

INFORME SUPLEMENTARIO IX

**PLAN DE CONTROL DE
CONTAMINACION**

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I Situación de la Contaminación del Lago y Su Cuenca

- | | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.1 | Relación entre la Actividad del Hombre y el Cambio del Medio Ambiente | IX - 1 |
| 1.2 | Situación de Generación y Descarga de Contaminantes en la Cuenca | IX - 3 |
| 1.3 | Situación Actual de Contaminación de los Ríos Afluentes y el Lago | IX - 4 |
| 1.4 | Causas de Contaminación en el Lago y el Mecanismo de Contaminación | IX - 6 |

CAPITULO II Lineamientos del Plan de Conservación de Aguas

- | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.1 | Procedimientos para la Elaboración del Plan | IX - 8 |
| 2.2 | Lineamiento Estratégico para el Establecimiento de Medidas para la Conservación de Aguas | IX - 9 |

CAPITULO III Metas de Conservación de las Aguas

- | | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3.1 | Uso Actual y Demanda Futura del Lago Ypacarai, sus Afluentes y Areas Circundantes | IX - 11 |
| 3.2 | Contenido de las Metas de Conservación de las Aguas | IX - 12 |
| 3.3 | Establecimiento del Índice de Conservación de Aguas y Niveles de las Metas | IX - 14 |

CAPITULO IV Técnicas de Tratamiento y Purificación Aplicables a la Cuenca

4.1	Técnicas de Tratamiento y Purificación de Aguas y su Evaluación	IX - 20
4.2	Técnicas Aplicables a las Fuentes de Generación y Descarga	IX - 23
4.3	Técnicas Aplicables en los Ríos Afluentes	IX - 30
4.4	Medidas Aplicables en el lago	IX - 32
4.5	Técnica de Tratamiento de los Lodos	IX - 34
4.6	Prioridad de la Aplicación de las Técnicas de Conservación de Agua	IX - 35

CAPITULO V Plan de Uso de Tierras Considerando la Conservación de Calidad de Aguas

5.1	La Necesidad del Plan de Uso de Tierras	IX - 37
5.2	El Plan Básico del Uso de Tierras de la Cuenca	IX - 37
5.3	Flujo de Trabajo para la Elaboración del Plan Concreto de Uso de Tierras	IX - 41

CAPITULO VI Legislación Relativa a la Conservación de las Aguas

6.1	Legislación Japonesa	IX - 44
6.2	Legislación Relativa a la Conservación de Aguas en el Paraguay y sus Problemas	IX - 45
6.3	Situación Actual de Regulación Legislativa y Normas de Calidad de Agua en los Países de Asia	IX - 49

**CAPITULO VII Difusión de la Idea de Conservación de la Calidad
de las Aguas**

7.1	Lineamientos Fundamentales de la Conservación	IX - 51
7.2	Puntos Principales de Difusión por Sectores	IX - 52
7.3	Métodos de Difusión	IX - 53

**CAPITULO VIII Fortalecimiento de los Organismos Relacionados
con la Conservación de la Calidad de Aguas**

8.1	Organización de la Administración de la Conservación de la Calidad de Aguas en los Diversos Países	IX - 56
8.2	Características de la Organización para la Administración del Medio Ambiente Deseable para el Paraguay	IX - 57
8.3	Las Tareas a Realizar por la Oficina de Organismo Administración de Aguas de la Cuenca del Lago Ypacarai	IX - 59
8.4	El Organismo Central de Administración y la División de Trabajos con las Otras Instituciones Relacionadas	IX - 64

**CAPITULO IX Costo de las Medidas de Conservación de
Calidad de Aguas**

9.1	Las Aguas	IX - 65
9.2	Tratamiento por absorción al suelo	IX - 66
9.3	Sistema de Recolección de Aguas Fecales Por Camión Aspirador	IX - 67
9.4	Instalación de Alcantarillas en la Cuenca Servicio de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	IX - 69

9.5	Canal de Derivación	IX - 70
9.6	Plantas de Tratamiento de Efluentes para las Fábricas de Refinación de Aceite Vegetal	IX - 71
CAPITULO X	Beneficios Socio-económicos de las Medidas de Conservación de Aguas	IX - 73
CAPITULO XI	Implementación del Plan de Conservación de la Calidad de Agua	
11.1	Planificación Por Años	IX - 77
11.2	Plan Financiero	IX - 79
CAPITULO XII	CONCLUSIONES	IX - 81

LISTA DE TABLAS

Tabla S9.31	Normas de Calidad de Agua para Aguas Públicas en Japón (Items relacionados a la Salud)	IX - 15
Tabla S9.32	Normas de Calidad de Agua para Cuerpos de Agua Públicas en el Japón (Items relacionados al Medio Ambiente)	IX - 17
Tabla S9.33	Normas de Calidad de Agua para el Lago Ypacarai (Tentativo)	IX - 19
Tabla S9.41	Evaluación de las Técnicas de Mejoramiento de Calidad de Aguas Aplicables al Lago y a los Humedales	IX - 21
Tabla S9.42	Tecnología de Mejoramiento Aplicable a la Cuenca del Lago Ypacarai	IX - 22
Tabla S9.91	Detalles sobre Costos de Construcción de un Sistema de Laguna de Oxidación	IX - 66
Tabla S9.92	Detalles sobre Costos de Construcción de un Sistema de Tratamiento por Infiltración en Suelos	IX - 67
Tabla S9.93	Detalles sobre Costos de Operación de un Sistema de Recolección de Aguas Negras por medio de Camiones Cisternas	IX - 68

Tabla S9.94	Detalles sobre Costos de Construcción de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Cuenca	IX -70
Tabla S9.95	Detalles sobre Costos de Construcción del Canal de Control de Inundaciones sobre el Arroyo Yuquyry	IX -71

LISTA DE FIGURAS

Fig. S9.11	Interrelación entre la Actividad del Hombre y el Cambio del Medio Ambiente	IX - 89
Fig. S9.12	Area Urbana en la Cuenca del Lago en 1965	IX - 90
Fig. S9.13	Area Urbana en la Cuenca del Lago en 1988	IX - 91
Fig. S9.14	Distribución de las Principales Fuentes Puntuales de Contaminación en la Cuenca del Lago	IX - 92
Fig. S9.15	Superficie de Uso de Tierra por Cuenca y por Tipo de Uso	IX - 93
Fig. S9.16	Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (COD)	IX - 94
Fig. S9.17	Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (TN)	IX - 95
Fig. S9.18	Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (TP)	IX - 96
Fig. S9.19	Comportamiento de Contaminantes en el Lago	IX - 97
Fig. S9.31	Influencia en el Uso de Agua y Medio Ambiente Debido a la Contaminación Orgánica y Eutroficación	IX - 98
Fig. S9.32	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TCOD)	IX - 99
Fig. S9.33	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TN)	IX - 100
Fig. S9.34	Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TP)	IX - 101
Fig. S9.41	Distribución de Canteras y Excavaciones Abiertas	IX - 102

Fig. S9.51	Detalles de la Carga de Entrada por Fuente de Contaminación	IX - 103
Fig. S9.52	Plan Básico del Uso Futuro de Tierra en la Cuenca del Lago	IX - 104
Fig. S9.53	Situación Actual de los Contornos del Lago Ypacarai ...	IX - 105
Fig. S9.54	Flujo general del Planeamiento de Uso de la Tierra	IX - 106
Fig. S9.91	Plano del Sistema de Laguna de Oxidación del Matadero de Areguá	IX - 107
Fig. S9.92	Plano del Sistema de Tratamiento por Infiltración en Suelos de la Comisaría de Areguá	IX - 108
Fig. S9.93	Plano del Construcción de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Cuenca	IX - 109
Fig. S9.94	Plano del Construcción del Canal de Control de Inundaciones sobre el Arroyo Yuquyry	IX - 110
Fig. S9.111	Plan Anual para la Conservación de Calidad de Aguas .	IX - 111

INTRODUCCION

El presente es un Informe Suplementario del Estudio del control de contaminación del lago Ypacarai y su cuenca, en donde se expone detalladamente sólo los aspectos relacionados con el plan de conservación de la calidad de las aguas.

El lago Ypacarai, ubicado a aproximadamente 30 km al este de Asunción, actualmente se está utilizando principalmente como recurso turístico recreacional; sin embargo, el gobierno de Paraguay tiene la fuerte intención de utilizar este lago como fuente de agua potable para enfrentar el aumento de la demanda futura, además de seguir utilizándose como recurso turístico-recreacional. Asimismo los ríos ubicados en la cuenca se consideran que tienen una gran demanda potencial de uso recreativo de fácil acceso para los habitantes locales.

Para responder a esta demanda de uso, es necesario establecer una meta de conservación de aguas y elaborar un plan de acuerdo a las condiciones naturales y socio-económicas del Paraguay.

La calidad de las aguas del lago y los ríos varía constantemente debido a diversas causas; por lo tanto, para obtener la condición promedio de la calidad del agua y su mecanismo de contaminación necesarios para la elaboración de las medidas de conservación, es imprescindible continuar las mediciones e investigaciones de muchos parámetros en amplia zona y por un largo periodo de tiempo.

En el presente Estudio, por las limitaciones de tiempo, se ha propuesto el plan de conservación de aguas sólo con los estudios de un año y análisis de medio año. Es por lo tanto, una propuesta de carácter provisional y tendría que ser perfeccionada constantemente a medida que la parte paraguaya vaya acumulando los datos de investigaciones y análisis que deben ser continuados y puestos en obra.

CAPITULO I

Situación de la Contaminación del Lago y su Cuenca

1.1 Relación entre la Actividad del Hombre y el Cambio del Medio Ambiente

La Figura S9.11 muestra la relación entre la actividad del hombre y el cambio del medio ambiente, con énfasis en la contaminación de las aguas.

La ciudad de Asunción fue fundada por los españoles en 1537 y sólo en 1881 fue fundada la ciudad de San Bernardino a orillas del lago Ypacarai, por lo cual puede decirse que el desarrollo de la cuenca a plena escala fué realizada entrando en el presente siglo. Si bien las zonas bajas del valle del Pirayú fue pradera originalmente, podemos suponer que las zonas medias y altas cubiertas de árboles fueron deforestadas en los comienzos del presente siglo, convirtiéndose en zonas de cultivo y pastizales de ganados.

Por otro lado, si bien la población del Paraguay no alcanza los 4 millones, el 20% de ésta se concentra en el área metropolitana de Asunción. Por consiguiente, la densidad de población del país es de 7,5 personas por km², y la del área metropolitana es de cerca de 2.000 personas/km². Asimismo, el incremento poblacional es de 2,54% en el país y de 7 a 8% en las zonas de Luque y San Lorenzo, ciudades aldeñas a Asunción. Esta concentración de la población en el área metropolitana está generando diversos problemas ambientales en la cuenca del lago Ypacarai, zona colindante al área metropolitana.

Las figuras S9.12 y S9.13 muestran la distribución de las ciudades y tierras cultivadas de la cuenca del lago Ypacarai en los años 1965 y 1988 respectivamente, en las que se observa bien el gran crecimiento de las ciudades en los últimos 23 años.

En las zonas deforestadas por las continuas lluvias con volúmenes de precipitación que alcanza de 80 a 120mm en pocas horas, se originan erosiones de suelos que contribuyen al relleno de la zona lacustre. En los campos de cultivo, por el cultivo intensivo a que fué sometido, la capa orgánica del suelo casi desapareció, y año a año está desapareciendo también la capa de suelo ácida poco desarrollada. La deforestación origina también la disminución del caudal de agua

de los ríos trayendo como consecuencia indirecta el empeoramiento de la calidad de las aguas.

La expansión del área metropolitana conllevó a la urbanización de áreas de cultivos de bajo rendimiento, así como también la generación de gran cantidad de basura y aguas domésticas servidas. Con el desarrollo de los caminos, se incrementaron diversas clases de fábricas conllevando el aumento de la descarga de efluentes industriales. Las fábricas de refinación de aceites que son las más grandes industrias existentes en la cuenca, producen gran cantidad de efluente industrial de gran concentración sin ningún tratamiento.

Por otro lado, a pesar del empobrecimiento del suelo, no se notan notables incrementos en el uso de fertilizantes y de insecticidas. Asimismo, los campos ganaderos que representa una gran área dentro de la cuenca, por el sistema de pastoreo tradicional usado, la mayor proporción de evacuaciones de los ganados vuelven a la tierra; sin embargo, en época de lluvias, una cantidad no despreciable es descargada hacia los ríos.

En caso de continuar la tendencia anotada, el uso de aguas del lago y de los ríos se verá en problema en un futuro cercano. Y a largo plazo, se destruirá el ecosistema del lago Ypacarai y sus alrededores por el rellamamiento del lago por los materiales erosionados, así también por el empeoramiento de la calidad de sus aguas trayendo como consecuencia la transformación del lago en un pantanal sin vida y con un olor desagradable.

Si bien la disminución de la dimensión por la entrada de materiales al lago y el proceso de eutroficación en un lago de poca profundidad es un proceso natural, la actividad del hombre acelera este proceso trayendo como consecuencia el rápido deterioro del lago. Por consiguiente, para conservar el ecosistema en buen estado, lo más prolongado posible, es indispensable restringir de alguna forma las actividades humanas en la cuenca.

El plan de conservación de las aguas tratará de cortar este proceso en algún lugar del diagrama de flujo mostrado en la figura S9.11. Las medidas a tomarse serán más radicales mientras más cerca están estas medidas de las fuentes de flujo; sin embargo, como ésta ataca diversos aspectos, se tomarán bastante tiempo en realizar las coordinaciones necesarias con los organismos respectivos. Por otro lado, las medidas cercanas a las terminales del flujo pueden realizarse en relativamente corto tiempo, siendo difícil obtener una continuidad

en sus efectos. En consecuencia, es necesario combinar bien estas medidas de tipo radical y de largo tiempo de maduración con las medidas de rápido efecto.

1.2 Situación de Generación y Descarga de Contaminantes en la Cuenca

Las fuentes de contaminación pueden clasificarse en fuentes puntuales que son los que pueden determinarse su generación y descarga y en fuentes no puntuales en las que no se pueden determinarse éstas.

Las fuentes puntuales se dividen en fuentes domésticas, generadas por descargas de domicilios particulares; fuentes recreacionales, generadas por descargas de hoteles y clubes; fuentes sociales, generadas por descargas de plantas de tratamientos y hospitales, y fuentes industriales, generadas por industrias de refinación de aceites, mataderos y transformación de alimentos. En esta cuenca, las fuentes industriales están compuestas principalmente por industrias de transformación de productos agrícolas y ganaderos.

La figura S9.14 muestra la distribución de las fuentes puntuales principales en la cuenca, en la que se observa la concentración de las fuentes puntuales de carácter industrial en la cuenca del Río Yuquyry y de carácter turístico en San Bernardino, al este del lago. Aunque la población de la cuenca es de aproximadamente 210,000, la mayor parte de efluentes domésticos son tratados en forma separada por cada casa mediante pozas de infiltración, sólo existe alcantarillados para aproximadamente 15,000. En cuanto a las fuentes turísticas, éstas son tratadas mediante pozas sépticos, sin embargo, muchas de ellas no tienen adecuado mantenimiento. Entre las fuentes industriales, las más problemáticas son las 4 fábricas de refinación de aceites que evacúa gran cantidad de efluentes con gran cantidad de concentración. Las empresas pequeñas y medianas, son pocas las que tienen lagunas de tratamiento, evacuando los efluentes sin tratamiento a los ríos. Entre las fuentes puntuales, las fuentes domésticas representan la mayor proporción, siguiendo los industriales.

Las fuentes no puntuales, por su parte, se clasifican en cinco tipos a grosso modo: pastizales, tierras de cultivo, áreas forestales, zonas urbanas y otras (zonas de agua, terrenos abiertos, etc.). Las figuras S9.15 y S9.16 muestran la proporción respectiva de superficie de estas tierras. La proporción que ocupan los pastizales es la más alta dentro de la cuenca. Por otro lado, mientras que en la cuenca del río Pirayu los pastizales ocupan una mayor proporción, en la cuenca del río Yuquyry

las tierras de cultivo y las zonas urbanas son las que tienen mayor proporción. En estas fuentes no puntuales, es normal que las cargas acumuladas en tiempos normales sean descargados de un golpe en época de gran lluvia aumentando la cantidad de descarga de contaminantes. La contaminación que aparece en forma de sedimentos provienen de las zonas montañosas sin vegetación y riberas de los ríos con grandes erosiones.

1.3 Situación Actual de Contaminación de los Ríos Afluentes y el Lago

Los principales ríos afluentes al lago son el Yuquyry que desemboca en el extremo norte del lago y el Pirayú (se divide a su vez en Yagua-Resa-u y el Ypucu) que desemboca en el extremo sur. Pese a que las superficies de ambas cuencas son casi iguales, la proporción de descarga de río Yuquyry es casi el doble de la del río Pirayú por cuanto en la cuenca del primero se concentran mayores zonas urbanas. Aparte, existen pequeños arroyos que desembocan directamente al lago desde la parte este y oeste.

Aunque la calidad de las aguas varía con respecto al tiempo (especialmente en el río Yuquyry), se ha encontrado poca variación estacional. La calidad de las aguas está grandemente degradada en el arroyo Yuquyry en comparación con el Yagua-Resa-u y el arroyo Y-pucu. Esto se debe a que en este río existe una gran concentración de población y las principales instalaciones industriales están ubicadas en la subcuenca del mencionado río.

Sin embargo, en épocas de lluvias el empeoramiento de la calidad de aguas en el Yagua-resa-u y el Y-pucu es notable. Esto se supone que se debe a que estos ríos tienen mayor proporción de fuentes no puntuales. Se estima que la carga de contaminantes que ingresa al lago (incluyendo los humedales) se debe un 50% a la cuenca del Yuquyry y un 30% a la cuenca del Pirayú.

Las figuras S9.16 a S9.18 muestran la comparación de la calidad de las aguas del Yuquyry antes y después de los humedales, en donde podemos ver que la calidad de sus aguas está bastante degradada en comparación con el lago antes del paso de los humedales, las cuales después de su paso, mejora su calidad tan igual o mejor que la de las aguas del lago. En caso del río Yuquyry, se estima que se elimina un 80% del SS y 75% TN, y un 70% de TP en el momento de pasar por los humedales en épocas no lluviosas. Como los humedales del Pirayú es de poca

dimensión se estima que su porcentaje de eliminación es mucho menos que estas cifras.

En cuanto a la situación actual de contaminación de los ríos afluentes y el lago, según la forma de contaminación es como sigue:

Contaminación bacteriológica, no existen datos confiables acerca de las consecuencias de este tipo de contaminación. Según manifestaciones del médico de la ciudad de San Bernardino, no se han presentado casos de perturbaciones o enfermedades de origen bacteriológico en su localidad a consecuencia del uso del agua de la ciudad y/o agua del lago directamente; sin embargo, en el informe del ICB se citan casos de irritaciones de la piel, labios, oídos u ojos de personas que se bañaron en el lago.

El número de grupos de coliformes (MPN) provenientes de excrementos, es alto en la desembocadura del río Yuquyry, alcanzando varias decenas de mil MPN/100ml en verano, y mayor de 1.000 MPN/100ml en invierno (las normas japonesas establecen que los cuerpos de aguas con más de 1.000 por 100ml son inadecuados para el baño público), siendo casi nulo en el lago durante todo el año.

Contaminación de materiales tóxicos. Con respecto a este tipo de contaminación, no existen tampoco ningún tipo de datos. Durante el período del estudio en julio de 1988, se realizó un análisis de las aguas del lago encontrándose una concentración extremadamente baja de metales pesados.

Turbiedad. Esta es la característica más notable del lago. La transparencia, que es un parámetro del grado de Turbiedad, según los datos existentes, es normalmente menor a 15cm, lo cual es un valor sumamente bajo, deteriorando la belleza del paisaje y el baño agradable. En enero a septiembre de 1988 se tuvo una transparencia de 60 a 80cm, lo cual ha sido un caso excepcional según los habitantes locales. En febrero y marzo de 1989 la transparencia volvió a bajar a alrededor de 25cm.

Cuando la transparencia es menor a 30cm, las aguas del lago reviste un color negro como si hubiera mezclado los polvos de carbón y la pérdida de luz dentro del agua es sumamente alto; mientras que cuando la transparencia del lago está entre 60 y 80cm, las aguas se vuelven en color pardo o pardo verdoso siendo la pérdida de luz en el agua menor que cuando éstas son de color negro. Todavía no se ha aclarado el material causante de este color negro.

La eutroficación. Los datos anteriores y los obtenidos en el presente Estudio indican que este tipo de contaminación está en un proceso bastante avanzado. Según los datos promedios (de los valores promedios de cinco puntos) de la superficie del agua de febrero de 1988 a marzo del año siguiente, la máxima concentración de TN fue de 3,3mg/lit. y la mínima de 0,7mg/lit; la máxima concentración de TP fue mayor de 0,2mg/lit y la mínima de 0,07mg/lit., lo cual indica que ha alcanzado a un estado de nutriente excesivo. Gracias a la baja transparencia de las aguas del lago no ocurre con frecuencia la reproducción anormal del plancton, mas se ha tenido problemas en la filtración en la planta de tratamiento y causando olores desagrables en el agua potable.

Contaminación orgánica. La concentración de COD que es el parámetro de este tipo de contaminación alcanza en su grado máximo de 50mg/lit. y mínimo de 20mg/lit., lo cual indica que se encuentra en un proceso sumamente avanzado.

Por la baja concentración del BOD en comparación con el COD, se supone de que la mayor parte de las materias orgánicas son de difícil degradación del COD, por la alta saturación del DO.

1.4 Causas de Contaminación en el Lago y el Mecanismo de Contaminación

Del cálculo del balance de aguas, el tiempo de retención de las aguas del lago Ypacaraí se estima en 150 días aproximadamente, siendo poca la diferencia de calidad de aguas entre los diversos puntos, por la buena mezcla de aguas tanto en forma horizontal como vertical.

De la variación de la calidad de aguas en el lago y los resultados de la simulación de contaminación, se puede decir que son 3 los factores que regulan la calidad de las aguas en el lago Ypacaraí: ① Remanentes de la carga de entrada de los ríos afluentes, ② Reproducción del fitoplancton en el lago, ③ Disolución del lodo del fondo lacustre y su levantamiento debido a los vientos. La proporción de cada factor varía de acuerdo a las condiciones meteorológicas e hidráulicas.

En las épocas de crecidas, la proporción de ① crece; en verano cuando la temperatura del agua y la radiación solar aumenta, crece la proporción de ②; entre julio y setiembre cuando los vientos son fuertes, la proporción de ③ aumenta. La figura S9.19 muestra en forma esquemática los movimientos de la materia contaminante dentro del lago.

Aunque todavía es bajo el perfeccionamiento del modelo numérico que refleje la variación del COD, sólo existe una pequeña mejoría en la calidad de aguas, y que sin la aplicación de medida alguna la contaminación avanzará rápidamente.

CAPITULO II

Lineamientos del Plan de Conservación de Aguas

2.1 Procedimientos para la Elaboración del Plan

Normalmente la planificación del plan de conservación de las aguas se elabora según los pasos siguientes:

① Establecimiento de las metas de conservación

Según la situación del uso actual y la demanda futura del cuerpo de agua, se establece las metas de conservación por items y su nivel respectivo.

② Selección de medidas aplicables

Se seleccionarán las medidas aplicables según las metas establecidas en ① y las condiciones naturales y socio-económicas.

③ Elaboración de los planes alternativos

Se elaborarán los planes alternativos combinando las medidas aplicables seleccionados en ②, ya que para la conservación de aguas de cuerpos lacustres no bastan con una sola medida, sino una combinación de medidas.

④ Selección del plan que tenga posibilidades de alcanzar las metas propuestas

Se seleccionará mediante la simulación numérica y otras técnicas, la mejor alternativa propuesta en ③.

⑤ Evaluación y establecimiento del plan

Se evaluará la alternativa seleccionada en ④, desde el punto de vista del costo, reacción de la población, resultados previstos, influencia en la naturaleza y en la sociedad; con cuyos resultados se definirá el plan a proponerse en el Estudio.

En el presente proyecto, se propondrá un plan de conservación siguiendo básicamente el procedimiento descrito arriba. Sin embargo, como las condiciones socio-económicas del Paraguay limitan desde el principio las posibles alternativas, y por la insuficiencia de datos, se ha propuesto en el presente informe el procedimiento para la implementación de las medidas.

2.2 Lineamiento Estratégico para el Establecimiento de Medidas para la Conservación de Aguas

En las medidas de conservación de aguas se incluyen medidas para prevenir la generación, descarga e introducción de materiales contaminantes, técnicas de purificación y tratamiento de aguas y medidas legislativas y administrativas que regulen la generación y descarga de contaminantes de la actividad humana.

Es también, un componente importante de las medidas de conservación, la educación y entrenamiento ambiental y el fortalecimiento de la administración ambiental para que las técnicas de tratamiento, la legislación y medidas administrativas cuenten con el apoyo de todas las capas de la sociedad y puedan implementar sin contratiempo estas medidas.

Por consiguiente, la estrategia de la conservación de las aguas se compone de los siguientes 5 ítems:

- ① Estudio e investigaciones básicas
- ② Aplicación de las técnicas de tratamiento y purificación de aguas, incluyendo la conservación del ambiente natural
- ③ Legislación relativa a la conservación de las aguas
- ④ Difusión del concepto de conservación de las aguas
- ⑤ Fortalecimiento de la administración de la conservación de las aguas

De los resultados de la simulación de contaminación, se estima que aunque se disminuya en la mitad la introducción de materiales contaminantes de la cuenca, no se puede esperar un rápido mejoramiento de la calidad de aguas del lago. También, aunque existen formas de mejorar temporalmente la calidad de

aguas, existen diversos problemas a solucionar, por lo que actualmente se proponen medidas de diversas índoles. Por eso, es deseable establecer planes a largo plazo teniendo en cuenta el mejoramiento de las condiciones de vida de la cuenca, y sobre esta base el mejoramiento de la calidad de aguas de ríos y el lago.

Aunque está avanzado la explotación en la cuenca, todavía quedan muchos ambientes naturales, por eso, no solamente se debe contruir instalaciones de purificación y tratamiento, sino también conservar e incrementar los bosques y humedales para aprovechar su capacidad de purificación natural.

CAPITULO III

Metas de Conservación de las Aguas

3.1 Uso Actual y Demanda Futura del Lago Ypacarai, sus Afluentes y Areas Circundantes

Actualmente, las aguas del lago Ypacarai son fuentes de agua potable para la ciudad de San Bernardino a través de la planta de CORPOSANA, que abastece a 1.095 domicilios de la ciudad con una capacidad de 20.000 (en el invierno) a 60.000 (en el verano) m³/mes; el uso agrícola e industrial no existe actualmente. Como se mencionó en el párrafo 1.3, la eutroficación y la contaminación orgánica está bastante avanzada; sin embargo, por la alta turbiedad de sus aguas, la producción de plancton está restringida, por lo que el mal olor de las aguas del lago y problemas de tratamiento en la planta de CORPOSANA sólo se presentan algunas veces al año.

Las aguas de lago está siendo utilizadas en el verano como lugares de natación y navegación, pero no existe todavía el uso como aguas para piscicultura.

Según estimaciones de SENASA y CORPOSANA, con el ritmo de crecimiento actual de la población en la zona de la cuenca, en 5 a 10 años las poblaciones de Ypacarai, Itauguá, Capiatá y parte de San Lorenzo tendrá que tener como fuente de agua potable las aguas del lago; ya que según las investigaciones realizadas por ambas instituciones, esta zona cuenta con poco potencial de agua subterránea y además, su agua es salada siendo poco apropiado para su uso como agua potable.

Según dichas estimaciones, la población urbana actual de los distritos mencionados suman aproximadamente 50.000 y con el incremento poblacional actual del 7%, en 5 años tendremos 70.000, incrementándose a 100.000 en 10 años, por lo que se tendría que tratar de 2 a 3 veces el agua que actualmente está tratándose en la planta de CORPOSANA de San Bernardino.

Se puede preveer que conjuntamente con el incremento del nivel de vida de la población nacional, el uso del lago como lugar de turismo y recreación se intensificará.

El centro actual de turismo y recreación en la zona es la ciudad de San Bernardino, que en años recientes (1972~1982) tuvo un crecimiento poblacional anual de 8,9%, aumentando asimismo, las instalaciones recreacionales, turísticas y otras correlacionadas.

El mantenimiento de la belleza escénica del lago y sus alrededores es un factor importante para el turismo y recreación, razón por la cual es necesario conservar la vegetación existente. También, es absolutamente necesario prevenir la generación de malos olores a consecuencia del empeoramiento de la calidad del agua que influirá negativamente en su uso turístico-recreacional.

Las aguas de los arroyos, que anteriormente fueron utilizados como lugares de recreo público, están desapareciendo debido al empeoramiento de la calidad de aguas y a la privatización de sus riberas. Entre los pobladores que usan poco frecuentemente las aguas del lago, existe una demanda latente del mejoramiento en primera instancia de las aguas de los ríos.

El mantenimiento de la vegetación ribereña es necesario desde el punto de vista de la conservación de las aguas, así como el mantenimiento del ecosistema.

3.2 Contenido de las Metas de Conservación de las Aguas

Según los usos del agua mencionados anteriormente, se establecerá las metas de conservación de la calidad de las aguas como sigue:

- ① Su uso como agua potable
- ② Su uso como lugares de recreación
- ③ Mantenimiento del ecosistema y la belleza natural de los alrededores de los cuerpos de agua

El agua que se va a utilizar como agua potable, además de no contener los microbios y materias tóxicas que afectan a la salud humana, es deseable que sean mínimas las sustancias que obstaculizan el proceso de tratamiento de purificación de agua (gran cantidad de partículas) y los causantes de desagradable sensación en el momento del uso (fitoplancton que causan malos olores y sabor, hierro y ácido húmico que colorean el agua). Estas materias perjudiciales podrían ser eliminadas en el proceso de purificación de agua, sin embargo, la alta

concentración de estas materias en las aguas crudas requiere proporcionalmente de una alta tecnología y, por consiguiente, de alto costo de tratamiento.

Para la utilización recreacional de las aguas de los lagos y ríos, la turbiedad que deteriore el baño agradable constituye un serio problema, además de los microbios y materias tóxicas que afectan a la salud humana.

La turbiedad del lago Ypacarai es normalmente notable (su transparencia es en tiempos ordinarios menor a 15 cm). Los causantes de esta turbiedad son:

① Materiales disueltos transportados por las aguas de los ríos (principalmente materias orgánicas difíciles de descomponerse).

② Fitoplancton reproducido en el lago y sus restos

③ Materiales del lecho levantados por las olas producidas por el viento.

El grado de influencia de cada uno de estos causantes varía según las condiciones climatográficas e hidrográficas. El problema más serio es cuando las aguas del lago revisten el color negro, no obstante, todavía no se sabe cuál es la causa de tal fenómeno. Por otro lado, no hay forma de evitar la turbiedad causada por el levantamiento de materiales de lecho por cuanto el lago tiene poca profundidad.

Para conservar la belleza y el ecosistema del contorno del cuerpo de aguas, habría que solucionar el problema de las materias orgánicas que reducen el oxígeno del agua y del lecho, y de las sales nutritivas que aceleran la producción de estas materias, La Figura S9.31 muestra la influencia que ejerce el incremento de las materias orgánicas y de las sales nutritivas sobre el ecosistema y el ambiente del cuerpo de aguas.

