



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESTUDIO DEL ESTABLECIMIENTO, DESARROLLO
Y CONTROL DE UNA COMUNIDAD MARINA EPIFAUNAL
EN LA OBRA DE TOMA DE UNA
CENTRAL TERMoeLECTRICA EN ROSARITO, B.C.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
ALEJANDRA GARDUÑO MENDOZA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CIUDAD UNIVERSITARIA, 1990.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE TABLAS	iii
1. INTRODUCCION	1
1.1 <i>Objetivos</i>	7
1.2 <i>Alcances</i>	9
2. ANTECEDENTES	11
2.1 <i>Area de estudio</i>	14
2.2 <i>Clima</i>	15
2.3 <i>Fisiografía</i>	15
2.4 <i>Aspectos oceanográficos</i>	19
2.5 <i>Comunidad epifaunal</i>	25
3. METODOLOGIA	26
3.1 <i>Aspectos generales</i>	26
3.2 <i>Material y métodos</i>	28
3.3 <i>Bioensayos</i>	37
3.4 <i>Parámetros de respuesta biológica</i>	42

	Pág.
4. RESULTADOS	46
4.1 <i>Parámetros abióticos</i>	46
4.2 <i>Parámetros bióticos</i>	56
4.3 <i>Bioensayos</i>	89
4.3.1 Temperatura	89
4.3.2 Cloro	98
4.3.3 Efecto combinado o sinergismo (C1/T°)	106
5. DISCUSION	112
6. CONCLUSIONES	131
6.1 <i>Recomendaciones</i>	132
BIBLIOGRAFIA	134

INDICE DE FIGURAS

Pág.

No. Figura

1	Ciclo de operación de una C.T. con sistema de enfriamiento abierto.	3
2	Localización de la C.T. Rosarito y su área de influencia.	12
3	Area de estudio (batimetría y estaciones de muestreo).	17
4	Variación de la cota cero (hay depósito debiendo haber erosión).	18
5	Variación de la cota cero (hay erosión debiendo haber depósito).	18
6	Rosa de alturas de ola.	23
7	Rosa de periodos de ola.	23
8.	Evaluación de la actual zona de influencia térmica (C.T. Tijuana, junio-octubre 1988).	30
9	Variación estacional de la temperatura en la C.T. Tijuana.	49
10	Variación estacional de salinidad en la C.T. Tijuana.	51
11	Variación estacional de oxígeno disuelto en la C.T. Tijuana.	52
12	Variación de cloro libre residual en la C.T. Tijuana.	54
13	Variación de grasas y aceites en el área de la C.T. Tijuana.	55
14	Variación estacional de la transparencia en la C.T. Tijuana.	57

No. Figura

15	Densidad total en tubo de albañal en superficie externa.	61
16	Densidad de organismos incrustantes en placa de adocreto.	68
17	Densidad de organismos incrustantes en placa de adocreto.	69
18	Distribución de larvas de especies incrustantes en la toma.	74
19	Distribución de larvas de incrustantes en el área de la C.T. Rosarito.	79
20	Indices de Diversidad de especies incrustantes en la obra de toma.	82
21	Indices de Diversidad estacional de especies incrustantes.	84
22	Diagrama de enrejado de distancias faunísticas de organismos incrustantes.	85
23	Diagrama de enrejado de distancias faunísticas de organismos incrustantes.	87
24	Temperatura letal media para la especie <i>Mytilus californianus</i> .	91
25	Temperatura letal media para la especie <i>Mytilus edulis</i> .	92
26	Temperatura letal media para larvas de <i>Mytilus edulis</i> .	94
27	Temperatura letal media para organismos bentónicos del área de la C.T. Rosarito.	96
28	Concentración letal media (CL_{50}) para larvas de <i>Mytilus edulis</i> .	105
29	Temperatura y cloro letales para <i>Mytilus californianus</i> y larvas de <i>Mytilus edulis</i> .	110

INDICE DE TABLAS

No. Tabla			Pág.
I		Temperatura media mensual del agua medida con equipo autónomo.	20
II		C.T. Tijuana, referencias, cruzadas relativas y absolutas. Dirección vs. velocidad, crucetas de deriva. Profundidad: 2 mts.	21
III		Corrientes marinas dominantes fuera de la zona de influencia de la C.T. Tijuana.	24
IV		Métodos de colecta en campo y análisis de laboratorio utilizados para la determinación de parámetros fisicoquímicos.	31
V		Métodos de colecta y análisis de laboratorio utilizados para la determinación de comunidades biológicas.	34
VI		Metodología para bioensayos de protección al ambiente marino.	39
VII		Evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en la zona de estudio de la C.T. Tijuana, en Rosarito, B.C.	47
VIII		Especies incrustantes encontradas en un sustrato artificial (tubo de albañal) localizado en la obra de toma de la C.T. Rosarito durante las campañas de junio de 1988 y octubre de 1988. (Número de organismos totales encontrados en la superficie interna del tubo de albañal).	58
IX		Densidad de organismos presentes en tubo de albañal para las 2 campañas de muestreo. (Superficie externa).	62

No. Tabla

X	Densidad de especies incrustantes en un sustrato artificial (placa de adocreto) en la zona de toma de la C.T. Rosarito, durante las campañas de junio de 1988 y octubre de 1988.	65
XI	Densidad y Diversidad de organismos incrustantes en la obra de toma de la C.T. Rosarito, durante los meses de enero, mayo, junio, julio, agosto y octubre de 1988.	71
XII	Densidad relativa porcentual de organismos incrustantes en la obra de toma de la C.T. Rosarito, durante los meses de enero, mayo, junio, julio, agosto y octubre de 1988.	73
XIII	Abundancia de organismos/litro de especies incrustantes en la zona de estudio de la c.T. Rosarito en la muestra para zooplancton durante las campañas de junio y octubre de 1988.	76
XIV	Coefficientes de correlación lineal cruzada por parámetros para organismos incrustantes durante junio y octubre de 1988.	88
XV	Tolerancia a la temperatura y sobrevivencia (%) de organismos bentónicos para el área de la C.T. Rosarito, B.C.	95
XVI	Análisis de varianza por temperatura de bioensayo.	97
XVII	Tolerancia a cloro y sobrevivencia (%) de organismos bentónicos para el área de la C.T. Rosarito, B.C.	99
XVIII	Tolerancia al cloro y sobrevivencia (%) de organismos bentónicos para el área de la C.T. Rosarito, B.C.	101

XIX	Tolerancia a cloro y sobrevivencia (%) de organismos bentónicos para el área de la C.T. Rosarito, B.C.	103
XX	Tolerancia a la temperatura, cloro y sobrevivencia (%) de organismos bentónicos para el área de la C.T. Rosarito, B.C.	107

1. INTRODUCCION

El estudio de la colonización de sustratos artificiales tiene gran trascendencia en cuerpos de agua marina, especialmente cuando estos se involucran en actividades de desarrollo portuario, industrial o turístico.

En general un sustrato artificial puede ser cualquier estructura de origen humano, introducida en un cuerpo de agua con alguna finalidad específica, o bien puede tratarse de objetos acumulados como producto del vertido de desechos sólidos, siempre que éstos no sean tóxicos o biodegradables; se pueden citar: muelles, escolleras, embarcaciones hundidas, ductos submarinos, desperdicios metálicos y de madera, caucho o concreto, etc..

En este sentido y dentro de las actividades del desarrollo industrial, uno de los aspectos que más relevancia adquiere en la actualidad es el establecimiento de Centrales Termoeléctricas (C.T.) en las costas del país, debido a que para su funcionamiento requieren abastecerse de grandes volúmenes de agua que en este caso obtienen del mar a través de una estructura de toma; esta estructura constituida por un canal de llamada, un cárcamo de bombeo y mecanismos de protección contra la intrusión de materiales flotantes u organismos presentes en el agua de circulación, viene a ser un sustrato artificial óptimo para la colonización por parte de organismos sésiles de tipo incrustante, los cuales llegan inclusive a ocasionar con el tiempo problemas de taponamiento y obstrucción en el condensador de vapor del sistema de enfriamiento de algunas centrales (fig. 1).

