145

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN BAHIA DE BANDERAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

FCO. JAVIER GONZALEZ GOMEZ

México, D. F. 1975

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA
PROC. AE 141

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

QUIMICA

A mis Padres,
Sr. Juan González L.
Sra. Antonia Gómez de González.
No hay palabras que puedan describir
todo lo grande que son.
Su cariño y dedicación fueron
la base fundamental,
para hacerme útil a la sociedad.

A mis Hermanos

A mis Maestros, amigos y
compañeros de estudios.

A Ti.

Al Sr. Ing. Q.
Profr. Pablo Hope y Hope.
Por su colaboración, enseñanzas y consejos
en el desarrollo del presente trabajo.

A los Maestros:

Ramón Vilchis Zimbrón
Jorge Spamer García Conde
Jorge Mencarini Peniche
Gutberto Ramírez Castillo
mi sincero agradecimiento.

Hago patente mi agradecimiento al
Sr. Dr. Anastasio López Zavala
por la oportunidad que me concedió
para trabajar en el presente estu-
dio y desarrollo del mismo.

Al Sr. Dr.
Robert Banks

A la
SRH (Dirección General de usos
de agua y Prevención de la
Contaminación)
Por haberme permitido desarrollar
el presente tema.

A mis
Compañeros de trabajo.

Jurado asignado originalmente según el tema

PRESIDENTE	PROFR.	PABLO HOPE Y HOPE.
VOCAL	"	RAMON VILCHIS ZIMBRON.
SECRETARIO	"	JORGE SPAMER GARCIA CONDE.
1er. SUPLENTE	"	JORGE MENCARINI PENICHE.
2do. SUPLENTE	"	GUTBERTO RAMIREZ CASTILLO.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

"BAHIA DE BANDERAS"

ASESOR DEL TEMA:

ING. Q. PABLO HOPE Y HOPE.

T E M A R I O

1.- INTRODUCCION.

1.1.- Necesidad del estudio.

1.2.- Objetivos del estudio.

2.- GENERALIDADES.

2.1.- Descripción de la zona del estudio.

2.2.- Usos actuales del agua.

2.3.- Sistema de drenaje.

2.4.- Factores climatológicos.

2.5.- Factores oceanográficos.

2.6.- Corrientes marinas.

2.7.- Localización de los puntos de muestreo.

2.8.- Descripción de los puntos de muestreo.

3.- MATERIALES Y METODOS.

3.1.- Procedimiento de muestreo.

3.2.- Métodos de análisis.

3.3.- Importancia de los parámetros.

4.- RESULTADOS.

4.1.- Factores físico-químicos.

4.2.- Factores bacteriológicos.

5.- MODELO MATEMATICO.

6.- DISCUSION.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.- BIBLIOGRAFIA.

1.- INTRODUCCION.

1.- INTRODUCCION.

En la actualidad uno de los problemas para la salud que existen en México, es la contaminación de sus aguas. El desarrollo industrial que ha tenido nuestro País en los últimos años, ha dado como resultado que la calidad de sus aguas esté disminuyendo.

En muchas partes del mundo, el tema "Contaminación" es de grandes discusiones; no obstante hasta la fecha no se cuentan con medidas estrictas para poder controlar, hasta donde sea posible, todas aquellas fuentes que la están provocando.

La contaminación de las aguas receptoras como lo son ríos, lagos, lagunas, esteros, mares, etc., se pueden originar por corrientes pluviales, descargas de aguas negras y por desechos industriales.

Las regiones del País, donde existen grandes complejos industriales, cuyos desechos son arrojados a los cuerpos receptores cercanos, presentándose casos de mortandad masiva de algunos organismos de importancia económica que constituían el sostenimiento de algunas congregaciones, que permanecen al margen de la influencia industrial.

En las últimas décadas, se ha visto una aplicación desordenada de las energías humanas, a la tierra, al agua y al aire. La humanidad ha abusado de estos recursos hasta el punto de que la naturaleza se está rebelando contra sus propios explotadores. Las condiciones naturales de salud y seguridad humana, se están viendo sometidas a asaltos salvajes y complejos; actualmente ya están amenazando la integridad fisiológica de nuestro pueblo.

La tendencia de las compañías industriales de no eliminar sus desechos industriales para reducir costos e invertir sólo en maquinaria y sistemas que aumentan las ventas, así como sus ganancias, imponen como cargas sociales sobre el pueblo, los contaminantes de dichas compañías.

El término "desechos industriales" es sumamente amplio, pues incluye los desechos sólidos, líquidos y gaseosos, que producen las industrias de transformación.

Estos desechos varían tanto en cantidad como en composición, de acuerdo con la industria y con las materias empleadas en la misma, siendo ésta la causa principal, para los desechos que contienen las mismas características no sean muy comunes, haciendo difícil su tratamiento y disposición.

Las aguas de desecho varían tanto en cantidad como en capacidad contaminante, en algunos casos es tal el volumen y características de los desechos industriales, que es necesario disponer de sistemas separados para su recolección y depósito, porque algunos llegan a contener agentes espumosos, detergentes, materiales inertes, orgánicos, tóxicos, posiblemente bacterias patógenas y otras substancias químicas que interfieren y dañan la ecología, siendo éstas las principales causas por las que no deben descargarse directamente a las aguas receptoras sin recibir un tratamiento preliminar, o eliminarlos.

Necesidad del estudio.

La necesidad de preservar las excepcionales características naturales de las aguas de la Bahía de Banderas, es lo que dio origen a este estudio.

El desarrollo urbano y turístico que se ha registrado en las zonas aledañas a Puerto Vallarta, Jal., es sólo un reflejo del reconocido potencial de desarrollo que ofrece esta zona del país. Las concentraciones urbanas y las modificaciones de la hidrografía superficial de estos desarrollos acarrean y representan inevitablemente un peligro de contaminación y modificación de las características naturales de la Bahía, que debe de ser encarado antes de causar cambios in-

deseables e irreversibles en la ecología de las aguas de la Bahía y de crear problemas sanitarios a las personas que usan la Bahía con fines recreativos (deportes acuáticos).

Puerto Vallarta, Jal, es sin duda uno de los centros turísticos y de recreo, tanto a nivel nacional como internacional, más popular del país, lo cual ha ocasionado un crecimiento rápido que debe de continuar en el futuro.

El crecimiento anterior se prevee con una mayoría de visitantes que buscan cambios de clima, por lo cual los principales atractivos de Vallarta radican en su clima cálido y en el panorama que ofrecen sus playas.

Este acelerado crecimiento no ha permitido que se integren al sistema de drenaje sanitario de la ciudad, las descargas provenientes de varias colonias cuyas aportaciones llegan directamente a la Bahía.

Objetivos del estudio.

Los principales objetivos fijados desde el principio para el presente estudio son:

a) Evaluación de la calidad actual del agua de la Bahía, con respecto a su sistema ecológico.

b) Recomendación de las medidas convenientes para alcanzar y mantener las metas de la calidad del agua.

La selección del presente trabajo como tema de tesis, tiene como objeto que pueda servir de ayuda a todas aquellas personas que estén interesadas en el tema de contaminación de agua.

A lo largo del tema se expondrán algunos conceptos fundamentales para cuantificar los diferentes parámetros analizados en el laboratorio y observar si son nocivos o no para la vida marina de la Bahía.

2.- G E N E R A L I D A D E S.

2.- GENERALIDADES.

En un estudio de contaminación, es necesario conocer la zona donde se va a trabajar, así como las características de la misma, de estos datos se deriva la mayor o menor importancia que puedan tener los diferentes tipos de contaminación.

Al hablar de contaminación de aguas, observamos que el hombre en su desarrollo tecnológico y al hacer uso de su provecho, agrega impurezas, llegando en nuestros días a niveles alarmantes.

Una de las regiones de nuestro país que está en franco desarrollo turístico es la zona de Bahía de Banderas y podemos decir que la mayor de las industrias hoteleras y zonas urbanas, descargan sus aguas residuales en la bahía.

2.1- Descripción de la zona.

Bahía de Banderas se localiza en la costa del Pacífico de los Estados de Jalisco y Nayarit. Puerto Vallarta, situado en la orilla Este de la Bahía, tiene una longitud de 105º17' y una latitud de 20º41'N. El área de la bahía, limitada por una línea hacia el Oeste a Punta Mita en el Norte y Cabo Corrientes en el Sur, es de aproximadamente 1,000 kilómetros cuadrados. El ancho medio (Norte-Sur) de la bahía es de 30 Km. y su longitud aproximada (Este-Oeste) es de 40 Km. La distancia de Punta Mita a Cabo Corrientes es de 45 Km.

La máxima profundidad en la bahía es mayor de 1,000 metros. A una distancia de un kilómetro de la orilla la profundidad promedio es 10m. A lo largo de las playas Sur y Este le profundidad promedio llega a ser de 100m. a 2Km. de la orilla. A lo largo de la playa Nor-

te la pendiente del fondo es algo plana; a una distancia de 2Km. la profundidad es aproximadamente 20m.

Hacia el Sur y Este, la bahía está rodeada por montañas con alturas máximas de 1,500 metros, entre las montañas del Este y las lomas del Norte se encuentra un valle cuyo ancho es aproximadamente de 15Km.

Es al través de este valle que fluye el río Ameca y al cual - descarga a la bahía aproximadamente 8Km. al Norte de Puerto Vallarta.

2.2.- Usos actuales del agua.

Los principales usos que le dan al agua en Puerto Vallarta y zonas aledañas, son:

1.- Doméstico.

2.- Industria Hotelera.

Actualmente la región cuenta con dos alimentadoras de agua y son:

1.- Río Pitillal.

2.- Río Cuale.

Estas reciben un proceso antes de enviarla a la población, en el río Cuale el proceso consiste en separación de lodos por medio de galerías filtrantes y en el río Pitillal de pozos tipo indio y para - después recibir una cloración; se utilizan aproximadamente 10 a 15 Kg. de cloro en cada uno de los pozos.

El consumo aproximado por persona es de 300 l por día, lo cual hace un total de 18,000,000 l.

No existiendo problema para el consumo actual y teniendo la capacidad para alimentar varias veces el uso actual de la población, las captaciones que se hacen sobre el río Cuale y Pitillal son de - 140 l/seg. respectivamente.

Además se cuenta con un depósito de regulación.

2.3.- Sistema de drenaje.

A pesar de que se cuenta con un sistema de drenaje de aguas negras que llegan a la planta de tratamiento y son descargadas a la Vena de Santa María en el tiempo de lluvias las aguas escurren por las calles arrastrando gran cantidad de sólidos.

El tratamiento de las aguas consta de una fosa imhoff, situada al sur de la ciudad, junto a la playa de los Muertos. Desde el hotel Río el agua se bombea a un punto cercano a la iglesia, donde se precipita a la planta de tratamiento. El funcionamiento de la planta se ve afectado continuamente por fallas mecánicas y eléctricas.

Los ríos y arroyos se ven afectados por las aguas negras debido a las deficiencias del sistema de drenaje, tendiendo a incrementar la contaminación de las playas.

Una gran parte de la zona sur de la ciudad cuenta únicamente con fosas sépticas individuales, que pueden funcionar bien, siempre - que cumplan con las normas establecidas.

2.4.- Factores climatológicos.

La temperatura promedio en el agua de la bahía varía de 28.9ºC. en julio y agosto a 22.9ºC en enero. Las temperaturas promedio para -

los otros meses se muestra en la tabla 2.1. Estas mediciones fueron tomadas a una profundidad de un metro en la Dársena del Puerto.

Tabla 2.1.- Temperaturas medias del agua en Bahía de Banderas.

Mes	temperatura °C	mes	Temperatura ° C.
Enero	22.9	Julio	28.9
Febrero	23.2	Agosto	28.9
Marzo	23.4	Septiembre	28.7
Abril	24.6	Octubre	28.2
Mayo	26.7	Noviembre	26.2
Junio	28.4	Diciembre	24.1

La precipitación media anual en Puerto Vallarta es de 1,400 mm.

Los vientos reinantes en la bahía son de suroeste. En la tabla 2.2 se presenta la información sobre velocidad y dirección de los vientos medidos durante algunos años en el aeropuerto de Puerto Vallarta.

Tabla 2.2- Velocidad y magnitud del viento en Puerto Vallarta.

Dirección	Porciento de tiempo	Velocidad medida m/seg.
Calma	42.6	0.0
N	1.9	3.1
NNE	1.7	3.1
NE	2.1	3.1
ENE	0.1	4.1
E	0.2	3.1
ESE	0.0	0.0
SE	0.3	6.2
SSE	0.0	0.0

Dirección	Por ciento de tiempo	Velocidad medida m/seg.
S	1.7	5.1
SSW	13.0	8.7
SW	17.4	6.2
WSW	14.0	6.2
W	2.5	5.1
WNW	0.5	5.7
NW	2.0	3.1
NNW	0.0	0.0

2.5.- Factores oceanográficos.

La amplitud de ola en Puerto Vallarta varía de un máximo de 1.77 m. a un mínimo de 0.42 m.

Los diversos parámetros que se relacionan con la acción del oleaje en la bahía se calcularon a partir de las ecuaciones establecidas por Bretschneider (1)

$$\frac{g\,Ho}{U^2} = A_1 \operatorname{Tan} B_1 \frac{(g\,F)^{m_1}}{U^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.1$$

Y

$$\frac{gT}{2\,\pi U} = A_2 \tan B_2 \frac{(g\,F)^{m_2}}{U^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.2$$

En donde H_o es la altura de la ola.

T es el período de la ola

U es la velocidad del viento

F es la longitud de un tramo

g es la aceleración de la gravedad.

Las constantes tienen los valores siguientes:

$A_1 = 0.283$ $B_1 = 0.0125$ $m_1 = 0.42$

$A_2 = 1.200$ $B_2 = 0.0770$ $m_2 = 0.25$

Se seleccionaron las dos siguientes condiciones.

(a) F= 1,000 Km.

U= 35 mph (Beaufort 7) = 56 Km /h = 15.6 m/seg.

(b) F= 100 Km

U= 10 mph (Beaufort 7) = 16 Km /h = 4.44 m/seg.

De las ecuaciones 2.1 y 2.2 se calcularon los valores de H_o y de T, resultando:

	Condición (a)	Condición (b)
H_o , m	5.56	0.47
T , seg	9.57	2.79

La velocidad de las olas en aguas profundas se puede determinar a partir de la ecuación

$$C_o = \frac{g\,T}{2\pi} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.3$$

Y la longitud de ola se da por

$$L_o = C_o\,T \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.4$$

En forma similar

	Condición (a)	Condición (b)
C_o , m/seg	14.93	4.35
L_o , m	142.88	12.14
$\frac{H_o}{L_o}$	0.0389	0.0387

La energía total, potencial mas cinética, en una longitud de cresta B_o y una longitu de ola

$$E_o = \frac{1}{8} \rho g B_o L_o H^2_o \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.5$$

y la potencia media es

$$P_o = E_o C_{go} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.6$$

en donde C_{go} es la velocidad de grupo de las olas.

D = Profundidad que tiene al ser medida la ola.

Los resultados anteriores, identificados con el sufijo o, se refieren a las condiciones de aguas profundas; es decir, cuando la relación de profundidad a longitud de ola, D/L es mayor que 1/2.

Para cualquier valor de la relación D/L, la velocidad de la ola es:

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tan \frac{2\pi D}{L}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 2.7$$

Para condiciones de poca profundidad, es decir cuando la profundidad es mucho menor que la longitud de ola, la velocidad de la ola es:

$$C = \sqrt{gD}$$

La velocidad de grupo se da por la expresión:

La velocidad de:

$$C_g = \frac{1}{2} C \left[1 + \frac{4\pi D/L}{\text{sen } 4\pi D/L} \right] \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 2.9$$

Se supone que no hay pérdida en la potencia a medida que las olas se desplazan de agua profunda a agua baja, entonces

$$P = P_o \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.10$$

Por consiguiente, de las ecuaciones anteriores:

$$\frac{H}{H_o} = \sqrt{\frac{C_{go}}{C_g} \frac{B_o}{B}} = m\ K_d \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2.11$$

En donde

$$m + \sqrt{C_{go}/C_g} \quad = \text{Coeficiente de día}$$

y

$$K_d = \sqrt{B_o/B} \quad = \text{Coeficiente de refracción.}$$

A continuación se dan valores de m para varios valores de D/L_o.

D/L_o	m	D/L_o	m
0.002	2.12	0.056	1.00
0.005	1.69	0.080	0.94
0.007	1.57	0.100	0.92
0.010	1.45	0.150	0.91
0.020	1.25	0.200	0.92
0.040	1.06	0.300	0.93

En Bahía de Banderas, las alturas de las olas para las condiciones de viento se cambian a los siguientes valores a medida que las olas se acercan a la orilla.

