

I66e  
5271  
V2 C.4



EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION DE  
LAS LAGUNAS DE SAN PEDRO.

IREN - CORFO

JULIO, 1980

JEFE DE PROYECTO : Ximena Trepiana P.  
Químico  
COORDINADOR : Raúl Campillo U.  
Geólogo  
CONSULTOR : Raúl Galindo U.  
Ingeniero Civil

## I N D I C E

1.	INTRODUCCION	1
2.	FUNDAMENTOS BASICOS	3
3.	METODOLOGIA DE ANALISIS	4
4.	CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS ECOSISTEMAS	6
4.1.	Laguna Grande	
4.2.	Laguna Chica	
5.	DIAGNOSTICO DE LA EUTROFICACION EN FUNCION DE LA INFORMACION DISPONIBLE.	7
5.1.	Fuente de Información	
5.2.	Parámetros Definidos	
5.3.	Conclusiones Preliminares	
6.	EVALUACION DE LAS CARGAS APORTANTES	9
6.1.	Laguna Grande	
6.1.1.	Clasificación de las fuentes	9
a.	Area urbana de la cuenca	
b.	Uso forestal de la cuenca	
c.	Aserradero San Pedro	
6.1.2.	Aplicación del Modelo de Vollenweider	11
a.	Evaluación de carga	
-	cargas urbanas	
-	cargas forestales	
-	resumen final	
b.	Aplicación Gráfica	
-	año 1960	
-	año 1980	

6.1.3.	Conclusiones	13
6.2.	Laguna Chica	14
6.2.1.	Clasificación de las Fuentes	14
	a. Area urbana	
	b. Uso Forestal de la Cuenca	
6.2.2.	Aplicación del Método de Vollenweider	16
	a. Evaluación de las cargas	
	b. Aplicación gráfica	
	- año 1960	
	- año 1980	
6.2.3.	Conclusiones	18
7.	RECOMENDACIONES	18
8.	REFERENCIAS	19

#### ANEXOS

- I. Hidrología de las Lagunas
- II. Resultados de Análisis Químicos

EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACION  
DE LAS LAGUNAS DE SAN PEDRO.

1. INTRODUCCION.

Genéricamente se denomina eutroficación al crecimiento excesivo de plantas acuáticas como consecuencia de la sobre-fertilización del agua y la pérdida de balance entre fotosíntesis y respiración. También desde un punto de vista general, este proceso va acompañado de un deterioro de la calidad del agua caracterizado por:

- Incremento de la turbiedad del agua
- Fuertes oscilaciones diurnas en la concentración del oxígeno disuelto y del pH.
- Capas anaeróbicas de fondo
- Masas de plantas flotantes que, al ser arrojadas hacia la orilla, causan olores indeseables durante su degradación.
- Conversión de las áreas someras del cuerpo hídrico en tierras pantanosas.

Ahora bien, si desde un punto de vista general el proceso de eutroficación ha sido definido en los términos anteriores (limnológicos), en la actualidad este fenómeno cobra particular relevancia asociado a problemas de contaminación, dando cabida a una clasificación acuñada por Odum (1) donde se distingue la "Eutroficación artificial o cultural" de la "Eutroficación natural o limnológica".

"Eutroficación natural" es aquella que se manifiesta en cuerpos hídricos sin que medie acción deteriorante debida a la actividad humana. En este caso, aún cuando la apariencia del problema es similar al otro, corresponde a un proceso ecológico natural en un ecosistema en mutación.

La "Eutroficación cultural" por su parte, es un fenómeno de cambios acelerados, fruto de la intervención humana perturbante del ecosistema (descargas urbanas, faenas agrícolas, explotación forestal, etc.)

En la práctica desde un punto de vista ingenieril orientado a la aplicación de medidas correctivas, estructurales o no estructurales, el problema de interés real es el segundo. El primero podría tener un interés científico para los especialistas.

Recién cuando el problema se plantea dentro del marco anterior, es cuando surge la real problemática conceptual para el análisis de una situación de eutroficación. Dice ésta relación con el interés práctico de aplicar medidas correctivas o paliativas a un cuerpo receptor sometido a perturbaciones por la actividad humana, explicitándose claramente una dicotomía entre el procedimiento de diagnóstico (perfil estático) y el de prognosis (perfil proyectivo).

La experiencia práctica y su respaldo teórico (más adelante se detallará), ponen de manifiesto que los procedimientos para el diagnóstico de una situación de eutroficación aportan información y conclusiones que, virtualmente, no permiten extrapolar un conjunto idóneo de medidas o recomendaciones para su corrección.

En general, el procedimiento de diagnóstico se puede asociar a un perfil estático (como una fotografía instantánea) que aporta un "set" de parámetros cuantitativos que demuestran la existencia o no de un problema de eutroficación.

Por otro lado, el establecimiento de una base de información destinada a la extrapolación de conclusiones y medidas correctivas, se encuadra dentro de una visión "sistémica" del problema, la que no necesariamente aporta datos confiables para el diagnóstico.

En este sentido, cabe señalar la necesidad previa de planificación clara y adecuada de las actividades destinadas a la generación de datos (terreno y laboratorio) de una manera coherente con el primer objetivo, el segundo o ambos.

## 2. FUNDAMENTOS BASICOS

Cuando por condiciones especiales se produce una sobre-fertilización de lagunas (N y P, preponderantemente), existe una tendencia del ecosistema a incrementar las especies vegetales por sobre el balance natural establecido originalmente en la interacción con otras especies y factores abióticos. El exceso de vegetales dentro de un mismo ecosistema (densidad de ellos), demanda gradualmente una mayor porción de oxígeno generado por la fotosíntesis vegetal para la combustión de la célula vegetal hasta que, finalmente, el excedente es nulo y empiezan a aparecer síntomas de agotamiento del oxígeno disuelto del ecosistema acuático y condiciones de anaerobicidad; ésta última situación corresponde al estado avanzado de eutroficación.

Conviene, sin embargo, aclarar el motivo por el cual la productividad primaria neta del ecosistema declina con el incremento de la biomasa y por consiguiente puede alcanzar valores nulos, dando condiciones de anaerobicidad en éste.

La relación básica que permite analizar este fenómeno es la siguiente:

$$PPN = PPB - R$$

donde:

PPN : Productividad primaria neta (gr/m<sup>2</sup>)

PPB : Productividad primaria bruta (gr/m<sup>2</sup>)

R : Respiración.

La PPB se relaciona funcionalmente con los siguientes factores :PPB = (Luz superficial, turbiedad del agua, profundidad).

La profundidad incide exponencialmente en el decrecimiento de la intensidad de la luz y por ende de la productividad. Sin embargo, el parámetro más importante en este caso es la turbiedad que afecta inversamente a la productividad y que en la práctica es influenciada por la biomasa presente (a mayor densidad de ella mayor turbiedad y por ende mayor productividad).

En experiencias realizadas se ha podido apreciar que los efectos de profundidad y biomasa se complementan para producir un resultado estable donde la PPB se mantiene sin grandes variaciones y aproximadamente constante.

La respiración en cambio varía en forma proporcional a la biomasa total. En consecuencia, la sobrefertilidad del ecosistema y el incremento de la biomasa puede hacer tender la relación a cero rápidamente. Esta es la base fundamental de la eutroficación acuática.

Sin embargo, la conclusión más importante que es dable extraer del anterior análisis es que la eutroficación está vinculada, para un ecosistema dado, esencialmente con la carga de nutrientes descargada a éste; por consiguiente, el pronóstico de una situación sólo puede ser evaluado a través del análisis de las cargas afluentes y no de las concentraciones de un cierto instante.

### 3. METODOLOGIA DE ANALISIS

Tal como se ha advertido en el punto anterior, el problema de la "eutroficación" en términos de prognosis, para un caso real y con una relevancia ingenieril (establecer causas y efectos a fin de seleccionar alternativas correctivas), debe atender preponderantemente a los montos de nutrientes afluentes al ecosistema.

Así también se deberán cuantificar algunos efectos en este último, claramente vinculables a los anteriores (oxígeno disuelto, biomasa, etc.).

A partir de la evaluación de la información obtenida (o como resultado de una decisión previamente planificada) en cuanto a su calidad y cantidad, es posible elegir uno de los dos procedimientos predictivos de adecuada solidez conceptual:

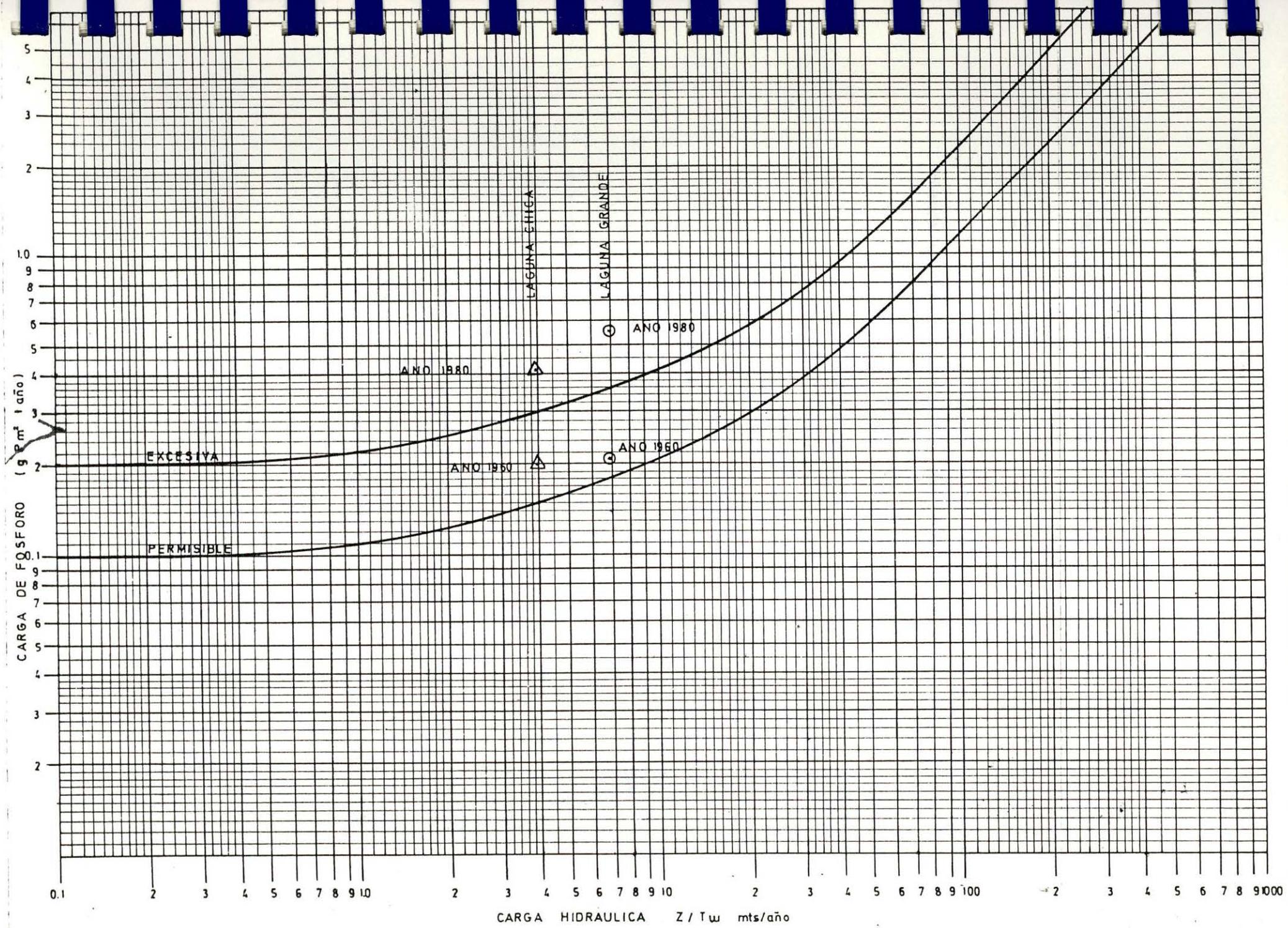
- Simulación mediante modelamiento matemático.

Metodología de alta sofisticación que pretende reproducir analíticamente la cinética básica del ecosistema. La mayor dificultad de este método radica en que no obstante la complejidad matemática que se suele emplear para estos fines, la reproducción de las condiciones del sistema suelen ser aproximada.

- Método de Vollenweider.

Metodología de análisis grueso basada en balances globales y concentraciones críticas de los nutrientes alcanzadas en el ecosistema. Este método es de aplicación gráfica a partir del análisis elaborado por el propio autor, a partir del análisis de innumerables casos sintetizados en la Fig. N° 1. (2).

Se estima que un proceso lógico de análisis para un problema específico, por ejemplo el que nos ocupa en este estudio (lagunas de San Pedro), consiste en recurrir en una primera etapa evaluativa a la aplicación del último método, a fin de ponderar la importancia relativa de las distintas fuentes causantes del problema. A continuación se debería ir a un análisis más fino en base a la primera metodología. Este será el enfoque que se aplicará en este caso desarrollándose la primera etapa.



S / VOLLENWEIDER

FIG. 1

#### 4. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LOS ECOSISTEMAS.

##### 4.1. Laguna Grande.

La información que se tiene para la Laguna Grande de San Pedro y su cuenca aportante muestra las siguientes características:

- Volumen (V)	14.770.000 m <sup>3</sup>
- Profundidad media (V/S)	9,4 mts.
- Area superficial: (S)	1.570.000 m <sup>2</sup>
- Volumen de agua aportante	10.826.027 m <sup>3</sup> /año
- Volumen efluente	10.144.636 m <sup>3</sup> /año
- Area de la cuenca aportante	1.110 há.
- Subcuenca oeste	416 há.
- Subcuenca central	400 há.
- Subcuenca este	294 há.