En el lago Ypacarai, por la continua mezcla vertical de las aguas, existe oxígeno en las capas inferiores del lago; sin embargo, si se continúa acumulándose las materias orgánicas, es posible que en las ensenadas donde las aguas no se mezclan suficientemente se formen los sedimentos de calidad extremadamente mala generando la putrefacción de las raíces de plantas acuáticas y malos olores. Actualmente existen en algunos lugares del lecho del arroyo Yuquyry, zonas con lodo acumulado y que generan olores desagrables por la putrefacción de materias orgánicas.

Por lo expuesto, es deseable que para el establecimiento de las metas de la conservación de calidad de agua, se incluyan los parámetros de materias perjudiciales a la salud (bacterias, sustancias tóxicas), que perturben el proceso de purificación, y de causantes de sensaciones desagradables para el uso como fuentes de agua potable; así como los parámetros perjudiciales a la salud humana, turbiedad, concentración de nutrientes para el uso como lugares recreativos. Sin embargo, no se considera necesario una restricción detallada, en caso de que se establezcan metas administrativas.

En Japón se han establecido 26 parámetros para el control de calidad de agua cruda para el suministro de agua potable. Sin embargo, desde el punto de vista de las metas administrativas, se han establecido normas más simples tomando en consideración dicho estándar y otros usos que se les da a las aguas; estas normas se dividen, a grosso modo, en los parámetros para la protección de la salud humana y para la conservación del medio ambiente. Así también sería conveniente establecer normas simples para el control de lago Ypacarai y de sus afluentes como metas administrativas.

3.3 Establecimiento de Índice de Conservación de aguas y Niveles de las Metas

Para que la administración pública pueda promover las medidas de conservación, es necesario establecer el nivel de las metas a que se quiere llegar y luego el establecimiento de los índices respectivos. En este establecimiento es necesario tener criterios técnicos de acuerdo a los objetivos previstos. Por otro lado, el nivel de las metas deben compararse con las técnicas de tratamiento respectivos y la capacidad de carga económica, sin lo cual no podría llamarse meta administrativa.

Es por esto que para establecer una meta administrativa es necesario evaluar en general el criterio científico, aplicabilidad legislativa, administrativa y técnica, y además la relación de beneficio y costo social en caso de aplicarse estas metas de conservación.

Para la cuenca del Ypacarai todavía existe una insuficiente acumulación de datos de la condición de contaminación y casi ninguna sobre la influencia de ésta sobre la población y los organismos vivientes. Es por este que aunque es difícil establecer metas suficientemente fundamentados, se recomienda niveles

provisionales en base a los datos del presente estudio, estudios realizados anteriormente por ICB y SENASA y con los estándares utilizados en el Japón.

1) Parámetros referentes a la protección de la salud humana
(sustancias tóxicas)

El cuadro S9.31 muestra el nivel de normas de los parámetros establecidos en Japón. Se considera que no existen mayores diferencias individuales ni raciales con respecto al grado de tolerancia contra las sustancias tóxicas indicadas, por lo que no habría ninguna inconveniencia en utilizar estas normas provisionalmente.

De las cuales, el cianuro, mercurio, cadmio, plomo, cromo, arsénico y PCB son descargados por minas o fábricas específicas; mientras que el mercurio, fósforo orgánico y arsénico son contenidos en algunos fertilizantes.

En la cuenca no existen minas, por lo que las fábricas que descargan estas sustancias tóxicas son limitadas (fábrica de medicina de San Lorenzo, fábricas de cuero de Ypacarai y otras zonas, etc.). Por otro lado, los fertilizantes que se aplican en la cuenca son Sumithion (japonés), Thiodan (alemán) y otros de baja toxicidad y en cantidad reducida.

Tabla S9.31 Normas de Calidad de Agua para Cuerpos de Agua Públicos en Japón

Parámetro	Unidad	Valores Standard
Cadmio	mg/ℓ	Menor de 0.01
Cianuro	mg/ℓ	No Detectable
Fosforo Orgánico	mg/ℓ	No Detectable
Plomo	mg/ℓ	Menor de 0.1
Cromo (hexa valente)	mg/ℓ	Menor de 0.05
Arsénico	mg/ℓ	Menor de 0.05
Mercurio total	mg/ℓ	Menor de 0.005
Mercurio de Alquil	mg/ℓ	No detectable
PCB	mg/ℓ	No detectable

Por lo tanto, sería más efectivo concentrar los esfuerzos en orientar y supervisar el modo de uso y el tratamiento apropiado de estas sustancias tóxicas que depender de los análisis de la calidad de agua, comprendiendo bien las situaciones actuales del uso de éstas en ciertos establecimientos, y la venta y aplicación de las insecticidas agrícolas.

2) Parámetros referentes a la conservación del ambiente vital

Como se indica en el Cuadro S9.32, en Japón se establecen 7 parámetros (pH, CO, SS, DO, número de coliformes, TN y TP) para lagos y pantanos mayores de 10^7 m³, y cuyas normas se determinan en promedio anual según el uso de aguas.

En caso de utilizar las aguas de un lago como fuentes de agua potable, para ser sometidos al proceso de purificación ordinario (precipitación, infiltración, etc.), en Japón, se debe aplicar las normas tipo A del Cuadro S9.32 (para TN y TP se aplican el tipo 11). Sin embargo, en caso del lago Ypacaraí, tomando en cuenta que actualmente las aguas se utilizan como fuentes de agua potable sin generar ningún problema grave, se propone determinar como meta administrativa el mantener la calidad de agua actual. En caso de que se mantenga el nivel actual de calidad de agua, se podrá evitar la formación de cuerpos de agua anaeróbica, y no presentarán mayores problemas desde el punto de vista de preservación del ecosistema.

La Figura S9.32 es el gráfico que representa la variación de calidad de agua del lago durante el período del estudio, en el que se agregaron los datos de variación de calidad de agua en 1984 (resultados obtenidos por ICB) y las normas tipo A del Japón. De esta figura se ha deducido "el nivel de calidad de agua actual" (promedio anual) que deberá mantenerse, cuyo resultados se resumirán a continuación:

Por cuanto el pH constituye un regulador importante en el proceso de purificación de agua, en los lagos del Japón, se establece el nivel de las normas en 6,5 a 8,5 para el tipo A. En el lago Ypacaraí el índice de pH fue de febrero a junio de 1988 mayor a 8,5, bajando posteriormente hasta 6,5 a 8,5. En 1984, el índice osciló entre 6,5 y 7,9. Cabe mencionar que el pH en las aguas de los canales

Tabla S9.32 Normas de Calidad de Agua para Cuerpos de Agua Públicos en Japón (Parámetros del Ambiente de Vida)

Parámetro Tipo	Adaptabilidad a tipo de uso	VALOR DE NORMAS				
		pH	COD	SS	DO	Número de Grupo de Coliformes
AA	Agua Potable 12 Piscicultura 12 Conservación Natural Todos los usos debajo de A	Más de 8.5 Menos de 8.5	Menos de 1 mg/l	Menos de 1 mg/l	Más de 7.5 mg/l	Menos de 50 MPN /100ml
A	Agua Potable 22, 32 Piscicultura 22 Baño Todos los usos debajo de B	Más de 8.5 Menos de 8.5	Menos de 3 mg/l	Menos de 5 mg/l	Más de 7.5 mg/l	Menos de 1,000 MPN /100ml
B	Piscicultura 32 Agua Industrial 12 Agua Agrícola Todos los usos debajo de C	Más de 8.5 Menos de 8.5	Menos de 5 mg/l	Menos de 15 mg/l	Más de 5 mg/l	—
C	Agua Industrial 22 Conservación Ambiente	Más de 8.0 Menos de 8.5	Menos de 8 mg/l	Que no se encuentre basura y otros en suspensión	Más de 2 mg/l	—

* Este Parámetro es Aplicable a Lagos y Pantanos con volúmenes menores a 107 m3.

Parametro Tipo	Aplicabilidad a tipo de uso	VALOR DE NORMAS	
		Nitrógeno Total	Fósforo Total
I	Conservación Natural y usos debajo de II	Menos de 0.1 mg/l	Menos de 0.005 mg/l
II	Agua Potable 12, 22, 32 (Excepto casos especiales) Piscicultura 12 Baño y usos debajo de III	Menos de 0.2 mg/l	Menos de 0.01 mg/l
III	Agua Potable 32 (Caso Especial) Usos debajo de IV	Menos de 0.4 mg/l	Menos de 0.03 mg/l
IV	Piscicultura 22 Usos debajo de V	Menos de 0.8 mg/l	Menos de 0.05 mg/l
V	Piscicultura 32 Agua Industrial Agua Agrícola, Conservación Ambiente	Menos de 1 mg/l	Menos de 0.1 mg/l

Nota:

- Agua Potable 1* : posible de beber con métodos simples de purificación como la filtración
- Agua Potable 2*, 3* : posible de beber con métodos ordinarios de purificación como sedimentación, purificación, etc.
- Piscicultura 1* : adecuado para peces que viven en lagos de tipo oligotróficos como salmones
- Piscicultura 2* : adecuado para peces que viven en lagos de tipo oligotróficos como salmones, truchas y otros
- Piscicultura 3* : adecuado para peces que viven en lagos de tipo eutróficos como carpas
- Agua Industrial 1* : posible de usarse con métodos de purificación ordinaria como sedimentación y otros
- Agua Industrial 2* : posible de usarse con métodos de purificación de alto grado como filtración química y otros
- Conservación de Ambiente : condiciones de ambiente en la cual las personas no sientan desagradados

fluviales casi nunca excede a 7,5. Por lo que, no habría ninguna inconveniencia en establecer el nivel de las normas de pH entre 6,5 y 8,5 del tipo A.

El índice de COD también es utilizado como parámetro de contaminación orgánica, y la norma establece que este valor no puede ser mayor a 3mg/lit. Sin embargo, esta cifra corresponde al consumo del permanganato de potasio, y corregida al valor del bicromato de potasio sería entre 10 y 15 mg/lit. Durante el período de estudio en el lago Ypacarai, el promedio osciló entre 20 a 50 mg/lit. marcando frecuentemente de 20 a 27 mg/lit. En 1984, este valor oscilaba entre 12 y 18 mg/lit. Por lo tanto, se propone establecer el nivel estándar de meta de COD a 20 mg/lit. que es un valor inferior al promedio registrado durante el período de estudio.

El índice de SS es uno de los parámetros que indican el grado de turbiedad, y el estándar del tipo A está determinado a menor de 5mg/lit. En el caso del lago Ypacarai, tanto en el período del estudio como en 1984, registraron frecuentemente cifras mayores a 20 mg/lit., habiendo mucha variación entre las cifras. Se anota que en los meses de febrero y marzo de 1988, la concentración de SS fue baja y junto con la alta temperatura, ello ha favorecido la reproducción de fitoplancton, perturbando el uso de agua. Por lo tanto, se considera innecesario establecer el estándar de SS.

El índice DO es el parámetro del oxígeno disuelto en el agua e indica el efecto purificador del cuerpo de agua. El estándar del tipo A determinado que dicho índice sea mayor a 7,5 mg/lit. Según los resultados obtenidos en el período de estudio del lago Ypacarai, el DO en la capa superficial fue de 6 a 11 mg/lit. y en la capa del lecho de 5 a 10 mg/lit. En 1984 dicho índice osciló entre 6 a 10 mg/lit. Por lo tanto, como promedio anual, se considera conveniente establecer el estándar del tipo A a 7,5 mg/lit.

El estándar tipo A de coliformes de origen fecal se ha establecido en menor a 1.000 MPM/100ml, por cuanto éstos son causantes de las enfermedades de los órganos digestivos. Durante el período de estudio el índice nunca excedió de 100 MPN/100 ml aún en su máxima concentración, siendo normalmente menor a 50 MPN/100 ml. Sin embargo, aguas abajos del arroyo Yuquyry registró siempre concentración alta de 1.000 a varias decenas de mil MPN por 100 ml. Por lo tanto, se propone establecer el estándar en menor a 1.000 MPN/100 ml, al igual que el tipo A.

Los sales nutrientes son uno de los principales factores que favorecen la reproducción de fitoplancton, lo cual reduce la transparencia de las aguas y causa perturbaciones en la infiltración del proceso de purificación de agua. Por lo tanto, el estándar de TN del tipo II se ha establecido en menor a 0,2 mg/lit y del TP en menor a 0,01 mg/lit. El TN de las aguas del lago Ypacarai fué, durante el período de estudio, alto variando entre 0,7 y 3,4 mg/lit., mientras que en 1984 oscilaba entre 0,5 a 0,8 mg/lit. Por otro lado, el TP en 1988 fué bajo registrando cifras menores a 0,15 mg/lit., mientras que en 1989 y 1984 registraron altas cifras que variaban entre 0,15 a 0,30 mg/lit. Por consiguiente, se propone establecer el estándar de TN en menos de 0,7 mg/lit. y de TP en menos de 0,1 mg/lit.

El Cuatro S9.33 resume los resultados estudiados. Se anota que estas cifras son provisorias, y deben ser modificadas de acuerdo a los datos que se irán acumulando en los estudios sucesivos.

Tabla S9.33 Normas de Calidad de Agua para el Lago Ypacarai
(Tentativo)

pH	COD	DO	Coliformes Fecales	TN	TP
6.5~8.5	Menos de 20 mg/ℓ	Más de 7.5 mg/ℓ	Menos de 1,000 MPN/100mℓ	Menos de 0.7 mg/ℓ	Menos de 0.1 mg/ℓ

CAPITULO IV

Técnicas de Tratamiento y Purificación de Aguas Aplicables a la Cuenca

4.1 Técnicas de Tratamiento y Purificación de Aguas y su Evaluación.

El cuadro S9.41 clasifica las técnicas de mejoramiento de agua que pueden pensarse en la actualidad, de acuerdo a los lugares de aplicación y su principio; en cada técnica se evalúa el patrón de inversión (si es mayor el costo inicial o es mayor el costo de operación y mantenimiento), tiempo necesario para construcción, aplicabilidad en gran escala, estabilidad como técnica de tratamiento, y su experiencia en el Japón.

Como este cuadro se está evaluando las técnicas teniendo en cuenta la aplicabilidad en Japón, están incluido técnicas que no puede aplicarse evidentemente en la zona de Estudio. Por ejemplo, en la zona no se usan detergentes con fósforo, la mayor parte de los agricultores no usan gran cantidad de fertilizantes e insecticidas agrícolas, tampoco existen piscicultura en la zona, por lo cual las medidas relacionadas con éstas no son necesarias de evaluar en el presente estudio.

Además, no se aplicarán técnicas con alto costo de inversión y que no tengan estabilidad y suficiente experiencia. Por otro lado, aunque existe algún desarrollo urbano en la zona, todavía existe bastante vegetación natural, por lo que es necesario aplicar activamente técnicas de purificación utilizando el suelo y la vegetación, ya que no se necesitaría de grandes costos de inversión.

El Cuadro S9.42, muestra las técnicas de mejoramiento de la calidad de agua aplicable a la cuenca teniendo en cuenta las consideraciones arriba mencionadas. En el presente capítulo se evaluará principalmente las técnicas que conlleven construcción de instalaciones, sus ventajas y desventajas, problemas con respecto a su aplicabilidad, influencia con respecto al medio ambiente.

En el capítulo 5 se mencionará las medidas de uso y conservación de tierras y en el capítulo 6, las relacionadas con la legislación.

Además de las técnicas especificadas en el Cuadro S9.42, es probable que se desarrollen otras técnicas totalmente nuevas y apropiadas al mecanismo de

Table S9.41 Evaluación de las Técnicas de Mejoramiento de la Calidad de Aguas

Localización	Principio	Técnicas de mejoramiento de calidad de aguas	Patrón de costo de inversión	Construcción de facilidades		Aplicabilidad en gran escala	Estabilidad como técnica de tratamiento	Experiencia Actual Escala Actual	
				Necesidad	Construc. Período (años)				
Dentro de la Cuenca	Regulación de localización	Regulación de localización	-	No	-	-	-	Si	
	Cambio de cuenca	Canal de Derivación	I	Si	5~10	Si	-	Si	
	Reducción de carga generada	Limitación en el uso de detergentes con fósforo		-	No	-	-	-	Si
		Racionalización en el uso de agua		-	No	-	-	-	Si
	Reducción de carga de fuente puntual • Carga doméstica • Carga de turismo • Carga instalaciones sociales • Carga industrial y minera • Carga ganadera	Regulación de efluentes		-	No	-	-	○	Si
		Tratamiento de desagües		I+R	Si	5~10	Si	○	Si
		Tratamiento de desague de alto nivel		I+R	Si	5~10	Si	○	Si
		Tratamiento de evacuaciones en alto nivel		I+R	Si	5~10	Si	○	Si
		Tanque de purificación (individual)		I	Si	1~3	No	△	Si
	Tanque de purificación (Combinado)		I+R	Si	2~6	No	△	Si	
Reducción de fuente no puntual *1 Carga de Sólida *2	Reducción de carga no puntual								
	Reducción de carga no específica								
Dentro de los ríos afluentes	Prevención de flujo en época de lluvias	Reservorio de Regulación	I	Si	1~5	Si	△		
	Purificación Directa	Introducción a humedales		I	Si	1~3	Si	△	
		Tratamiento de suelos		I	Si	1~3	No	△	Si
		Canal de infiltración		I+R	Si	1+R	No	△	
		Filtración (ascendente)		I	Si	1~5	No	△	
		Sedimentación de cuerpos flotantes		I	Si	1~5	No	△	
		Canal de oxidación por contacto		I	Si	1~5	No	△	Si
		Aeración Directa		I+R	Si	1~5	No	△	
	Planta de Tratamiento de ríos		I+R	Si	1~10	Si	△		
	Eliminación de carga acumulada	Dragado de lecho ríos		R	Si	1~5	Si	△	Si
Dentro del lago y pantanos	Reducción de carga generada dentro de lagos y pantanos	Dragado del fondo		I+R	Si	1~6	Si	○	Si
		Covertura de todo lacustre (material interno de lago)		I	No	-	Si	△	
		Covertura de todo fondo (material externo de lago)		I	No	-	Si	△	
		Tratamiento para inactivación de sales nutritivas		R	No	-	No	△	
		Contramedida para piscicultura		-	No	-	-	-	Si
	Supresión de eutroficación (Contramedida contra estratificación) (Cambio de condiciones hidrográficas) (Reducción de concentración de sales) (Control de organismos) (Remoción de algas)	Medidas en la desembocadura		I	Si	3~5	Si	△	
		Separación de lago		I	Si	5~10	Si	△	
		Tratamiento por plantas flotantes		R	Si	1~3	No	×	Si
		Remoción de algas		R	Si	1~3	No	×	Si
		Tratamiento de insecticidas y herbicidas		R	No	-	No	×	Si
		Control de ecosistema		-	No	-	-	×	
		Introducción de agua purificada		I+R	Si	5~10	Si	○	Si
		Circulación artificial de agua de lago		I+R	Si	3~5	No	△	
		Aeración de capa profunda		I+R	Si	3~5	Si	○	
		Tratamiento por circulación de agua del lago (tipo banheado)		I+R	Si	3~5	Si	△	
	Inyección de oxígeno en la capa acuática de fondo		I+R	Si	1~5	Si	△		
	Incremento de agua subterránea		I+R	Si	3~5	Si	△		
	Descarga selectiva de las capas profundas		I+R	Si	3~5	Si	△		
Preservación de la costa lacustre	Costa lacustre tipo playa		I	Si	1~10	Si	×		
	Costa con vegetación		I	Si	1~10	Si	×		
*1 Método de reducción para cargas agrícolas (aplicabilidad, cambio de planta de cultivo, cambio de fertilizante químico, compost, y corrección de métodos agrícolas)			Leyenda						
*2 Método de reducción de cargas no específicos (control de deforestación, manejo forestal, limpieza de superficie de lago, medidas contra descargas rápidas, poza de filtración)			I :	Tipo de costo inicial		×	No conveniente		
			R :	Tipo de costo operacional		△ :	No evaluado totalmente		
			I+R :	Tipo combinado		○ :	Estable		
Del Manual del Ministerio de Construcciones									

Tabla S9.42 Tecnología de Mejoramiento Aplicable a la Cuenca del Lago Ypacarai

Localización	Contenido de la reducción de carga	Técnica de mejoramiento de calidad de aguas
Medidas en las fuentes de generación y descarga	Reducción de la carga generada de fuente puntual	<ul style="list-style-type: none"> Regulación de localización de industrias y viviendas ★ Mejoramiento del proceso de producción industrial ◆
	Reducción de la carga descargada de fuente puntual	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de tratamiento de efluentes industriales Grandes industrias: <ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento químico ● - Lagunas ● - Recuperación de capacidad operativa de instalaciones actuales ● Pequeña y mediana industria: <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas ● Mejoramiento del tratamiento de efluentes de fuente turística y mantenimiento conveniente de las instalaciones existentes ● Sistema de tratamiento de fuente doméstica <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de alcantarillados y plantas de tratamiento ★ - Mejoramiento de sistema de tratamiento individual (tratamiento por suelos) ● - Recolección de desagües con camiones cisternas ■ - Mejoramiento del sistema de tratamiento de San Lorenzo con la inclusión de sistema de aireación ◆ - Ejecución del tratamiento de lodos, secado al natural, plantas ◆
Medidas en las fuentes de generación y descarga	Reducción de la carga generada de fuentes no puntuales	<ul style="list-style-type: none"> Plan de uso de tierras teniendo en consideración la conservación de calidad de aguas ★ Conservación forestal (regulación de deforestación, manejo forestal) ◆ Aumento de zona forestal (reforestación) ★ Prevención de la introducción directa de evacuación ganadera hacia los ríos (establecimiento de zonas prohibidas de pastoreo, reforestación de las riberas fluviales) ★
Medidas en las fuentes de generación y descarga	Reducción de la carga generada de fuentes no puntuales	<ul style="list-style-type: none"> Prevención de la erosión de suelos de tierras de cultivo ★ Prevención de erosión de zonas urbanizadas y caminos (construcción de canaletas) ◆ Prevención de erosión de minas y canteras (pozas de sedimentación, muros de contención) ◆ Prevención de erosión de las zonas ribereñas ◆
Medidas en los ríos afluentes	Prevención de introducción de carga en época de lluvias	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de canales de derivación (Aguas abajo del Yuquyry) ■
	Elevación del porcentaje de purificación del lecho de ríos	<ul style="list-style-type: none"> Canal de oxidación por contacto (los ríos dentro de poblaciones) ■
	Eliminación de carga acumulada en el lecho de los ríos	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación de lodo y basura de lechos de ríos (Zonas estancadas cerca de fábricas y zona urbana) ●
Medidas en el lago	Reducción de carga en las desembocaduras de ríos	<ul style="list-style-type: none"> Conservación de humedales (Yuquyry y Pirayú) ● Ampliación de humedales (Pirayú) ★
	Reducción de carga directa de la costa	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación de basuras de la costa ● Conservación de la vegetación del perillago ●
	Control de la generación de la carga interna	<ul style="list-style-type: none"> Eliminación de hojas y algas muertas ●
	Control de carga retornada de los lodos del lecho lacustre	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de canalización con esclusas (río Salado) ■

Nota: ● Se debe ejecutar lo más pronto posible
 ◆ Deseable que se ejecute en 3 a 5 años
 ★ Deseable que se ejecute en 5 a 10 años
 ■ Se decidirá su ejecución después de un estudio sobre su factibilidad

contaminación del lago Ypacarai y a las condiciones socio-económicas de la cuenca, y antes bien es más importante desarrollar este tipo de técnicas.

4.2 Técnicas Aplicables a las Fuentes de Generación y Descarga

Para prevenir la contaminación de las aguas, es fundamental y efectivo, reducir la generación y descarga desde sus fuentes, y disminuir en lo posible la introducción a los ríos de los contaminantes. Para las fuentes puntuales, existen numerosas técnicas, pero para las fuentes no puntuales las técnicas efectivas son muy pocas.

4.2.1 Reducción de la Cantidad de Carga Generada por Fuentes Puntuales

1) Regulación de la localización de las industrias y viviendas

Como se mencionó en el capítulo II, la carga de origen industrial es bastante alto en las fuentes puntuales, por lo que si trasladamos las industrias fuera de la cuenca y/o no se permiten la instalación de nuevas industrias en la zona, la contaminación por carga industrial disminuirá sin falta. Sin embargo, estas medidas empeorará gravemente el problema de desempleo y el desarrollo económico de la región.

Es por esto que para las industrias actualmente existentes se propone obligatoriedad de las instalaciones de tratamiento de efluentes como las expuestas en el acápite 4.2.2 y la autorización para las nuevas industrias de las que sólo produzcan pequeñas cantidades de efluentes.

En cuanto a las viviendas, su desarrollo caótico y no regulado conlleva el aumento de erosión y aguas domésticas trayendo el empeoramiento de la calidad de los ríos y el lago. Como no existe ninguna razón para que la zona urbana del área metropolitana de Asunción crezca hacia la zona de la cuenca, sólo se deberá otorgar el permiso de la construcción de urbanizaciones que cumplan con los requisitos de instalar canaletas de aguas pluviales, asfaltado de caminos, creación de áreas verdes, instalación de plantas primarias de tratamiento de agua y otras condiciones similares.

2) Mejoramiento en el proceso productivo industrial

En cada tipo de industria, la producción de alta concentración de efluentes está definido en uno o varios procesos. Por ejemplo, actualmente gran cantidad de sangre extraída durante los procesos en los mataderos, es descargado directamente a los ríos. Como solución a este problema, se ha pensado recolectar esta sangre en recipientes para procesarla junto con los intestinos, para su transformación como alimentos.

Asimismo, el agua contaminada de alta concentración es generada en el proceso de destilación en las fábricas de licor, en procesos de desintegración de proteína disuelta en agua, limpieza y precipitación y de deshidratación después de la elutricación en las fábricas de almidón. Lo mismo se diría para el proceso de descongelamiento y calentamiento de materias primas en las fábricas de transformación de productos ganaderos.

Por tal motivo, es menester realizar una inspección general de todos los procesos adoptados en las fábricas existentes dentro de la cuenca con el fin de desarrollar una nueva tecnología que posibilite disminuir la generación de agua contaminada de alta concentración en cada proceso.

4.2.2 Reducción de la Descarga de Contaminantes por Fuentes Puntuales

1) Establecimiento del sistema de tratamiento de efluentes industriales

Casi todas las industrias existentes en la cuenca están descargando efluentes sin ningún proceso de tratamiento. Teniendo en consideración que la más grande contribución a la contaminación de fuentes puntuales es realizada por las industrias, el establecimiento de los sistemas de tratamiento de efluentes industriales es la más urgente medida que se debe tomar para la conservación de la calidad de las aguas.

En la cuenca existen 4 grandes industrias de refinación de aceites, cuya descarga de contaminantes ocupan de 40 a 80% de todas las descargas industriales. La planta de tratamiento de alto nivel de CAPSA, que fué construída en 1979 y con una capacidad diaria de

tratamiento de $5\text{m}^3/\text{h}$, que actualmente no funciona debido al desperfecto de una parte de su instalación. Por otro lado, ACEITERA ITAUGUA también tiene una planta de tratamiento químico de efluentes (aunque no se sabe la condición real), que funcionaba en un principio y que posteriormente fue suspendida su operación. Es necesario obligar la puesta en marcha de estas plantas lo más pronto posible. En el caso de CAPSA, se estima que aunque funcione la planta, la descarga de contaminantes tratada será todavía un 50% del total. por lo que es necesario además la instalación de lagunas para tratar los efluentes de baja concentración descargados en el proceso de lavado. En cuanto a las demás fábricas de refinación de aceite que no tienen ningún tipo de planta de tratamiento de efluentes, es necesario obligar, la pronta instalación de una planta con una capacidad semejante a la de CAPSA y de las lagunas.

La mayoría de las industrias medianas y pequeñas se dedican a la transformación de los productos agropecuarios, por lo que sus efluentes contienen alta concentración de materias orgánicas fáciles de descomponerse biológicamente. Por tal motivo, se recomienda instalar plantas de tratamiento tipo lagunas.

Existen dos tipos de lagunas: las aeróbicas (poza de oxidación) apropiadas para el tratamiento de efluentes de baja concentración, y anaeróbicas para efluentes de alta concentración. Al combinar ambos tipos incrementaría más su efectividad. El proceso de las lagunas consiste en utilizar el efecto purificador de los seres vivientes, por lo que no requieren de alto costo ni equipos especiales ni energía, y es fácil de mantener. Sin embargo, las lagunas aeróbicas requieren de terrenos extensos, y las lagunas anaeróbicas tienen la desventaja de desprender olores desagradables. Por ello es necesario tomar en consideración los factores de localización de las fábricas para su instalación.

Para las industrias medianas, es conveniente que se instalen sistemas simples como el de poza de oxidación.

Para el presente estudio se ha instalado planta modelo de poza de oxidación en un matadero con el fin de estudiar la capacidad de purificación. Lamentablemente no se ha podido obtener buenos resultados debido a que el agua contenía gran cantidad de sangre. Sin

embargo, según los resultados obtenidos en los Estados Unidos, donde se pueden observar varios casos de instalación de plantas similares, se ha logrado eliminar un promedio de 80 a 90% de BOD en las pozas de oxidación de poca profundidad, lo cual indica que éste constituye un método de tratamiento simple y eficaz para efluentes con alta concentración de materias orgánicas.

2) Sistema de tratamiento de las instalaciones turísticas

Actualmente, la mayor parte de los hoteles y clubes recreacionales tienen reservorios y tanques sépticos, aunque en su mayoría se encuentran sin mantenimiento ni operación adecuados. Por estar estas instalaciones cerca a la costa lacustre, el agua contaminada es descargada directamente al lago en caso de que dichas facilidades no funcionen en la debida forma. Y además, considerando que se está utilizando directamente el lago como un recurso comercial, es menester obligar a los hoteles y a clubes recreacionales el debido mantenimiento y operación de las instalaciones de tratamiento.

3) Sistema de tratamiento de efluentes domésticos

En la zona del estudio, el sistema de alcantarillado existe solamente en San Lorenzo y una parte de Luque, mientras que en los otros distritos utilizan en su mayoría pozas de absorción.

Cabe destacar que en las zonas urbanas ya existen problemas de falta de espacio para la construcción de nuevas pozas o de contaminación de aguas freáticas. Se preveé que el problema revestiría mayor gravedad a medida que vaya creciendo las zonas urbanas.

La mejor solución a este problema es mejorar el sistema de alcantarillados y plantas de tratamiento de desagües. Aunque CORPOSANA tiene planes de construcción de alcantarillados y plantas de tratamiento de agua residual en casi todas las localidades que cuentan con servicios de agua, estos planes no avanzan rápidamente por problemas en su financiamiento. La planta de tratamiento primario de aguas residuales de San Lorenzo (poza de oxidación con capacidad para 15.000 habitantes) se encontraba en

estado de abandono durante dos años debido a la falta de presupuesto de mantenimiento y operación.

Durante este período, el efluente doméstico, incluyendo el del servicio, estaba siendo descargado directamente al río San Lorenzo. La planta fué reparada y puesta nuevamente en marcha en diciembre de 1988. Además, existen zonas de difícil construcción por su terreno rocoso como San Bernardino.

Por estas razones podemos suponer que la implementación de los sistemas de desagüe en las zonas urbanas de la cuenca llevará mucho tiempo.