Es por ésto que recientemente los estudios ambientales han enfatizado la revisión de los métodos de control para evitar bioincrustaciones en las obras de toma, realizando experimentos con réplicas y organismos presentes en las zonas aledañas a las Termoeléctricas que se encuentran actualmente en construcción, para determinar patrones de fijación y así poder establecer los tratamientos de control más adecuados en cada caso.

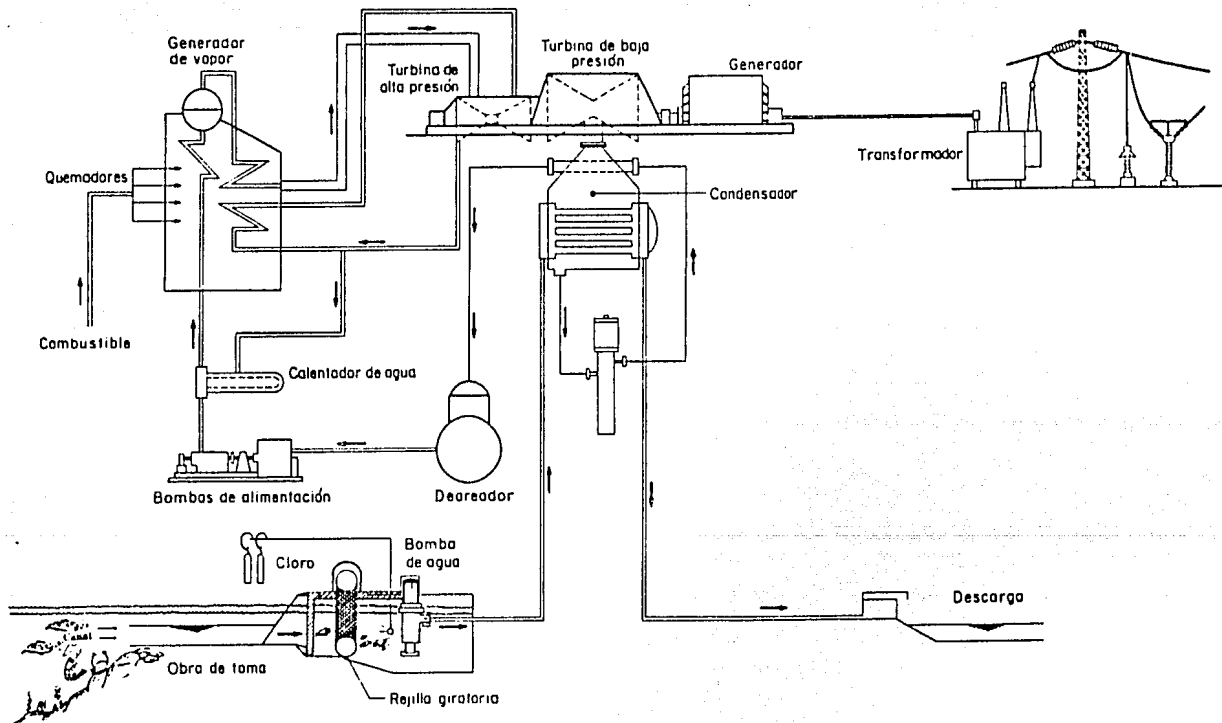


Fig 1. Ciclo de operación de una Central Termoeléctrica con sistema de enfriamiento abierto

Los métodos tradicionales de control se basan en la dosificación de cloro (hipoclorito de sodio) al agua de circulación en el cárcamo de bombeo y la aplicación de "choques térmicos" en el condensador del sistema de enfriamiento, alternando dichos métodos, o bien aplicando sólo uno de ellos, según las características de las bioincrustaciones presentes; sin embargo, muchas veces las dosificaciones de cloro aplicadas exceden las necesidades de control, mientras que los "choques térmicos" no se aplican con la periodicidad o tiempo de duración requeridos, lo que resulta en un control ineficaz de las incrustaciones, con una aportación excedente de cloro libre residual al ambiente.

Por otro lado, si bien el problema de incrustación de organismos en las estructuras de la obra de toma, representa un inconveniente en el funcionamiento de una C.T., la intrusión de organismos al sistema de enfriamiento y su paso a través del condensador representa un impacto a la biota, dado que con ésto se provoca la muerte o selección artificial de muchos organismos que se encuentran presentes en el agua de circulación, ya que por una parte dicha agua es sometida a tratamientos con cloro para eliminar a los organismos "incidentes", mientras que por otra, existen efectos físicos y mecánicos tales como cambios de presión y abrasión por temperatura en el condensador, provocando que mueran otros

organismos sobrevivientes al efecto químico del cloro.

Sin embargo, algunas larvas de organismos incrustantes logran sobrevivir y resisten los factores adversos a los que son sujetas encontrando habitats propicios para su desarrollo en oquedades o ranuras de las instalaciones, fijándose a ellas mediante filamentos bisales (mejillones) o sustancias adhesivas como la artropodina (balánidos) las cuales responden mediante quimiorreceptores a la selección de superficies porosas y rugosas (rugofilismo).

Asimismo, otros organismos no incrustantes logran sobrevivir a su paso por el sistema de enfriamiento, siendo regresados finalmente al mar junto con el agua de circulación, aunque muchas veces con severos daños estructurales.

Los organismos planctónicos, incluidas larvas de incrustantes, por su relativa inmovilidad y su carácter de "libres flotadores" son el grupo más vulnerable al acarreo y transporte dentro del condensador y sistema de enfriamiento; asimismo los peces pequeños y los invertebrados pasan generalmente a través de las mallas metálicas de protección de la toma, quedando sujetos también a múltiples daños, por lo que el impacto sobre la población de estos organismos estará en función de su composición, abundancia, densidad y

distribución en las aguas adyacentes o influenciadas por la toma, así como por las tasas de sobrevivencia durante el acarreo y sus estrategias reproductivas.

Por otro lado existe también un impacto térmico sobre las comunidades bióticas establecidas dentro de la zona de influencia de la descarga de las aguas de circulación, dado que éstas son vertidas con un incremento de temperatura, adquirido a su paso por el condensador, que puede variar entre 5 y 20°C sobre las aguas receptoras, dependiendo de la situación geográfica, ambiental y tecnológica de la propia C.T.; asimismo pueden presentarse alteraciones en las propiedades físico-químicas del agua en el cuerpo receptor, por efecto de temperatura y cloro residual, provocando disminuciones en la concentración de oxígeno disuelto, variaciones de pH y formación de compuestos aminoclorados, entre otros.

Es posible entonces considerar que una C.T. funciona desde el punto de vista ambiental como un depredador gigante "no selectivo", que no sólo reduce la abundancia de los organismos vulnerables al acarreo, sino que puede desbaratar la estructura de la comunidad establecida dentro de su área de influencia, tanto por la succión como por la descarga del agua de enfriamiento; sin embargo, el alcance del daño ambiental ha

logrado ser mitigado mediante acciones preventivas de ingeniería, implementadas durante la construcción y operación de las centrales, lo cual ha disminuido en gran medida o anulado prácticamente algunos de los efectos adversos más significativos sobre el ambiente marino.

En este sentido, el presente estudio estará encaminado a la evaluación de los factores bióticos y abióticos que contribuyen al conocimiento de la diversidad de especies, composición y estructura de las comunidades epifaunales marinas en la zona adyacente a la Central Termoeléctrica Rosarito II, en el Estado de Baja California, con el objeto principal de establecer los métodos de control pertinentes que eviten el crecimiento y desarrollo de organismos incrustantes en la obra de toma, de tal manera que dichos métodos provoquen con su aplicación el mínimo daño ambiental.

Este estudio forma parte de un trabajo más amplio encomendado por la Comisión Federal de Electricidad al Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. (Treviño et al., 1989).

1.1 *Objetivos*

El estudio de las comunidades epifaunísticas como organismos incrustantes en el sistema de enfriamiento de la C.T., es

el propósito general que incluye los siguientes objetivos:

1. Determinar las especies de organismos incrustantes en el área de ubicación de la C.T. Rosarito II en estadios larvarios y adultos.
2. Determinar las características físico-químicas que establecen sus habitats y condiciones de fijación.
3. Analizar las relaciones ecológicas básicas que determinan la fijación de organismos en la obra de toma.
4. Determinar la selectividad de fijación a sustratos, así como los factores que la determinan.
5. Evaluar el efecto producido por la toma y descarga del agua de enfriamiento de la C.T. sobre la comunidad bentónica epifaunal.
6. Determinar los métodos de control para evitar o disminuir la fijación de organismos incrustantes en la obra de toma.