##### 4.2. Laguna Chica.

- Volumen (V)	8.250.000 m <sup>3</sup>
- Profundidad media (V/S)	10,3 mts.
- Area superficial (S)	800.000 m <sup>2</sup>
- Volumen aportante	3.148.396 m <sup>3</sup> /año
- Volumen efluente	2.800.496 m <sup>3</sup> /año
- Area de la cuenca aportante	432,9 há.

## 5. DIAGNOSTICO DE LA EUTROFICACION EN FUNCION DE LA INFORMACION DISPONIBLE.

### 5.1. Fuente de Información.

Para la elaboración del presente estudio se pudo contar con la información obtenida en terreno, efectuándose corridas mensuales de mediciones en el río Bío-Bío y en ambas Lagunas de San Pedro entre los meses de Abril y Noviembre de 1979. Las principales mediciones realizadas se llevaron a cabo para cuantificar los siguientes parámetros:

- p.H.
- Conductividad específica : C.E. (micromhos/cm).
- Oxígeno disuelto: O.D. (ppm)
- Nitrógeno de nitratos (ppm)
- Nitrógeno de nitritos (ppm)
- Nitrógeno de amoníaco (ppm)
- Fosfatos (ppm)
- Temperatura.

### 5.2. Parámetros definidos.

Para esta parte del estudio se utilizaron los siguientes parámetros:

- Nitrógeno total: se obtiene de sumar nitrógeno de nitrato, de nitritos y de amoníaco (Fig. N° 2 y 3).
- Fósforo de fosfatos: aparecen graficados en la Figura N° 4 y 5 para la Laguna Grande y Chica de San Pedro.
- Déficit de oxígeno: en base a la información de oxígeno disuelto y temperatura se elaboraron los gráficos de las Figuras N° 6 y 7, en las que se presentan los valores de oxígeno disuelto, temperatura y déficit de oxígeno en las aguas de ambas lagunas.

FIG. 2

LAGUNA GRANDE

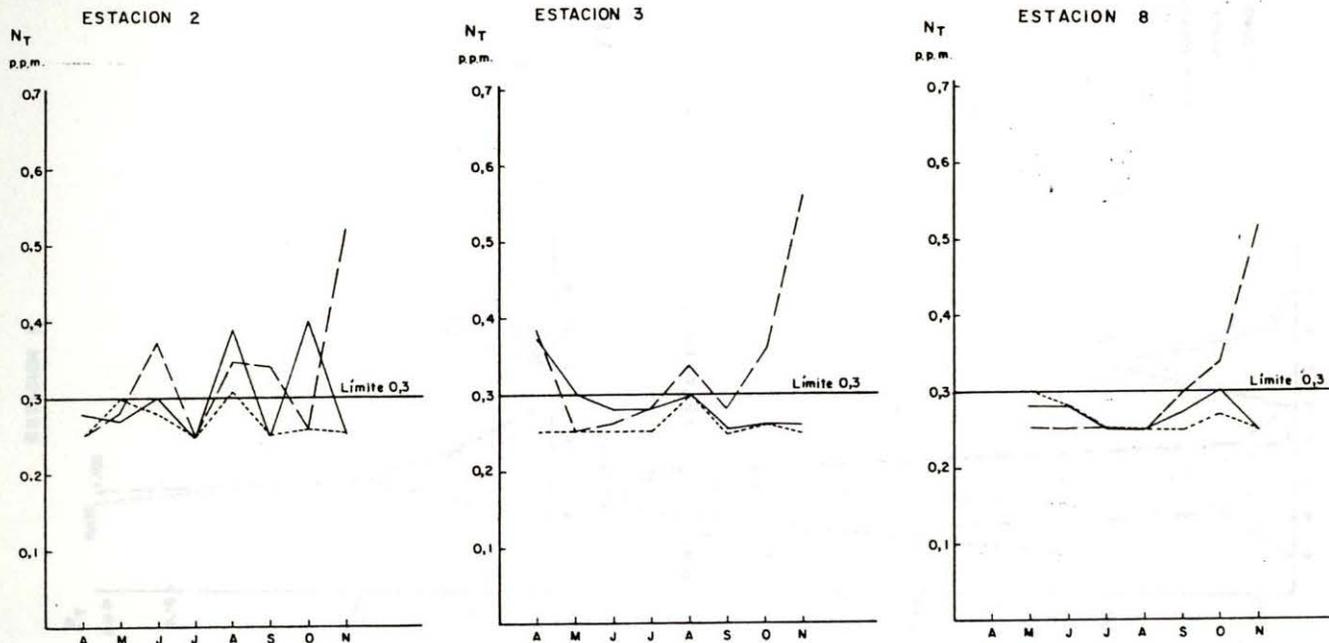
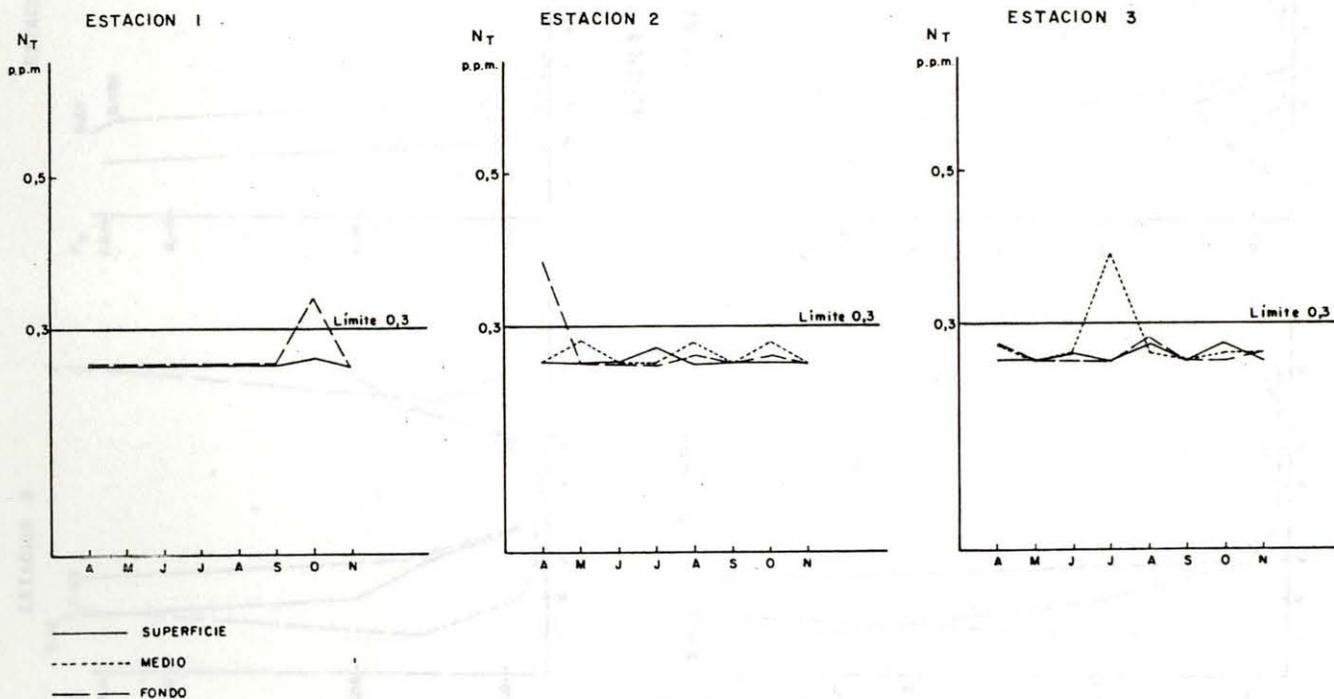


FIG. 3

LAGUNA CHICA



NITROGENO TOTAL

$$(N-NO_3) + (N-NO_2) + (N-NH_3)$$

(N-NO<sub>3</sub>) SE HA SUPUESTO = 0,2 p.p.m. (LIMITE DE MEDIDA DEL INSTRUMENTO)

(N-NH<sub>3</sub>) SI ES MENOR DE 0,05 SE HA SUPUESTO = 0,05 p.p.m. (LIMITE DE MEDIDA DEL INSTRUMENTO)

FIG. 4

LAGUNA GRANDE

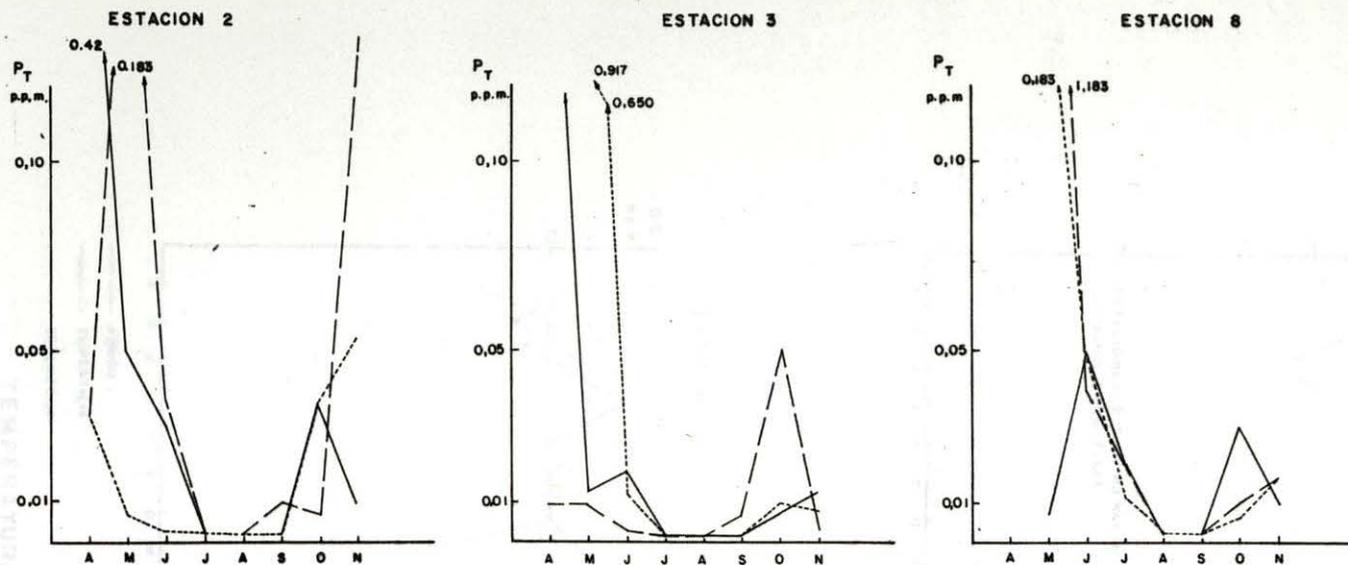
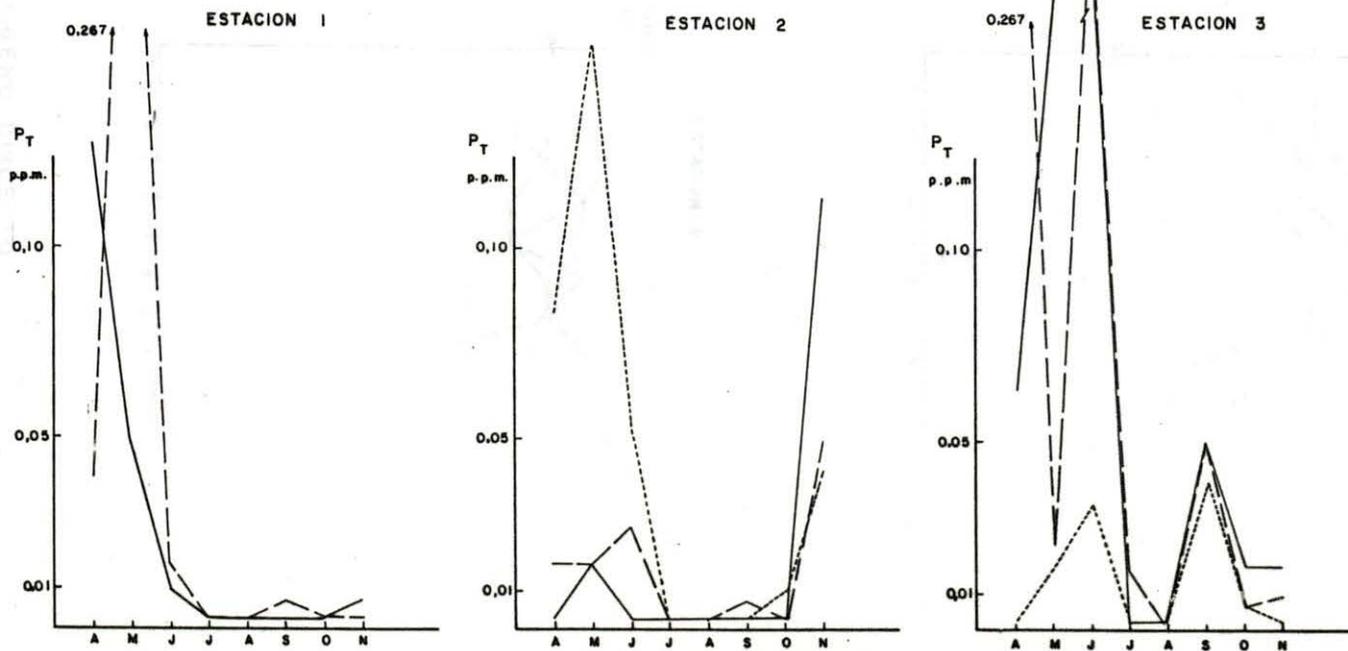