Mientras tanto, es necesario elaborar los métodos de tratamiento de efluentes domésticos, especialmente de las zonas urbanas, hasta que se instalen los alcantarillados. Uno de ellos es el de absorción al suelo realizado en el presente estudio, en cuya prueba se demostró que pese a la baja tasa de eliminación del N y P, alrededor de 90% del COD y BOD fué eliminado. Además no causaría contaminación de las aguas freáticas por cuanto la profundidad del sistema es menor a la poza de absorción, y desprendería olores desagradables. En cuanto al problema de la mala infiltración al cabo de un tiempo, se solucionaría con una constante limpieza, puesto que la profundidad del sistema alcanza a sólo 20 cm. Por tal motivo, se recomienda ir sustituyendo las pozas de absorción por este sistema, comenzando desde las pozas que se quedaron fuera de uso.

En tal caso, es conveniente instalar un sistema para varias viviendas, puesto que el terreno que ocupa es mayor al de una poza de absorción. Además, es necesario estudiar la posibilidad de adoptar el sistema de recolección de aguas fecales por camiones aspiradores para aquellas zonas donde no se puede aplicar el sistema de absorción al suelo debido a las inconveniencias del suelo y del nivel de aguas freáticas. En tal caso, se necesita separar las aguas fecales de las otras en un reservorio especial. Además también es necesario construir una planta de tratamiento de aguas recolectadas por camiones aspiradores.

4.2.3 Reducción de Carga de Contaminación de Fuentes No Puntuales

- 1) Prevención de la entrada directa a los ríos de las evacuaciones de los ganados en tierras de pastoreo.

En la cuenca, las tierras de pastoreo representa una extensión bastante apreciable, y según la cantidad de ganado existente (especialmente el vacuno), la generación de carga de contaminantes es mayor que la humana. Sin embargo, la carga de generación por superficie, no constituye ningún problema grave si se considera el sistema extensivo que caracteriza la ganadería en esta área.

Se estima que los contaminantes provenientes de los pastizales que entran al lago (incluyendo el área de humedales), alcanzan a un 20% del COD, 30% del TN y un 30% del TP, la mayoría de los cuales son evacuaciones no descompuestas descargadas en época de lluvias. Por lo tanto, es necesario tomar alguna medida para impedir la entrada de evacuaciones en los ríos por la lluvia.

Para prevenir esto, se recomienda establecer una franja prohibida de pastoreo, en los alrededores de las riberas del río y el lago, efectuando la forestación y el terraplenado en pequeña escala. Para que el sistema sea más eficaz, se recomienda instalar un canal de drenaje al interior del terraplén con el fin de conducir el agua contaminada proveniente del área de pastoreo en tiempo de lluvias a la poza de oxidación u otras instalaciones similares.

- 2) Prevención de la erosión del suelo en tierras de cultivo

Actualmente, las tierras de cultivo están siendo surcadas siguiendo el talud de cultivo, lo cual ocasiona erosiones en época de lluvias; afectando el rendimiento por sí sólo bajo, del suelo ácido. Las medidas radicales para prevenir la erosión de las tierras cultivadas es difundir el cultivo de surcos siguiendo las curvas de nivel. Sin embargo, la aplicación de tal método en la cuenca requiere realizar grandes movimientos de tierras y requiere largo tiempo para su implementación. Como medidas provisionales, se recomienda plantar vegetaciones para la contención de la erosión a lo largo de las curvas de nivel.

También se debe examinar el uso de materia orgánica para mejorar la permeabilidad de los suelos y así evitar su erosión por las precipitaciones. Si se pusiera en práctica el suministro de abono de lodo del que se expondrá con más detalle en acápite 4-5, se podría resolver fácilmente este problema. Por otro lado es necesario regular el uso de tierra de cultivos en zonas de pendientes mayores de 15°, ya que los terrenos con pendientes mayores a ésta, la erosión es bastante fuerte (Esta disposición se encuentra incluida en el Decreto Presidencial No 18831).

3) Prevención de la erosión en zonas de viviendas y en caminos

En el proceso de construcción de las viviendas y carreteras se produce gran cantidad de movimiento de tierras, las cuales, como son fuente importante de abastecimiento de sedimentos se debe revisar los métodos de construcción de estas obras para su prevención.

Gran parte de los caminos existentes, fuera de las rutas principales, están sin asfaltar, los cuales en fuertes lluvias se convierten en fuentes importantes de sedimentos, por lo que según lo permitan las condiciones de financiamiento es necesario asfaltarlos o empedrarlos, así como mejorar las canaletas de desagüe y forestar los lados de los caminos.

4) Prevención de la erosión de las canteras

Existen una buena cantera de arcilla blanca de la época Silúrica en la zona oeste de lago Ypacarai, asimismo, el lecho del Yuquyry contiene arcilla negra de la época Cuaternaria. Estos materiales están siendo explotados para su uso como materiales de cerámica y de ladrillos. La arenisca blanca de Paleozoico existente en la Cordillera de Los Altos (zona este del lago) tiene una demanda alta como piedra ornamental de construcción, motivo por el cual se está explotando en diversos lugares.

Las areniscas con juntas hexagonales distribuidas entre Areguá y San Lorenzo, las rocas ígneas que se encuentran dispersas en la cuenca, las piedras del conglomerado del Cretáceo distribuidas en la parte

oeste de la cuenca son materiales ampliamente utilizados en la construcción.

La figura S9.41 muestra la distribución de las zonas explotadas, en donde se han perdido la vegetación y formados taludes con grandes pendientes, las cuales originan grandes cantidades de sedimentos en épocas de lluvias. Para la prevención de esto es necesario realizar obras de retención y/o de pozas de arenamiento.

5) Prevención de erosión de las riberas de los ríos

Existen sólo algunos lugares con obras de protección de las riberas de los ríos; en época de inundaciones las zonas sin protección se convierten en generadores de sedimentos, especialmente podemos mencionar los ríos afluentes de la margen izquierda del Pirayú que cerca de su confluencia con el Pirayú están presentando erosiones significativas.

Es necesario que estos lugares se protejan con obras de concreto o de piedras. La construcción de represas para la erosión aguas abajo del río, para estabilizar el lecho del cauce es también efectivo.

4.3 Técnicas Aplicables en los Ríos Afluentes

Las técnicas de reducción de la carga de contaminantes aplicables en los ríos pueden ser clasificados en 3 métodos:

- ① Prevención de la introducción de las aguas en épocas de lluvias (cuando la carga es más grande)
- ② Construcción del by-pass de purificación
- ③ Eliminación del lodo y basura acumulada en el lecho del río

1) Instalación de un canal de descarga

La calidad de agua del río Yuquyry es mala en comparación a otros ríos, aún en los tiempos no-lluviosos, debido a la gran población que habita en su cuenca y por la existencia de fuentes de contaminación industriales. La descarga de contaminantes de dicho río, en tiempos

de lluvias, es extremadamente grande debido al incremento del caudal, sumado a la efluencia de carga acumulada en el lecho del río en tiempos no lluviosos, y a la efluencia de agua contaminada proveniente de reservorios domésticos e industriales.

Este problema se podría solucionar construyendo una compuerta y un canal de derivación hacia el río Salado antes de que el Yuquyry ingrese a los humedales, lo cual disminuiría notablemente la carga de contaminantes provenientes del Yuquyry en época de lluvia. Vea la Figura S9.94.

El caudal llega a su pico, en el río Yuquyry, de 12 a 24 horas después de la lluvia, no habiendo mucha variación en velocidad de flujo comparando con el tiempo normal. Tampoco varía mucho la calidad de agua entre la inundación y el tiempo normal, salvo el índice de SS. Por lo tanto, se podría disminuir premeditadamente la carga que entra al lago mediante una obra de derivación.

En épocas no lluviosas, el flujo seguiría el curso ordinario y no habría variación del nivel de las aguas del lago.

Esta obra de derivación debe ser estudiado detenidamente en el trazado de su ruta, forma de operación, forma de construcción y la influencia en los humedales del Salado.

2) Canal de oxidación por contacto

Este es una obra de by-pass y en el interior de este canal se colocan piedras grandes y medianas para que los microorganismos adheridos a éstas purifiquen el agua sucia.

El mantenimiento y operación de este tipo de instalaciones es fácil y tiene gran flexibilidad en la cantidad de carga; por lo que se consideran apropiadas para aplicar en los ríos de las zonas urbanas.

3) Eliminación del lodo y basuras del fondo de los ríos

Aguas abajo del río cercano a las fábricas de refinación de aceite y de transformación de alimentos se está acumulando lodos, algunas de las cuales están originando gases de metano y de sulfuro de hidrógeno. En las zonas urbanas la basura tirada a los ríos se están pudriendo y

expediendo malos olores. Esta situación origina el estancamiento de aguas, emisión de malos olores y el empeoramiento de la calidad de aguas.

Es preciso, por lo tanto, eliminar los lodos y las basuras del lecho de los cauces. Lamentablemente, en la actualidad, el servicio de recolección y disposición de las basuras de las zonas urbanas no es suficiente debido a la falta de presupuesto de los distritos. Además, la mayoría de las basuras se acumula en la cercanía de la planta de tratamiento de la cuenta, deteriorando el medio ambiente de las zonas circundantes. Se le debe atribuir mayor prioridad al mejoramiento del sistema de recolección de basura y a la construcción de una planta de tratamiento aprovechando los terrenos abandonados de explotación de sillar.

4.4 Medidas Aplicables al Lago

1) Eliminación de la basura y desperdicios de la costa lacustre

La basura que se introduce al lago directamente de la costa influye grandemente en la calidad del agua y su ecología, ya que no recibe ninguna acción purificadora de los ríos. Las riberas cercanas a las ciudades de San Bernardino y Areguá están notablemente sucias; además en San Bernardino frecuentemente se botan las basuras en los canales de drenaje.

Es conveniente disponer estas basuras y desperdicios, pero existen los mismos problemas que las basuras acumuladas en el lecho de los ríos descritos anteriormente. En San Bernardino, se dedica la mayor parte del presupuesto del distrito a la disposición de las basuras, y sin embargo, aún es necesario invertir para la construcción de una nueva planta de tratamiento.

2) Eliminación de algas y plantas acuáticas muertas

Las algas y plantas acuáticas en forma viva contribuyen a la purificación de las aguas; sin embargo, muertas representan contaminación orgánica.

La zona cercana a la salida del río Salado tiene un valor alto de COD a lo largo del año en comparación con otros puntos del lago. Esto se supone que se debe a que las plantas acuáticas y algas son llevadas por el viento y la corriente a este lugar para luego precipitarse y pudrirse en la zona. Esto está dando lugar al entrapamiento de la salida del agua del lago y aumentando el tiempo de retención de las aguas.

Las plantas acuáticas están distribuidas ampliamente en la costa, pero como gran parte de la planta muerta se reúne en la zona mencionada, es recomendable realizar periódicamente los trabajos de limpieza en dicha zona.

3) Dragado del lodo del lecho

Está demás decir que el concepto fundamental de la prevención de contaminación de agua está en combatir las fuentes de generación y descarga. Sin embargo, en los cuerpos de agua cerrados con cierta acumulación de materias orgánicas y sales nutrientes, en muchos de los casos, no mejora la calidad de agua simplemente porque se ha disminuido la carga de entrada. Esto es porque la carga generada del lecho lacustre activa la producción interna de las materias orgánicas (reproducción de fitoplancton).

En el caso del lago Ypacarai, además de tal eflujo, el levantamiento del material del lecho causado por la poca profundidad de las aguas constituye otro factor que empeora la calidad del agua. Por lo que el dragado del lecho sería efectivo para el mejoramiento de la calidad del agua; no obstante, se estima que la durabilidad del efecto es demasiado poco al considerar el costo que requiere el dragado. Además existen otros problemas como la turbiedad causada por los lodos levantados, disposición de los materiales extraídos, etc. y es necesario estudiar detenidamente esta medida antes de ponerla en práctica.

4) Instalación del portón en la desembocadura del río Salado. Esta es una medida que fue ingenjada inspirada en el hecho de que las lluvias torrenciales que dieron lugar los días del 13 al 16 de enero de 1988 y la consecuente alza del nivel de las aguas contribuyeron a limpiar completamente el lago. La medida consiste en instalar una

compuerta a la desembocadura del río Salado, con el que se detiene el eflujo de las aguas del lago, y una vez que las aguas llegue a un determinado nivel se abrirá la compuerta con el fin de descargar de golpe los lodos.

Por lo que aún en enero de 1988 no se había comenzado el estudio de las condiciones climatográficas, hidrográficas y de la calidad de agua, no existen datos precisos para explicar el mecanismo de tal fenómeno. El volumen de precipitación no fué algo extraordinario (según estimaciones basadas en los datos recogidos en el observatorio situado fuera de la cuenca, fueron de 150 a 200 mm en cuatro días); sin embargo, el alza del nivel de las aguas registró la máxima (según observaciones de la fuerza naval, fué 2.60 m sobre la superficie estándar). El 20 de enero, es decir, después de que las plantas acuáticas fueron arrastradas de la desembocadura del río Salado, el nivel de las aguas se redujo aceleradamente, quedándose limpio el lago. Por lo tanto, se dedujo que la purificación del lago se debió, más que a las lluvias torrenciales, a la descarga repentina de las aguas y lodos que contenían materiales contaminantes.

Al alzar el nivel de las aguas hasta 2.60 m sobre la superficie estándar, las riberas quedarían inundadas como lo fué en enero de 1988, por lo que es preciso excavar la desembocadura del río Salado (en enero de 1988, su profundidad era de 85cm) para instalar la compuerta. Por otro lado, es posible que las aguas transparentes favorezcan la generación de flor de agua, la cual causaría problemas en el proceso de purificación o desprendimiento de malos olores. Por lo tanto, es importante realizar, además de estudios básicos del mecanismo de contaminación del lago, experimentos con modelos o en el lago antes de poner en práctica dicha medida.

4.5 Técnica de Tratamiento de los Lodos

Como se ha visto hasta ahora, existen diversas técnicas de tratamiento y purificación de las aguas, todas ellas, en una forma y otra, descargan el lodo. El lodo producido en la planta de purificación de San Bernardino es retornado al lago, porque la planta carece de un sistema de tratamiento de lodos. La planta de tratamiento de aguas residuales de la fábrica de alcohol ubicada en Troche, fuera

de la cuenca, produce también lodos, que se acumulan al aire libre y que se descargan por las lluvias. En esta situación en la que las materias contaminantes eliminadas por las técnicas de tratamiento y purificación de aguas residuales vuelven a ser causantes de la contaminación de agua, habría que aplicar paralelamente las técnicas de tratamiento de lodos.

El método más sencillo de la disposición del lodo es secarlo al sol y enterrarlo. Sin embargo, éste tiene la desventaja de desprender olores desagradables en tiempos no lluviosos y las aguas residuales vuelven a salir a la superficie, es preciso escoger un terreno extenso ubicado fuera de la cuenca, deshabitado y de fácil acceso para la instalación de la planta de tratamiento de lodos.

Normalmente, los lodos contienen componentes reutilizables en la producción agrícola, tales como materias orgánicas, nitrógeno y fósforo. Una vez que se compruebe que no contienen metales pesados ni sustancias tóxicas, se podría transformar en abonos, concentrándolos y deshidratándolos. En el caso de Paraguay, se podría producir materias de mejoramiento del suelo ácido utilizando cal, que es el único mineral explotable en el país, como coagulante. Sería posible instalar la planta de producción de abonos (composts), una vez que se asegure la obtención constante de una determinada cantidad de lodos.

Como se ha mencionado, la cuenca tiene un suelo fuertemente ácido y con bajo contenido de materia orgánica, por lo que este lodo tratado convenientemente y ofrecido a bajo costo puede servir para mejorar la agricultura intensiva del cultivo de hortalizas y frutas para el abastecimiento del área metropolitana.

Existen varios métodos de transformación de lodos en abonos (composts), y es conveniente adoptar un sistema de fácil mantenimiento y que utilice mucha mano de obra.

4.6 Prioridad de la Aplicación de las Técnicas de Conservación de Calidad de Agua

En los artículos 4-2, 4-3 y 4-4 hemos revisado todas y cada una de las técnicas aplicables en la cuenca y sus problemáticas. Por cuanto no es posible realizar todas ellas en el plan de conservación de calidad de agua, hemos estudiado la prioridad de aplicación tomando en consideración la efectividad, posibilidad de

obtención de recursos económicos y la necesidad de elaborar nuevas disposiciones legales.

Para calcular cuantitativamente el efecto de cada una de las técnicas es necesario realizar experimentos o simulación de contaminación mediante modelos de alta confiabilidad. Sin embargo, por cuanto en el presente no contamos con estos datos, hemos procedido a estudiar la prioridad en base a la tasa de contribución de descarga y entrada según fuentes de contaminación obtenida mediante los resultados de investigación de las fuentes de contaminación y de la situación real de los lagos y ríos. Normalmente la implementación de las medidas contra las fuentes no puntuales requieren gran inversión y muestran poca efectividad, por lo que se les dará mayor prioridad a las medidas para combatir las fuentes puntuales. Asimismo, se les dará mayor prioridad a las medidas contra aquellas fuentes de contaminación que tendrán una fuerte contribución en el futuro.

La posibilidad de obtención de recursos económicos se estudió en base a la dimensión de los gastos que requiera su aplicación. El recurso económico deberá, como regla general, obtenerse dentro del país. Sin embargo, en caso de que se pueda obtener alguna cooperación financiera internacional para algunas medidas específicas, se le dará mayor preferencia a este proyecto.

En cuanto al aspecto legislativo, se les dará mayor prioridad a aquellos proyectos que se podrán implementar al hacer uso adecuado de la legislación vigente, por cuanto no tendrá la necesidad de esperar a que se establezcan otras disposiciones legales. Mientras tanto, las técnicas que requieren de una nueva legislación, tardarán en ser aplicadas.

En la Tabla S9.42 se han clasificado las técnicas aplicables en la cuenca en cuatro diferentes niveles según los siguientes criterios, tomando en cuenta los aspectos mencionados.

- ① Técnicas que deberán ser aplicadas a la mayor brevedad posible
- ② Técnicas deseables de ser aplicadas en 3 a 5 años
- ③ Técnicas deseables de ser aplicadas en 5 a 10 años
- ④ Técnicas que requieren de un cuidadoso estudio antes de ser aplicadas.

CAPITULO V

Plan de Uso de Tierras Considerando la Conservación de Calidad de Agua

5.1 La Necesidad del Plan de Uso de Tierras

Como se indica en la figura S9.51, de las cargas de contaminantes que entran al lago (incluyendo los humedales), las provenientes de fuentes no puntuales constituyen un 31% del COD, un 55% del TN y un 70% del TP. Generalmente, el patrón del flujo de las lluvias y el volumen de contaminantes generados y descargados varían según la situación de uso de tierras. De ello se deduce que para reducir la carga de contaminantes provenientes de las fuentes no puntuales, es indispensable usar adecuadamente las tierras de la cuenca.

Actualmente ni el Estado ni los Distritos tienen un plan concreto del uso de tierra de la cuenca del lago Ypacarai. Desde el punto de vista de la conservación de calidad de agua es deseable elaborar, a la mayor brevedad posible, un plan de uso de tierra de la cuenca. Para ello, es necesario recopilar las informaciones relacionadas a la situación actual del uso de tierra, la futura demanda, el nivel ambiental que descan alcanzar los habitantes, etc. Actualmente por la insuficiencia de estos datos, es difícil elaborar un plan bien fundamentado, por lo que en el presente informe se ha sugerido una idea básica como un ejemplo de uso de tierra. (Ver la Figura S9.51).

5.2 El Plan Básico del Uso de Tierras de la Cuenca

1) Zonas urbanas

De acuerdo a la tendencia actual, la zona metropolitana de Asunción se irá expandiendo a lo largo de la cuenca del arroyo Yuquyry y de la carretera nacional #2. Los agentes inmobiliarios suponen que en los próximos veinte años la urbanización avanzará desde la ciudad de Asunción hasta llegar a Ypacarai. Por otro lado, el programa de mejoramiento de la carretera nacional #3 que se extenderá desde Asunción hacia el norte, acelerará la urbanización de las zonas comprendidas hasta Limpio. De ello que es necesario apresurar el

mejoramiento de la infraestructura social capaz de mantener el buen nivel ambiental (incluyendo la calidad de agua) de las urbes, teniendo en cuenta la tendencia de la urbanización de las áreas mencionada.

Esto implica asafaltar los caminos para prevenir la descarga de sedimentos producidos por el desarrollo de urbanizaciones, mejoramiento de canales de drenaje y arroyos (incluyendo la construcción de cámara preliminar de sedimentación, poza de regulación), creación de zonas verdes, regulación de efluentes domésticos y la construcción de facilidades de disposición de basura y alcantarillados. Se recomienda, asimismo, obligar a las fábricas y empresas la instalación de facilidades de tratamiento de eflujos y restringir el establecimiento de fábricas que usen gran cantidad de agua.

2) Zonas rurales

Actualmente se extienden tierras de cultivo en los cerros de la cuenca del río Yuquyry. Estas zonas, por su cercanía a la gran urbe, deberían de desarrollarse como principales abastecedores de verduras y frutas frescas para los habitantes de las zonas urbanas. Sin embargo, el suelo de estas zonas, además de ser arenoso y ácido cuyo rendimiento es bajo, es seriamente erosionado en tiempos lluviosos, por lo que se recomienda fomentar el mejoramiento de suelo mediante obras preventivas de flujo de sedimentos. Actualmente es difícil producir verduras de buena calidad en verano cuando la temperatura es alta y la precipitación es baja. Sin embargo, se logrará estabilizar la producción de vegetales al mejorar la calidad de las aguas del arroyo y aprovecharlas para la irrigación de las tierras cultivadas.

Como medidas de mejoramiento de suelo, se recomienda aplicar el abono de lodos; y para la prevención de erosión, plantar vegetales a lo largo de la curva de nivel, mejoramiento de canal de drenaje agrícola, construcción de cámara preliminar de sedimentación y pozas de regulación. Actualmente no se usan insecticidas ni fertilizantes en cantidades que puedan originar algún tipo de problema, y es menester seguir orientando y supervisando la agricultura para evitar el uso excesivo de fertilizantes e insecticidas con fuerte efecto residual.

3) Zonas forestales

Los bosques de las montañas tienen gran efecto de retención de aguas de lluvia y capacidad purificadora de contaminantes contenidos, mientras que las áreas forestales de las margenes de los ríos muestran gran efecto preventivo de la entrada de sedimentos y materias contaminantes. Además es deseable crear zonas verdes de una determinada extensión alrededor de las zonas recreativas para conservar el paisaje y su amenidad.

En la Figura S9.52 podemos observar la clasificación de los bosques en la Zona Grande de Forestación creada con el fin de promover la formación de fuentes de agua, en la Línea Forestal para la conservación de calidad de agua del arroyo y en la Zona Verde creada con el fin de incrementar el valor recreativo del área. Como se expuso en 1-1, en estos últimos años se han reducido notablemente las áreas forestales en las fuentes de aguas de la cuenca del lago Ypacarai, por lo que es deseable asignar las tierras cultivadas y praderas de estas zonas como áreas de reforestación.

En caso de incentivar la reforestación, es necesario difundir conocimientos sobre las ganancias futuras que generarán las mejoras.

4) Praderas

El uso más efectivo de la cuenca del arroyo Pirayú donde la capa del suelo y la vegetación son pobres, es designar esta zona como praderas. Sin embargo, por cuanto la entrada de aguas fecales de los ganados en el arroyo Pirayú en tiempos de lluvia constituye una causa de contaminación inignorable, es deseable promover la conservación de las áreas forestales existentes a ambas orillas, crear terraplén o una franja de vegetación entre estos arbustos y el arroyo y prohibir el apacentamiento de los ganados en sus alrededores.

5) Zonas recreativas

Actualmente, se concentran establecimientos recreacionales de alta categoría tales como hoteles, clubes recreacionales, quintas y restaurantes en San Bernardino, al este del lago Ypacarai. Esta zona podría atraer turistas del interior y del exterior del país si se

completara más las facilidades de dichos establecimientos y si incluyera los humedales del río Salado como un recurso turístico.

Por otro lado, Areguá que se ubica al oeste del lago ha perdido la vivacidad de una ciudad recreacional para los ciudadanos de Asunción, de la que gozaba tiempos atrás. Sin embargo, este municipio además de ubicarse en la cercanía de la capital Asunción, tiene playas adecuadas para el baño en el lago y produce artículos de artesanía característicos. Por ello, se podría esperar un gran desarrollo como una base recreativa popular, diferente a San Bernardino, al proveer de las facilidades adecuadas para ello.

Por otro lado, Ypacarai, donde se hallan iglesias históricas, se ubica en medio de San Bernardino y Areguá, y por ser un centro de producción de artículos de cuero, constituye un potencial de una nueva zona turística.

Por ello, se asignó a esta zona que comprende estos tres municipios como zonas recreativas. Sin embargo, para lograr el desarrollo de la zona sin deteriorar la calidad de agua del lago, es necesario determinar un organismo responsable de controlar el medio ambiente asignando dicho cuerpo de aguas y sus orillas como terreno público, y mejorar la infraestructura necesaria para la conservación del medio, tales como servicios de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas negras y de basuras, etc. Asimismo, al crear una extensa zona verde en la falda de los montes, no sólo se lograría prevenir la erosión sino también se crearía hermoso paisaje apropiado para una zona recreacional como ésta.

6) Zonas de conservación

Como se ha expuesto en 1.3, los humedales de la cuenca baja del arroyo Yuquyry contribuyen en gran medida a la eliminación de los contaminantes que entran al lago. Pese a que no se ha comprendido aún cuantitativamente el efecto purificador de los humedales de aguas abajo del arroyo Pirayú, sin lugar a duda, éstos juegan un papel importante en la purificación del agua. La pérdida de estas zonas, por lo tanto, aceleraría la contaminación del lago. Por otro lado, los humedales del río Salado deberían ser conservados como un recurso turístico, no sólo por su hermosura de paisaje sino porque constituye

una zona adecuada para la observación de las diferentes especies de aves. Por lo tanto, se desea asignar las cuencas que abarcan desde los humedales del arroyo Yuquyry hasta del río Salado como zonas de conservación, donde se prohibirá el desarrollo de las actividades que deterioren su función y reduzcan su valor natural.

Los bordes de los ríos y del lago son otras zonas que, al igual que los humedales, necesitan especiales consideraciones para su conservación. La vegetación riberaña de los lagos disminuye la fuerza erosiva de las olas y también absorbe los nutrientes existentes en el agua previniendo la eutroficación del lado. Por otro lado, es importante, también, la existencia de ésta para la subsistencia de diversas especies de peces.

Los bordes de los ríos y del lago son otras zonas que, al igual que los humedales, necesitan especiales consideraciones para su conservación. La vegetación ribereña de los lagos disminuye la fuerza erosiva de las olas y también absorbe los nutrientes existentes en el agua previniendo la eutroficación del lago. Por otro lado, es importante, también, la existencia de ésta para la subsistencia de diversas especies de peces.

La playa de arena también tiene un alto efecto purificador de las aguas, además de servir para diversas actividades recreativas.

La Figura S9.53 muestra la situación actual de las orillas del lago Ypacarai. En términos generales, la naturaleza de esta zona se ha conservado en buen estado debido a que no se han realizado todavía grandes números de construcciones. Es deseable crear, en el curso de los próximos años, zonas de conservación del medio ambiente de una determinada extensión entre las zonas recreativas y el lago, prohibiendo totalmente terraplenar o construir muros verticales al lago y descargar basuras y otras materias contaminantes en él.

5.3 Flujo de Trabajo para la Elaboración del Plan Concreto de Uso de Tierras

Para la elaboración del plan concreto de uso de tierras del lago Ypacarai debe ser estudiado detalladamente por parte de Paraguay. Como referencia se ha propuesto en la Figura S9.54 el flujo de trabajo para tal efecto.

El flujo está constituido por los siguientes procedimientos:

- I Estimación de la futura demanda de tierras en base al crecimiento de población e industria en la zona metropolitana de Asunción.
- II Estudio de posibilidad de uso de tierras considerando el valor como recurso y las limitaciones impuestas para la conservación de calidad de agua.
- III Establecimiento de las divisiones de uso de tierras de acuerdo a los factores de localización.
- IV Promulgación de legislación y establecimiento del organismo administrativo que implemente el uso de tierras.

A continuación se enumerará el contenido de los trabajos que constituyen los puntos del 1 al 12 indicados en la Figura.

- (1) Estimar la futura población y el volumen de la industria de la zona metropolitana de Asunción.
- (2) Evaluar la potencialidad de uso de tierras de cada distrito que constituye la zona metropolitana y la adaptabilidad por el cambio de uso.
- (3) Estudiar la estructura urbana futura y el sentido del desarrollo, para la elaboración del lineamiento de uso de tierras de la zona metropolitana y del mejoramiento de las vías de comunicación.
- (4) Ordenar las tareas relativas al mejoramiento y la conservación de áreas circundantes.
- (5) Estimar la futura población y el volumen de la industria en la cuenca del lago Ypacarai, y estudiar el rol y la función que debe cumplir para el beneficio de la zona metropolitana de Asunción.
- (6) Calcular la superficie de las tierras a ser utilizadas (con fines industriales y habitacionales) en la cuenca del lago Ypacarai, para estimar la superficie de tierras que se deben convertir para la utilidad humana.

- (7) Evaluar las condiciones de regulación de uso de tierras de acuerdo al mecanismo de contaminación de agua del lago Ypacarai y sus medidas de prevención, elaboradas en base a los resultados obtenidos por el presente estudio.
- (8) Establecer las condiciones de regulación de uso y desarrollo de tierras de las cuencas y subcuencas de los afluentes del lago Ypacarai, y estimar el volúmen potencial de desarrollo.
- (9) Elaborar un plan alternativo de distribución de tierras por cada subcuencas, en base a la demanda de tierras calculado en (5) y el potencial de desarrollo estimado en (8).
- (10) Evaluar los factores de localización de cada subcuenca (factores naturales y sociales) y evaluar la conformidad del uso actual de tierras.
- (11) Elaborar un proyecto de uso de tierras en base al plan de distribución de terrenos más adecuado. Coordinar las divisiones del estado de uso de tierras con el lineamiento socio-económico, para definir los diferentes niveles de meta como proyecto.
- (12) Estudiar las diferentes medidas para orientar el establecimiento de diversas facilidades en la cuenca, la conversión de tierras conforme al plan de uso de tierras. Es menester, en especial, estudiar con cuidado el contenido de la legislación relativa a uso de tierras, ya que de ella depende la eficacia del plan.

Además de lo anterior, es necesario efectuar una evaluación de la ejecución del plan de uso de tierras, comparando el costo necesario para su ejecución y el costo que se generaría en caso de no realizarlo.

CAPITULO VI

Legislación Relativa a la Conservación de las Aguas

6.1 Legislación Japonesa

Como referencia para la elaboración de la legislación respectiva, se expone brevemente la legislación japonesa existente.

La administración del medio ambiente de Japón está constituida por dos pilares principales: la prevención de contaminación y la conservación de la naturaleza. La primera se basa en el código de prevención de contaminación. Dicho código establece como contaminación todo aquel ensuciamiento de aire, agua y suelo, ruido, vibración, asentamiento de suelos, malos olores producidos por las actividades del hombre y que son perjudiciales a la salud y al medio ambiente. Para esta prevención se dispone las normas que deben cumplir los empresarios, organismos estatales y las entidades públicas regionales (el establecimiento de normas de contaminación, regulación de materiales contaminantes y uso de tierras, planificación de prevención, subsidios a las entidades ejecutantes, establecimiento de los organismos ejecutores, asistencia a los afectados, solución de los conflictos y otros).

Las normas del medio ambiente según tipo de cuerpos de aguas públicas indicadas en el cuadro S9.32, han sido especificadas dentro del código mencionado, bajo la observación de ir revisando constantemente en base al criterio científico.