1.2 Alcances

Para lograr una definición de las características bióticas y abióticas del ambiente marino, antes de sufrir alteraciones por la construcción y operación de la C.T. Rosarito II, se efectuaron mediciones en campo considerando una serie de parámetros físico-químicos y biológicos, tomando en cuenta la influencia de la Termoeléctrica Tijuana ya existente en el mismo sitio desde 1960, seleccionando como épocas de muestreo las coincidentes con los periodos de desove, fijación y maduración de organismos incrustantes, además de que estas épocas concuerdan también con cambios ambientales importantes en la región (surgencias).

Asimismo se realizó una recopilación bibliográfica acerca de la zona de estudio, entre dependencias locales y bancos de información nacional e internacional.

Con el objeto de conocer los patrones de arribazón y conductuales para organismos incrustantes, se instalaron sustratos artificiales en la obra de toma, manteniéndose en observación toda la duración del estudio; asimismo se realizaron bioensayos de sensibilidad a cloro, temperatura y sinergismo entre ambos, utilizando a las especies incrustantes dominantes a fin de establecer los métodos para

su control.

Con el propósito de establecer medidas de mitigación para evitar una interacción perjudicial entre el ecosistema marino y la C.T., se consideraron principalmente los siguientes aspectos:

- Efecto de succión a través de la toma de agua
- Ciclos de vida de las especies incrustantes
- Densidad y selectividad de incrustación
- Resistencia al efecto térmico y de cloración, evaluada mediante bioensayos estáticos de corto plazo.
- Efectos de la descarga del agua de enfriamiento (temperatura y cloro) conforme a los niveles permitidos por las normas ambientales de calidad del agua.

2. ANTECEDENTES

En el año de 1960 la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) instaló la Central Termoeléctrica Tijuana ubicada cerca de la población de Rosarito, en el Estado de Baja California; dichas instalaciones cuentan con cuatro unidades de generación eléctrica (3 x 75 MW y 1 x 83 MW) con un total de 309 MW, lo que ocasiona un gasto de agua para enfriamiento de $12.3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ahora bien, la energía que suministra ésta central hoy es insuficiente para cubrir la demanda de la región, por lo que C.F.E. construye dos nuevas unidades generadoras de 160 MW cada una, de tipo convencional (C.T. Rosarito II) las cuales se ubican anexas a la C.T. Tijuana (fig. 2).

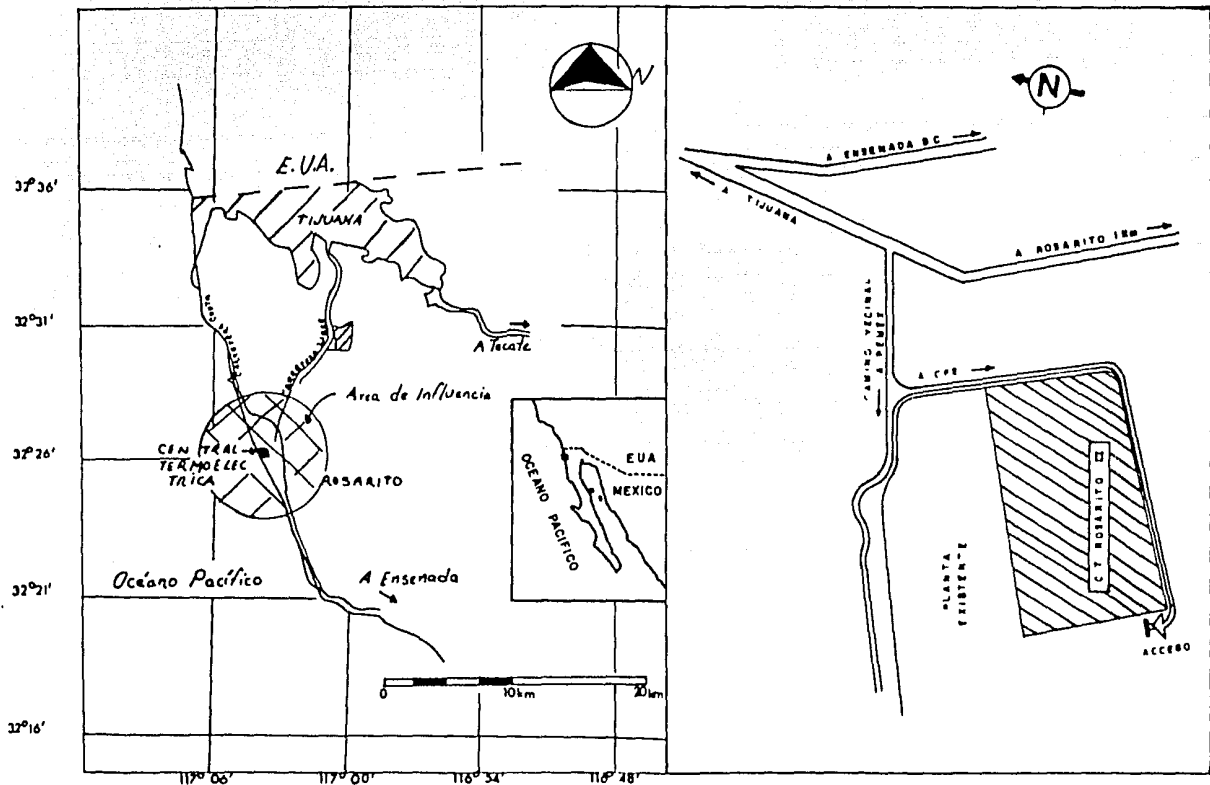


Fig. 2. Localización de la Central Termoeléctrica Rosarito y su área de influencia

La C.T. Rosarito II generará un total de 320 MW; utilizará agua de mar para su sistema de enfriamiento (ciclo abierto) con un gasto aproximado de $12.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y combustóleo para la generación de vapor; se considera que el proyecto entrará en operación comercial a partir del segundo semestre de 1990.

Así, con el propósito de establecer el efecto de la nueva C.T. sobre el ambiente marino, y de éste sobre las instalaciones de ella (obra de toma y sistema de enfriamiento) se solicitó la colaboración del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.

Los estudios realizados sobre la problemática originada por organismos incrustantes (epifauna) a nivel nacional, específicamente en centrales termoeléctricas, son muy escasos y datan de aproximadamente 12 años a la fecha; además dichos estudios no enfatizan directamente el análisis de la comunidad epifaunal en su conjunto, sino que se avocan a establecer tratamientos de control para los principales incrustantes, detallando principalmente los efectos de impacto ambiental por construcción y operación de éstas centrales. (Cobo et al., 1978, 1980; Treiño et al., 1980, 1985, 1987, 1989).

Sin embargo, otros estudios realizados en el país tienden a la investigación de organismos incrustantes por el tipo de sustrato al que se adhieren, con fines de determinar un

sustrato óptimo para evitar su asentamiento, o bien para lograr su colonización en áreas donde son poco abundantes, con fines de cultivo y repoblación (De Alba, 1972; Orellana, et al., 1983).

Por otro lado, la secuencia de colonización natural de sustratos limpios sumergidos en el medio marino, ha sido observada desde hace algunas décadas en varios puntos por diversos autores, considerando aspectos como: sucesión; efecto de bioincrustaciones en obras portuarias y marítimas; estabilidad, reclutamiento larvario y relaciones interespecíficas en la comunidad epifaunal; competencia por el sustrato y estrategias adaptativas (Coe y Allen, 1973; Graham y Gay, 1954; Aleem, 1957; Haderlie, 1968, 1972; Dean, 1977; Dean y Hurd, 1980; Sutherland, 1978; Keoug, 1983; Jackson, 1977; Seapy y Litter, 1979 y Rittschof, et al., 1984; entre otros).

2.1 *Area de estudio*

La Central Termoeléctrica Rosarito se localiza a una distancia de 2 km al norte de la población del mismo nombre y 18 km al sur de la Ciudad de Tijuana en el estado de Baja California Norte a una latitud de 32°22' N y 117°03' de longitud W (fig. 2).

