

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS SUBDIVISIONES DEL CUERPO DE AGUA LAGUNA DE CUYUTLÁN, MANZANILLO, COLIMA”

PROYECTO - TC1128.1

Informe final

COORDINACIÓN TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
SUBCOORDINACIÓN CALIDAD DEL AGUA

(Jefe de Proyecto)

MC. Juan L. García Rojas

Muestreadores

IQ. A. Javier García López

Q. Luis A. González Esquivel

C. Isidro Pérez García

Erik G. Meza González

Virginie Gateau

CRÉDITOS

Subcoordinación Calidad del Agua

(Jefe de Proyecto)

MC. Juan L. García Rojas

Muestreadores

IQ. A. Javier García López

Q. Luis A. González Esquivel

C. Isidro Pérez García

Erik G. Meza González

Virginie Gâteau

(Subcoordinadora)

MC. Norma Ramírez Salinas

Socorro López Armenta

Nora Bahena Salinas

Isela Gómez Maya

Armando Gómez Navarrete

MC. Filis Moreno Añorve

MVZ. Rogelio López López

Biol. Martha Millán Cabrera

Lorena Castillo Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A la Coordinación de Asesores de la SEMARNAT quien financió el estudio

	Página
Resumen ejecutivo	1
I ANTECEDENTES	2
II OBJETIVOS	4
III METODOLOGÍA	5
III.1 TOMA DE MUESTRAS DE AGUA	6
III.1.1 Caracterización de la Calidad del Agua de las Lagunas San Pedrito, Las Garzas y Cuyutlán	6
III.1.2 Parámetros a determinar en las muestras de agua superficial.	7
III.1.3 Análisis de Laboratorio.	9
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
IV. 1 RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA	11
IV.1 a Parámetros fisicoquímicos en el Mirador de las Garzas	11
IV.1 b Parámetros fisicoquímicos en el Muelle Autoridades	16
IV.1 c Parámetros fisicoquímicos en el Vaso I	20
IV.1 d Parámetros fisicoquímicos en el Vaso II	25
IV.1 e Parámetros fisicoquímicos en el Vaso III	29
IV.1 f Parámetros fisicoquímicos en el Vaso IV	34
V CONCLUSIONES	46
VI BIBLIOGRAFÍA	48

México, 2011

Índice de figuras

No		
1	Zona sur del Puerto de Manzanillo correspondiente a los Vasos de la Laguna de Cuyutlán.	2
2	Metodología general para determinar la calidad del agua de las lagunas de Valle de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán.	5
3	Ubicación de los puntos de toma de muestras de agua en las Lagunas de Las Garzas, San Pedrito y Laguna de Cuyutlán.	7
4	Algunos de los recipientes de muestreo de agua en la zona de Cuyutlán	8
5	Equipo multiparamétrico usado para las determinaciones de parámetros de campo en agua de sistemas lagunares	9
6	Grasas y aceites monitoreados en el Mirador de Las Garzas	11
7	Sólidos suspendidos totales monitoreados en el Mirador de Las Garzas.	11
8	Sólidos sedimentables en el Mirador de Las Garzas.	12
9	Nitrógeno total en el Mirador de Las Garzas	12
10	Demanda Biológica de Oxígeno en el Mirador de Las Garzas.	13
11	Fósforo total en el Mirador de Las Garzas.	13
12	Demanda química de oxígeno en el Mirador de Las Garzas.	14
13	Comportamiento de coliformes en el Mirador de la Laguna de las Garzas.	14
14	Comportamiento de nitratos y nitritos en el Mirador de las Garzas	15
15	Grasas y Aceites en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	16
16	Sólidos suspendidos totales en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	16
17	Sólidos sedimentables en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	17
18	Nitrógeno total en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	17
19	Demanda bioquímica de oxígeno en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito	18
20	Fósforo total en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	18
21	Demanda química de oxígeno en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.	19
22	Comportamiento de coliformes en el Muelle Autoridades de la Laguna de san Pedrito.	19
23	Comportamiento de nitratos y nitritos en Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito	20
24	Grasas y Aceites en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán	20
25	Sólidos suspendidos totales en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.	21
26	Sólidos sedimentables en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.	21
27	Nitrógeno total en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.	22
28	Demanda Biológica de oxígeno en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.	22
29	Fósforo total en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán	23
30	Fósforo total en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán	23
31	Comportamiento de coliformes fecales en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.	24
32	Comportamiento de nitratos y nitritos en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán	24
33	Comportamiento de Grasas y Aceites en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	25
34	Comportamiento de sólidos sedimentables en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	25
35	Comportamiento de sólidos suspendidos totales en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán	26
36	Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	26
37	Comportamiento de Demanda Biológica de oxígeno en Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	27
38	Comportamiento de Demanda química de oxígeno en Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	27
39	Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.	28
40	Comportamiento de nitratos y nitritos en Vaso II de la Laguna de Cuyutlán	28
41	Comportamiento de Grasas y aceites en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	29
42	Comportamiento de Sólidos suspendidos totales en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	29
43	Comportamiento de Sólidos sedimentables en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	30
44	Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	30
45	Comportamiento Demanda Biológica de oxígeno en Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	31
46	Comportamiento de Fósforo total en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	31
47	Comportamiento de Demanda química de oxígeno el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	32
48	Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.	32
49	Comportamiento de nitratos y nitritos en Vaso III de la Laguna de Cuyutlán	33
50	Comportamiento de Grasas y aceites en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	34
51	Comportamiento de Sólidos suspendidos totales en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	34

52	Comportamiento de Sólidos sedimentables en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán	35
53	Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	35
54	Comportamiento de la Demanda biológica de oxígeno en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	36
55	Comportamiento de Fósforo total en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	36
56	Comportamiento de la Demanda química de oxígeno en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	37
57	Comportamiento de coliformes fecales en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.	37
58	Comportamiento de nitratos y nitritos en Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán	38

Índice de Tablas

Tabla No.		Página
1	Programa de monitoreo de agua en las lagunas de Valle de las Garzas, San Pedrito y Vasos de la Laguna de Cuyutlán, 2011.	6
2	Límites máximos permisibles en agua según la NOM-001-SEMARNAT-1996, para los parámetros monitoreados en la zona de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán.	10
3	Resumen de parámetros que rebasaron el Límite Máximo Permisible y meses en los cuales se detecto	39
4	Resumen de metales que rebasaron el límite máximo permisible y los meses en los cuales se presentaron.	40
5	Límites máximos permisibles de POCs.	41
6a	Resultados de plaguicidas en el periodo Marzo – Diciembre de 2011	42
6b	Continuación de resultados de plaguicidas en el periodo Marzo – Diciembre de 2011	42
7	Presencia de Fenantreno /Antraceno en los puntos de monitoreo	43
8	Presencia de Fluoranteno en los puntos de monitoreo	43
9	Presencia de Pireno en los puntos de monitoreo	43
10	Presencia de Naftaleno en los puntos de monitoreo	44
11	Presencia de Acenaftileno en los puntos de monitoreo	44
12	Presencia de Acenafteno en los puntos de monitoreo	44
13	Presencia de Fluoreno en los puntos de monitoreo	45
14	Presencia de Benz(a)antraceno/criseno en los puntos de monitoreo	45

RESUMEN EJECUTIVO

La laguna de Cuyutlán se encuentra ubicada al sur de la zona costera de la ciudad de Manzanillo en Colima y es vecina del puerto del mismo nombre. La zona del puerto esta formado por dos cuerpos de agua; la Laguna del Valle de las Garzas y La Laguna de San Pedrito. Cuyutlán se caracteriza por ser una laguna hipersalina que en época de secas tiene presenta un ligero carácter alcalino. En virtud de la declaración reciente de Zona Portuaria es necesario caracterizar la calidad del agua de sus distintos vasos de captación y sus lagunas vecinas. Los resultados reportados en los años noventas, indicaban que los valores de ortofosfatos y amonio se han incrementado paulatinamente registrándose en el período 91-92 los promedios más altos. Así mismo, se demostraba que los sitios más afectados eran los más cercanos a la ciudad de Manzanillo en cuanto a ortofosfatos y las más alejadas de la influencia marina para el amonio. Estos mismos estudios indicaban, que los valores de nitratos no presentaban grandes cambios en su concentración. Por su parte la demanda bioquímica de oxígeno de estos reportes presentaban amplias variaciones en el período 89-90, en tanto que para el período 91-92 se observaron los valores más altos. Los anteriores datos corresponden a principios de los años noventas, en este trabajo se realizó un monitoreo mensual de agua durante el periodo de marzo a diciembre de 2011, de las lagunas de Valle de las Garzas, San Pedrito y los cuatro vasos de captación de agua de la laguna de Cuyutlán para actualizar las características de Calidad del Agua comparando con la NOM-001-SEMARNAT-1996, Criterios de Calidad del Agua y NOM-127-SSA1-1994. Los resultados en función de la primera norma, indicaron que el Vaso III presentó cinco parámetros fuera de los LMP, Grasas y aceites, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Nitrógeno total y DQO, este último en relación a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. El Mirador de Las Garzas y Vaso IV, con Grasas y aceites, Sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y DQO fuera de los LMP. Los menos contaminados fueron el Muelle Autoridades, Vaso I y Vaso II con solo un parámetro fuera de los LMP en todos los casos en el Mes de Marzo. Se encontró presencia de fenantreno antraceno, fluoranteno, pireno y naftaleno. En relación a metales se encontraron valores arriba de los LMP de plomo, cadmio y arsénico

I.- ANTECEDENTES

La laguna de Cuyutlán es un cuerpo de agua somero, que cuenta con una superficie de 7,200 ha y una extensión de 37 km lineales en su eje principal. Su límite principal esta dado en la zona suroeste que corresponde a la ciudad de Manzanillo. La palabra Cuyutlán significa "Lugar donde abundan los hoyos", esto es porque existen infinidad de hoyos cavados por diversas clases de crustáceos. El color de su agua de la laguna es grisácea con tonalidades verdes y tiene una temperatura promedio de 30 grados centígrados.

Esta zona esta formada, al lado norte en el puerto de Manzanillo, por dos lagunas internas que se comunican entre si que corresponden a la Laguna de las Garzas y la Laguna de San Pedrito. Por el lado sur del puerto, la zona de Cuyutlán, que consta de cuatro vasos de captación de agua pluvial también alimentados por agua de mar, principalmente por medio de las mareas y por dos conductos de comunicación entre estos y el mar (ver figura 1).



Figura 1.- Zona sur del Puerto de Manzanillo correspondiente a los Vasos de la Laguna de Cuyutlán.

Desde principio de siglo pasado la laguna de Cuyutlán ha presentado problemas de deterioro ecológico, habiéndose tomado diversas medidas para su rehabilitación, tales como, comunicaciones artificiales permanentes con el mar: un túnel y el canal de Tepalcates. En reportes de monitoreos anteriores de parámetros de campo los valores observados de temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad no han presentado cambios significativos en su comportamiento anual. De acuerdo a estos datos, la laguna de Cuyutlán se caracteriza por ser una laguna hipersalina que en época de secas tiene un ligero carácter alcalino. Resultados de los noventa indican que los valores de ortofosfatos y amonio se han incrementado paulatinamente registrándose en el período 91-92 los promedios más altos. Los sitios más afectados para los ortofosfatos son los más cercanos a la ciudad de Manzanillo y para el amonio los más alejados de la influencia marina. Estos mismos estudios indican en general, que los valores de nitratos no han presentado grandes cambios en su concentración. Por su parte la demanda bioquímica de oxígeno presentó amplias variaciones en el período 89-90, en tanto que para el período 91-92 se observaron los valores más altos en el área más alejada del canal de ventanas, disminuyendo su concentración hacia dicho lugar.

En función de que los datos más recientes corresponden a principios de los años noventa y de que es necesario conocer la situación actual, en el presente proyecto se realizó un monitoreo mensual (Marzo-Diciembre 2011) para conocer las características de Calidad del Agua de los principales vasos de la Laguna de Cuyutlán, comparando los resultados obtenidos con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

II.- OBJETIVOS

El objetivo general del presente proyecto fue:

- Determinación de Calidad del Agua en los cuerpos de agua de la Laguna de Cuyutlán, Las Garzas y San Pedrito.

Los objetivos específicos para corresponder al objetivo general fueron:

- Selección de dos puntos de monitoreo de Calidad del Agua, uno en Laguna de Las Garzas y otro en Laguna San Pedrito.
- Selección de cuatro puntos de monitoreo de calidad del agua uno en cada uno de los cuatro vasos de captación de agua.

A partir de los resultados de los análisis de parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos, y de compuestos orgánicos (realizados mensualmente en el periodo de marzo – diciembre de 2011), se realizó el diagnóstico general de la calidad del agua en estos cuerpos de agua superficial de la Laguna de Cuyutlán.

III.-METODOLOGÍA

La metodología general para el presente estudio se puede visualizar en la figura 2.

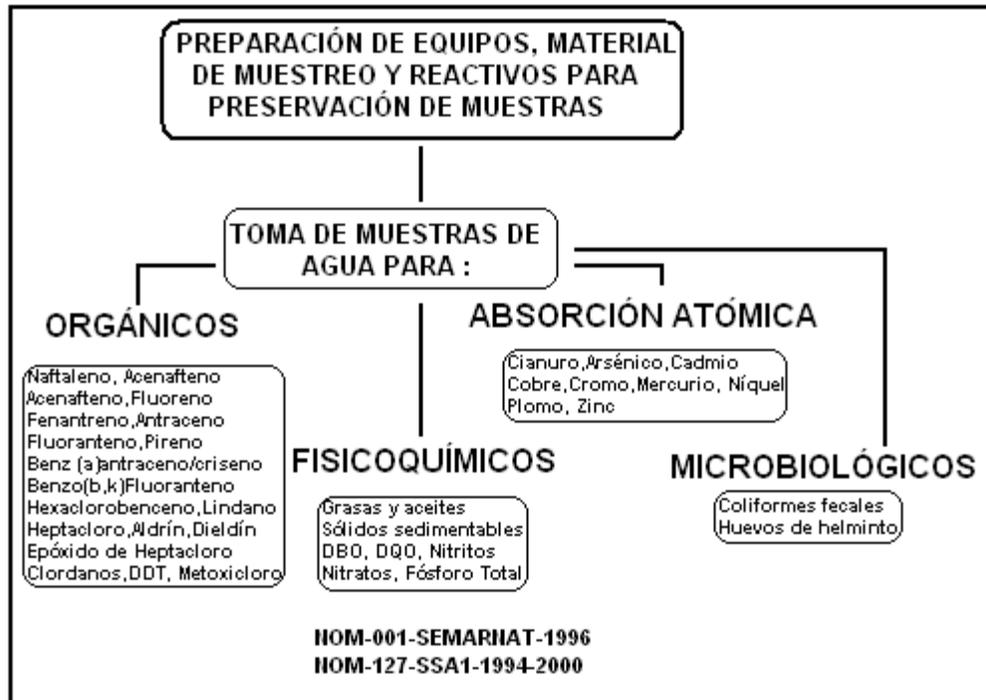


Figura 2. Metodología general para determinar la calidad del agua de las lagunas de Valle de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán. .

Las muestras inmediatas debidamente preservadas y empacadas fueron enviadas al laboratorio de Calidad del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y las no inmediatas también debidamente preservadas y empacadas transportadas por la brigada de muestreadotes de IMTA.

III.1.-TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

Los sitios definidos para la toma de muestras de agua fueron establecidos en acuerdo con personal de la Coordinación de Asesores de SEMARNAT a principios de 2011 y la ubicación de los mismos se pueden observar en la figura 2.

III.1.1.- Caracterización de la Calidad del Agua de las Lagunas San Pedrito, Las Garzas y Cuyutlán

Los recorridos de monitoreo se realizaron de acuerdo a la calendarización, Tabla 1.

Tabla I.- Programa de Monitoreo de Agua en la Laguna Valle de las Garzas, Laguna de San Pedrito y Vasos de la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo, Colima, 2011

Mes	febrero	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Fechas	20-26 27-05	06-12 13-19	20-26 27-02	03-09 10-16	17-23 24-30	01-07 08-14	21-27 28-03	04-10 11-17	18-24 25-31	02-08 09-15	12-18 19-25	30-05 06-12
AGU			X			X			X			X
A												
	temporada de estiaje					temporada de avenidas				temporada de estiaje		
	X Monitoreos realizados											

La toma de seis muestras de agua se realizó en los puntos siguientes (figura 2):

- Las Garzas (Mirador).
- Muelle Autoridades (Puerto).
- Vaso I
- Vaso II
- Vaso III
- Vaso IV

La metodología que se aplicó estuvo basada en los parámetros para la verificación del cumplimiento de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 incluyendo parámetros orgánicos de la NOM-127-SSA1-1994.

