

REPUBLICA DEL PARAGUAY  
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA  
SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION

ESTUDIO SOBRE  
EL PLAN DE CONTROL DE  
CONTAMINACION  
DEL  
LAGO YPACARAI  
Y SU CUENCA

VOLUMEN 2  
INFORME PRINCIPAL

AGOSTO 1989

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

S S S
<del>89-107</del>
89 - 107



20117

JICA LIBRARY



1077882171



**REPUBLICA DEL PARAGUAY  
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA  
SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION**

**ESTUDIO SOBRE  
EL PLAN DE CONTROL DE  
CONTAMINACION  
DEL  
LAGO YPACARAI  
Y SU CUENCA**

**VOLUMEN 2  
INFORME PRINCIPAL**

**AGOSTO 1989**

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

ESTUDIO SOBRE  
EL PLAN DE CONTROL DE  
CONTAMINACION  
DEL  
LAGO YPACARAI  
Y SU CUENCA

LISTA DE INFORMES

VOLUMEN 1	RESUMEN EJECUTIVO	
VOLUMEN 2	INFORME PRINCIPAL	
VOLUMEN 3	INFORME SUPLEMENTARIO I	TOPOGRAFIA, GEOLOGIA Y SUELO
	INFORME SUPLEMENTARIO II	METEOROLOGIA, HIDROLOGIA E HIDRAULICA
	INFORME SUPLEMENTARIO III	VEGETACION Y VIDA ACUATICA
	INFORME SUPLEMENTARIO IV	SOCIOECONOMIA Y USO DE TIERRA
	INFORME SUPLEMENTARIO V	ESTUDIO SOBRE LAS FUENTE DE CONTAMINACION
VOLUMEN 4	INFORME SUPLEMENTARIO VI	SITUACION DE LA CONTAMINACION DEL LAGO Y ARROYOS PRINCIPALES
	INFORME SUPLEMENTARIO VII	SIMULACION DE LA CONTAMINACION
	INFORME SUPLEMENTARIO VIII	PRUEBA DE CONTROL DE CONTAMINACION
	INFORME SUPLEMENTARIO IX	PLAN DE CONTROL DE CONTAMINACION

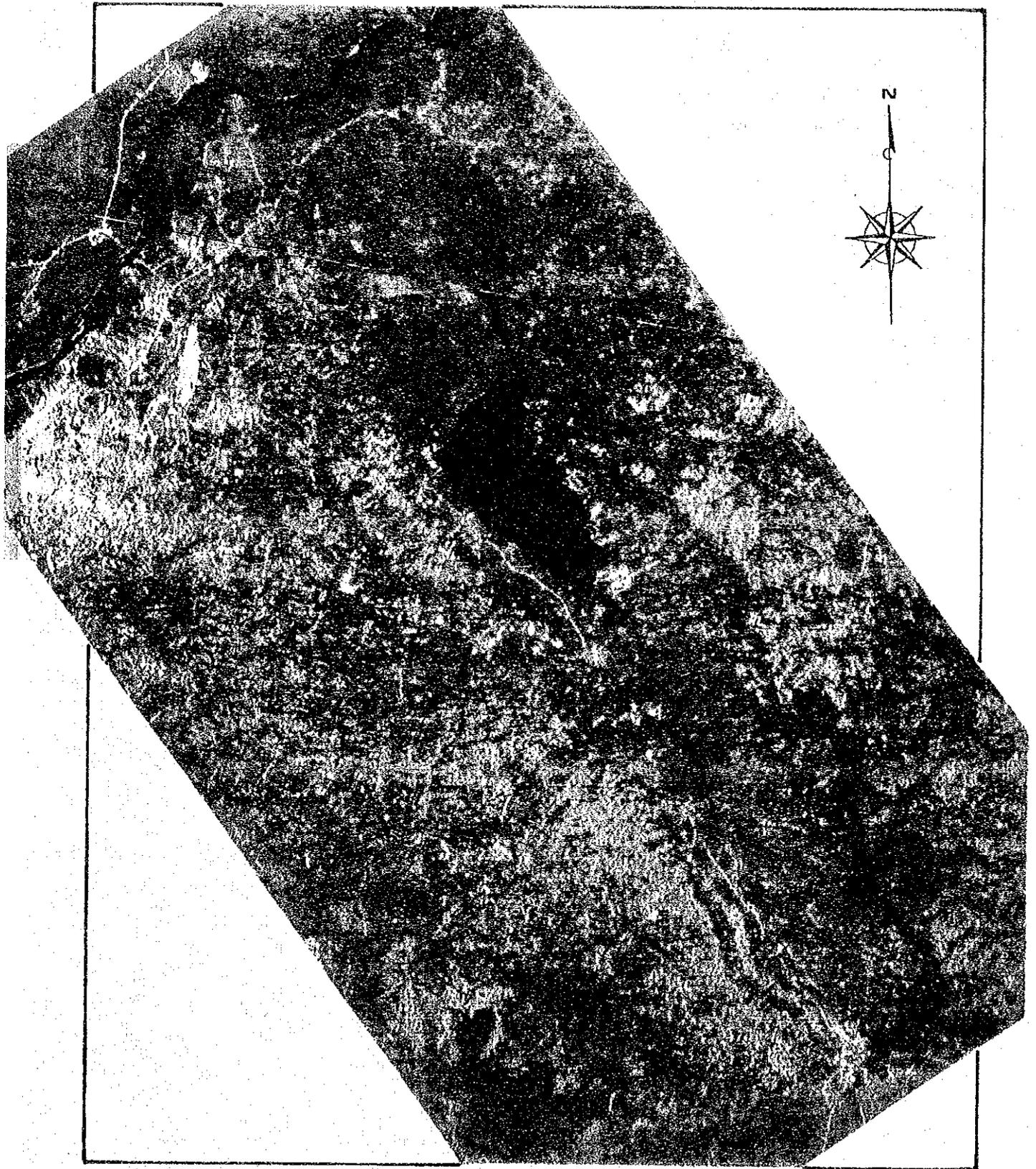


Imagen LANDSAT de la Cuenca del Lago Ypacarai (Foto: NASA, Abril 5, 1981)



## PROLOGO

En respuesta a una solicitud del Gobierno del Paraguay, el Gobierno del Japón decidió llevar a cabo un Estudio sobre el Plan de Control de Contaminación del Lago Ypacarai y su Cuenca, y confió la realización del estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió al Paraguay un equipo de estudios encabezado por Masaichi Nakayama, Kokusai Kogyo Co., Ltd. y formado por un consorcio compuesto de miembros de Kokusai Kogyo Co. y CTI Engineering Co. Ltd., en sucesivas etapas comprendidas entre enero y marzo de 1988, de mayo a agosto de 1988, y desde noviembre de 1988 hasta marzo de 1989.

El equipo sostuvo discusiones con las autoridades competentes del Gobierno del Paraguay, y realizó estudios de campo. A su regreso al Japón el equipo efectuó estudios adicionales y preparó el presente informe.

Espero que este informe contribuya al avance del proyecto y a la promoción de las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades competentes del Gobierno del Paraguay por la estrecha colaboración brindada al equipo de estudios.

Agosto 1989

Kensuke Yanagiya  
Presidente  
Agencia de Cooperación  
Internacional del Japón



## Lago Ypacaraí

Metido entre cerros y cielo  
con su cortejo de nubes y olas  
con su canto de amor y consuelo  
con su azul-verde estampa.

Las espumas de sus aguas  
como ñandutíes surcan  
sus húmedos cánticos  
al son de sus arpegios verdes.

Sus noches de encanto  
sus lunas de perfiles romántico  
escriben en la sombra de su rancho  
la historia de un santo.

Recostada a sus orillas están  
la Areguá de sus frutillas  
San Bernardino de su destino  
Ypacaraí de sus recuerdos.

Salpicado por el pirí de sus costas  
corre por el valle  
hacia el sinuoso Salado  
guarnecido por el ceibo ensangrentado.

Oh!! Lago de mis recuerdos  
tus sirenas y tus cantos  
perdurarán por siempre  
entre tus aguas, tu luna y cielo.

..... Mayo de 1985  
N.G.R.