2.2 *Clima*

El clima de la región es del tipo BSs Seco estepario con época de lluvias en invierno (Koeppen, 1948), con una isoterma anual de 15°C, una insolación media anual de 70% y una oscilación media anual de temperatura (diferencia entre las temperaturas medias del mes más caliente y del mes más frío del año) de 10°C (Mosiffo y García, 1973). La región presenta además una temperatura mínima extrema de 0°C y una temperatura máxima extrema de 40°C (Vivó y Gómez, 1946). La precipitación anual total es de 20 cm.

2.3 *Fisiografía*

La costa de la región se caracteriza por ser de tipo secundario con acantilados de poca altura y las playas son cortas, formadas principalmente de cantos rodados. Particularmente la zona de Rosarito corresponde a playa de arena (debido al alto nivel energético del oleaje) siendo su área de mayor a menor amplitud conforme a variaciones en la incidencia del oleaje y amplitudes de marea. El frente marino de la C.T. Rosarito II es una zona abierta en la que el efecto del oleaje, viento y clima son de gran importancia en la conformación fisiográfica local, siendo común observar dunas y vegetación esclerófila costera (matorrales). Treviño, et al.,

1989.

El lecho marino está formado por arena y presenta pendiente suave, por lo que su batimetría la constituyen curvas de nivel relativamente amplio sobretodo entre los 8 y 20 m de profundidad (fig. 3). Las estructuras rocosas son poco conspicuas por lo que la presencia de las escolleras del canal de llamada de la C.T. Tijuana resultan una modificación importante al entorno morfológico, teniendo además influencia directa en la dinámica y procesos litorales de la zona protegida, ya que provocan una inversión en los periodos de erosión-sedimentación motivando la necesidad de dragado casi continuo en la entrada del canal (figs. 4 y 5). Asimismo se observa que la configuración de las escolleras influye en el patrón de circulación litoral.

En invierno cuando se presentan los vientos dominantes del noroeste, motivan fuertes marejadas y grandes olas que rompen en la parte alta de la playa y efectúan un acarreo hacia el mar de material fino no consolidado, produciendo un fenómeno de denudación. La terraza de la playa que generalmente está cubierta por el mar y solo se observa en marea baja. Aunada a esta alta tasa de sedimentación por el fuerte oleaje se presenta además transporte de arena hacia el mar causado por el movimiento de corrientes de retorno. Estos procesos

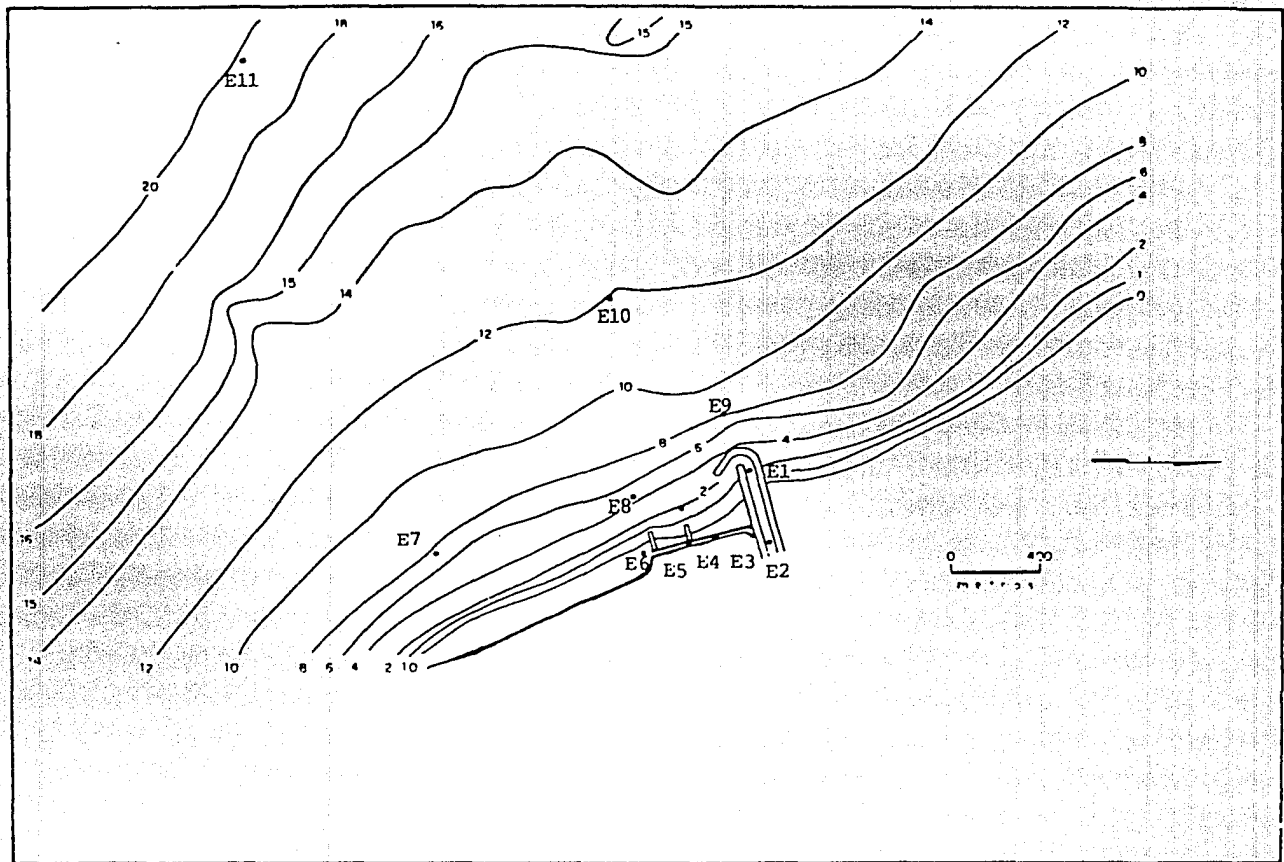


Fig 3. Area de estudio (batimetría y estaciones de muestreo).

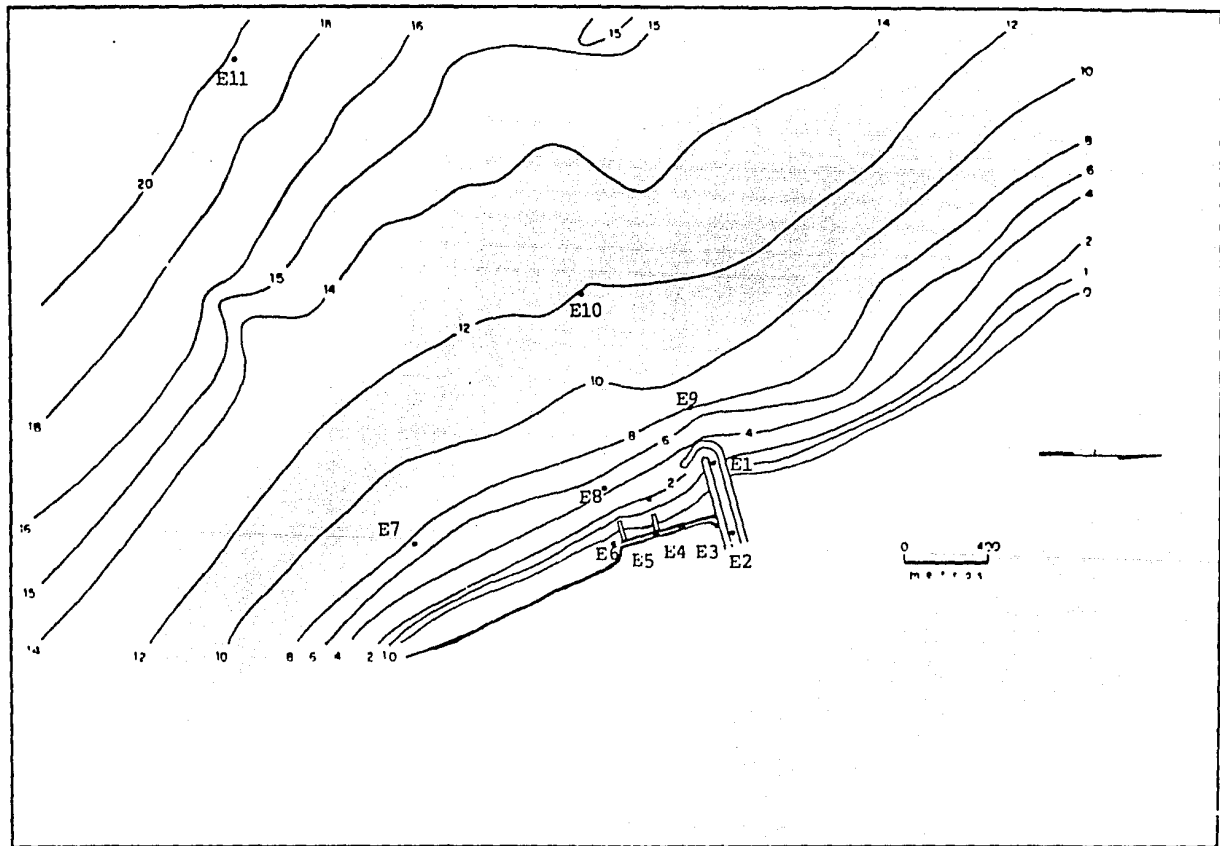


Fig 3. Area de estudio (batimetría y estaciones de muestreo).