Las muestras que se colectaron fueron para cada sitio y puntuales en cada una de las fechas de monitoreo de las Lagunas de San Pedrito, Las Garzas y Cuyutlán.

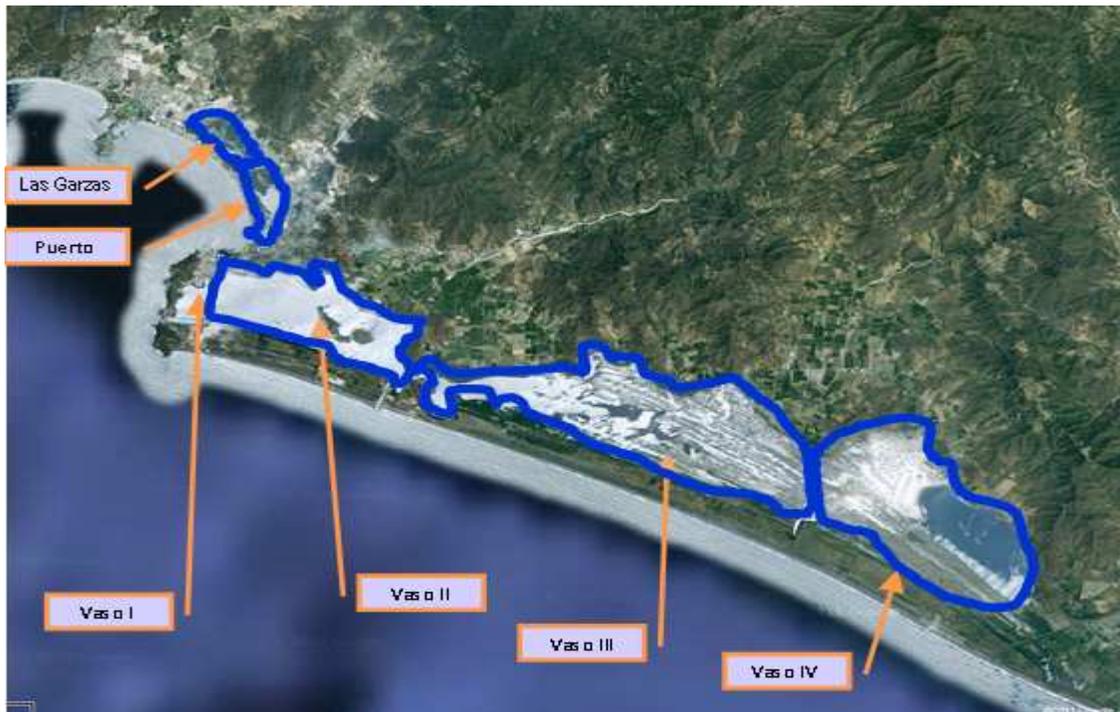


Figura 3. Ubicación de los puntos de toma de muestras de agua en las Lagunas de Las Garzas, San Pedrito y Laguna de Cuyutlán.

III.1.2.- Parámetros a determinar en las muestras de agua superficial.

Se realizó una toma de muestra puntual para los parámetros que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996, que son: grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitritos, fósforo total, DQO, cianuros, metales (arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc), coliformes fecales y Huevos de helminto. Además se tomaron muestras para compuestos orgánicos y plaguicidas clorados.

El muestreo cumplió con la NMX-AA-003-1980 en lo correspondiente a la toma, preservación y envío de muestras al laboratorio de Calidad del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. En la figura 4, se observa un aspecto de los recipientes de muestreo empleados en el proyecto.



Figura 4.- Algunos de los recipientes de muestreo de agua en la zona de Cuyutlán.

Se midieron parámetros de campo; pH, Temperatura, Conductividad y salinidad.

Para la medición de los parámetros de campo se utilizó un equipo multiparámetro que cumple con los requisitos establecidos en la NMX-EC-17025-IMNC-2006, los parámetros de campo fueron; pH, Temperatura, Conductividad, Salinidad, y Oxígeno Disuelto (ver figura 5).



Figura 5.- Equipo multiparamétrico usado para las determinaciones de parámetros de campo en el agua de los sistemas lagunares.

III.1.3.- Análisis de Laboratorio.

De las muestras puntuales de agua se determinaron los parámetros fisicoquímicos: grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitritos, fósforo total, DQO, cianuros. Metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc. Microbiológicos: coliformes fecales y Huevos de helminto.

Además se incluyeron parámetros orgánicos; Hexaclorobenceno, Lindano, Heptacloro, Aldrin, Epóxido de Heptacloro, Clordanos, Dieldrín, DDT, Metoxicloro, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno/Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benza(a) antraceno/criseno, Benzo (b)(k) Fluoranteno. Cada uno se preservó conforme a la normatividad aplicable para cada uno de ellos.

IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros monitoreados se evalúan de conformidad con los límites máximos permisibles que señalan la NOM-001-SEMARNAT-1996 y exclusivamente la DQO conforme a los Criterios de Calidad del Agua los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.- Límites máximos permisibles en agua según la NOM-001-SEMARNAT-1996 y Criterios de Calidad del Agua de la CONAGUA.

Parámetro	Protección de vida acuática	Explotación pesquera, navegación y otros usos
SST mg/L	40-60	150-200
SSed mL/L	1.0-2.0	1.0-2.0
GyA mg/L	15-25	15-25
DBO ₅	30-60	100-200
Huevos de helminto	1-5	1-5
Colif. fec. (NMP/100mL)	1000-2000	1000-2000
Nitrógeno total	15-25	NA
Fósforo total	5.0- 10.0	N/A
Materia Flotante	Ausente	Ausente
As	0.1-0.2	0.1-0.2
Cd	0.1-0.2	0.1-0.2
Cu	4-6	4-6
Hg	0.005-0.01	0.01-0.02
Cr	0.5-1	0.5-1
Ni	2.0-4.0	2.0-4.0
Pb	0.2-0.4	0.2-0.4
Cianuro	1.0-2.0	2.0-2.0
Zn	10-20	10-20
Temperatura °C **	40	40
pH	5-10	5-10
Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996		
DQO	40-200	40-200
Fuente: Criterios de calidad del Agua, CONAGUA		

IV. 1-RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA

Los resultados mostrados en las siguientes secciones abarcan todos los monitoreos desde el mes de marzo a diciembre de 2011.

IV.1.a PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL MIRADOR DE LAS GARZAS

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros monitoreados en el Mirador de las Garzas.

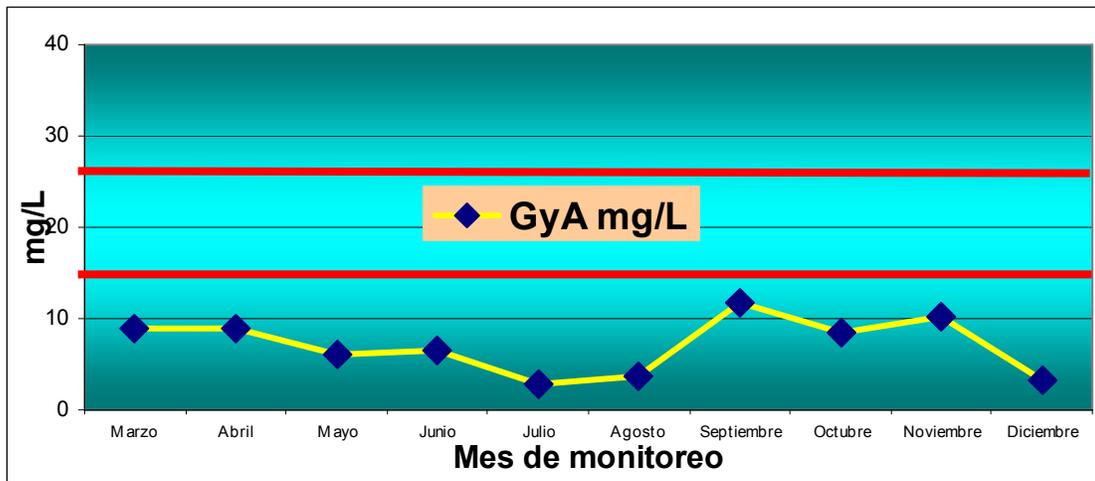


Figura 6.- Grasas y aceites monitoreados en el Mirador de Las Garzas.

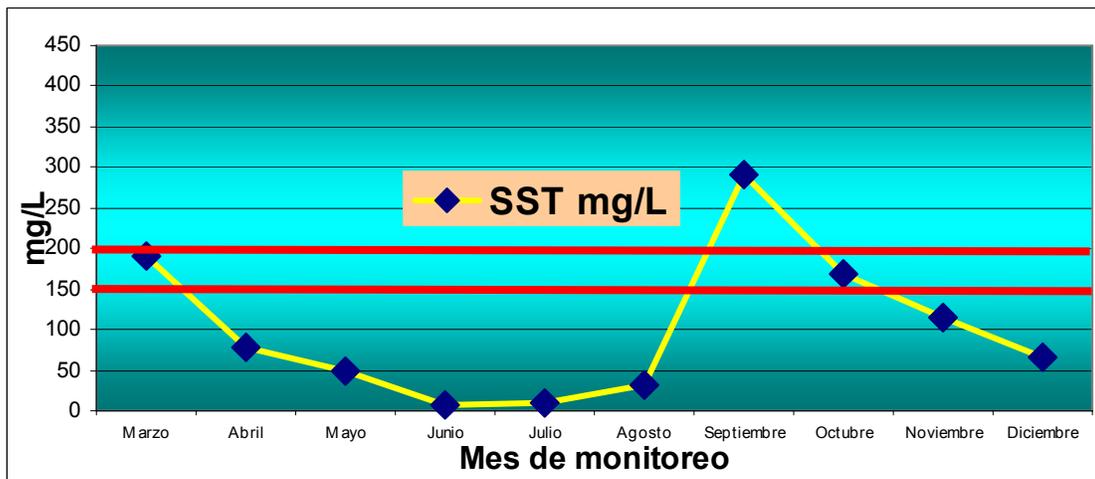


Figura 7.- Sólidos suspendidos totales monitoreados en el Mirador de Las Garzas.

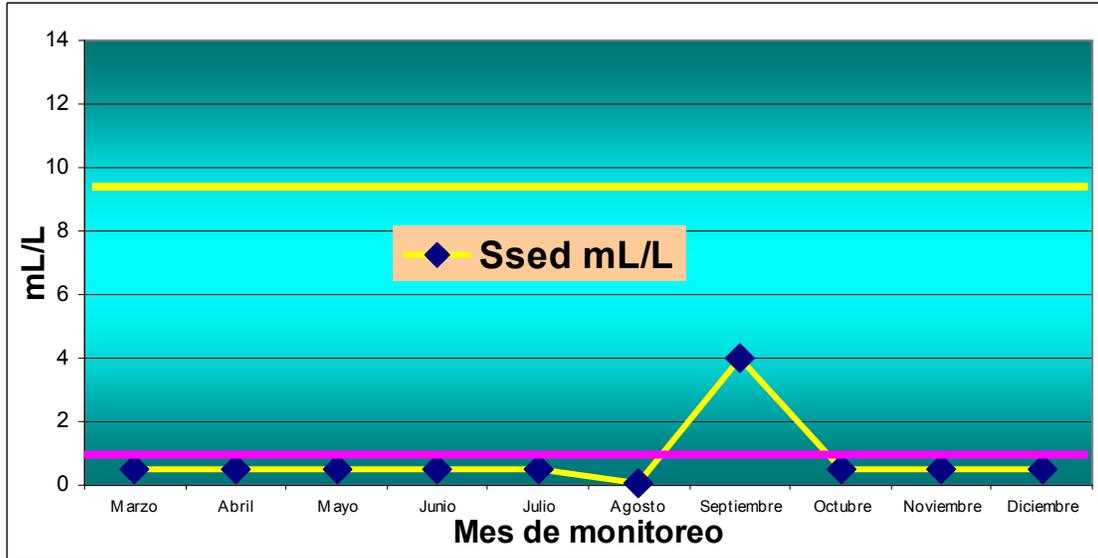


Figura 8.- Sólidos sedimentables en el Mirador de Las Garzas.

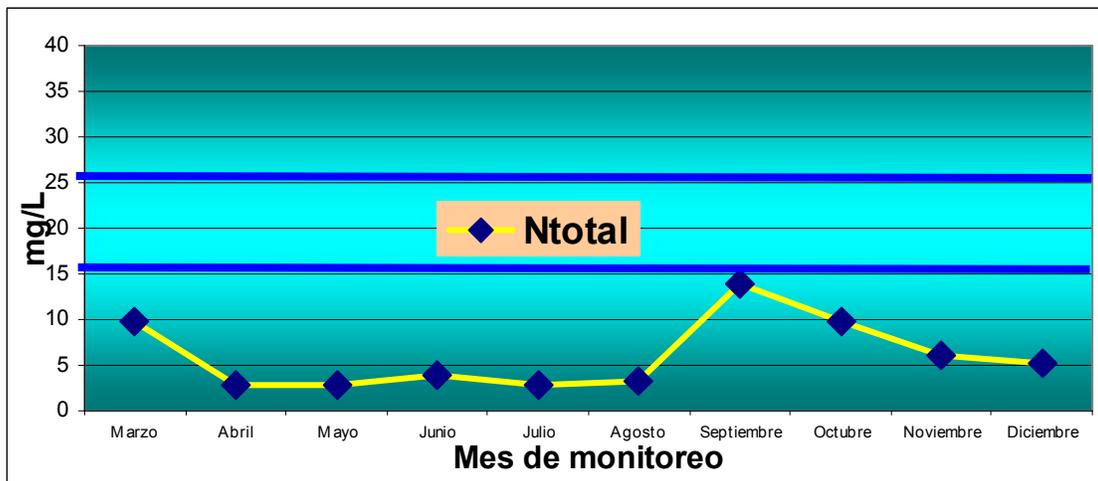


Figura 9.- Nitrógeno total en el Mirador de Las Garzas.

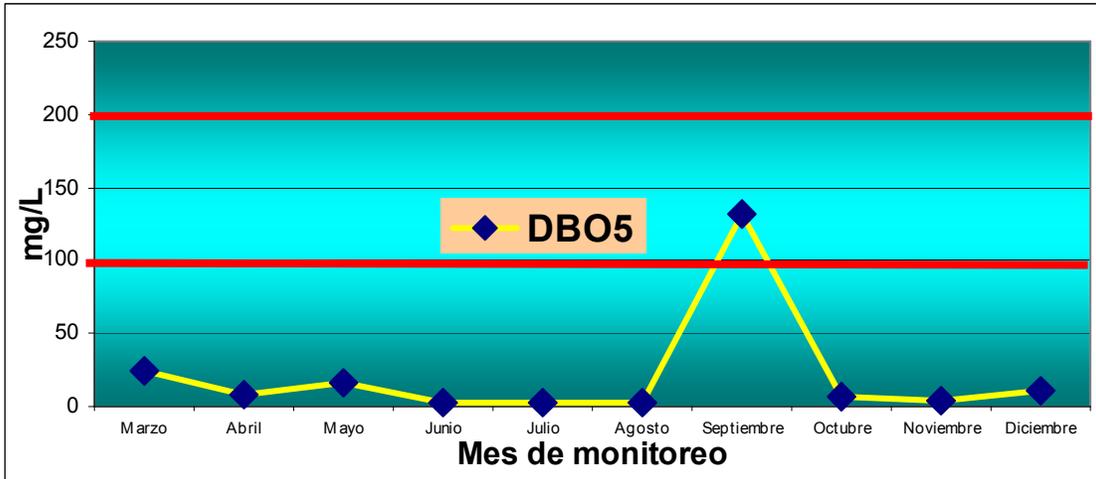


Figura 10.- Demanda Biológica de Oxígeno en el Mirador de Las Garzas.