# INFORME PRINCIPAL

## CONTENIDO

### PROLOGO

### CONSTITUCION DEL INFORME

### ABREVIATURAS

### CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	Antecedentes del Estudio .....	I - 2
1.2	Objetivos del Estudio .....	I - 2
1.3	Generalidades del Estudio .....	I - 3
1.4	Participantes del Estudio .....	I - 6

### CAPITULO II ANTECEDENTES NACIONALES

2.1	Geografía y Ambiente Natural .....	II - 2
2.2	Proyectos de Desarrollo y Conservación de los Recursos Naturales .....	II - 3
2.3	Situación de la Economía y Vida a Nivel Nacional .....	II - 5
2.4	Política del Medio Ambiente .....	II - 8

### CAPITULO III MEDIO AMBIENTE NATURAL DEL LAGO YPACARAI Y SU CUENCA, Y MEDIO AMBIENTE SOCIAL Y ECONOMICO

3.1	Medio Ambiente Natural del Lago y su Cuenca .....	III - 2
3.2	Condiciones Socio-Económicas por Distrito .....	III - 29
3.3	Indicadores Socio-Económicos por Cuenca .....	III - 3 9

**CAPITULO IV SITUACION DE GENERACION Y DESCARGA  
EN EL LAGO YPACARAI Y SU CUENCA**

4.1	Clasificación y Ditrribución de las Fuentes de Contaminación- . . . .	IV-2
4.2	Situación de Generación y Descarga de las Sustancias Contaminante . . . . .	IV-5
4.3	Situación de Descarga de las Sustancias Contaminantes de la Cuenca . . . . .	IV-12

**CAPITULO V SITUACION DE LA CONTAMINACION DE LOS  
RIOS PRINCIPALES Y EL LAGO**

5.1	Condiciones Meteorológicas e Hidrológicas de los Días de Muestreo de Agua y Materiales del Fondo de los Ríos Principales . . . . .	V-2
5.2	Calidad de Agua de los Ríos Principales . . . . .	V-2
5.3	Calidad de Agua del Lago . . . . .	V-11
5.4	Sedimentos de Fondo de los Ríos . . . . .	V-21
5.5	Sedimentos del Fondo del Lago . . . . .	V-22

**CAPITULO VI MECANISMO DE LA CONTAMINACION DEL  
AGUA DEL LAGO YPACARAI**

6.1	Factores de la Contaminación del Agua del Lago Ypacaráí . . . . .	VI-2
6.2	Estudio de Cada Factor . . . . .	VI-4

**CAPITULO VII SIMULACION DE LA CONTAMINACION  
DEL LAGO YPACARAI**

7.1	Objetivos de la Simulación de Contaminación . . . . .	VII-2
7.2	Flujo de Actividades de la Simulación de la Contaminación de Aguas . . . . .	VII-3
7.3	Estructura de Modelo Numérico . . . . .	VII-3

7.4	Resultado del Análisis de Simulación de Contaminación .....	VII-6
-----	---	-------

**CAPITULO VIII    TECNICAS DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS Y SU EVALUACION**

8.1	Técnicas de Mejoramiento de la Calidad de Aguas Aplicables a la Cuenca del Lago .....	VIII-2
8.2	Experimentos del Tratamiento de Aguas Servidas in situ .....	VIII-14

**CAPITULO IX    PLAN DE CONSERVACION DE LA CALIDAD DE AGUAS**

9.1	Forma de Uso del Lago y su Cuenca en el Futuro .....	IX-2
9.2	Estudios Sobre las Metas de Conservación de la Calidad de Aguas .....	IX-6
9.3	Estrategia para la Conservación de la Calidad de Aguas .....	IX-15
9.4	Beneficios Socio-Económicos de las Medidas de Conservación de la Calidad de Aguas .....	IX-23
9.5	Implementación del Plan de Conservación de la Calidad de Aguas .....	IX-24

**CAPITULO X    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

10.1	Conclusiones .....	X-2
10.2	Recomendaciones .....	X-7

## LISTA DE CUADROS

Cuadro M1401	Miembros del Comité Asesor Japonés .....	I-8
Cuadro M1402	Miembros del Equipo de Estudios Japonés .....	I-8
Cuadro M1403	Miembros del Comité Nacional Paraguayo .....	I-9
Cuadro M1404	Miembros de Contrapartes Paraguayos .....	I-10
Cuadro M3311	Población de la Cuenca del Lago Ypacarai .....	III-39
Cuadro M3321	Cabezas de Ganados en la Cuenca del Lago Ypacarai ..	III-40
Cuadro M3331	Superficie por Uso de Tierra en la Cuenca del Lago Ypacarai .....	III-40
Cuadro M3341	Perfil de las Aceiteras .....	III-42
Cuadro M3342	Ganados Faenados por Matadero por Día .....	III-42
Cuadro M4211	Carga Unitaria Generada de Aguas Residuales Domésticas .....	IV-5
Cuadro M4241	Concentración de Contaminantes de Efluentes de una Aceitera .....	IV-8
Cuadro M4242	Carga Unitaria Generada de un Ganado Vacuno Faenado .....	IV-8
Cuadro M5341	Calidad de Agua del Lago en el Verano .....	V-24
Cuadro M6211	Características de los Humedales .....	VI-4

Cuadro M7411	Cantidad de Agua que Afluye por Año al Lago y a los Humedales .....	VII-7
Cuadro M7412	Cantidad de Contaminantes que Entra por Año al Lago y a los Humedales .....	VII-7
Cuadro M7421	Balance de Agua Anual del Lago .....	VII-8
Cuadro M8101	Técnicas de Mejoramiento de Calidad de Aguas Aplicables al Lago y a los Humedales .....	VII-3
Cuadro M8102	Técnicas de Mejoramiento de Calidad de Aguas Aplicables a la Cuenca del Lago Ypacarai .....	VII-4
Cuadro M9221	Normas de Calidad de Aguas para Aguas Públicas en el Japón(Items relacionados a la Salud) .....	IX-10
Cuadro M9222	Normas de Calidad de Aguas para Aguas Públicas en el Japón(Items relacionados al Medio Ambiente) ...	IX-11
Cuadro M9223	Normas Tentativas de Calidad de Aguas para el Lago Ypacarai .....	IX-15

## LISTA DE FIGURAS

Fig. M1311	Area del Proyecto .....	I -4
Fig. M1321	Flujo de la Investigación .....	I -5
Fig. M1331	Cronograma del Estudio .....	I -7
Fig. M3111	Mapa de Subdivisión de Areas de Captación .....	III-3
Fig. M3112	Mapa de Clasificación Geomorfológica .....	III-4
Fig. M3113	Mapa de Interpretación de Aerofotografías de la Cuenca Baja del Arroyo Yuquyry .....	III-5
Fig. M3114	Carta Batimétrica del Lago Ypacaraí .....	III-7
Fig. M3115	Perfil del Lago Ypacaraí .....	III-9
Fig. M3121	Mapa Geológico .....	III-10
Fig. M3122	Distribución de Materiales del Fondo del Lago Ypacaraí	III-12
Fig. M3131	Mapa de Suelo .....	III-13
Fig. M3142	Temperatura Media Mensual y Precipitación Mensual	III-16
Fig. M3151	Nivel de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios .....	III-19
Fig. M3152	Curvas H-Q del Arroyo Pirayú y del Arroyo Yuquyry ..	III-20
Fig. M3161	Distribución de Bosques de la Zona Montañosa y Bosques de la Orilla de Ríos .....	III-22

Fig. M3171	Variación en la Composición de Especies de Fitoplancton durante el Período de Estudios .....	III-25
Fig. M3181	Historia del Lago Ypacarai .....	III-28
Fig. M3201	Distritos Administrativos de la Cuenca del Lago .....	III-30
Fig. M3202	Uso Actual de la Tierra en la Cuenca del Lago (Distribución de Areas Urbanas y Cultivadas) .....	III-31
Fig. M4101	Distribución de las Principales Fuentes Puntuales de Contaminación en la Cuenca del Lago .....	IV-3
Fig. M4102	Superficie de Uso de Tierra por Cuenca y por Tipo de Uso	IV-4
Fig. M4251	Generación de Carga de Contaminantes por Fuentes Puntuales de Contaminación por Cuenca .....	IV-10
Fig. M4261	Distribución de Canteras y Excavaciones Abiertas ....	IV-11
Fig. M4311	Descarga y Entrada de Materias Orgánicas (COD) a Nivel Normal de Aguas .....	IV-13
Fig. M4312	Descarga y Entrada de Partículas Sólidas (SS) a Nivel Normal de Aguas .....	IV-14
Fig. M4313	Descarga y Entrada de Sales Nutrientes (TN) a Nivel Normal de Aguas .....	IV-15
Fig. M4314	Descarga y Entrada de Sales Nutrientes (TP) a Nivel Normal de Aguas .....	IV-16
Fig. M4321	Calidad de Agua y Carga de Transporte del Arroyo Yuquyry durante Inundaciones .....	IV-18

Fig. M4322	Calidad de Agua y Carga de Transporte del Arroyo Pirayú durante Inundaciones .....	IV-19
Fig. M5101	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (DO) .....	V-4
Fig. M5102	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (TCOD) .....	V-5
Fig. M5103	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (TP) .....	V-6
Fig. M5104	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (TN) .....	V-7
Fig. M5105	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (SS) .....	V-8
Fig. M5106	Fluctuación de la Calidad de Aguas del Lago y de los Ríos durante el Período de Estudios (Cl <sup>-</sup> ) .....	V-9
Fig. M5302	Relación entre Condiciones Meteorológicas y Calidad de Aguas en el Lago .....	V-13
Fig. M5321	Diferencias en los Valores de EC dentro del Lago .....	V-15
Fig. M5322	Diferencias en los Valores de DCOD dentro del Lago ..	V-16
Fig. M5323	Variación Vertical de la Calidad de Aguas del Lago ...	V-17
Fig. M5324	Correlación entre Chl- <u>a</u> y SS .....	V-19
Fig. M5325	Correlación entre Chl- <u>a</u> y COD .....	V-19
Fig. M5326	Correlación entre Chl- <u>a</u> y POP, PON .....	V-20