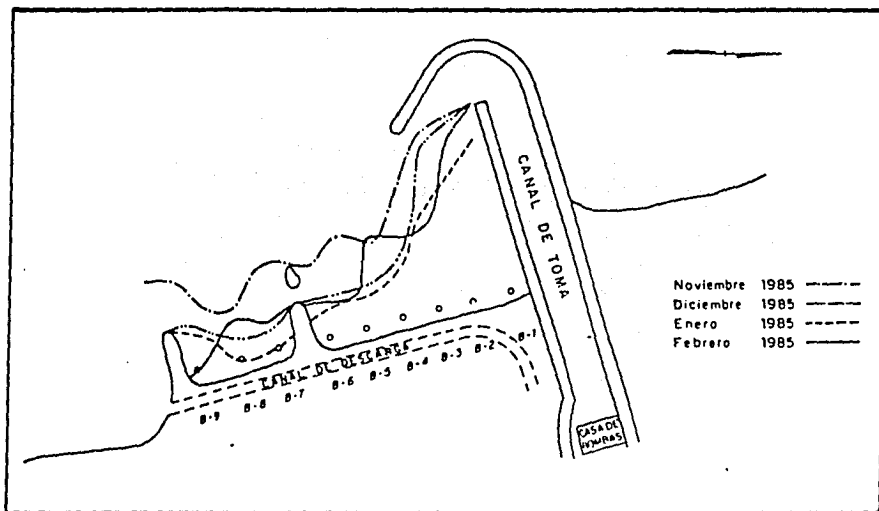


Fig 4. Variación de la cota cero (hay depósito debiendo haber erosión)

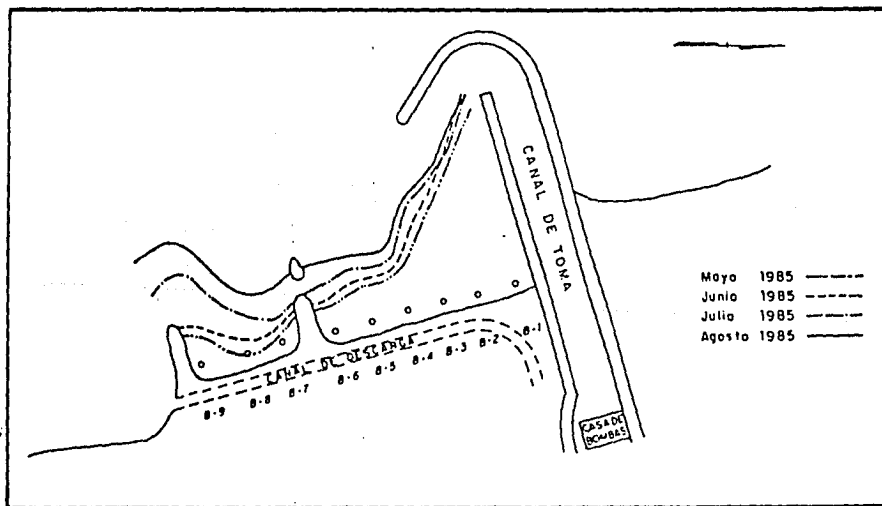


Fig 5. Variación de la cota cero (hay erosión debiendo haber depósito).

transportan arena y la depositan al perder su energía atrás de la zona de rompientes.

Durante el verano cuando las olas son pequeñas y de periodo largo, transportan arena hacia la parte alta de la playa y la depositan en esa zona, al retroceder la ola no tiene fuerza suficiente para llevarse el material y este se va acumulando extendiéndose la playa hacia el mar, fenómeno denominado como "decreción".

2.4 Aspectos oceanográficos

Con base en la información recabada para el frente marino por la C.F.E. se obtuvieron datos de temperatura del agua (equipo autónomo) y corrientes litorales (cruceetas de deriva) a 2 m de profundidad. (Tablas I y II).

Para la temperatura del agua se aprecia un rango de variación de 4.1°C entre la media mensual máxima (septiembre) y la mínima (abril), con un promedio anual de 14.5°C, correspondiente a aguas templadas. Tabla I.

La corriente marina dominante es en dirección S-SSE (46%) con velocidades entre 5 y 15 cm/s (61%), resultado de una probabilidad conjunta de 28%. La velocidad media de las

TABLA I. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL AGUA MEDIDA CON EQUIPO AUTONOMO.

M E S	Temperatura media del agua °C
FEBRERO, 1985	14.1
MARZO	12.8
ABRIL	12.3*
MAYO	13.8
JUNIO	13.3
JULIO	15.9
AGOSTO	15.6
SEPTIEMBRE	16.4**
OCTUBRE	16.1
NOVIEMBRE	15.4
DICIEMBRE	14.6
ENERO, 1986	14.2

* Temperatura media mensual mínima

** Temperatura media mensual máxima

Tomado de: (C.F.E., 1986)

TABLA II. C. T. TIJUANA. REFERENCIAS, CRUZADAS RELATIVAS Y ABSOLUTAS. DIRECCION VS. VELOCIDAD CRUCETAS DE DERIVA
 PROFUNDIDAD: 2 mts., 1985

DIREC.	VELOCIDAD cm/s										TOTAL ACUM.	
	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	TOTAL		
N	1 0.41	12 4.92	10 4.10	3 1.23	1 0.41						27 11.07%	27 11.07%
NNE	2 0.82	2 0.82	1 0.41								5 2.05%	32 13.12%
NE	2 0.82	9 3.69	2 0.82								13 5.33%	45 18.45%
ENE	7 2.87	2 0.82	1 0.41								10 4.10%	55 22.55%
E	3 1.23	5 2.05	1 0.41								9 3.69%	64 26.24%
ESE	1 0.41	5 2.05	1 0.41	1 0.41							8 3.28%	72 29.52%
SE	3 1.23	17 6.97	17 6.97	16 6.56	1 0.41	4 1.64		5 2.05			63 25.82%	135 55.34%
SSE	2 0.82	11 4.51	18 7.38	11 4.52	6 2.46			1 0.41	1 0.41		50 20.44%	185 75.83%
S	2 0.82	8 3.28	2 0.82	1 0.41							13 5.33%	198 81.16%
W		3 1.23									3 1.23%	201 82.39%
NW		3 1.23									3 1.23%	204 83.62%
NW	1 0.41		1 0.41								2 0.82%	206 84.43%
NW	3 1.23	9 3.69	9 3.69	4 1.64	4 1.64	5 2.05	2 0.82	1 0.41	1 0.41		38 15.57%	244 100%
TOTAL	27 11.07%	86 35.25%	63 25.82%	36 14.75%	12 4.92%	9 3.69%	2 0.82%	7 2.87%	2 0.82%			
TOTAL ACUM.	27 11.07%	113 46.32%	176 71.14%	212 86.89%	224 91.81%	233 95.50%	235 96.32%	242 99.19%	244 100%			

corrientes es de 10.8 cm/s.

El oleaje predominante corresponde a las direcciones: SW, W y NW, con 50.23%, 39.2% y 3.7% de probabilidad de ocurrencia respectivamente con alturas desde 1.03 a 1.82 m y periodos de 13 a 16 segundos (figs. 6 y 7).