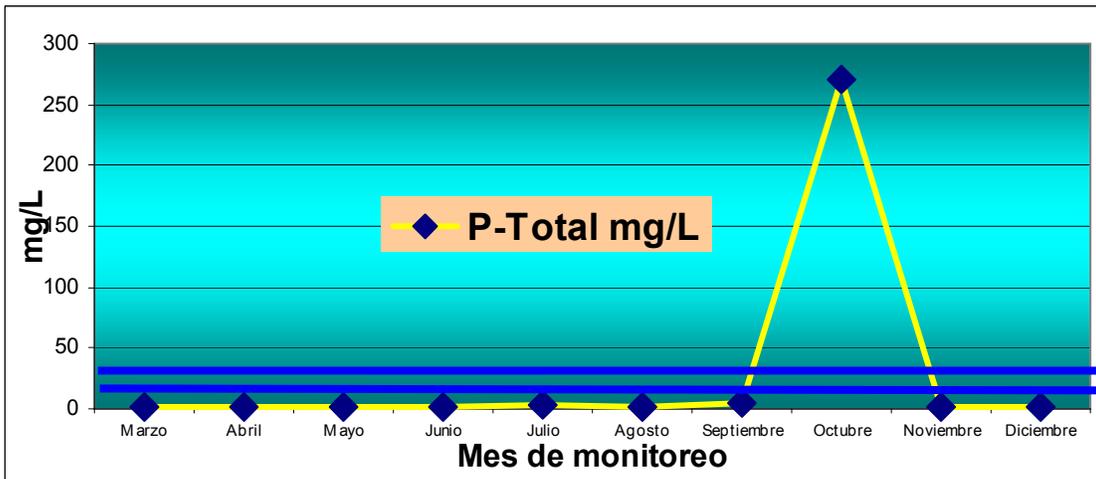


Figura 11.- Fósforo total en el Mirador de Las Garzas.

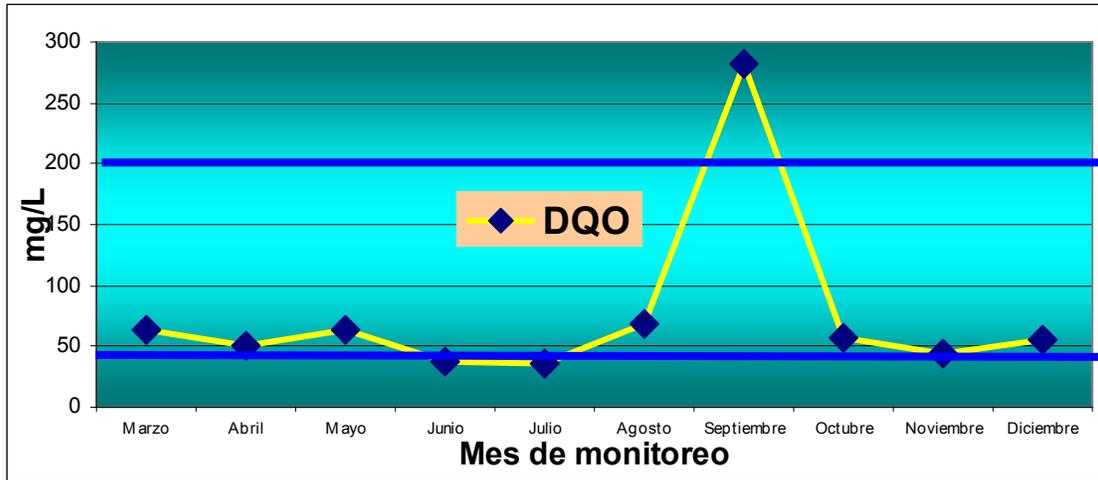


Figura 12.- Demanda química de oxígeno en el Mirador de Las Garzas.

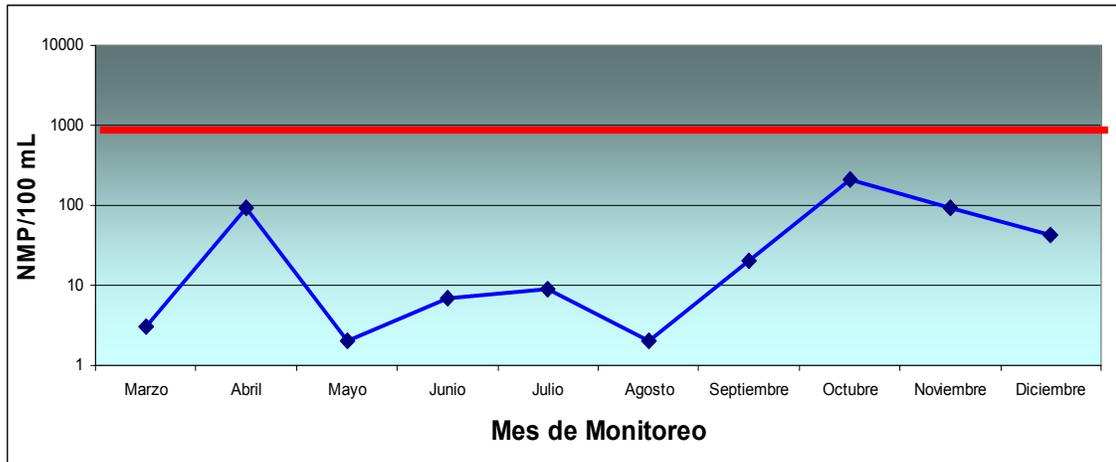


Figura 13.- Comportamiento de Coliformes fecales en el Mirador de la Laguna de las Garzas.

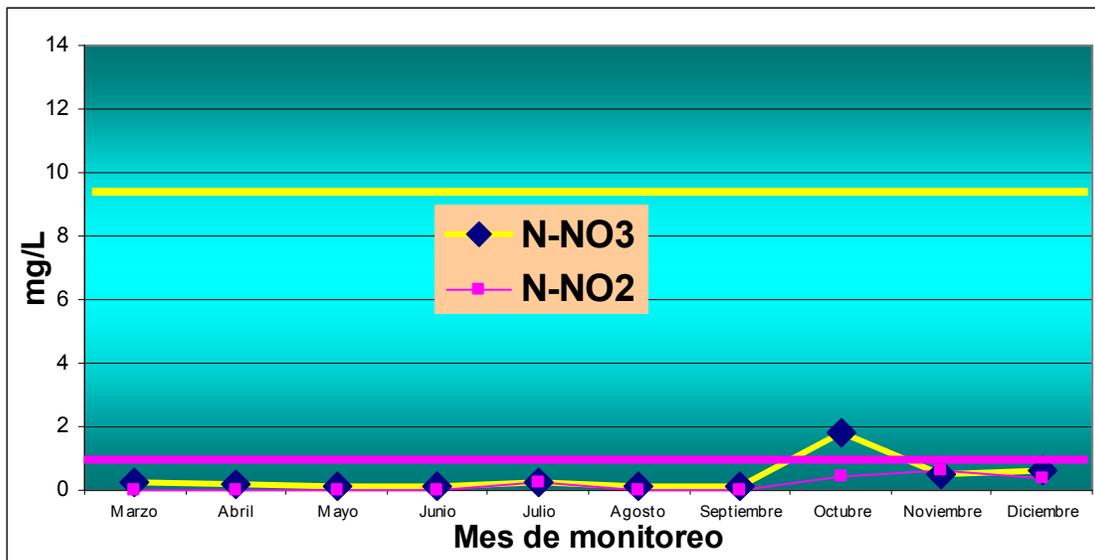


Figura 14.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Mirador de la Laguna de las Garzas.

IV.1.b PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL MUELLE AUTORIDADES

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros monitoreados en el Muelle autoridades de la Laguna de San Pedrito, Manzanillo Colima.

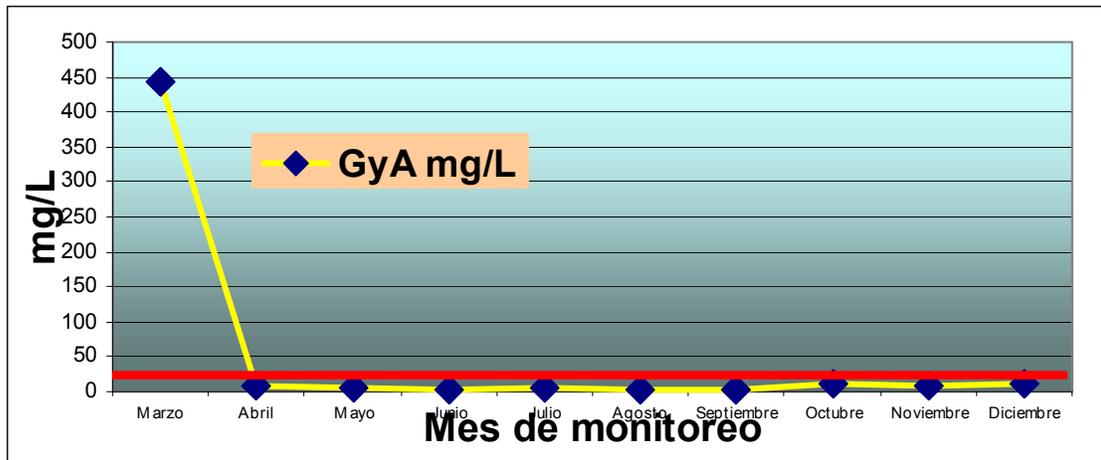


Figura 15.- Grasas y Aceites en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

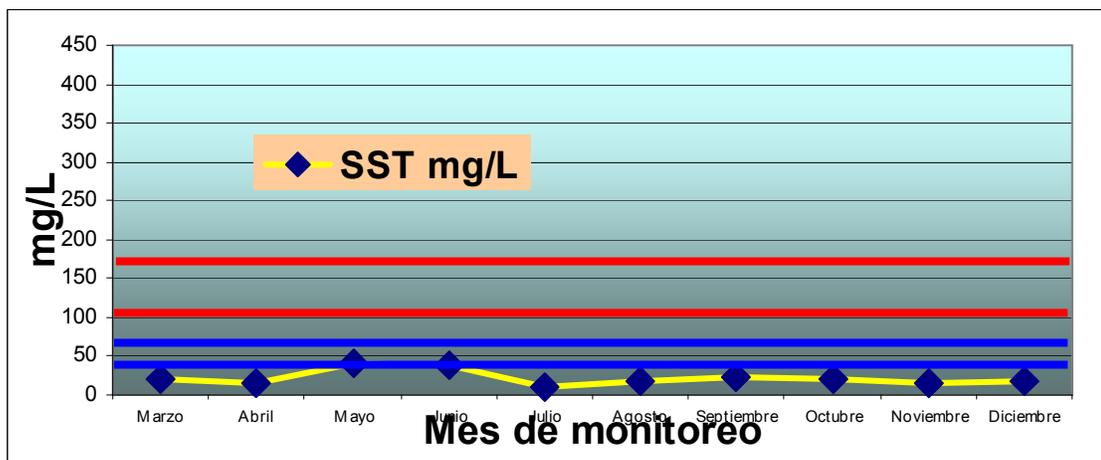


Figura 16.- Sólidos suspendidos totales en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

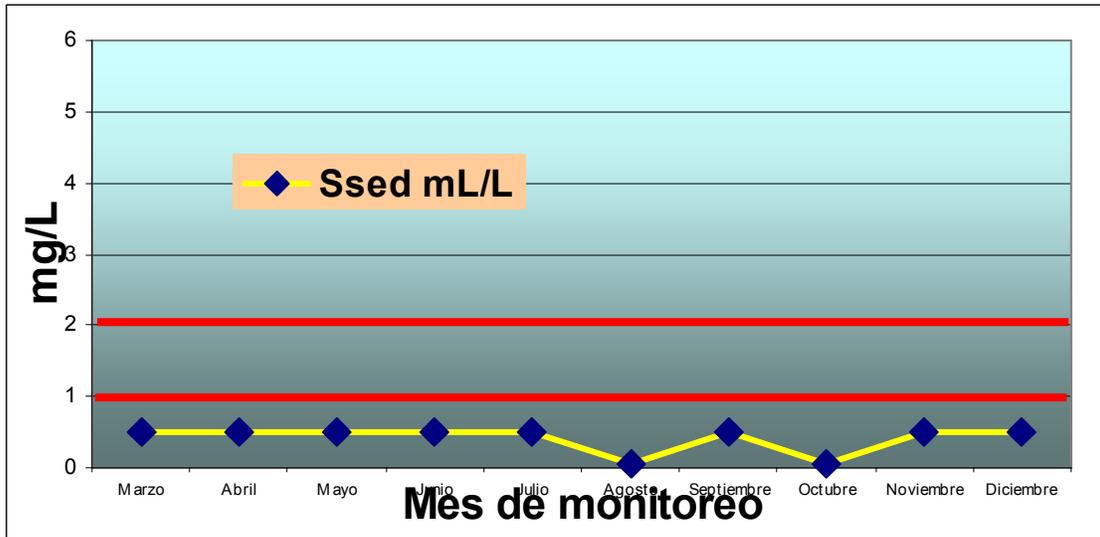


Figura 17.- Sólidos sedimentables en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

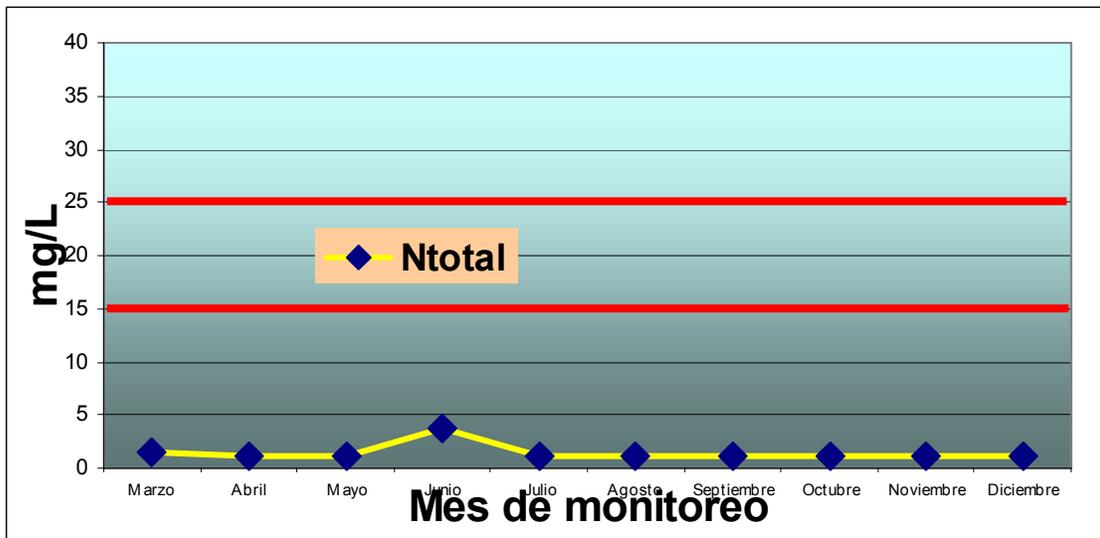


Figura 18.- Nitrógeno total en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

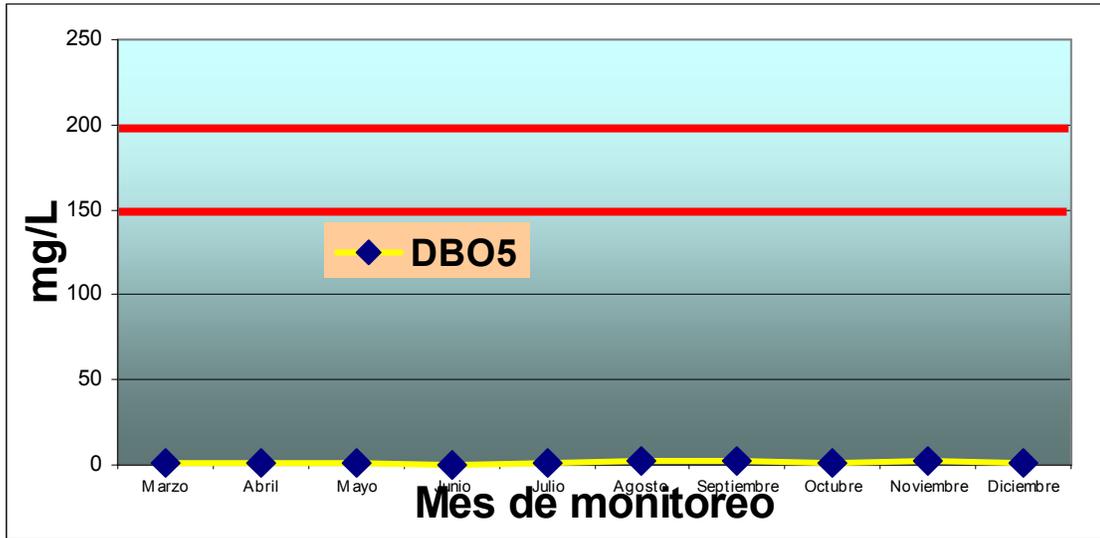


Figura 19.- Demanda bioquímica de oxígeno en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