En este código al principio existía la prescripción de la armonización de la conservación del medio ambiente con la forma correcta del desarrollo económico; sin embargo, se suprimió esta disposición por estar sujeto a que se interpretase como una priorización de desarrollo económico sobre la conservación. En una etapa posterior, se agrega este código la necesidad de la protección de la vegetación y otras formas naturales de vida como una parte de la conservación ambiental.

Las diferentes medidas establecidas dentro del código de prevención de contaminación están especificadas concretamente en cada legislación. Por ejemplo, el código de prevención de la contaminación de agua es uno de los códigos de ejecución en el que se establece las normas de calidad de agua de los efluentes

industriales y empresariales en cuerpos públicos de agua, las regulaciones penales en caso de incumplimiento de dichas normas, las inspecciones de calidad de efluentes que deben realizar los empresarios, etc. El código sostiene, asimismo, la necesidad de regular el nivel de concentración de cada efluente y en casos de cuerpos de agua cerrados por su descarga total de contaminantes.

Además existe el régimen de evaluación de la influencia al medio ambiente para la conservación ambiental en forma global, incluyendo la de la calidad de agua. Este régimen fué establecido para regir los grandes proyectos que realiza o autoriza el Estado, mediante el cual se evalúa de antemano la influencia que puede tener un proyecto sobre el medio ambiente, pudiendo el Estado, restringir la ejecución del proyecto en caso de que éste pueda ocasionar graves problemas para el ambiente, tomando en cuenta también las opiniones de la comunidad.

Conforme a este régimen, los empresarios deben preparar un informe de evaluación de la influencia del proyecto sobre el medio ambiente y su presentación a la comunidad, así como recopilar y presentar las opiniones de los habitantes locales y de las entidades autónomas, para la obtención de la autorización del proyecto.

Para disminuir los contaminantes originados por las fuentes no puntuales, es indispensable hacer uso adecuado de las tierras, y para ello se han elaborado el código de planificación urbana, así como el código de prevención de zonas verdes en los suburbios de la capital. Estas legislaciones restringen el desarrollo de las zonas que necesitan regular su uso con el fin de conservar el ambiente, a cambio de otorgar bajos impuestos sobre inmuebles; y obligan a los propietarios que quieran vender sus tierras, preguntar, antes de buscar otro comprador, a las entidades públicas si quieren o no comprarlas.

6.2 Legislación Relativa a la Conservación Aguas en el Paraguay y sus problemas

Como se ha visto en la legislación japonesa, para promover las medidas de conservación de la calidad de aguas mediante legislación es necesario:

- ① Precisar el organismo de control de calidad de agua con el fin de establecer claramente las normas para la prevención de contaminación de agua.
- ② Precisar los datos numéricos fundamentados de las normas de calidad de cuerpos públicos de agua y de los efluentes.
- ③ Establecer un sistema de evaluación pública preliminar para aquellas actividades que puedan ocasionar graves problemas ambientales como es la descarga de contaminantes.
- ④ Establecer algún tipo de medidas favorables para fomentar el uso planificado de tierras e instalación de las facilidades de purificación de agua.

Estos puntos se exponen en detalle a continuación.

1) Organismo de control de calidad de agua

Los cuerpos de agua de uso general público deben tener un organismo que administre su uso ya que se corre el peligro del empeoramiento del ambiente. Por esta razón, en Japón se estableció como cuerpos de agua públicos, los ríos, lagos, puertos y las costas, cuya calidad de agua es supervisada bajo la responsabilidad de las entidades públicas de cada región, teniendo éstas la obligación de publicar los resultados de las inspecciones realizadas.

Sin embargo, como en el Paraguay no existe todavía la conciencia generalizada y estabilizada del uso de un cuerpo de agua público, ni se tiene precisado el organismo responsable de control de calidad de los ríos y de los lagos. Estando sólo especificado los organismos responsables de la zona en donde se tiene establecida alguna facilidad (por ejemplo, ANNP se responsabiliza de la administración de los puertos y bahías, así, el Ministerio de Obras Públicas y los distritos, de los ríos en donde existen puentes), sin que caiga la obligación de supervisar la calidad de agua y el medio ambiente en ellos. Como consecuencia, frecuentemente las riberas de los ríos y de los lagos son utilizados con fines privados o se tiran las basuras y contaminantes en estas zonas.

Es necesario, por ello, precisar los organismos responsables de la administración de medio y establecer las normas de la conservación del ambiente en forma global, incluyendo la calidad de los cuerpos de agua públicos.

El organismo de control de la calidad de agua es, necesario también en las fuentes de contaminación, por lo menos es necesario establecer el responsable de control de efluentes en las industrias con más de 50 m³/día de efluentes. Este responsable de control de efluentes es conveniente que tenga un título otorgado por el Estado, luego de recibir el entrenamiento correspondiente.

2) Establecimiento de normas de calidad de agua.

Se recomienda establecer lo más pronto posible las normas de calidad de agua del lago Ypacarai y de sus afluentes como cuerpos de agua públicos, en base al criterio expuesto en 3.3 y los resultados obtenidos por los futuros estudios.

En cuanto a la regulación de la calidad de agua de eflujos es necesario establecer diferentes normas según el tipo de las actividades, tomando en cuenta las normas establecidas para los cuerpos de agua públicos y la situación actual de la descarga de contaminantes. Existen dos tipos de regulación de eflujos: por el nivel de concentración y por la descarga total de contaminantes, aplicando uno de ellos o ambos, según los organismos responsables del control. Para los cuerpos de agua cerrados donde los contaminantes se acumulan fácilmente, en comparación a los ríos y el mar, la aplicación de normas por descarga total de contaminantes tiene más efectividad.

3) Evaluación preliminar de la descarga de materiales contaminantes e inspección posterior.

Como principales actividades que descargan los materiales contaminantes en los cuerpos de agua públicos están el uso (explotación) de tierras como fuentes no puntuales, y establecimiento de fábricas y empresas como fuentes puntuales.

En Paraguay ni el gobierno ni los distritos tienen el poder efectivo para regular la explotación de tierras o establecimiento de fábricas y

empresas, y como consecuencia de ello, se ejecutan los proyectos de desarrollo no planificados como desmonte de zonas forestales, construcción de terrenos de viviendas, etc. que afectan la calidad de agua.

La ley No.836 del Código Sanitario, promulgada en 1980, establece la prohibición de la descarga de contaminantes en lugares públicos y recreacionales (artículo 80), asimismo su descarga en fuentes de agua potable, industrial, agrícola y recreacional (artículo 83), encargándose esta responsabilidad en el Ministerio de Salud; sin embargo, las fábricas continúan evacuando a los ríos y lagos los eflujos contaminantes que expiden malos olores y que afectan gravemente la vida de los habitantes locales.

Para prevenir esto, es menester realizar una evaluación preliminar, antes de explotar las tierras o establecer fábricas o empresas, sobre las influencias que sus actividades podrían ejercer al medio ambiente y, otorgar al estado y a los distritos el poder de restringir la ejecución de tales proyectos. Para dicha evaluación sobre la influencia al medio ambiente, se recomienda adoptar un sistema en que puedan participar, además de los empresarios y los representantes de los organismos estatales para el control ambiental, los representantes de la comunidad y de las entidades regionales, así como los especialistas en la contaminación ambiental.

4) Establecimiento de diferentes medidas favorables

Para disminuir la descarga de los materiales contaminantes provenientes de la cuenca, es necesario instalar las plantas de purificación y tratamiento de aguas negras, así usar las tierras en forma conveniente y adecuada.

La instalación de estas facilidades requiere de una suma considerable, por lo que al obligar a las fábricas y a las empresas su instalación, es conveniente tomar algunas medidas que favorezcan a los empresarios, tales como el rebaja de impuesto u otorgamiento de subsidios.

Por otra parte, para promover el plan de uso de tierras tomando en cuenta la conservación de calidad de agua, se debe regular la explotación de tierras. Este plan recobraría más eficacia si se

tomaran medidas favorables como otorgamiento de rebaja de impuesto de inmuebles para los bosques y humedales que tienen alto efecto purificador de agua.

6.3 Situación Actual de Regulación Legislativa y Normas de Calidad de Agua en los Países del Sudeste de Asia

En este artículo presentaremos a grandes rasgos las disposiciones legales relativas a la conservación de agua y las normas de control de calidad de agua de los diferentes países del sudeste de Asia donde, al igual de Paraguay, la contaminación de agua se ha convertido en uno de los problemas más serios en estos últimos años.

1) Taiwan

En Taiwan se clasifican los ríos, lagos, pantanos, estanques artificiales y los mares en seis grupos según el uso que les dá, determinando sus respectivos niveles de normas de pH, D0, número de coliformes, BOD, SS y otros. Asimismo, se determina el standard de calidad de aguas descargadas para cada cuerpo de agua. Los efluentes descargados de las fábricas e industrias son supervisados y regulados por los organismos administrativos centrales y distritales de acuerdo a las disposiciones legales para prevenir la contaminación de agua.

Las fábricas y las industrias deben obtener la autoridad de los organismos administrativos para descargar sus efluentes, y debe admitir en cualquier momento la ejecución de las inspecciones de los organismos administrativos. En caso de que se haya encontrado alguna infracción por parte de las industrias y fábricas, la autoridad puede obligar a éstas a que complementen y mejoren sus facilidades y/o paren la operación. También existen disposiciones relativas a las multas.

2) Filipinas

En Filipinas se clasifican los cuerpos de agua, incluyendo las aguas fréaticas, en doce grupos determinando sus respectivos grados de normas del medio ambiente y de los efluentes. Las normas de los efluentes descargados de las fábricas de producción de fécula,

procesamiento de carne y refinación de aceite, cuya concentración del BOD supera a 3.000 mg/lit., son relativamente moderadas. Para los cuerpos de agua que se utilizan como fuentes de agua de consumo doméstico, se han determinado las normas más estrictas prohibiendo totalmente la descarga de efluentes domésticos e industriales. Cabe destacar que en Filipinas se ha establecido el sistema de control del medio ambiente, y las normas de evaluación de calidad de agua están regidas por dicho sistema.

3) Tailandia

En Tailandia se clasifican los cuerpos de aguas superficiales en cinco grupos, determinando sus respectivos grados de normas de pH, DO, BOD y número de coliformes. Asimismo, se han establecido las normas de control de materias tóxicas comunes en casi todos los cuerpos de agua. Tailandia cuenta con un sistema de control del medio ambiente, lo cual obliga a realizar evaluaciones preliminares de la influencia al medio ambiente para todas las actividades del desarrollo, y presentar un informe de evaluación bien preparado para aquellas actividades de explotación a gran escala.

4) Malasia

Las fuentes de contaminación de agua más grande en Malasia son las fábricas de hule natural y aceite de palmas, y sus medidas constituyen una tarea importante. (En este aspecto, se asemeja con la situación de las fábricas de refinación de aceite vegetal de la cuenca del lago Ypacarai). Se han determinado los diferentes grados de las metas de las normas de control de los efluentes descargados por ambas industrias, que se deberán alcanzar de aquí a unos cuantos años. En caso de que no se pudiese cumplir las metas propuestas, las fábricas tendrán que parar la operación al siguiente año. En cuanto a otras industrias y aguas residuales, se han determinado normas ordinarias para su control. En caso de que no se haya cumplido dichas normas, el infractor deberá pagar una multa para obtener la autorización para continuar la operación.

CAPITULO VII

Difusión de la Idea de Conservación de la Calidad de las Aguas

7.1 Lineamientos Fundamentales de la Conservación

El concepto que obstaculiza la difusión de la conservación del medio ambiente en muchos países, es aquel que sostiene que la inversión en la conservación del medio ambiente retarda el crecimiento económico, y dado que la conservación del ambiente y el desarrollo económico no se dan conjuntamente, habría que sacrificar la inversión en la conservación si se quiere priorizar el mejoramiento de nivel de vida del pueblo.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que elevado hasta cierto punto el nivel de vida de la población, la demanda para las buenas condiciones ambientales crece, y que cuando se quiera lograr esto, por la naturaleza casi irreversible del medio ambiente, las condiciones demandadas se han perdido o se necesitaría una gran inversión para su recuperación. La sobreutilización del recurso natural en determinadas regiones o países también puede traer el empeoramiento de regiones o países vecinos siendo necesario la inversión en la conservación consiguiente.

Para evitar esta situación, es necesario que se comprenda que a largo plazo, el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente no son contradictorios ya que el medio ambiente es un bien público de naturaleza irreversible y un recurso de uso limitado, siendo necesario que todos los usuarios contribuyan, de acuerdo al grado de uso, en la inversión para la conservación.

Hasta ahora en el Paraguay con respecto al agua, casi todas las fábricas e instalaciones descargaban sus efluentes directamente a los ríos, realizándose la autopurificación natural de éstas; sin embargo, en la década del 70 se notan el agravamiento de la calidad de aguas en la zona metropolitana de Asunción y sus alrededores, habiendo sobrepasado la capacidad autopurificadora de los ríos. Por otro lado, se debe tener en cuenta que a mediano o largo plazo no se puede continuar descargando efluentes sin ningún tratamiento de la ciudad de Asunción que tiene más de 500.000 pobladores a un río internacional como el Paraguay.

Es necesario que cada capa de población sienta la necesidad de que el mantenimiento de un bien público como el agua, se necesita de una inversión que debe ser costeada.

7.2 Puntos Principales de Difusión por Sectores

Las ideas expuestas en el anterior párrafo deben ser difundidas en diversas formas y actividades de acuerdo a cada sector.

1) Los responsables de administración de fábricas e instalaciones.

Según lo expuesto en el párrafo 1.2, el 80 al 90% de la carga de los efluentes de fuentes puntuales son de origen industrial que son, en la gran mayoría, descargados sin tratamiento.

Aunque la gran parte de la carga de contaminantes son eliminados en los humedales, esta gran concentración está trayendo la contaminación en los ríos, los efectos de malos olores y la disminución de los efectos purificadores de los humedales.

Aunque las instalaciones turísticas descargan menor cantidad de contaminantes que las industriales, éstas descargan directamente al lago, además de que como son las que directamente obtienen beneficio del medio ambiente natural incluyendo el lago, la responsabilidad de estas instalaciones es grande.

Por lo tanto, es necesario que cada responsable de las fábricas e instalaciones turísticas-recreacionales adquieran conciencia de que es un deber ineludible de ello tomar las medidas necesarias para disminuir en lo más posible la descarga de contaminantes, ya que son parte de los principales causantes del empeoramiento de la calidad del medio ambiente.

2) Pobladores de la cuenca en general

La población de la cuenca en general tienen derecho al uso de un buen recurso natural, por eso debe adquirir conciencia acerca de la conservación del medio ambiente y comprender la necesidad de regulaciones y penalidades para los infractores de éstas.

3) La administración pública

Como en el Paraguay todavía no se ha avanzado tanto la destrucción del medio ambiente como en el Japón, Europa o Estados Unidos, todavía no se ha dado gran importancia a la conservación del medio ambiente como para las otras actividades. Sin embargo, el problema del medio ambiente irá adquiriendo mayor importancia año a año.

Para la planificación y la implementación de las medidas de conservación, es necesario obtener la colaboración de los ministerios de Agricultura, Salud, Industria y Comercio, Educación, Obras Públicas y Comunicaciones, Secretaría de Planificación Económica, los municipios y otros organismos relacionados. Por otro lado, se tiene que reunir el personal técnico de otros organismos si se tiene la intención de establecer un organismo especializado de la administración del medio ambiente.

Es importante que los funcionarios relacionados comprendan el significado y la característica integral de la política de conservación del ambiente.

4) Estudiantes

Los estudiantes de todos los niveles, en el futuro tendrán un papel que desempeñar como poblador, funcionario o trabajador de fábricas, por lo que es importante la inclusión en las currículas de estudio los temas locales del medio ambiente, así como los problemas ambientales a nivel mundial.

7.3 Métodos de Difusión

Teniendo en consideración los métodos de difusión utilizados en diversos países, a nivel mundial, se han seleccionado los métodos posibles de aplicar en el Paraguay.

1) Distribución de folletos

Se pueden editar diferentes tipos de folletos explicativos de los resultados del presente Estudio y distribuir en las escuelas, organismos públicos, iglesias, etc.

2) Realización de seminarios y conferencias

La realización de seminarios y conferencias en las escuelas, iglesias, universidades, por personas especializadas que toque del tema de conservación.

3) Confección de programas especiales para la televisión

Aunque es difícil, especializado y costoso la confección de un programa de este tipo, el efecto que se obtendría sería muy grande.

4) Establecimiento de la semana de medio ambiente y confección de carteles

Las Naciones Unidas estableció el 2 de junio, el día de medio ambiente, con el fin de despertar y elevar la conciencia mundial del tema. En el Paraguay hay distritos que organizan simposios y otros eventos acerca del problema ambiental, no obstante, el interés general del pueblo es todavía bajo.

5) Complementación del curriculum educativo para las ciencias del medio ambiente.

La educación sistemática de las ciencias ambientales en las escuelas significa, a la larga, una actividad más efectiva para despertar el interés del pueblo frente a este problema. El Ministerio de Educación de Paraguay ha elaborado un curriculum educativo de las ciencias ambientales en 1970, y un curriculum para profesores sobre el tema, en base a los cuales, actualmente se lleva a cabo la enseñanza de ciencias ambientales en forma sistemática, a través de los cursos de historia, ciencias sociales y educación higiénica.

Es conveniente continuar complementando y perfeccionando el curriculum con el fin de elevar el nivel de enseñanza, y se recomienda incluir las prácticas de observación e investigación del ambiente

regional por los mismos educandos. En caso de que se logre realizar este tipo de prácticas en forma continua, las escuelas jugarían un rol importante como organismo de monitoreo de los estudios ambientales.

6) Colocación de cartelones educativos

En todas las obras de conservación que se vayan implementando, se deben colocar carteles explicativos de la idea y descripción de la obra.

CAPITULO VIII

Fortalecimiento de los Organismos Relacionados con la Conservación de la Calidad de Aguas

8.1 Organización de la Administración de la Conservación de la Calidad de Aguas en los Diversos Países.

En 1970, los Estados Unidos creó la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), encargándose de la problemática de la contaminación del aire, aguas, desechos, insecticidas agrícolas, radioactividad y otros. Esta Agencia tiene la responsabilidad de establecer los estándares de los efluentes, corriendo la implementación de las medidas de contaminación a cargo de cada Gobierno de Estado, la EPA que cuenta con un presupuesto grande, apoya económicamente a los gobiernos de cada Estado en la implementación de las medidas, realizando además diversas investigaciones por el variado y numeroso personal técnico con que cuenta.

En la Inglaterra existe el Ministerio de Medio Ambiente que no sólo se encarga de las medidas de contaminación y protección natural, sino también establece las políticas y planificación de uso de tierras, autorización de construcción de viviendas, implementación de servicios de agua y alcantarillado, disposición de desechos, conservación de patrimonio histórico y otras.

La Dirección de Administración del Agua que es parte de este ministerio se encarga de la administración por cuencas de los servicios de agua y desagüe, control de efluentes industriales, administración de ríos, etc.

En Alemania Federal, el problema del medio ambiente que era administrada por el Ministerio del Interior, debido a los diversos problemas surgidos como la lluvia ácida, contaminación de Rhin, accidente del Chernobyl, se creó el Ministerio del Ambiente, Protección Natural y Seguridad Nuclear. También existe la Agencia Federal del Medio Ambiente que realiza las investigaciones científicas y técnicas para apoyar las políticas de conservación ambiental, realizando además los estudios e investigaciones ambientales.

En Francia, el Ministerio del Ambiente fué establecido en 1971, realizando las investigaciones y recopilación de datos sobre el medio ambiente, medidas contra la contaminación y protección natural. Sin embargo, los

estándares de efluentes son determinados por cada fábrica por la Dirección de Construcción o de Industrias de cada departamento como parte del permiso de uso o construcción.

En el Japón, la Agencia del Medio Ambiente se creó en 1971, en el mismo año que Francia; esta Agencia se dedica al establecimiento y promoción de las políticas básicas de protección de la contaminación ambiental (del aire, aguas suelo, ruido, vibraciones, asentamiento de suelos, malos olores) y la protección del ambiente natural, siendo responsabilidad de cada ministerio y municipio relacionado la implementación de las medidas.

La Agencia del Medio Ambiente se encarga de establecer las normas ambientales, elaboración de las leyes de regulación de cada tipo de contaminación, planificación y promoción de medidas, subsidios a instituciones, asistencia a afectados, resolución de reclamos o problemas y otros.

8.2 Características de la Organización Para la Administración del Medio Ambiente Deseable Para el Paraguay

Para la elaboración e implementación de una política de conservación de un determinado cuerpo de agua, es necesario implementar las medidas en los procesos de generación, descarga e introducción teniendo en cuenta las condiciones naturales y socioeconómicas.

Es difícil elaborar una política armoniosa si se tomara en cuenta las exigencias de cada una de las organizaciones administrativas divididas según los tipos de actividades. Es por eso que es deseable tener un organismo independiente que elabore la política de conservación por cuencas como lo realizan la Dirección de Administración de Agua en Inglaterra.

Sin embargo, es difícil coordinar armoniosamente los proyectos entre una organización independiente como ésta y las demás organizaciones existentes, incluyendo el problema de asignación de presupuesto, pudiendo correr el riesgo de quedarse estancados los proyectos a ser promovidos. Por lo tanto, es conveniente que a la organización que se encargue la administración del ambiente, le sea otorgado la autoridad y la iniciativa de coordinar los trabajos con otras organizaciones. Ello dependerá de la posición que ocupe dicha organización dentro del gobierno y, por consiguiente, la asignación del personal y presupuesto.

En el Paraguay, actualmente no existe un organismo promotor de administración de calidad de agua por cuencas. Los organismos relacionados con la conservación de agua se pueden mencionar SENASA del Ministerio de Salud que se hace cargo del abastecimiento de agua potable, saneamiento básico, orientación técnica de poblaciones menores de 4.000 habitantes, y también la sanidad alimenticia, control de efluentes industriales, protección de agua, aire y suelos; CORPOSANA que se hace cargo del abastecimiento de agua y servicios de desagüe doméstico en poblaciones con más de 4.000 habitantes; el INTN del Ministerio de Industria y Comercio que se encarga de orientar y promover técnicas de tratamiento de efluentes industriales; la Universidad Nacional de Asunción, de la investigación tecnológica y, el ANNP que elabora la política de construcción de puertos y realiza investigaciones hidrológicas e hidráulicas respectivas. Asimismo, varios ministerios están íntimamente relacionados con el problema de la conservación de calidad de agua, tal es el caso del Ministerio de Agricultura en cuanto a la conservación de suelo y uso de insecticidas y fertilizantes; el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones con relación a la construcción y creación de caminos, parques y zonas verdes y la SFN en la administración de zonas forestales. Además la STP que propone una política de conservación ambiental desde el punto de vista socio-económico y el MEC juega un rol importante en la difusión del concepto de conservación de agua.

Se considera necesario crear una organización con facultad y poder descritos anteriormente, que se encargue de resolver el problema de contaminación de agua desde su raíz con la colaboración de las diferentes organizaciones que, actualmente, desarrollan sus actividades en forma individual.

En la mayoría de los países, esta función se encuentra a cargo de un organismo estatal, por cuanto necesita de suficiente facultad y financiación. En caso de Paraguay, sin embargo, se podría estudiar la posibilidad de crear una entidad paraestatal para la elaboración y realización de las medidas de conservación de aguas del lago Ypacarai y su cuenca, puesto que ya existen organizaciones privadas que han venido tratando de resolver dichos problemas y además se podría contar con el apoyo financiero de las actividades turístico-recreacionales. Se recomienda, también que este organismo tenga participación de los investigadores de las universidades cuya colaboración es indispensable. En todo caso, la característica de dicha organización deberá ser decidida por la parte paraguaya.

8.3 Las Tareas a realizar por la Oficina de Administración de Aguas de la Cuenca del Lago Ypacarai

Las tareas que debe asumir la Oficina de Administración de Aguas de la Cuenca del Lago Ypacarai que poseerá la función y autoridad mencionadas anteriormente son:

- ① Desarrollo de los estudios básicos necesarios para la elaboración del plan de conservación de calidad de agua.
- ② Desarrollo de las actividades de difusión de los conocimientos referentes a la conservación de calidad de agua.
- ③ Elaboración de leyes y códigos necesarios para la implementación de las medidas de conservación de calidad de agua.
- ④ Desarrollo de las actividades en favor de la conservación de calidad de agua.
- ⑤ Promoción de las actividades de desarrollo y difusión de la tecnología de tratamiento y purificación de aguas residuales.
- ⑥ Desarrollo de las actividades de capacitación y formación de técnicos de conservación de calidad de agua.
- ⑦ Realización de supervisión de calidad de agua de los cuerpos de agua y de fuentes de contaminación.
- ⑧ Obtención de recursos humanos y financieros necesarios para la implementación de estas tareas.

El presente estudio ha contribuido en gran medida a la realización del ①; sin embargo, todavía quedan diversos problemas no solucionados, por cuanto el período de estudio fue corto (1 año). En cuanto se refiere al punto ④, como se han expuesto los detalles en el Capítulo IV, es necesario seleccionar los servicios que convendrían ser públicos. El punto ⑥ tiene por objetivo el elevar el nivel de los técnicos del control del medio ambiente.

A continuación se enumerarán en grandes rasgos el contenido de cada componente:

- ① Desarrollo de los estudios básicos necesarios para la elaboración del plan de conservación de calidad de agua.
- a. Estudio del mecanismos de contaminación y pronóstico de calidad de agua.
 - Estudio de calidad de agua y materias de lecho del lago y los canales fluviales
 - Observación del clima, caudal del río y nivel de agua del lago y la cuenca
 - Experimento acerca de los factores hidrográficos y de contaminación del lago
 - Estudio del método de pronóstico de calidad de agua
 - b. Estudio de la relación entre la calidad de agua y la salud humana y problemas del uso de agua
 - Estudio acerca de la salud de los usuarios del agua del lago y de los canales fluviales
 - Recolección de datos referentes a las sustancias tóxicas y las enfermedades
 - Estudio acerca de la relación de la calidad de agua y problemas de infiltración en el proceso de purificación
 - Análisis del balance de la calidad de agua y el costo de purificación
 - c. Estudio acerca de la aplicabilidad de las técnicas de tratamiento y purificación de agua
 - Estudio del estado actual del proceso de producción y el tratamiento de efluentes en cada empresa
 - Estudio del estado actual de las actividades productivas y la administración de cada empresa

- Elaboración del método de tratamiento de desagües domésticos más adecuado a cada zona urbana
 - Estudio sobre los problemas de la instalación de canal de derivación del arroyo Yuquyry
 - Estudio sobre los problemas de la instalación de poza de oxidación por contacto
 - Estudio y experimentos sobre los problemas de la instalación de compuertas en la desembocadura del Río Salado
- d. Elaboración del plan de uso de tierras
- Estudio de la situación actual de los precios de los terrenos y de la propiedad
 - Estudio de la demanda de uso de tierras
 - Selección de las zonas de conservación
- e. Establecimiento de normas de calidad de agua
- Revisión de las normas provisionarias de calidad de agua de los cuerpos de agua públicos
 - Establecimiento de normas de efluentes
- f. Análisis del beneficio/costo de las medidas de conservación de calidad de agua
- Estimaciones de los costos que requieren la implementación de las diferentes medidas
 - Evaluación económica del efecto externo
- ② Desarrollo de las actividades de difusión de los conocimientos referentes a la conservación de calidad de agua.
- Preparación y distribución de folletos
 - Organización de seminarios y cursos de capacitación

- Planificación de programas de televisión
 - Confección de carteles y establecimiento de la semana de medio ambiente
 - Revisión de curriculum educativo de las ciencias ambientales
 - Instalación del jardín de agua
- ③ Elaboración de leyes y códigos necesarios para la implementación de las medidas de conservación de calidad de agua.
- a. Leyes relativas al mantenimiento y mejoramiento de la calidad de agua de los cuerpos de aguas públicos.
 - Selección de cuerpos de aguas públicos
 - Selección de responsables del control del medio ambiente de cada cuerpo de agua público
 - Establecimiento de normas de calidad de agua y del sistema de monitoreo de cada cuerpo de agua público
 - b. Leyes relativas a la regulación de eflujo de materias contaminantes
 - Obligación de control de eflujo en cada empresa
 - Normas y sistema de monitoreo de eflujo
 - c. Leyes relativas a la regulación de uso de tierras
 - Sistema de evaluación preliminar
 - Sistema de evaluación de la influencia del proyecto sobre el medio ambiente
 - d. Leyes relativas a los impuestos y subsidios
 - Subsidios y descuento de impuesto por la instalación de plantas de tratamiento de eflujo
 - Descuento de impuesto por uso específico de tierras

- ④ Desarrollo de las actividades en favor de la conservación de calidad de agua
- Mejoramiento de alcantarillados y plantas de tratamiento de aguas residuales de las zonas urbanas
 - Mejoramiento de plantas de tratamiento de lodos y de basuras
 - Mejoramiento de cauces (reforestación y obras de protección de márgenes erosionados)
 - Servicio de extracción y disposición de lodos y basuras del lecho de los cauces.
 - Servicio de recolección y disposición de lodos y basuras de las márgenes de los cauces.
 - Servicio de eliminación de algas y plantas acuáticas muertas del lago (alrededor de la desembocadura del río Salado)
- ⑤ Promoción de las actividades de desarrollo y difusión de las técnicas de conservación de la calidad de agua
- Desarrollo y difusión de las técnicas relacionadas al incremento de la capacidad de lagunas
 - Desarrollo y difusión de las técnicas relacionadas al incremento de la capacidad de sistema de absorción al suelo
 - Desarrollo de las técnicas de transformación de lodos a abonos (composts).
- ⑥ Desarrollo de las actividades de capacitación y formación de técnicos en conservación de calidad de aguas
- Organización de conferencias para especialistas en control de calidad de aguas
 - Realización del examen de licencia para especialistas en control de calidad de aguas

- ⑦ Realización de supervisión de calidad de aguas de los cuerpos de agua y de fuentes de contaminación
 - Selección de puntos de inspección (fuentes de contaminación, ríos y lago) de la calidad de agua
 - Establecimiento de método de extracción de agua y su análisis
 - Mantenimiento y operación del laboratorio
- ⑧ Obtención de recursos humanos y financieros necesarios para la implementación de las medidas de conservación de calidad de agua

8.4 El Organismo Central de Administración y la División de Trabajos con las Otras Instituciones Relacionadas

Es todavía prematuro, desde el punto de vista de recursos financieros, humanos y de coordinación con otros organismos, la creación inmediata de una nueva institución con las características y funciones descritas en el Capítulo 8.1. Sin embargo, como organismo de contrapartida para el presente Estudio, se creó un equipo integrado por el STP, INTN, SENASA, CORPOSANA, ICB, ANNP y otros, por lo cual creemos que es realístico plantear la conversión de esta Comisión en una Oficina de Administración de la Cuenca del Lago Ypacarai con personal y funciones reforzados.

En las primeras etapas, como sería difícil conseguir suficientes recursos humanos y presupuestos, se dedicaría principalmente a la planificación y promoción, complementando progresivamente las funciones y los recursos humanos recibidos de los organismos existentes que tienen estrecha relación con la conservación del medio ambiente y la calidad de agua, formándose finalmente un organismo que tenga capacidad de ejercer proyectos por su propia cuenta.