Aparentemente en cuanto a las corrientes litorales, la configuración general de la obra de toma provoca un patrón de corrientes con sentido de desplazamiento independiente de la propagación del oleaje, siendo este hacia el norte, o sea, al interior de la zona protegida y que en la zona frente al morro de la escollera norte convergen corrientes del norte y del sur originando corrientes levóginas. Tablas II y III.

Se ha observado que estos parámetros del oleaje junto con la configuración de la obra de toma, tienen un efecto directo en la dinámica y procesos morfológicos de la costa, ya que de acuerdo con la variación normal de la línea de costa (Cota 0-0) se concluye que la playa sufre erosión de octubre a abril y depósito de mayo a septiembre; sin embargo, del análisis de perfiles playeros levantados por el Instituto de Ingeniería (Peña, y Ramírez, 1987) se encontró que durante la época que se considera de depósito, hay erosión cuando existe un cambio en la incidencia del oleaje y las alturas de ola aumentan; y

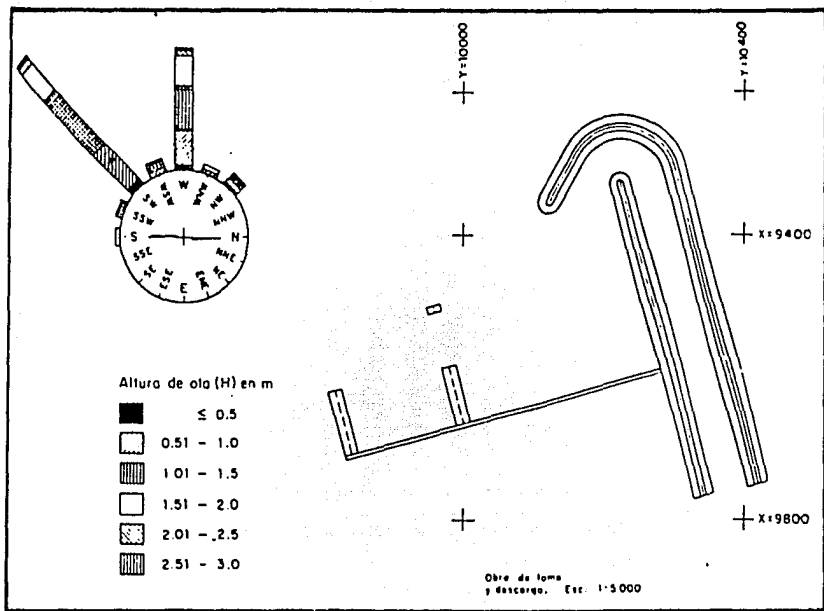


Fig 6. Rosa de alturas de ola

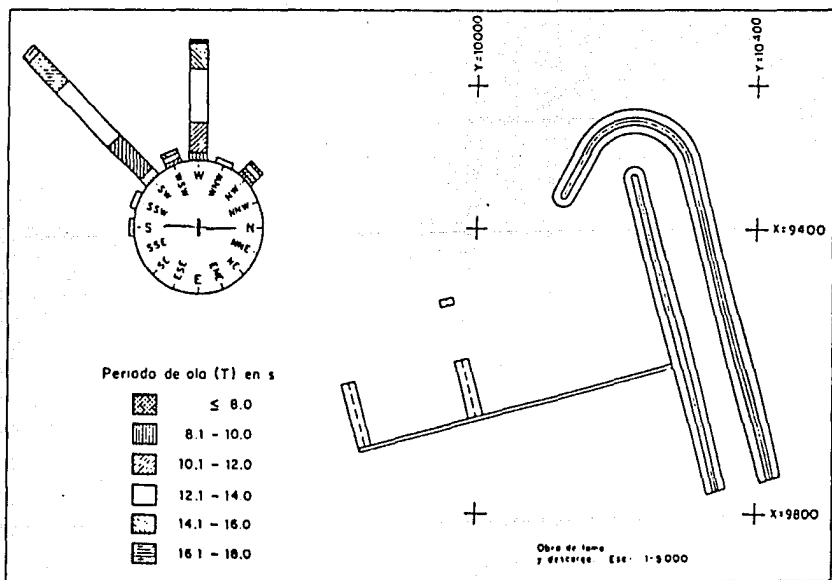


Fig 7. Rosa de periodos de ola

TABLA III. CORRIENTES MARINAS DOMINANTES FUERA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA C.T. TIJUANA.

Mes	Dirección	Velocidad cm/s						Probabilidad (%)
		5.00	5.00 10.00	15.00 20.00	20.00 25.00	25.00 35.00	35.00 40.00	
ENERO	N		4.12	3.09	2.06			9.28
	NNE			1.03				1.03
	SE	1.03	10.31	11.34	1.03	2.06	2.06	37.11
	SSE	2.06	2.06	7.22	2.06			27.71
	NNW		3.09	2.06	1.03			11.34
MAYO	N		4.65	2.33				6.98
	NE	4.65	2.33	4.65				11.63
	SE		2.33	2.33				4.65
	SSE		2.33	2.33				4.65
	NNW	2.33	6.98	2.33	6.98	9.30	2.33	37.20
OCTUBRE	N		8.00	10.0	2.0			20.0
	NNE		2.00					2.0
	SE		4.0	4.0	2.0	4.0	10.0	26.0
	SSE		8.0	6.0	6.0	6.0		26.0
	NNW		6.0	2.0				8.0
NOVIEMBRE	N	3.23	3.23		1.61			8.06
	NE		11.29					11.29
	SE	1.61	6.45	8.06	8.06	1.61		25.81
	SSE		9.67	6.45	1.61	3.23	3.23	27.42
	NNW	1.61	6.45	1.61		1.61		11.29

FUENTE: C.F.E., 1986.

para la época de erosión hay depósitos, cuando la altura de ola disminuye, aunque no haya cambio en la dirección de incidencia. (Figs. 4 y 5).

2.5 Comunidad epifaunal

En el área de estudio la epifauna está caracterizada principalmente por bivalvos como *Mytilus edulis* y *M. californianus*, los cuales forman asentamientos generalmente gregarios y requieren de condiciones particulares hacia el sustrato (Bayne, 1975). El grupo de los balanidos, también se encuentra ampliamente representado, ya que se han reportado aproximadamente 11 especies como probables de encontrar (Meinkoth, 1981), por ejemplo; *Megabalanus californicus*, *Tetraclita rubescens*, *Pollicipes polimerus*, *Chthamalus fissus*, *Balanus nubilis*, *Balanus balanoides*, etc..

Asimismo, como componentes de la epifauna se puede encontrar organismos tales como briozoarios, anfipodos, poliquetos (Chia, 1977), ascidias, hidrozoarios (Dean, 1977 y De Alba, 1972) y algunos otros organismos que forman parte de dicha comunidad sin ser necesariamente de tipo sésil (James, 1980).

3. METODOLOGIA

3.1 Aspectos generales

El trabajo realizado en campo se concretó a la obtención de muestras para caracterizar, mediante su análisis, las condiciones fisicoquímicas y biológicas de la zona de estudio, paralelamente se efectuaron inicialmente manipulaciones de organismos para llevar a cabo los estudios de bioensayo y posteriormente con el objeto de establecer las interacciones del elemento biológico con respecto a la Central Termoeléctrica.

Se llevaron a cabo dos campañas de muestreo, una en el mes de junio de 1988 y otra en el mes de octubre del mismo año,

correspondiendo la primera al periodo de liberación de gametas y fijación de los organismos de interés principal (*Mytilus edulis* y *M. californianus*) y la segunda a la época ó periodo de maduración gonádica de dichos organismos.

El muestreo se realizó en 7 estaciones fijas. El criterio para la ubicación de las estaciones se basó en la intención de establecer posibles diferencias entre una zona con influencia y una zona sin influencia por la descarga de agua para enfriamiento de la C.T.; las muestras se tomaron a profundidad media y superficial.

Los experimentos de laboratorio (Bioensayos) se realizaron bajo condiciones controladas con los organismos incrustantes de mayor incidencia en la zona de estudio, evaluando con estos el efecto letal de la descarga térmica y la concentración de cloro letal para establecer las dosificaciones adecuadas de cada uno para mitigar el efecto de estos organismos por su asentamiento sobre el sistema de enfriamiento de la C.T.