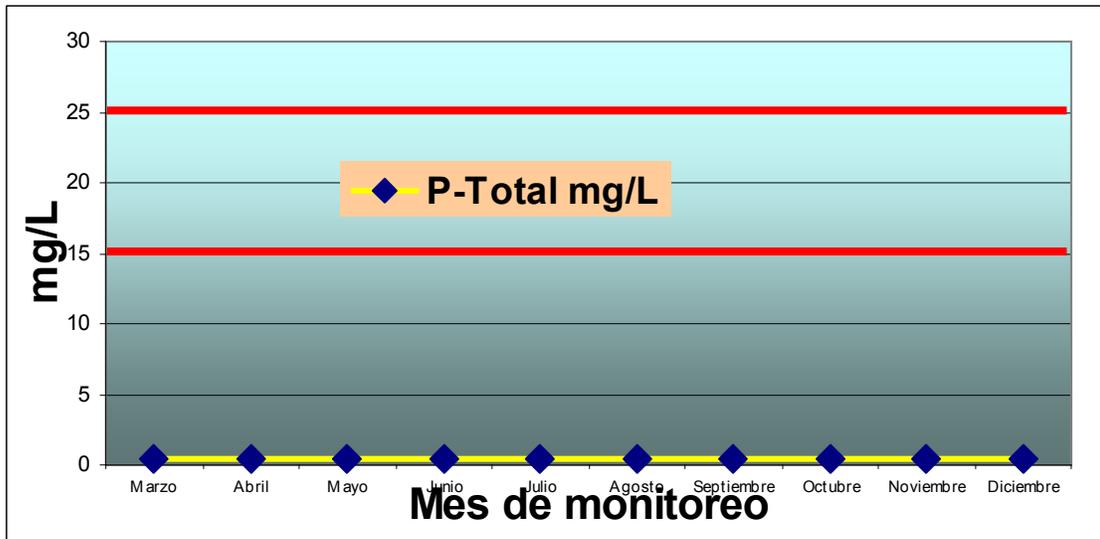


Figura 20.- Fósforo total en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

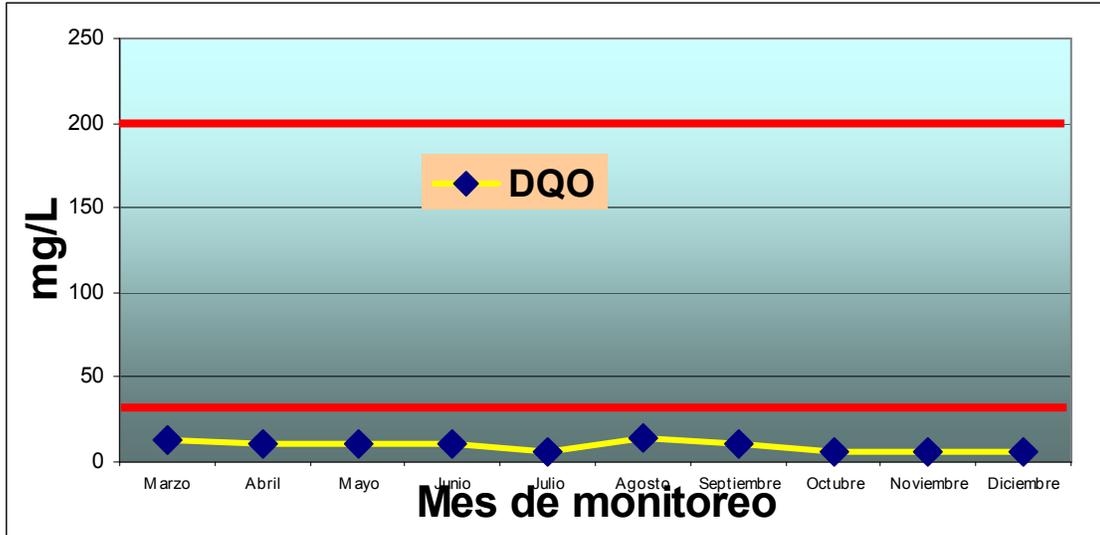


Figura 21.- Demanda química de oxígeno en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

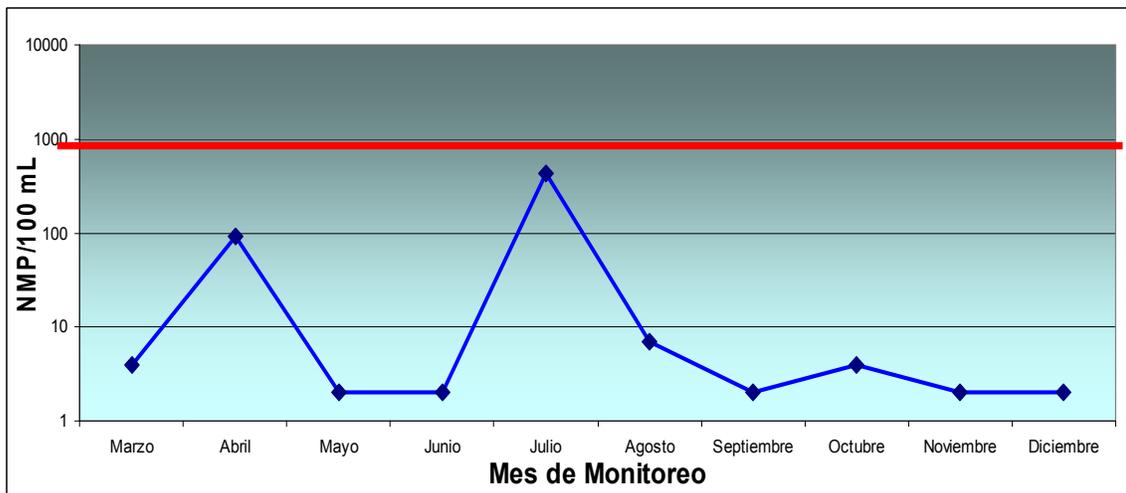


Figura 22.- Comportamiento de coliformes en el Muelle Autoridades de la Laguna de san Pedrito.

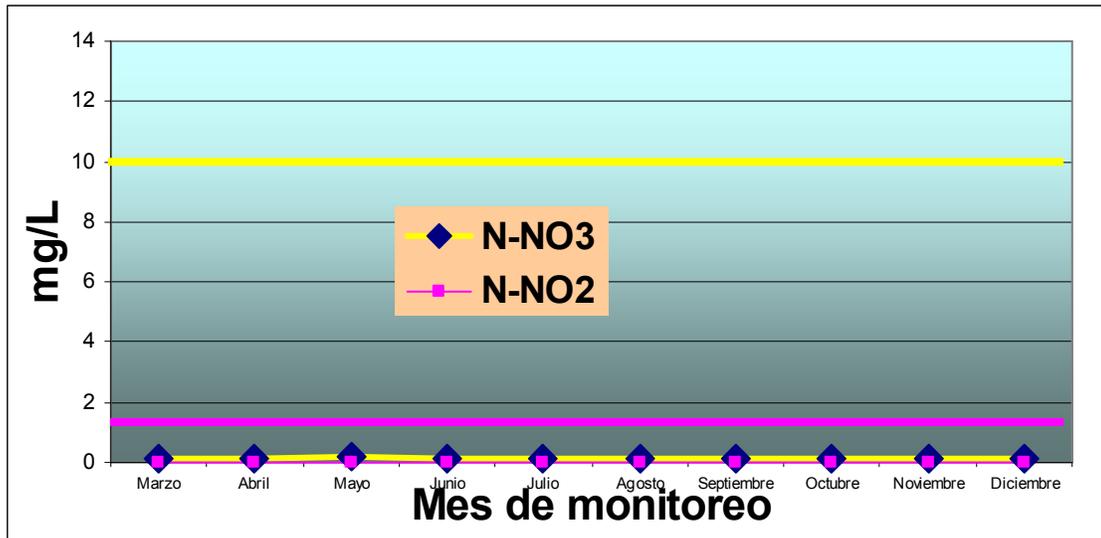


Figura 23.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

IV.1.c PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL VASO I

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros correspondientes al Vaso I de la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo Colima.

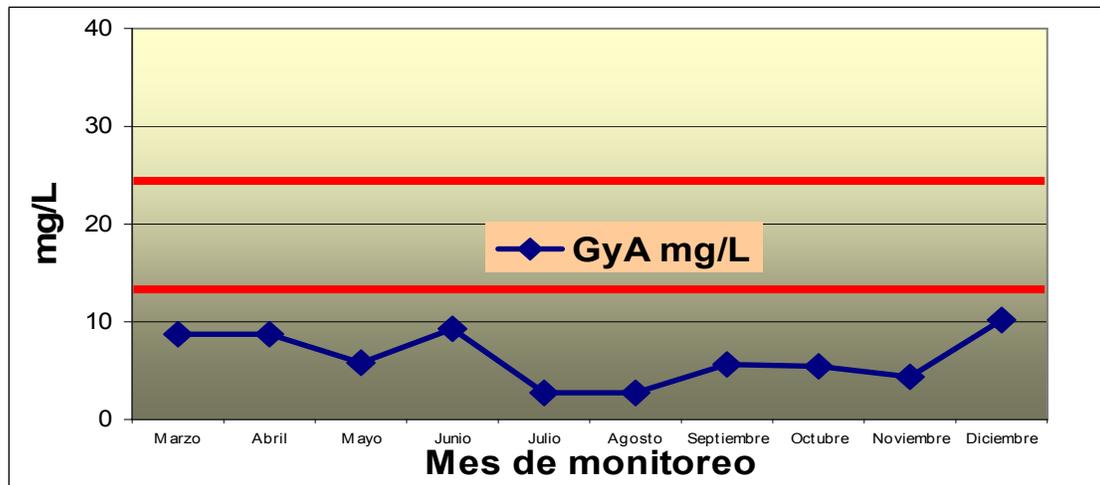


Figura 24.- Grasas y Aceites en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

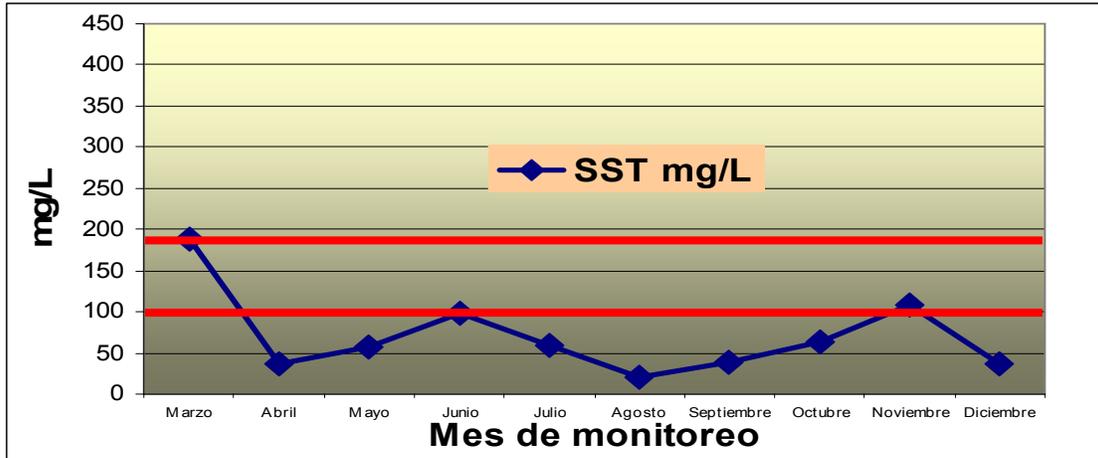


Figura 25.- Sólidos suspendidos totales en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

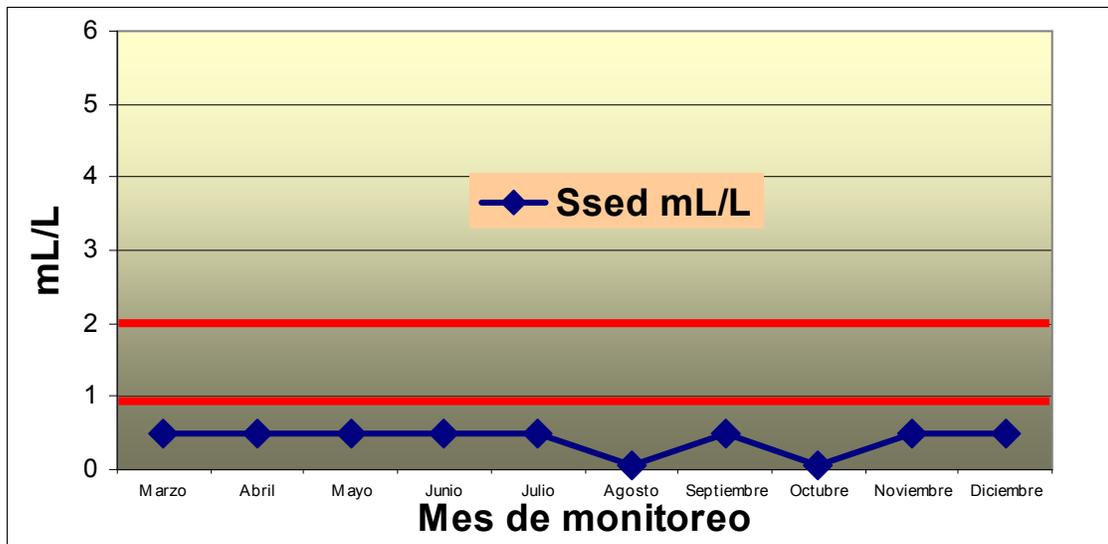


Figura 26.- Sólidos sedimentables en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

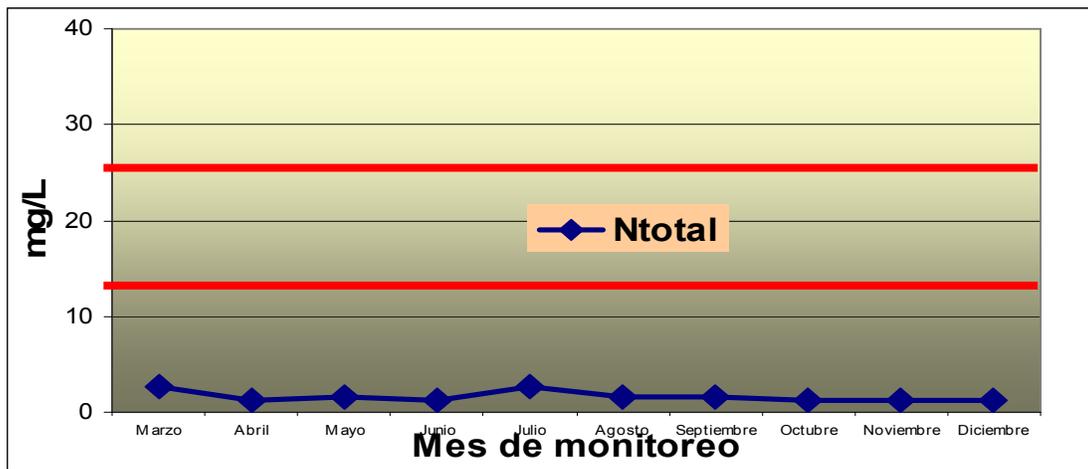


Figura 27.- Nitrógeno total en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

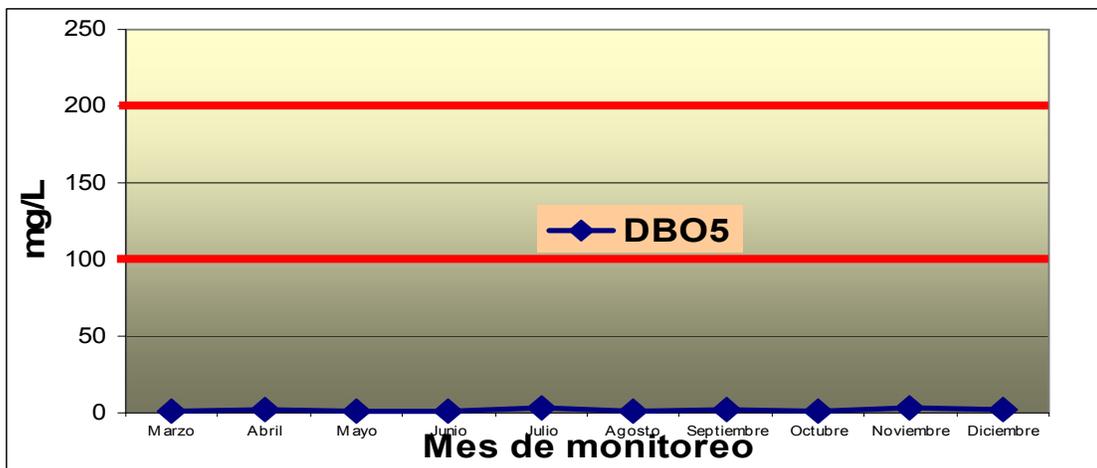


Figura 28.- Demanda Biológica de oxígeno en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