	Condiciones (a)	Condiciones (b)
H_o (Agua profunda)	5.56	0.47
H , D = 100 m	5.56	0.47
D = 50 m	5.23	0.47
D = 25 m	5.06	0.47
D = 10 m	5.39	0.47
D = 5 m	6.39	0.45
D = 3 m	6.83	0.44

El coeficiente de refracción para una ola que se acerca a la orilla con un ángulo o está dado por:

$$K_d = \sqrt{\frac{B_o}{B}} = \sqrt{\frac{\cos\alpha_o}{\cos\alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.12$$

en donde

$$\frac{\operatorname{sen}\alpha}{\operatorname{sen}\alpha_o} = \frac{C}{C_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; 2.13$$

Por ejemplo las olas provenientes de un viento del suroeste se acercan a la orilla noroeste de Bahía Banderas con un ángulo de aproximadamente $\alpha_o = 25º$. A una profundidad de D = 10 m. la velocidad de la ola es C = 9.9 m seg. y a D = 5 m, la velocidad es, C = 7.0 m seg. por consiguiente, de la Eq. (2.13), las crestas de las olas se refractan con un ángulo de aproximadamente $\alpha = 14º$ a medida que llegan a la orilla. La componente de este ángulo perpendicular a la orilla, ocasiona el movimiento periódico de rutina del sedimento hacia y fuera de la orilla. La componente del ángulo paralelo a la orilla, produce una corriente a lo largo de la orilla que transporta el sedimento a lo largo de la playa, o sea el llamado arrastre litoral.

2.6- Corrientes marinas.

Para definir la dirección de las corrientes en la bahía, se programaron mediciones con boyas.

Se seleccionaron tres puntos para llevar a cabo dichas mediciones, se verificó una medición para cada punto, iniciadas en marea alta. La localización de la boya se determinó con el empleo de dos teodolitos; leyendo dos ángulos horizontales entre dos puntos de una distancia conocida de 100 metros los resultados de estas mediciones - se pueden observar a continuación y en la figura 4. Los tres puntos seleccionados son: Vena Santa María, Río Cuale, y Playas Gemelas.

Las lecturas se llevaron a cabo en intervalos de 10 minutos.

Vena de Santa María

Teodolito A	Teodolito B
Angulo	Angulo
111° 30'	60° 12'
118° 20'	55° 42'
123° 30'	51° 24'
129° 42'	47° 36'
137° 30'	42° 59'
144° 52'	38° 28'
146° 47	33° 33'

Río Cuales

68° 40'	77° 00'
88° 00'	55° 45'
111° 25'	41° 04'
127° 30'	33° 09'
132° 50'	33° 46'
120° 10'	30° 49'
149° 50'	24° 51'

Playas Gemelas

61° 50'	93° 30'
60° 10'	81° 42'
55° 47'	75° 19'
50° 20	67° 22'
46° 40'	60° 05'
43° 50	57° 20'

2.7.- Localización de los puntos de muestreo.

Para establecer todas las estaciones de muestreo, tanto las

del sistema salino como las descargas de agua residual, se efectuó un recorrido a lo largo de toda la bahía; se hizo primeramente uno en lancha y posteriormente otro a pie. Después se llevó a cabo la localización y descripción de cada punto de muestreo en un plano de la zona, los puntos del sistema salino se observan en las figs. 1 y 2, y las descargas en la fig. 3.

De acuerdo al recorrido, se establecieron 21 estaciones de muestreo para el sistema salino, en las cuales se encuentran 12 de costa y 9 de bahía. En las descargas se establecieron un total de 18, de las cuales se seleccionaron 8 por ser las más grandes e importantes.

Las estaciones de costa se encuentran en:

1.- Punta Mita.

2.- Cruz de Huanacaxtle.

3.- Bucerías.

4.- Estero del Chino.

5.- Río Ameca.

6.- Dársena del Puerto.

7.- Río Pitillal.

8.- Vena Santa María.

9.- Río Cuale.

10.- Playas de Mismaloya.

11.- Boca de Tomatlan.

12.- Yelapa.

Las estaciones denominadas como de bahía se encuentran distribuidas en ésta, de acuerdo a la fig. 3.

Las descargas seleccionadas fueron:

Hotel Garza Blanca.

Hotel Camino Real.

Río Cuale.

Río Pitillal.

Hotel Posada Vallarta.

Dársena del Puerto.

Río Ameca.

El muestreo en el sistema marino se realizó en un bote rápido el cual tiene las características siguientes: 5 m. de largo por 2 m. de ancho y un motor de 40 HP. La lancha es situada en cada estación de acuerdo con la localización y referencia que se tomó desde el primer muestreo, para tomar las muestras de acuerdo como se describe en el capítulo siguiente.

Los análisis físico-químicos realizados fueron:

Temperatura.

pH.

Oxígeno disuelto.

Salinidad.

Demanda química de oxígeno.

Demanda bioquímica de oxígeno.

Fosfatos totales.

Sólidos en todas sus formas.

Color.

Grasas y aceites.

Detergentes.

Nitrógeno amoniacal.

Nitrógeno orgánico.

Nitrógeno de nitratos.

Transparencia.

Conductividad eléctrica.

Todos los análisis anteriores se realizaron tanto en el sistema salino como en las descargas de agua residual, con excepción de salinidad y conductividad eléctrica que se llevaron a cabo únicamente en las aguas receptoras.

2.8.- Descripción de los puntos de muestreo.

1.- Punta Mita.

Distancia por tierra desde Puerto Vallarta 72 Km. de los cuales son 52 de asfalto y el resto quedará en un futuro próximo integrado a este sistema.

La zona está compuesta de una gran cantidad de rocas calcáreas y zonas de acantilados; el pueblo está formado aproximadamente de 100 casas con un promedio de 5 personas.

La principal actividad económica de los habitantes de este lugar es la pesca de tiburón y de peces como son el cazón, lisa, sierra y pargo. En la zona se cultiva principalmente el frijol y el maíz, utilizando algunos fumigantes para las plagas.

2.- *Cruz de Huanacaxtle:*

Está comunicado a Puerto Vallarta por medio de una carretera de aproximadamente 37 Km. totalmente asfaltada. La zona cuenta con una

gran cantidad de contaminantes, como lo son las víceras y desperdicios de la empacadora que se encuentra en este lugar.

La principal fuente de actividad económica es la pesca que se enuncia a continuación en el orden de explotación:

Cazón	Cabrilla
Huachinango	Robalo
Mojarra	Zavalo
Lisa	Agujón
Pargo Rojo	Palomita
Tiburón	Medregal
Sierra	Perico
Picuda	Pejegallo

En la zona se cuenta con gran cantidad de ganado vacuno y porcino.

Las aguas negras se puede decir que no existen en el poblado ya que cuenta con tres fosas sépticas únicamente, el resto del desagüe se efectúa por filtración. La población está en la mejor disposición de prevenir la contaminación, para lo cual están tomando las medidas necesarias; el número aproximado de habitantes es aproximadamente de 700 personas.

3.- Bucerías.

Se encuentra aproximadamente a 25 Km. por la carretera que comunica a Puerto Vallarta con Tepic, Nay.

La principal fuente de ingreso es la pesca, agricultura y turismo. La variedad de pesca es casón, lisa, sierra, pargo, langosta y bagre. Los principales productos de agricultura son el frijol, maíz

y sorgo.

Cuenta con una población aproximada de 4,500 Km., no tiene descargas de aguas residuales ya que cuenta con fosas sépticas.

4.- Estero del Chino.

Situado a 15 Km. de Puerto Vallarta, en un futuro muy próximo será un club de pesca; para esto se está ampliando el estero con escolleras a los dos extremos de éste.

Las aguas del estero tienen bastantes cenizas, producidas probablemente por los trabajos que se están realizando.

5.- Río Ameca.

Es el río de mayor caudal, explotado por pesca similar a la de la región; está situado a una distancia de 10 Km. de Puerto Vallarta.

6.- Dársena del Puerto.

Es un embarcadero mediano; tiene algunos contaminantes a simple vista, tales como grasas y aceites.

7.- Río Pitillal.

8.- Vena Santa María.

9.- Río Cuale.

Ríos integrados al sistema urbano de Puerto Vallarta.

La Vena de Santa María es utilizado como descarga de las aguas negras provinientes de la planta de tratamiento de la ciudad.

10.- Boca de Tomatlán:

Es la desembocadura de un arroyo de 67 m. de ancho. La pesca

en este lugar es el pargo, camarón y del tipo de la región.

11.- Mismaloya.

12.- Yelapa.

Son dos de las playas más concurridas por el turismo, debido a los hermosos paisajes y playas con que cuentan.

En resumen, a lo largo de la bahía se tiene lo siguiente:

a) Principales fuentes de trabajo: agricultura, pesca, ganadería y turismo.

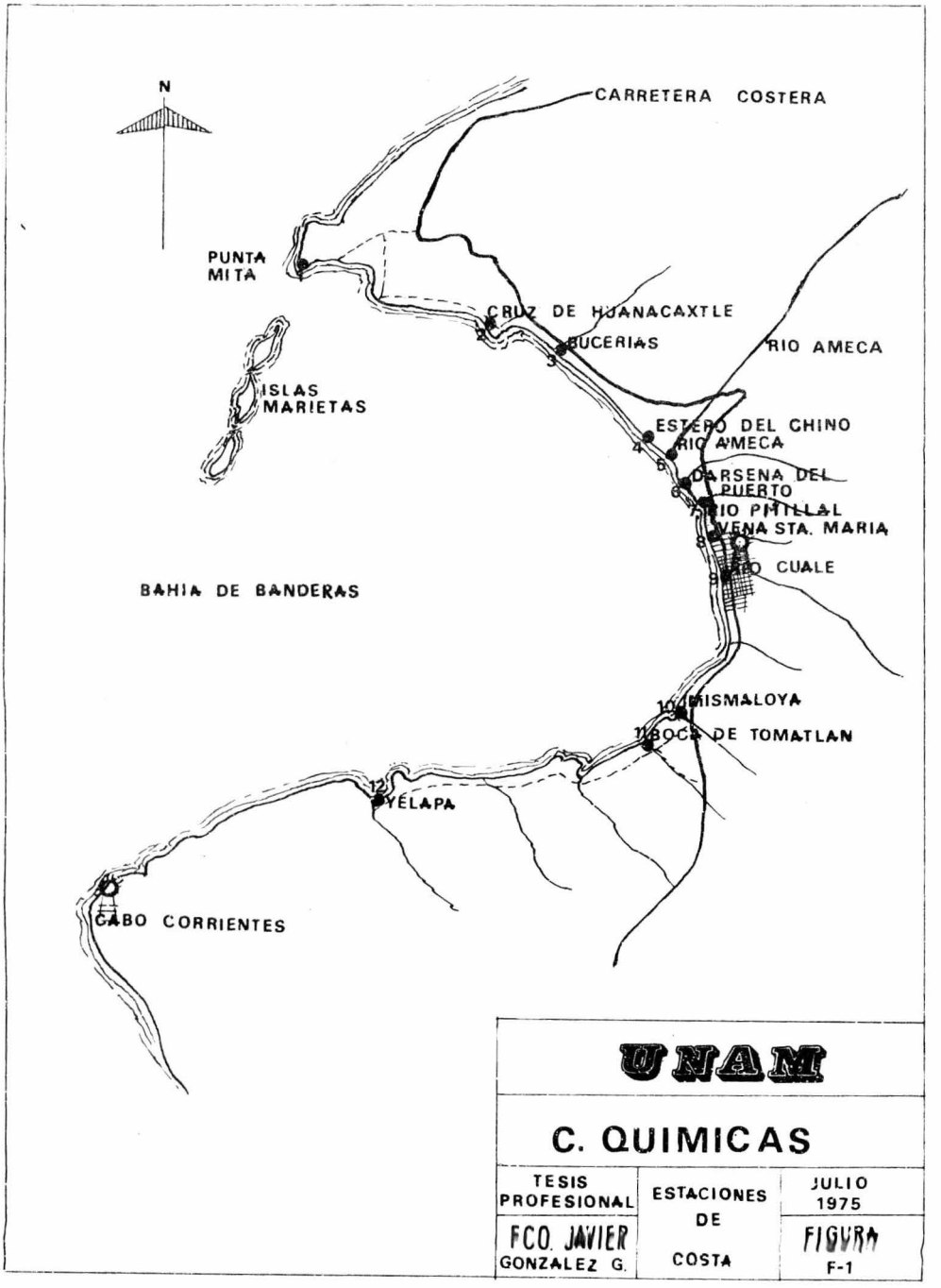
b) Producción agrícola: maíz, sorgo y frijol.

c) Ganado: muy poco, principalmente vacuno.

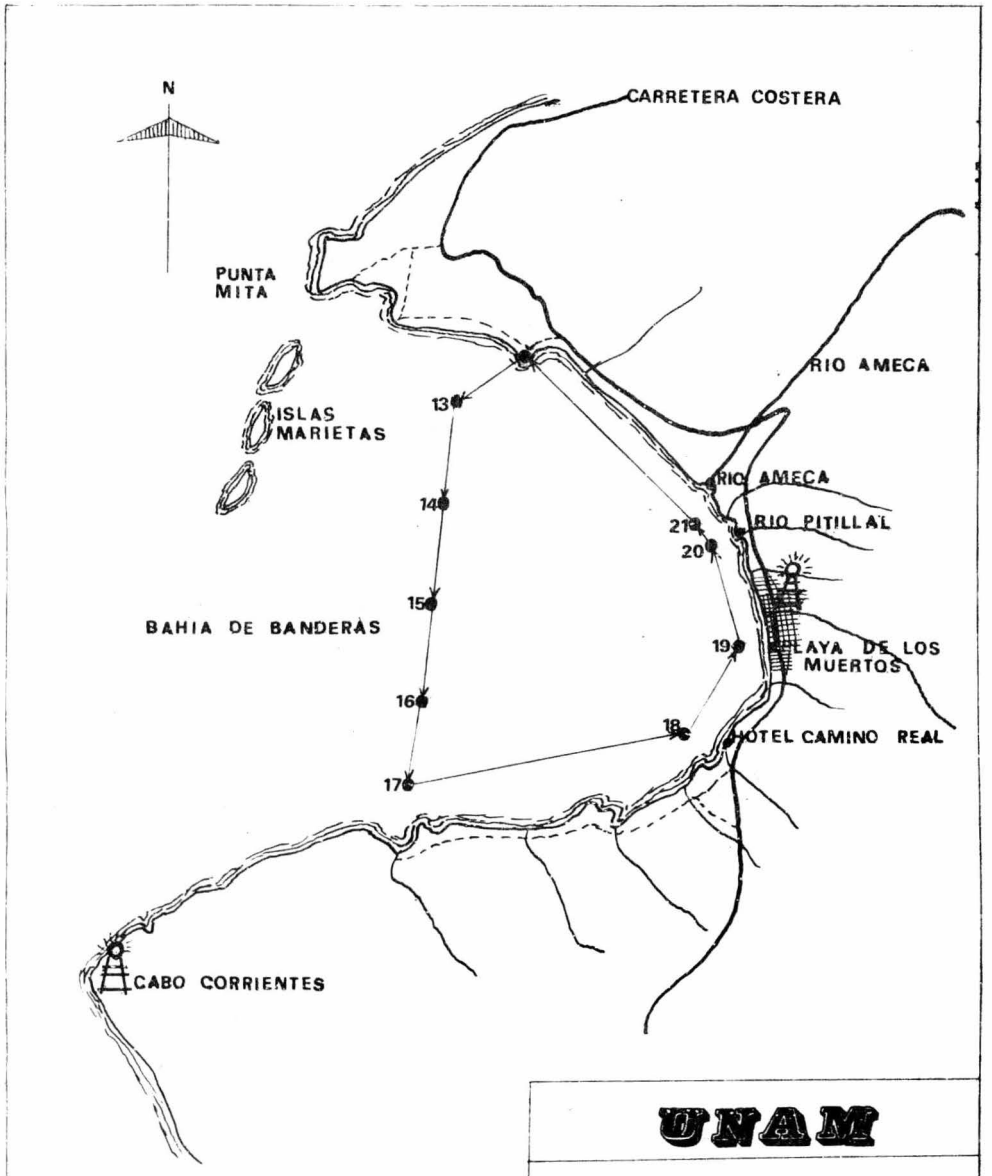
d) Pesca: A continuación se da una lista de los principales productos pesqueros en la región.