CAPITULO IX

Costo de Construcción de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Como se ha expuesto en el Capítulo II, las medidas de conservación de calidad de agua se dividen en medidas "hard" que constituye la complementación de plantas de purificación de agua, y en medidas "soft" como la elaboración de las disposiciones legales, actividades educativas y difusión del concepto de conservación de agua, etc. En este capítulo hemos estimado los costos de construcción de los principales sistemas de las medidas "hard", por cuanto las otras son difíciles de determinar su cotización. Sin embargo, como en Paraguay no hay una planilla de precios decisiva relativa a las obras públicas, estas cifras fueron calculadas en líneas generales en base a los costos de construcción que requirió la construcción de las plantas de prueba del presente estudio, y en la planilla de precios de construcción de 1988.

9.1 Lagunas

El pozo de oxidación instalado en el matadero de Aregua como parte del presente estudio, fue diseñado para eliminar el 50% del BOD de 6 m³ al día. Consta de tres pozos en grada, cada uno con una profundidad del 1m (el volumen total es de 108m³), equipados de pozo de precipitación, filtro y bombas y aspersion para crear el estado aeróbico como tratamiento preliminar (Ver la Figura S9.91). El tiempo de retención es aproximadamente de 18 días.

El costo de construcción de lagunas como ésta (incluyendo los pozos anaeróbicos), cuya estructura es simple y no requiere de las facilidades secundarias, depende casi en su totalidad de su capacidad, y ésta varía, a su vez, según el volumen, calidad de las aguas crudas y el nivel de calidad efluentes que se quiera alcanzar (para mayor detalles, véase el Informe Suplementario S-8).

El total del costo de construcción que requirió la planta de prueba fue de \$4.960, y sus detalles están indicados en la Tabla S9.91. De ello, se podría deducir que el precio unitario de la construcción de pozo de oxidación con las mismas especificaciones es de 50\$/m³.

Table S9.91 Detalles sobre Costos de Construcción de una Laguna de Oxidación

Items	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Monto (US\$)	Observaciones
Excavación	4	110 m ³	440	
Ladrillos	2	150 m ³	300	
Terraplén	3	80 m ³	240	
Colocación de Losa	6	5 m	30	
Impermeabilización	4	150 m ²	600	Alquitranado
Bomba (1.5HP)	830	3	2,500	para Aeración
Abastecimiento de Agua			850	3 fases, 220V
Total			4,960	

Volumen de Poza: 108m³

9.2 Tratamiento por absorción al suelo

El equipo de prueba instalado en la Comisaría de Areguá como parte del presente estudio, fue diseñado con el fin de tratar los efluentes domésticos, cuyo volumen de tratamiento es de 600 litros/día y su tasa de absorción es de $7,8 \times 10^3$ cm/s. El equipo consta de dos tuberías porosas de cloruro de vinilo cuyo diámetro mayor es de 100 mm y longitud de 10 m, un tanque séptico de aproximadamente 3 m³ de capacidad efectiva y de un recipiente divisoria (Figura S9.92). Las tuberías porosas de cloruro de vinilo se utilizan alternativamente para mantener la efectividad de absorción del suelo.

El costo de construcción del sistema de tratamiento por absorción al suelo varía proporcionalmente según el largo de la tubería de cloruro de vinilo, y ésta, a su vez, depende del volumen de efluentes domésticos y las características del suelo (tasa de absorción), (Para mayor detalles, véase el Informe Suplementario S8). De acuerdo al volumen de agua consumida de las ciudades de Paraguay y a las características del suelo distribuido en la cuenca, se estima que el largo de la tubería de cloruro de vinilo por habitante es de 1 ~ 1,5 m, y por lo tanto en caso de una familia de cinco integrantes, se necesitan de tuberías de 5 a 8 m.

El total del costo de construcción del sistema de prueba fue de \$410, cuyos detalles se indican en la Tabla S9.92. De acuerdo a sus resultados, se estima que el precio unitario del sistema es aproximadamente de 20\$/m, y por lo tanto, el costo por una familia de 5 integrantes sería de 100 a 150 dólares. Este precio sería más barato en caso de construir un sistema por grupos de domicilios.

Table S9.92 Detalles sobre Construcción de un Sistema de Tratamiento por Infiltración en Suelos

Items	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Monto (US\$)	Observaciones
Excavación	4	30 m ³	120	
Ladrillos	2	20 m ³	40	
Colocación de Tuberías	6	30 m ³	180	PVC, $\Phi = 100\text{mm}$
Backfill	2	25 m ³	50	
Impermeabilización	4	5 m ²	20	Alquitranado
Total			410	

Largo Efectivo de la Zanja: 20m

9.3 Sistema de Recolección de Aguas Fecales por Camión Aspirador

Actualmente se recolectan aguas fecales por camión aspirador en algunos municipios de la cuenca. Sin embargo, este servicio no se ofrece en cada zona, sino por empresas privadas, además que las aguas fecales recolectadas son descargadas al río o en terrenos desocupados sin ningún tipo de tratamiento.

En el presente capítulo se ha estimado el costo necesario para la recolección de aguas fecales como medida de tratamiento de efluentes domésticos en aquellas zonas donde no se puede implementar el sistema de absorción al suelo debido a las características del suelo.

Suponiendo que la población beneficiaria sea de 3.000 habitantes (600 familias), las aguas fecales generadas de 2 lit./persona/día y que se recolecta una vez en cada dos meses, en un municipio que se sitúa a 15 km de la planta de tratamiento, mediante camiones aspiradores con tanques de 6.000 lit., se calcula

que se necesitan cuatro camiones tomando en cuenta las horas laborales que requieren la recolección y transporte de efluentes. En caso de que estos camiones sean adquiridos de Japón, el precio unitario en el local sería de \$ 70.000 aproximadamente.

Por otro lado, los gastos necesarios para poner en función a los cuatro camiones por un año, se estiman que son de \$18.000 a \$20.000 para combustible y mantenimiento, y de \$16.000 a \$18.000 para gastos personales de cuatro choferes, dos asistentes y doce empleados.

En caso de aplicar el sistema de recolección de aguas fecales por camión aspirador, se necesita además, instalar reservorios especiales para aguas fecales en cada domicilio. Asimismo, es necesario construir plantas de tratamiento para no deteriorar el medio ambiente descargando estos efluentes a los ríos y terrenos desocupados sin tratamiento.

Tabla S9.93 Detalles sobre Costos de Operación de un Sistema de Recolección de Aguas Negras por medio de Camiones Cisternas

Items	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Monto (US\$)	Observaciones
Gastos de Personal				
Operario	5	960 MD	4,800	MD: H × D
Asistente	4	480 MD	1,920	
Peón	3	2,880 MD	8,640	
Mantenimiento de Carros				
Combustible y Grasa	3,600	4	14,400	
Reparaciones	360	4	1,440	
Seguros; etc	500	4	2,000	
Total			33,200	por un año

4 Camiones Cisternas

9.4 Servicio de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

En el Artículo 4-2 se ha expuesto que el servicio de alcantarillado no está muy difundido en la cuenca del lago Ypacarai y que no hay buena perspectiva en el futuro para la implementación del programa de mejoramiento debido a los problemas presupuestales. CORPORSANA ha elaborado planes de mejoramiento de servicio de alcantarillado y calculado el costo de construcción que se requiere. No obstante, son todos planes por municipio y aún no se ha elaborado un programa general para la cuenca.

Como se ha expuesto en 1-1 y 1-2, las zonas urbanas de la cuenca están creciendo aceleradamente, siendo notable esta tendencia en la cuenca del arroyo Yuquyry. Por lo tanto, es más conveniente para la futura urbanización, contruir un nuevo sistema de alcantarillados en toda la cuenca que complementar el servicio de alcantarillado existente en cada zona urbana.

En el presente estudio se estimaron los costos necesarios para el plan de construcción de dos alcantarillas principales a ambas orillas del lago topográficamente bajas, y de plantas de tratamiento de aguas residuales instaladas a sus extremos (Figura S9.93).

La alcantarilla principal al este del lago será trazada desde el extremo sur de San Bernardino hasta la planta de tratamiento construida a la márgen derecha de aguas abajo del río Salado por una distancia aproximada de 20 km, mientras que la alcantarilla oeste será instalada desde Ypacarai hasta la planta construida al norte de Luque, atravesando Aregua, por una distancia aproximada de 30 km. De acuerdo a la topografía de las zonas que se extienden a lo largo de la ruta, se instalarán diez bombas en su camino. Por otro lado, para las plantas de tratamiento se adoptará el sistema de pozo de oxidación especificado en el Artículo 9-1, cuya escala será de 8.000 m de acuerdo a la población beneficiaria.

Se ha estimado que el costo total construcción será de \$4.030.000, cuyos detalles están indicados en la Tabla S9.94. La construcción de alcantarillas consiste en enterrar caños de barro cocido de 250 mm de diámetro, cuyo costo de construcción varía mucho de acuerdo al lugar y la calidad de terreno.

Tabla S9.94 Detalles sobre Costos de Construcción de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Cuenca

Items	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Monto (US\$)	Observaciones
Colocación de Losa				$\phi = 250\text{mm}$
Area de rocas	85	20,000 m	1,700,000	
Area de Arenas y Gravas	30	30,000 m	900,000	
Planta de Tratamiento	50	8,000 m ³	400,000	Lagoon
Estación de Bombeo	10,000	10	100,000	
Otros Gastos			930,000	30%
Total			4,030,000	

Población para tratamiento: 3,000

Además de esto, es necesario estimar los costos de construcción de alcantarillas secundarias que unen los domicilios y municipios con las alcantarillas principales.

9.5 Canal de Derivación

La construcción del canal de derivación tendrá por objetivo el reducir la carga del lago, conduciendo las aguas del arroyo Yuquyry al río Salado en tiempos de inundación. A la entrada del canal se instalará una divisoria para que las aguas del arroyo entren al lago por cauce normal en tiempo ordinario, por lo que la instalación del canal vertedor no presentará ninguna variación en el nivel de agua del lago.

En la Figura S9.95 se indican la ubicación y la estructura del canal vertedor. El cuerpo de presa del canal vertedor será de terraplén con una pendiente de talud de 1:2, y se colocarán gaviones en la talud. Su longitud será aproximadamente de 8 km. La divisoria de agua será de concreto con un ancho de 5 m.

Tabla S9.95 Detalles sobre Costos de Construcción del Canal de Control de Inundaciones sobre el Arroyo Yuquyry

Items	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Monto (US\$)	Observaciones
Presa de Derivación				
Colocación de Concreto	40	55 m ³	2,200	
Encofrado	15	140 m ³	2,100	Largo: 8km
Dique de Tierra				Mining, Transportation, Material etc.
Terraplenado	10	480,000 m ³	4,800,000	
Cilindro de Alambre	6.5	16,000 m	104,000	
Trabajo Temporal			490,400	
Total			5,398,700	

Volumen de Poza: 108m³

El costo total de construcción estimado es aproximadamente de \$16.000.000, cuyos detalles se indican en la Tabla S9.95. Por lo que la obra principal es terraplenado, el costo total de la obra varía considerablemente de acuerdo a su precio unitario. Según estimaciones del presente estudio, el precio unitario de terraplenado es de \$30 por cada m³ incluyendo los costos de materiales, explotación y transportación, tomando en consideración que los materiales disponibles en la localidad son arenosos y difíciles de compactar.

9.6 Plantas de Tratamiento de Efluentes para las Fábricas de Refinación de Aceite Vegetal

Aquí nos referiremos solamente que el costo total de construcción de la planta de tratamiento químico (actualmente fuera de operación) de efluentes de alta concentración instalada en CAPSA de Capiata en 1979 fue de \$200.000 en esa época.

Esta planta fue diseñada para purificar hasta 1.000 mg./lit. de aguas crudas con una concentración de 9.000 mg/lit. de BOD, y su capacidad de tratamiento es de 5 m³ por hora. El proceso de tratamiento consiste en: 1)

Separación y eliminación de grasa mediante mezcla de ácido sulfúrico, 2) neutralización mediante mezcla de cal, 3) flocuración y precipitación mediante mezcla de sulfato de aluminio, y 4) descarga de supernatante y secado de lodos precipitados.

En un principio parecía tener previsto instalar pozo de oxidación a dicha planta de tratamiento químico con el fin de purificar, además, las aguas tratadas con una concentración de 1.000 mg./lit de BOD. Sin embargo, este pozo nunca fue construido.

CAPITULO X

Beneficios Socio-económicos de las Medidas de Conservación de Aguas

Como se explicó en el capítulo 8.3, para que las medidas de conservación de aguas tengan apoyo de la población y pueda ejecutarse sin contratiempos, es necesario demostrar que los beneficios de inversión de la implementación de las medidas supere las pérdidas por no implementar las medidas. En este caso, el beneficio debe incluir los efectos económicos originados sin pasar por los mercados (externalidad).

Como por el momento no existen suficientes datos para realizar un análisis cuantitativo de beneficios (incluyendo la externalidad) que se originarían al implementar las medidas de prevención de la calidad de agua, se expondrán los beneficios socio-económicos cualitativos que se derivarán del plan.

El valor socio-económico de una forma sana de las aguas en cuanto a la cantidad, calidad y flujo de las aguas de lagos y ríos se pueden enumerar como:

- ① Valor utilizable como recurso de fuentes de agua potable, industrial y agrícola.
- ② Valor utilizable como recurso ambiental para gozar una vida agradable para personas y animales (incluyendo la comodidad como zonas turístico-recreacionales y la conservación del territorio nacional sin originar inundaciones y erosiones).

Consecuentemente, los beneficios de las medidas de conservación serán como consecuencia del mantenimiento de estos dos valores.

Como se ha expuesto en el capítulo 3.2, el lago Ypacarai y su cuenca todavía no ha sido suficientemente utilizado, y por consiguiente, no se han originado todavía serias influencias a la salud de los habitantes locales ni tampoco el empeoramiento del medio ambiente ha llegado hasta tal grado de deteriorar gravemente su ecosistema. Por tal razón, es posible que el beneficio actual sobre los costos sea menor; sin embargo, el beneficio potencial para las próximas generaciones serán grandes.

A continuación se explicarán detalladamente los beneficios que originarían la implementación de medidas de conservación:

1) Reducción de gastos de purificación y tratamiento de aguas negras.

Al mejorar la calidad de agua de los ríos y lagos, se reducirán los gastos de purificación en las instalaciones que abastecen el agua potable. Actualmente en la cuenca, sólo CORPOSANA abastece el agua del lago a 1.095 viviendas de San Bernardino utilizando el agua superficial. Sin embargo, como se explicó en el capítulo 3.1, si dentro de diez años el volumen de abastecimiento de agua creciese en dos ó tres veces mayor, el beneficio que traería mediante la reducción de los gastos de purificación sería considerable.

El empeoramiento de calidad de agua implica la instalación de facilidades de tratamiento de aguas negras en las fuentes de contaminación, disposición de basuras y materias contaminantes y lodos acumulados en el lecho de los ríos y lagos. Los gastos de mantenimiento y operación de estas facilidades, al igual que las plantas de purificación, se incrementa de acuerdo al empeoramiento de la calidad de agua. Esto quiere decir que el mejoramiento de la calidad del agua significa menores gastos de este índole.

2) Reducción de gastos médicos de los habitantes

En las zonas donde no cuentan con el servicio de acueducto como Ypacarai, existen muchos casos de enfermedades en los niños como consecuencia de haber bebido el agua de extraída de un pozo contaminado por efluentes domésticos. Según los estudios de SENASA, el 8.4% de la mortandad en 1980 a 1982 fue a causa de la diarrea u otras trastornos intestinales. La solución a la contaminación de aguas freáticas implica reducir las enfermedades causadas por éstas y, por lo tanto, reducir los gastos médicos de los habitantes.

3) Reducción de gastos veterinarios de los ganados e incremento de su valor comercial

La ganadería constituye la industria principal de la cuenca del lago Ypacarai. El agua contaminada ocasiona graves problemas en el

pastoreo, causando diarrea en los ganados perdiendo éstos el peso. La solución del problema de diarrea de los ganados mediante el mejoramiento del agua, contribuiría no sólo a reducir los gastos veterinarios de los ganados, sino a la reducción de tiempo que necesita para la cría (3~4 años que actualmente se requiere, se reduce a 2~3 años) incrementando el valor comercial de éstos.

- 4) Incremento de ingreso agrícola mediante el uso de agua de los ríos para el riego.

Actualmente existen, dentro de la cuenca, algunas zonas en donde no se puede hacer uso de agua de los ríos para el riego debido a la entrada de efluentes contaminados descargados por las fábricas. El mejoramiento de agua de los ríos posibilita el uso de ésta en el riego de las tierras cultivadas. Además, actualmente es difícil producir las verduras en verano debido a la alta temperatura por cuanto no existe un sistema de irrigación. En caso de que se pueda utilizar las aguas de los ríos para la irrigación, esto permitirá producir las verduras en verano y contribuirá a incrementar el ingreso de las familias agrícolas.

- 5) Incremento de ingresos en las zonas turísticas y recreacionales.

El valor de un cuerpo de aguas y sus contornos como recurso turístico-recreacional depende, además del paisaje, del caudal y la calidad de agua. Las medidas de conservación no sólo mejorarían la calidad de agua, sino contribuirán a la recuperación del caudal, y por consiguiente, el valor turístico recreacional. Los estudios de los Estados Unidos han demostrado que el mejoramiento de agua en zonas turístico-recreacionales aporta al incremento de turistas y del período de su estadía.

Esto, a la vez, implica el aumento del ingreso de la zona turística. De todos los gastos de los turistas en los Estados Unidos, el 48,2% constituyen el alquiler de estacionamiento, yates y botes, el 22,4% los artículos de recuerdos, el 15,8% el hospedaje y 9,1% los gastos en restaurantes.

6) Incremento de valor de terrenos circundantes al cuerpo de aguas.

El mejoramiento del cuerpo de aguas y del medio ambiente contribuye al incremento del valor como zonas residencial y turística, y por lo tanto los terrenos adquieren mayor valor. Esto significa un gran beneficio para los propietarios actuales de terrenos en esta zona.

7) Prevención contra la reducción de producción agrícola

Según los estudios realizados en la India, cuando se pierde 1 cm de suelo superficial por año, la producción del maíz se reduce del 100kg/ha del primer año, al 52kg/ha al segundo año y 51kg/ha. al tercero (fuente: informe de FAO). Conforme a estas cifras, la concreción de las medidas de prevención contra erosión como parte de la conservación de agua en la cuenca del lago Ypacarai, contribuirá a prevenir la pérdida de 150 a 300 toneladas de la producción del maíz.

8) Incremento de recursos combustibles

En los últimos años, como consecuencia del incremento de uso de electricidad y gas propano en Paraguay, no se ha visto mayor aumento en el consumo de maderas como combustible. Sin embargo la madera sigue siendo un recurso muy importante como combustible para la vida diaria de los habitantes y para las fábricas de ladrillos, cerámica, pan, etc. El consumo de ésta en 1986 para uso doméstico alcanzó 1.224.106 toneladas y para uso industrial 1.518.691 toneladas. Es más, si ACEPAR se pusiera en marcha completamente, se estima que el consumo de carbón llegaría a doblar el consumo actual.

La reforestación como parte de la conservación de agua contribuirá al aumento de producción de maderas que permitirá, a su vez, responder a la demanda descrita anteriormente.

CAPITULO XI

Implementación del Plan de Conservación de la Calidad de Agua

11.1 Planificación Por Años

Para implementar sin pérdida de tiempo el plan de conservación de aguas, es necesario tener consideración el orden de los diversos tipos de medidas planteadas en los capítulos IV al VIII, para lo cual se ha examinado las condiciones previas para la implementación de estas medidas.

1) Aplicación de las técnicas de mejoramiento de calidad de agua

Muchas de las plantas de tratamiento de desagües y de purificación de agua son difíciles de instalarse sin tener una legislación referente a la adquisición de terreno, a las normas de calidad de agua de los efluentes, al sistema de contribución de los costos, etc. Por lo tanto, la elaboración de las disposiciones legales reviste mayor prioridad. No obstante, es posible adelantar la construcción de algunas facilidades aplicando en forma adecuada la legislación existente. Por ejemplo, si los organismos gubernamentales adquiriesen suficiente poder de orientación, esto permitirá obligar a que las industrias pongan en plena función sus plantas que se hallan actualmente en estado deficiente.

Por otro lado, la conservación del ambiente físico-natural que tiene un gran efecto purificador de aguas tampoco sería fácil implementar sin una legislación adecuada para la asignación de cuerpos de agua públicos, determinación del organismo administrativo responsable y de sus servicios correspondientes, y para el control de uso de tierra. Sin embargo, antes de elaborar las disposiciones legales, es necesario seleccionar previamente las zonas a conservar y elaborar un plan de uso de tierra efectivo para su protección. Mientras tanto, se podrían montar las campañas de prohibición de tirar las basuras a los ríos y lagos y de conservación de áreas forestales y humedales, sin necesidad de esperar a que se establezca una legislación. Por ello es conveniente realizar este tipo de movimientos a la mayor brevedad posible con el fin de demostrar el entusiasmo del Estado.

2) Elaboración de la legislación

La legislación necesaria para la conservación de aguas se expuso en el capítulo VI, para su implementación respectiva es necesario la recolección de datos que fundamenten y puedan construirse una estructura legislativa coherente, además de lograr la unificación de la población y las instituciones respectivas, así como establecer las penalidades y el sistema de apoyo respectivo.

3) Instrucción e ilustración

Para que cada clase de medidas de conservación sean implementadas sin inconvenientes, es necesario que cada capa de población comprenda y apoye la idea de conservación de aguas. Es por eso que se debe dar primera prioridad a las actividades de instrucción e ilustración.

4) Fortalecimiento del organismo de administración

Como se expuso en el Capítulo VIII, el organismo central de administración es deseable que tenga funciones y poderes para administrar la calidad de agua en forma general en toda la cuenca. Para que esto pueda concretizarse es necesario realizar una tarea de convencimiento y coordinación a los organismos existentes de la necesidad de este organismo con las funciones y poderes propuestos.

En cuanto al período para alcanzar las metas de conservación descritas en el Capítulo III, pensamos que lo conveniente sería establecer una meta de unos veinte años, tomando en consideración que para elaborar las disposiciones legales pertinentes, fortalecer el sistema administrativo y conseguir el apoyo del pueblo requiere de mucho tiempo y que en diez años no se podría obtener resultados palpables en el mejoramiento de calidad de agua en un cuerpo cerrado de aguas.

Teniendo en cuenta que en el año 2011 se cumple el Bicentenario de la independencia de Paraguay (dentro de 22 años), se recomienda que sea ése el año meta a establecerse para el logro de los objetivos propuestos.

Por ejemplo en el Japón se establecieron las normas de calidad de agua (parámetros generales) por la Agencia de Medio Ambiente en 1971, y en 1986 (después de 15 años) se han logrado el cumplimiento en 50 áreas de las 115 propuestas.

En la figura S9.111 se muestra el diagrama de flujo por años de las diversas medidas propuestas, estableciendo como meta el año 2011.

11.2 Plan Financiero

Tal como se explicó en el artículo 1-4, la obtención de financiamiento del presupuesto nacional para implementar las medidas de conservación de la calidad de agua para el lago Ypacarai y su cuenca, indicada en la Figura S9-111, es muy difícil. Las medidas de conservación a través de diversas instalaciones pueden pensarse en implementarse con la cooperación económica extranjera o de organismos internacionales. Sin embargo, los recursos para la promulgación de legislaciones, estudios e investigación, fortalecimiento de los organismos administrativos y para las actividades de difusión, al menos, se deberán realizar principalmente con recursos nacionales.

Para la obtención de estos recursos pueden pensarse las siguientes posibilidades:

- ① Nuevo sistema de impuesto
- ② Beneficios obtenidos mediante un determinado servicio
- ③ Donaciones con beneficios tributarios

Como una fuente de financiamiento seguro y estable se recomienda el ①.

Normalmente en muchos países adoptan un sistema en que los gastos requeridos para la conservación ambiental se cargan a los causantes de acuerdo a su grado de influencia sobre el ambiente (los causantes de contaminación cargan con los gastos). Es conveniente y obtendría mayor unanimidad de criterios si es que se adopta este principio en el nuevo sistema de impuestos.

En este caso, es necesario estudiar los indicadores del impuesto, la relación entre la magnitud de los indicadores y la suma del impuesto, etc.

Como indicadores del impuesto, lo más racional sería determinar los parámetros específicos de la calidad de agua. En tal caso, es necesario establecer previamente los métodos, período, lugares de medición y los métodos de chequeo, lo cual no es una labor muy simple. Por lo tanto, normalmente se utilizan como indicadores el volumen de efluentes (o de consumo de agua) y/o el volumen de producción. Sin embargo, en cuanto se refiere a las fábricas e industrias de la cuenca del lago Ypacarai, no existen datos exactos sobre estos volúmenes ni se sabe de la relación entre los efluentes o suma de la producción y las materias contaminantes o el volumen de descarga (esto varía notablemente según el tipo de industria), por lo que antes que nada es necesario iniciar estos estudios.

CAPITULO XII

CONCLUSIONES

Actualmente, el lago Ypacarai constituye una zona principalmente turístico-recreacional. El Gobierno del Paraguay planea fomentar aún más el turismo en esta zona, y al mismo tiempo, utilizar su recurso hidráulico como fuentes de agua potable para responder a la demanda creciente de las zonas circundantes. Asimismo, los ríos de la cuenca constituyen una demanda potencial como zonas recreacionales de fácil acceso.

Sin embargo, la cuenca del lago Ypacarai fué explotada en la primera mitad del siglo XX, cortando la mayor parte de los bosques primarios para crear tierras de cultivo y zonas de pastoreo. Sumado a esto, las tierras de cultivo y de pastoreo fueron convertidos aceleradamente en zonas urbanas en los últimos veinte años. Como consecuencia de ello, han generado grandes cantidades de materiales contaminantes y sedimentos en la cuenca, deteriorando la calidad de agua y el medio ambiente en general. Si continuase esta tendencia, los ríos y el lago de la cuenca quedarán incapacitados para responder a la demanda descrita anterioremente en un futuro cercano. El Plan de Conservación de la Calidad de Agua expuesto en este informe presenta las medidas sistematizadas para regular de alguna forma las actividades humanas en la cuenca con el fin de prevenir tal situación.

A continuación se resumen los puntos más importantes de este plan:

- 1) El Plan de Conservación de la Calidad de Agua, normalmente se consituye por los siguientes procedimientos:
 - ① Definición de las metas de conservación
 - ② Selección de las medidas aplicables
 - ③ Elaboración de los planes alternativos
 - ④ Selección de los planes que permitan alcanzar las metas propuestas
 - ⑤ Evaluación y selección de un plan alternativo

Sin embargo, en el presente informe se ha omitido los procedimientos del ③ al ⑤ por falta de informaciones y datos.

- 2) Tomando en cuenta el futuro uso de las aguas del lago y de los ríos, las metas de conservación de calidad de agua de la cuenca deben ser definidas en los siguientes términos:
 - ① Su uso como fuentes de agua potable
 - ② Su uso como lugares de recreación
 - ③ Mantenimiento de la belleza natural y del ecosistema de los alrededores de los cuerpos de agua
- 3) El nivel de las metas de administración de la calidad de agua será definido tomando en consideración el criterio científico y la posibilidad legislativa, administrativa y tecnológica. Además es necesario considerar los beneficios y pérdidas socio-económicas producidas por el establecimiento de un determinado nivel de metas.
- 4) En el presente informe no se ha expuesto el nivel concreto de calidad de agua del lago ni de los ríos como meta administrativa. Esto se debe a que, durante el período de estudios, la calidad de agua difería en comparación a los años anteriores, y también debido a los grandes cambios que ha sufrido la calidad de agua de los ríos, lo cual ha impedido la obtención del nivel promedio de la calidad de agua, y también debido a la falta de informaciones acerca de la relación entre calidad de agua y su uso. Se recomienda, por lo tanto, continuar las investigaciones actuales y realizar, además, un estudio acerca de los daños ocasionados a la salud de los usuarios de las aguas, con el fin de definir un estándar adecuado de calidad de agua.
- 5) Según los escasos datos y el criterio establecido en Japón, todavía no existe serios problemas en las aguas del lago Yparacari en cuanto a bacterias y materiales tóxicos (no se podría decir lo mismo con los ríos). Sin embargo, la concentración de BOD, TN y TP es sumamente alta, lo cual indica que urge tomar medidas contra la contaminación orgánica y la eutroficación en el lago Ypacarai.
- 6) La turbiedad es la característica más notable del lago. La transparencia, que es un parámetro del grado de Turbiedad, durante

el período de estudios, fue excepcionalmente alta. Normalmente la transparencia es menor a 20cm, lo que deteriora la belleza natural y el baño agradable del lago. Cuando su transparencia es menor a 20cm, las aguas se vuelven de color negro como si hubiera mezclado el polvo de carbón, perdiéndose notablemente la zona eufótica. Este fenómeno es ocasionado por el levantamiento de los lodos del lecho. Todavía no se ha podido aclarar en el presente Estudio sobre la formación de los lodos negros en un lago donde no existe un ambiente anaeróbico.

- 7) Las medidas de conservación de la calidad de aguas de la cuenca se constituirán por los siguientes cinco puntos fundamentales:
- ① Aplicación de las tecnologías de tratamiento y purificación de aguas.
 - ② Conservación del ambiente natural de la cuenca que tenga eficacia para la conservación del agua.
 - ③ Elaboración de leyes y códigos relacionados.
 - ④ Difusión del concepto de conservación de aguas.
 - ⑤ Fortalecimiento de organizaciones administrativas relativas a la conservación de aguas.
- 8) En el Cuadro S9.42 se ha indicado la prioridad de la realización de técnicas de tratamiento y purificación de agua aplicable a la cuenca del lago Ypacarai.
- 9) Como medidas contra las fuentes de generación y descarga, para fuentes puntuales, es necesario mejorar las facilidades de tratamiento y purificación de agua (incluyendo el mejoramiento de mantenimiento y operación de las existentes), en especial, con mayor urgencia para los establecimientos industriales que descargan gran cantidad de efluentes contaminados. Las principales fuentes de contaminación industrial de la cuenca son las fábricas de transformación de productos agropecuarios, por lo que sus efluentes contienen gran concentración de materias orgánicas descompuestas como la sacarosa,

proteína, aceite y otras, por lo que se debe adoptar principalmente la técnica de tratamiento bioquímico.

- 10) En cuanto se refiere a las fuentes no puntuales, las medidas se basan principalmente en el uso adecuado de las tierras. Para ello es necesario comprender las situación actual y las problemáticas del uso de tierras, la futura demanda y el nivel del medio ambiente que exigen los habitantes locales. Debido a la escasez de datos e informaciones referentes a los dos últimos puntos, en el presente informe se ha expuesto sólo la idea básica para la elaboración del plan de uso de tierras. Los planes concretos deben ser estudiados con más detalles.
- 11) Como una medida eficaz de prevención de la entrada de efluentes a los ríos es la instalación de canal de desviación que sirve para evacuar las cargas generadas del río Yuquyry en tiempos de lluvias fuera de la cuenca. Sin embargo, este proyecto debe ser estudiado con especial precaución puesto que, además del problema del costo y métodos de construcción, puede influir en la ecología de los humedales de la cuenca baja del río Salado.
- 12) Como medidas de conservación del lago, debe atribuir mayor prioridad a la conservación de humedales de los ríos Yuquyry y Pirayu, cuyo efecto purificador es considerablemente grande. Para prevenir la turbiedad, especialmente el color negro de las aguas del lago, no existe otra medida más efectiva que el dragado de los lodos del fondo lacustre.