FIG. 5

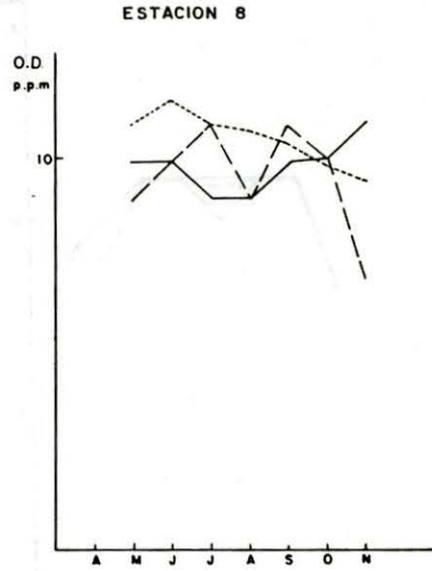
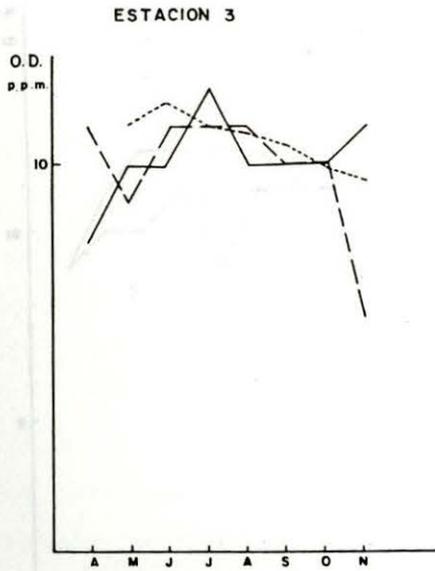
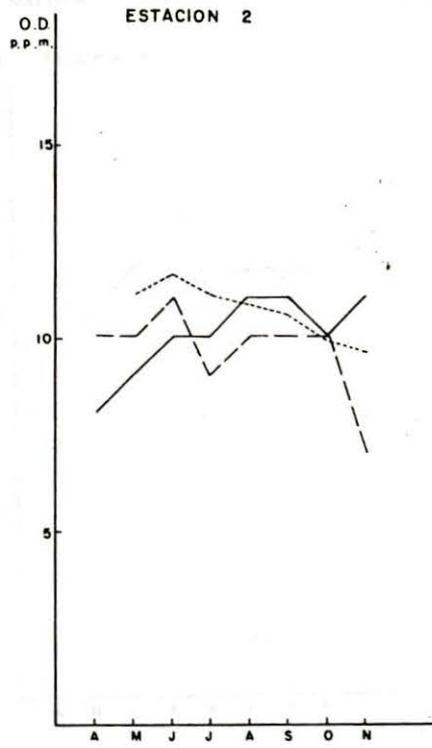
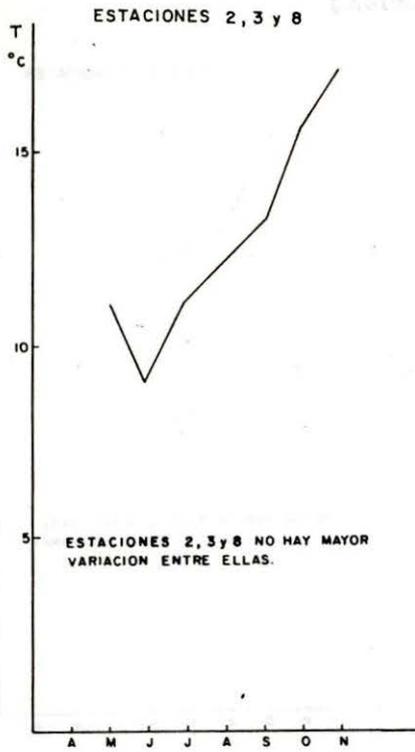
LAGUNA CHICA



FOSFORO DE FOSFATOS

— SUPERFICIE  
 - - - MEDIO  
 ···· FONDO

LAGUNA GRANDE

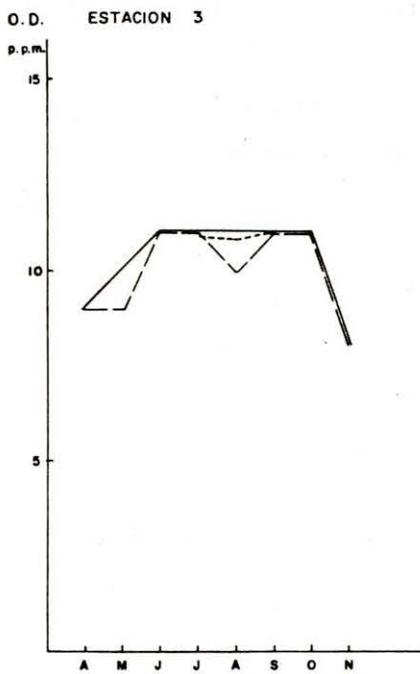
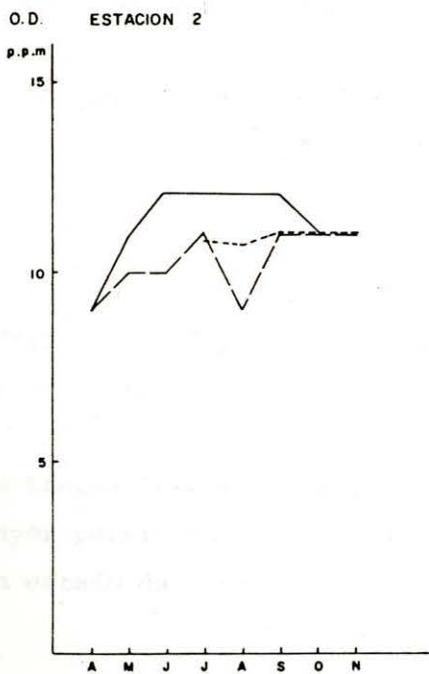
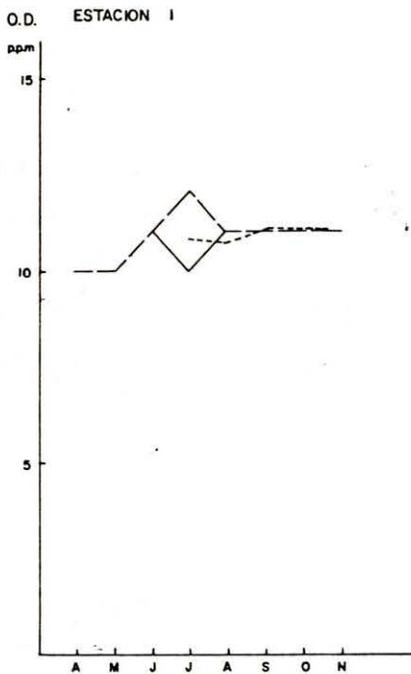
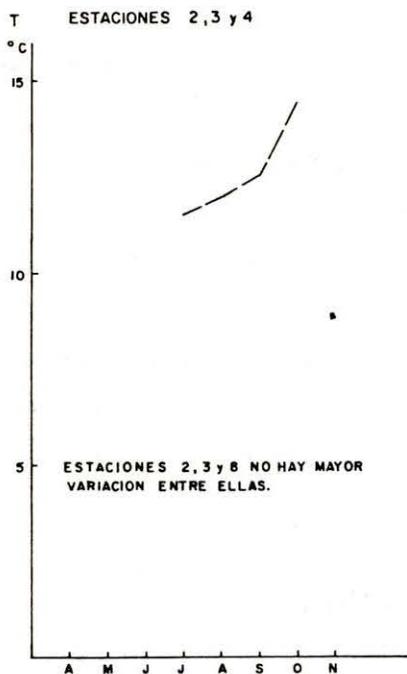


— — FONDO  
 — — SUPERFICIE  
 ····· SATURACION

TEMPERATURA Y OXIGENO DISUELTO

TEMPERATURA Y OXIGENO DISUELTO

LAGUNA CHICA



—— FONDO  
 ——— SUPERFICIE  
 - - - - SATURACION

TEMPERATURA Y OXIGENO DISUELTO

### 5.3. Conclusiones preliminares.

Tal como se plantea en la parte inicial de este informe el diagnóstico de una situación de eutroficación a partir de parámetros de calidad obtenidos en terreno no tiene mayor significado salvo cuando éste es complementado mediante un estudio de las cargas aportantes al sistema. Podría ser el caso que la cinética natural del ecosistema soportara concentraciones nutricionales por encima de las habituales consideradas como críticas y esto sólo puede ser comprobado mediante una estimación de la constancia de las cargas nutrientes en el tiempo.

En el presente caso, sin embargo, y tal cual se determina más adelante, ambos ecosistemas en estudio (Lag. Chica y Lag. Grande) han estado soportando un incremento de carga de origen cultural claramente creciente en el tiempo, razón por la que parece conveniente evaluar los datos de terreno respecto de parámetros críticos aceptados (Fig. N° 3,4,5). A partir del criterio anterior y de la simple observación de las figuras es posible concluir lo siguiente:

- a) En el período de mediciones no se aprecia formación alguna de termoclima en ambas lagunas, lo que pareciera señalar una alta mezcla consecuencia de condiciones geomorfológicas y climáticas.
- b) La Laguna Chica presenta sólo ocasionalmente, en el período, situaciones de déficit de oxígeno; sin embargo, no se dispone de información para el período de primavera-verano.
- c) La Laguna Grande, para la cual se cuenta con más información, presenta una mayor persistencia en el déficit de oxígeno lo que podría ser indicativo de un estado de eutrofia más avanzado que el caso anterior.

- d) Las concentraciones de fósforo de fosfatos en ambas lagunas, presentan excesos sobre el límite aceptado de 0,01 ppm. Aún cuando no se cuenta con los datos del período primavera-verano a las que se refiere la publicación (2), la simple observación de la forma general de las curvas de concentración en ambas lagunas (forma de U), permitiría aceptar, como una aproximación gruesa, que en esa época del año la situación se mantiene por sobre los valores críticos.
- e) En el caso de nitrógeno total inorgánico los datos obtenidos parecen contraponerse a la situación anteriormente señalada, puesto que en general es menos notorio el exceso sobre el límite establecido por Vollenweider de 0,3 ppm. La ausencia de información específica durante el período primavera - verano impide aventurar una conclusión más definitiva.

## 6. EVALUACION DE LAS CARGAS APORTANTES.

### 6.1. Laguna Grande.

#### 6.1.1. Clasificación de las fuentes:

En base a las visitas inspectivas y análisis fotogramétrico se establecieron en principio tres fuentes probables de aporte nutricional a la laguna (Figs. N° 8 y 9).

##### a) Area urbana dentro de la Cuenca.

En las áreas aledañas a la Laguna Grande, se ha venido desarrollando una localización urbana (Población San Pedro) a partir del año 1964. Esto es consecuencia de la expansión general de la ciudad de Concepción y del atractivo natural de la zona. Esta población se encuentra ubicada en el extremo norte de la Laguna, contando con un sistema parcial de alcantarillado que evacúa en el río Bío-Bío.

73°06'

FIG. 8

SITUACION FORESTAL AL AÑO 1961

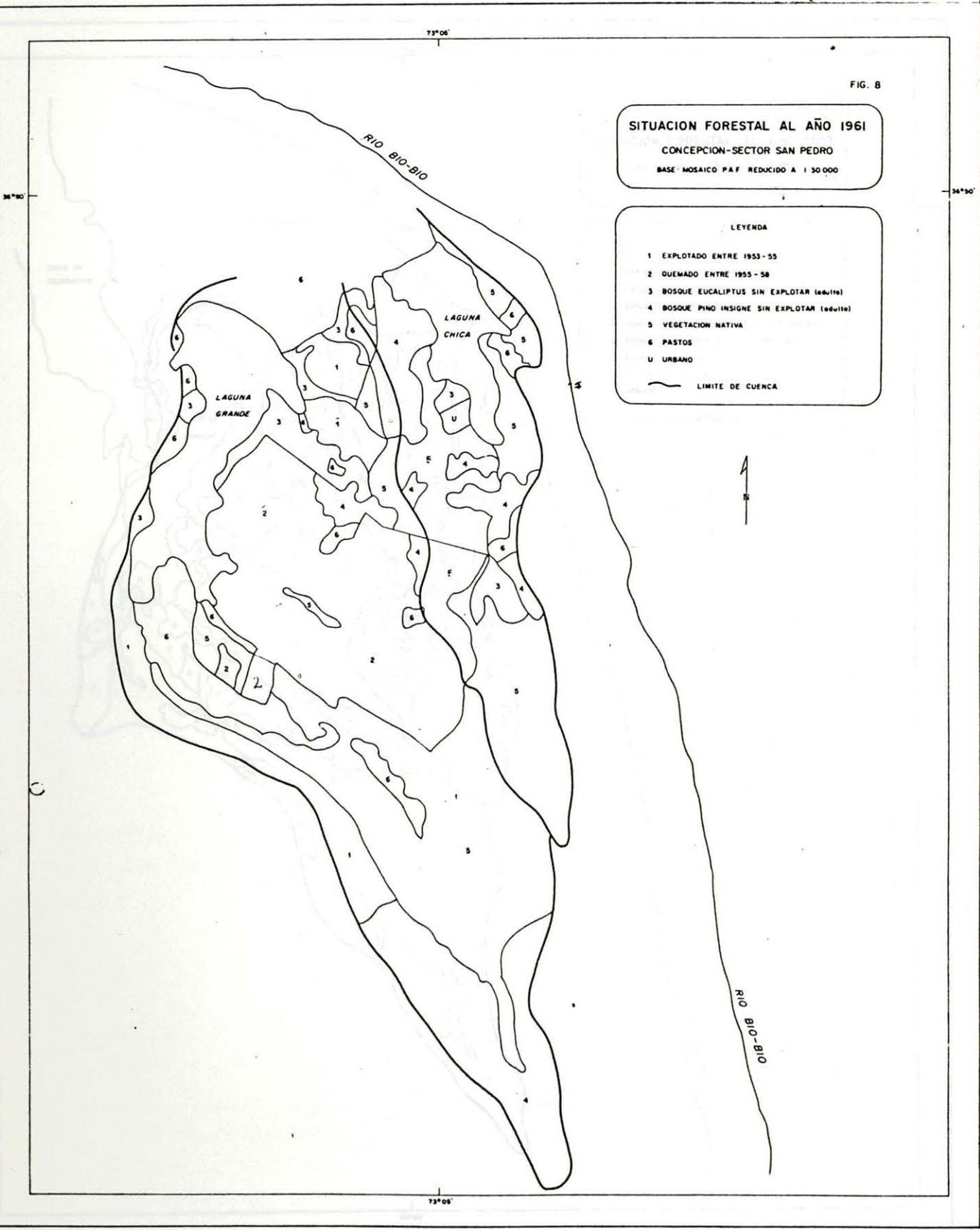
CONCEPCION-SECTOR SAN PEDRO

BASE: MOSAICO PAF REDUCIDO A 1:30 000

LEYENDA

- 1 EXPLOTADO ENTRE 1953-55
- 2 QUEMADO ENTRE 1955-58
- 3 BOSQUE EUCALIPTUS SIN EXPLOTAR (adulto)
- 4 BOSQUE PINO INSIGNE SIN EXPLOTAR (adulto)
- 5 VEGETACION NATIVA
- 6 PASTOS
- U URBANO