Fig. M5501	Variación Vertical de la Calidad de Sedimentos Lacustres .....	V-23
Fig. M6101	Comportamiento de Contaminantes en el Lago .....	VI-5
Fig. M6211	Efecto Purificador del Humedal del Yuquyry .....	VI-6
Fig. M6231	Atenuación de la Intensidad Luminosa en las Aguas del Lago .....	VI-8
Fig. M6232	Resultado de la Prueba sobre Potencial de Crecimiento de Algas .....	VI-9
Fig. M6241	Resultado de la Prueba sobre Descomposición de Materia Orgánica .....	VI-11
Fig. M6271	Relación entre Velocidad de Viento y Turbiedad .....	VI-13
Fig. M7201	Flujo de Actividades sobre Simulación de Contaminación de Aguas .....	VII-4
Fig. M7431	Resultado de la Simulación de Aguas del Lago durante el Período de Estudios .....	VII-10
Fig. M7441	Estimación del Aumento de COD en las Aguas del Lago sin Contramedidas .....	VII-11
Fig. M7451	Estimación de la Calidad de las Aguas del Lago con Contramedidas .....	VII-13
Fig. M8211	Plano del Sistema de Laguna de Oxidación del Matadero de Areguá .....	VIII-16

Fig. M8221	Plano del Sistema de Tratamiento por Infiltración en Suelos de la Comisaría de Areguá .....	VIII-17
Fig. M9121	Plan Básico del Uso Futuro de Tierra en la Cuenca del Lago .....	IX-4
Fig. M9211	Influencia de la Contaminación Orgánica y Eutroficación sobre la Utilización de Aguas y el Medio Ambiente .....	IX-8
Fig. M9221	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TCOD) .....	IX-12
Fig. M9222	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TN) .....	IX-13
Fig. M9223	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TP) .....	IX-14
Fig. M9511	Plan Anual para la Conservación de Calidad de Aguas	IX-27

## CONSTITUCION DEL INFORME

Este informe es el resumen de los resultados de la investigación realizada desde diciembre de 1987 a agosto de 1989, con el objeto de esclarecer el mecanismo de la contaminación del agua del lago Ypacarai y plantear las medidas contra dicho problema en la zona del lago y su cuenca.

Dado que los ítems de investigación fueron numerosos, los resultados detallados de cada campo serán descritos en los informes suplementarios, y en este informe se limitará a mencionar sólo el resumen de ellos.

El Capítulo I es para reconfirmar el contenido de la presente investigación acordada entre Japón y Paraguay en el alcance de trabajo (S/W) firmado antes del comienzo de la investigación.

El Capítulo II describe las condiciones socioeconómicas que requieren ser consideradas para el establecimiento de las medidas de conservación del medio ambiente, particularmente aquellas concernientes a todo el Paraguay. Para implementar las medidas de conservación de la calidad del agua del Lago Ypacarai y su cuenca, es necesario insertar dicha implementación en las políticas del Paraguay e identificar los problemas del sistema existente. En este sentido, se ha puesto énfasis en la sección "2.4 Administración del Medio Ambiente".

El Capítulo III presenta un perfil del medio ambiente natural y de la situación socioeconómica de los Distritos afectados. El "Medio Ambiente Natural" se basa en los resultados de las investigaciones y observaciones en un año, desde febrero de 1988 a febrero de 1989. Así como está descrito en la sección "3.1.4 Meteorología", la condición meteorológica de dicho plazo fue considerablemente diferente en ciertos aspectos del año promedio. Y debería ser notado que tales diferencias han afectado enormemente la hidrología, la hidráulica y la calidad del agua. Bajo el título de "Situación Socioeconómica", se describen varias actividades de la población, las cuales son las cuasantes de la descarga de contaminantes. Ciertos errores son inevitables debido a la falta de datos estadísticos.

El Capítulo IV estudia la situación de generación y descarga de las substancias contaminantes en la cuenca según la fuente y el sistema hídrico, y al mismo tiempo, compara la situación de efusión de las mismas en las condiciones

normales y en época de inundaciones. En la presente investigación, se pudo comprender considerablemente bien en cuanto a la generación y descarga de las cargas de las fuentes puntuales, sin embargo en lo que respecta a las fuentes no puntuales quedan aspectos no aclarados aún. La relación entre el uso de la tierra y la carga de salida será el tema a analizarse en el futuro.

El Capítulo V describe la situación de la contaminación de agua y el grado de contaminación del fondo de los ríos y del lago en base a los resultados de las mediciones en campo y el análisis de las muestras. Como se menciona en "5.3.4 Comparación con los datos existentes", la calidad de agua durante el plazo de investigación fue sustancialmente diferente de los datos existentes, por lo que es preciso continuar las investigaciones y observaciones para comprender correctamente la situación de contaminación en condiciones medias tanto como el mecanismo de contaminación.

El Capítulo VI extrae los factores que regulan la calidad de agua del lago en base a los resultados del Capítulo V y estudia el grado de importancia y la correlación entre uno y otro. En esta investigación, como no se pudo recoger suficientes datos de medición en el campo, para comprender en forma cuantitativa el fenómeno de transición de la calidad de agua del lago, se utilizaron los datos de otros lagos para complementar los que faltaban. Este Capítulo sirve de base a los trabajos de simulación de la contaminación del lago que se trata en el Capítulo VII.

El Capítulo VII trata de reproducir la situación de la contaminación del lago Ypacaraí mediante el modelo numérico. Como se ha mencionado, faltan datos para poder determinar cuantitativamente el fenómeno de transición de la calidad de agua del lago, existiendo discrepancias considerables entre el resultado de reproducción y los valores de medición. No obstante, se pudo estimar hasta cierto punto cuáles son los factores que afectan más la calidad de agua del lago. Además de esto, se hizo una estimación de cómo empeoraría la calidad de agua del lago si no se toman medidas. Sin embargo, debido a que las condiciones supuestas en el futuro de la zona en que se basa el cálculo pueden ser no muy precisas, su resultado será una mera referencia.

El Capítulo VIII habla de la selección de la tecnología aplicable a la cuenca dentro de las numerosas alternativas de mejorar la calidad del agua, además del estudio sobre los problemas en el momento de aplicación y el costo aproximado. Se describe también el resumen de las pruebas realizadas en Paraguay en la laguna de oxidación y en el tratamiento por infiltración en suelo y sus resultados.

El Capítulo IX describe la estrategia a seguirse cuando sean puestas en marcha las medidas de conservación de la calidad del agua como política administrativa. La estrategia consta de los siguientes 5 puntos: investigaciones básicas; aplicación de las técnicas de purificación de agua, incluyendo la conservación del medio ambiente natural; establecimiento del sistema legal; educación; y fortalecimiento de la organización administrativa. Además, para cada una de ellas se presentan medidas concretas teniendo en cuenta las condiciones naturales y socioeconómicas del Paraguay y de la cuenca del Lago. Al mismo tiempo, se propone un plan anual considerando la secuencia de cada medida a fin de que el plan de conservación de la calidad de agua sea ejecutado lo más eficientemente posible.

El Capítulo X resume los detalles del plan de conservación de la calidad del agua de la cuenca, y recomienda la política administrativa que debe ser considerada cuando el Paraguay impulse las medidas de conservación.