Sin embargo, se debe tener especial cuidado en la ejecución de dicha medida, puesto que al eliminar los lodos incrementaría la zona eufótica, trayendo como consecuencia la reproducción excesiva de fitoplancton y ocasionando dificultades en el uso de agua.

- 13) La elaboración de leyes y códigos que regulan las actividades humanas que generan y descargan las materias contaminantes es otro componente importante de las medidas de conservación de agua. Actualmente, existen leyes en el Paraguay que fueron establecidas con el fin de conservar el medio ambiente, sin embargo estas leyes no son suficientes por las siguientes razones:

- ① No precisan claramente los organismos de administración de la calidad de agua, ni sus responsabilidades.
- ② No indican las cifras fundamentadas de los estándares de calidad de agua.
- ③ No establecen un sistema de evaluación preliminar para las actividades que descargan los materiales contaminantes.
- ④ Carecen de medidas favorables que fomentan el uso planificado de tierras e instalación de las facilidades de purificación de agua.

Es menester, por lo tanto, elaborar y establecer una legislación tomando en cuenta los puntos descritos.

- 14) Para que las medidas de conservación sean realizadas sin ningún contratiempo, es necesario que el pueblo comprenda que la naturaleza es un bien público irreversible y un recurso común de uso limitado y que para su conservación es necesario que cada uno de los usuarios carguen con los gastos necesarios, de acuerdo al grado de uso. Se debe concretar, lo más pronto posible, la difusión del concepto de conservación de agua a través de diferentes medios.
- 15) Se debe crear una organización administrativa central que promueva las medidas de conservación descritas en los párrafos anteriores. Es conveniente que la organización tenga suficiente función para elaborar las medidas por cuencas, como es el caso de la Agencia de Administración de Aguas de Inglaterra, a la vez que es necesario que tenga suficiente facultad para tomar la iniciativa en la coordinación de las tareas con otros organismos.
- 16) La organización administrativa central debe cumplir las siguientes tareas:
 - ① Estudios e investigaciones del mecanismo de contaminación de agua y sus medidas respectivas.
 - ② Actividades de difusión del concepto de conservación de aguas.
 - ③ Preparación de leyes y reglamentos relativas a la conservación de aguas.

- ④ Implementación de medidas de conservación.
- ⑤ Desarrollo y orientación de las técnicas de purificación y tratamiento.
- ⑥ Monitoreo de la calidad de aguas.
- ⑦ Aseguramiento de recursos financieros y humanos.

17) Es todavía prematuro desde el punto de vista de recursos financieros, humanos y de coordinación con otros organismos, la creación inmediata de una nueva institución con las características y funciones descritas. Sin embargo es conveniente crear la Oficina de Administración de la Cuenca del Lago Ypacarai para fortalecer gradualmente los recursos tanto económicos como humanos.

18) Los beneficios (incluyendo la externalidad) que se obtendrán mediante la implementación de las medidas de conservación son los siguientes:

- ① Reducción de gastos de tratamiento y purificación de agua.
- ② Reducción de gastos médicos de los habitantes.
- ③ Reducción de gastos veterinarios de los ganados e incremento de su valor comercial.
- ④ Incremento de ingresos agrícolas mediante el uso de aguas de los ríos para el riego.
- ⑤ Incremento de ingresos turísticos.
- ⑥ Incremento del valor de los terrenos.
- ⑦ Prevención de la reducción de producción agrícola.
- ⑧ Incremento de los recursos combustibles.

Aún queda la tarea de demostrar que los beneficios que se originarían mediante las medidas de conservación son mayores que los gastos necesarios para su implementación, de manera que se pueda contar con el mayor apoyo del pueblo.

- 19) Las medidas de conservación deben ser implementadas considerando la prioridad de sus componentes para evitar los esfuerzos inútiles. Es conveniente también establecer un plazo de aproximadamente 20 años para alcanzar las metas propuestas considerando que el área del proyecto es un cuerpo de aguas cerrado. Se ha elaborado la planificación por años indicada en la Figura S9.111, en la que se propuso alcanzar todas las metas de conservación de calidad de agua en el año 2011, es decir el año correspondiente al Bicentenario de la Independencia de la República del Paraguay.
- 20) La obtención de financiamiento necesario para la implementación del Plan de Conservación de la Calidad de Agua más conveniente es la recaudación de impuesto, por ser éste un método seguro y estable. El nuevo impuesto, como regla general, debe basarse en el monto calculado de acuerdo a la cantidad de efluentes descargados, para obtener mayor unanimidad de criterios del pueblo.

FIGURAS

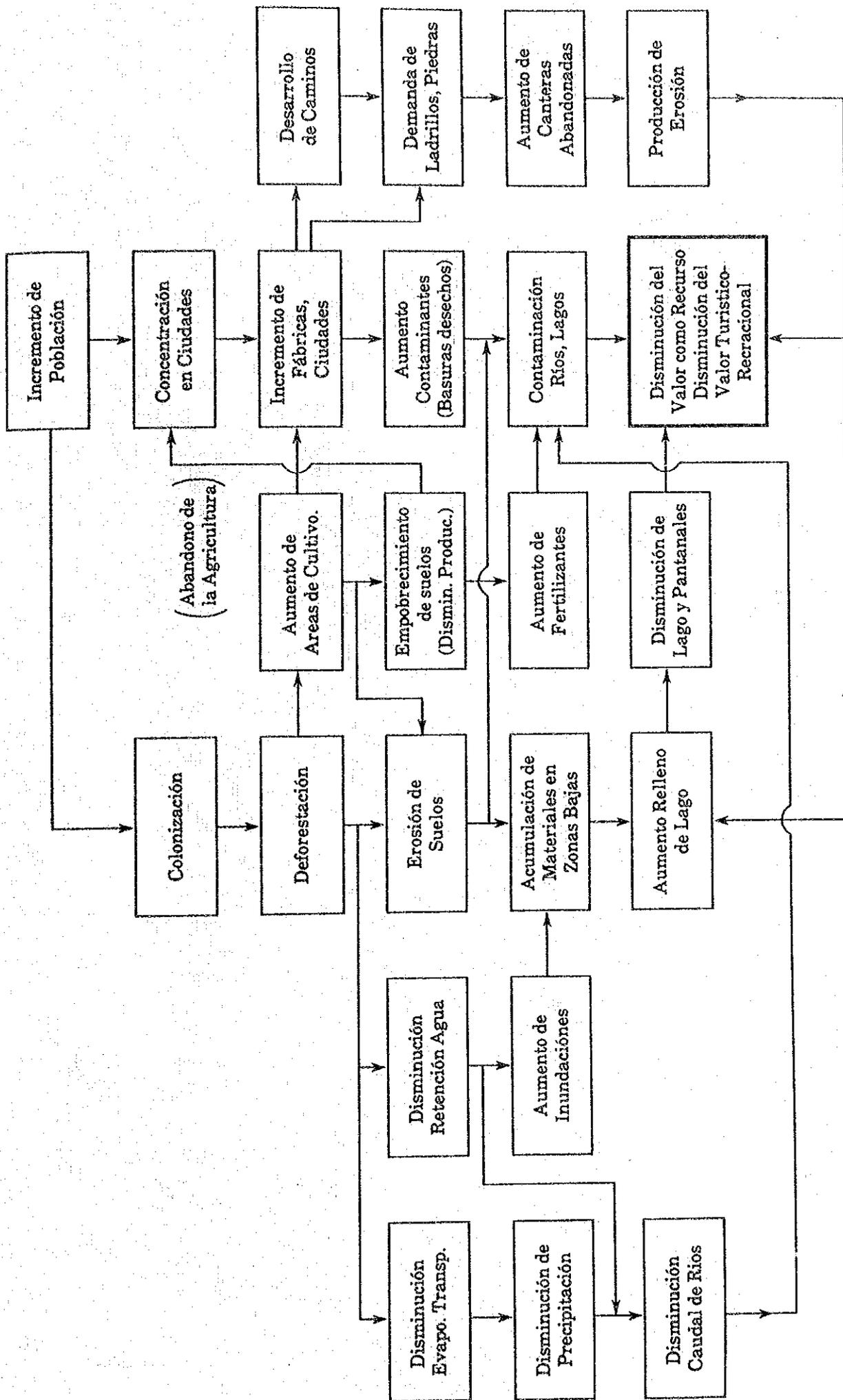


Figure S9.11 Interrelación entre la Actividad del Hombre y el Cambio del Medio Ambiente

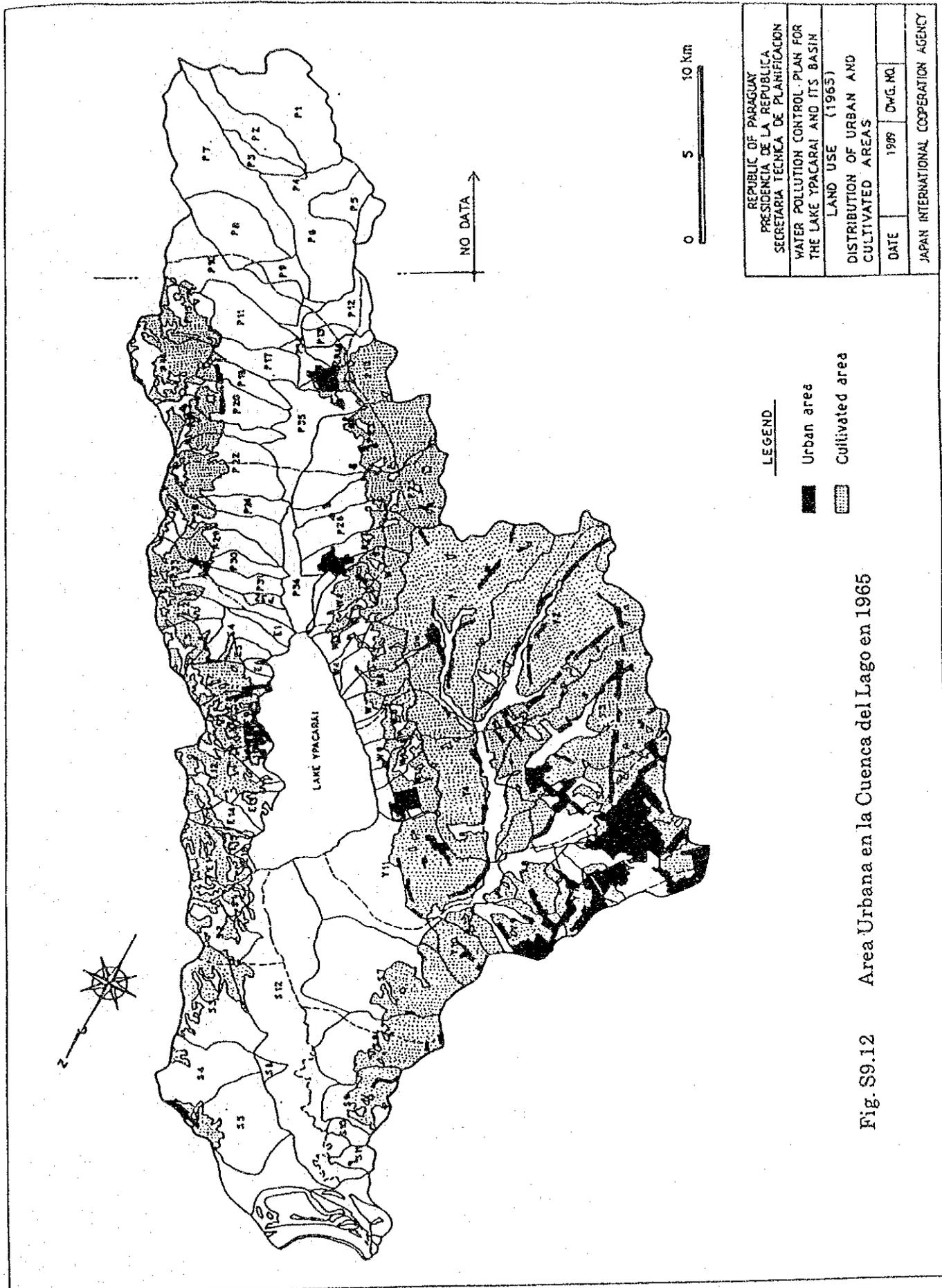


Fig. S9.12 Area Urbana en la Cuenca del Lago en 1965

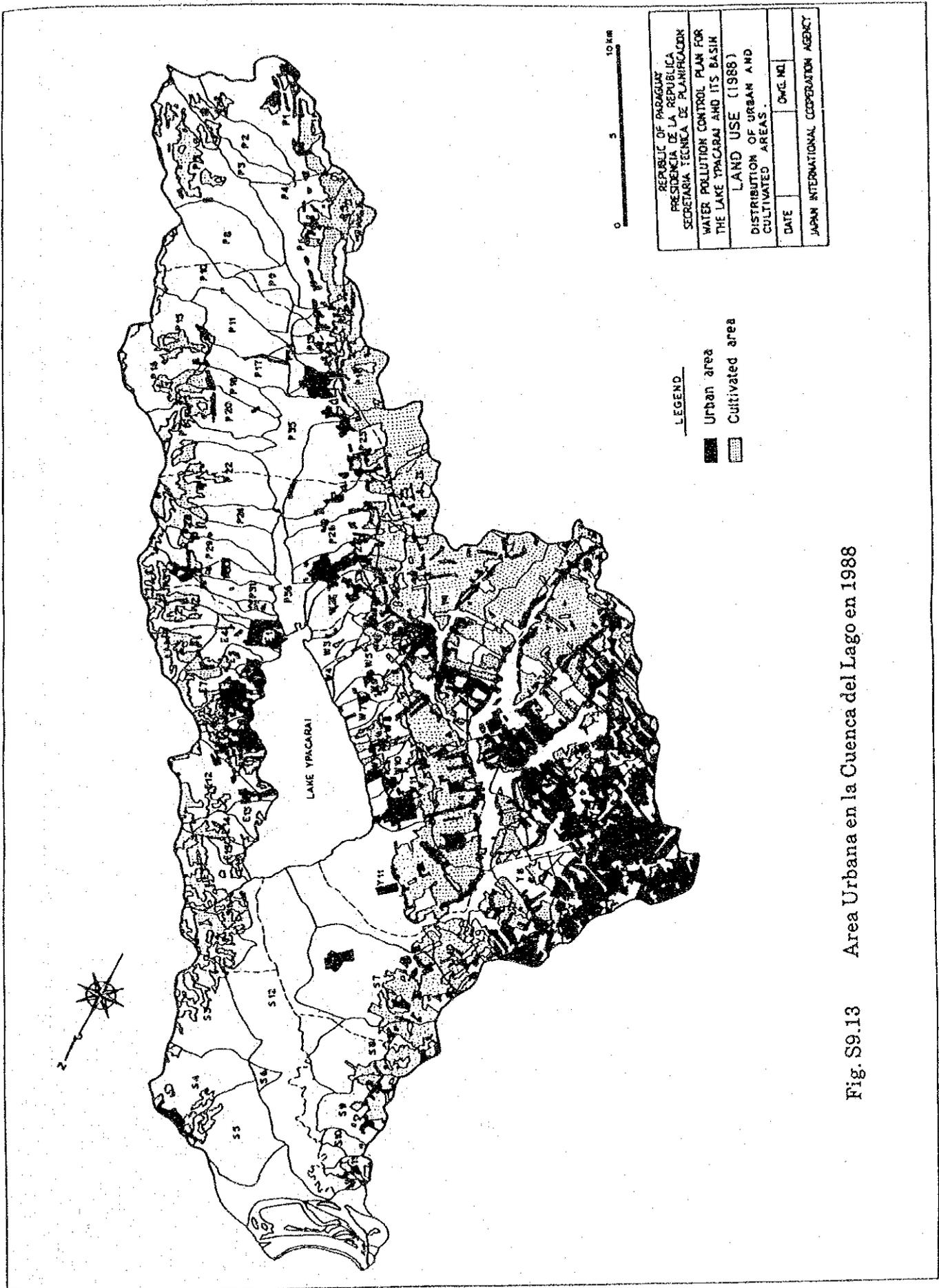


Fig. S9.13 Area Urbana en la Cuenca del Lago en 1988

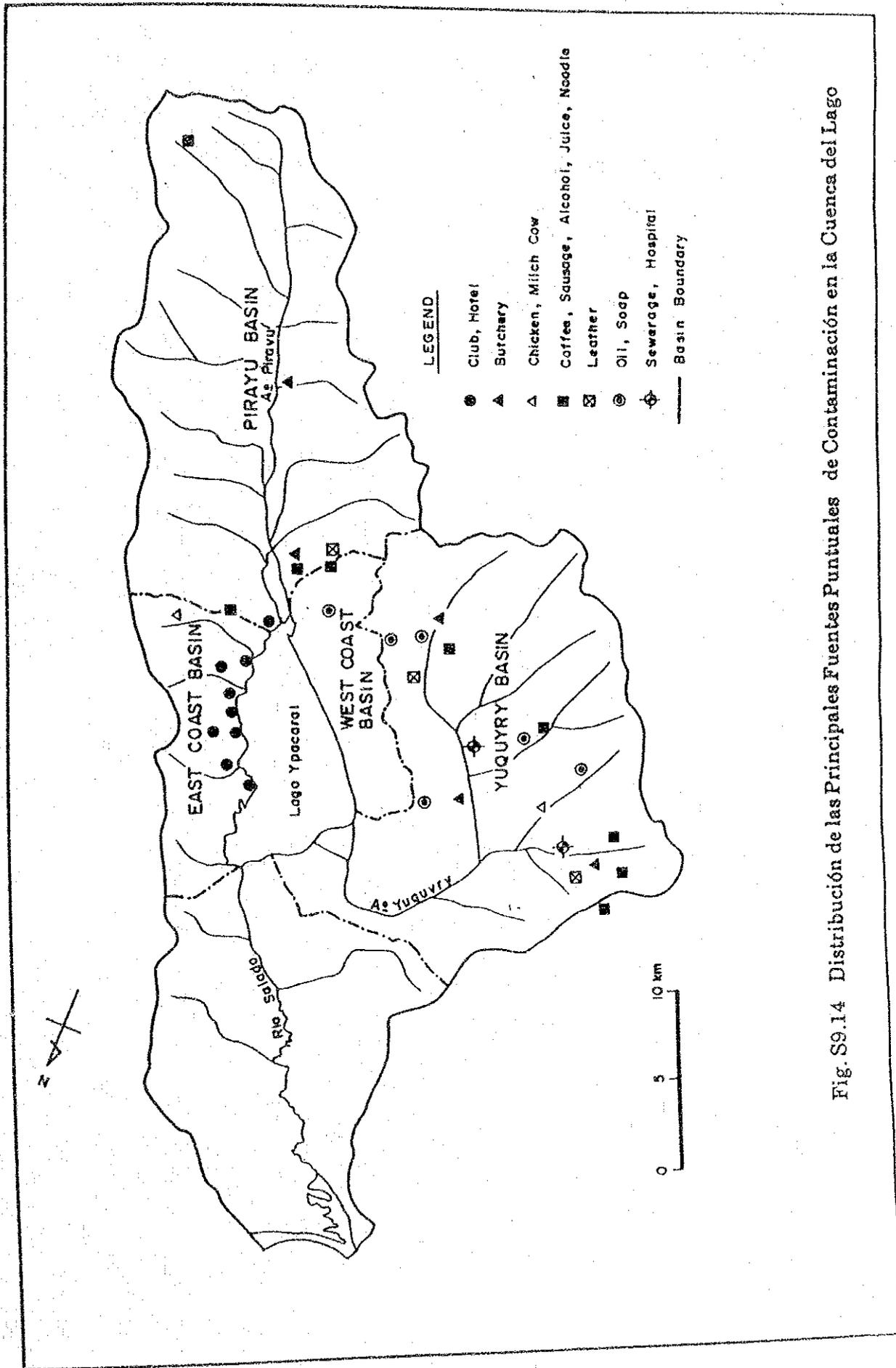


Fig. S9.14 Distribución de las Principales Fuentes Puntuales de Contaminación en la Cuenca del Lago

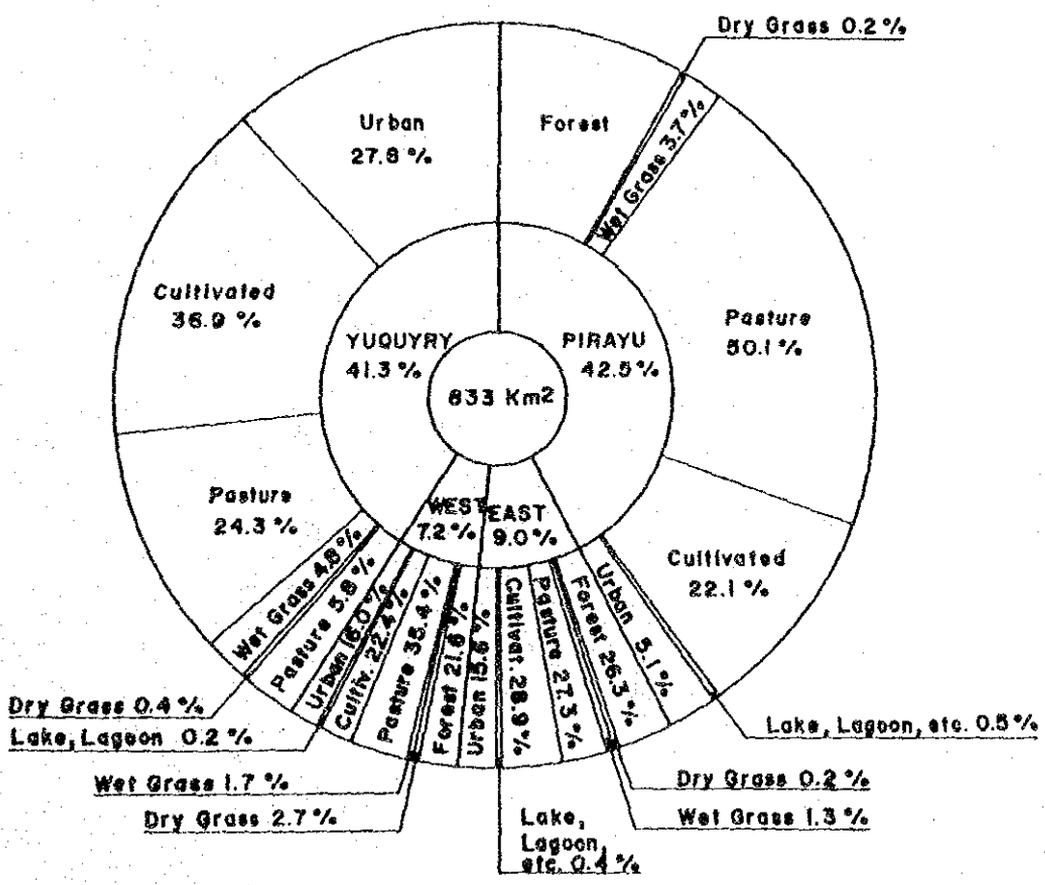
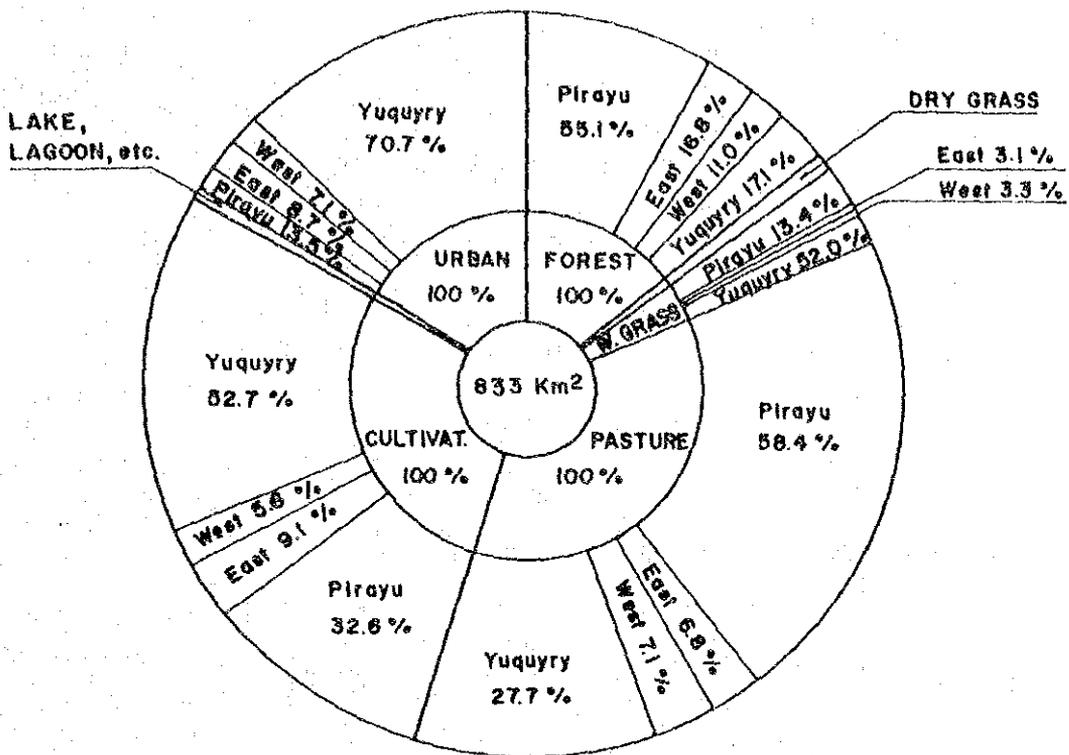


Fig. S9.15 Superficie de Uso de Tierra por Cuenca y por Tipo de Uso

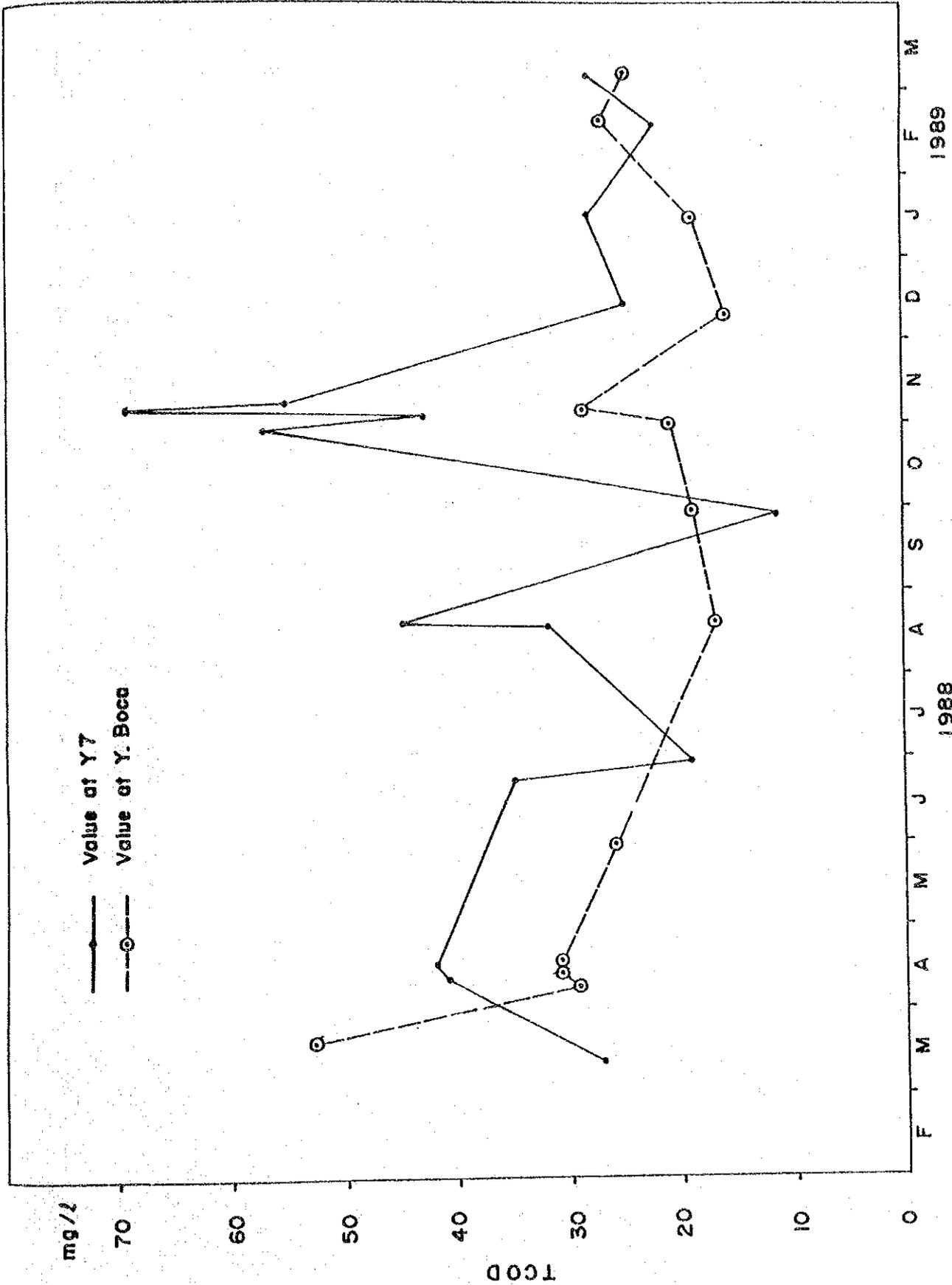


Fig. S9.16 Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (COD)

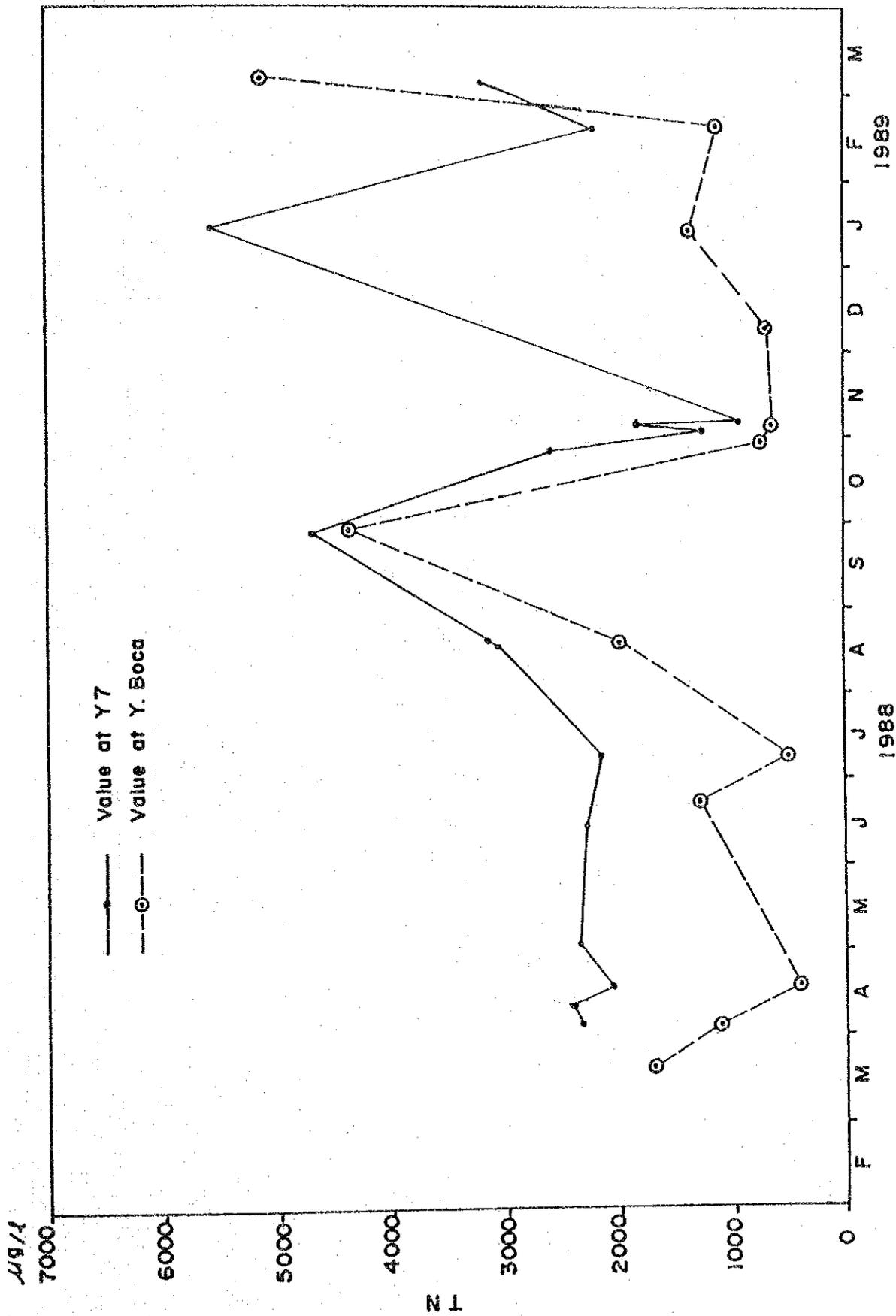


Fig. S9.17 Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (TN)