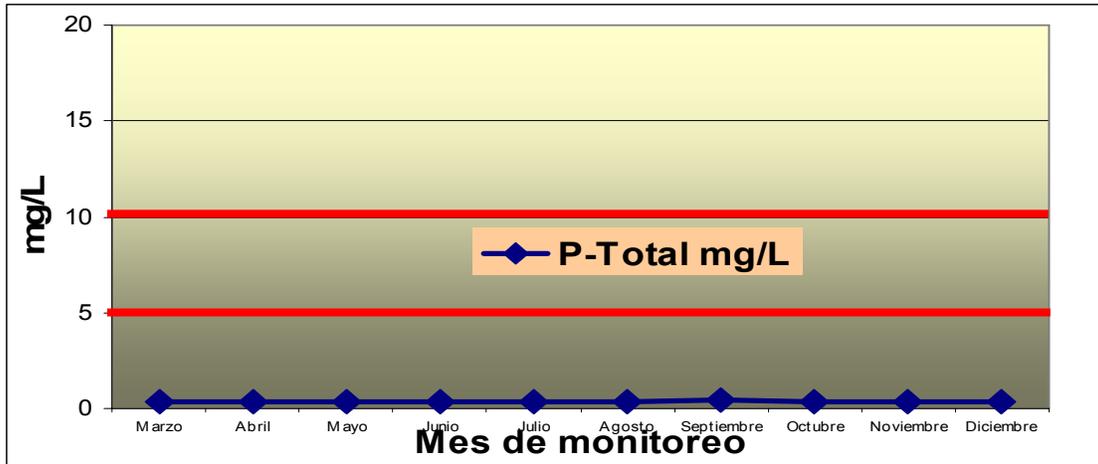


Figura 29.- Fósforo total en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

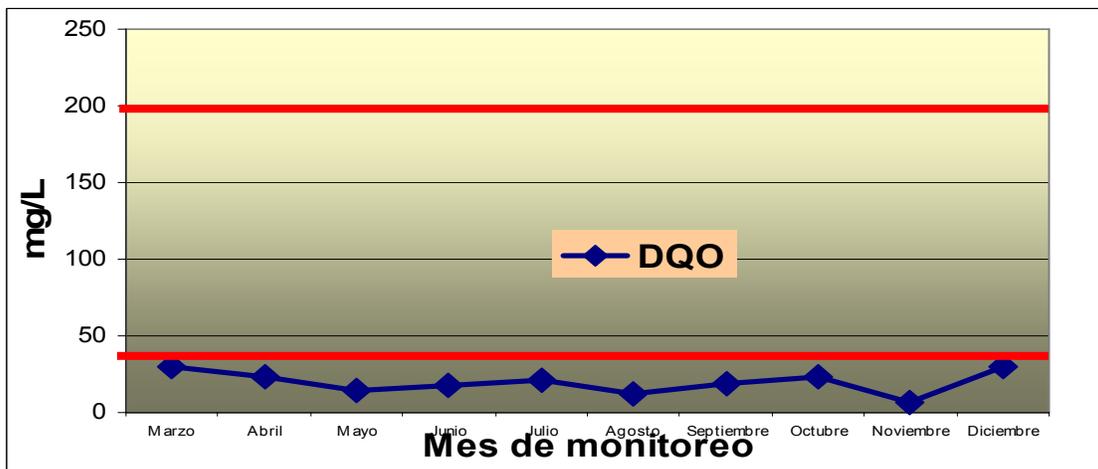


Figura 30.- Demanda química de oxígeno en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

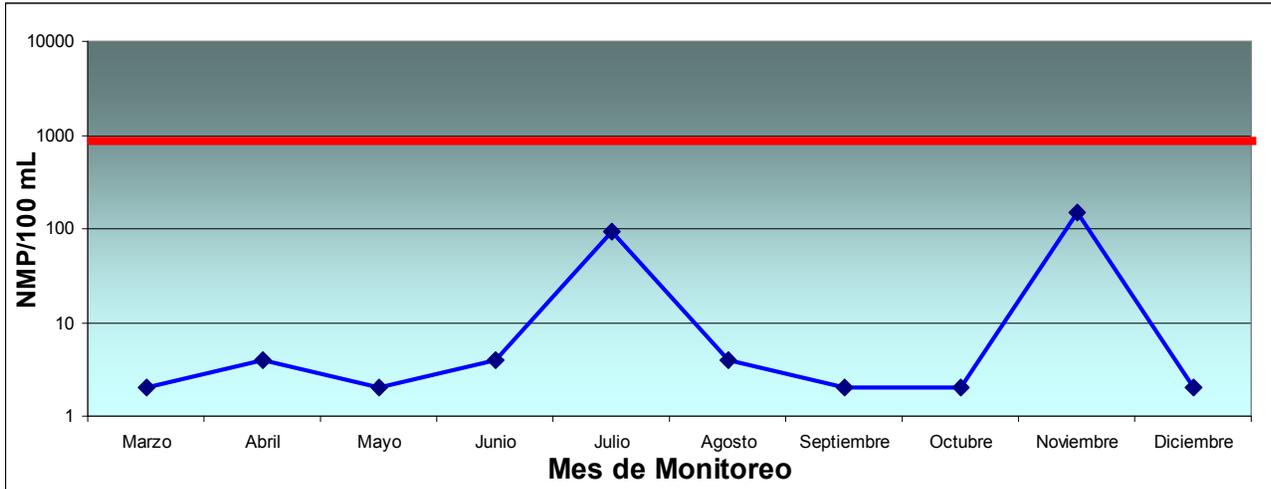


Figura 31.- Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

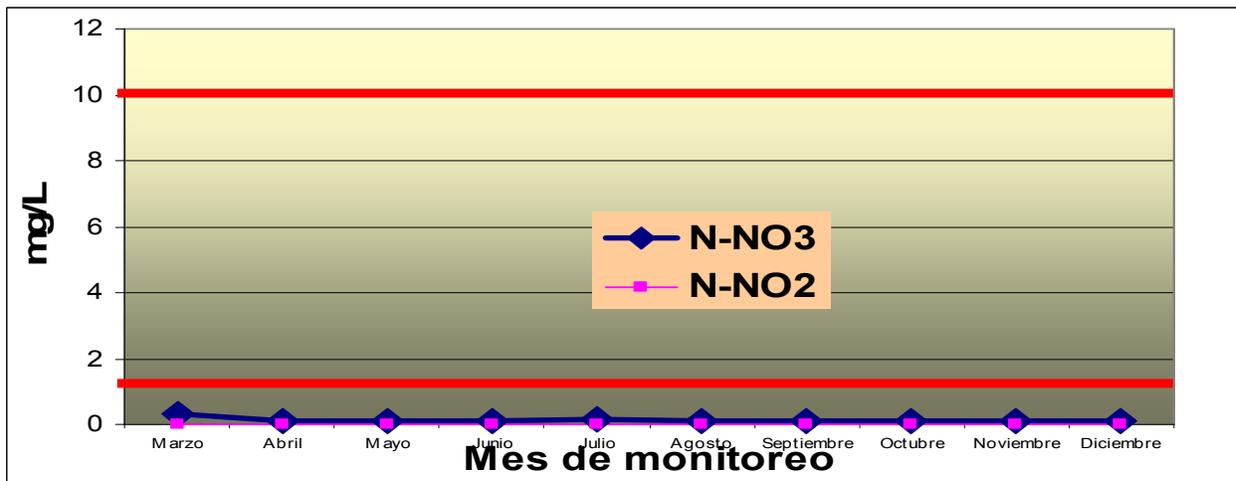


Figura 32.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Vaso I de la Laguna de Cuyutlán.

IV.1.d PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL VASO II

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros monitoreados en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo Colima.

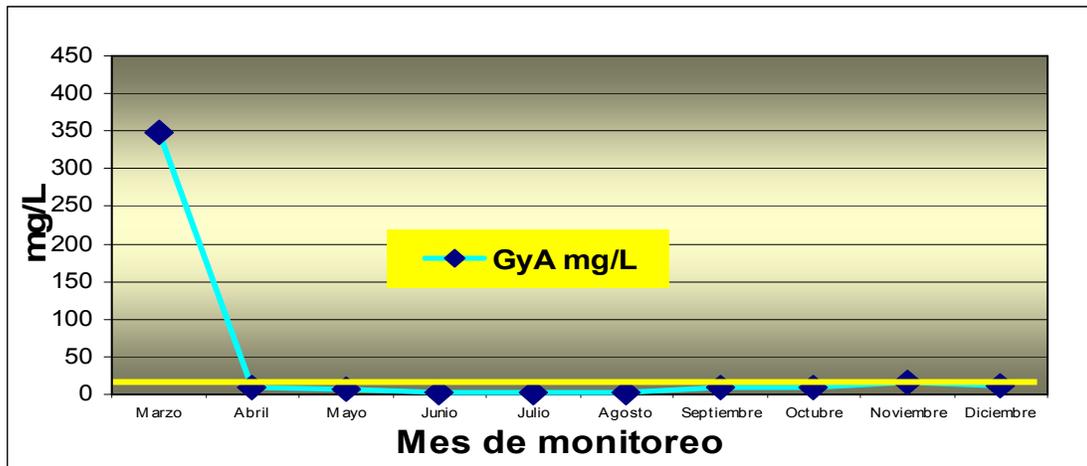


Figura 33.- Comportamiento de Grasas y Aceites en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

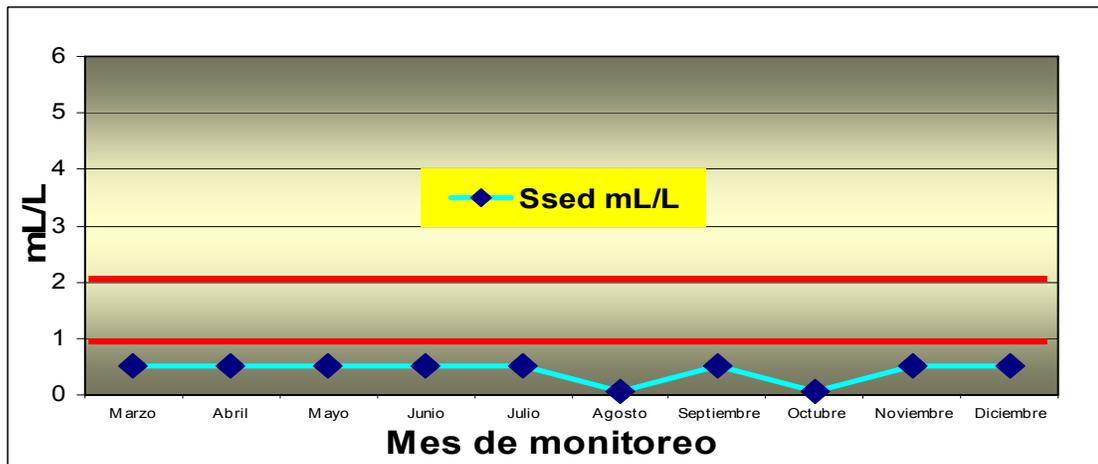


Figura 34.- Comportamiento de sólidos sedimentables en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

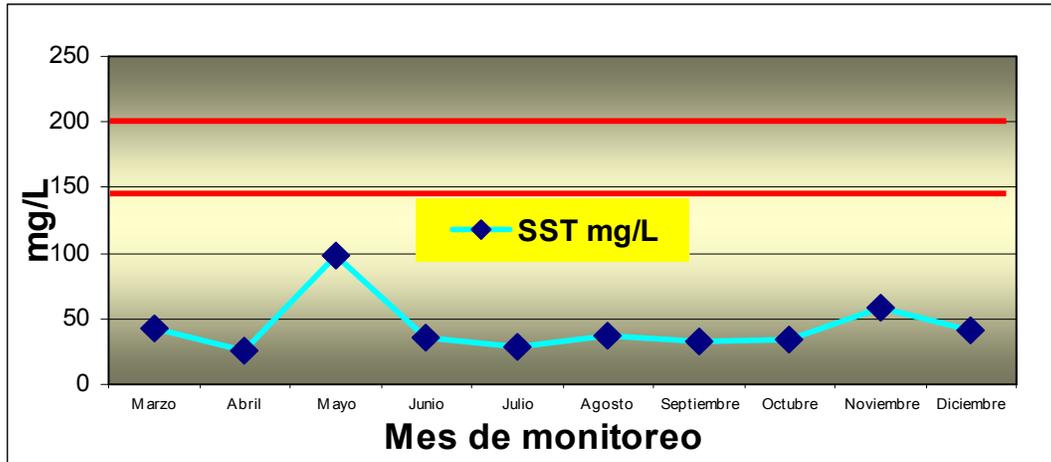


Figura 35.- Comportamiento de sólidos suspendidos totales en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

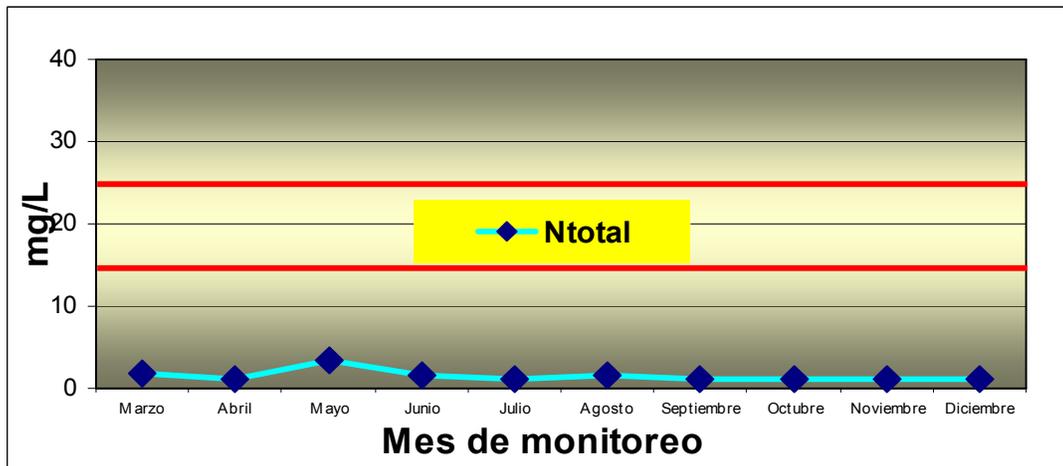


Figura 36.- Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

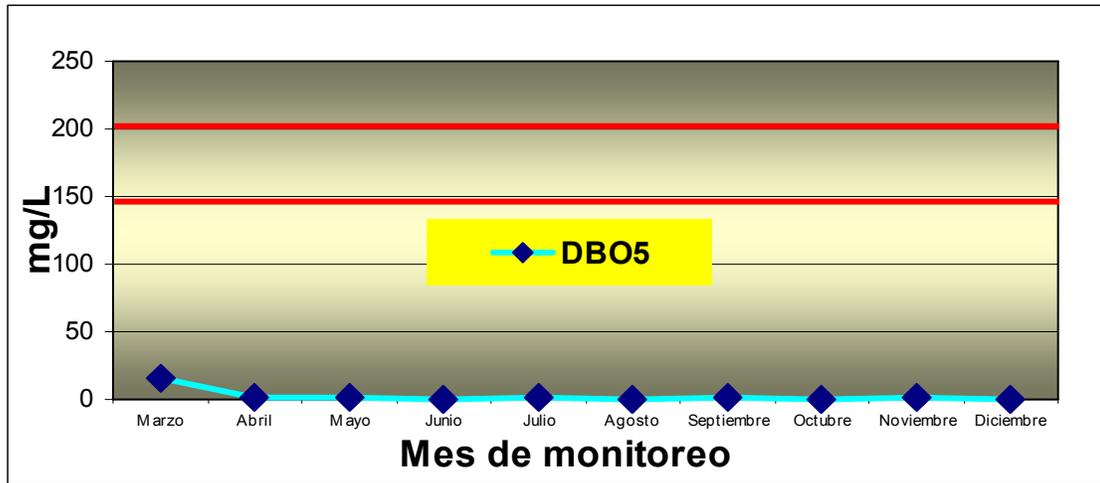


Figura 37.- Comportamiento de la Demanda Biológica de oxígeno en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