— LIMITE DE CUENCA



73°06'

36°50'

RIO BIO-BIO

LAGUNA GRANDE

LAGUNA CHICA

FIG. 9

SITUACION FORESTAL AL AÑO 1980

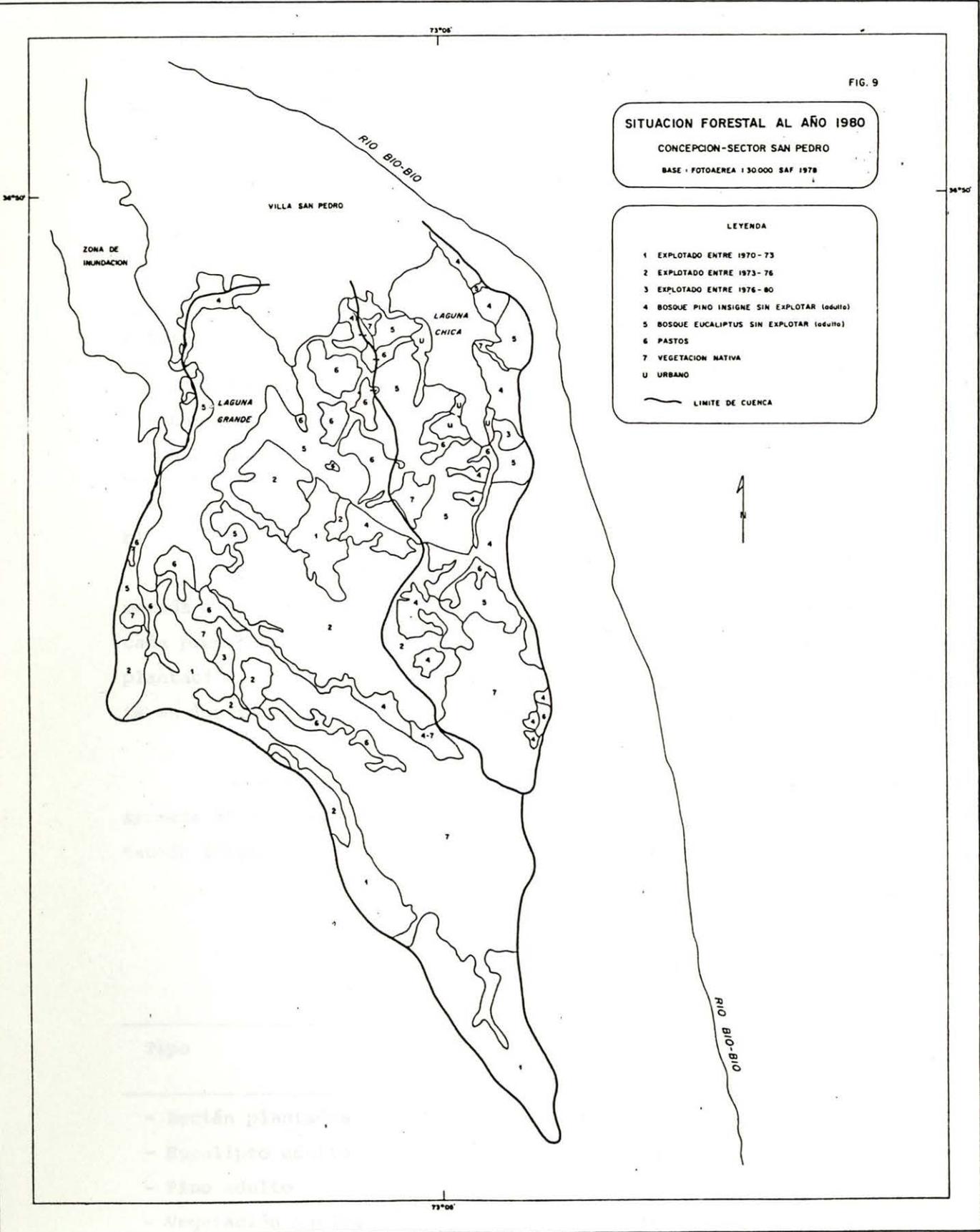
CONCEPCION-SECTOR SAN PEDRO

BASE: FOTOAEREA 1:50.000 SAF 1978

LEYENDA

- 1 EXPLOTADO ENTRE 1970-73
- 2 EXPLOTADO ENTRE 1973-76
- 3 EXPLOTADO ENTRE 1976-80
- 4 BOSQUE PINO INSIGNE SIN EXPLOTAR (adulto)
- 5 BOSQUE EUCALIPTUS SIN EXPLOTAR (adulto)
- 6 PASTOS
- 7 VEGETACION NATIVA
- U URBANO

— LIMITE DE CUENCA



(\*) La evaluación histórica de esta población se puede caracterizar según los datos del Cuadro N°1:

CUADRO N° 1.

## USO URBANO DE LA CUENCA

Dato	1960	1980
- Superficie urbana (há.)	-	35
- Habitantes totales (N°)	-	3.500
- Habitantes incidentes en la Laguna (N°)	-	1.000

b) Uso forestal de la cuenca.

Gran parte de la cuenca aportante a la Laguna Grande, se encuentra sometida a explotación forestal, dentro de una rotativa por predios. El ciclo para cada predio es aproximadamente el siguiente: corte, etapa descubierta, quema, plantación, crecimiento, corte. La vegetación nativa subsiste preponderantemente en las zonas de fondo de quebradas.

La visualización de la evolución en el uso forestal de la cuenca se aprecia de los datos del Cuadro N° 2, obtenidos sobre la base de fotointerpretación (Figs.N° 8 y 9).

CUADRO N° 2

## USO FORESTAL DE LA CUENCA

Tipo	Superficie (há.)	
	1960	* 1980
- Recién plantados	434	507
- Eucalipto adulto	48	54
- Pino adulto	175	131
- Vegetación nativa	346	84
- Pastos	107	299
TOTAL	1.110	1.075 *

(\*) La diferencia es área urbana existente este año.

c) Aserradero de San Pedro.

Entre la Laguna Grande y Chica de San Pedro, existe un aserradero; su visita inspectiva permitió apreciar la ausencia de descargas contaminantes hacia las lagunas, por lo que se desestimó su importancia.

6.1.2. Aplicación del método de Vollenweider.

La aplicación práctica del método consiste en evaluar las cargas aportantes al ecosistema y caracterizar su tendencia a través de un procedimiento gráfico elaborado por su autor a partir del estudio de casos (Fig. N° 1).

a) Evaluación de cargas:

Existen en este caso tres fuentes básicas a considerar: de origen forestal, de origen poblacional y de origen pluvial incidente sobre el área urbana (lavado de las áreas urbanas por lluvia).

Cargas Urbanas:

A partir de los usos urbanos anteriormente definidos (Cuadro N° 1) y de cargas promedio de fósforo, según información bibliográfica (1,2,6,7 y 8), se calcularon las siguientes cargas anuales totales de este tipo, incidentes en la Laguna Grande.

Tipo		Cargas Totales (gr/año)	
		1960	1980
- Población	1,3 gr/hab/día	-	474.500
- Urbanas por pluviosidad	0,02 gr/m <sup>2</sup> /año	-	7.000
TOTAL		-	481.500

## Cargas forestales:

A partir de los usos forestales anteriormente definidos (Cuadro N° 2) y cargas promedio obtenidas de referencias bibliográficas (1,2,6,7 y 8), se elaboró el siguiente Cuadro de cargas aportantes:

CUADRO N° 4  
CARGA MEDIA DE FOSFORO

Tipo	Carga media fósforo gr/m <sup>2</sup> /año	Cargas Totales	
		1960	1980
- Recién plantados	0,05	271.000	253.500
- Eucaliptus	0,02	9.600	10.800
- Pino	0,02	35.000	26.200
- Veget.nativa	0,01	34.600	8.400
- Pastos	0,03	32,100	89.700
TOTAL		328.300	388.600

## Resumen Final

Según los datos anteriormente calculados, es posible sintetizar las cargas de la manera siguiente:

CUADRO N° 5

Tipo	1 9 6 0		1 9 8 0	
	gr/año	%	gr/año	%
- Forestal	328.300	100	388.600	45
- Urbano	-	-	481.500	55
TOTAL	328.300	100	870.100	100

## b) Aplicación gráfica.

A partir de la Fig. N° 1 se efectúa el análisis de la tendencia eutrófica de la laguna; los parámetros de análisis son los siguientes:

Año 1960:

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| - Profundidad promedio (z)  | 9,4 mts.                   |
| - Tiempo medio residencia (Tw)  | 1,36 años                  |
| - z/Tw (carga hidráulica)   | 6,89 mts/año               |
| - Carga de P (328.300/1.570.000)  | 0,21 gr/año/m <sup>2</sup> |
| - Condición (Fig.N° 2): tendencia eutrófica bajo los límites excesivos. |                            |

Año 1980:

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| - Carga de P (870.100/1.570.000) | 0,55 gr/año/m <sup>2</sup> |
|----------------------------------|----------------------------|

En la Fig. N° 1 aparecen los valores correspondientes a esta Laguna en cerrados en un círculo.

## 6.1.3. Conclusiones:

De la aplicación del método anterior, se deducen las siguientes conclusiones:

- a) Tendencia eutrófica incremental en la Laguna Grande.
- b) Las cargas de origen forestal no parecen haber variado sustancialmente y solas no constituyen problema significativo.
- c) Las cargas urbanas han tenido una evolución ascendente y contribuyen fuertemente al proceso de deterioro del ecosistema.

- d) La situación general del proceso evaluado mediante este método no se contra pone con los resultados del diagnóstico anterior (punto N° 5).

## 6.2. Laguna Chica.

### 6.2.1. Clasificación de las fuentes.

En base a visitas inspectivas y análisis de fotografías aéreas se esta blecieron las dos fuentes más significativas de aporte nutricional a la laguna (Figs. N° 8 y 9).

- a) Area urbana dentro de la cuenca.

En las áreas aledañas a la Laguna Chica se ha venido desarrollando una localización de viviendas de veraneo y fin de semana debido a su gran atractivo turístico. Paralelamente existe en el balneario Llacolén en su margen norte, una gran afluencia de bañistas; en esta laguna se practican deportes náuticos contan do las viviendas ribereñas con embarcaderos. Se ubican en la zona diversos clu bes, tales como el Alemán y el Militar.

Todo este desarrollo urbano se encuentra localizado en las márgenes nor te y poniente de la Laguna.

La evolución histórica de la población incidente en la Laguna, que pro viene de esta localización, se puede caracterizar según los datos del Cuadro N° 6. (IREN/CORFO)

CUADRO N° 6.

## USO URBANO DE LA CUENCA

Dato	1960	1980
- Superficie urbana (há.)	6,3	14,3
- Habitantes totales (N°) *	220	500
- Habitantes incidentes Lag. (N°) *	220	500

(\*) En general esta población es del tipo flotante y se ha estimado a partir de fotografías aéreas y análisis comparativo con otras localidades, con una densidad de 35 hab/há.

## b. ... Uso forestal de la cuenca.

Gran parte de la cuenca aportante a la laguna se encuentra sometida a explotación forestal, dentro de una rotativa por predio. El ciclo para cada predio es aproximadamente el siguiente: corte, etapa descubierta, quema, plantación, crecimiento, corte. La vegetación nativa subsiste preponderantemente en las zonas de fondo de quebrada. La visualización de la evolución en el uso forestal de la cuenca se aprecia de los datos expuestos en el Cuadro N° 7.

CUADRO N° 7.

## USO FORESTAL DE LA CUENCA

Tipo	Superficie (há.)	
	1960	1980
- Recién plantados	-	42,3
- Eucalipto adulto	27,9	140,2
- Pino adulto	85,5	107,5
- Vegetación nativa	295,2	105,6
- Pastos	18,0	23,0
Total agrícola	426,6	418,6
Urbano	6,3	14,3
Total	432,9	432,9

## 6.2.2. Aplicación del método de Vollenweider.

Este se aplica en los mismos términos que en el caso de la Laguna Grande:

## a) Evaluación de las cargas:

Cargas Urbanas: Se señalan en el Cuadro N° 8 y en conformidad a los mismos índices estadísticos medios anteriormente señalados.