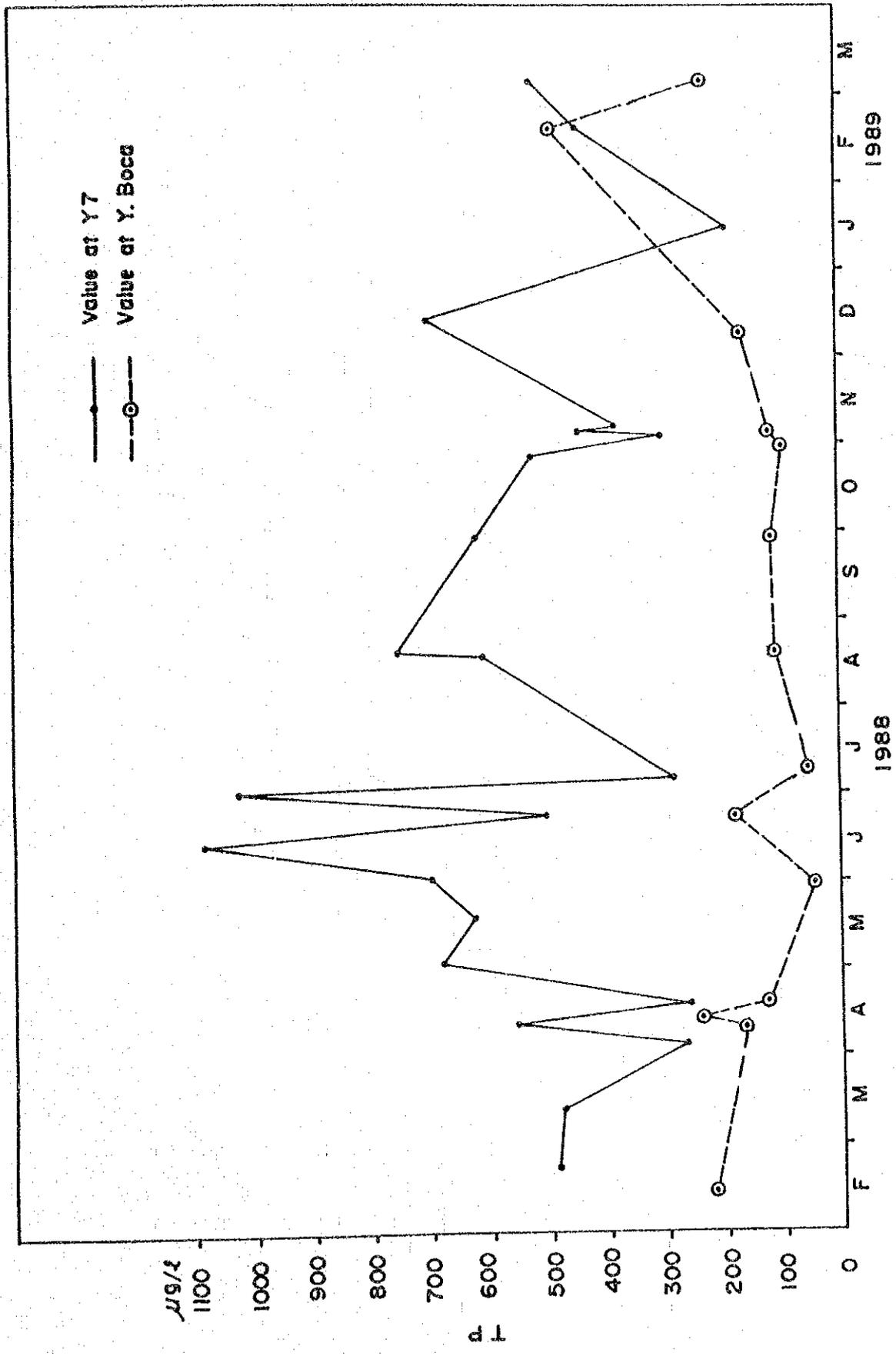


Fig. S9.18 Comparación de la Calidad de Aguas del Arroyo Yuquyry
 Aguas Arriba y Aguas Abajo del humedal (TP)

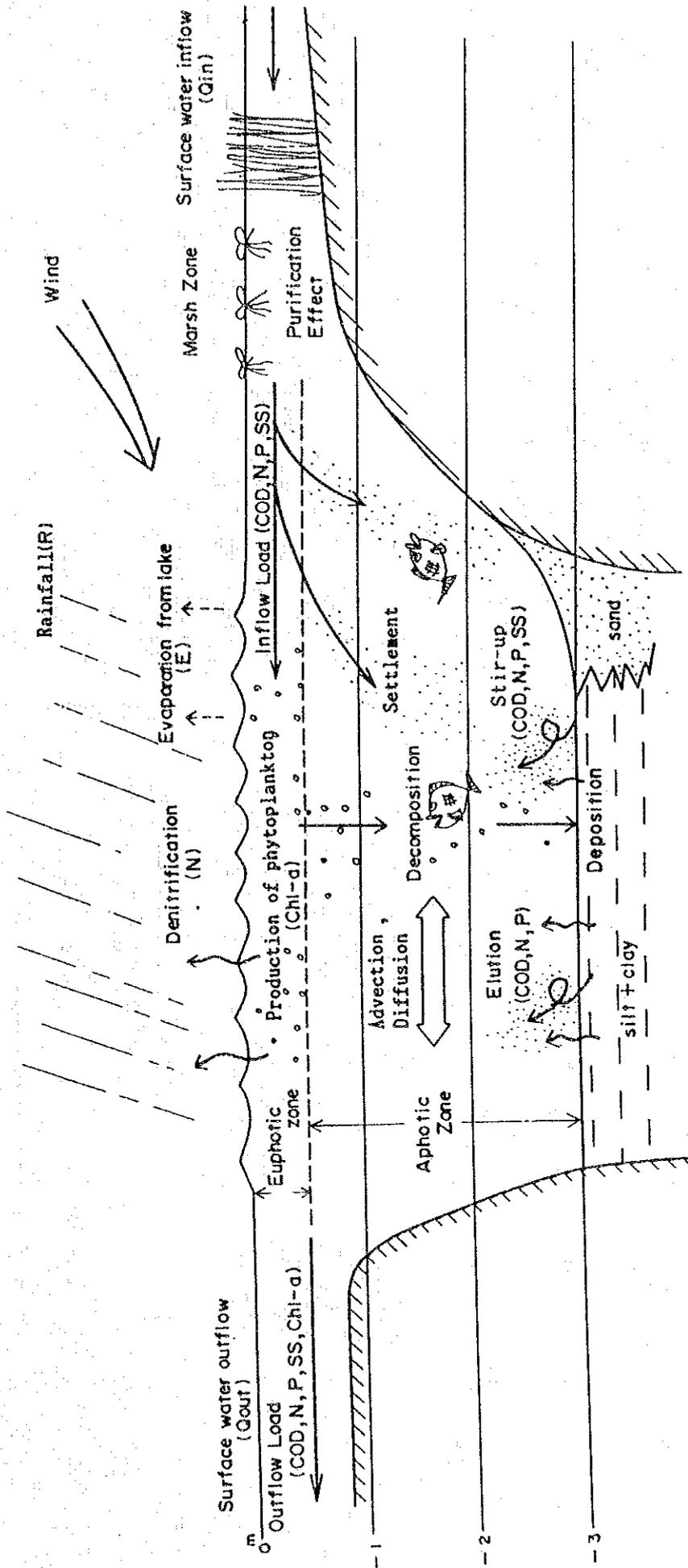


Fig. S9.19 Comportamiento de Contaminantes en el Lago

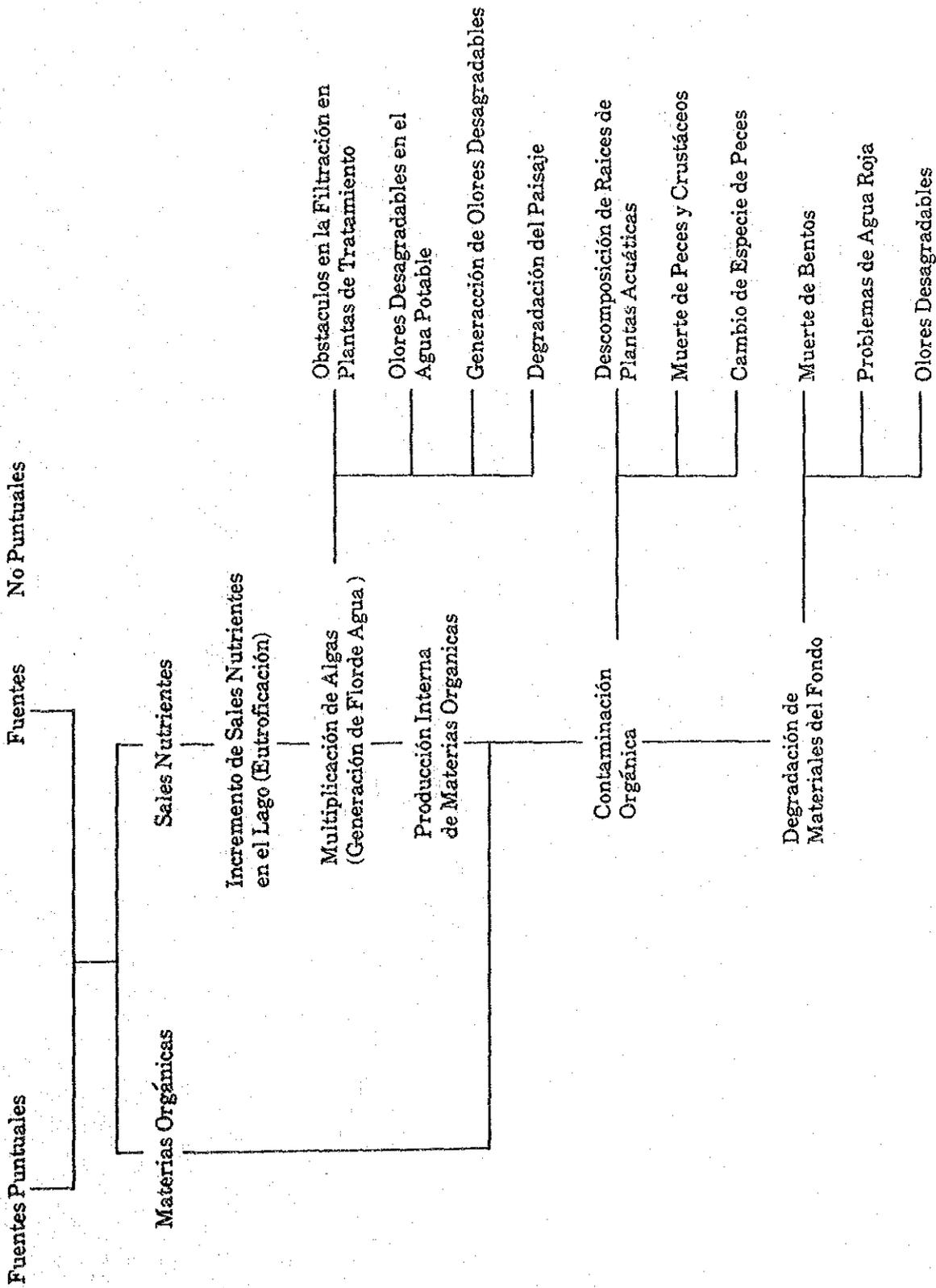


Figure S9.31 Influencia en el Uso de Agua y Medio Ambiente Debido a la Contaminación Orgánica y Eutroficación

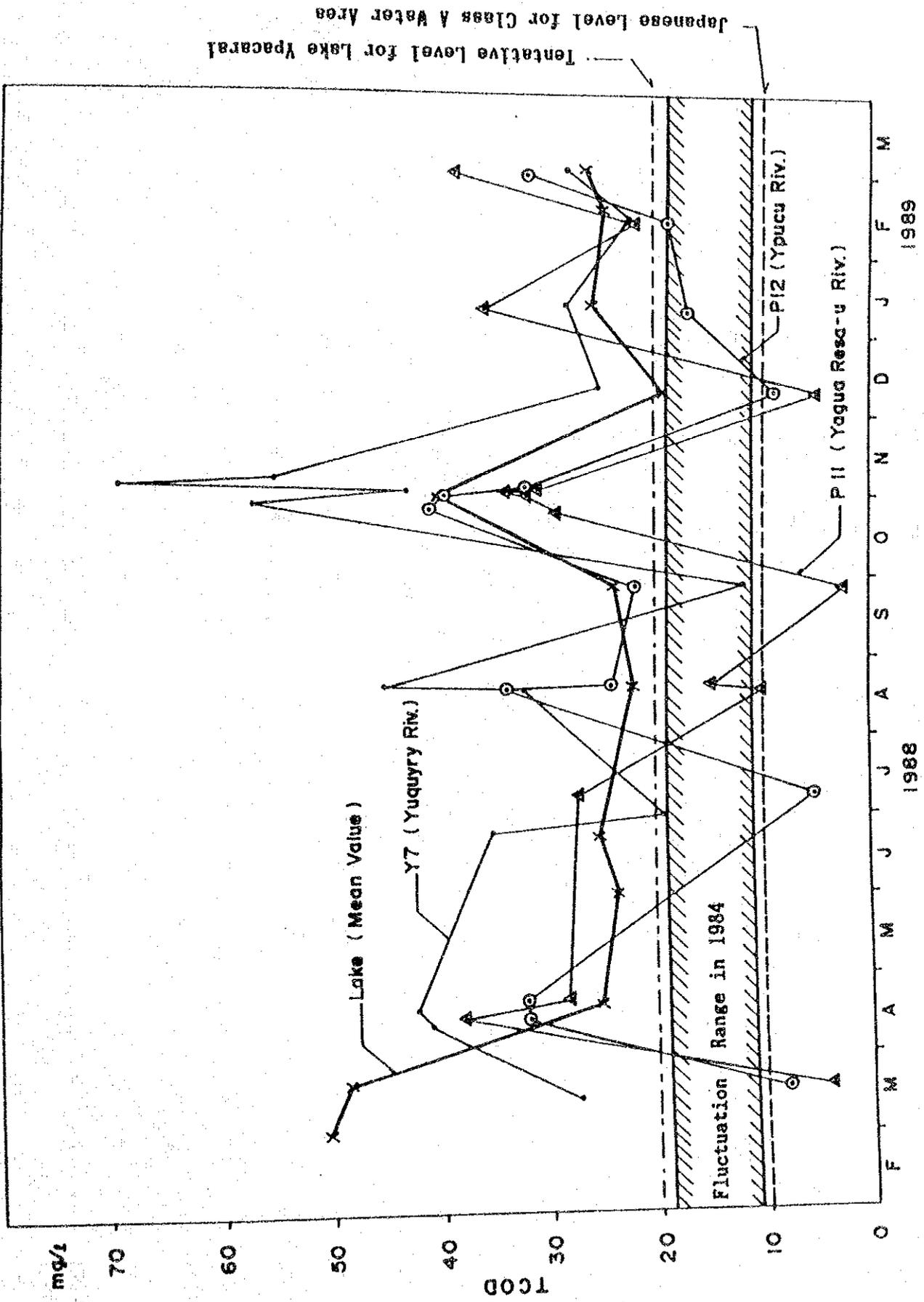


Fig. S9.32 Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TCOD)

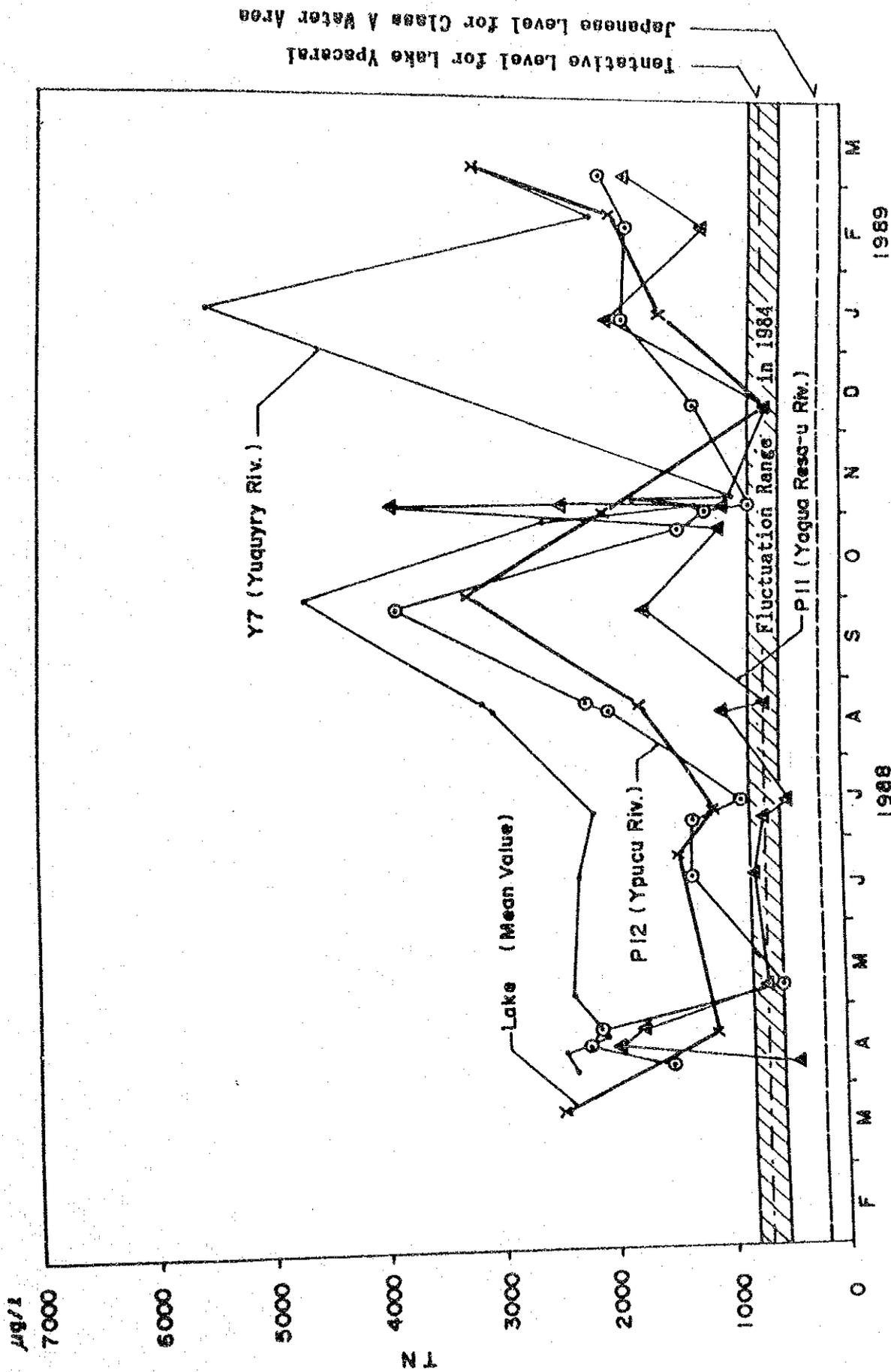


Fig. S9.33 Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TN)

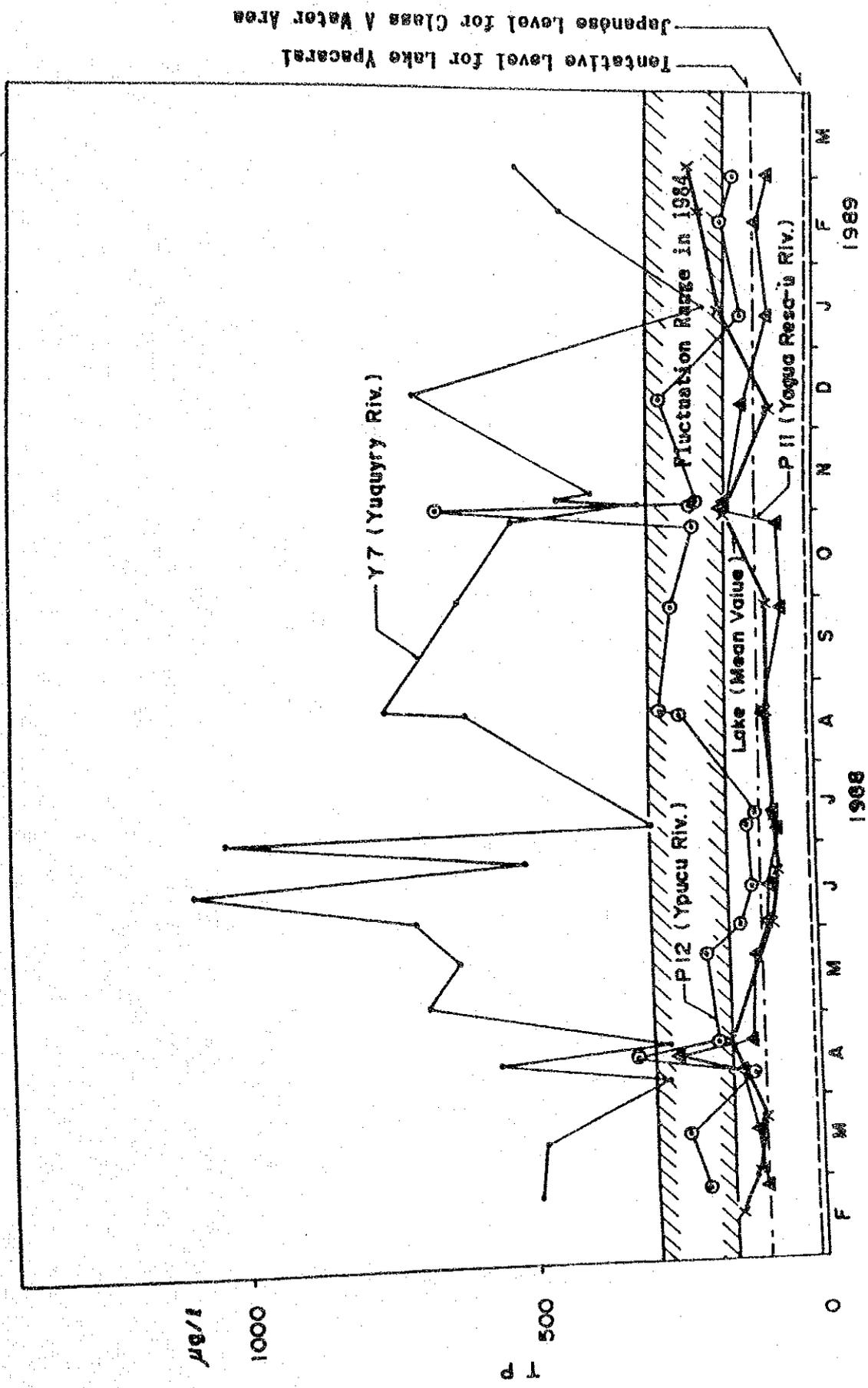


Fig. S9.34 Calidad Actual de Aguas y Normas Tentativas de Calidad de Aguas (TP)

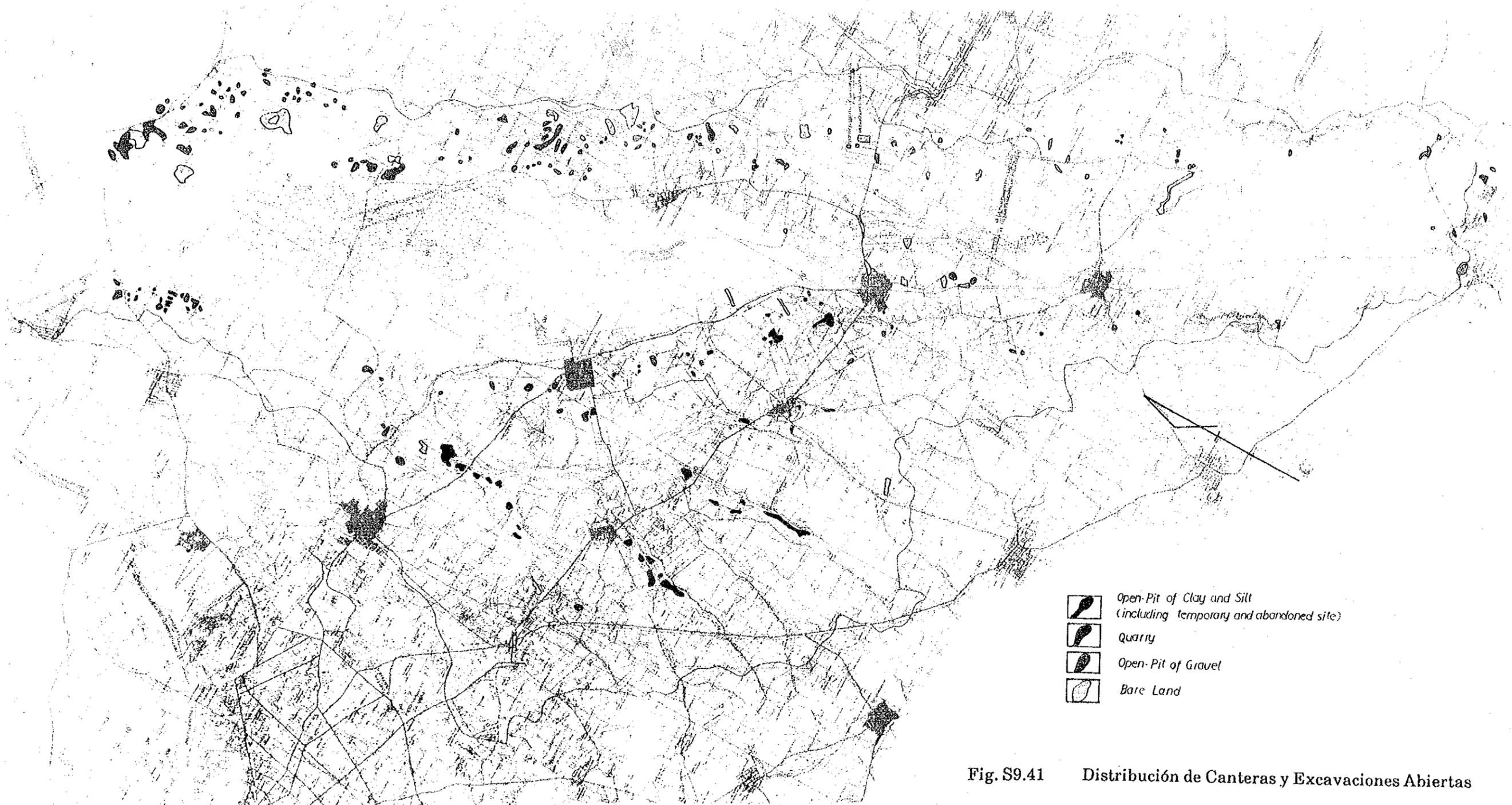
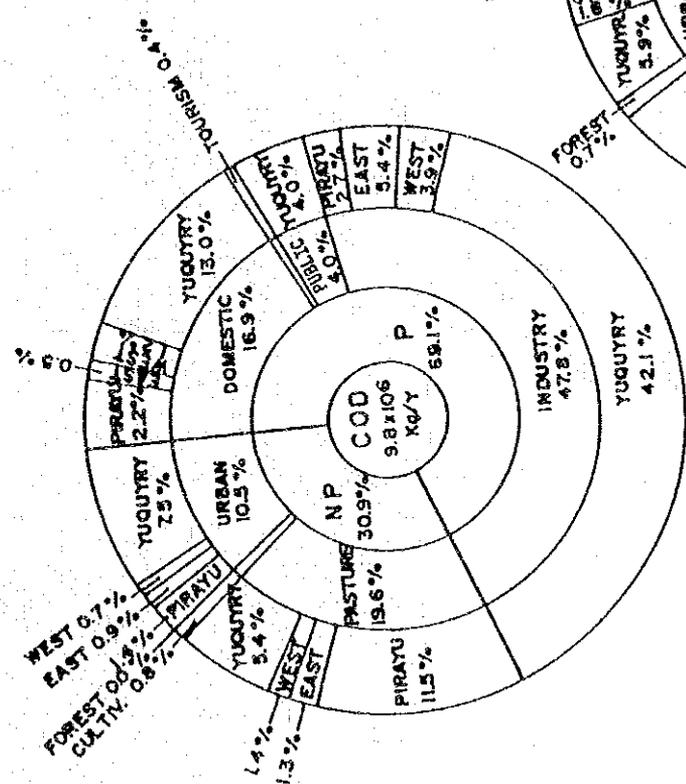
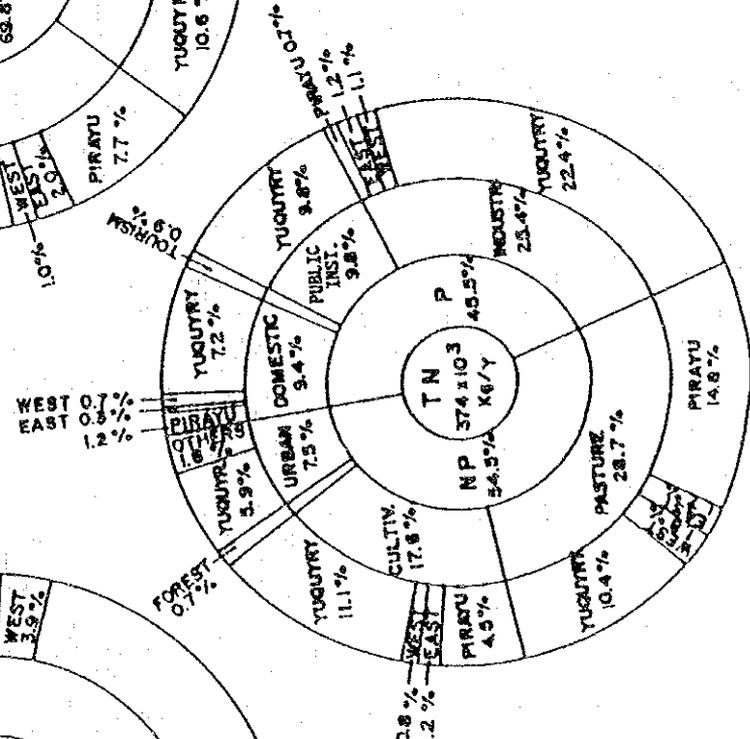
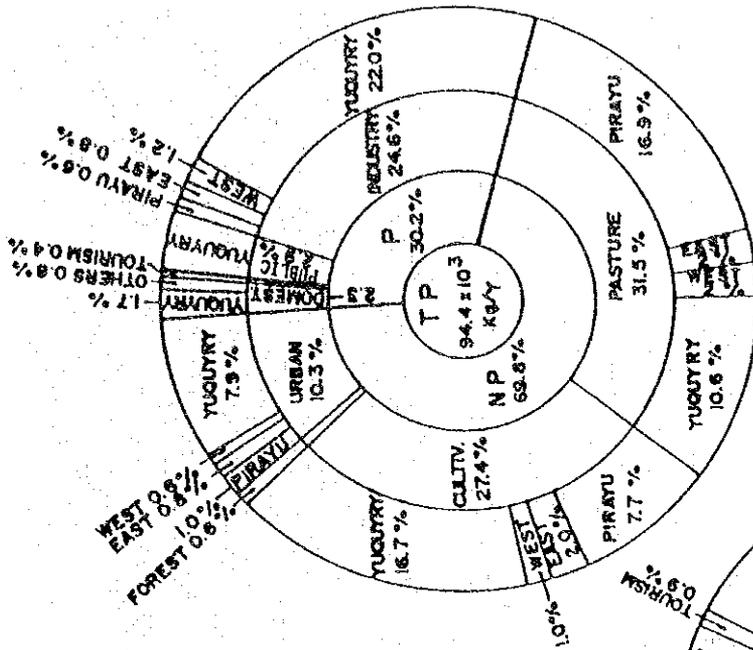
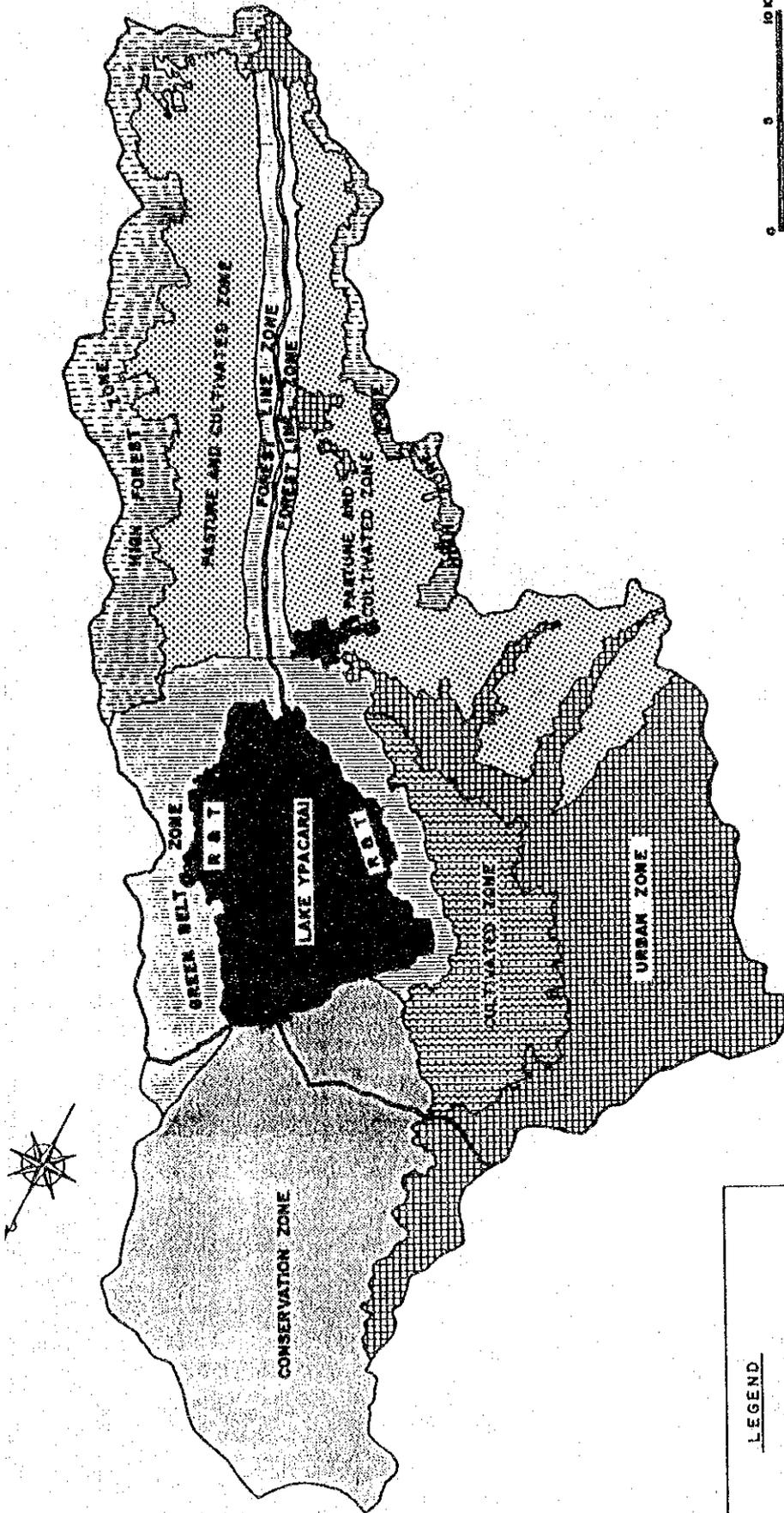