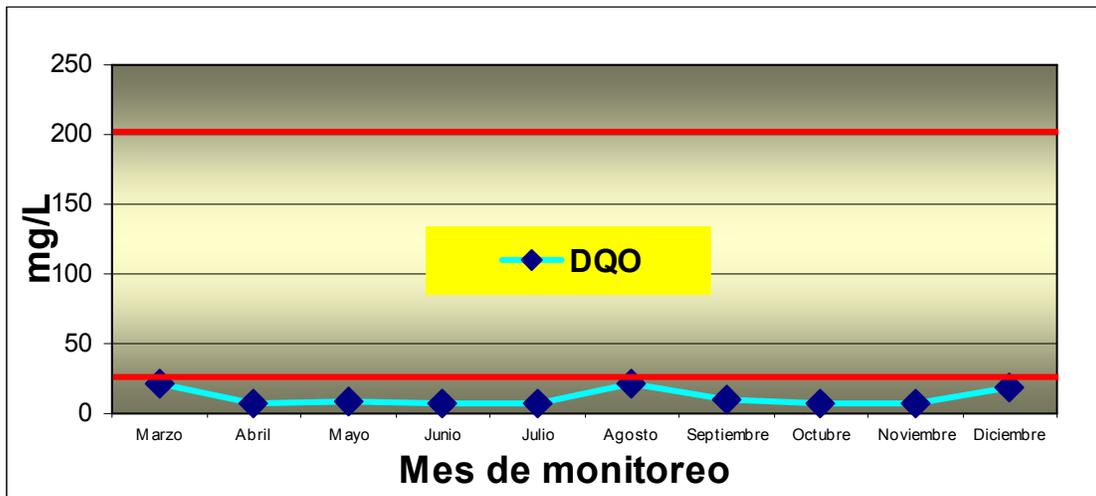


Figura 38.- Comportamiento de la Demanda química de oxígeno en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

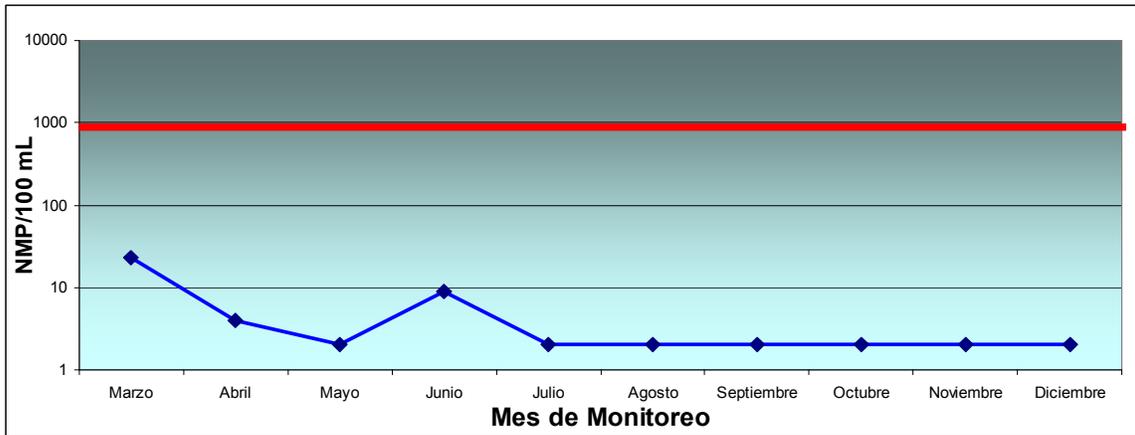


Figura 39.- Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

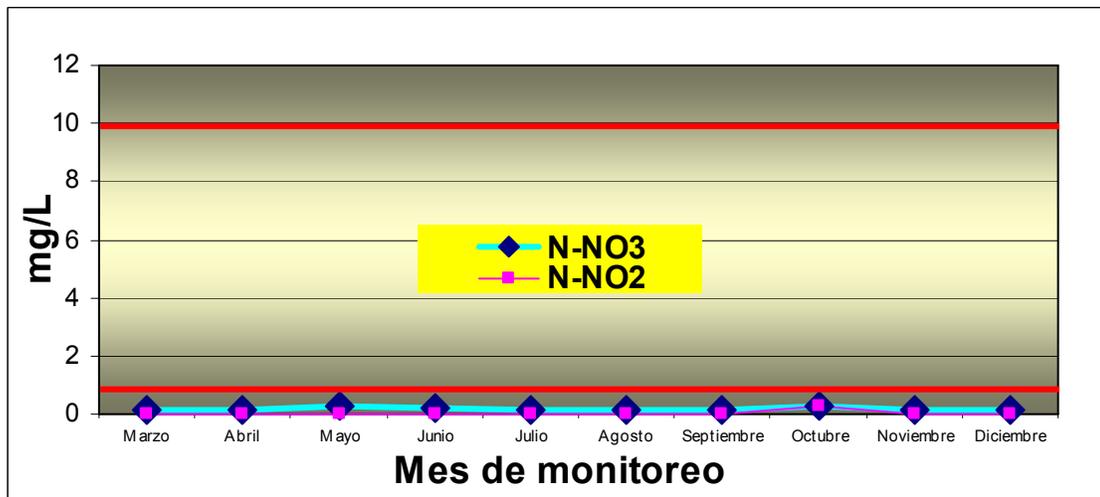


Figura 40.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Vaso II de la Laguna de Cuyutlán.

IV.1.e PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL VASO III

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros monitoreados en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo Colima.

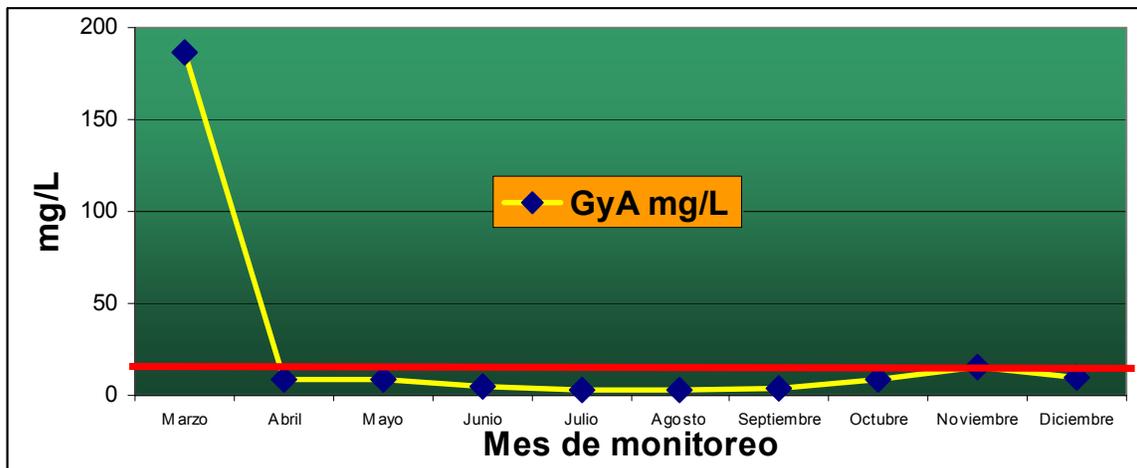


Figura 41.- Comportamiento de Grasas y aceites en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

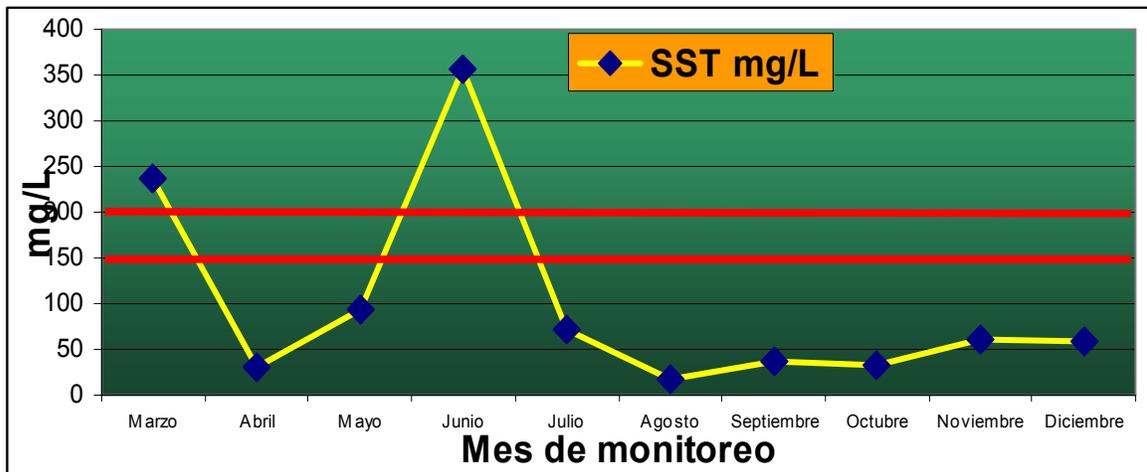


Figura 42.- Comportamiento de Sólidos suspendidos totales en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

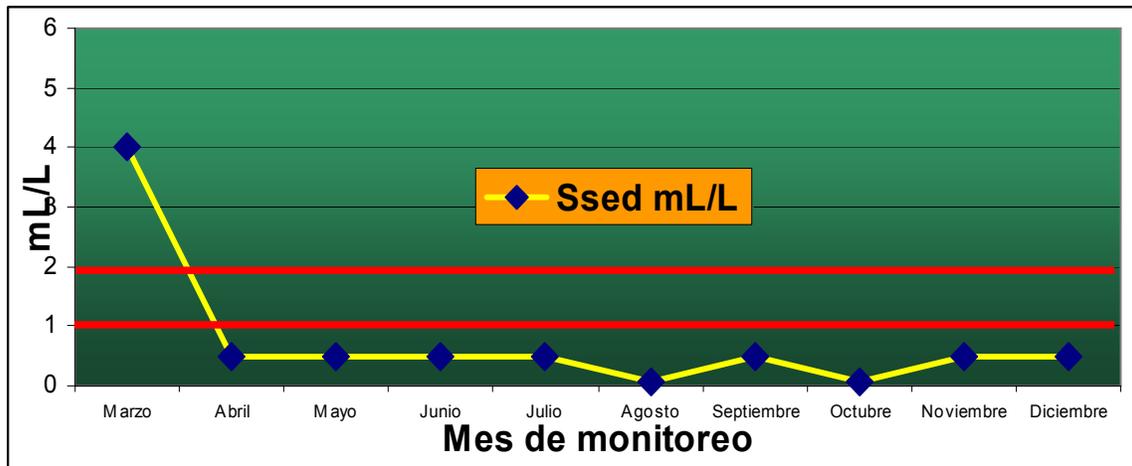


Figura 43.- Comportamiento de Sólidos sedimentables en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

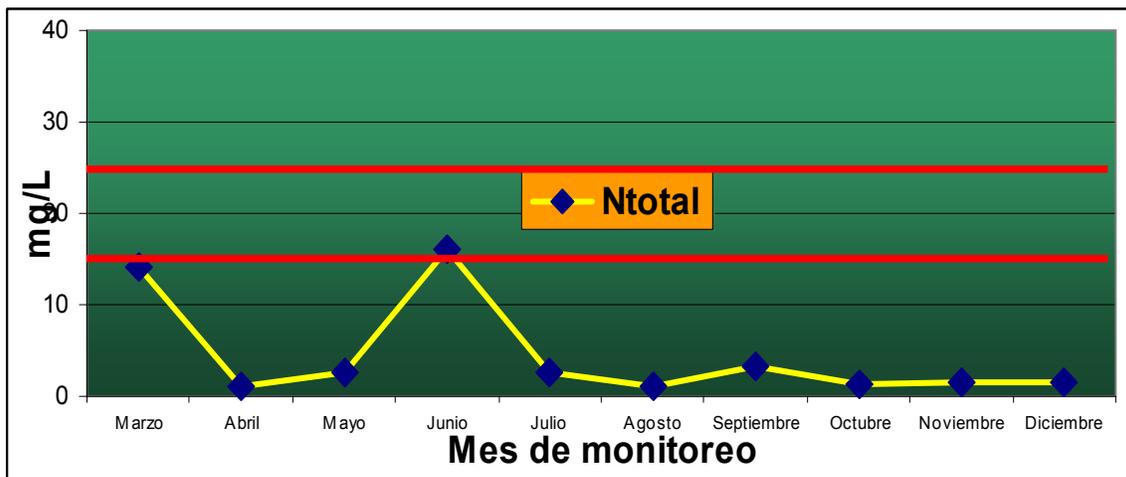


Figura 44.- Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

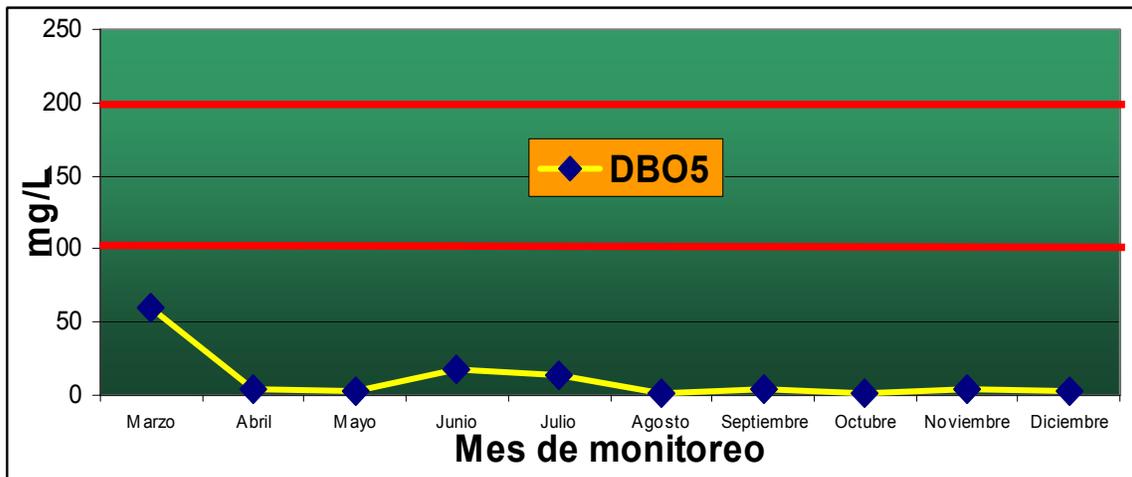


Figura 45.- Comportamiento de la Demanda Biológica de oxígeno en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

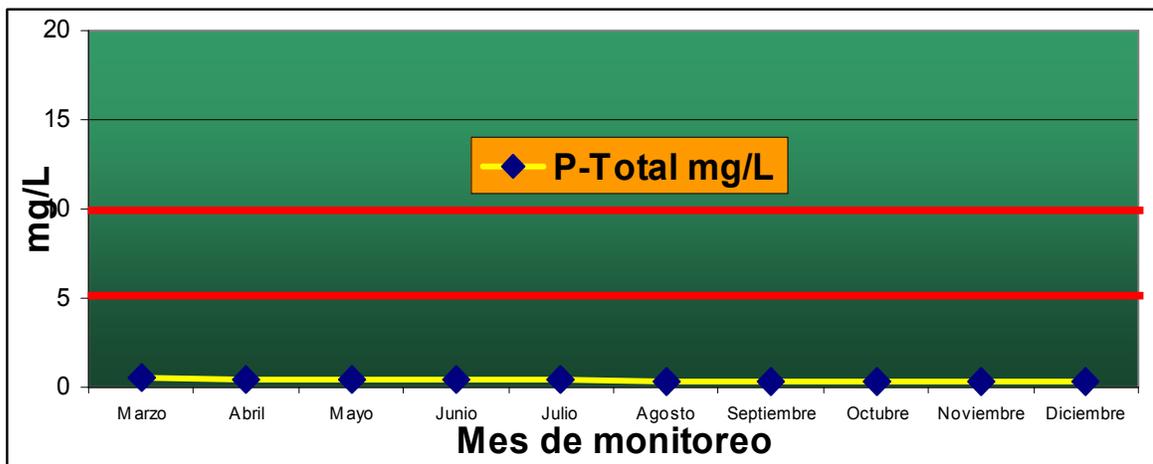


Figura 46.- Comportamiento de Fósforo total en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

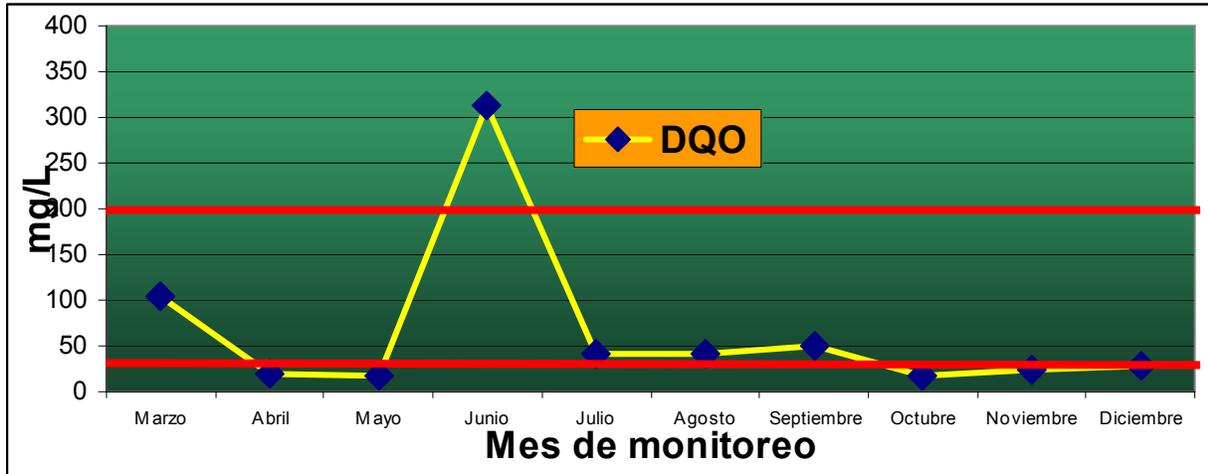


Figura 47.- Comportamiento de la Demanda química de oxígeno el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