Los parámetros que se consideraron convenientes a determinar fueron:

ABIOTICOS: Profundidad, temperatura, conductividad, transparencia, potencial hidrógeno, oxígeno disuelto,

demanda química de O_2 , demanda química de Cl_2 , cloro libre residual, sólidos sedimentables, grasas y aceites así como coliformes totales y fecales.

BIOTICOS: Abundancia, densidad, densidad relativa, índice de diversidad, reclutamiento y resistencia al incremento de temperatura y concentración de cloro.

La evaluación de estos parámetros se realizó con el fin de caracterizar y visualizar el estado ambiental del área de estudio en función de las condiciones fisicoquímicas y biológicas prevalecientes.

3.2 Material y métodos

La ubicación de las estaciones de muestreo se llevó a cabo por el método de triangulación por Azimut con dos referencias en tierra, utilizando un compás de mano desde una lancha de 3.5 m de eslora y motor fuera de borda de 48 HP, la cual fue utilizada durante el resto de los muestreos.

La selección de las estaciones de muestreo para parámetros fisicoquímicos se estableció mediante una red de monitoreo constituida por 9 estaciones de muestreo (mismas que incluyen las 7 estaciones para parámetros biológicos) (fig. 3) en las

cuales se tomaron los parámetros fisicoquímicos estableciéndose el radio de influencia y la dirección de la pluma térmica generada por la descarga del agua de enfriamiento de la C.T. para ambos periodos, tratando de distinguir entre una zona de influencia y una de no influencia (fig. 8). Las posibles diferencias entre una zona y otra fueron analizadas mediante los parámetros de control antes obtenidos.

Los métodos utilizados para la evaluación fisicoquímica son estándar, siendo de uso común para este tipo de estudios. Tabla IV. (Standard Methods, 1985).

Para la obtención de los parámetros biológicos se realizaron colectas en las 7 estaciones de muestreo (junio y octubre) a profundidad media y superficial, así como toma de muestras en la E2 (exclusiva para incrustantes) a diferente hora del día y mensualmente.

Los muestreos para larvas de organismos incrustantes se llevaron a cabo utilizando una red tipo Clark-Bumpus con luz de malla de 250 μm , diámetro de boca de 12.7 cm y una longitud total de 61 cm.

La abundancia larval se analizó tomando muestras de

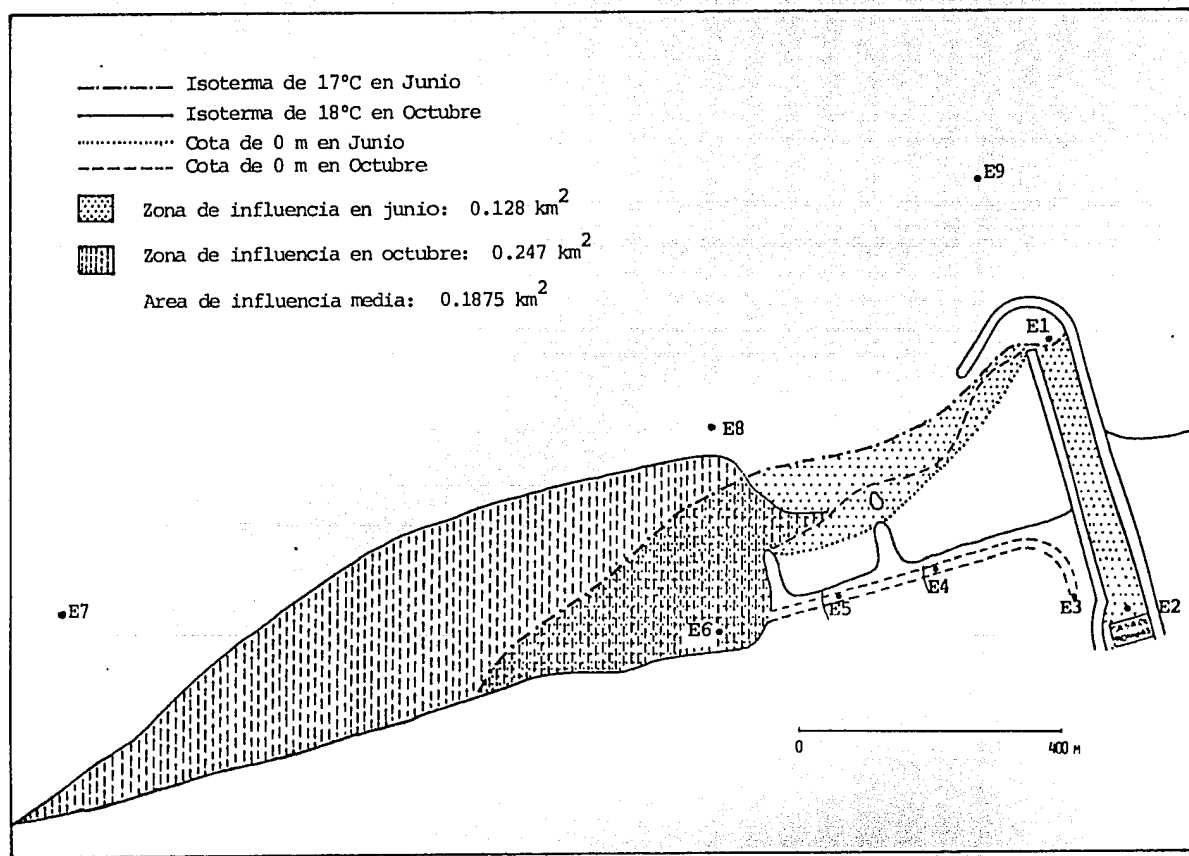


Figura 8. Evaluación de la actual zona de influencia térmica (C.T. Tijuana, junio-octubre 1988).

TABLA IV. METODOS DE COLECTA EN CAMPO Y ANALISIS DE LABORATORIO UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	METODO DE MEDICION Y/O COLECTA DE MUESTRA Y SUBMUESTRA	METODO DE ANALISIS EN LABORATORIO Y/O GABINETE	UNIDADES	OBSERVACIONES O COMENTARIOS
Profundidad	Medición con sondeaza de plomo y cable marcado cada 10 cm.	Se corroboró ubicación y profundidad del punto de muestreo.	(m)	Se determinó la profundidad al fondo del punto de muestreo.
Temperatura	Medición por método directo, con termistor Beckman mod. 504, calibrado con termómetro Taylor de -10 a 50°C.	Se corroboró con información local reportada para la misma época de muestreo.	(°C)	Medición superficial
Conductividad	Medición por método directo, con conductímetro-salinómetro Beckman, mod. 504, calibrado a una resistencia de 50 mohms.	Se corroboró con información local	mohms/cm ²	Medición superficial
Salinidad	Medición por método directo, con conductímetro-salinómetro Beckman mod. 504.	Se corroboró con información local	(gr/l) (*/**)	Medición superficial
Transparencia	Medición por método directo, con disco de Secchi.	Se corroboró con información local	(m) (%)	Hasta la profundidad de visibilidad del disco.
Potencial Hidrógeno	Colecta de muestra con botella Van Dorn; submuestra en botella opaca de plástico (500 ml).	Se determinó utilizando un Potenciómetro Beckman calibrado con soluciones Buffer de pH 4, 6 y 9. Se corroboró	(unid.)	Colecta superficial
Oxígeno Disuelto	Medición por método directo, con oxímetro YSI mod. 514, calibrado por método yodométrico a temperatura y presión local; colecta de submuestra con botella Van Dorn.	Se corroboró con información local	(mg/l)	Colecta superficial
Demanda Química de O ₂	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella DBO de vidrio (350 ml).	Se utilizó el método No. 508 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Demanda Química Cl ₂	Colecta con botella Van Dorn, submuestra en botella de vidrio opaco (1 lt).	Se utilizó el método No. 409 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial

TABLA IV. C O N T I N U A C I O N

PARAMETRO	METODO DE MEDICION Y/O COLECTA DE MUESTRA Y SUBMUESTRA	METODO DE ANALISIS EN LABORATORIO Y/O GABINETE	UNIDADES	OBSERVACIONES O COMENTARIOS
Cloro libre residual	Colecta con botella Van Dorn, submuestra en botella de vidrio opaco (1 lt.)	Se utilizó el método No. 408 de AWWA, APWA y WPFC (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Sólidos sedimentables	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella de plástico opaco (1 lt.)	Se utilizó el método No. 209 de AWWA, APWA y WPFC (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Coliformes totales y fecales ^a	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella de plástico opaco (1 lt.)	Se utilizó el método No. 908 de AWWA, APWA y WPFC (16 ed.)	(NMP/100 ml)	Colecta superficial

^a A pesar de ser un parámetro biológico, se considera dentro de parámetros fisicoquímicos.

zooplancton en áreas contiguas al cárcamo de bombeo (Estación 2) mediante el uso de una red de plancton # 10.