Especies más comunes de peces de la Bahía de Banderas.

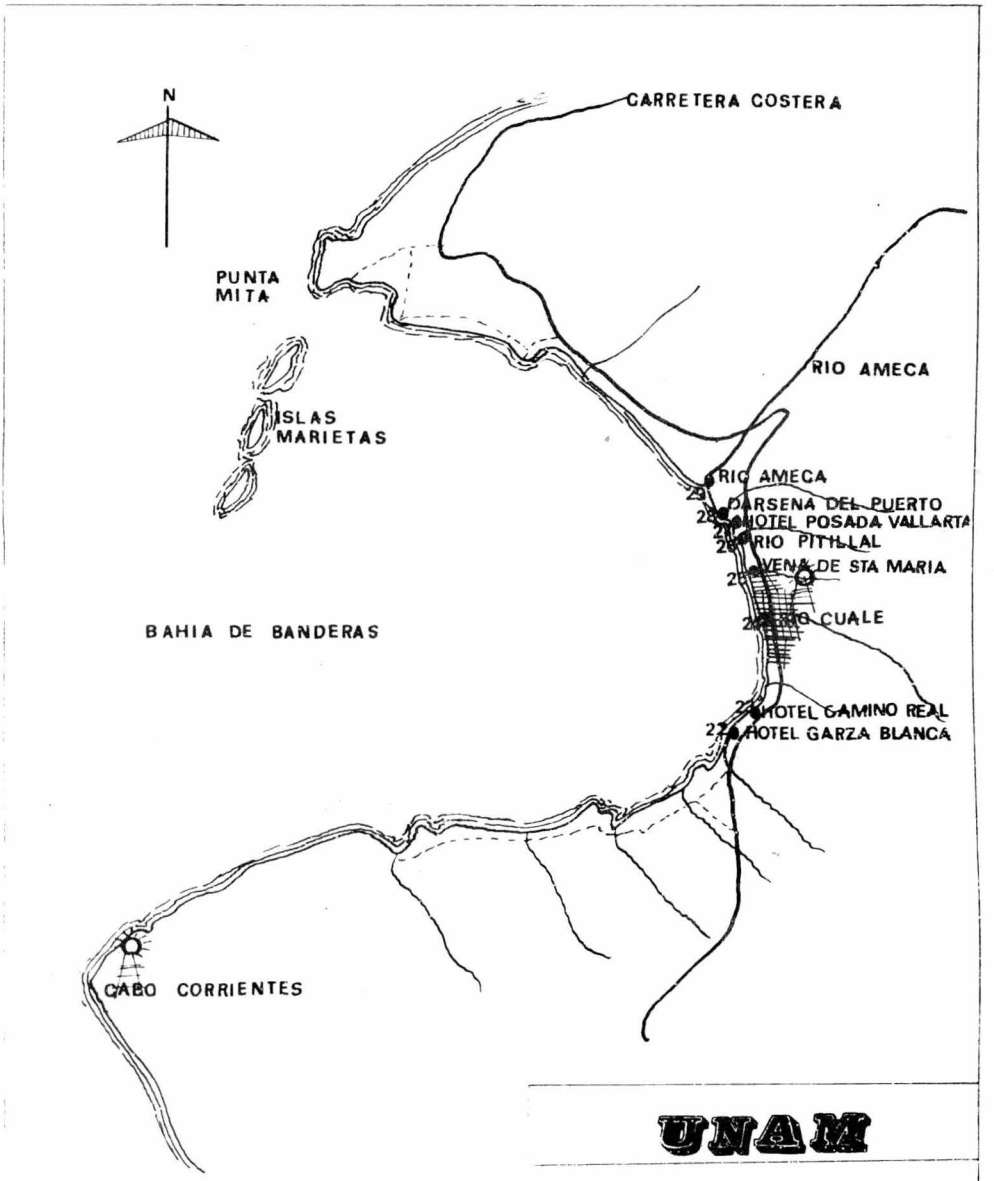
ESPECIE	NOMBRE COMUN	MESES DE ABUNDANCIA
	Agujón	Julio - Octubre
Gadus callarias	Bacalao	Noviembre - Junio
	Castel	Noviembre - Junio
Galeus galeus	Cazon	Julio - Octubre
Synoscion virexcens	Curbina	Julio - Octubre
Sparus aurata	Dorado	Noviembre - Junio
Scualus Hainville	Gallina	Noviembre - Junio
	Garlopa	Noviembre - Junio
	Huachinango	Noviembre - Junio
Mugil provensales	Lisa	Septiembre - Octubre
Solea - solea	Lenguado	Julio - Noviembre
	Lucero Joselillo	Noviembre - Junio
	Mojarra	Julio - Octubre
Sparus pargrus	Pargo	Todo el año
	Sierra	Octubre - Noviembre
Viphias	Pez espada	
	Tiburón	Noviembre - Enero



UNAM		
C. QUIMICAS		
TESIS PROFESIONAL	ESTACIONES DE COSTA	JULIO 1975
FCO. JAVIER GONZALEZ G.		FIGURA F-1



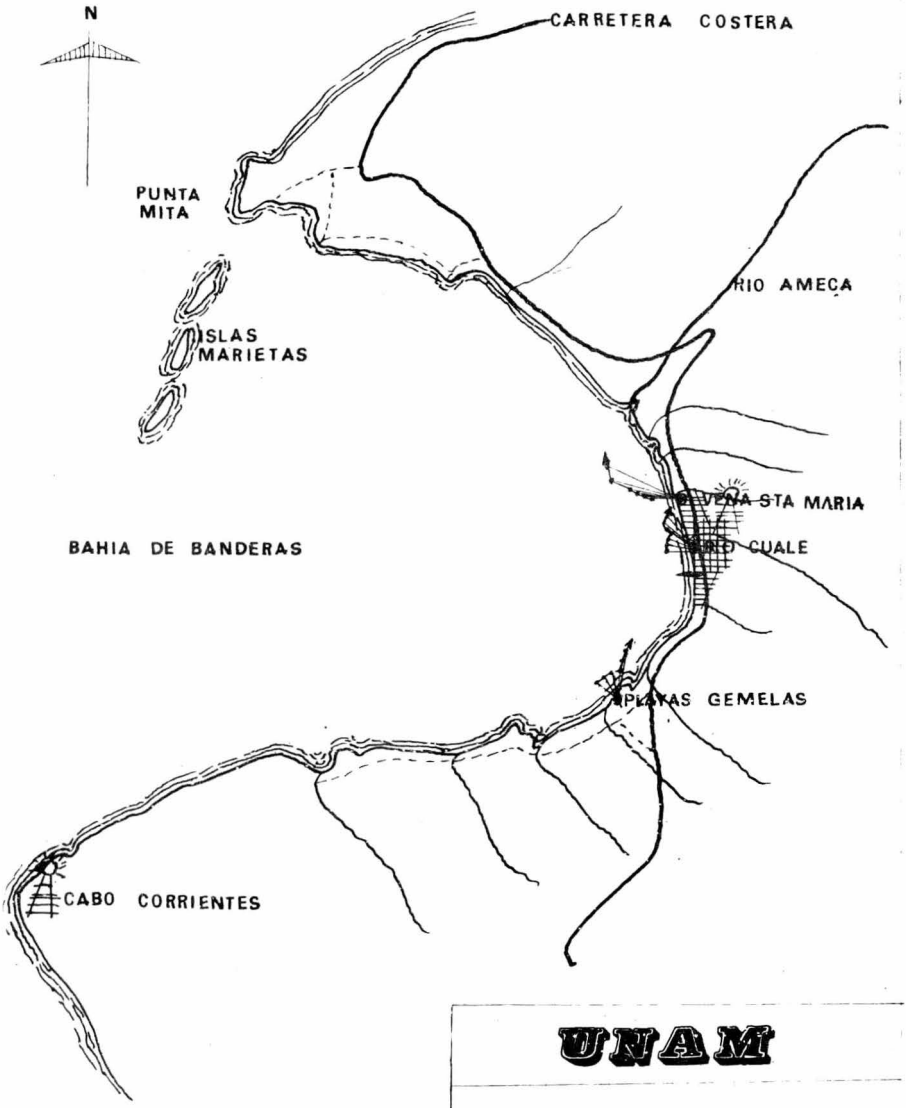
UNAM		
C. QUIMICAS		
TESIS PROFESIONAL	ESTACIONES DE BAHIA	JULIO 1975
FCO. JAVIER GONZALEZ G.		FIGURA F-2



UNAM

C. QUIMICAS

TESIS PROFESIONAL	ESTACIONES DE DESCARGAS	JULIO 1975
FCO. JAVIER GONZALEZ G.		FIGURA F-3



UNAM		
C. QUIMICAS		
TESIS PROFESIONAL	CORRIENTES	JULIO 1975
FCO. JAVIER GONZALEZ G.		FIGURA F-4

3.- MATERIALES Y METODOS.

==========

======

3.- Materiales y métodos.

Después de establecer que la contaminación del agua puede ser:

1.- Contaminación debida a los sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos sedimentables.

2.- Contaminación debida a los sólidos disueltos orgánicos e inorgánicos bio-degradables.

3.- Contaminación debida a los sólidos disueltos orgánicos e inorgánicos no bio-degradables.

Para ver los cambios químicos o bioquímicos que sufren las aguas se establecieron los siguientes parámetros físico-químicos.

Análisis físico-químicos en aguas receptoras:

a) Temperatura.

b) Potencial de hidrógeno.

c) Oxígeno disuelto.

d) Conductividad.

e) Profundidad.

f) Salinidad.

g) Demanda química de oxígeno.

h) Demanda bioquímica de oxígeno.

i) Nitrógeno de nitratos.

j) Nitrógeno amoniacal.

k) Nitrógeno orgánico.

l) Fosfatos totales.

m) Grasas y aceites.

n) Sólidos en todas sus formas.

o) Materia flotante.

p) Olor.

q) Metales pesados.

Análisis físico-químicos en aguas residuales:

a) Temperatura.

b) Oxígeno disuelto.

c) Demanda bioquímica de oxígeno.

d) Potencial de hidrógeno.

e) Nitrógeno orgánico.

f) Nitrógeno amoniacal.

g) Sólidos en todas sus formas.

h) Grasas y aceites.

i) Olor.

j) Fosfatos totales.

k) Demanda química de oxígeno.

3.1.- Procedimiento de muestreo.

El muestreo en la determinación analítica de un cuerpo de agua, es considerado como factor de confiabilidad y veracidad de los resultados obtenidos.

Los muestreos de las aguas receptoras se realizaron en un bote rápido, el cual tenía las siguientes características: 5 metros de largo por 2 de ancho y un motor de 40 HP, el cual era situado en cada estación de acuerdo a las referencias establecidas desde el primer - muestreo.

Las pruebas realizadas inmediatamente en el sitio fueron: sali-

nidad, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, profundidad y pH que eran medidas con el aparato de medición de calidad tipo Mark III fabricado por Martek Intruments. Inc., fueron medidos en tres niveles diferentes.

El aparato Mark III cuenta con un grupo de sensores adaptados modularmente a una estructura de tubos de PVC y conectados por medio de un cable multiaxial a un panel de control (y sus correspondientes amplificadores y modulares electrónicos de circuitos impresos). Los sensores y los circuitos electrónicos permiten medir a distintas profundidades los siguientes parámetros:

a) Conductividad de las aguas por medio de un sistema de cuatro electrodos (dos de medición y dos de compensación de corrientes secundarias).

b) Temperatura por medio de un termistor.

c) Oxígeno disuelto por medio de dos electrodos metálicos, un electrolito (cloruro de potasio) y una membrana permeable de oxígeno molecular disuelto en el agua. Este sensor cuenta además, con un agitador de tipo mecánico operado por baterías independientes para garantizar el movimiento continuo de agua sobre la membrana cuando el sensor está en servicio.

d) Profundidad del sensor por medio de una membrana sensible a la presión de la columna de agua.

e) Un potenciómetro que permite medir pH por medio de un electrodo de referencia.

Este aparato cuenta con una batería recargable, para poder em-

plearlo en el campo.

Para obtener la muestra para los análisis de laboratorio, se emplearon dos tipos de muestreadores, para evitar la contaminación de las muestras a una profundidad deseada, éstos son del tipo Van Dorn, muy comunmente usada en estudios de contaminación de agua, y la segunda del tipo Nansen, usada generalmente en estudios oceanográficos.

La botella Van Dorn es de plástico, de 3 litros de capacidad y cuenta con un mecanismo de cierre, activado por un mensajero metálico que se envía desde la lancha por medio de un cable, una vez que el muestrador ha alcanzado la profundidad deseada.

Con estos muestreadores se obtenía un volumen de muestra de aproximadamente 3 litros, el cual era recogido en envases de plástico y puestos en recipientes con hielo, para mantenerlas a una temperatura aproximada de 4°C hasta llegar al laboratorio. Esta muestra servía para los análisis físico-químicos con excepción de las grasas, esta muestra se tomaba en un frasco de un litro. Para este parámetro no se formaron muestras compuestas ya que se podría perder una cantidad considerable de grasas al traspasar las muestras de una botella a otra.(2)

La transparencia se midió con un disco "Secchi". Este aparato consiste en un plato circular de aproximadamente 35 centímetros de diámetro, de fierro, con sus caras pintadas de color blanco y negro. Este parámetro es medido bajando el disco hasta la profundidad en que ya no se observen los colores o cuando llegaba al fondo del mar antes de desaparecer, como ocurrió en algunas estaciones.

La prueba del olor se determinó únicamente por percepción personal.

Para los análisis de sulfatos, nitrógenos, fosfatos, demanda - química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos se tomó la muestra en la botella de plástico empleada para la recolección - del material flotante.

Por último con el objeto de determinar la densidad del agua de mar a distintas profundidades y en distintos puntos de la bahía, se llevó a cabo un programa muestreo en nueve estaciones, localizadas - como los puntos de bahía los cuales se pueden observar en la figura número 3.

Este programa consistió en tomar la temperatura y salinidad, a cada metro de profundidad, estas mediciones se efectuaron con el Mark III, y en base a estos resultados podemos determinar la densidad.

En aguas residuales el análisis se llevó a cabo en 3 períodos de 24 horas cada uno, e intervalos de 4 hr.

A excepción de los análisis hechos en las aguas receptoras, la temperatura se tomó con un termómetro y para el oxígeno disuelto se empleó el método de Winkler modificado; que consiste en fijar el oxígeno disuelto en el campo para titularlo posteriormente en el laboratorio. (2)

Con muestras tomadas cada 4 hrs. y de acuerdo a los gastos se formó una muestra compuesta por cada 24 hrs. de muestreo, para cada estación.

Para medir el gasto en cada descarga se empleó el método más conveniente, de acuerdo a la tubería y a la magnitud del flujo. El método más utilizado fue el de calcular el área del canal y la determinación de la velocidad, de acuerdo a la distancia y el tiempo.

3.3.- Métodos de análisis.

Los métodos empleados para analizar las muestras del sistema marino y aguas residuales fueron las siguientes: (2)

Oxígeno disuelto.- Además del Mark III se empleó el método de Winkler modificado establecido en los Métodos Estandar. De la muestra recolectada se vaciaban 300 ml. con mucho cuidado en una botella especial para DBO y se fijaba el oxígeno disuelto en el campo con 2 ml. de sulfato de manganeso $MnSO_4$, 2 ml. de álcali ioduro y 2 ml. de - H_2SO_4. Se llevaba al laboratorio donde se titulaban 100ml de esta muestra con tiosolfato de sodio Na2203, la desviación normal se puede elevar hasta 0.1ml con el método de Winkler y con el Mark es $\pm$ 1%. (3).

Demanda bioquímica de oxígeno.- Este parámetro fue determinado por el método propuesto en el Método Estandar. En un principio, se comenzó a sembrar en el laboratorio con agua o dilución haciendo diluciones del 20 y 80% para el sistema marino y en caso de las descargas hubo necesidad de hacer diluciones de 1 a 5% por la alta concentración de materia orgánica de las aguas negras. A medida que se fueron obteniendo y analizando los resultados se observó que los abatimientos en el oxígeno disuelto al cabo de cinco días eran muy bajos, por lo cual no era necesario hacer este parámetro en el sistema salino, cabe mencionar la importancia que tiene el que cada botella sembrada conserve su sello hidráulico desde el inicio de la incubación hasta que finalizó el período de cinco días, ya que sí se encuentran burbujas atrapadas dentro de las botellas incubadas, dando resultados erróneos. (2),(4).

pH.- Este parámetro además de hacerse con el Mark III se obtuvo por medio de un potenciómetro en el laboratorio. Se calibraba el aparato, ajustándolo de acuerdo a la temperatura de la muestra y se hacía la lectura directamente en la carátula del aparato; la precisión en las mediciones con el Mark III es ± 0.1 pH. La calibración se llevó a cabo con soluciones amortiguadoras de pH conocido. (5)

Fosfatos totales.- Los fosfatos totales son la suma de los polifosfátos y los ortofosfatos. Para su determinación se usó el método de la digestión, extracción y medida colorimétrica. (2).