## ABREVIATURAS

AGP	Potencial de Crecimiento de las Algas
ANNP	Administración Nacional de Navegación y Puertos
BCP	Banco Central del Paraguay
BOD	Demanda Bioquímica de Oxígeno
C	Carbono
CEC	Capacidad de Intercambio Catiónico
Chl-a	Clorofila <u>a</u>
Cl <sup>-</sup>	Ión de Cloro
COD	Demanda Química de Oxígeno
CORPOSANA	Corporación de Obras Sanitarias
DCOD	Demanda Química de Oxígeno Disuelto
DO	Oxígeno Disuelto
DON	Nitrógeno Orgánico Disuelto
DOP	Fósforo Orgánico Disuelto
DTP	Fósforo Total Disuelto
EC	Conductividad Eléctrica
EPA	Agencia de Protección del Ambiente (USA)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCQF	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas (UNA)

FUNDLAY	Fundación para la Protección y Desarrollo de la Cuenca del Lago Ypacaraí
G	Guaraníes
GDP	Producto Interno Bruto
IBR	Instituto de Bienestar Rural
ICB	Instituto de Ciencias Básicas (UNA)
IL	Pérdida por Ignición
ILTR	Pérdida por Ignición del Residuo Total
ILSS	Pérdida por Ignición de Sólidos Suspendidos
IN	Nitrógeno Inorgánico
INTN	Instituto Nacional de Tecnología y Normalización
IP	Fósforo Inorgánico
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEC	Ministerio de Educación y Culto
MH	Ministerio de Hacienda
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
N	Nitrógeno
NH4-N	Nitrógeno de Amonio
NO3-N	Nitrógeno de Nitrato
P	Fósforo

PAC	Coeficiente de Absorción del Fosfato
pH	Potencial Hidrógeno
PON	Partícula de Nitrógeno Orgánico
POP	Partícula de Fósforo Orgánico
PO4-P	Fósforo de Fosfato
PRONATURA	Sociedad Paraguaya para la Protección de la Naturaleza
SD	Profundidad de Disco Secchi
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental
SFN	Servicio Forestal Nacional
SS	Sólidos Suspendidos
STP	Secretaría Técnica de Planificación
TCOD	Demanda Química de Oxígeno Total
TIN	Nitrógeno Inorgánico Total
TN	Nitrógeno Total
UNA	Universidad Nacional de Asunción

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**



# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes del Estudio

El lago Ypacaraí es un lago poco profundo que cubre un área de 59.6km<sup>2</sup> y está ubicado a 30km al este de Asunción, capital del Paraguay. El área de la cuenca del lago es aproximadamente 900km<sup>2</sup>.

Siendo Paraguay un país mediterráneo, el lago constituye un importante recurso natural y lugar turístico-recreacional. Sin embargo, debido a sus características lacustres peculiares y al desarrollo urbano de áreas circundantes, la calidad de agua del lago Ypacaraí está empeorando poco a poco. Si continúa esta tendencia, el lago puede perder sus valores como recurso natural, recreacional y turístico.

Reconociendo la urgente necesidad de controlar la contaminación de aguas, el Gobierno del Paraguay solicitó una cooperación técnica al Gobierno del Japón para realizar un estudio destinado a determinar el mecanismo de contaminación de aguas del lago Ypacaraí, y preparar un plan de control de contaminación de aguas.

### 1.2 Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio son los siguientes:

- (1) Formulación de un plan de control de contaminación de aguas del lago Ypacaraí y su cuenca.
- (2) Transferencia de tecnología a la contraparte paraguaya.

### 1.3 Generalidades del Estudio

#### 1.3.1 Area del Estudio

El área de estudio comprende el lago Ypacaraí y su cuenca, como se muestra en la Fig. M1311.

#### 1.3.2 Contenido y Método del Estudio

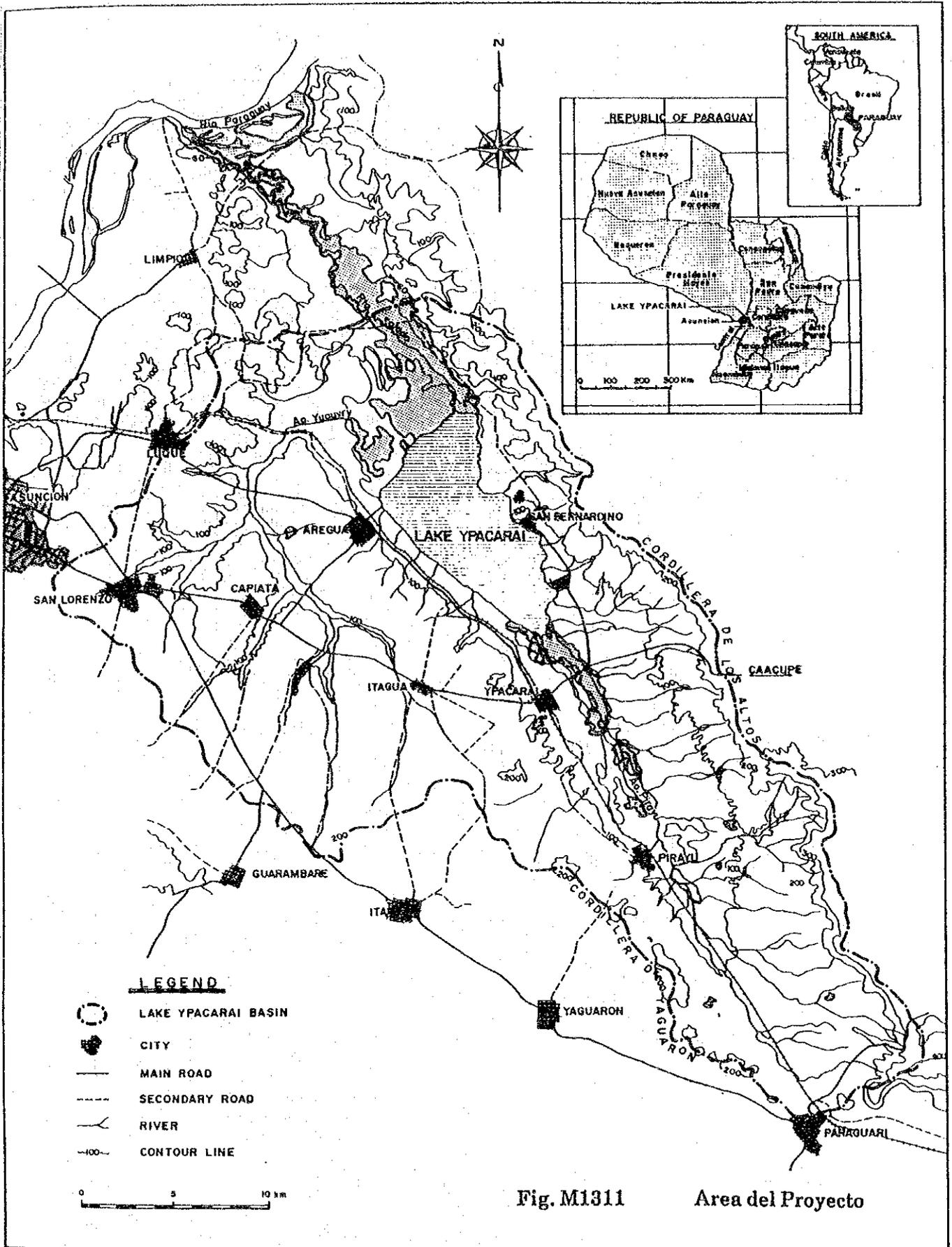
El estudio consta principalmente de los 4 siguientes puntos; ① comprensión de las condiciones naturales y socioeconómicas de la cuenca que son factores condicionantes de la contaminación de agua, ② comprensión de la situación de contaminación del lago y los ríos, y su mecanismo, ③ selección y evaluación de las tecnologías de mejoramiento de la calidad de agua aplicables a la cuenca, y ④ propuesta de plan general de conservación de la calidad de agua.

En el punto ①, se hizo un estudio sobre la topografía, geología, suelos, meteorología, hidrología, hidráulica, vegetación, vida acuática, etc., principalmente a través de las investigaciones y observaciones in situ, y sobre las condiciones socioeconómicas del Paraguay y de los Distritos incluidos en la cuenca, especialmente de los aspectos relativos a la conservación de la calidad de agua, basándose principalmente en los análisis de datos estadísticos y las investigaciones por entrevistas.

En el punto ②, se han empleado métodos de investigación tales como, encuestas sobre las fuentes de contaminación, medición de la situación de descarga de sustancias contaminantes, análisis de la calidad de agua y sedimentos de los ríos y lagos, y simulación numérica.

En el ③, se hizo selección de las tecnologías de mejoramiento de la calidad de aguas aplicables a la cuenca, en base a los casos concretas de aplicación en Japón y otros países, y los resultados de las pruebas que se hicieron en campo, y se hizo una evaluación teniendo en cuenta las condiciones naturales y socioeconómicas de la cuenca.

En el ④, se preparó un plan integral de conservación de la calidad de agua combinando las medidas físicas y administrativas, además del estudio sobre el procedimiento de ejecución con miras al cumplimiento de la meta en el año 2011. El diagrama de flujo de los estudios se muestra en la Fig. M 1321.





