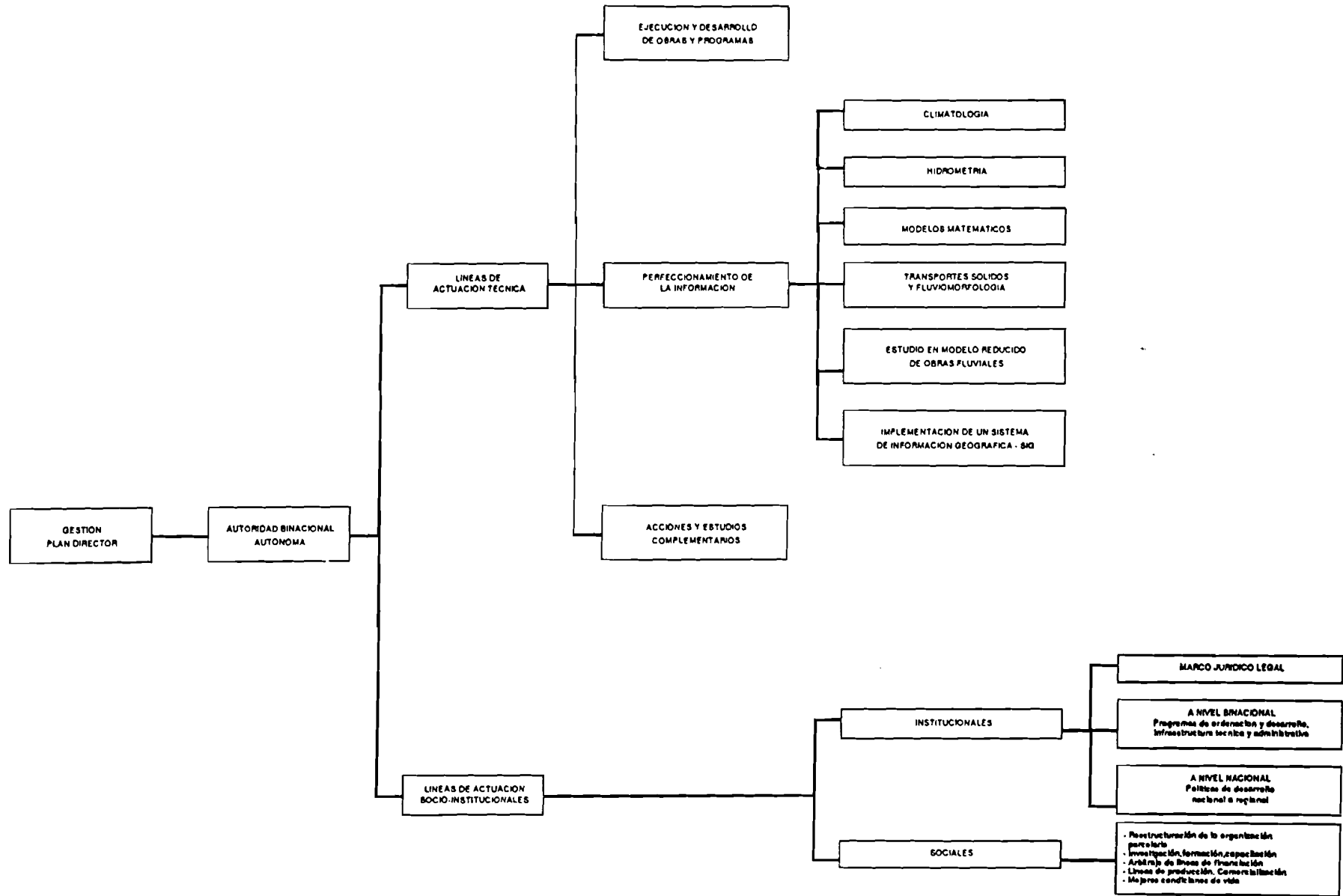
En cuanto a las líneas sociales de actuación, se encaminarán a elevar el nivel de vida de los habitantes del altiplano, principalmente de los campesinos integrados en los proyectos agropecuarios a ser ejecutados.

En la figura N° 13, se visualiza el organigrama de actuaciones para la gestión del Plan Director.

#### **AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA**

El Plan Director del sistema T.D.P.S., después de haber logrado la aprobación por parte de las correspondientes Secciones Nacionales de la SUBCOMILAGO y de la misma SUBCOMILAGO, necesita del marco técnico y legal, que incluya instrumentos con competencia binacional que rijan la ordenación, regulación y administración de las aguas del sistema, el control científico de la biodiversidad que habita en los cuerpos de agua y el funcionamiento de las obras propuestas de interés común. Todo esto se deberá acoger bajo una institución u organismo superior.

FIGURA Nº 13 GESTION DEL PLAN GLOBAL BINACIONAL



Esta institución superior, denominada AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA, será un organismo bajo el cual deberán estar homogeneizados, para una correcta y eficaz actuación, los instrumentos legales existentes en ambos países y que constituyen el marco legal general en el cual se realizarán entre otros:

a) Implementar la etapa transitoria de la Autoridad Autónoma Binacional, con los siguientes objetivos específicos:

- Revisar la legislación vigente y de interés para la implementación del Plan Director con el fin de compatibilizar las mismas y alcanzar a los gobiernos las propuestas de modificación necesarias.
- Preparar la información necesaria y difundirla a los medios y estamentos convenientes para lograr de parte de los congresos la aprobación del Plan Director Global Binacional y elevar los acuerdos a nivel de tratados.
- Lograr la creación y puesta en operación de los organismos u organizaciones que puedan ejecutar acciones concretas bajo las recomendaciones del Plan Director, y/o establecer los convenios correspondientes con las entidades existentes.
- Establecer los sistemas de evaluación ex-post de la ejecución del Plan Director, considerando sus diversos programas y proyectos.
- Efectuar las gestiones necesarias y convenientes para lograr la financiación de los proyectos de carácter binacional (regulación).
- Formular Planes y Programas conjuntos de uso y manejo de los recursos que presenten mayor fragilidad en su supervivencia.
- Establecer sistemas de control para evitar la extracción indiscriminada de los recursos hidrobiológicos (totora, llachu y especies nativas), y el uso irracional de las aguas (medición de eficiencia, capacitación de extensionistas).
- Buscar el financiamiento necesario para desarrollar a detalles mayores los proyectos y propuestas que hubieran quedado en el Plan Director incompletos.

b) Regulación, control, aprovechamiento de las aguas del sistema

c) Seguimiento, control y desarrollo de agricultura, pecuaria, pesca, minería, etc. y salvaguardia del medio ambiente.

Las líneas de actuación de la Autoridad Autónoma Binacional, serán de dos tipos Técnico - económicos y Socio - institucionales.

En el plano técnico - económico se encargará de poner en práctica el Plan de Ordenación de recursos hidráulicos, tanto bajo el punto de vista de control de inundaciones como de regulación hídrica.

Asimismo se encargará de Programas para desarrollar el Plan Director, y también para mejorar la información dentro del marco del Plan.

En el plano institucional se presenta un esquema general del marco jurídico de sus competencias, indicando su estructura, acciones, funciones y medios necesarios para el ejercicio de su actividad.

El organigrama de funcionamiento institucional de la Autoridad Binacional Autónoma se presenta en la figura N° 14.

FIGURA Nº 14 PROPUESTA DE ORGANIGRAMA DE LA AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA