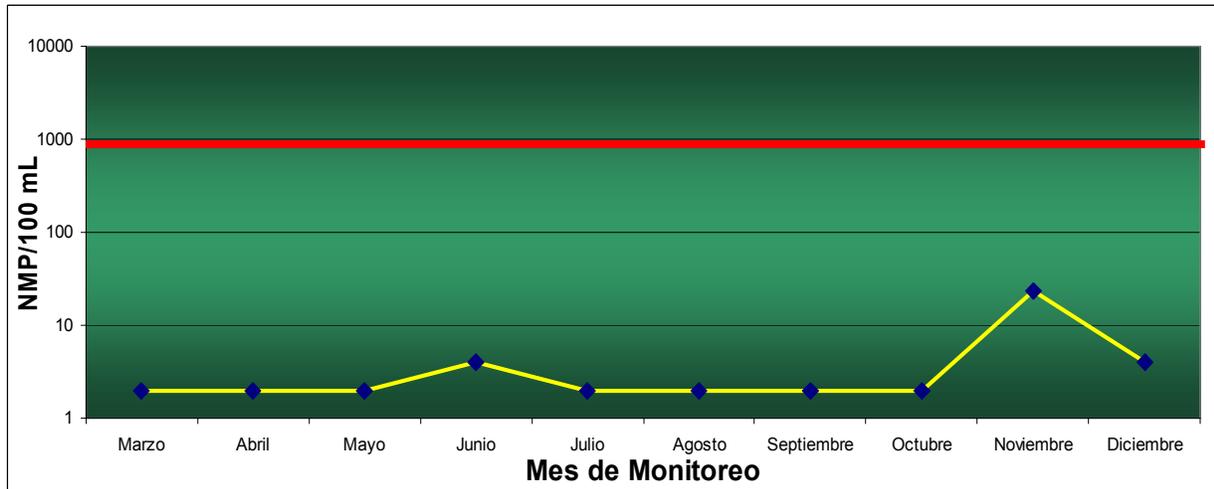


Figura 48.- Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

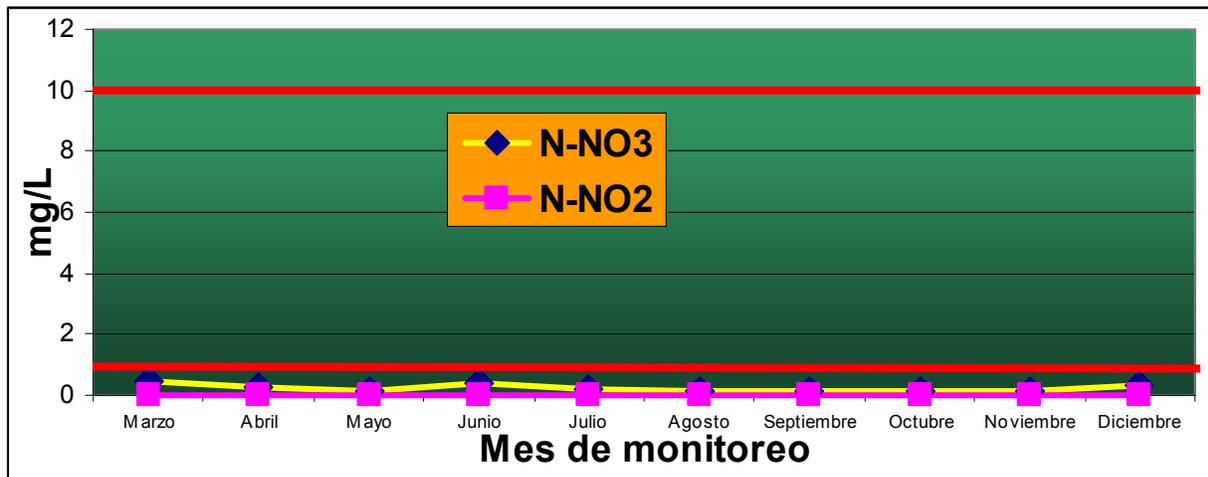


Figura 49.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán.

IV.1.f PARAMETROS FISICOQUÍMICOS EN EL VASO IV

En las siguientes gráficas, se observan los resultados de los parámetros monitoreados en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo Colima.

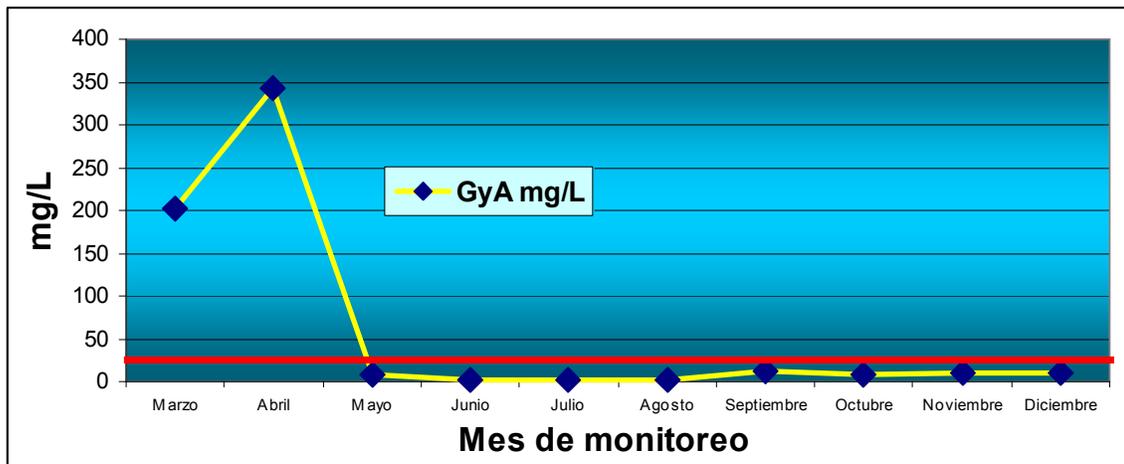


Figura 50.- Comportamiento de Grasas y aceites en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

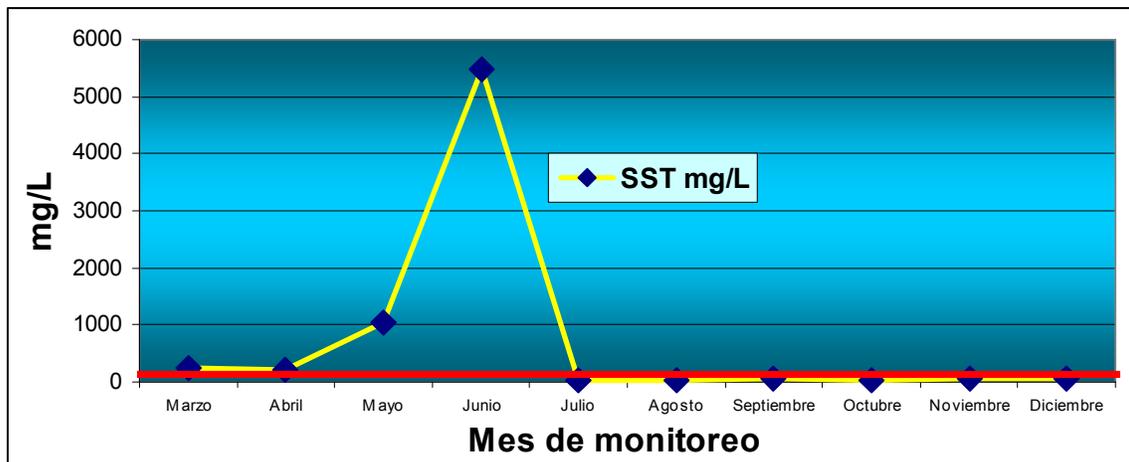


Figura 51.- Comportamiento de Sólidos suspendidos totales en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

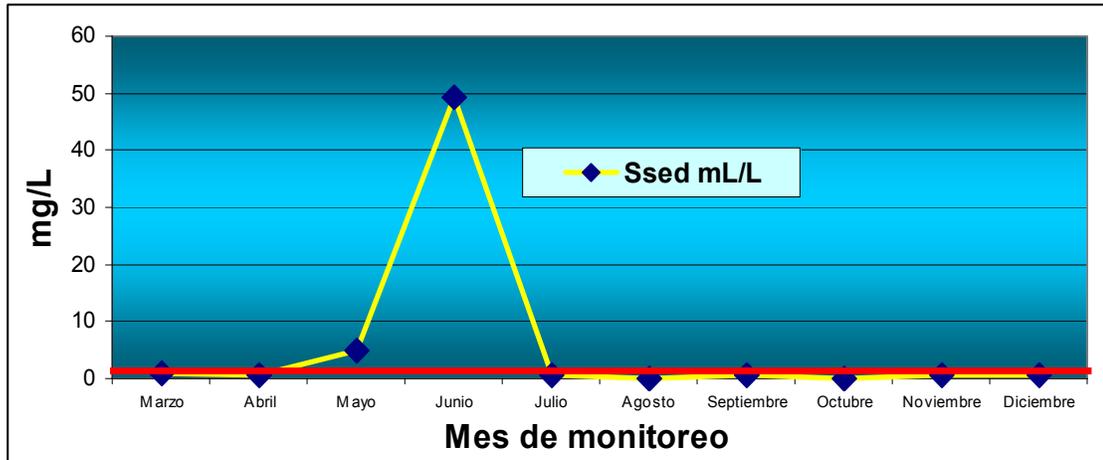


Figura 52.- Comportamiento de Sólidos sedimentables en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

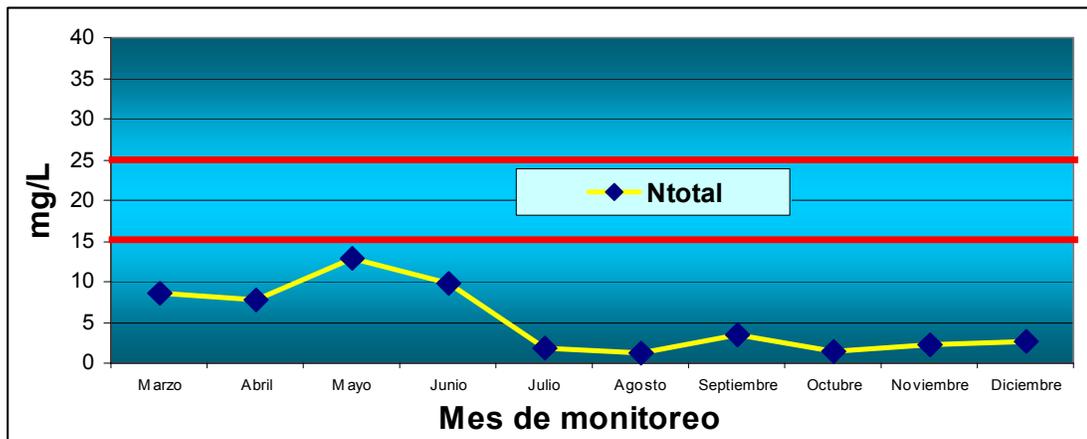


Figura 53.- Comportamiento de Nitrógeno total en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

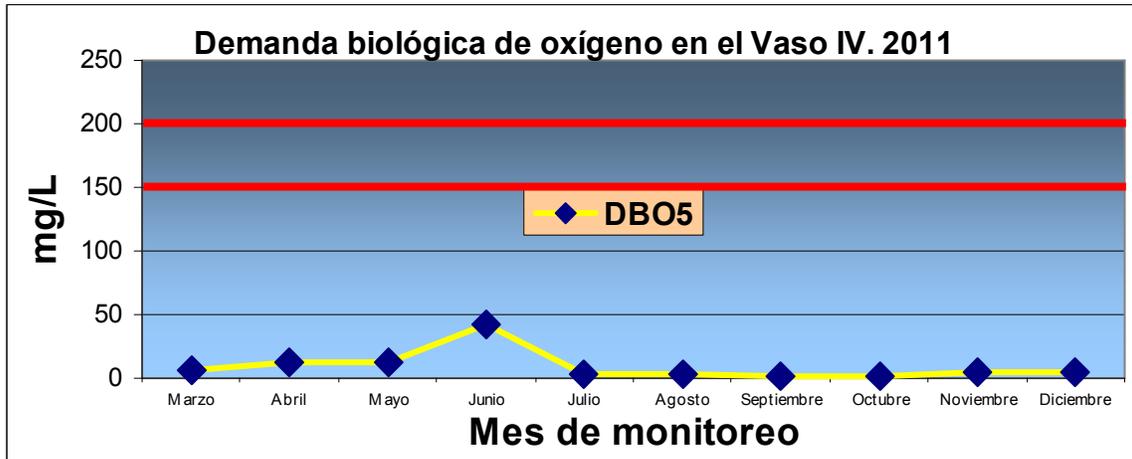


Figura 54.- Comportamiento de la Demanda biológica de oxígeno en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

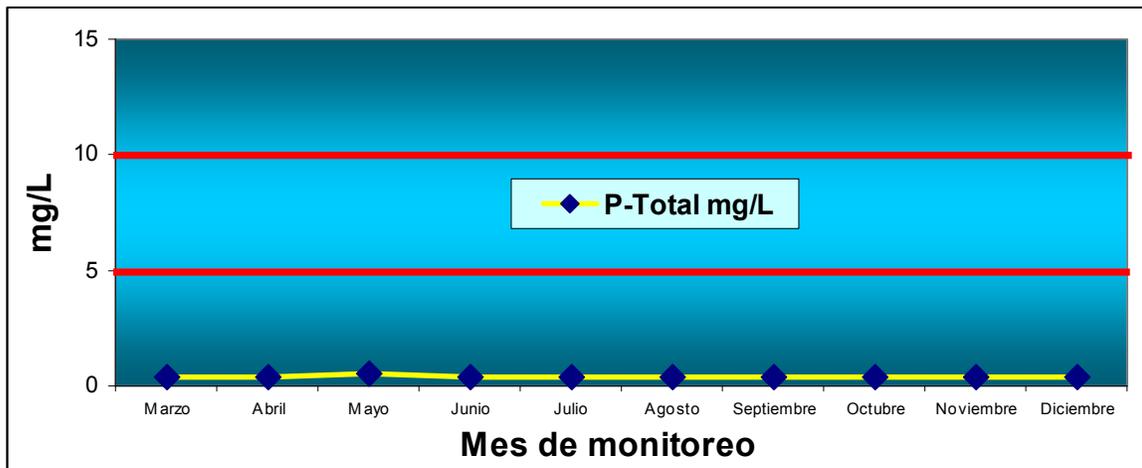


Figura 55.- Comportamiento de Fósforo total en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

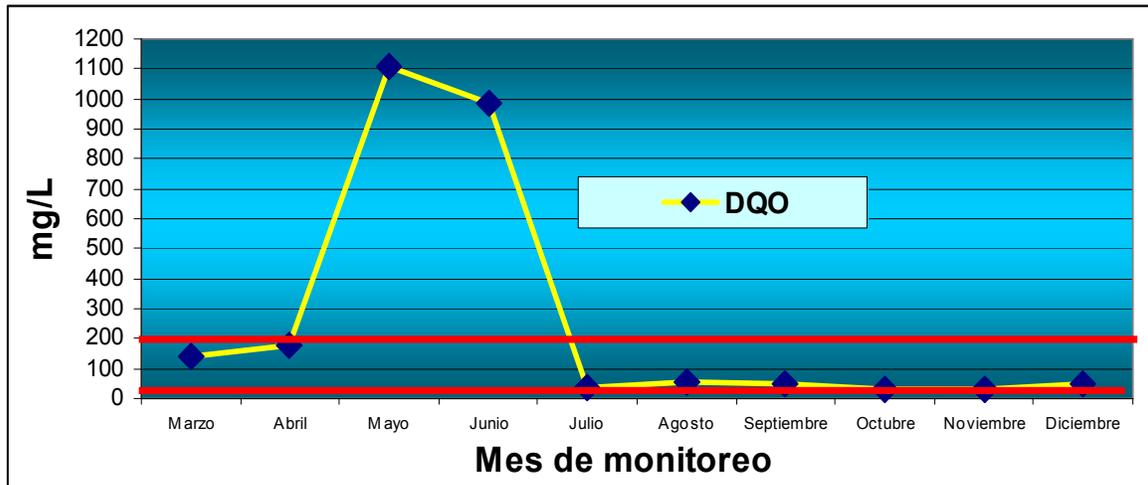


Figura 56.- Comportamiento de la Demanda química de oxígeno en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