CUADRO N° 8

Tipo	Carga media fósforo	Cargas Totales (gr/año)	
		1960	1980
- Población	1,3 gr/hab/día	104.390	237.250
- Urbana por aguas lluvia	0,02 gr/m <sup>2</sup> /año	1.260	2.860
- Total		105.650	240.110

## Cargas Forestales:

La situación para los años 1960 y 1980 se calcula en los mismos términos anteriores, mostrándose sus resultados en el Cuadro N° 9.

CUADRO N° 9.

Tipo	Carga media fósforo gr/m <sup>2</sup> /año	Cargas Totales	
		1960	1980
- Recién plantado	0,05	-	21.150
- Eucalipto adulto	0,02	5.580	28.040
- Pino adulto	0,02	17.100	21.500
- Vegetación nativa	0,01	29.520	10.560
- Pastos	0,03	5.400	6.900
TOTAL		57.600	88.150

## Resumen Final.

Según los datos anteriormente calculados es posible sintetizar las cargas de la siguiente manera:

CUADRO N° 10.

Tipo	1 9 6 0		1 9 8 0	
	gr/año	%	gr/año	%
Forestal	57.600	35	88.150	27
Urbano	105.650	65	240.110	73
TOTAL	163.250	100	328.260	100

## b) Aplicación gráfica.

A partir de la Figura N° 1 se efectúa el análisis de las tendencias eutróficas en la Laguna Chica; los parámetros de análisis son los siguientes:

## Año 1960:

- Prof. media ( $z=V/s$ ) 10,31 mts.
- tiempo medio de residencia ( $T_w$ ) 2,62 años
- Carga hidráulica ( $z/T_w$ ) 3,93 mts/año
- Carga de P (163.250/800.000) 0,20 gr/año/m<sup>2</sup>

## Año 1980

- Carga de P (328.260/800.000) 0,41 gr/año/m<sup>2</sup>

En la Figura N° 1 aparecen los valores correspondientes encerrados en un triángulo.

### 6.2.3. Conclusiones.

De la aplicación del método anterior, se deducen las siguientes conclusiones:

- a) Tendencia eutrófica incremental en la laguna.
- b) Esta tiene una gradiente menor que el de la Laguna Grande.
- c) Tanto la carga forestal como urbana han mantenido un incremento paralelo en el tiempo. Sin embargo, resulta más marcado el efecto de las cargas de origen urbano.
- d) La situación general del proceso evaluado mediante este método no se contrapone con los resultados del diagnóstico anterior (punto 5).

### 7. RECOMENDACIONES.

La información recogida hasta la fecha (parámetros de calidad en las lagunas), no permiten aplicar técnicas de un mayor grado de sofisticación. Esto se podría lograr mediante una campaña de mediciones oportunas y bien planificada en cuanto a su ubicación dentro del año y número de ellas.

La técnica empleada en este documento tiene validez aproximada únicamente. Sin embargo, tiene la ventaja de requerir información de bajo costo, susceptible de ser obtenida con métodos convencionales. Además permite un análisis de enfoque ingenieril tendiente a la priorización de las causas del problema y a la orientación de los caminos a seguir para su virtual corrección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) "Ecología" - ODUM
- 2) "Scientific Fundamentals of the Eutrophication of lakes and Flowing Waters, with particular reference to nitrogen and phosphorous factors in Eutrophication". Vollenweinder - París, 1971.
- 3) "Basic concepts of eutrophication". Sawyer. Journal Water Pollution Control Federation. Mayo 66.
- 4) "Control of eutrophication ". Oglesby et Edmondson JWPCF. Sep.76.
- 5) "Factors which regulate primary productivity and heterotrophic utilization in the ecosystem". O Deem - Fec. Rept. 1961.
- 6) "Water Supply and Waste water desposal. Fair Gager O Kenni.
- 7) "Características de Aguas Residuales y de los censos de agua donde existen". Notario - Costaquino - Nitiosso. Congreso Aidis, 1954.
- 8) "System analysis and Water quality management". Thomann - New York, 1972.

## 1. INTRODUCCION

Las lagunas de la zona de estudio, que se encuentran en las riberas de los ríos de la zona, presentan un régimen de mareas que tienen un carácter de semidiurno. Este régimen de mareas se caracteriza por tener dos mareas altas y dos mareas bajas en cada día.

## 2. BALANCE DE MAREAS

El balance de mareas en las lagunas de la zona de estudio se puede determinar a partir de los datos de mareas que se han tomado en las lagunas. Este balance se puede determinar a partir de los datos de mareas que se han tomado en las lagunas. Este balance se puede determinar a partir de los datos de mareas que se han tomado en las lagunas.

### ANEXO 1

## HIDROLOGIA DE LAS LAGUNAS

Es el estudio de las características físicas y químicas de las aguas que fluyen en las lagunas.

- 1. - Características físicas y químicas de las aguas que fluyen en las lagunas.
- 2. - Clima directo sobre las lagunas.
- 3. - Evaporación directa de las lagunas.
- 4. - Aportes externos (en la laguna de la zona de estudio se tienen los aportes de la laguna Chica).
- 5. - Volúmenes evacuados por el vertedero de la laguna de la zona de estudio que en la laguna Chica.
- 6. - Variación de volúmenes de almacenamiento de las lagunas.

## ANEXO I

### HIDROLOGIA DE LAS LAGUNAS

#### 1. INTRODUCCION

Las lagunas se ubican al sur de la ciudad de San Pedro, en la ribera meridional de la desembocadura del río Bío-Bío. Sus cuencas afluentes tienen un desarrollo en el borde occidental de la Cordillera de Nahuelbuta.

#### 2. BALANCE DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LAS LAGUNAS.

Se plantea aquí este balance de entradas y salidas de agua de ambas lagunas a objeto de poder evaluar la capacidad de renovación de las aguas y el volumen evacuado hacia el río Bío-Bío.

La ecuación de balance planteada es la siguiente:

$$Es + LLd - Evr + A \text{ ext} = Vv + \Delta V1$$

donde:

Es = escorrentía superficial entrante a la laguna.

LLd = Lluvia directa sobre la laguna.

Evr = Evaporación directa desde la laguna.

A ext = Aportes externos (en la Laguna Grande es un aporte proveniente como desague de la Laguna Chica).

Vv = Volumen evacuado por el vertedero de la Laguna Grande, que es desague en la Laguna Chica.

$\Delta V1$  = Variación de volumen de almacenamiento de las lagunas.

El cálculo de la escorrentía superficial se efectuó por medio del balance de Thornthwaite, en base a datos meteorológicos, de la Estación Bellavista controlada por la U. de Concepción. Para este balance se requiere además de la evapotranspiración, obtenida por medio de la fórmula de Penman.

### 2.1. Laguna Chica.

La Laguna Chica recibió el aporte de  $3.148.396 \text{ m}^3$ , proveniente de una cuenca de 475 hás., entre los meses de Mayo y Octubre de 1979.

Durante el mismo período, entregó a través del desague a la Laguna Grande, la cantidad de  $2.800.496 \text{ m}^3$ , siendo la diferencia, el agua evaporada a la atmósfera desde su espejo de agua de 80 hás.

El volumen máximo almacenado en la laguna fue de  $8.250.000 \text{ m}^3$ .

El detalle a nivel mensual para este período, se ilustra en el siguiente Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

BALANCE HIDROLOGICO MENSUAL LAGUNA CHICA DE SAN PEDRO (Cifras en m<sup>3</sup>)

		Volumen agua al comienzo mes	Ingreso por esco- rrentía en el mes	Ingreso por precipi- tación-Evaporación sobre espejo de agua	Salida por verte- tedero a la Lagu- na Grande	Volumen de agua al final del mes	Δ v en el mes
Noviembre	78	8.250.000	0.0	+ 2.804	2.804	8.250.000	
Diciembre	78	8.250.000	0.0	- 95.406	0.0	8.154.594	- 95.406
Enero	79	8.154.594	0.0	- 74.739	0.0	8.079.855	- 170.145
Febrero	79	8.079.855	0.0	- 80.026	0.0	7.999.829	- 250.171
Marzo	79	7.999.829	0.0	- 80.666	0.0	7.919.163	- 330.837
Abril	79	7.919.163	0.0	- 17.063	0.0	7.902.100	- 347.900
Mayo	79	7.902.100	92.863	+ 87.476	0.0	8.082.439	- 167.562
Junio	79	8.082.439	662.329	+ 26.034	520.801	8.250.000	0.0
Julio	79	8.250.000	992.974	+ 174.791	1.167.765	8.250.000	0.0
Agosto	79	8.250.000	641.996	159.091	801.087	8.250.000	0.0
Septiembre	79	8.250.000	249.081	61.762	310.843	8.250.000	0.0
Octubre	79	8.250.000	16.087	- 41.735	0.0	8.224.352	0.0

## 2.2. Laguna Grande.

El volumen aportante proviene de su cuenca de 1.267 hás.<sup>2</sup> y del caudal efluente de la Laguna Chica. El volumen de entrada fue de 10.826.027 m<sup>3</sup> en el período Noviembre 1978 - Octubre 1979.

Durante el mismo período la laguna evacuó 10.144.636 m<sup>3</sup>, siendo la diferencia, la evaporación a través del espejo de agua, de 157 hás.

El volumen máximo almacenado en la laguna fue de 14.770.000 m<sup>3</sup>.

En el borde norte de la laguna se observan dos tubos de alcantarillado cuyo caudal fue inferior a 2,5 lt/s en las oportunidades que fueron aforados.

El detalle a nivel mensual para este período se ilustra en el siguiente Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2

BALANCE HIDROLOGICO MENSUAL LAGUNA GRANDE SAN PEDRO (Cifras en m<sup>3</sup>)

		Volumen agua al comienzo del mes	Ingreso por esco- rrentía en el mes	Ingreso por Precipi- tación-Evaporación sobre espejo agua	Vertido de Laguna Chi- ca	Salida de agua	Volumen de agua al fi- nal del mes	Δ v
Noviembre	78	14.770.000	0.0	5.491	2.804	8.295	14.770.000	0.0
Diciembre	78	14.770.000	0.0	- 186.861	0.0	0.0	14.583.139	-186.86
Enero	79	14.583.139	0.0	- 146.382	0.0	0.0	14.436.757	-333.24
Febrero	79	14.436.757	0.0	- 156.737	0.0	0.0	14.280.020	-489.98
Marzo	79	14.280.020	0.0	- 157.993	0.0	0.0	14.122.027	-647.97
Abril	79	14.122.027	0.0	- 33.418	0.0	0.0	14.088.609	-681.39
Mayo	79	14.088.609	247.294	171.328	0.0	0.0	14.507.231	-262.76
Junio	79	14.507.231	1.763.783	50.991	520.801	2.072.806	14.770.000	0.0
Julio	79		2.644.293	342.343	1.167.765	4.154.401	14.770.000	0.0
Agosto	79		1.709.639	311.591	801.087	2.822.317	14.770.000	0.0
Septiembre	79		663.303	120.965	310.843	1.095.112	14.770.000	0.0

CUADRO N° 3

BALANCE HIDROLOGICO ANUAL LAGUNAS CHICA, GRANDE Y TOTAL

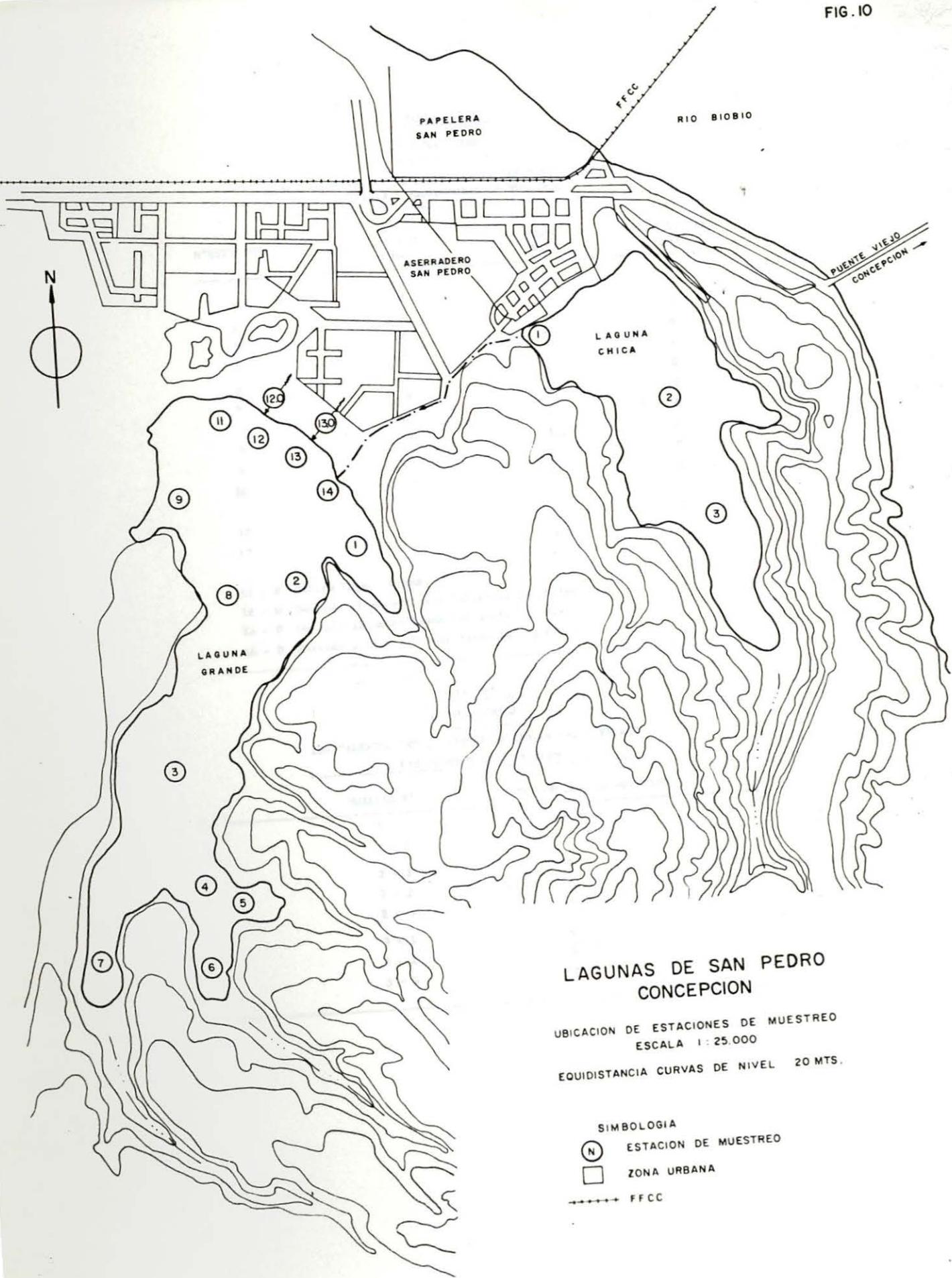
(Cifras en m<sup>3</sup>)