La digestión permite pasar los polifosfatos en medio ácido a ortofosfatos; éstos se extraen con una solución de benceno-alcohol isobutílico y se agrega molibdato para la formación del fosfomolibadato. Este compuesto que está en la solución, reacciona con el cloruro estanoso $SnCl_2$ para formar el azul de molibdeno cuya intensidad - puede medirse fotométricamente a 625mu. Este método es el recomendado con el Método Estandar. La precisión se aproxima a ± 0.02 mg/l o alrededor del 2% del resultado, cualquiera que sea el mayor valor numérico. (2).

Fósforo de Ortofosfatos.- El método consiste en extraer los ortofosfatos de 40ml de muestra, por medio de 50ml de solución de molibdato. A 25ml de solución extraída se le agregan 15ml de solución alcohol-sulfúrico y se forma el azul de molibdeno con cloruro estannoso $SnCl_2$. Se afora a 50ml. con la solución alcohol-sulfúrico y después de 10 minutos, pero antes de 30 minutos, se lee a 625m de - longitud de onda en un espectrofotometro. Este método es el estable-

cido en el Método Estandar.

Es recomendable practicar diluciones en las muestras que provengan de una descarga de aguas negras, siendo adecuada una dilución de 10 ml. de muestra en 50 ml. de solución de benceno alcohol isobutílico.

Nitratos.- La determinación de nitratos se efectuó por el método de la brucina establecido en el Método Estandar. Se produce una reacción entre el nitrato y brucina que da un valor amarillo. La intensidad del color es medida con un espectrofotómetro en una longitud de onda de 410 ml. La precisión y exactitud del método es de ± 0.02 mg/l para N sobre 1.4mg/l y de 0.02 mg/l para N en el rango de 0.04 al 1.4 mg/l.

Nitrógeno amoniacal.- Se empleó el método de estilación recomendado en los Métodos Estandar. El nitrógeno amoniacal libre puede ser recuperado de la muestra por destilación, recolectando poco menos de 150 ml. de muestra en un erlenmeyer que contenga 50 ml. de ácido Bórico al 2%; para luego aforar a 200 ml. Así el nitrógeno amoniacal puede ser determinado por nesslerización o por titulación con una solución estandar de un ácido fuerte. En el agua de mar resulta más adecuado el método de nesslerización, pero en los análisis de aguas negras crudas en las descargas es más conveniente usar el método de titulación, empleando diluciones. (2).

El color producido se midió en una espectrofotómetro con una longitud de onda de 467 m., cuando la diferencia fuera menor se medía con una longitud de onda de 400 m. La precisión es de 0.0019 mg. de $N-NH_3$ o 0.15 mg/l (n=1).

Nitrógeno Orgánico.- Se utilizó el método clásico del Kjeldhal establecidos en los métodos Estandar. A través de este método empleando sulfato mercúrico, se puede convertir el nitrógeno orgánicamente ligado en el estado trinegativo a bisulfato de amonio, por medio de una digestión con ácido sulfúrico y sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición a 345- 370°C, ya que la temperatura no deberá exceder de 382°C para que no se pierda el nitrógeno. - Una vez destilado el volumen adecuado para el nitrógeno amoniacal, - se lleva a cabo la digestión completa, la cual se puede observar cuando se obtiene un residuo blanco en el fondo del matraz, el cual se diluye y se destila, titulándolo posteriormente con H_2SO_4 0.02N. - La precisión y exactitud en el ámbito de 1-5 mg/l de nitrógeno orgánico, se ha recuperado del 97.5 al 98.6% con una precisión de ..... ± 0.03 mg/l.

Sólidos.-Se determinaron los sólidos totales, fijos y volátiles, de acuerdo al procedimiento de los Métodos Estandar, en la siguiente forma. Los sólidos totales se obtienen secando 50 ml. de - muestra a 103°C por aproximadamente dos días en una cápsula y pesando el residuo. Los sólidos totales fijos se obtienen secando el residuo de los sólidos totales en una mufla a 550°C durante 15 minutos y los volátiles resultan de la diferencia entre los dos primeros.

Para obtener los sólidos suspendidos fijos y volátiles, se sigue un proceso similar al utilizado para determinar los sólidos totales, fijos y volátiles, con la variante de que se hace un filtrado de la muestra a través de un crisol Gooch; se calcularon los sólidos fijos totales por diferencia de los parámetros anteriores. (2).

Las ecuaciones empleadas para obtener los diferentes tipos de sólidos son:

$$ST = \frac{(B - A)\ 1000 \times 1000}{\text{Vol.de muestra}} \quad \text{en mg/l}$$

$$STV = \frac{(B - C)\ 1000 \times 1000}{\text{Vol. de muestra}} \quad \text{en mg/l}$$

$$SST = \frac{(E - D)\ 1000 \times 1000}{\text{Vol. de muestra}} \quad \text{en mg/l}$$

$$SSV = \frac{(E - F)\ 1000 \times 1000}{\text{Vol. de muestra}} \quad \text{en mg/l}$$

$$STF = ST - STV$$

$$SSF = SST - SSV$$

$$SDT = ST - SSF$$

$$SDV = STV - SSV$$

$$SDF = STF - SSF$$

Grasas y Aceites.- En la determinación de grasas no se cuantifica una cantidad absoluta de una substancia específica, sino más bien, se determina cuantitativamente un grupo de substancias con características físicas similares, que se basan en su mutua solubilidad en el disolvente usado.

Este parámetro se determinó por el método de extracción Soxhlet. Los sólidos o grasas viscosas son separados de la muestra por filtración y luego la grasa es extraída con un aparato Soxhlet en un lapso de 6 horas, utilizando hexano.

La recuperación promedio obtenida por este método es de - 98.7% con una desviación normal de 1.86%: (2)

3.4.- Importancia de los parámetros.

A continuación se describe la importancia de algunos de los parámetros obtenidos: (2)

Potencial de hidrógeno (pH).- Es una medida que da el tipo de contaminación alcalina o ácida que pudiera haber, lo que da como resultado irritación en los ojos o afectar en la vida marina .(6)

Temperatura: (t).- Es un parámetro importante, ya que nos revela el tipo de reacciones bioquímicas que ocurren en el sistema de agua contaminada que se estudia y los tipos de microorganismos presentes; además influye en la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua y en la rapidez con la que se efectúan los procesos bioquímicos. En general los usos que predominan para este criterio son los deportes acuáticos y la conservación de fauna y flora marítima.

Oxígeno disuelto (OD).- En todo líquido el oxígeno disuelto es un factor muy importante, ya que determina el tipo de transformaciones biológicas que tiene lugar en su seno, efectuadas por microorganismos aerobios y anaerobios, o sea debe de haber condiciones "aeróbicas" que prevengan la producción de olores desagradables ocasionados por la descomposición de materiales orgánicos. (3),(6)

Demanda bioquímica de oxígeno (D BO).- Es un parámetro importante para determinar el poder contaminante de los desechos domés-

ticos e industriales, porque indica la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobios.

Fósforo (PO_4).- Esta determinación se efectúa en forma de fosfatos y es necesario determinarlo, porque en grandes cantidades provoca el abatimiento del oxígeno disuelto dando lugar a una pronta acumulación de lodos por el crecimiento de algas, se puede deber a descargas de aguas residuales domésticas y descargas de drenaje agrícola.

Sólidos Totales.- Bajo este nombre se conocen a todos los compuestos orgánicos e inorgánicos de las aguas, que pueden encontrarse en forma suspendida o disuelta.

Los compuestos orgánicos son productos de los desechos animales y vegetales, incluyéndose compuestos sintéticos, substancias que contengan carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo estar combinadas con azufre, nitrógeno y fósforo. Todos éstos se encuentran sujetos a una degradación por la actividad de las bacterias aerobias u otros microorganismos vivos.

Los compuestos inorgánicos, por lo general, son substancias inertes no sujetas a la degradación, recibiendo el nombre de substancias minerales.

Salinidad.- Este parámetro es importante ya que se puede ver afectado por un flujo despreciable de agua no salina, la vida marina en la bahía debe estar adaptada a un régimen de salinidad.

Es significativa la salinidad porque permite calcular la densi-

dad del agua y el nivel de saturación del oxígeno disuelto.

Nitrógeno amoniacal.- El nitrógeno en forma de amoniaco es un índice significativo de contaminación por residuos humanos y animales.

Nitrógeno orgánico.- Es un parámetro indicador de descargas de aguas residuales, domésticas e industriales. El incremento del nitrógeno orgánico con la profundidad, aunado a la disminución del oxígeno disuelto, nos identifica las corrientes submarinas.

Nitrógeno de Nitratos.- Este compuesto puede estar presente en pequeñas cantidades en aguas residuales domésticas. Sin embargo el nitrógeno funciona como una fuente de oxígeno en el agua residual y decrece su contaminación con el tiempo.

Grasas y Aceites.- Las consecuencias que puede acarrear la presencia de estas substancias es ampliamente conocido.

CAPITULO 4.

"RESULTADOS"

4.- Resultados.

En las tablas de las siguientes páginas, se presentan los valores de los parámetros fisicoquímicos determinados en las siguientes estaciones:

De la P01 a la P12 Son estaciones a lo largo de la playa.

De la B13 a la B21 Son estaciones en la bahía.

De la D22 a la D 29 Son fuentes de descargas de desechos.

No.	Nombre de la estación.
P01	Punta de Mita.
P02	Cruz de Huanacaxtle.
P03	Bucerías.
P04	Estero del Chino.
P05	Río Ameca.
P06	Dárena del Puerto.
P07	Río Pitillal.
P08	Vena de Santa María.
P09	Río Cuale.
P10	Mismaloya.
P11	Boca de Tomatlan.
P12	Yelapa.
B13	Bahía.
B14	Bahía.
B15	Bahía.
B16	Bahía.
B17	Bahía.
B18	Bahía.
B19	Bahía.
B20	Bahía.
B21	Bahía.

Nombre de las descargas de aguas residuales y clave:

No.	Nombre de la descarga.
D22	Hotel Garza Blanca.
D23	Hotel Camino Real.
D24	Río Cuale.
D25	Vena de Sta. María.
D26	Río Pitillal.
D27	Hotel Posada Vallarta.
D28	Dársena del Puerto.
D29	Río Ameca.

1.- "MUESTREO EN AGUAS RECEPTORAS"

==========

SIMBOLOGIA

Símbolo	Significado	Unidad
NP	Nivel de profundidad	m
t	Temperatura	oC
OD	Oxígeno disuelto	mg/l
S	Salinidad	g/l
CE	Conductividad eléctrica	mM/cm
TP	Transparencia	m
ST	Sólidos totales	mg/l
STV	Sólidos totales volátiles	mg/l
STF	Sólidos totales fijos	mg/l
SST	Sólidos suspendidos totales	mg/l
SSV	Sólidos suspendidos volátiles	mg/l
SSF	Sólidos suspendidos fijos	mg/l
SDT	Sólidos disueltos totales	mg/l
SDV	Sólidos disueltos volátiles	mg/l
SDF	Sólidos disueltos fijos	mg/l
pH	Potencial de hidrógeno	no tiene
SS	Sólidos sedimentables	ml/l
$N\text{-}NH_3$	Nitrógeno amoniacal	mg/l
N-N org.	Nitrógeno orgánico	mg/l
$N\text{-}NO_3^-$	Nitrógeno de nitratos	mg/l
DQO	Demanda química de oxígeno	mg/l
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l
$PO_4^{\equiv}$	Fosfatos	mg/l
GyA	Grasas y aceites	mg/l
NMP	Número más probable de coliformes	organismos/100 ml.

TABLA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CAMPO

Estación	NP m	t °C	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TP m
P01	0.00	29.5	7.6	33.5	52.0	1.5 T.f.
	2.13	----	---	----	----	
	4.6	----	---	----	----	
P02	0.00	29.0	6.6	33.1	51.5	3.0
	2.13	27.2	6.1	33.6	52.2	
	4.06	27.0	5.8	33.5	52.0	
P03	0.00	28.8	6.4	33.2	52.0	2.5
	2.13	27.5	5.6	34.0	52.8	
	4.06	27.1	5.0	33.8	52.5	
P04	0.00	31.1	6.0	33.2	52.0	2.0
	2.13	28.8	5.6	33.5	52.0	
	4.06	27.3	4.8	33.8	52.1	
P05	0.00	28.8m	7.5	30.0	47.0	0.5 T.f.
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	
P06	0.00	28.3	6.3	33.1	51.5	0.75
	2.13	28.2	6.1	33.1	51.5	
	4.06	28.9	5.7	33.1	51.5	
P07	0.00	29.2	7.8	32.8	50.1	5.0
	2.13	28.3	7.0	33.5	52.0	
	4.06	28.0	6.1	33.8	52.5	
P08	0.00	28.9	7.4	32.9	51.0	
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	
P09	0.00	29.4	6.9	33.0	51.5	3.5
	2.13	29.2	6.4	33.5	52.0	
	4.06	29.1	5.3	33.2	51.5	
P10	0.00	28.6	7.1	33.2	51.5	2.75 T.f.
	2.13	28.5	6.1	33.9	52.5	
	4.06	----	---	----	----	
P11	0.00	28.6	7.4	33.9	52.2	1.0
	2.13	28.6	6.4	33.5	52.0	
	4.06	----	---	----	----	
P12	0.00	28.6	7.3	33.0	51.5	3.0 T.f.
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	

TABLA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CAMPO.

Estación	NP m	t oC	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TP m
B13	0.00	28.8	6.9	33.0	51.0	7.0 +
	2.13	28.4	6.8	33.0	51.0	
	4.06	28.3	6.0	33.1	51.5	
B14	0.00	28.8	7.9	33.1	51.5	7.0 +
	2.13	28.4	7.5	33.1	51.5	
	4.06	28.3	7.5	33.2	52.0	
B15	0.00	29.4	6.8	33.6	52.1	7.0 +
	2.13	28.8	6.3	34.0	52.3	
	4.06	29.0	5.7	34.7	52.6	
B16	0.00	28.8	6.9	33.0	51.0	7.0 +
	2.13	28.7	6.7	33.5	52.0	
	4.06	28.7	5.9	33.5	52.0	
B17	0.00	29.0	7.1	33.1	51.5	7.0 +
	2.13	28.9	6.7	33.2	52.0	
	4.06	28.8	6.0	33.2	52.0	
B18	0.00	28.7	7.3	33.2	52.0	7.0 +
	2.13	28.8	7.0	33.5	52.0	
	4.06	28.7	6.2	33.2	52.0	
B19	0.00	28.4	7.3	33.6	52.1	7.0 +
	2.13	28.4	7.0	33.7	52.1	
	4.06	28.1	6.5	33.8	52.2	
B20	0.00	28.4	7.3	33.5	52.0	7.0 +
	2.13	28.3	6.9	33.5	52.0	
	4.06	28.2	5.6	33.8	52.6	
B21	0.00	28.4	7.7	33.2	52.0	7.0 +
	2.13	28.1	7.0	33.2	52.0	
	4.06	28.3	6.2	33.2	52.0	

T.f.-- Toco fondo.

\+ ---Termino del cable del disco Secchi.