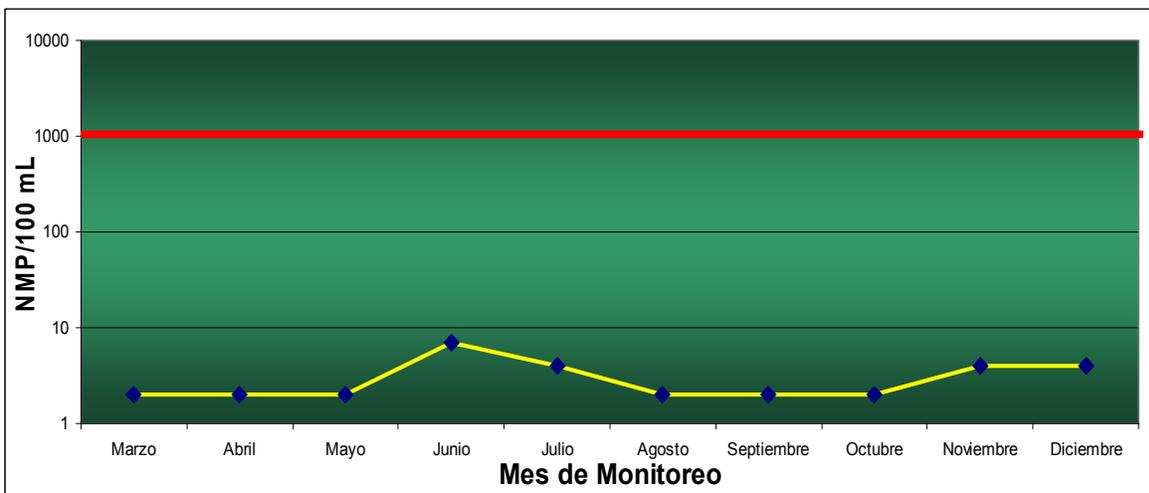


Figura 57.- Comportamiento de Coliformes fecales en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

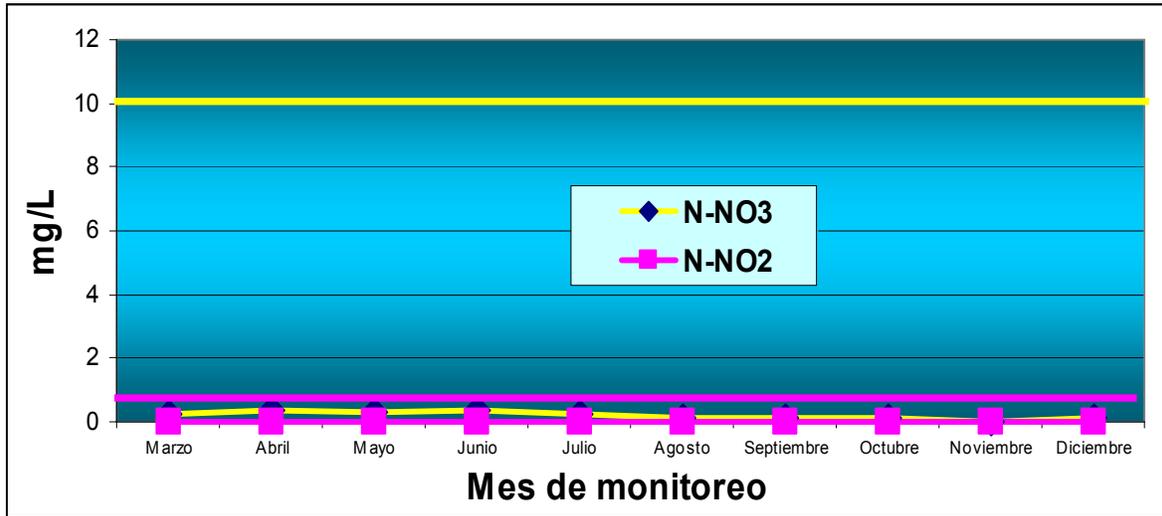


Figura 58.- Comportamiento de nitratos y nitritos en el Vaso IV de la Laguna de Cuyutlán.

Al analizar el comportamiento de los parámetros en las gráficas en cada uno de sitios de monitoreo, es evidente que, en algunos casos se rebasaron los límites máximos permisibles (LMP), la mayoría de los sitios cumplen satisfactoriamente con los límites de calidad del agua que señala la NOM-001-SEMARNAT-1996. Un resumen de los resultados se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Resumen de parámetros que rebasaron el Límite Máximo Permissible y los meses en los cuales se presentó.

Sitio	Parámetro	Grasas y aceites mg/L	Sólidos sedimentables mL/L	Sólidos suspendidos totales Mg/L	N total mg/L	P-total mg/L	DQO mg/L
	NOM-001-SEMARNAT-1996 Límite máximo permitido	15-25	1-2	150-200	15-25	5-10	40-200
1	Mirador las Garzas	< LMP	Sep	Marzo- Sep-Oct	< LMP	Oct	Sep
2	Muelle Autoridades	Marzo	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
3	Vaso I	< LMP	< LMP	Marzo	< LMP	< LMP	< LMP
4	Vaso II	Marzo	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
5	Vaso III	Marzo	Marzo	Marzo- Junio	Junio	< LMP	Junio
6	Vaso IV	Marzo-Abril	Mayo- Junio	Mayo- Junio	< LMP	< LMP	Mayo- Junio

Con respecto a metales un resumen de los metales encontrados y el mes en que se presentaron arriba de LMPs, se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Resumen de metales que rebasaron el Límite Máximo Permisible y los meses en los cuales se presentaron.

Sitio	Metal		
	Arsénico	Cadmio	Plomo
Las Garzas	_____	_____	_____
Muelle Autoridades	_____	_____	Todos los meses > 0.2
Vaso I	_____	_____	Todos los meses > 0.2
Vaso II	Julio >0.1	_____	Todos los meses > 0.2
Vaso III	_____	Abril >0.1	Marzo, Abril, mayo, Junio, Agosto y diciembre > 0.2
Vaso IV	_____	Abril >0.1	Marzo, Abril, mayo, Junio, julio, Agosto, Septiembre, Noviembre y diciembre > 0.2

De acuerdo a la tabla 3, el orden de menor a mayor calidad de los sitios monitoreados, en términos del número de parámetros y meses en los cuales se presentaron parámetros fuera del límite, es el siguiente:

- Muelle autoridades, Vaso I y Vaso II con solo un parámetro fuera del límite durante el mes de marzo.
- Mirador de las Garzas y Vaso IV, ambos con cuatro parámetros fuera de los límites en los meses de marzo, abril, mayo, junio, septiembre y octubre.
- Vaso III, cinco parámetros fuera de los límites máximos permisibles

El mes de marzo fue el que presentó mayor número de parámetros que excedieron el LMP en los distintos sitios de monitoreo, esto se considera que fue resultado del impacto de la marejada que durante dos días continuos se manifestó después del terremoto ocurrido en Japón y que trajo como consecuencia la ruptura del dique de la laguna de Las Garzas.

El mes de junio solo presentó dos parámetros fuera de norma derivados del inicio de la época de lluvias. Abril, mayo, septiembre y octubre con un solo parámetro, hay que señalar que durante septiembre y octubre se presentó el impacto del Huracán Jova en la zona de las Lagunas de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán.

En relación a la tabla 4, solo aparecen los metales que fueron hallados arriba del LMP, significando que ni Cu, Cr, Hg, Ni, Zn y Cn fueron encontrados en los sitios de monitoreo.

Así también, con el objeto de tener una caracterización que comprendiera compuestos orgánicos se analizaron los siguientes plaguicidas organoclorados (POCs): Hexaclorobenceno, Lindano, Heptacloro, Aldrin, Epóxido de heptacloro, Clordanos, Dieldrín, DDT y Metoxicloro. En este caso los límites máximos permisibles considerados fueron los establecidos en la NOM-127-SSA1-1997 y su modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Octubre de 2000, los que se enlistan en la tabla 5:

Tabla 5.- Límites máximos permisibles de POCs.

Compuesto	Límite máximo permisible µg/L
Aldrin	0.03
Dieldrín	0.03
Clordano	0.3
DDT	1
γ-Lindano	2
Hexaclorobenceno	1
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20
2-4-D	30
Trihalometanos totales	0.2

Los resultados de estos parámetros evaluados en el periodo de Marzo – Diciembre de 2011 en cada uno de los sitios de monitoreo se pueden apreciar en las tablas 6a y 6b.

Tabla 6a. Resultados promedio de plaguicidas organoclorados en el periodo Marzo – Diciembre de 2011

Compuesto	Aldrin	Dieldrín	Clordano	DDT	γ -Lindano
Sitio / LMP	0.03 $\mu\text{g/L}$	0.03 $\mu\text{g/L}$	0.3 $\mu\text{g/L}$	1.0 $\mu\text{g/L}$	1.0 $\mu\text{g/L}$
Las Garzas	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Muelle Autoridades	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso I	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso II	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso III	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso IV	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP

Tabla 6b. Continuación de resultados de plaguicidas en el periodo Marzo – Diciembre de 2011

Compuesto	Hexaclorobenceno	Heptacloro y epóxido de heptacloro	Metoxicloro	2,4-D
Sitio / LMP	1.0 $\mu\text{g/L}$	0.03 $\mu\text{g/L}$	20 $\mu\text{g/L}$	30 $\mu\text{g/L}$
Las Garzas	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Muelle Autoridades	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso I	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso II	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso III	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Vaso IV	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP

Como se observa en los resultados presentados en las tablas 6a y 6b, no se detectó la presencia de plaguicidas clorados en los sitios de monitoreo.

En relación al interés de evaluar la calidad del agua en función de la posible presencia de Hidrocarburos poliaromáticos (HPAs), se tomaron muestras y se analizaron los siguientes compuestos: Naftaleno, Acenaftileno, Acenaftreno, Fluoreno, Fenantreno/Antraceno, Fluorantreno, Pireno, y Benzo (b,k) Fluorantreno.

Es importante señalar que para la comparación de los resultados de los HPAs no se cuenta con límites máximos marcados en alguna norma. Para efectos de señalar aquellos puntos, en los cuales existe la presencia de estos compuestos, los valores se encuentran señalados en rojo y los resultados se presentan en orden de mayor presencia a menor en las tablas siguientes:

Tabla 7.- Presencia de Fenantreno /Antraceno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Fenantreno/Antraceno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas		0.016	0.016	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.048	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.028	0.054	0.035	<0.01
Vaso II		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.021	<0.01	<0.01
Vaso III		0.036	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.011	<0.01	0.013
Vaso IV		<0.01	0.476	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.016

Tabla 8.- Presencia de Fluoranteno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Fluoranteno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas		<0.01	0.011	<0.01	0.035	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.017	<0.01	0.071	0.04	<0.01
Vaso II		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	0.012	<0.01
Vaso III		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.018
Vaso IV		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 9.- Presencia de Pireno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Pireno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas		<0.01	<0.01	<0.01	0.035	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.021	<0.01	<0.01
Vaso I		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.782	0.03	<0.01
Vaso II		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso III		1.21	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.016
Vaso IV		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 10.- Presencia de Naftaleno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Naftaleno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0409	0.126	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso II	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso III	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso IV	<0.01	0.044	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 11.- Presencia de Acenaftileno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Acenaftileno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso II	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso III	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso IV	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 12.- Presencia de Acenafteno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Acenafteno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso II	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso III	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso IV	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 13.- Presencia de Fluoreno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Fluoreno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Muelle Autoridades	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso II	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso III	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Vaso IV	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabla 14.- Presencia de Benz(a)antraceno/criseno en los sitios de monitoreo

Compuesto	Benz(a)antraceno/criseno										
	Sitio / Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Las Garzas	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025
Muelle Autoridades	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025
Vaso I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025
Vaso II	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025
Vaso III	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025
Vaso IV	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025

Los resultados obtenidos muestran que los compuestos que más persisten en los sitios de monitoreo son Fenantreno/antraceno presentándose en 13 manifestaciones, en las cuales el único sitio que no presentó estos compuestos fue el Muelle Autoridades de la Laguna de San Pedrito.

En segundo lugar de persistencia se presentó el fluorantreno con ocho incidencias, en este caso los únicos sitios en los que este compuesto no fue detectado son: El Muelle Autoridades y el Vaso IV.

El tercer lugar lo ocupó el Pireno con seis incidencias en las cuales los sitios de monitoreo Vaso II y Vaso IV no manifestaron su presencia.

El cuarto lugar de incidencia lo ocupó el Naftaleno con tres incidencias las cuales se presentaron dos en el Mirador de Las Garzas y la otra en el Vaso IV, los demás sitios no manifestaron presencia de este compuesto

Por otro lado los compuestos Benz(a) antraceno/criseno, Fluoreno, acenafteno y acenaftileno no fueron detectados en ninguno de los sitios monitoreados.

V.- Conclusiones.

De acuerdo a la Norma NOM-001-SEMARNAT-1996 y los Criterios de Calidad del Agua:

- En el sitio número uno, Mirador de las Garzas, los sólidos suspendidos totales se presentaron en los meses de marzo, septiembre y octubre, los sólidos sedimentables en el mes de septiembre, el fósforo total en octubre y la DQO en los meses de septiembre y octubre rebasaron los límites máximos permisibles.
- El sitio número dos, Muelle Autoridades, únicamente las grasas y aceites en el mes de marzo rebasaron los límites máximos permisibles.
- En el sitio número tres correspondiente al Vaso I, los sólidos suspendidos totales en el mes de marzo rebasaron los límites máximos permisibles.
- En el Vaso II correspondiente al sitio número cuatro, las grasas y aceites rebasaron los límites máximos permisibles en el mes de marzo.
- En el sitio número cinco, que corresponde al Vaso III, las grasas y aceites en el mes de marzo, los sólidos suspendidos totales en marzo y junio, los sólidos sedimentables en marzo, el nitrógeno total en junio, la DQO en marzo y junio rebasaron los límites máximos permisibles.
- Finalmente en el sitio número seis correspondiente al Vaso IV, las grasas y aceites en marzo y abril, los sólidos sedimentables y la DQO rebasaron los límites máximos permisibles.
- En relación a metales arriba de los LMP, se encontró recurrentemente la presencia de Plomo en la mayoría de los sitios de monitoreo (ver tabla 4).
- El Arsénico fue encontrado fuera de los LMP únicamente en el Vaso II.
- El Cadmio fue encontrado arriba de los LMP, en los Vasos II y IV en los primeros meses del monitoreo Marzo a Junio
- Los metales Cu,Cr,Hg, Ni, Zn y Cn en ningún mes rebasaron los LMPs.
- De acuerdo a los resultados, los sitios de monitoreo se pueden clasificar como limpios, medianamente y ligeramente contaminados, con esta clasificación el Muelle Autoridades, Vaso I y Vaso II califican como limpios, el Mirador de las Garzas y Vaso IV como ligeramente contaminados y finalmente al Vaso III como medianamente contaminado.

De acuerdo a los plaguicidas clorados establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 y a su modificación del año 2000 se puede concluir que:

- No se encontró evidencia de plaguicidas clorados en los puntos de monitoreo.

Aun cuando no existen límites máximos permisibles para los compuestos clasificados como HPAs, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Existe la presencia de Fenantreno/antraceno, fluorantreno, pireno y Naftaleno.
- Los compuestos Benz(a) antraceno/criseno, Fluoreno, acenafteno y acenaftileno no fueron detectados en ninguno de los sitios monitoreados en las lagunas de Las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán.
- Al observar en general, como se presentaron los eventos con contaminantes en concentraciones mayores a LMPs, se considera que la situación se debió principalmente a tres fenómenos importantes que impactaron la zona. a) la marejada consecuencia del terremoto ocurrido en Japón el 11 de marzo, b) el inicio de la temporada de lluvia y c) el impacto y secuelas del huracán Jova.

VI. BIBLIOGRAFIA

NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 11 de Diciembre de 1996.

NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 30 de Noviembre de 1995.

Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, 20 de octubre de 2000.

Criterios de calidad del Agua (1992), Publicados en la Ley de Aguas Nacionales, en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992. México.