	Año	Entrada	Descenso Laguna	Salida Vertedero
Laguna Chica	1973	-	-	3.445.598
	1974	3.259.545	122.883	3.136.662
	1975	4.057.588	346.619	3.710.969
	1976	1.187.562	461.590	725.592
	1977	4.943.462	292.627	4.650.805
	1978	4.929.301	409.021	4.520.280
	1979	3.148.396	347.900	2.800.496
	Laguna Grande	1973	-	-
1974		11.419.302	240.675	11.178.627
1975		14.083.759	678.880	13.404.879
1976		3.710.873	904.671	2.806.812
1977		17.247.338	573.134	16.674.204
1978		17.076.419	801.101	16.275.318
1979		10.826.027	681.391	10.144.636
Total		1973	-	-
	1974	11.542.185	363.588	11.178.627
	1975	14.430.378	1.025.499	13.404.879
	1976	4.172.463	1.365.651	2.806.812
	1977	17.539.965	865.761	16.674.204
	1978	17.485.440	1.210.122	16.275.318
	1979	11.173.927	1.029.291	10.144.636



ANEXO II

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS



**LAGUNAS DE SAN PEDRO  
CONCEPCION**

UBICACION DE ESTACIONES DE MUESTREO  
ESCALA 1 : 25.000

EQUIDISTANCIA CURVAS DE NIVEL 20 MTS.

**SIMBOLOGIA**

-  ESTACION DE MUESTREO
-  ZONA URBANA
-  FFCC

TABLA N° 1

LAGUNA GRANDE

EQUIVALENCIAS ENTRE NOMENCLATURA IDENTIFICACION DE MUESTRAS Y PROFUNDIDAD DE MUESTREO

<u>N° ESTACION</u>	<u>FONDO N-1</u>	<u>MEDIO N-2</u>	<u>SUPERFICIE N-3</u>
1	5	2	0
2	10	5	0
3	10	5	0
4	10	5	0
5	8	4	0
6	7	3.5	0
7	10	5	0
8	9	4.5	0
9	4	2	0
10	-	5	0
12	-	4	0
13	4	1.5	0

11 - 0 Salida Laguna Grande

12 - 0 Desagüe alcantarillado Población San Pedro

13 - 0 Desagüe alcantarillado Población San Pedro

14 - 0 Entrada a Laguna Grande desde Laguna Chica

TABLA N° 2

LAGUNA CHICA

EQUIVALENCIA ENTRE IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS Y PROFUNDIDAD DEL MUESTREO

<u>MUESTRA N°</u>	<u>PROFUNDIDAD DE MUESTREO</u>
1 - 1	0 mtrs
1 - 2	3 "
2 - 1	0 "
2 - 2	5 "
2 - 3	15 "
3 - 1	0 "
3 - 2	5 "
3 - 3	10 "

ESTACIONES DE MUESTREO  
 ESTACIONES DE MUESTREO EN LA LAGUNA GRANDE

ESTACION	COORDENADAS	PROFUNDIDAD	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD	OPACIDAD	PH	OTROS
1	10	10	10	10	10	10	
2	15	15	15	15	15	15	
3	20	20	20	20	20	20	
4	25	25	25	25	25	25	
5	30	30	30	30	30	30	
6	35	35	35	35	35	35	
7	40	40	40	40	40	40	
8	45	45	45	45	45	45	
9	50	50	50	50	50	50	
10	55	55	55	55	55	55	
11	60	60	60	60	60	60	
12	65	65	65	65	65	65	
13	70	70	70	70	70	70	
14	75	75	75	75	75	75	
15	80	80	80	80	80	80	
16	85	85	85	85	85	85	
17	90	90	90	90	90	90	
18	95	95	95	95	95	95	
19	100	100	100	100	100	100	
20	105	105	105	105	105	105	
21	110	110	110	110	110	110	
22	115	115	115	115	115	115	
23	120	120	120	120	120	120	
24	125	125	125	125	125	125	
25	130	130	130	130	130	130	
26	135	135	135	135	135	135	
27	140	140	140	140	140	140	
28	145	145	145	145	145	145	
29	150	150	150	150	150	150	
30	155	155	155	155	155	155	
31	160	160	160	160	160	160	
32	165	165	165	165	165	165	
33	170	170	170	170	170	170	
34	175	175	175	175	175	175	
35	180	180	180	180	180	180	
36	185	185	185	185	185	185	
37	190	190	190	190	190	190	
38	195	195	195	195	195	195	
39	200	200	200	200	200	200	
40	205	205	205	205	205	205	
41	210	210	210	210	210	210	
42	215	215	215	215	215	215	
43	220	220	220	220	220	220	
44	225	225	225	225	225	225	
45	230	230	230	230	230	230	
46	235	235	235	235	235	235	
47	240	240	240	240	240	240	
48	245	245	245	245	245	245	
49	250	250	250	250	250	250	
50	255	255	255	255	255	255	
51	260	260	260	260	260	260	
52	265	265	265	265	265	265	
53	270	270	270	270	270	270	
54	275	275	275	275	275	275	
55	280	280	280	280	280	280	
56	285	285	285	285	285	285	
57	290	290	290	290	290	290	
58	295	295	295	295	295	295	
59	300	300	300	300	300	300	
60	305	305	305	305	305	305	
61	310	310	310	310	310	310	
62	315	315	315	315	315	315	
63	320	320	320	320	320	320	
64	325	325	325	325	325	325	
65	330	330	330	330	330	330	
66	335	335	335	335	335	335	
67	340	340	340	340	340	340	
68	345	345	345	345	345	345	
69	350	350	350	350	350	350	
70	355	355	355	355	355	355	
71	360	360	360	360	360	360	
72	365	365	365	365	365	365	
73	370	370	370	370	370	370	
74	375	375	375	375	375	375	
75	380	380	380	380	380	380	
76	385	385	385	385	385	385	
77	390	390	390	390	390	390	
78	395	395	395	395	395	395	
79	400	400	400	400	400	400	
80	405	405	405	405	405	405	
81	410	410	410	410	410	410	
82	415	415	415	415	415	415	
83	420	420	420	420	420	420	
84	425	425	425	425	425	425	
85	430	430	430	430	430	430	
86	435	435	435	435	435	435	
87	440	440	440	440	440	440	
88	445	445	445	445	445	445	
89	450	450	450	450	450	450	
90	455	455	455	455	455	455	
91	460	460	460	460	460	460	
92	465	465	465	465	465	465	
93	470	470	470	470	470	470	
94	475	475	475	475	475	475	
95	480	480	480	480	480	480	
96	485	485	485	485	485	485	
97	490	490	490	490	490	490	
98	495	495	495	495	495	495	
99	500	500	500	500	500	500	
100	505	505	505	505	505	505	

DETERMINACIONES EN LAGUNA GRANDE

T A B L A N° 3

DETERMINACIONES DE OXIGENO DISUELTO (ppm)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	9	9	10	10	9	11	10	12
1 - 2	9	9	-	-	-	-	-	7
1 - 3	9	10	10	11	10	10	11	11
2 - 1	10	10	11	9	10	10	10	7
2 - 2	9	10	10	11	11	11	10	7
2 - 3	8	9	10	10	11	11	10	11
3 - 1	11	9	11	11	11	10	10	6
3 - 2	8	10	10	11	11	11	10	10
3 - 3	8	10	10	12	10	10	10	11
4 - 1	9	-	10	11	10	11	10	7
4 - 2	9	9	10	11	11	10	10	8
4 - 3	9	9	10	11	12	11	10	9
5 - 1	-	9	10	11	10	10	11	6
5 - 2	-	9	10	11	12	11	10	7
5 - 3	-	9	10	10	11	10	10	10
6 - 1	-	9	10	11	11	10	10	8
6 - 2	-	-	10	11	11	11	11	11
6 - 3	-	9	10	10	8	10	10	11
7 - 1	9	10	10	12	7	11	11	7
7 - 2	9	10	10	9	9	11	10	9
7 - 3	10	9	10	10	11	10	10	11
8 - 1	-	9	10	11	9	11	10	7
8 - 2	-	10	10	11	9	10	10	10
8 - 3	-	10	10	9	9	10	10	11
9 - 1	8	9	9	10	10	9	10	11
9 - 2	9	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	9	9	10	11	10	11	10	11
10 - 2	-	10	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	9	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	9	9	10	10	9	10
12 - 3	-	-	10	11	12	11	10	10
13 - 1	8	-	9	9	8	9	11	10
13 - 2	-	9	-	-	-	-	-	-
13 - 3	9	-	10	11	9	10	10	9
11 - 0	-	6	10	10	10	10	9	11
12 - 0	-	-	8	5	7	8	9	10
13 - 0	-	-	8	7	7	8	7	1
14 - 0	-	-	9	7	10	11	10	10

T A B L A N° 4

DETERMINACIONES DE TEMPERATURA (°C)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	-	11	9	11	13	13	16	16
1 - 2	-	11	-	-	-	-	-	-
1 - 3	-	11	9	11	13	13	16	16
2 - 1	-	11	9	11	12	13	15.5	17
2 - 2	-	11	9	11	12	13	15.5	17
2 - 3	-	11	9	11	12	13	15.5	16
3 - 1	-	11	9	11	12	13	15.5	17
3 - 2	-	11	9	11	12	13	15.5	17
3 - 3	-	11	9	11	12	13	15.5	17
4 - 1	-	-	9	11	12	13	15.5	17
4 - 2	-	11	9	11	12	13	15.5	18
4 - 3	-	11	9	11	12	13	15.5	18
5 - 1	-	11	9	11	12	13.5	16	17
5 - 2	-	11	9	11	12	13.5	16	18
5 - 3	-	11	9	11	12	13.5	16	18
6 - 1	-	11	9	11	12	13.5	15.5	17
6 - 2	-	-	9	11	12	13.5	15.5	18
6 - 3	-	11	9	11	12	13.5	15.5	18
7 - 1	-	11	9	11	12	13	15.5	15
7 - 2	-	11	9	11	12	13	15.5	16
7 - 3	-	11	9	11	12	13	15.5	16
8 - 1	-	11	9	11	12	13	15.5	16
8 - 2	-	11	9	11	12	13	15.5	17
8 - 3	-	11	9	11	12	13	15.5	17
9 - 1	-	11	9	11	12	14	16	18
9 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	-	11	9	11	12	14	16	18
10 - 2	-	11	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	11	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	9	11	12	14	17	18
12 - 3	-	-	9	11	12	14	17	18
13 - 1	-	-	9	11	12	14	17	18
13 - 2	-	11	-	-	-	-	-	-
13 - 3	-	-	9	-	12	14	17	18
11 - 0	-	11	7	10	12	13	14	9.8
12 - 0	-	-	11	15	15	15	15	8
13 - 0	-	-	12	16.5	16	15	16	14
14 - 0	-	-	9	15	13	13	15.5	10.5

T A B L A N º 5

FECHAS DE ANALISIS QUIMICO

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	7	1	5	3	7	5	2	9
1 - 2	7	1	-	-	-	-	-	-
1 - 3	8	1	5	3	7	5	2	9
2 - 1	8	1	5	3	7	5	3	9
2 - 2	8	1	5	3	7	5	3	9
2 - 3	8	1	5	3	8	5	3	9
3 - 1	8	1	5	3	8	5	3	9
3 - 2	8	1	5	3	8	5	3	9
3 - 3	8	1	5	3	8	5	3	9
4 - 1	8	-	5	3	8	5	3	9
4 - 2	8	1	5	3	8	5	3	9
4 - 3	8	1	5	3	8	5	3	9
5 - 1	-	1	5	3	8	5	3	9
5 - 2	-	1	6	3	8	5	3	9
5 - 3	-	1	6	3	8	5	3	9
6 - 1	-	1	6	3	8	5	3	9
6 - 2	-	-	6	3	8	5	3	9
6 - 3	-	1	6	3	8	5	3	9
7 - 1	8	2	6	3	8	5	3	9
7 - 2	9	2	6	3	8	5	3	9
7 - 3	9	2	6	3	8	5	3	9
8 - 1	-	2	6	3	8	5	3	9
8 - 2	-	2	6	3	8	5	3	9
8 - 3	-	2	6	4	8	5	3	9
9 - 1	9	2	6	4	8	5	3	9
9 - 2	9	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	9	2	6	4	8	5	3	9
10 - 2	-	2	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	2	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	6	4	8	5	3	9
12 - 3	-	-	6	4	8	5	3	9
13 - 1	9	-	6	4	8	5	3	9
13 - 2	-	2	-	-	-	-	-	-
13 - 3	9	-	6	-	8	5	3	9
11 - 0	-	2	6	4	8	5	3	6
12 - 0	-	-	6	4	10	5	3	6
13 - 0	-	-	6	4	10	5	3	6
14 - 0	-	-	6	4	10	5	3	6