SOLIDOS TOTALES

Estación	ST mg/l	STV mg/l	STF mg/l
P01	58,380	5,696	52,684
P02	41,198	8,572	32,626
P03	44,364	12,618	31,746
P04	38,792	6,788	32,004
P05	38,472	3,642	34.810
P06	38,656	7,112	3ñ,544
Po7	68,020	6,752	61,272
P08	37,786	6,016	31,770
P09	30,746	1,894	28,852
P10	31,484	3,964	27,520
P11	31,322	2,468m	28,854
P12	39,726	3,236	36,490
B13	41,815	9,135	32,680
B14	39,226	6,944	32,482
B15	37,530	17,702	19,828
B16	39,662	7,122	32,540
B17	40,214	6,818	33,396
B18	45,344	13,330	32,014
B19	42,414	9,264	33,150
B20	44,286	11,918	32,368
B21	44,092	11,042	33,050

SOLIDOS SUSPENDIDOS

Estación	SST mg/l	SSV mg/l	SSF mg/l
P01	540	400	140
P02	680	456	224
P03	604	420	184
P04	636	436	200
P05	72	40	32
P06	268	44	224
P07	212	32	180
P08	576	372	204
P09	528	440	88
P10	616	432	184
P11	264	116	148
P12	568	408	160
B13	544	335	209
B14	720	312	408
B15	294	170	124
B16	732	344	388
B17	276	16	260
B18	328	232	96
B19	732	308	424
B20	748	340	408
B21	272	128	144

SOLIDOS DISUELTOS

Estación	SDT mg/l	SDV mg/l	SDF mg/l
P01	57,840	5,296	52,544
P02	40,518	8,116	32,412
P03	43,760	12198	31,562
P04	38,156	6,352	31,804
P05	38,380	3,602	34,778
P06	38,388	7,068	31,320
P07	67,808	6,720	61,088
P08	37,210	5,644	31,566
P09	30,218	1,454	28,764
P10	30,868	3,532	27,336
P11	31,058	2,352	28,706
P12	39,158	2,828	36,330
B13	41,271	8,800	32,471
B14	38,506	6,632	31,874
B15	37,236	17,532	19,704
B16	38,930	6,778	32,152
B17	39,938	6,802	33,136
B18	45,016	13,098	31,918
B19	41,682	8,956	32,726
B20	43,538	11,578	31,960
B21	43,820	10,914	32,906

pH y Sólidos Sedimentables.

Estación	pH	SS mg/l
P01	8.2	<0.1
P02	8.2	<0.1
P03	8.3	<0.1
P04	8.3	<0.1
P05	8.3	<0.1
P06	7.9	<0.1
P07	8.2	<0.1
P08	8.1	<0.1
P09	8.3	<0.1
P10	8.3	<0.1
P11	8.2	<0.1
P12	8.3	<0.1
B13	8.1	<0.1
B14	8.1	<0.1
B15	8.1	<0.1
B16	8.1	<0.1
B17	8.2	<0.1
B18	8.3	<0.1
B19	8.3	<0.1
B20	8.3	<0.1
B21	8.2	<0.1

NITROGENOS

Estación	$N-NH_3$ mg/l	N-Norg. mg/l	$N-NO_3^-$ mg/l
P01	0.005	0.005	0.00
P02	0.005	0.005	0.00
P03	0.005	0.028	0.06
P04	0.005	0.028	0.11
P05	0.005	3.650	0.06
P06	1.100	1.480	0.15
P07	0.005	0.140	0.03
P08	0.005	0.112	0.03
P09	0.005	0.028	0.01
P10	0.005	0.048	0.03
P11	0.005	0.028	0.03
P12	0.005	0.028	0.06
B13	0.005	0.168	0.10
B14	0.005	2.100	0.03
B15	0.005	0.005	0.03
B16	0.005	0.005	0.08
B17	0.005	0.005	0.06
B18	0.005	0.005	0.05
B19	0.005	0.005	0.06
B20	0.056	0.005	0.01
B21	0.005	0.005	0.06

Demanda química de **oxígeno y Demanda** bioquímica de oxígeno **a los** 5 días.

Estación	DQO mg/l	DBO5 mg/l
P01	440	0.43
P02	598	0.58
P03	467	0.40
P04	679	0.70
P05	73	1.05
P06	559	2.20
P07	360	0.83
P08	463	1.20
P09	586	0.60
P10	139	0.50
P11	586	0.65
P12	571	0.50
B13	184	0.40
B14	948	0.25
B15	478	0.30
B16	441	0.10
B17	162	0.25
B18	184	0.20
B19	301	1.80
B20	220	0.18
B21	345	0.20

Fosfatos y Grasas

Estación	$PO_4^{\equiv}$ mg/l	GyA mg/l
P01	0.030	22.03
P02	0.030	19.60
P03	0.030	12.08
P04	0.030	13.10
P05	0.500	30.12
P06	0.006	9.00
P07	0.006	17.50
P08	0.006	9.80
P09	0.890	12.20
P10	0.030	-----
P11	0.030	11.12
P12	0.030	11.80
B13	0.006	8.50
B14	0.006	15.60
B15	0.006	9.30
B16	0.006	26.80
B17	1.590	15.10
B18	0.006	20.80
B19	0.006	19.60
B20	0.006	34.80
B21	0.006	8.10

2ª Muestreo en aguas receptoras

Tabla de los resultados obtenidos en el campo.

Estación	NP n	t °C	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TP m
P01	0.00	29.1	7.8	33.7	52.5	3.0 Tf
	2.13	28.0	7.4	33.7	52.5	
	4.6	27.9	---	----	----	
P02	0.00	28.2	7.6	33.7	52.5	3.0
	2.13	27.9	7.4	33.7	52.5	
	4.06	29.1	7.0	33.8	52.5	
P03	0.00	29.5	7.0	33.7	52.5	2.0
	2.13	29.5	7.6	33.7	52.6	
	4.06	29.6	7.0	33.8	52.5	
P04	0.00	28.9	8.0	33.7	52.5	2.0
	2.13	27.8	7.8	33.7	52.5	
	4.06	27.6	7.6	33.7	52.5	
P05	0.00	28.5	7.4	30.5	43.4	1.0
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	
P06	0.00	28.1	7.1	33.6	51.5	1.5
	2.13	28.2	7.0	33.7	52.5	
	4.06	27.9	7.0	33.7	52.5	
P07	0.00	28.5	8.0	32.3	51.5	4.0
	2.13	28.0	7.4	33.7	52.5	
	4.06	27.5	7.0	33.7	52.6	
P08	0.00	28.2	7.8	33.6	51.5	1.0 Tf
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	
P09	0.00	27.9	7.8	33.6	51.5	1.0
	2.13	27.7	7.7	33.7	52.6	
	4.06	26.5	7.6	33.7	52.6	
P10	0.00	27.3	8.0	32.4	51.9	4.5 Tf
	2.13	27.6	7.6	33.6	51.5	
	4.06	27.4	7.5	33.6	51.5	
P11	0.00	26.1	8.0	28.4	42.0	1.0
	2.13	27.1	7.8	32.4	50.1	
	4.06	----	---	----	----	
P12	0.00	27.2	7.4	31.2	51.5	4.75 Tf
	2.13	----	---	----	----	
	4.06	----	---	----	----	

Tabla de los resultados obtenidos en el

campo

Estación	NP m	t °C	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TF M	
B13	0.00	27.5	7.6	33.7	33.7	2.7	
	2.13	28.5	7.4	33.7	52.5		
	4.06	27.5	7.0	33.7	52.5		
B14	0.00	28.9	8.0	33.7	52.5	7.0	+
	2.13	27.5	7.6	33.7	52.5		
	4.06	27.5	7.0	33.7	52.5		
B15	0.00	27.6	7.0	33.6	52.1	7.0	+
	2.13	27.3	7.0	33.5	52.0		
	4.06	27.2	7.0	33.7	52.5		
B16	0.00	27.5	7.4	33.9	52.5	7.0	+
	2.13	27.1	7.4	33.7	52.0		
	4.06	27.0	7.2	33.7	52.0		
B17	0.00	27.1	7.8	33.7	52.5	7.0	+
	2.13	27.0	7.6	33.7	52.6		
	4.06	27.0	7.6	33.8	52.7		
B18	0.00	27.1	7.8	33.7	52.0	7.0	+
	2.13	27.1	7.6	33.8	52.5		
	4.06	27.0	7.4	33.9	52.7		
B19	4.06	27.5	7.7	33.7	52.5	7.0	+
	2.13	27.1	7.4	33.8	52.6		
	4.06	27.0	7.2	33.8	53.0		
B20	0.00	28.3	7.4	33.7	52.5	5.0	
	2.13	27.6	7.2	33.7	52.5		
	4.06	27.2	7.0	33.7	52.5		
B21	0.00	27.2	7.6	33.5	52.0	2.0	
	2.13	27.0	7.1	33.6	52.5		
	4.06	27.5	7.0	33.7	51.9		

Sólidos totales

Estación	ST mg/l	STV mg/l	STF mg/l
P01	------	------	------
P02	48,280	14,676	33,604
P03	25,288	9,824	15,464
P04	77,334	5,084	72,250
P05	6,138	1,288	4,850
P06	36,438	4,840	31,598
P07	27,984	5,238	22,746
P08	34,836	4,882	29,954
P09	43,474	14,322	29,152
P10	29,506	4,372	25,130
P11	6,732	1,165	5,567
P12	37,964	5,310	32,654
B13	39,246	6,830	32,416
B14	38,258	5,976	32,306
B15	38,378	5,720	32,658
B16	38,668	6,082	32,586
B17	37,686	4,864	32,822
B18	37,722	5,350	32,372
B19	48,254	17,782	30,432
B20	38,412	5,480	32,932
B21	56,872	24,714	32,158

Sólidos suspendidos

Estación	SST mg/l	SSV mg/l	SSF mg/l
P01	244	128	116
P02	624	580	44
P03	292	284	8
P04	284	212	72
P05	112	60	52
P06	328	60	268
P07	352	224	128
P08	380	180	200
P09	468	416	52
P10	356	208	144
P11	196	120	76
P12	540	392	148
B13	136	112	24
B14	116	84	56
B15	148	48	100
B16	268	160	108
B17	180	96	84
B18	176	144	32
B19	148	108	40
B20	248	132	116
B21	176	116	60

Sólidos disueltos

Estación	SDT mg/l	SDV mg/l	SDF mg/l
P01	37,270	4,106	32,936
P02	47,656	3,516	33,560
P03	24,996	9,256	15,456
P04	77,050	4,660	72,178
P05	6,026	1,168	4,798
P06	36,110	4,720	31,330
P07	27,630	4,790	22,618
P08	34,456	4,522	29,754
P09	43,006	13,490	29,100
P10	29,150	3,956	24,986
P11	6,536	920	5,496
P12	37,424	4,526	32,506
B13	39,110	6,606	32,392
B14	38,142	5,808	32,250
B15	38,230	5,624	32,558
B16	38,400	5,770	32,470
B17	37,506	4,672	32,738
B18	37,546	5,064	32,340
B19	48,106	17,566	30,432
B20	38,168	5,208	32,816
B21	56,696	24,482	32,098

pH y Sólidos sedimentables

Estación	pH	SS ml/l
P01	8.3	< 0.1
P02	8.3	< 0.1
P03	8.3	< 0.1
P04	8.3	< 0.1
P05	8.3	< 0.1
P06	8.2	< 0.1
P07	8.3	< 0.1
P08	8.2	< 0.1
P09	8.3	< 0.1
P10	8.2	< 0.1
P11	8.1	< 0.1
P12	8.3	< 0.1
B13	8.0	< 0.1
B14	8.3	< 0.1
B15	8.2	< 0.1
B16	8.3	< 0.1
B17	8.3	< 0.1
B18	8.2	< 0.1
B19	8.1	< 0.1
B20	8.2	< 0.1
B21	8.3	< 0.1

Nitrógenos

Estación	N-NH3 mg/l	N-Norg. mg/l	$N-NO_3^-$ mg/l
P01	0.005	0.005	0.000
P02	0.005	0.005	0.440
P03	0.005	0.005	0.120
P04	0.005	2.235	0.000
P05	0.005	0.005	0.004
P06	1.105	0.005	0.000
P07	0.005	0.005	0.076
P08	0.005	0.005	0.000
P09	0.005	0.005	0.036
P10	0.005	0.005	0.000
P11	0.005	0.005	0.132
P12	0.005	0.005	0.136
B13	0.005	0.005	0.112
B14	0.005	0.005	0.310
B15	0.005	0.005	0.220
B16	0.005	0.005	0.120
B17	0.005	0.005	0.076
B18	0.005	0.005	0.036
B19	0.005	0.005	0.076
B20	0.005	0.005	0.036
B21	0.005	0.005	0.076

Demanda química de oxígeno y Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días.

Estación	DQO mg/l	DBO_5 mg/l
P01	412	0.25
P02	361	0.20
P03	413	0.15
P04	1,421	0.25
P05	101	0.10
P06	507	0.10
P07	384	0.10
P08	471	0.10
P09	239	0.15
P10	703	0.15
P11	72	0.80
P12	239	0.15
B13	1,222	0.10
B14	527	0.10
B15	1,020	0.20
B16	873	0.40
B17	289	0.25
B18	1,043	0.30
B19	853	0.30
B20	873	0.30
B21	470	0.10

Fosfatos y Grasas

Estación	$PO_4^{\equiv}$ mg/l	GyA mg/l
P01	0.150	18.3
P02	0.200	53.0
P03	0.800	16.9
P04	0.300	17.7
P05	0.330	48.1
P06	0.200	5.5
P07	0.170	44.5
P08	0.300	27.4
P09	0.006	----
P10	0.066	----
P11	0.066	51.1
P12	0.066	22.6
B13	0.200	9.1
B14	0.330	20.9
B15	0.230	8.5
B16	0.170	---
B17	0.400	7.3
B18	0.270	5.6
B19	0.230	5.8
B20	0.270	6.4
B21	0.500	8.5

3ª Muestreo en aguas receptoras

Tabla de los resultados obtenidos en el campo.

Estación	NP m	t °C	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TP m
P01	0.00	24.5	5.9	33.2	52.1	2.5 T.f.
	2.13	24.0	5.7	33.2	52.1	
	----	----	---	----	----	
P02	0.00	25.0	7.1	33.2	52.1	1.3
	2.13	25.0	7.1	33.2	52.1	
	4.06	24.7	6.8	33.1.	52.0	
P03	0.00	25.0	7.1	33.2	52.1	1.10
	2.13	25.0	7.1	33.2	52.1	
	4.06	24.0	6.9	33.2	52.1	
P04	0.00	25.5	7.1	33.2	52.1	0.9
	2.13	25.4	6.6	33.0	51.0	
	4.06	25.3	6.4	33.0	51.0	
P05	0.00	25.5	7.0	24.0	47.0	0.5
	2.13	25.0	6.6	33.0	51.0	
	4.06	24.9	6.2	33.0	51.0	
P06	0.00	25.5	7.1	33.2	52.1	1.5
	2.13	25.5	6.4	33.2	52.1	
	4.06	25.2	6.1	33.2	52.1	
P07	0.00	25.0	7.2	32.5	51.0	2.0
	2.13	24.8	6.9	33.2	52.1	
	4.06	24.7	6.6	33.2	52.1	
P08	0.00	25.0	7.1	33.0	51.0	1.5
	2.13	24.7	6.6	33.6	52.5	
	4.06	24.6	6.1	33.6	52.5	
P09	0.00	25.0	7.1	32.0	50.0	3.0
	2.13	24.8	6.6	33.0	51.0	
	4.06	24.8	6.4	33.5	52.5	
P10	0.00	25.0	6.9	33.5	52.5	4.0T.f.
	2.13	24.6	6.5	33.5	52.5	
	----	----	---	----	----	
P11	0.00	25.0	7.0	32.0	50.0	2.0
	2.13	25.2	6.8	33.0	51.0	
	4.06	25.1	5.9	33.5	52.5	
P12	0.00	27.0	6.9	33.0	51.0	3.0
	2.13	26.8	6.7	33.8	52.7	
	4.06	26.5	5.8	33.8	52.7	

Tabla de los resultados obtenidos en el

campo

Estación	NP m	t °C	OD mg/l	S g/l	CE mM/cm	TP m
B13	0.00	25.2	6.4	33.2	52.0	7+
	2.13	25.0	6.0	33.6	52.5	
	4.06	25.0	5.8	33.6	52.5	
B14	0.00	24.5	6.7	33.6	52.5	7+
	2.13	24.3	6.6.	33.6	52.5	
	4.06	24.3	6.3	33.6	52.5	
B15	0.00	25.0	6.8	33.5	52.5	7+
	2.13	25.0	6.8	33.6	52.5	
	4.06	24.8	6.6	33.6	52.5	
B16	0.00	25.5	7.0	33.6	52.5	7+
	2.13	25.5	7.2	33.6	52.5	
	4.06	25.3	6.8	33.6	52.5	
B17	0.00	26.0	6.0	33.5	52.5	7+
	2.13	25.7	7.0	33.8	52.7	
	4.06	25.5	6.6	33.8	52.7	
B18	0.00	25.5	7.0	33.6	52.5	7+
	2.13	25.3	6.6	33.6	52.5	
	4.06	25.2	6.0	33.6	52.5	
B19	0.00	25.0	7.1	33.2	52.0	3
	2.13	24.8	6.7	33.6	52.5	
	4.06	24.7	6.1	33.6	52.5	
B20	0.00	25.0	7.0	33.6	52.5	3
	2.13	24.8	6.8	33.6	52.5	
	4.06	24.7	6.4	33.6	52.5	
B21	0.00	25.5	6.9	33.6	52.5	1.5
	2.13	25.4	6.8	33.6	52.5	
	4.06	25.4	6.8	33.3	52.0	

T.f --- Toco fondo.