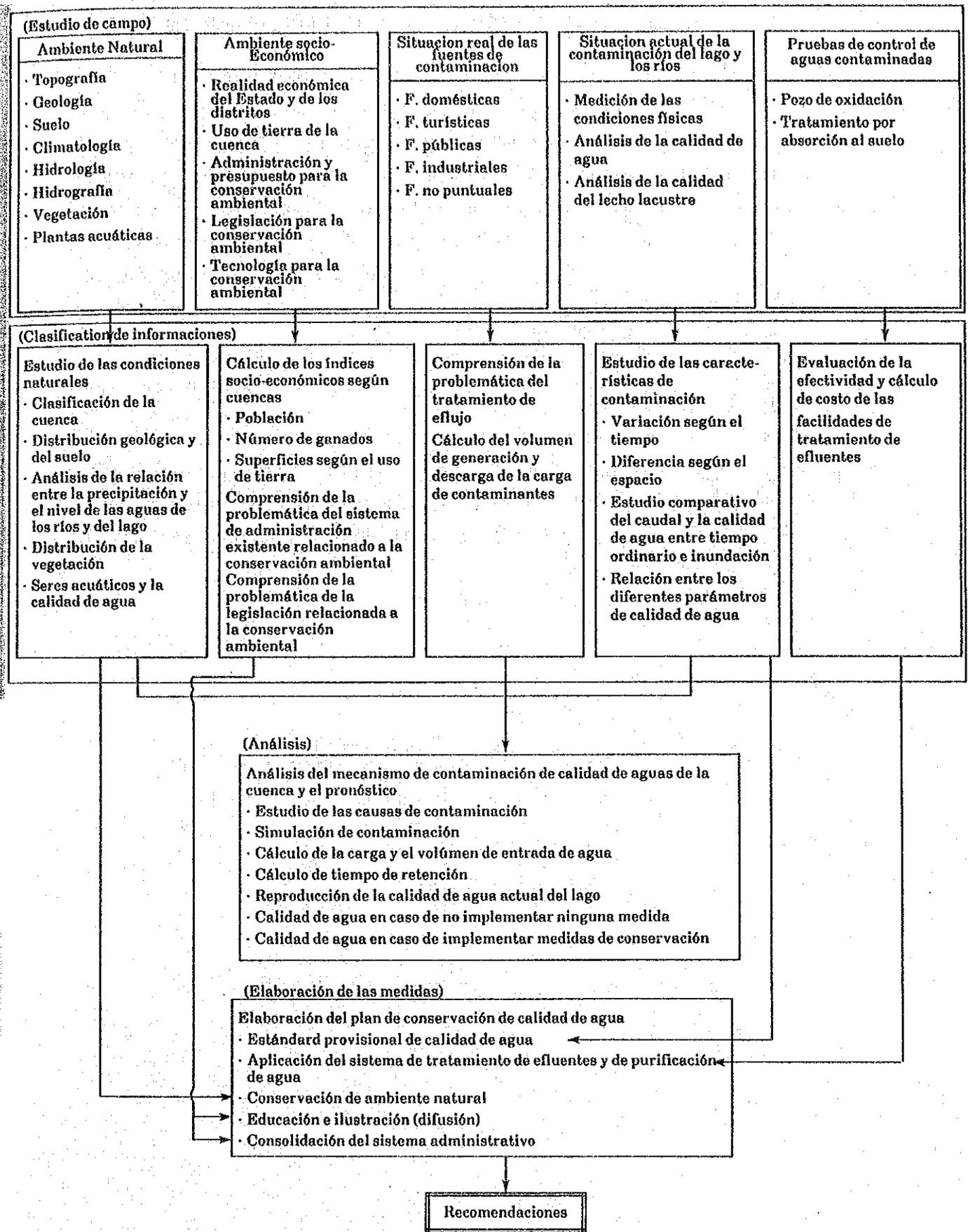


Fig. M1321 Flujo de trabajo de investigación



### 1.3.3 Programa del Estudio

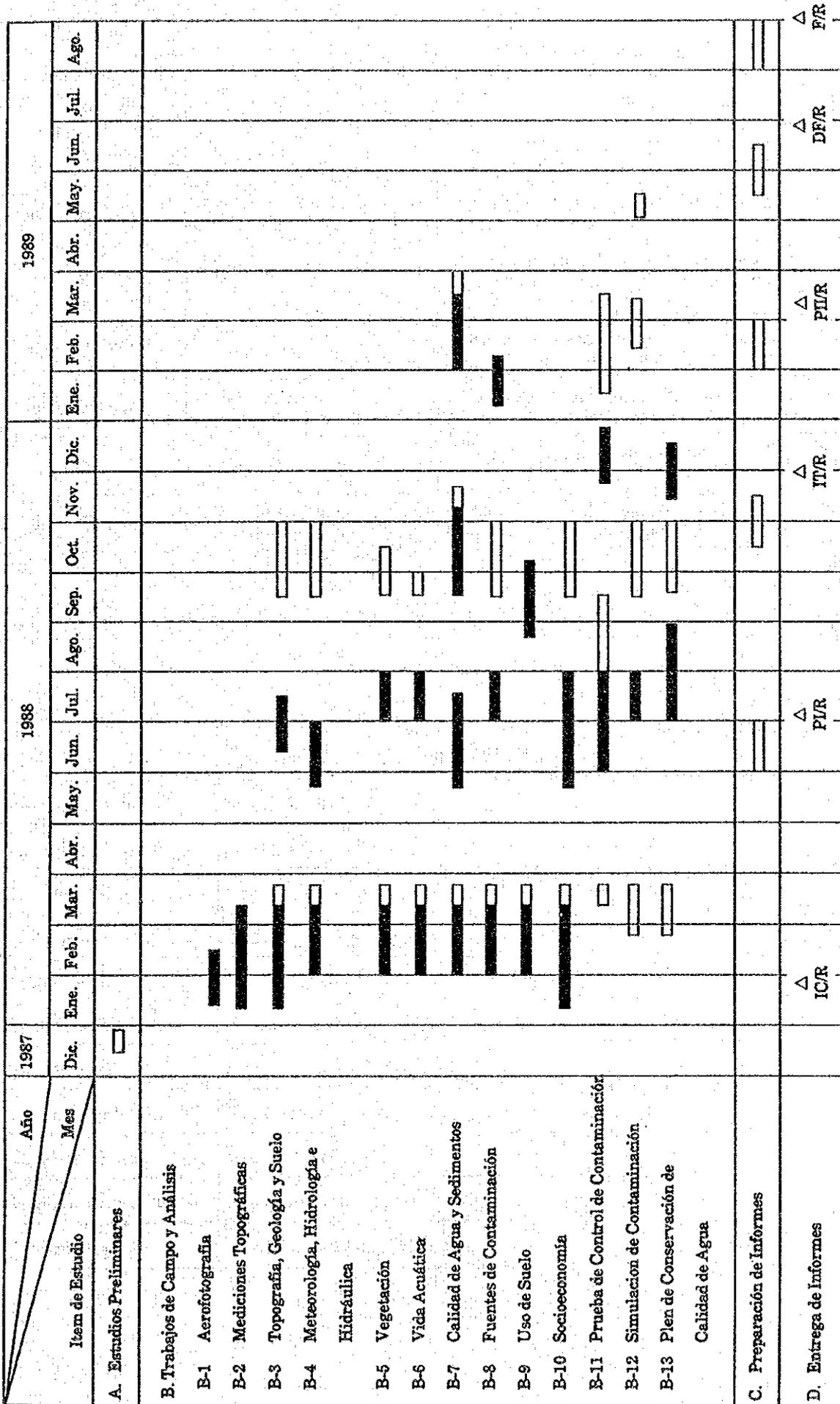
El presente estudio empezó en Diciembre de 1987 y finalizó en Agosto de 1989. El programa de trabajo se muestra en la Fig. M1331. Durante este periodo se presentaron y discutieron 5 informes (Enero, Junio, Noviembre de 1988, Marzo y Junio de 1989). A través de los análisis químicos de agua y sedimentos, observación meteorológica e hidrológica, pruebas de control de contaminación, se realizaron la transferencia tecnológica al personal técnico de STP, SENASA, ICB y otros organismos relacionados.

### 1.4 Participantes del Estudio

Las personas participantes en el estudio que se componen de miembros de la Comisión Nacional del Plan de Control de la Contaminación del lago Ypacaraí, los contrapartes paraguayos, el Comité Asesor de JICA y el Equipo de Estudios de JICA se muestran en las Tablas M1401 al M1404.