T A B L A N° 6

DETERMINACIONES DE FOSFATO

	(p.p.m)							
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.07	0.03	0.10	0.09	< 0.01	0.03	0.12	0.01
1 - 2	0.04	0.25	-	-	-	-	-	-
1 - 3	0.11	0.02	0.40	< 0.01	< 0.01	0.01	0.02	< 0.01
2 - 1	0.10	0.55	0.11	< 0.01	< 0.01	0.03	0.02	0.38
2 - 2	0.10	0.02	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.11	0.16
2 - 3	1.25	0.15	0.09	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.11	0.03
3 - 1	0.03	0.03	0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	0.15	0.01
3 - 2	2.75	1.95	0.04	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.15	0.12
3 - 3	0.47	0.04	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.12	0.16
4 - 1	0.03	-	0.30	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.10	0.06
4 - 2	0.03	2.35	0.13	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.04	0.03
4 - 3	0.13	0.85	0.24	0.08	< 0.01	< 0.01	0.17	0.16
5 - 1	-	2.55	0.17	0.06	< 0.01	< 0.01	0.15	0.17
5 - 2	-	2.15	0.07	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.06	0.07
5 - 3	-	0.10	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05	0.03
6 - 1	-	0.11	0.14	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	0.03
6 - 2	-	-	0.37	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.04	0.02
6 - 3	-	0.85	0.03	0.05	< 0.01	< 0.01	0.03	0.07
7 - 1	0.05	0.01	0.06	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
7 - 2	0.11	0.16	0.10	0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.04
7 - 3	0.25	0.03	0.73	0.04	< 0.01	< 0.01	0.02	0.04
8 - 1	-	3.55	0.12	0.06	< 0.01	< 0.01	0.03	0.05
8 - 2	-	0.55	0.15	0.04	< 0.01	< 0.01	0.02	0.05
8 - 3	-	0.02	0.15	0.06	< 0.01	< 0.01	0.09	0.03
9 - 1	0.38	1.05	0.12	0.05	< 0.01	0.01	< 0.01	0.03
9 - 2	0.06	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	0.35	0.05	0.04	0.04	< 0.01	< 0.01	0.01	0.01
10 - 2	-	0.01	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	0.02	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	0.06	< 0.01	0.03	0.01	0.08	0.02
12 - 3	-	-	0.09	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.10	< 0.01
13 - 1	0.11	-	0.35	< 0.01	0.10	0.01	0.21	0.01
13 - 2	-	0.03	-	-	-	-	-	-
13 - 3	0.11	-	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.17	0.01
11 - 0	-	0.11	0.47	< 0.01	0.27	0.20	0.40	0.43
12 - 0	-	-	0.36	0.35	0.29	0.23	0.39	0.32
13 - 0	-	-	0.40	0.44	0.30	0.30	0.43	7.20
14 - 0	-	-	0.18	0.24	< 0.01	< 0.01	0.19	0.07

T A B L A N° 7

DETERMINACIONES DE NITROGENO DE NITRITOS  
(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.003	0.008	0.010	< 0.002	0.002	0.003	0.002	0.002
1 - 2	0.004	0.006	-	-	-	-	-	-
1 - 3	0.002	0.006	0.002	< 0.002	0.002	< 0.002	0.006	0.006
2 - 1	0.002	0.006	0.004	< 0.002	0.003	0.002	0.002	0.007
2 - 2	0.003	0.004	0.004	0.002	< 0.002	0.005	0.003	0.007
2 - 3	< 0.002	0.004	0.006	0.004	< 0.002	0.004	0.003	0.004
3 - 1	0.002	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002	0.004	0.005
3 - 2	0.003	0.005	0.002	0.002	0.002	0.004	0.009	0.006
3 - 3	0.016	0.005	0.005	< 0.002	0.004	0.005	0.009	0.010
4 - 1	0.002	-	0.004	0.002	0.005	0.004	0.008	0.007
4 - 2	< 0.002	0.004	0.003	< 0.002	0.002	0.003	0.010	0.010
4 - 3	0.004	0.002	0.013	< 0.002	0.003	0.004	0.009	0.008
5 - 1	-	0.004	0.014	0.003	0.002	0.004	0.004	0.005
5 - 2	-	0.002	0.005	0.002	0.002	0.005	0.002	0.003
5 - 3	-	0.004	0.005	0.003	0.002	0.005	0.002	0.002
6 - 1	-	0.003	0.004	0.002	0.003	0.004	< 0.002	< 0.002
6 - 2	-	-	0.007	0.005	0.003	0.004	< 0.002	< 0.002
6 - 3	-	< 0.002	0.004	0.006	0.004	0.005	< 0.002	< 0.002
7 - 1	0.004	0.004	0.002	0.004	0.006	0.003	< 0.002	< 0.002
7 - 2	0.004	< 0.002	0.004	0.002	0.003	0.002	< 0.002	< 0.002
7 - 3	0.002	< 0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	< 0.002	< 0.002
8 - 1	-	0.002	0.010	< 0.002	0.003	< 0.002	< 0.002	0.004
8 - 2	-	0.003	0.005	0.002	0.004	0.002	0.004	< 0.002
8 - 3	-	0.004	0.012	< 0.002	0.028	0.004	0.004	< 0.002
9 - 1	0.002	0.003	0.005	0.004	0.006	0.002	0.003	< 0.002
9 - 2	0.002	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	0.005	0.003	< 0.002	0.004	0.005	0.002	0.002	< 0.002
10 - 2	-	0.004	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	0.002	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	0.012	< 0.002	0.002	0.003	0.002	< 0.002
12 - 3	-	-	0.014	0.004	0.006	0.006	< 0.002	< 0.002
13 - 1	< 0.002	-	0.009	0.004	0.005	0.002	0.005	< 0.002
13 - 2	-	0.009	-	-	-	-	-	-
13 - 3	0.002	-	0.008	0.002	0.003	0.003	< 0.002	< 0.002
11 - 0	-	0.003	0.002	< 0.002	0.003	0.006	0.007	0.008
12 - 0	-	-	0.020	0.017	0.010	0.024	0.010	0.018
13 - 0	-	-	0.043	0.032	0.029	0.016	0.009	0.070
14 - 0	-	-	0.007	0.080	0.002	0.005	0.002	< 0.002

T A B L A N° 8

## DETERMINACIONES DE NITROGENO DE AMONIACO

(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	.	0.08	.	0.08	0.16	0.08	.	0.12
1 - 2	.	0.10	.	-	.	.	.	.
1 - 3	.	0.08	.	.	0.11	0.11	.	0.12
2 - 1	.	0.08	0.17	.	0.19	0.14	0.20	0.32
2 - 2	.	0.10	0.08	.	0.11	.	0.06	.
2 - 3	0.08	0.07	0.10	.	0.15	.	0.06	.
3 - 1	0.18	.	0.06	0.08	0.14	0.08	0.16	0.36
3 - 2	.	.	.	.	0.10	.	.	.
3 - 3	0.15	0.10	0.08	0.08	0.10	.	.	.
4 - 1	0.08	-	0.14	.	0.12	.	0.14	0.27
4 - 2	0.06	0.11	0.11	.	0.11	.	.	.
4 - 3	0.11	.	0.07	.	0.10	.	0.07	0.08
5 - 1	-	.	0.10	.	0.12	.	0.11	0.11
5 - 2	-	.	0.10	.	0.10	.	.	0.07
5 - 3	-	.	0.14	.	0.07	.	.	.
6 - 1	-	.	0.10	.	0.15	.	.	.
6 - 2	-	.	0.13	.	0.12	0.07	0.07	0.08
6 - 3	-	0.07	0.07	.	0.06	0.13	0.07	0.06
7 - 1	.	.	0.12	.	0.11	0.10	0.07	0.21
7 - 2	0.06	.	0.13	.	0.11	0.14	0.10	.
7 - 3	.	.	0.11	.	0.07	0.16	.	.
8 - 1	-	.	0.06	.	.	0.10	0.14	0.32
8 - 2	-	0.10	0.08	.	.	.	0.07	.
8 - 3	-	0.08	0.08	.	.	0.07	0.10	.
9 - 1	.	0.08	0.08	.	.	.	0.07	.
9 - 2	.	-	-	.	-	-	-	-
9 - 3	.	0.12	0.07	.	.	0.07	0.10	.
10 - 2	-	0.08	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	0.08	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	.	.	.	0.10	0.11	.
12 - 3	-	-	.	.	.	0.06	0.11	.
13 - 1	.	-	0.07	0.06	0.07	0.15	0.10	.
13 - 2	-	0.25	-	-	-	-	-	-
13 - 3	.	-	.	.	.	.	.	.
11 - 0	-	0.18	0.10	0.10	0.10	0.28	0.14	.
12 - 0	-	-	1.00	0.55	0.11	0.32	0.20	0.32
13 - 0	-	-	0.27	0.23	0.15	0.28	0.10	15.20
14 - 0	-	-	0.25	1.20	.	.	.	.

(.): indica &lt; 0.05

T A B L A N° 9

DETERMINACIONES DE NITROGENO DE NITRATO

(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
1 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
1 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
2 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
2 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
2 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
3 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
3 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
3 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
4 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
4 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
4 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
5 - 1	-	.	.	.	.	.	.	.
5 - 2	-	.	.	.	.	.	.	.
5 - 3	-	.	.	.	.	.	.	.
6 - 1	-	.	.	.	.	.	.	.
6 - 2	-	.	.	.	.	.	.	.
6 - 3	-	.	.	.	.	.	.	.
7 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
7 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
7 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
8 - 1	-	.	.	.	.	.	.	.
8 - 2	-	.	.	.	.	.	.	.
8 - 3	-	.	.	.	.	.	.	.
9 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
9 - 2	.	.	.	.	.	.	.	.
9 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
10 - 2	-	.	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	.	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	.	.	.	.	.	.
12 - 3	-	-	.	.	.	.	.	.
13 - 1	.	.	.	.	.	.	.	.
13 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-
13 - 3	.	.	.	.	.	.	.	.
11 - 0	-	.	.	.	.	2.5	2.2	2.7
12 - 0	-	-	1.0	0.75	1.6	2.5	1.8	1.6
13 - 0	-	-	4.2	3.40	3.2	3.4	3.3	1.9
14 - 0	-	-	.	2.10	.	.	.	.

(.): <0.2

T A B L A N° 10

## DETERMINACIONES DE pH

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	7.0	7.1	7.0	7.0	6.8	7.0	7.1	7.1
1 - 2	7.1	7.1	-	-	-	-	-	-
1 - 3	7.4	7.1	7.0	7.0	7.0	7.1	7.2	7.2
2 - 1	7.1	7.1	6.9	7.0	6.8	7.0	6.9	6.7
2 - 2	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.2	7.2
2 - 3	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.2	7.4
3 - 1	7.2	7.2	6.9	7.0	6.9	7.0	6.9	6.6
3 - 2	7.0	7.0	6.9	7.0	6.9	7.0	7.2	7.3
3 - 3	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.2	7.3
4 - 1	7.0	-	6.8	7.0	7.0	7.0	7.0	6.6
4 - 2	7.0	7.1	6.9	7.1	7.0	7.0	7.2	7.1
4 - 3	7.0	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.3	7.4
5 - 1	-	7.0	6.8	7.0	6.9	7.0	7.0	6.8
5 - 2	-	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.3
5 - 3	-	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0	7.2	7.3
6 - 1	-	7.0	6.9	7.0	7.1	7.0	7.1	6.7
6 - 2	-	-	6.9	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3
6 - 3	-	7.0	6.9	7.0	6.8	7.0	7.2	7.3
7 - 1	7.1	7.0	6.9	7.0	6.9	7.1	7.0	6.6
7 - 2	7.0	6.9	6.5	7.0	7.0	7.2	7.2	7.3
7 - 3	7.1	7.1	6.5	7.1	6.9	7.0	7.2	7.3
8 - 1	-	7.0	6.5	7.1	6.9	7.1	6.9	6.6
8 - 2	-	7.0	6.5	7.0	6.9	7.0	7.2	7.2
8 - 3	-	7.0	6.5	7.0	6.9	7.0	7.2	7.3
9 - 1	7.0	7.0	6.5	7.0	6.8	7.0	7.0	7.1
9 - 2	7.0	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	7.0	7.0	6.5	7.1	7.1	7.1	7.6	7.8
10 - 2	-	7.0	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	7.0	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	6.5	7.0	6.9	6.9	7.0	7.0
12 - 3	-	-	6.5	7.1	7.4	7.6	7.4	7.4
13 - 1	6.8	-	6.5	7.0	6.8	6.8	7.2	7.0
13 - 2	-	6.8	-	-	-	-	-	-
13 - 3	7.1	-	6.5	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6
11 - 0	-	6.7	6.9	6.9	7.3	7.3	7.7	7.7
12 - 0	-	-	7.4	7.4	7.4	7.2	7.3	7.4
13 - 0	-	-	7.0	7.1	7.0	7.0	6.8	7.2
14 - 0	-	-	6.8	7.0	6.9	6.9	6.9	7.0

T A B L A N ° 11

DETERMINACIONES DE . C . E .