+. ---- Termino del cable del disco Secchi.

Sólidos totales

Estación	ST mg/l	STV mg/l	STF mg/l
P01	39,396	5,918	33,478
P02	38,088	5,400	32,688
P03	37,238	4,176	33,062
P04	38,816	6,288	32,538
P05	22,546	3,190	19,356
P06	38,030	5,182	32,858
P07	29,406	2,716	26,690
P08	32,302	3,742	28,560
P09	35,986	3,759	32,232
P10	38,178	4,770	33,408
P11	26,524	6,268	20,256
P12	38,870	6,874	31,996
B13	39,608	6,510	33,098
B14	45,086	6,506	38,580
B15	51,596	6,420	45,172
B16	37,800	7,806	29,994
B17	37,932	4,996	32,936
B18	37,534	3,160	34,374
B19	38,282	9,412	28,870
B20	59,528	8,216	51,312
B21	51,128	7,510	43,618

Sólidos Suspendidos

Estación	SST mg/l	SSV mg/l	SSF mg/l
P01	408	152	256
P02	480	204	276
P03	444	180	264
P04	264	128	136
P05	240	128	112
P06	284	128	156
P07	260	108	152
P08	320	64	256
P09	316	140	176
P10	268	184	84
P11	176	136	40
P12	308	120	188
B13	340	128	212
B14	404	160	244
B15	344	212	132
B16	344	176	168
B17	392	100	292
B18	308	160	148
B19	340	200	140
B20	212	132	180
B21	336	48	288

Sólidos disueltos

Estación	SDT mg/l	SDV mg/l	SDF mg/l
P01	39,140	5,766	33,222
P02	37,812	5,196	32,412
P03	39,976	3,996	32,798
P04	38,680	6,160	32,402
P05	22,434	3,062	19,244
P06	37,874	5,054	32,702
P07	29,254	2,608	26,538
P08	32,046	3,678	28,301
P09	25,810	3,614	32,056
P10	38,094	4,586	33,324
P11	26,484	6,132	20,216
P12	38,682	6,754	31,808
B13	39,396	6,382	32,886
B14	44,842	6,346	38,336
B15	51,460	6,208	45,040
B16	57,632	7,630	29,826
B17	37,640	4,896	32,644
B18	37,386	3,000	34,226
B19	38,142	9,212	28,730
B20	53,480	8,084	51,122
B21	50,810	7,462	43,330

pH y Sólidos sedimentables.

Estación	pH	SS m//l
P01	8.0	< 0.1
P02	8.2	< 0.1
P03	8.2	< 0.1
P04	8.2	< 0.1
P05	8.2	< 0.1
P06	8.2	< 0.1
P07	8.2	< 0.1
P08	8.2	< 0.1
P09	8.2	< 0.1
P10	8.2	< 0.1
P11	8.3	< 0.1
P12	8.1	< 0.1
B13	8.2	< 0.1
B14	8.2	< 0.1
B15	8.2	< 0.1
B16	8.2	< 0.1
B17	8.3	< 0.1
B18	8.2	< 0.1
B19	8.2	< 0.1
B20	8.2	< 0.1

Nitrógenos

Estación	$N-NH_3$ mg/l	N-Norg. mg/l	$N-NO_3^-$ mg/l
P01	0.005	0.005	0.000
P02	0.005	0.005	0.000
P03	0.005	0.005	0.088
P04	4.648	0.005	0.218
P05	0.005	0.005	0.060
P06	0.005	0.005	0.046
P07	0.005	0.005	0.010
P08	0.005	0.005	0.030
P09	0.005	0.005	0.010
P10	0.005	0.005	0.010
P11	0.005	0.005	0.000
P12	0.005	0.168	0.060
B13	0.005	0.005	0.046
B14	0.005	0.005	0.030
B15	0.005	0.005	0.064
B16	0.005	0.005	0.098
B17	0.005	0.005	0.068
B18	0.005	0.005	0.100
B19	0.114	0.005	0.080
B20	0.056	0.005	0.010
B21	0.005	0.005	0.030

Demanda química de oxígeno y Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días

Estación	DQO mg/l	DBO_5 mg/l
P01	420	0.43
P02	516	0.10
P03	512	1.00
P04	892	0.10
P05	997	0.45
P06	560	0.35
P07	370	0.20
P08	452	1.65
P09	317	0.60
P10	612	0.20
P11	327	0.25
P12	382	0.40
B13	537	0.30
B14	795	0.40
B15	718	1.00
B16	623	1.00
B17	219	0.55
B18	228	0.45
B19	556	0.30
B20	627	0.35
B21	397	0.10

Fosfatos y Grasas

Estación	$PO_4^{\equiv}$ mg/l	GyA mg/l
P01	0.066	27.00
P02	0.199	15.82
P03	0.199	32.56
P04	0.174	14.03
P05	0.132	14.40
P06	0.066	6.38
P07	0.132	19.60
P08	0.166	28.67
P09	0.199	10.84
P10	0.066	-----
P11	0.039	3.79
P12	0.199	4.48
B13	0.066	-----
B14	0.066	-----
B15	0.132	9.16
B16	0.132	-----
B17	0.066	-----
B18	0.066	-----
B19	0.066	3.12
B20	0.030	-----
B21	0.066	33.81

METALES PESADOS

Estación	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l
P01	0.05	0.0	0.0
P02	0.10	0.0	0.0
P03	0.05	0.0	0.0
P04	0.10	0.0	0.0
P05	0.25	0.0	0.0
P06	0.05	0.0	0.0
P07	0.10	0.0	0.0
P08	0.05	0.0	0.0
P09	0.05	0.0	0.0
P10	0.05	0.0	0.0
P11	0.10	0.0	0.0
P12	0.30	0.0	0.0
B13	0.20	0.0	0.0
B14	0.05	0.0	0.0
B15	0.05	0.0	0.0
B16	0.05	0.0	0.0
B17	0.05	0.0	0.0
B18	0.05	0.0	0.0
B19	0.05	0.0	0.0
B20	0.05	0.0	0.0
B21	0.20	0.0	0.0

METALES PESADOS

Estación	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l
P01	0.00	0.0	0.0
P02	0.05	0.0	0.0
P03	0.05	0.0	0.0
P04	0.03	0.0	0.0
P05	0.08	0.0	0.0
P06	0.01	0.0	0.0
P07	0.01	0.0	0.0
P08	0.01	0.0	0.0
P09	0.02	0.0	0.0
P10	0.02	0.0	0.0
P11	0.01	0.0	0.0
P12	0.01	0.0	0.0
B13	0.01	0.0	0.0
B14	0.01	0.0	0.0
B15	0.01	0.0	0.0
B16	0.01	0.0	0.0
B17	0.01	0.0	0.0
B18	0.01	0.0	0.0
B19	0.01	0.0	0.0
B20	0.01	0.0	0.0
B21	0.01	0.0	0.0

RESULTADOS DE LOS MUESTREOS EN AGUAS RESIDUALES

Tabla de los resultados obtenidos en el

campo

Estación	Hr.	Gasto m^3/seg.	temp °C Amb.	Agua	Cielo	Olor
D22	2.00	0.0019	19	24	Nublado	sí
	6.00	0.0016	18	22	Despejado	Sí
	10.00	0.0018	28	26	Despejado	sí
	14.00	0.0016	27	28	Med. nublado	sí
	18.00	0.0016	27	28	Med. nublado	sí
	22.00	0.0016	24	28	Med. nublado	sí
D23	1.30	0.0026	18	32	Despejado	sí
	5.30	0.0026	18	32	Nublado	sí
	9.30	0.0038	26	34	Med. nublado	sí
	13.30	0.0040	26	32	Med. nublado	sí
	17.30	0.0027	28	32	Med. nublado	sí
	21.30	0.0036	26	32	Nublado	sí
D24	1.00	3.39	18	18	Despejado	no
	5.00	3.26	18	16	Despejado	no
	9.00	1.06	21	21	Despejado	no
	13.00	1.55	26	27	Med. nublado	no
	17.00	3.46	26	25	Med. nublado	no
	21.00	1.02	26	23	Med. nublado	no
D25	24.30	0.1134	18	22	Med. nublado	sí
	4.30	0.1134	17	20	Med. nublado	sí
	8.30	0.1798	20	23	Med. nublado	sí
	12.30	0.2294	23	27	Med. nublado	sí
	16.30	0.1790	26	28	Med. nublado	sí
	20.30	0.1653	24	26	Med. nublado	sí
D26	21.30	2.23	18	22	Despejado	no
	3.30	2.27	18	20	Despejado	no
	7.30	1.83	20	24	Despejado	no
	11.30	1.30	28	24	Med. nublado	no
	15.30	1.43	26	20	Med. nublado	no
	19.30	1.30	26	22	Med. nublado	no
D27	23.00	0.0059	23	29	Med. nublado	no
	3.00	0.0015	19	28	Med. nublado	no
	7.00	0.0030	18	27	Med. nublado	no
	11.00	0.0073	32	28	Med. nublado	no
	15.00	0.0025	27	28	Med. nublado	no
	19.00	0.0025	25	29	Med. nublado	no

(A la otra hoja)

Continuación de la tabla anterior.

Estación	Hr.	Gasto m^3/seg	temp °C Amb.	Agua	Cielo	Olor
D28	23.20	0.0018	23	25	Despejado	sí
	3.20	0.0020	20	25	Despejado	sí
	7.20	0.0018	18	26	Despejado	sí
	11.20	0.0010	27	26	Despejado	sí
	15.20	0.0018	27	28	Despejado	sí
	19.20	0.0018	27	26	Despejado	sí
D29	20.30	1.300	23	25	Despejado	sí
	24.30	1.300	20	24	Despejado	no
	4.30	1.300	20	24	Despejado	sí
	8.30	1.300	18	23	Med. nublado	no
	12.30	1.300	22	27	Med. nublado	no
	11.30	1.300	24	26	Med. nublado	no

+ .-- Efluente de planta de tratamiento.

Tabla de los resultados de campo

Estación	Burbujas	Color del agua	pH Mezcla compuesta	OD mg/l
D22	no	Grisácea	7.1	0.00
	no	Grisácea		0.00
	no	Grisácea		0.00
	no	Grisácea		0.00
	no	Grisácea		0.00
	no	Grisácea		0.00
D23	no	Grisácea	7.4	4.46
	no	Grisáceo		7.70
	no	Grisáceo		4.46
	no	Grisáceo		4.66
	no	Grisáceo		4.86
	no	Grisáceo		6.89
D24	no	Cristalina	7.8	4.32
	no	Cristalina		9.11
	no	Cristalina		8.10
	no	Cristalina		8.51
	no	Cristalina		7.49
	no	Cristalina		8.31
D25	no	Ligeramente gris	7.4	1.02
	no	Ligeramente gris		0.60
	no	Ligeramente gris		0.00
	no	Ligeramente gris		0.00
	no	Ligeramente gris		0.00
	no	Ligeramente gris		0.00
D26	no	Cristalina	8.2	7.80
	no	Cristalina		6.84
	no	Cristalina		6.84
	no	Cristalina		7.36
	no	Cristalina		8.31
	no	Cristalina		8.51
D27	no	Turbia	7.1	0.00
	no	Turbia		0.00
	no	Turbia		0.00
	no	Turbia		0.00
	no	Turbia		0.00
	no	Turbia		0.00

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA CENTRAL
QUIMICA

Continuación de la tabla anterior.

Estación	Burbujas	Color del agua	pH Mezcla compuesta	OD mg/l
D28	no	Gris	7.5	1.02
	no	Gris		0.00
	no	Gris		0.00
	no	Gris		0.00
	no	Gris		0.00
	no	Gris		0.00
D29	sí	Ligeramente café	8.3	7.06
	no	Ligeramente café		6.28
	sí	Ligeramente café		7.27
	no	Ligeramente café		6.89
	no	Ligeramente café		6.89
	no	Ligeramente café		8.51

Sólidos totales

Estación	ST mg/l	STV mg/l	STF mg/l
D22	614	52	562
D23	272	56	216
D24	3332	614	2718
D25	2750	442	2308
D26	502	200	302
D27	662	286	633
D28	500	256	483
D29	620	100	606

----)(----

Sólidos suspendidos

Estación	SST mg/l	SSV mg/l	SSF mg/l
D22	120	24	96
D23	84	44	40
D24	92	52	40
D25	220	104	116
D26	56	52	4
D27	152	40	112
D28	176	76	100
D29	84	56	28

----)(----

Sólidos disueltos

Estación	SDT mg/l	SDV mg/l	SDF mg/l
D22	518	28	466
D23	232	12	176
D24	3292	562	2678
D25	2634	338	2192
D26	498	148	298
D27	650	246	621
D28	408	180	383
D29	592	44	578

----)(----

pH y Sólidos sedimentables

Estación	pH	SS ml/l
D22	7.1	0.2
D23	7.4	1.2
D24	7.8	< 0.1
D25	7.4	< 0.1
D26	8.2	< 0.1
D27	7.1	1.0
D28	7.5	35.0
D29	8.3	< 0.1

-------)(-------

Nitrógenos

Estación	$N-NH_3$ mg/l	N-Norg. mg/l	$N-NO_3^-$ mg/l
D22	109.740	1.736	0.00
D23	19.320	4.200	0.08
D24	00.005	0.005	0.25
D25	8.792	0.005	0.00
D26	0.005	0.005	0.00
D27	131.560	1.624	0.00
D28	175.784	6.104	0.28
D29	0.005	0.005	0.06

-----)(-----

Demanda química de oxígeno y Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días

Estación	DQO mg/l	DBO_5 mg/l
D22	264	36
D23	145	18
D24	170	11
D25	87	8
D26	48	11
D27	375	18
D28	1954	120
D29	48	8

-----)(-----

Fosfatos y Grasas

Estación	$PO_4^{\equiv}$ mg/l	GyA mg/l
D22	13.70	0.0
D23	1.09	596.2
D24	0.00	27.2
D25	0.33	16.9
D26	0.00	39.8
D27	16.00	0.6
D28	8.66	1177.0
D29	1.09	58.8

Substancias activas al azul de metileno

	mg/l
D22	2.96
D23	1.50
D24	5.80
D25	0.60
D26	8.40
D27	5.04
D28	5.20
D29	0.46

RESULTADOS DEL 2o. MUESTREO

Tabla de los resultados obtenidos en el campo

Estación	Hr.	Gasto m^3/seg.	Temp. °C Amb.	Agua	Cielo	Olor
D22		Descarga eliminada				
D23	12.00	0.0040	24	38	Despejado	sí
	18.00	0.0018	25	36	Despejado	sí
	24.00	0.0075	23	37	Despejado	sí
	6.00	0.0037	21	36	Despejado	sí
D24	11.30	3.780	36	21	Despejado	no
	17.30	3.260	26	23	Despejado	no
	23.30	3.115	23	20	Despejado	no
	5.30	3.624	30	18	Despejado	no
D25	11.00	0.1953	24	23	Despejado	sí
	17.00	0.1725	26	25	Despejado	sí
	23.00	0.1723	22	25	Despejado	sí
	5.00	0.1862	20	23	Despejado	sí
D26		Descarga eliminada				
D27	10.30	0.0438	24	27	Despejado	sí
	16.30	0.0863	26	25	Despejado	sí
	22.30	0.0863	23	28	Despejado	sí
	4.30	0.0387	20	27	Despejado	sí
D28	10.00	0.0000	24	24	Despejado	sí
	16.00	0.0005	26	24	Despejado	sí
	22.00	0.0003	23	23	Despejado	sí
	4.00	0.0000	20	22	Despejado	sí
D29		Descarga eliminada				

Tabla de los resultados de campo

Estación	Burbujas	Color del agua	pH Mezcla compuesta	OD mg/l
D22		Descarga eliminada		
D23	no	Cristalina	7.0	3.91
	no	Cristalina		4.25
	no	Cristalina		3.14
	no	Cristalina		2.83
D24	no	Cristalina	7.2	9.70
	no	Cristalina		9.10
	no	Cristalina		9.10
	no	Cristalina		9.70
D25	no	Grisáceo	7.0	0.00
	no	Grisáceo		0.00
	nO	Grisáceo		0.00
	no	Grisáceo		0.00
D26		Descarga eliminada		
D27	no	Grisáceo	7.0	0.00
	no	Grisáceo		0.00
	no	Grisáceo		0.00
	no	Grisáceo		0.00
D28	no	Grisáceo	7.0	0.00
	no	Grisáceo		0.00
	no	Grisáceo		0.00
	no	Grisáceo		0.00