Fig. M1331 Programa de Estudios



■ Trabajos en Paraguay □ Trabajos en Japón



**Tabla M1401 Miembros del Comité Asesor Japonés**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Puesto</b>
Kunio Kikuchi	Presidente	Buró de Control de Calidad de Aguas, Agencia del Ambiente
Koki Nakajima	Planificación de Control de Contaminación	Buró de Control de Calidad de Aguas, Agencia del Ambiente
Kiyosi Nomura	Análisis	Instituto de la Salud Pública y Ciencias Ambientales de la Prefectura de Shiga
Eiichi Nakamura	Plan de Tratamiento de Efluentes	División de Control de Calidad de Aguas del Instituto de Investigación de Obras Públicas, Ministerio de Construcciones
Kenji Tomisawa	Prueba de Control de Contaminación	División de Desarrollo Tecnológico de la Agencia de Obras Sanitarias de Japón
Senro Imai	Conservación Ambiental	Especialista en Desarrollo, Instituto para la Cooperación Internacional, JICA
Hiroshi Kidono	Ecología en Lagos y Pantanos	Especialista en Desarrollo, Instituto para la Cooperación Internacional, JICA

**Tabla M1402 Miembros del Equipo de Estudios**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Masaichi Nakayama	Jefe
Akira Sugiyama	Sub-jefe/Plan de Control de Contaminación
Masaru Obara	Socioeconomía
Yasuhiko Uchida	Hidrología/Hidráulica
Hiroaki Matsui	Vegetación/Conservación del Ambiente Natural
Akiko Mukade	Análisis de Aguas y Materiales del Fondo
Junichi Aoki	Prueba de Control de Contaminación
Ryuji Hamada	Fuentes de Contaminación/Plan de Control de Efluentes
Hiroshi Saito	Simulación de Contaminación
Sachio Takahashi	Vida Acuática
Masaharu Kina	Uso de Tierras
Katsuya Kamisato	Topografía/Geología
Hiroshi Taguchi	Mediciones Topográficas

**Tabla M1403 Miembros del Comité Paraguayo**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Federico Mandelburger	STP, Secretario Ejecutivo
Fulvio Monges Ocampos	STP, ex-Secretario Ejecutivo
Armando Hermosilla	STP, Programador General
Juan J. Benítez Rickmann	Presidencia de la República
Marcial Samaniego	Asociación Paraguayo-Japonesa
Hermann Naumann	FUNDLAY
Marcial Samaniego (h)	Ejército Nacional
Baltazar A. Romero Blanco	Ejército Nacional
Elpidio Moreno Carreras	Armada Nacional
José Martino Vargas	INT'N
Miguel Angel Lezcano	SENASA, MSPBS
Pedro Calabresse	SFN, MAG
Victor C. Vidal	SFN, MAG
Nicolás Espínola	MOPC
José Serra Cuevas	MH
Olga K. de Cáceres	MEC
Néstor Ferreira Perrupato	ANNP
Narciso González Romero	ICB del UNA
Rafael Camperchioli	FCQF de UNA
Vladimir Puschkarevich	CORPOSANA

Tabla M1404 Miembros de la Contraparte Paraguaya

Nombre	Puesto	Cargo
Gregorio Raidán	STP	Director
Bernardo Esquivel	STP	Socioeconomía
Eulizes Zugasti	SENASA	Plan de Control de Contaminación
Juan Escribá	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Rosalba Gavilán	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Florentín Cuenca	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Victor Giménez	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Ramona P. Narvaez	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Gustavo Gonzalez	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Marta Ruiz-Diaz	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Violeta Lezcano	SENASA	Análisis de Calidad de Agua
Sebastián Jara	SENASA	Tratamiento de Agua
Bertila Rejalaga	INTN	Tratamiento de Agua
Narciso González R.	ICB	Biología
Hermann Naumann	FUNDLAY	Plan de Control de Contaminación
Oscar Corvison	FUNDLAY	Plan de Control de Contaminación
Deli Hermida	SENASA	Fuentes de Contaminación
Gladys A. de Montiel	ICB	Vida Acuática
Stella Marys Muñoz	ICB	Vida Acuática
Elizabeth Ferreira	ICB	Vida Acuática
Lidia Pérez de Molas	MAG	Vegetación/Uso de Tierra



## **CAPITULO II**

### **ANTECEDENTES NACIONALES**



## CAPITULO II

### ANTECEDENTES NACIONALES

#### 2.1 Geografía y Condiciones Natural

##### 2.1.1 Marco Geográfico

La República de Paraguay está ubicada casi en el centro del continente sudamericano, siendo un país mediterráneo, limita en la parte Norte con Bolivia, al Este con Brasil y al Sur y Oeste con Argentina. La salida al mar se realiza a través del río Paraná hacia el río de la Plata la cual significa un recorrido aproximado de 1.500 km.

El territorio de la República tiene una superficie de 406. 752 km<sup>2</sup>. El total de la población se estimó en 3, 920, 000 habitantes en el año 1987, y el 98% de la población total se concentra en la zona este del río Paraguay que cubre el 39% de la extensión territorial del país. La población urbana ocupa el 43% de la total del país, y la tasa de crecimiento de población es de 2,54% anual acumulativo.

Aunque la población de la capital, Asunción, se estima en unos 600 mil habitantes, la población de la zona metropolitana inclusive las de San Lorenzo, Luque etc. que son colindantes, alcanza al nivel de 800~900 mil habitantes, por lo que más de 1/5 de toda la población del país se concentra en la zona metropolitana.

##### 2.1.2 Características del Medio Ambiente Natural

Aunque el Paraguay es un país mediterráneo, su territorio es relativamente plano, no contando con montañas más altas que 800 mts. Existe una diferencia del medio ambiente natural notable entre la Región Oriental y la Occidental, las cuales están divididas por el río Paraguay que recorre de norte a sur por casi el centro del país. La diferencia del medio ambiente influye grandemente, tanto en la distribución de la población como en la actividad productiva.

La Región Occidental (que se llama Chaco), ocupa aproximadamente el 60% del territorio del país. La temperatura media anual es alta, como unos 25°C, y durante el verano hay mucha humedad. Esta zona se inunda frecuentemente,

puesto que, además de la topografía plana, el suelo es de baja permeabilidad. Como es difícil en la zona la dotación del agua para la agricultura, la mayoría de esta zona está aprovechada como pastizales. Limitada por las condiciones naturales, la población de la Región Occidental no alcanza ni siquiera al 2% de la de todo el país.

Por otro lado, la Región Oriental ocupa el 40% de la superficie del país. La temperatura media anual de esta zona es de 21~23°C, más baja que la zona oeste, también tiene la precipitación anual de 1,400~1,800 mm, que es mayor que la zona oeste. La topografía tiene altibajos abundantes, el suelo es fértil excepto en ciertas zonas. Por estas razones, el 98% de la población de todo el país reside en esta zona este, y casi toda la parte de la actividad productiva se efectúa en la misma.

En los alrededores del río Paraguay que recorre el centro del territorio, existen grandes zonas húmedas que se llaman pantanales, en donde está desarrollado el bosque de tierra húmeda en el suelo eutrófico. Durante la estación de lluvia, la zona de aguas se agranda notablemente, y el agua afluye a este bosque de tierra húmeda.

## 2.2 Proyectos de Desarrollo y Conservación de los Recursos Naturales

### 2.2.1 Plan Quinquenal de Desarrollo Económico

El Paraguay cuenta con un plan de Desarrollo Nacional para el período 1985-1989. Este plan tiene como objetivo principal reactivar la economía que decayó después del período de alto desarrollo económico que duró desde el año 1976 hasta el año 1981. Este plan tiene amplio alcance, llegando a ámbitos tanto educativos como institucionales.

Paraguay, tradicionalmente basó su desarrollo en la actividad agrícola, ganadera y forestal. En el presente Plan Quinquenal se reafirma la importancia fundamental de estas actividades, mencionado 4 ítems como los puntos fundamentales para el desarrollo económico nacional.

- ① Tomar como base fundamental de la economía del país a la actividad agrícola, ganadera y forestal.

- ② Fomentar el desarrollo económico del país con el incremento de la exportación, explotación de nuevos mercados y desarrollo de la industria relacionada con la agricultura y la ganadería.
- ③ El Gobierno tomará una posición promotora y directriz en el desarrollo económico.
- ④ Corregir el desnivel existente en los aspectos de salud, educación, saneamiento ambiental, vivienda y seguridad entre las ciudades y la población rural.

Además, se menciona como uno de los objetivos a largo plazo, la utilización racional de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente natural. En el informe publicado en el año 1985, "Perfil Ambiental del Paraguay", se recomienda como acciones a tomar, el establecimiento de leyes y reglamentos relacionados con el medio ambiente, análisis sectorial de elementos biológicos, socio económicos que condicionan el medio ecológico, establecimiento de un organismo de desarrollo ambiental, educación a todo nivel.

#### 2.2.2 Proyecto de Desarrollo Regional

Como proyecto de desarrollo regional, existen proyectos integrados para las regiones de Paraguari, Caazapa, Alto Paraná-Canindeyú, Eje Norte, los cuales han concluido o se encuentran en proceso de ejecución. Estos proyectos se encuadran dentro del objetivo propuesto por el plan quinquenal de corregir el desnivel de vida entre las áreas urbanas y rurales, y cubre los campos de desarrollo agrícola y conservación, construcción de infraestructura social, educativos y otros aspectos. Sin embargo, estos planes se basan en gran parte en el aporte extranjero. Por ejemplo: en el caso del Proyecto de Desarrollo Integral del Departamento Paraguari el costo total es de US\$52.000.000 entre los cuales US\$37.000.000 es del crédito extranjero.

Como proyectos específicos, existen proyectos de desarrollo de recurso de agua y la sanidad de región, la construcción de aeropuerto, etc.

## 2.3 Situación de la Economía y Vida a Nivel Nacional

### 2.3.1 Industria y Número de Trabajadores

El Paraguay no es un país con grandes recursos minerales y la economía nacional depende enormemente de la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la exportación de estos productos. La agricultura ocupa alrededor del 15% del PIB, y el 43% del número de trabajadores, siendo la mayor actividad productiva del país. Existen unas 1.500.000~2.000.000 ha. de tierras cultivadas, pero una extensión 5~6 veces mayor es considerada tierra apta en espera de su explotación.