Fig. S9.41 Distribución de Canteras y Excavaciones Abiertas





LEGEND

	URBAN ZONE
	GREEN BELT ZONE
	FOREST LINE ZONE
	HIGH FOREST ZONE
	RECREATION & TOURISM ZONE
	CULTIVATED ZONE
	PASTURE & CULTIVATED ZONE
	RESERVE ZONE

0 10 Km

REPUBLIC OF PARAGUAY PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA SECRETARIA TECNICA DE PLANEACION	
WATER POLLUTION CONTROL PLAN FOR THE LAKE YPACARAI AND ITS BASIN	
BASIC PLAN OF FUTURE LAND USE	
DATE	DWG. NO.
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. S9.52 Plan Básico del Uso Futuro de Tierra en la Cuenca del Lago

Fig. S9.53 Situación Actual de los Contornos del Lago Ypacarai

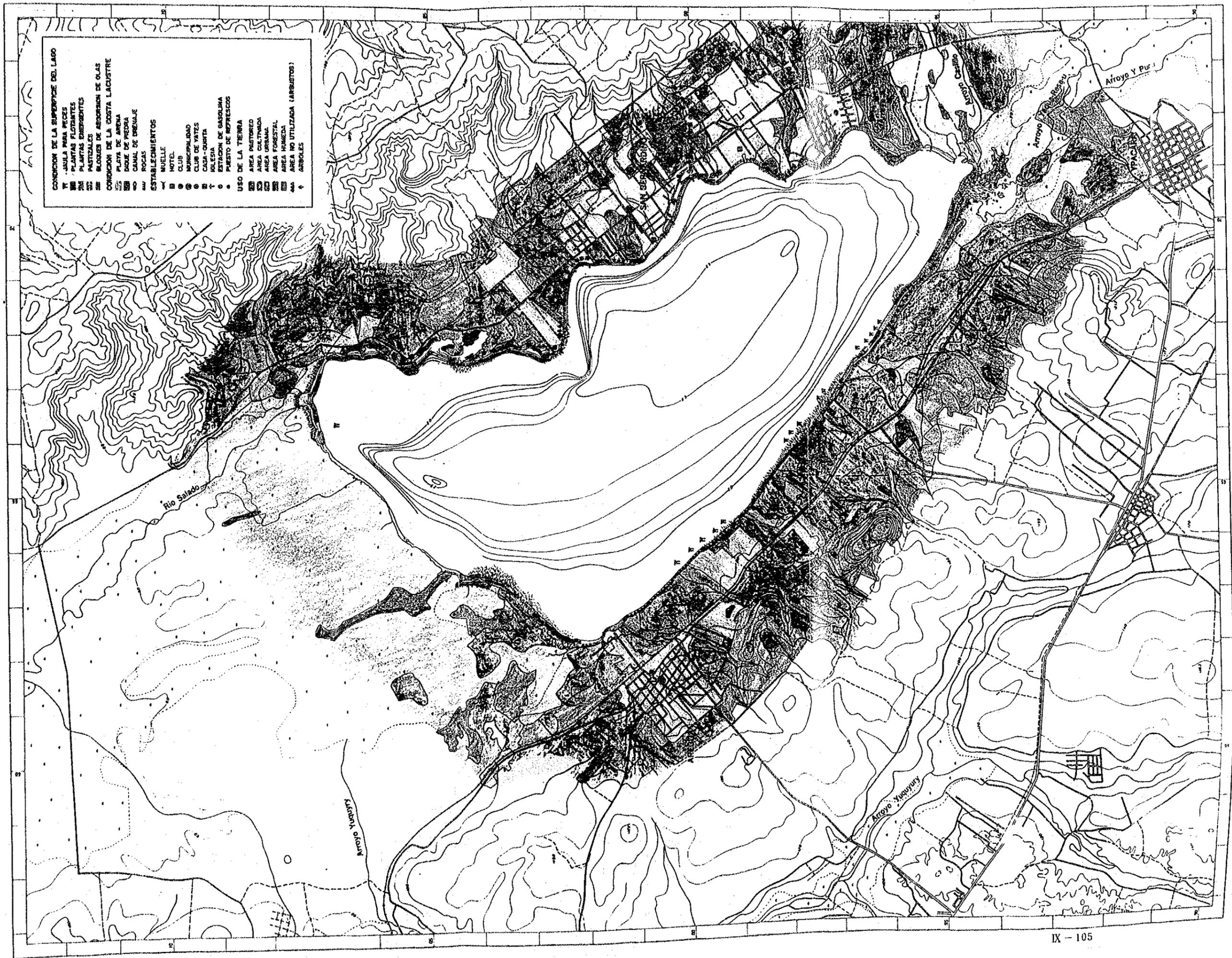
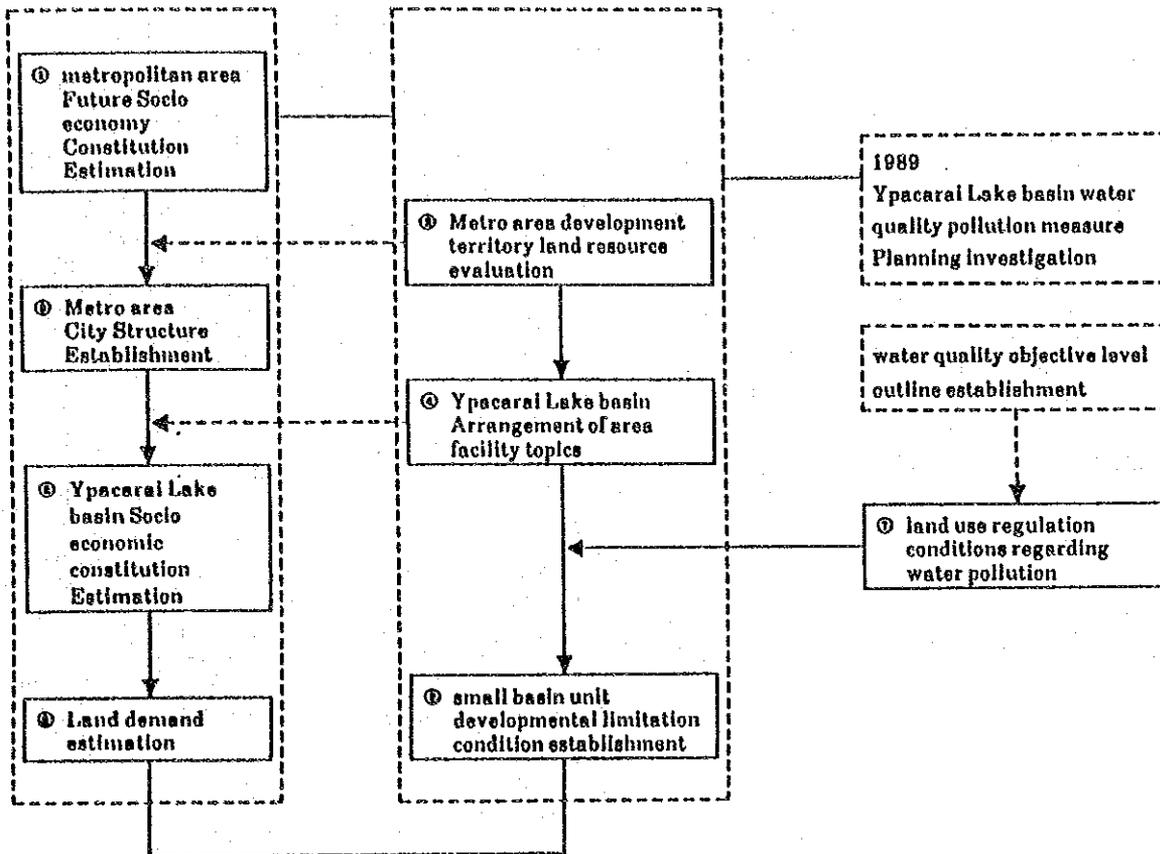
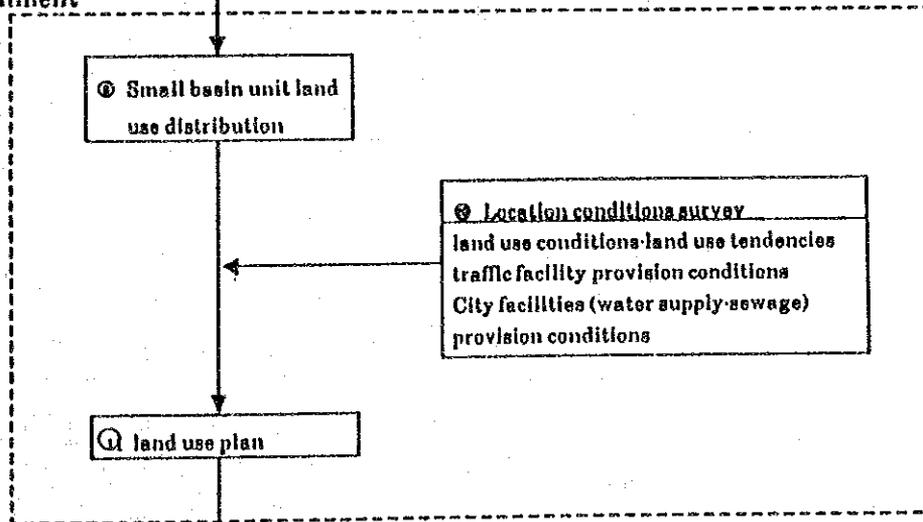


Fig. S9.54 Flujo general del Planeamiento de Uso de la Tierra

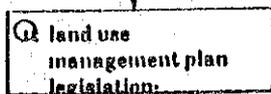
I. land use demand estimation II. land use possibility finding



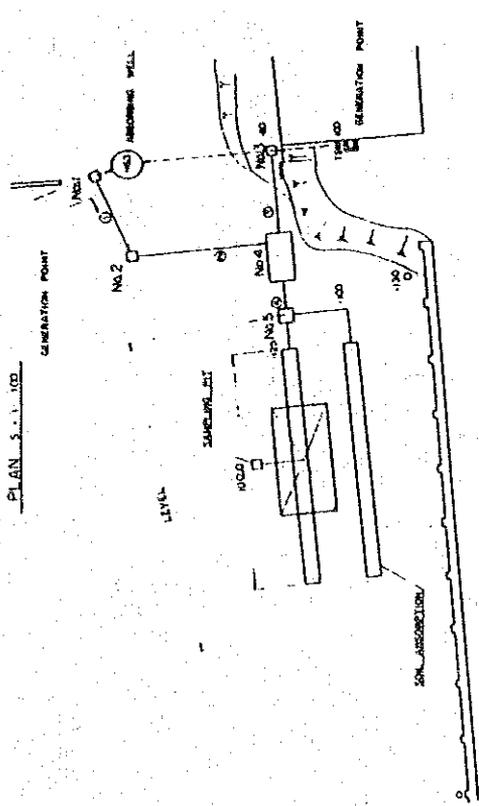
III. land use distinction establishment



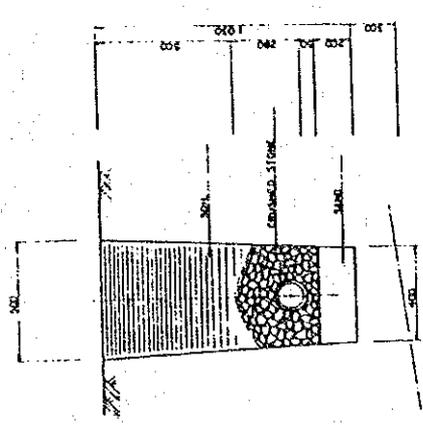
IV. regulation provision



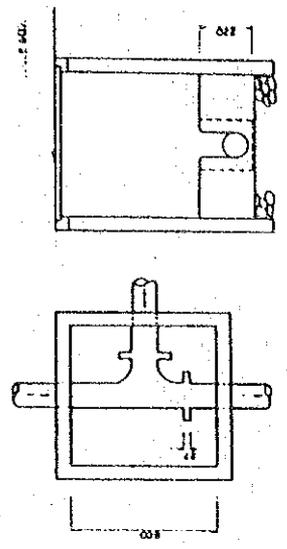
PLAN S. 1. 100



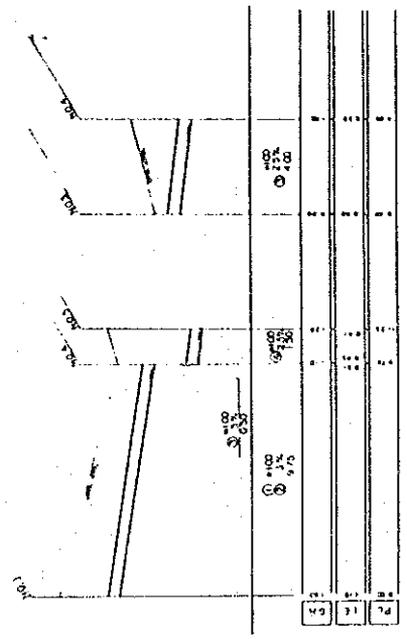
SECTION OF SOIL ABSORPTION S. 1. 10



No. 3 DISTRIBUTION MEASURE S. 1. 10

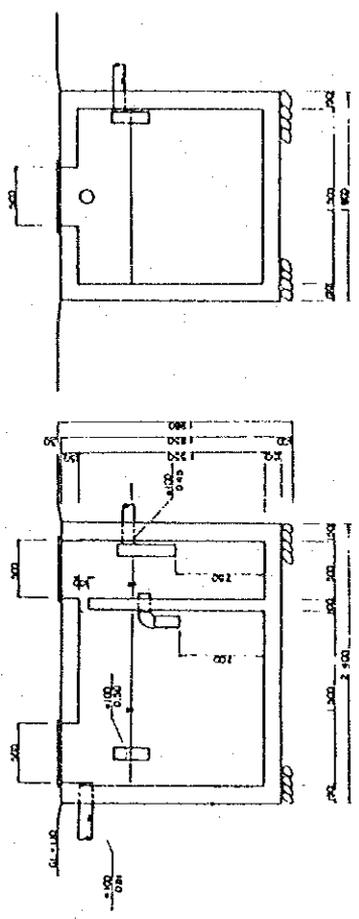


LONGITUDINAL SECTION S. 1. 10



EGM CURVED HEIGHT
H.E. INVERT ELEVATION
P.L. PIPE LENGTH

No. 4 SEPTIC TANK S. 1. 20



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DEL PARAGUAY PARA EL LINEA VITICOLA Y OIV 113. 1981	
TITULO: SISTEMA DE INFILTRACION DE SUELOS	FECHA: 1981
AUTORES:	ESCALA:

Plano del Sistema de Tratamiento por Infiltración en Suelos de la Comisaría de Areguá

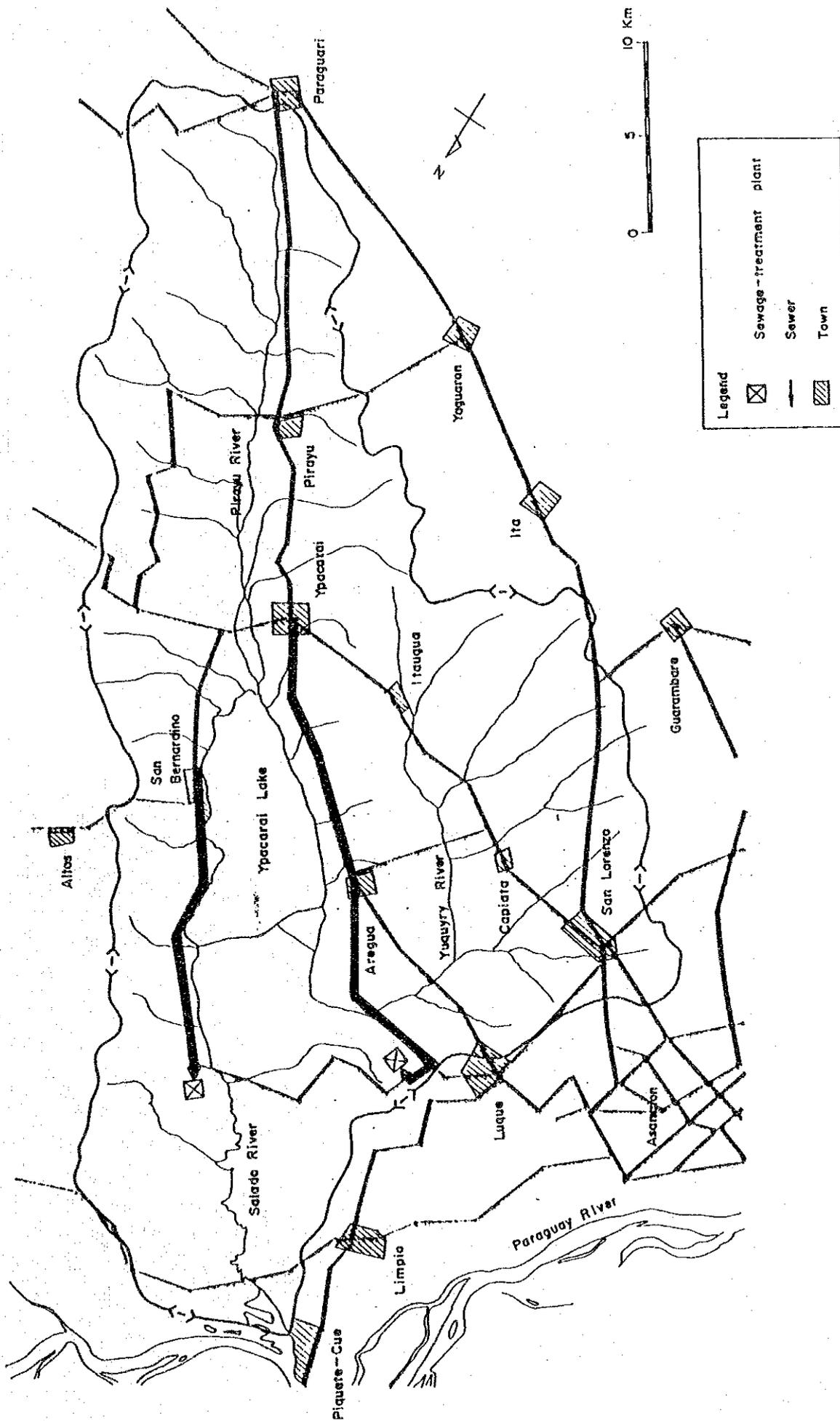
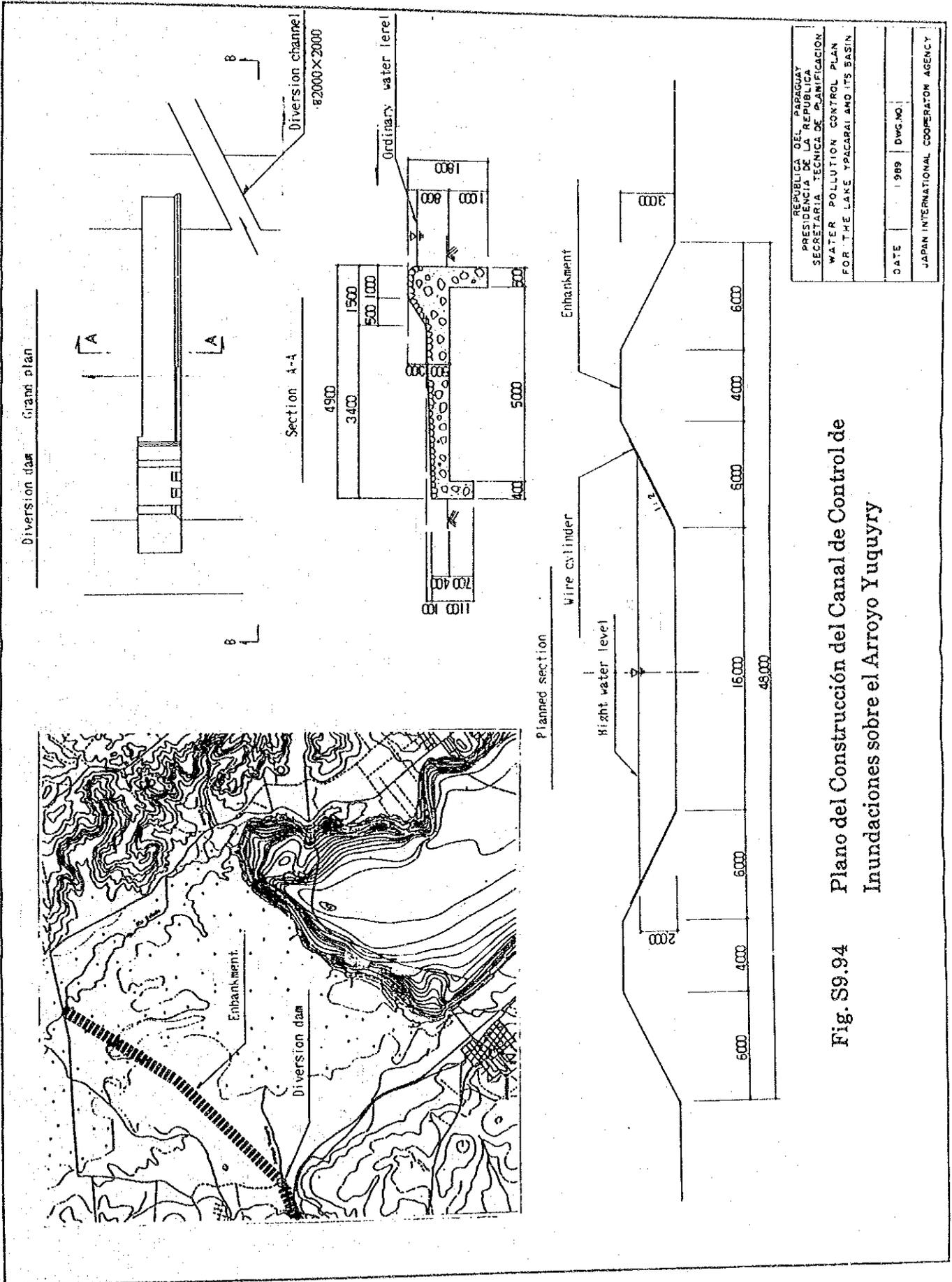


Fig. S9.93 Plano del Construcción de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Negras para una Cuenca



REPUBLICA DEL PARAGUAY PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION	
WATER POLLUTION CONTROL PLAN FOR THE LAKE YPARACAI AND ITS BASIN	
DATE	1 989
DWG. NO.	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

Fig. S9.94 Plano del Construcción del Canal de Control de Inundaciones sobre el Arroyo Yuquyry

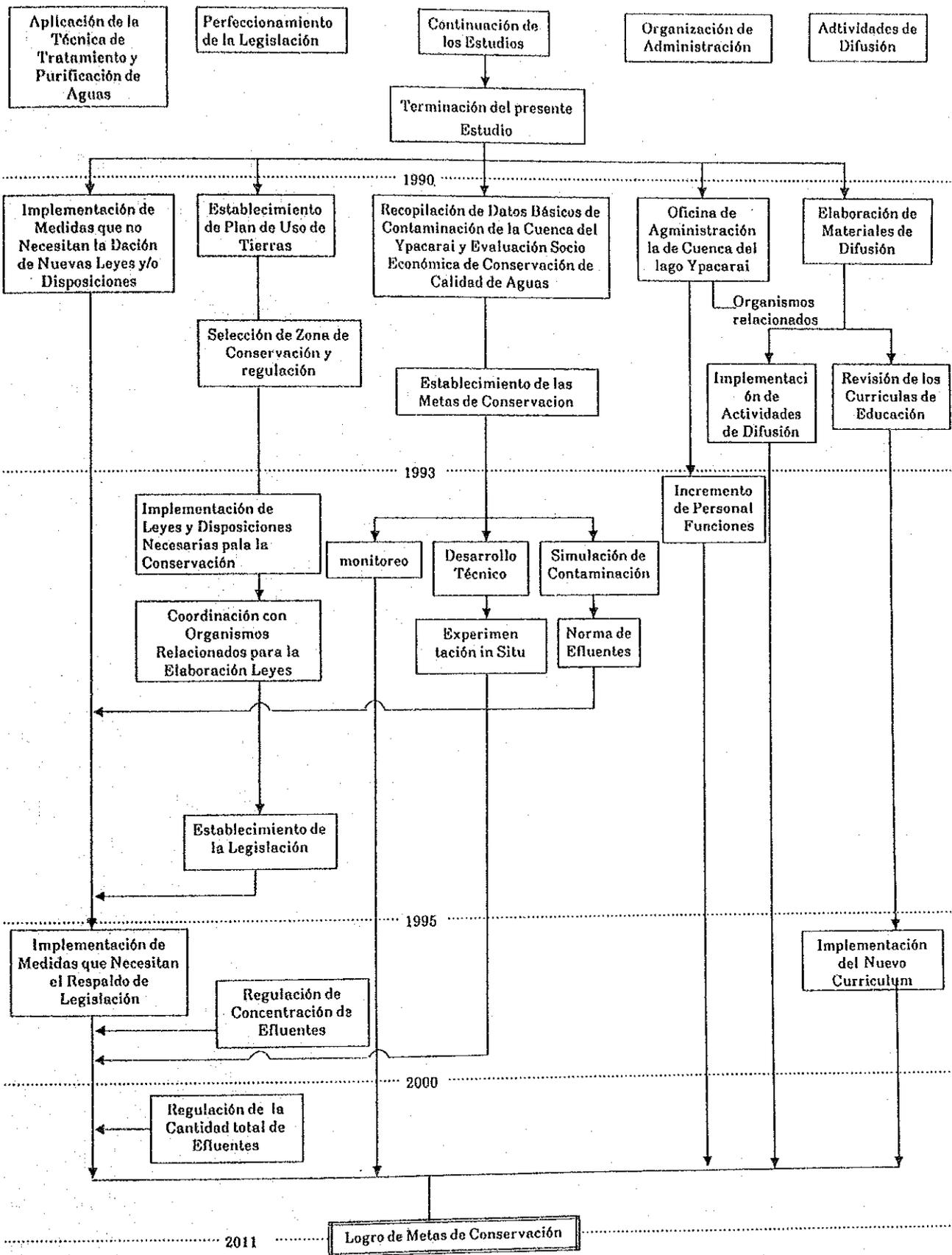


Fig. S9.111 Plan Anual de Conservación de Calidad de Aguas

JICA