Sólidos totales

Estación	ST mg/l	STV mg/l	STF mg/l
D22	---	---	---
D23	268	68	200
D24	138	108	70
D25	922	246	676
D26	---	---	---
D27	470	296	174
D28	816	338	478
D29	---	---	---

-----)(-----

Sólidos suspendidos

Estación	SST mg/l	SSV mg/l	SSF mg/l
D22	---	---	---
D23	140	56	64
D24	100	44	30
D25	88	60	60
D26	---	---	---
D27	156	100	56
D28	216	112	104
D29	---	---	---

-----)(-----

Sólidos disueltos

Estación	SDT mg/l	SDV mg/l	SDF mg/l
D22	---	---	---
D23	204	12	136
D24	72	64	40
D25	862	186	616
D26	---	---	---
D27	414	196	118
D28	712	226	374
D29	---	---	---

----0-----

pH y Sólidos sedimentables

Estación	pH	SS ml/l
D22	---	---
D23	7.0	< 0.1
D24	7.2	< 0.1
D25	7.0	< 0.1
D26	---	---
D27	7.0	1.8
D28	6.5	2.0
D29	---	---

--------0--------

Nitrógenos

Estación	N-NH mg/l	N-Norg. mg/l	$N-NO_3^-$ mg/l
D22	------	-----	-----
D23	22.000	4.760	0.010
D24	0.005	0.005	0.010
D25	64.340	0.056	0.010
D26	------	-----	-----
D27	158.360	0.005	0.035
D28	142.280	8.120	0.035
D29	-------	-----	-----

-----0-----

Demanda química de oxígeno y Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 dias

Estación	DQO mg/l	DBO_5 mg/l
D22	---	---
D23	121	25
D24	498	7
D25	124	12
D26	---	---
D27	295	130
D28	79	150
D29	---	---

Fosfatos y Grasas

Estación	$PO_4^{\equiv}$ mg/l	GyA mg/l
D22	------	-------
D23	13.66	132.96
D24	0.0664	52.00
D25	6.00	104.90
D26	----	------
D27	16.00	44.44
D28	13.66	524.00
D29	-----	------

------ 0 ------

Substancias activas al azul de metileno

	mg/l
D22	----
D23	1.33
D24	0.16
D25	3.60
D26	----
D27	5.72
D28	3.80
D29	----

FACTORES BACTERIOLOGICOS Y BIOLOGICOS

En las tablas de las páginas siguientes, se presentan valores de los parámetros bacteriológicos, determinados en los tres muestreos en las aguas receptoras. Estos valores se utilizarán posteriormente en el modelo matemático.

1er. Muestreo.

Coliformes totales y fecales

Estación	Coliformes totales NMP/100 ml.			Coliformes fecales NMP/100 ml.		
Núm. de muestreo	1o.	2o.	3o.	1o.	2o.	3o.
P01	13	15	3	3	3	3
P02	7.3	3	3	3	3	3
P03	3	3	-	3	3	-
P04	-	-	-	-	-	-
P05	7	-	-	3	-	-
P06	3	3	-	3	3	-
P07	4	3	9	3	3	3
P08	460	3	150	7	3	4
P09	150	9	21	3	3	4
P10	-	15	-	-	3	-
P11	9.1	3	23	3	3	3
P12	7.3	3	3	3	3	3
B13	3	3	4	3	3	3
B14	3	3	3	3	3	3
B15	7	3	3	3	3	3
B16	-	-	-	-	-	-
B17	-	-	-	-	-	-
B18	-	-	-	-	-	-
B19	3	3	3	3	3	3
B20	3	3	3	3	3	3
B21	3	3	4	3	3	3

---------- 0 ----------

BACTERIOLOGIA EN AGUAS RESIDUALES

==========

====

Coliformes totales y fecales

Estación	Coliformes totales NMP/100 ml.		Coliformes fecales NMP/100 ml.	
Núm. de muestreo	1o.	2o.	1o.	2o.
D22	-----	20	---	15
D22	2,400	120	3	3
D24	21	43	3	3
D25	1,100	3	3	3
D26	-----	3	---	4
D27	1,100	11	11	3
D28	75	14	3	28
D29	-----	4	---	3

---------)(---------

SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA (FIGURA) SIGUIENTE

Nº de las estaciones de playa y descarga (P y D)

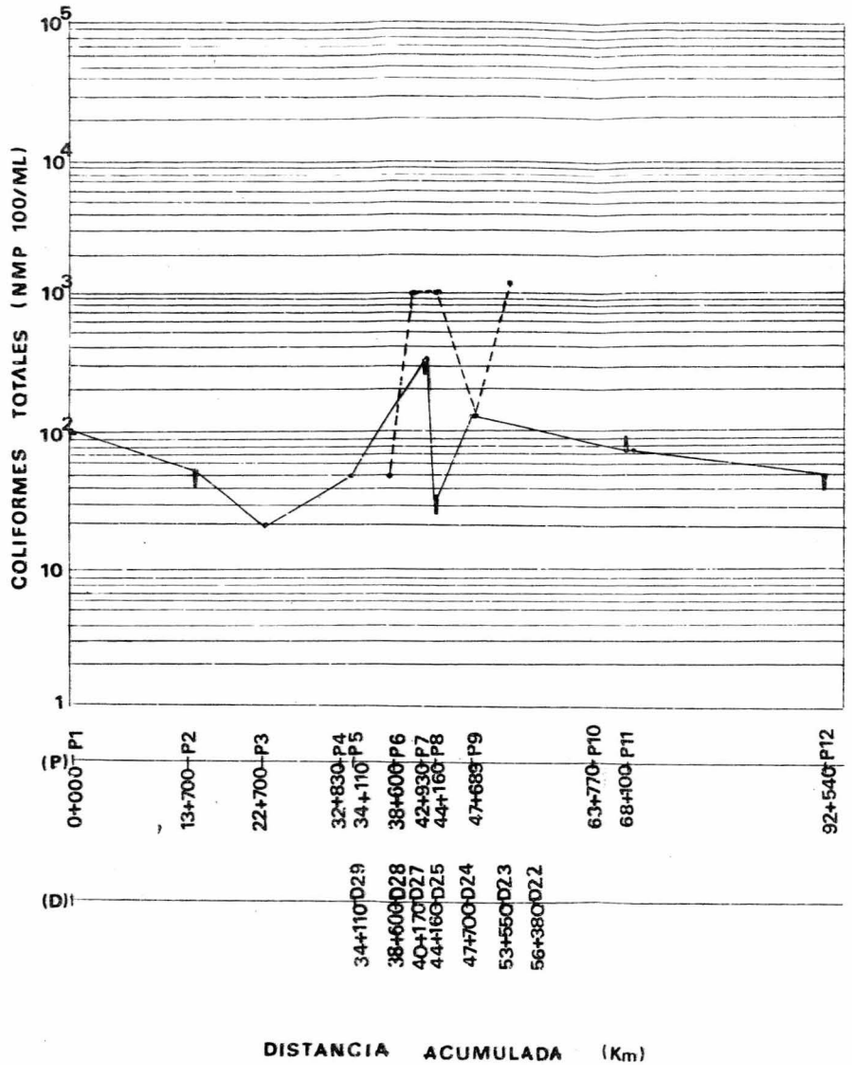
Concentración en el 1er. muestreo

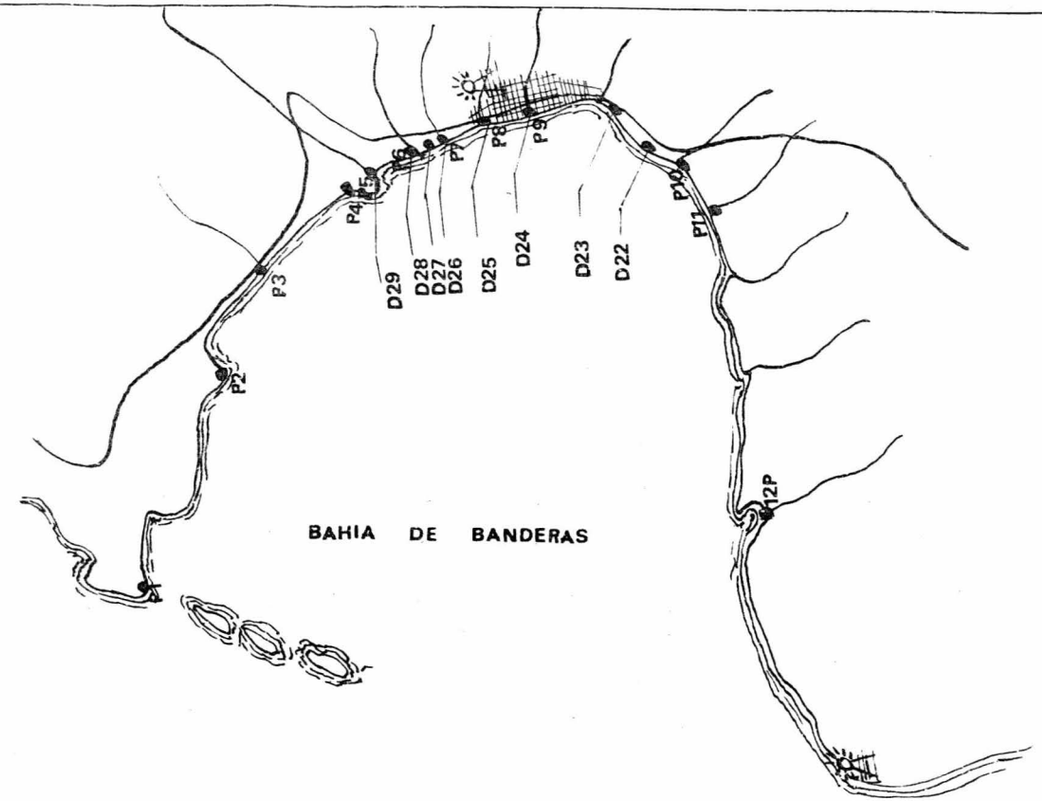
Concentración en aumento en los siguientes muestreos

Concentración en disminución en los siguientes muestreos

Los datos graficados corresponden a los resultados de coliformes totales en el primer muestreo.

Los límites máximos de bacterias coliformes (NMP/100 ml) en aguas para el uso recreativo, es de 10,000 como promedio mensual; límite propuesto para el reglamento de la prevención y control de la contaminación de aguas.





UNAM

C. QUIMICAS

TESIS PROFESIONAL	COLIFORMES TOTALES (NMP 100/ML)	JULIO 1975
FCO. JAVIER GONZALEZ G.		FIGURA F-

5.- MODELO MATEMATICO

- - - - - - - - -

- - - - - -

—

5- Modelos Matemáticos.

5.1 Ecuación para la distribución de la concentración.

La distribución de la concentración de una sustancia estable está dada por la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} + K_1 C = \tag{5.1}$$

$$= \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + C_n$$

en la que la concentración es C, los componentes de la velocidad son u, v, w = f (x, y, z), el coeficiente de deterioro es K_1, los coeficientes de difusión turbulenta son K_x, K_y y K_z, y la cantidad de sustancia inyectada o removida del líquido es $C_n = C_n$ (x, y, z, t).

Los componentes de la velocidad se pueden determinar de las ecuaciones de Navier-Stokes.

Se considera que la difusión turbulenta en la dirección x e y (horizontal) es despreciable y que el coeficiente de difusión turbulenta en la dirección z (vertical) es constante. Por lo tanto, la Eq. (5.1) se convierte en:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} + K_1 + C = K \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + C_n$$

En forma de diferencia finita, esta Eq. (5.2) es:

$$Q^* C^*_{i,j,k} = (Q^* - Q_{i,j,k} - P_{i,j,k} - 2M - K_1 V)\, C_{i,j,k} +$$
$$+ Q_{i-1,j,k}\, C_{i-1,j,k} + P_{i,j-1,k}\, C_{i,j-1,k} +$$
$$M\,(C_{i,j,k+1} + C_{i,j,k-1}) + C_n V$$

en donde $Q^* = V/T$ y $M = KV/z_o^2$. El volumen, $V = x_o y_o z_o$, en donde x_o, y_o, y z_o son las dimensiones de la celda finita, y T es el intervalo de tiempo. Las cantidades P y Q, son las descargadas en las direcciones x e y, respectivamente.

Si el problema es constante, es decir, si la concentración no cambia con el tiempo, entonces la Eq. (5.3) se convierte en:

$$C_{i,j,k} = \frac{Q_{i-1,j,k}\, C_{i-1,j,k} + P_{i,j-1,k}\, C_{i,j-1,k}}{Q_{i,j,k} + P_{i,j,k} + 2M + K_1 V}$$

$$\frac{M\,(C_{i,j,k+1} + C_{i,j,k-1}) + C_n V}{Q_{i,j,k} + P_{i,j,k} + 2M + K_1 V} \qquad (5.4)$$

Si se desprecia la difusión vertical, entonces $K = 0$ y la Eq. (5.4) se convierte en:

$$C_{i,j} = \frac{Q_{i-1,j}\, C_{i-1,j} + P_{i,j-1}\, C_{i,j-1} + C_n V}{Q_{i,j} + P_{i,j} + K_1 V} \qquad (5.5)$$

en donde $V = D\, x_o\, y_o$ en la cual D es la profundidad.

Si P = 0, el problema es unidimensional y la Eq. (5.5) se convierte en:

$$C_i = \frac{Q\, C_{i-1} + C_n V}{Q + K_1 V} = \frac{C_{i-1}\,(x_o\, C_n / u_o)}{1 + (x_o\, K_1 / u_o)} \qquad (5.6)$$

en la cual u_o es la velocidad en la dirección x. El volumen de la celda es $V = B\ D\ x_o$ en donde B es el ancho.

5.2 - Distribución de un contaminante a lo largo de la orilla.

El análisis anterior se emplea para determinar la distribución de una sustancia no estable a lo largo de la orilla. En particular se hace un cálculo de flujo unidimensional y constante para determinar la concentración de coliforme total a lo largo de la orilla de Bahía de Banderas. Para esto, se emplea la Eq. (5.6) y se seleccionan los siguientes valores numéricos:

Concentración inicial, C_o = 0.0 NMP/100 ml.

Longitud de celda, x_o = 1,000 pm.

Ancho de celda, B = ancho de la zona de mezclado completo lateral.

$$B = m\ L_o \quad (m\ \ 0;\ L_o = \text{longitud de ola})$$

$$B = (1.0)\ \ (12.0) = 12.0\ m$$

Altura de la celda, D = profundidad de agua = 1.0 m

Velocidad de agua u_o = velocidad de la corriente en la orilla 0.05 m/seg.

Dirección del agua: en contra de las manecillas del reloj a lo largo de la orilla de la bahía.

Coeficiente de descomposición (base e), K_1 = 1.5 día $^{-1}$

Los aumentos en carga de coliforme total y las concentraciones calculados a distancias x medias desde 0.5 Km, al oeste del Hotel Garza Blanca, se presentan en la tabla siguiente:

x Km	Estación	Q_c, 100 ml/seg.	C_c, NMP/100 ml.	Q_c C_c, NMP/seg	C, NMP/100 ml.
1	D22	69	460	31,740	4
3	D23	52	2,400	124,800	18
5	D24	23,100	2,400	55'440,000	6,870
7	D25	2,550	15	38,250	3,790
8	D26	17,800	150	2'670,000	3,140
9	D27	26	240	6,240	2,330
10	D28	181	210	37,800	1,730
11	D29	420	21	8,820	1,290

Para obtener los valores del coeficiente de desoxigenación es utilizado el método de Thomas Moore por ser el más conveniente y más empleado.