La producción agrícola del país es muy variada en especies y cantidades: soja, algodón en rama, maíz, mandioca, trigo, caña de azúcar, arroz y tabaco, con los cuales alcanza a autoabastecerse. Se exporta más del 30% de la producción de algodón y la soja, y como existen otras variadas especies de productos agrícolas que pueden ser llevados a la exportación, la adaptabilidad que ofrece a la alteración del precio en el mercado internacional es comparativamente favorable.

La ganadería es extensiva teniendo el centro en la zona de Chaco. La ganadería ocupa alrededor del 8% del PIB y el número de trabajadores, no sobrepasa el 2%, pero observando desde el punto de vista de la situación de comestibles, es una industria importante. Pero debido a que el sistema de producción es extensivo, la productividad no es muy alta. El ganado vacuno ocupa el primer lugar dentro de la ganadería, y se dedica la carne vacuna tanto para el consumo interno del país como para la exportación.

La silvicultura se desarrolla principalmente en la zona Este del país y en los departamentos limítrofes a la Argentina y Brasil. La actividad ocupa apenas unos 2,5% del PIB, pero la proporción que ocupa en la exportación en cada año es grande, 10~20%, y es un producto importante siguiendo a la soja y el algodón. La superficie de bosques ocupa casi la mitad de la tierra del país, siendo las maderas utilizables el lapacho, cedro, quebracho, entre otros. La superficie de desmonte anual alcanza a 40~60 mil ha., y solamente el 1%, de la superficie desmontada se reforesta, por lo que existe preocupación con respecto al agotamiento de recursos forestales.

Cabe mencionar que Paraguay es un país con escasos recursos minerales, la producción anual se reduce a unas 500 a 600 mil toneladas de calizas. Algunas empresas norteamericanas están realizando en el Chaco trabajos de prospección

de petróleo, pero hasta ahora no se ha descubierto ningún depósito importante de petróleo.

La generación de energía hidroeléctrica aprovechando el agua abundante del río Paraná se está realizando a través de las construcciones de 2 represas gigantescas Itaipú y Yacyretá; sin embargo, por no existir grandes consumidores de energía en el país, buena parte de su producción se destinará a la venta a los países limítrofes de Brasil y Argentina.

La industria ocupa el 16,5% del PIB, y el número de trabajadores de la industria ocupa el 12% de la fuerza laboral. No obstante, la industria de Paraguay consiste principalmente en la transformación de productos de la agricultura, ganadería, silvicultura, y la industria manufacturera propiamente dicha es extremadamente reducida. Por ello, la mayor parte de los productos manufacturados de consumo están basados en productos importados.

En el plan de Desarrollo Quinquenal 1985-1989 se propone como meta la creación de 240.000 empleos para el período mencionado, correspondiendo el 40% a la actividad agrícola, ganadera y silvícola; 18% a la actividad manufacturera y 9% a la construcción.

### 2.3.2 Presupuesto Nacional y la Inversión en Obras Públicas

El presupuesto de la nación en 1988 es de 854.7 mil millones de Guaraníes. Las 4/5 partes de los ingresos del estado fueron a base de impuestos; sin embargo, por el bajo nivel de ingreso e la población, los impuestos directos ocupan una proporción reducida, siendo las fuentes principales los ingresos por impuestos indirectos y los aduaneros.

El 80% de los gastos del Estado corresponde a gastos corrientes, por lo que resulta muy difícil ampliar los gastos de capital para el desarrollo socioeconómico.

El comercio exterior, el monto de exportación total es de 227.000.000 Dólares, de los cuales el 60% corresponde a la exportación de carne, soja y madera. Por otro lado, el monto de importación alcanza a 583.000.000 Dólares, siendo el artículo que mayormente se importa, el petróleo, luego lo siguen las maquinarias, comestibles y textiles. La causa principal del impedimento de crecimiento de la exportación se atribuye a la depresión de precios internacionales de productos

agrícolas de exportación, y aspectos relacionados al valor de la moneda Guaraní que estaba sobrevalorada frente a las monedas de los países vecinos.

Del presupuesto del Gobierno Central (11 ministerios y otras organizaciones gubernamentales), aproximadamente el 60% corresponde al Poder Ejecutivo, y la distribución sería: Ministerio de Defensa Nacional 22%, Ministerio de Educación y Culto 21%, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones 19%, Ministerio de Interior 14%, cada uno de los demás Ministerios menos del 10%.

El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones tiene a su cargo principalmente la construcción de caminos. La extensión de caminos del país es de 24.000 Kmts. aproximadamente; el porcentaje de caminos asfaltados no pasa del 10% (año 1986). Los caminos no asfaltados quedan clausurados al tráfico automotor durante lluvias, y ésto es un obstáculo grande para la distribución de los productos agrícolas. Unos 25.000.000.000 Guaraníes fueron invertidos en la construcción y mantenimiento de caminos en el año 1988, y esta suma corresponde aproximadamente al 2,5% del presupuesto nacional del país.

Los ríos grandes que se utilizan para el transporte por agua se encuentran bajo la jurisdicción de la Administración Nacional de Navegación y Puertos que se relaciona al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. En Paraguay, los ríos cumplen un gran papel para el transporte de mercaderías, el 73% de la importación y el 32% de la exportación se transportan por barcos, por lo tanto en el año 1988 fueron invertidos unos 9.000.000.000 Guaraníes en el mantenimiento de rutas de navegación de estos ríos.

### 2.3.3 Disponibilidad de la Infraestructura Social

Según el censo del año 1982, el 46% de las viviendas estaban distribuidas en áreas urbanas y el 54% estaban en las áreas rurales. El 96,6% de las viviendas eran casas independientes, y sólo el 3% eran casas agrupadas en forma de departamentos. En una casa habitan un promedio de 5,2 personas.

Las casas conectadas al alcantarillado público no alcanza el 10%; hay un 40% de casas que no tienen instalaciones para duchas y en el peor de los casos ni cuarto de baño. Las casas que tienen suministro de agua corriente son aproximadamente el 20%, mientras que el 70% tienen agua de pozo y en el peor caso agua de manantiales, y el resto se abastece directamente de los arroyos y

ríos. Las casas que tienen suministro de energía eléctrica son aproximadamente el 40%, y reciben servicios de recolección de basuras el 14%.

## 2.4 Política del Medio Ambiente

### 2.4.1 Principales Problemas Ambientales

El Paraguay tiene interés en problemas de conservación del medio ambiente, interés que ha sido incluido como uno de los objetivos a largo plazo del Plan Nacional de Desarrollo presentado en el punto 2.2.1. de este informe.

Un problema importante es la prevención de la contaminación de los recursos de agua. La contaminación del agua superficial apareció claramente hacia el año 1970 en los ríos y arroyos que se encuentran en el área metropolitana de Asunción. El manejo de la cuenca de los lagos Ypacaraí, Ypoá, Yguazú son considerados como una de las necesidades de conservación del medio ambiente.

En Paraguay, la industria de alimento es una de las más importantes ramas de la agroindustria, pero es a la vez una importante causa de contaminación del agua. Otro de los factores causantes de la contaminación del agua es la descarga descontrolada de materiales contaminados que son descargados por las curtiembres, plantas de alcoholes y aceiteras.

En Asunción está comenzando también el problema de la contaminación de la atmósfera, además de la contaminación del agua, por lo que se está investigando la contramedida para eliminar el óxido sulfúrico que expulsan los vehículos diesel y el formaldehído que se genera por la combustión del alcohol.

## 2.4.2 Organismos Relacionados con el Medio Ambiente

Todavía no existe en el Paraguay un organismo que impulse integralmente el control del medio ambiente bajo una política constante; sin embargo, muchos organismos actúan independientemente sobre aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente. En el último Plan Quinquenal, como una manera de impulsar la conservación y el aprovechamiento del medio ambiente natural, está propuesto el establecimiento de un organismo de desarrollo de medio ambiente, lo cual puede ser implementado con la debida recomendación de la STP.

- MAG : control higiénico de productores de carnes, conservación de los pastizales, suelos, bosques y agua.
- IBR : expropiación de tierras para parque nacional, turismo, protección de floras y faunas.
- MIC : establecimiento de lineamientos relacionados con la instalación de nuevas fábricas, la expansión y renovación de instalaciones industriales.
- INTN : orientación y mejora del nivel técnico de industrias, investigación del método de utilización de materias primas nacionales, diseño y asistencia técnica sobre la instalación de tratamiento de desague industrial, análisis de desague industrial.
- MOPC : ejecución de obras públicas de transporte, energía, turismo, minería, comunicación, etc.
- SENASA : promoción de la ley concerniente al medio ambiente, control de la calidad de agua potable, suministro de agua a pueblos con 150~4.000 habitantes, orientación técnica sobre el control sanitario, higiene alimenticia y conservación del medio ambiente que conforman la atmósfera, agua y tierra, y monitoreo de efluentes industriales.
- MEC : promoción de la importancia de la conservación del medio ambiente a través de la educación en escuelas primarias y secundarias.