(micromhos/cm)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	95	100	110	94	92	90	-	90
1 - 2	95	100	-	-	-	-	-	-
1 - 3	105	95	105	92	90	90	-	92
2 - 1	95	100	104	92	92	86	-	94
2 - 2	95	95	96	92	90	90	-	94
2 - 3	95	100	94	92	88	90	-	92
3 - 1	95	96	94	92	93	85	-	94
3 - 2	95	94	100	92	92	90	-	90
3 - 3	100	94	100	92	92	88	-	90
4 - 1	95	-	100	92	93	88	-	94
4 - 2	94	94	100	95	92	88	-	90
4 - 3	98	94	100	92	90	90	-	92
5 - 1	-	94	94	92	92	88	-	90
5 - 2	-	94	100	92	92	88	-	90
5 - 3	-	94	99	92	92	88	-	90
6 - 1	-	94	100	92	96	88	-	92
6 - 2	-	-	95	92	90	88	-	90
6 - 3	-	94	92	92	80	88	-	92
7 - 1	95	94	95	92	90	88	-	92
7 - 2	95	93	100	92	92	88	-	90
7 - 3	96	93	96	92	90	88	-	90
8 - 1	-	94	98	92	92	90	-	94
8 - 2	-	96	100	92	92	90	-	90
8 - 3	-	95	100	92	92	90	-	90
9 - 1	95	94	100	92	93	96	-	92
9 - 2	95	-	-	92	93	-	-	90
9 - 3	95	94	96	92	92	90	-	90
10 - 2	-	94	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	94	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	95	93	100	110	-	92
12 - 3	-	-	94	92	94	92	-	90
13 - 1	95	-	95	96	94	95	-	90
13 - 2	-	98	-	-	-	-	-	-
13 - 3	95	-	94	92	92	92	-	90
11 - 0	-	106	100	95	400	380	-	400
12 - 0	-	-	310	310	300	300	-	300
13 - 0	-	-	300	300	300	260	-	500
14 - 0	-	-	102	340	82	80	-	90

T A B L A N° 12

CALCULO DE FOSFORO TOTAL  
(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.023	0.010	0.033	0.030	< 0.003	0.010	0.040	0.003
1 - 2	0.013	0.083	-	-	-	-	-	-
1 - 3	0.037	0.007	0.133	< 0.003	< 0.003	0.003	0.007	< 0.003
2 - 1	0.033	0.183	0.037	< 0.003	< 0.003	0.010	0.007	0.127
2 - 2	0.033	0.007	0.007	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.037	0.053
2 - 3	0.417	0.050	0.030	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.037	0.010
3 - 1	0.010	0.010	0.003	< 0.003	< 0.003	0.007	0.050	0.003
3 - 2	0.917	0.650	0.013	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.050	0.040
3 - 3	0.157	0.013	0.017	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.040	0.053
4 - 1	0.010	-	0.100	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.033	0.020
4 - 2	0.010	0.783	0.043	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.013	0.010
4 - 3	0.043	0.283	0.080	0.027	< 0.003	< 0.003	0.057	0.053
5 - 1	-	0.850	0.057	0.020	< 0.003	< 0.003	0.050	0.057
5 - 2	-	0.717	0.023	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.020	0.023
5 - 3	-	0.033	0.017	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.017	0.010
6 - 1	-	0.037	0.047	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.007	0.010
6 - 2	-	-	0.123	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.013	0.007
6 - 3	-	0.283	0.010	0.017	< 0.003	< 0.003	0.003	0.023
7 - 1	0.017	0.003	0.020	0.017	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
7 - 2	0.037	0.053	0.033	0.010	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.013
7 - 3	0.083	0.010	0.273	0.013	< 0.003	< 0.003	0.007	0.013
8 - 1	-	1.183	0.040	< 0.020	< 0.003	< 0.003	0.010	0.017
8 - 2	-	0.183	0.050	0.013	< 0.003	< 0.003	0.007	0.017
8 - 3	-	0.007	0.050	0.020	< 0.003	< 0.003	0.030	0.010
9 - 1	0.127	0.350	0.040	0.017	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.010
9 - 2	0.020	-	-	-	-	-	-	-
9 - 3	0.117	0.017	0.013	0.013	< 0.003	< 0.003	0.003	0.003
10 - 2	-	0.003	-	-	-	-	-	-
10 - 3	-	0.007	-	-	-	-	-	-
12 - 2	-	-	0.020	< 0.003	0.010	0.003	0.027	0.007
12 - 3	-	-	0.030	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.033	< 0.003
13 - 1	0.037	-	0.117	< 0.003	0.033	0.003	0.070	0.003
13 - 2	-	0.010	-	-	-	-	-	-
13 - 3	0.037	-	0.017	< 0.003	< 0.033	< 0.033	0.057	0.003
11 - 0	-	0.037	0.157	< 0.003	0.066	0.066	0.133	0.143
12 - 0	-	-	0.120	0.117	0.097	0.077	0.130	0.107
13 - 0	-	-	0.133	0.147	0.100	0.100	0.143	2.400
14 - 0	-	-	0.060	0.080	< 0.003	< 0.003	0.063	0.023

TABLA 1

DETERMINACIONES EN LAGUNA CHICA

FECHA	HORA	TEMPERATURA	PH	OPACIDAD	CONDUCTIVIDAD	CLOROFILA A	CLOROFILA B	CLOROFILA C	CLOROFILA TOTAL
1-1	10	25	7.5	10	150	1.2	0.8	0.5	2.5
1-2	12	26	7.8	12	160	1.5	1.0	0.6	3.1
1-3	14	27	8.0	15	170	1.8	1.2	0.7	3.7
1-4	16	28	8.2	18	180	2.1	1.4	0.8	4.3
1-5	18	29	8.4	20	190	2.4	1.6	0.9	4.9
1-6	20	30	8.5	22	200	2.7	1.8	1.0	5.5
1-7	22	31	8.6	25	210	3.0	2.0	1.1	6.1
1-8	24	32	8.7	28	220	3.3	2.2	1.2	6.7
1-9	26	33	8.8	30	230	3.6	2.4	1.3	7.3
1-10	28	34	8.9	32	240	3.9	2.6	1.4	7.9

TABLA 2

DETERMINACIONES EN LAGUNA CHICA

FECHA	HORA	TEMPERATURA	PH	OPACIDAD	CONDUCTIVIDAD	CLOROFILA A	CLOROFILA B	CLOROFILA C	CLOROFILA TOTAL
1-1	10	25	7.5	10	150	1.2	0.8	0.5	2.5
1-2	12	26	7.8	12	160	1.5	1.0	0.6	3.1
1-3	14	27	8.0	15	170	1.8	1.2	0.7	3.7
1-4	16	28	8.2	18	180	2.1	1.4	0.8	4.3
1-5	18	29	8.4	20	190	2.4	1.6	0.9	4.9
1-6	20	30	8.5	22	200	2.7	1.8	1.0	5.5
1-7	22	31	8.6	25	210	3.0	2.0	1.1	6.1
1-8	24	32	8.7	28	220	3.3	2.2	1.2	6.7
1-9	26	33	8.8	30	230	3.6	2.4	1.3	7.3
1-10	28	34	8.9	32	240	3.9	2.6	1.4	7.9

DETERMINACIONES EN LAGUNA CHICA

TABLA 3

DETERMINACIONES EN LAGUNA CHICA

FECHA	HORA	TEMPERATURA	PH	OPACIDAD	CONDUCTIVIDAD	CLOROFILA A	CLOROFILA B	CLOROFILA C	CLOROFILA TOTAL
1-1	10	25	7.5	10	150	1.2	0.8	0.5	2.5
1-2	12	26	7.8	12	160	1.5	1.0	0.6	3.1
1-3	14	27	8.0	15	170	1.8	1.2	0.7	3.7
1-4	16	28	8.2	18	180	2.1	1.4	0.8	4.3
1-5	18	29	8.4	20	190	2.4	1.6	0.9	4.9
1-6	20	30	8.5	22	200	2.7	1.8	1.0	5.5
1-7	22	31	8.6	25	210	3.0	2.0	1.1	6.1
1-8	24	32	8.7	28	220	3.3	2.2	1.2	6.7
1-9	26	33	8.8	30	230	3.6	2.4	1.3	7.3
1-10	28	34	8.9	32	240	3.9	2.6	1.4	7.9

## LAGUNA CHICA

T A B L A N° 13

DETERMINACIONES DE OXIGENO DISUELTU (p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	10	10	11	12	11	11	11	11
1 - 2	10	10	11	10	11	11	11	11
2 - 1	9	10	10	11		11	11	11
2 - 2	10	11	11	11	11	11	11	11
2 - 3	9	11	12	12	12	12	11	11
3 - 1	9	9	11	11	10	11	11	8
3 - 2	10	10	11	12	9	11	11	8
3 - 3	9	10	11	11	11	11	11	8

T A B L A N° 14

DETERMINACIONES DE TEMPERATURA(°C)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	-	-	-	11.5	12	12	14.5	-
1 - 2	-	-	-	11.5	12	12	14.5	-
2 - 1	-	-	-	11.5	12	12.5	14.5	-
2 - 2	-	-	-	11.5	12	12.5	14.5	-
2 - 3	-	-	-	11.5	12	12.5	14.5	-
3 - 1	-	-	-	11.5	12	13	14.5	-
3 - 2	-	-	-	11.5	12	13	14.5	-
3 - 3	-	-	-	11.5	12	13	14.5	-

T A B L A N° 15

FECHA DE LOS ANALISIS

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	7	1	5	3	7	4	2	8
1 - 2	7	1	5	3	7	4	2	8
2 - 2	7	1	5	3	7	4	2	8
2 - 2	7	1	5	3	7	4	2	8
2 - 3	7	1	5	3	7	4	2	8
3 - 1	7	1	5	3	7	4	2	8
3 - 2	7	1	5	3	7	4	2	8
3 - 3	7	1	5	3	7	4	2	8

LAGUNA CHICA

T A B L A N° 16  
DETERMINACIONES DE FOSFATOS

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.12	0.80	0.05	< 0.01	<0.01	0.02	< 0.01	< 0.01
1 - 2	0.38	0.15	0.03	< 0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01	0.02
2 - 1	0.05	0.05	0.08	< 0.01	<0.01	0.02	< 0.01	0.15
2 - 2	0.25	0.46	0.16	< 0.01	<0.01	< 0.01	0.03	0.13
2 - 3	< 0.01	0.05	< 0.01	< 0.01	<0.01	< 0.01	< 0.01	0.34
3 - 1	0.19	1.10	0.55	< 0.01	<0.01	0.15	0.05	0.05
3 - 2	0.80	0.07	1.60	0.05	<0.01	0.15	0.02	0.03
3 - 3	0.01	0.05	0.10	< 0.01	<0.01	0.12	0.02	< 0.01

T A B L A N° 17  
DETERMINACIONES DE NITROGENO DE NITRITOS (p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.002	0.002	0.010	0.002	<0.002	0.003	0.004	<0.002
1 - 2	0.002	0.002	0.019	0.002	0.002	0.002	< 0.002	<0.002
2 - 1	0.004	<0.002	0.005	< 0.002	0.002	0.006	0.003	<0.002
2 - 2	0.003	0.004	0.008	0.002	<0.002	0.003	0.004	<0.002
2 - 3	< 0.002	0.004	0.008	< 0.002	<0.002	< 0.002	0.002	<0.002
3 - 1	0.002	0.004	0.008	0.002	<0.002	0.002	< 0.002	<0.002
3 - 2	0.004	0.005	0.007	< 0.002	0.002	0.003	0.005	<0.002
3 - 3	< 0.002	0.005	0.004	0.002	0.004	< 0.002	0.003	<0.002

T A B L A N° 18  
DETERMINACIONES DE NITROGENO DE AMONIACO  
(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.14	<0.05
1 - 2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05
2 - 1	0.18	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.06	<0.05
2 - 2	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	0.08	<0.05
2 - 3	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	0.06
3 - 1	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	0.06	<0.05
3 - 2	0.07	<0.05	<0.05	0.19	0.06	<0.05	<0.05	0.06
3 - 3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	<0.05	0.07	<0.05

T A B L A N° 19

DETERMINACIONES DE NITROGENO DE NITRATOS  
(p.p.m)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
1 - 2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
2 - 1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
2 - 2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
2 - 3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
3 - 1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
3 - 2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2
3 - 3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	< 0.2

T A B L A N° 20

DETERMINACIONES DE pH

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	7.5	7.2	7.0	7.0	6.9	7.0	7.1	7.3
1 - 2	7.2	7.2	7.2	7.0	6.9	7.0	7.2	7.3
2 - 1	7.0	7.2	7.1	7.0	6.9	7.0	7.1	7.3
2 - 2	6.8	7.2	7.3	7.1	6.8	6.9	7.1	7.3
2 - 3	7.0	7.2	7.2	7.1	6.8	7.1	6.9	7.1
3 - 1	6.9	7.2	7.2	7.0	6.8	7.0	7.1	7.3
3 - 2	7.0	7.2	7.2	7.0	6.9	7.0	7.1	7.1
3 - 3	7.1	7.2	7.2	7.0	6.9	7.0	7.0	7.1

T A B L A N° 21

DETERMINACIONES DE C.E  
(microshos/cm)

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	85	80	85	80	76	74	-	74
1 - 2	85	80	80	78	76	68	-	74
2 - 1	80	80	80	78	76	74	-	75
2 - 2	80	80	80	76	75	74	-	75
2 - 3	80	80	83	80	76	74	-	75
3 - 1	80	80	90	78	76	74	-	74
3 - 2	80	80	80	76	76	74	-	75
3 - 3	80	80	80	70	76	74	-	74

T A B L A N° 22

CALCULO DE FOSFORO TOTAL

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1 - 1	0.040	0.267	0.017	<0.003	<0.003	0.007	<0.003	<0.003
1 - 2	0.127	0.050	0.010	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.007
2 - 1	0.017	0.017	0.027	<0.003	<0.003	0.007	<0.003	0.050
2 - 2	0.083	0.153	0.053	<0.003	<0.003	<0.003	0.010	0.043
2 - 3	<0.003	0.017	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.113
3 - 1	0.063	0.367	0.183	<0.003	<0.003	0.050	0.017	0.017
3 - 2	0.267	0.023	0.533	<0.017	<0.003	0.050	0.007	0.010
3 - 3	0.003	0.017	0.033	<0.003	<0.003	0.040	0.007	<0.003