Siendo $$\sum_{i=0}^{n} y_i = \sum_{i=0}^{n} L\,(1-e^{-k\tau_i}) = (n+1)L - L\sum_{i=0}^{n} e^{-k\tau_i} \qquad 5.1$$

$$\sum_{i=0}^{n}(t_i\, y_i) = \sum_{i=0}^{n} L t_i\,(1-e^{-k\tau_i}) = L\sum_{i=0}^{n} t_i - L\sum_{i=0}^{n}(t_i\, e^{-k\tau_i}) \qquad 5.2$$

donde

t = Tiempo en días

y = DBO en mg/l

L = DBO última

Para eliminar la L dividimos la ec. 5.1 entre 5.2

$$\frac{\sum_{i=0}^{n} y_i}{\sum_{i=0}^{n}(t_i\, y_i)} = \frac{n - \sum_{i=0}^{n} e^{-k\tau_i}}{\sum_{i=0}^{n} t_i - \sum_{i=0}^{n}(t_i\, e^{-k\tau_i})} \qquad 5.3$$

El valor de L_o es obtenido eliminando el término

t = 0; y = 0; de la ec. 5.2

$$\frac{\sum_{i=0}^{n} y_i}{L_o} = n - \sum_{i=0}^{n} e^{-kt_i} \qquad \text{.....(5.4)}$$

Por eje. para el caso de la D22 en los días 1,3,5, y7

t (t_i)	DBO (mg/l) (y_i)	($t_i\, y_i$)
1º día	8	8
3º día	32	96
5º día	36	180
7º día	36	252
	$\Sigma y_i = 112$	$\Sigma t_i\, y_i = 536$

$$\frac{\Sigma y_i}{\Sigma t_i\, y_i} = \frac{112}{536} = 0.208$$

Con 0.208 y la curva de $\frac{\Sigma y_i}{\Sigma t_i\, y_i}$ de la fig. 6 se obtiene K_1 ; para este caso $K_1 = 0.35$ y con este valor y la curva -- $\frac{\Sigma y_i}{L_o}$; se lee

$$\frac{\Sigma y_i}{L_o} = 2.75 \quad \text{despejando } L_o \text{ queda}$$

$$L_o = \frac{\Sigma y}{2.75}$$

Sustituyendo y

$$L = \frac{112}{2.75} = 41.5$$

Así son obtenidos todos los valores de K_1 y de L_o de la siguiente tabla (4).

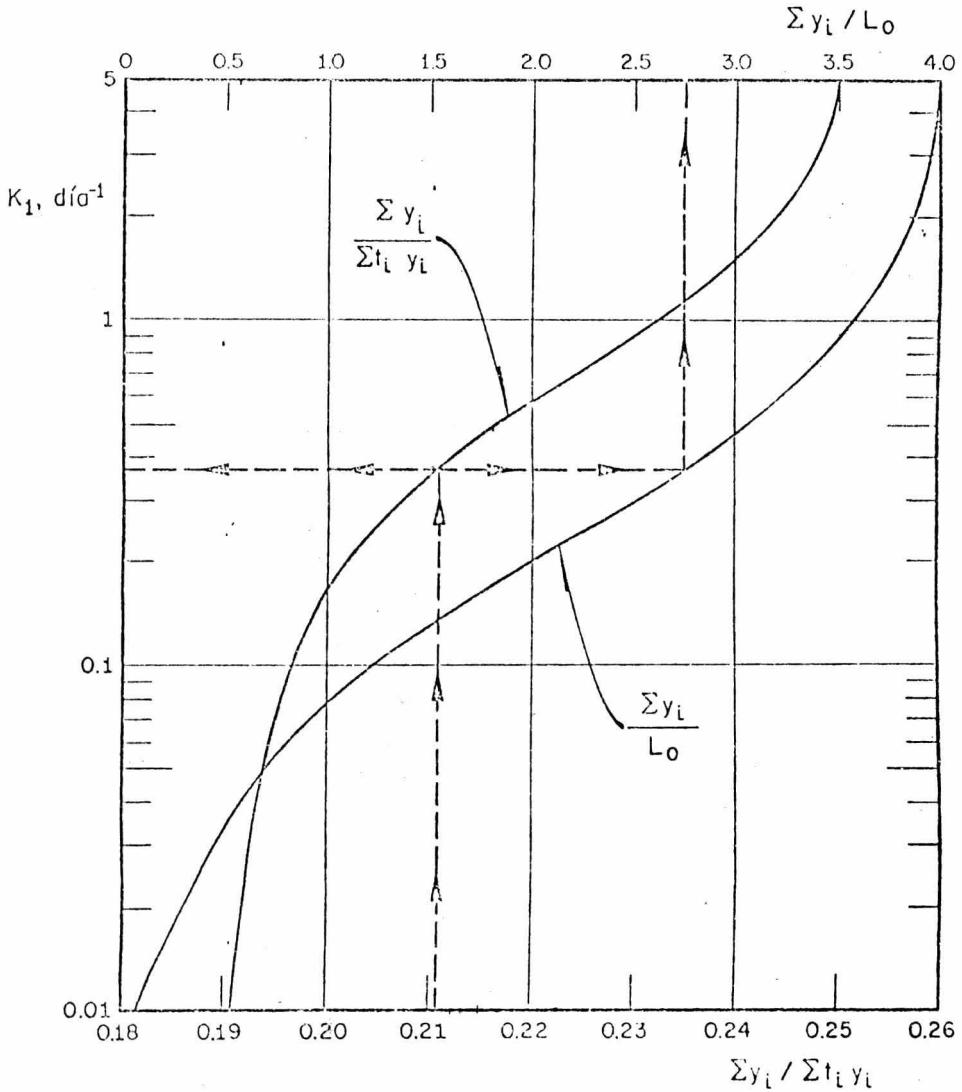


Fig [redacted] Valores del coeficiente de desoxigenación, K_1, y demanda bioquímica de oxígeno última, L_o, de series de pruebas de 1, 3, 5 y 7 días

Estación		DQO mg/l	DBO mg/l	K_1 $día^{-1}$	DBO_u
D22	Garza Blanca	264		0.35	41.5
	1 día		8		
	3 día		32		
	5 día		36		
	7 día		36		
D23	Camino Real	145		0.38	22.5
	1 día		7		
	3 día		16		
	5 día		18		
	7 día		22		
D24	Río Cuale	170		0.90	10.3
	1 día		6		
	3 día		8		
	5 día		11		
	7 día		11		
D25	Vena Sta. María	87		0.55	8.1
	1 día		4		
	3 día		6		
	5 día		8		
	7 día		8		
D26	Río Pitillal	48		0.16	16.7
	1 día		3		
	3 día		5		
	5 día		11		
	7 día		11		
D27	Posada Vallarta	375		0.26	23.0
	1 día		3		
	3 día		15		
	5 día		18		
	7 día		18		
D28	Dársena	1,954		0.63	121.2
	1 día		60		
	3 día		100		
	5 día		120		
	7 día		120		
D29	Río Ameca	48		0.55	8.1
	1 día		4		
	3 día		6		
	5 día		8		
	7 día		8		

6.- D I S C U S I O N

ooooooooo
ooo
o
o

6.- Discusión.

En el presente capítulo se hace una discusión de los resultados, en los distintos puntos de muestreo.

1.- En la temperatura es importante señalar que las variaciones presentadas durante el estudio se deben a las diferentes horas de muestreo y no significan en sí cambios estacionales o geográficos, es decir, el promedio de temperatura para cada estación aumenta a medida que avanza el tiempo en que se muestreó usualmente.

Las Temperaturas registradas se refieren a la superficie y dejan de tener importancia debido a que no descargan en la bahía aguas con temperaturas muy diferentes; durante el estudio la única descarga que excedió la temperatura normal de la bahía, fue la del Hotel Camino Real, con temperaturas de 32 a 38°C y un promedio de 34°C.

El pequeño aumento de las temperaturas del agua de los aportes de los hoteles no representan peligro ya que se encuentran dentro de los valores de excelente y aceptable en la clasificación del índice de calidad de aguas costeras para recreación con contacto - primario y explotación pesquera de especies de escama, las normas para este parámetro es la de la temperatura en condiciones normales ± 10% (11).

La elevación de la temperatura (Introducción de calor), causa contaminación, debida a que decrece el contenido de oxígeno e incrementa la demanda del mismo.

2.- La transparencia adquiere importancia únicamente en las estaciones cuya profundidad es mayor que su transparencia, en las tablas se puede observar que las lecturas con respecto a este parámetro no tienen gran variación en las estaciones de costa, las lecturas fluctúan entre 0.5 a 5.0 m. y en las estaciones de bahía de 1.5 a más de 7.0 m. Esto se puede explicar debido a las corrientes que existen en los puntos intermedios de la bahía.

3.- En las mediciones del pH no se observaron variaciones significativas entre las diferentes estaciones, estando entre los límites aceptables de la clasificación de las aguas costeras, de 6.5 a 8.5, los cuales, según Ellis (5) no son perjudiciales hasta la fecha, para la vida marina.

Este parámetro si no se controla, es altamente contaminante y perjudicial para la vida marina, debido a que regula el grado de disociación de muchas substancias, siendo los compuestos no disociados frecuentemente los más tóxicos que los de forma iónica, por lo que es altamente significativo, al disminuir la temperatura se incrementa el pH.

4.- El oxígeno disuelto estuvo generalmente en condiciones de subsaturación y saturación en las estaciones de costa y bahía, por lo cual este parámetro no es perjudicial para el sistema marino. En cambio en las descargas de aguas residuales hubo abatimientos hasta de un nivel de 0.0 mg/l excediendo por completo los límites de la clasificación de las aguas costeras que son de 4.0mg/l,

como límite mínimo; lo que requiere poner un alto lo más pronto posible, a este problema.

Existen dos factores muy importantes que pueden influir en los efectos de este páramo. Uno de ellos es la temperatura y el otro los sólidos disueltos; tanto la temperatura como los sólidos disueltos tienen la propiedad de disminuir la cantidad de OD en las aguas, pero hasta la fecha ni la temperatura, ni los sólidos lo afectan, ya que los cambios de temperatura se deben exclusivamente a los cambios climatológicos de la región, y por ende, al incremento de este parámetro o disminución del mismo (11).

5.- La demanda bioquímica de oxígeno siempre estuvo entre fluctuaciones aceptables de 0.293 a 0.983 mg/l; no sucediendo esto en las estaciones de descargas que presentan valores de 8.5 a 51.33 mg/l, que de seguir así terminará por afectar las aguas de la bahía.

6.- La demanda química de oxígeno presenta valores que fluctúan entre 225 a 1,050 mg/l en las estaciones de costa y bahía; en las aguas residuales se obtuvieron valores de 121 a 498 mg/l, los cuales son un poco altos, pero sin llegar a ser alarmantes hasta la fecha.

7.- Los sólidos sedimentables, únicamente son un poco altos en las descargas del Hotel Posada Vallarta, Hotel Camino Real y Dársena del Puerto, en las cuales hay variaciones de 1 a 2 mg/l.

8.- Los datos en grasas y aceites, son casi nulos para las

estaciones de playas y bahía, en cambio muy elevados para las descargas del Hotel Camino Real, Vena de Santa María y Dársena del - Puerto, cuyos valores están entre 132 a 5,962 mg/l.

9.- En los fosfatos y nitrógenos así como en sus derivados, no se presentaron variaciones durante el estudio. Las fluctuaciones que hay en estos parámetros están dentro de los valores obtenidos por Turekian en (1969), que son los fijados como límite en la clasificación de las aguas costeras (11).

10.- Las sustancias activas al azul de metileno (ABS), son un poco elevadas en las descargas de aguas residuales del Hotel Posada Vallarta, Río Cuale, Hotel Camino Real, Vena de Santa María y Río Pitillal; debido a que los pobladores acostumbran lavar diariamente en los ríos y arroyos, así como los hoteles tienen conectados los desechos de sus lavanderías a los emisores de aguas residuales.

11.- Los sólidos disueltos obtenidos en el Río Cuale y Vena de Santa María, son un poco elevados, debido a que las descargas de aguas residuales de la población de Puerto Vallarta y zonas aledañas se concentran en estas descargas, añadiendo a esto, que durante el estudio la época de lluvias se prolongó hasta enero, produciendo arrastre de rocas sedimentarias.

12.- Los resultados de bacterias coliformes totales en NMP (organismos/100 ml), únicamente son un poco altos en las estaciones de descarga como en la Vena de Santa María y Hotel Camino Real debido a que hay una gran afluencia de aguas residuales, provenientes

de la población de la zona norte de Puerto Vallarta y de población flotante de la zona sur (zona Hotelera).

En cuanto a las playas turísticas, los valores no exceden las normas máximas tolerables que es de 10,000/100ml.

En lo que respecta a coliformes fecales no se obtuvieron cifras significativas durante el estudio, para poder decir que hay contaminación.

/ ----------/

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

O

oooooooooooOoooooooooooo

O

oooooooOoooooooo

O

OOOOOOOO

O

O

O

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1.- Conclusiones.

La utilización de los nuevos equipos de muestreo y análisis ha incrementado notablemente la capacidad de adquirir - información sobre las condiciones prevalentes en la bahía en distintas circunstancias.

Las determinaciones de coliformes totales permiten afirmar que en las condiciones presentes, las aguas de la Bahía de Banderas satisfacen las normas sanitarias propuestas por la Dirección General de usos del agua y prevención de la contaminación con ocasionales excepciones en la zona donde ocurren descargas.

Las determinaciones de nutrientes en sus diversas formas pueden constituir un índice de las tendencias de cambio de la ecología de la bahía. Estos cambios, sin embargo, sólo podrán ser detectados con un nivel aceptable de confiabilidad al continuarse las determinaciones de nitrógeno y fosfatos cada uno en sus distintas formas.

Hay dos zonas dentro de la bahía donde pudo ser observado un deterioro de las cualidades estéticas de la bahía y fueron la zona de atraque de los yates y la Vena de Santa María. Otros aspectos estéticos de suma importancia, si bien difícil de expresar en términos cuantitativos, es la presencia de objetos flotantes tales como botellas, latas y basura arrojados por los numerosos grupos turísticos que usan la bahía con fines recreativos.

En conclusión a lo anterior se puede decir que en el presente no hay contaminación a lo largo de la bahía.

7.2.- Recomendaciones.

De acuerdo con los objetivos de preservación de la calidad de aguas de la bahía, establecidos por la Dirección General de usos del agua y Prevención de la Contaminación y de los resultados obtenidos durante el estudio, se proponen las siguientes recomendaciones:

1.- De ser posible, la continuación de una segunda Etapa del estudio de calidad físico-químico de las aguas similar al efectuado durante un año completo.

2.- Iniciación de un programa de educación al público, orientando especialmente a los siguientes segmentos de la población:

a) Usuarios de los club de yates, a quienes se deberá hacer conscientes de los malos efectos que en la calidad de las aguas de la bahía tiene el arrojar al agua sus excedentes de aceite y gasolina.

b) A los operadores de los botes turísticos, a quienes se les deberá convencer de que suspendan sus prácticas de arrojar sus desechos al mar.

c) Al público en general, para evitar que arrojen al mar latas, botellas, papeles, etc.

3.- Establecimiento y puesta en función de una política que

obligue a los grandes barcos de pasajeros a tirar todos sus desperdicios antes de entrar a la bahía y no dentro de ella.

4.- Muestreo continuo de las descargas no controladas de aguas domésticas que se han visto escurrir a la bahía.

5.- Como estudios posteriores y una vez que se tenga cubierto un año mínimo de estudios, analizar la necesidad de:

a) Un conducto sumergido que arroje las aguas dentro de la costa.

b) Una planta de tratamiento para un sistema de drenaje sanitario de toda la zona que descargará al conductor mencionado en (a).

8.- B I B L I O G R A F I A

8.-BIBLIOGRAFIA

1.- Brestchneider, C. L., "Revisions in Wave Forecasting, Deep. and Shallow Water" Proc. VI Conf. en Coastal-- Engineering (1958, p. 30).

2.- American Public Health Associatión
Standard methods for the examination of Water and Wastewater
New York (1960) 11 ed.

3.- Kogakusha C.
Chemistry for Sanitary Engineers
Mc. Graw Hill Book Company, 2ª ed.

4.- Moore E.W., H.A. Tomas, and W.B. Smow
"Simplified Method for Analysis of DBO Data"
Sewage and ind. Wastes (1950, p. 1343).

5.- Public Health Service Departament of Health Education Welfare. Water Quality Griteria, Prepared With Assistence from División of Water Suply and Pollution Control U.S. (1963).

6.- Ellis M.M. West Fall B.A. and Ellis M.D.
"Determination of Water Quality" Dep. of interior Res.
Report 9 (1946).

7.- Hand Book of the Martek Intruments, Co.
San Diego California (1974).

8.- Clair N. Sawyer, Perry L. Mc. Carty
Chemistry for Sanitary Engineers
Mc. Graw-Hill Book Company.

9.- Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York
Manual de tratamiento de aguas negras
Limusa-Wiley S.A. (1964).

10.- Paz Sándhez Arnulfo
Tratamiento de los residuos Líquidos domésticos e Ind.
Oficina Sanitaria Panamericana UANL.

11.- SRH Y SSA.
Reglamento para la prevención y control de la Contaminación de aguas
Publicado en el Diario Oficial del 29 de Mayo de 1973.