- CORPOSANA** : mantenimiento de alcantarillado y suministro de agua potable a Asunción y pueblos con más de 4.000 habitantes.
- UNA** : educación en torno al medio ambiente (IDA), investigación de problemas del medio ambiente y de la limnología (ICB).
- ANNP** : planificación y construcción de puertos, investigaciones sobre configuración terrestre, naturaleza de terreno, hidrología e hidráulica.
- FUNDLAY** : organismo privado que fué constituido en el año 1984 y tiene como objetivo la conservación del medio ambiente y la protección de la ecología del Lago Ypacaraí y su Cuenca.
- PRONATURA**: organismo privado que fué constituido con el objeto de difundir las informaciones relacionadas a floras y faunas importantes y la naturaleza de Paraguay

#### 2.4.3 Leyes y Reglamentos Relacionados con el Medio Ambiente

Conforme a la Constitución Paraguaya establecida en el año 1967, en su Artículo 132 dice que el país realizará los trabajos de conservación de los recursos naturales y su explotación racional, y Paraguay está afiliado en el tratado de Washington (CITES) que fué ratificado en el año 1976.

El Código Sanitario promulgado en el año 1980 (Ley No.836) prohíbe todo acto que cause deterioro del medio ambiente natural (Artículo 66). Establece que el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social tiene atribuciones para determinar el límite de los materiales contaminados que pueden ser descargados en la atmósfera, agua y suelo (Artículo 67). El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social debe ejecutar medidas de prevención de contaminación ambiental (Artículo 68). Prohíbe la eliminación de aguas contaminadas en sitios de recreación y lugares públicos (Artículo 80). Prohíbe el uso de aguas servidas en cultivos y en cría de animales que luego serán destinados al consumo (Artículo 82). Prohíbe la eliminación de materiales contaminados en aguas de uso doméstico, agrícola, industrial o recreativo (Artículo 83). El Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social puede obligar a los propietarios de terrenos la construcción de desagües necesarios (Artículo 85).

El Decreto No 18831 de 1989 establece normas de protección de los recursos naturales, y prohíbe toda acción que pueda dañar o conducir a un cambio perjudicial o depredación del medio ambiente. Especifica el establecimiento de bosques protectores alrededor de cuerpos de agua, prohíbe la descarga de materiales contaminantes que puedan dañar el medio ambiente, establece condiciones de desmonte y reforestación, promueve prácticas de conservación de suelos y protección nacientes y fuentes de agua. Por último, establece sanciones a los infractores de las normas establecidas.

De esta manera, existen leyes que protegen el medio ambiente, pero concretamente no están establecidos los valores de las normas y reglamentos.

#### 2.4.4 Inversiones para Conservación del Medio Ambiente

Actualmente no hay un presupuesto asignado especialmente a la conservación ambiental puesto que no existe un organismo promotor de la administración del medio ambiente en forma global. Sin embargo, existen algunos organismos que desarrollan servicios que en cierta medida se relacionan con la conservación del medio, por lo que el presente acápite se refiere al monto de inversión dedicado a dicho servicio.

Como servicios de conservación del ambiente que realizan los organismos pertenecientes al Ministerio de Agricultura y Ganadería se podrían mencionar la reforestación, conservación de suelo y administración de los parques nacionales.

El Ministerio de Salud, a través de SENASA y otros organismos, ofrece el servicio administrativo relacionado a la conservación ambiental, dedicándole un presupuesto de 1.430 millones de Guaraníes (aprox. el 10% del presupuesto total del Ministerio de Salud) en 1988. De este monto, 940 millones de Guaraníes (65,7%) fueron asignados al abastecimiento de agua, 300 millones de Guaraníes (20,9%) al servicio de disposición de desechos y 190 millones de Guaraníes (13,4%) a gastos administrativos.

El presupuesto para abastecimiento de agua de SENASA mencionado anteriormente constituye solamente el 30% de los costos necesarios, por lo que el resto debió cubrirse con préstamos (aprox. el 50%) y con la tarifa de consumo de agua que pagan los usuarios (aprox. el 20%).

El presupuesto total de CORPOSANA fue de 12.700 millones de G.en 1988, de los cuales el 85% fue asignado al abastecimiento de agua y el 15% al de alcantarillados. Sin embargo, el rol de CORPOSANA se limita a la elaboración de planes y a la operación y mantenimiento, por lo que el costo de construcción incluyendo los intereses es cubierto, en un principio, por las compañías de construcción para recolectar luego dicha suma de los usuarios como gastos de las instalaciones. La tarifa de agua es recaudada directamente por CORPOSANA de acuerdo al consumo de éste, con un 5% de recargo en concepto de operación y mantenimiento de alcantarillados. Cabe mencionar que durante los años 1981 ~1983, el 19% del presupuesto fué recaudado como tarifa de consumo de agua y el 56% fué cubierto con deuda externa.

#### 2.4.5 Nivel Técnico de la Conservación del Medio Ambiente

En este acápite se evalúa el nivel actual de la tecnología de la conservación del medio ambiente, principalmente de calidad de agua, en los diferentes organismos.

La tecnología de tratamiento de desagües domésticos y el servicio de orientación higiénica en los hogares de las zonas rurales están a cargo principalmente de SENASA. Por ello, el 52% de los empleados de SENASA (481 empleados ordinarios en 1988) trabajan en esta sección.

Como uno de los servicios desempeñados por SENASA está el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y de efluentes descargados de las fábricas. Sin embargo, debido a la falta de recursos humanos y materiales, este servicio solía ser insuficiente. Pese a que el laboratorio de calidad de agua de San Lorenzo fué mejorado y ampliado como parte del presente proyecto, aún no está resuelto el problema del presupuesto para la operación y mantenimiento de éste. Además, es necesario elaborar un programa de formación de técnicos capaces de realizar y desarrollar las técnicas de análisis.

La existencia y la calidad de las aguas freáticas están siendo investigadas por SENASA y CORPOSANA.

CORPOSANA se encarga también de desarrollar la tecnología de tratamiento de desagües domésticos y el programa de mejoramiento del servicio de alcantarillados. Los métodos de tratamiento final de los desagües varían según las zonas. Por ejemplo, en la ciudad de Asunción que se ubica cerca del río

Paraguay de caudal abundante, las aguas negras recolectadas a través de los conductos son descartadas directamente al mismo río, mientras que en San Lorenzo que no cuenta con un río caudaloso en la cercanía, las aguas negras son reunidas en las lagunas donde se someten a tratamiento por acción bacteriana para luego ser descargadas al arroyo San Lorenzo.

Asimismo, CORPOSANA administra las plantas de purificación de agua en Asunción y San Bernardino, donde se utilizan las aguas superficiales para el uso doméstico. La planta de San Bernardino no tiene pozo de precipitación, y las aguas crudas son infiltradas directamente después de agregarles los coagulantes (método de microfloculación). Todavía quedan algunos problemas en esta planta, como por ejemplo los lodos que se producen en el tanque de infiltración son descargados al lago. El control de calidad de agua de esta planta de purificación de agua se basa en los cuatro siguientes parámetros: pH, turbiedad, color y cloro residual.

El desarrollo de la tecnología de tratamiento de efluentes industriales y el servicio de asistencia técnica de tratamiento de desagues en las fábricas están a cargo principalmente de INTN.

La más nueva planta de tratamiento de desagues industriales se encuentra en la Empresa Pública de Alcohol en Troche. Esta fue construida con la tecnología francesa, mediante la cual los efluentes producidos durante el proceso de extracción de alcohol de la caña de azúcar son purificados por aireación natural, aireación artificial, digestión anaeróbica, infiltración en arena, etc. Sin embargo, el lodo que queda como producto final es acumulado al aire libre sin ningún tratamiento.

Como planta de tratamiento de efluentes industriales del sector privado se puede mencionar la de la fábrica de refinación de aceite vegetal de CAPSA construida en 1979. Esta planta fue instalada aplicando la tecnología alemana, mediante la cual se puede tratar efluentes industriales de alta concentración de BOD purificando de 9.000 mg/lit hasta 1.000 mg/lit. Sin embargo, todavía no se han construido las lagunas para realizar los tratamientos posteriores. Además, actualmente la planta se encuentra en estado de abandono debido a que se ha descompuesto una parte de sus instalaciones. Aceitera Itauguá, otra fábrica de refinación de aceite vegetal parece tener una planta de tratamiento de efluentes; sin embargo no se saben de sus detalles.

Esta es la situación actual de la tecnología individual del control de calidad de agua y del tratamiento de efluentes en Paraguay. Sin embargo, todavía no se ha establecido un sistema integral de control de calidad del agua desde el punto de vista de manejo de cuencas.