Se efectuaron arrastres circulares en todas las estaciones; en la E1, E2 y E5 se realizó manualmente a profundidad superficial y en el resto de las estaciones se llevaron a cabo a profundidad media y superficial, utilizando la embarcación descrita, a velocidad mínima y durante 5 minutos. Tabla V.

Paralelamente se colocaron sustratos artificiales en el cárcamo del canal de llamada de la Central Termoeléctrica, para establecer el reclutamiento y el grado de fijación de los organismos incrustantes; los materiales seleccionados como sustrato artificial fueron tubos de albañal (cemento + arena) de 1 m de longitud y 20 cm de diámetro en ambas aberturas del tubo y placas de adocreto de 28 x 28 cm con un área disponible en ambas caras de 784 cm².

Para determinar la colonización de los organismos incrustantes, los sustratos artificiales se depositaron en enero y la primera revisión se realizó en junio (tubo de albañal) colocándose posteriormente en el mismo sitio para establecer la sucesión de dichos organismos; la última revisión se llevó a cabo en octubre.

TABLA V. METODOS DE COLECTA Y ANALISIS DE LABORATORIO UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE COMUNIDADES BIOLOGICAS.

COMUNIDAD BIOLOGICA	METODO DE COLECTA EN CAMPO	METODO DE ANALISIS EN LABORATORIO	PARAMETROS BIOLOGICOS	
Organismos incrustantes (epifauna)	Red Clark-Bumpus Malla No. 10, 250 Tiempo de arrastre: 5 min Circular superficial y a media agua. Preservación: formol al 4% en frascos de 500 ml. Otro material: Tubo de albañal, placas de adocreto (para obtener el crecimiento de los organismos y su asentamiento sobre los sustratos artificial	Determinación: microscopio optico "American Optical", microscopio estereoscopico "Karl-Zeiss". Cuarteador Folsom para conteo de organismos (revisión de toda la muestra). Conteos en cajas de Petri con cuadrícula. Determinación taxonómica: mediante claves especializadas.	Lista de especies Abundancia relativa Densidad Indice de diversidad	Cálculos: Densidad: org/l de agua de mar = $\frac{\text{org/ml de concentrado}}{\text{factor de concentrado}} \times 1000$ Diversidad: Indice de Shannon-Weaver = $H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log 2 P_i)$ siendo: $P_i = \frac{n_i}{N}$ Abundancia relativa = No. de especies por estación $P_i = \frac{n_i}{N}$

Paralelamente se realizó un análisis en la parte externa del tubo de albañal mediante cuadrantes de área de 5 cm^2 y 10 cm^2 al azar para los dos muestreos (junio y octubre de 1988). Cabe mencionar que las observaciones y determinaciones se llevaron a cabo en un mismo tubo (no se cambió el sustrato) con el fin de establecer la relación sucesional de dichas bioincrustaciones en la zona de estudio.

El otro tipo de sustrato artificial (placa de adocreto) se mantuvo sumergido durante dos periodos (enero a junio de 1988 y junio a octubre de 1988), en este caso sí se reemplazó el sustrato en cada periodo de observación.

El criterio que se siguió para el análisis de las placas de adocreto (sustrato artificial), fue determinar las especies que se fijaron en ambas caras de la placa (parte lisa y parte rugosa) a fin de confirmar la selectividad de las superficies de fijación.

Las muestras obtenidas de la obra de toma (E2), de las otras estaciones y de los sustratos artificiales se colocaron en frascos de vidrio de 250 ml y de 500 ml, la preservación de estos organismos fue con base a la adición de formol al 4%.

Los frascos se etiquetaron con los siguientes datos: fecha de

muestreo, estación de colecta, hora de colecta, profundidad de muestreo y localidad. Posteriormente se trasladaron las muestras empaquetadas al laboratorio 1 del Instituto de Ingeniería de la UNAM para su determinación y análisis.

El análisis de laboratorio consistió en la revisión de las muestras en su totalidad con el fin de separar los organismos incrustantes del resto de el zooplancton, para llevar a cabo esto fue necesario dividir las muestras en submuestras mediante un fraccionador folsom de dos vías para obtener dos alicuotas homogéneas para utilizar una de ellas en la determinación taxonómica y la otra para determinar densidades (con cada muestra se procedió igual). Los conteos se realizaron en cajas de Petri con escala cuadrículada, las observaciones y determinaciones se efectuaron con los siguientes microscopios. Óptico, American Optical (Objetivos 20X y 40X) y estereoscópicos, Carl-Zeiss (ocular 20X, objetivos 1.5X y 2.5X) y Wild Heerburg, Zwitterland (ocular 10X, objetivos 6X, 12X, 25X y 50X).

Para el análisis de los organismos obtenidos a partir de los sustratos artificiales se utilizaron cajas de Petri grandes para realizar disecciones y así poder determinar las especies que componían las muestras.

Estas se cuantificaron como número de organismos por área muestreada o por cuadrante.

3.3 Bioensayos

Las características de la prueba de bioensayo elegida de acuerdo con las necesidades del estudio son las siguientes:

1. Prueba de toxicidad
2. Duración. Corto plazo
3. De tipo Estático
4. Propósito. Control de organismos incrustantes
5. Se determina. LC_{50} y LC_A
6. Organismo prueba. *Mytilus edulis* (larvas y adulto) y *M. californianus* (adulto).
7. Variables experimentales. Temperatura y Cloro.

- LARVAS DE *Mytilus edulis*

Se tomaron cerca de 30 organismos adultos del canal de toma, se limpiaron y se estimularon con temperatura (28°C aproximadamente) para obtener la liberación de los gametos. Al término de 15 minutos se concentraron los óvulos empleando una malla de 54 μ m de luz. Se colocaron en un recipiente de 8 l de capacidad y se dejaron reposar por 50 minutos, al término

de este tiempo se agregó agua hasta obtener un volumen aproximado de 5 l., se les añadió las gametas masculinas liberadas de los especímenes machos y se esperó por espacio de 3 horas. Se observaron al microscopio los óvulos ya fecundados y en división celular. Al cabo de 24 horas se repartieron en recipientes de 8 l de capacidad y se aclimataron a 14, 18 y 21°C respectivamente, con baños de agua por espacio de 7 días, durante este periodo se alimentaron con 50 ml de un cultivo de *Isocrisis* sp. que presentaba una concentración de 2×10^6 cél/litro. Se alimentaban dos veces por día y se monitoreaba el crecimiento, forma y número diariamente. Tabla VI.

Los bioensayos con temperatura se realizaron empleando matraces de 1 l de capacidad, colocando aproximadamente 1000 larvas en cada matraz. Estos se colocaron en baños de agua para mantener las temperaturas de bioensayo. Tabla VI.

Para los bioensayos con cloro se colocaron 1000 larvas en cada matrás aproximadamente, para mantener la concentración de cloro se agregaba el 20% de la concentración inicial cada 30 minutos de acuerdo a la gráfica de cloro. Monitoreando la concentración de cloro al término del bioensayo. Los bioensayos sinérgicos se realizaron de manera similar a lo anterior. Para todos los bioensayos se hizo un conteo al

TABLA VI. METODOLOGIAS PARA BIOENSAYOS DE PROTECCION AL AMBIENTE MARINO

	O R G A N I S M O S
FACTORES FISICOS	<i>Mytilus edulis</i> (Bentos)
Temperatura de aclimatación	18 °C
Tiempo de aclimatación	168 horas
Alimento	<i>Isocrisis</i> sp. <i>Tetraselmis suecica</i>
Número de organismos por bioensayo	10/20 l
Temperatura de bioensayo	25 °C, 31 °C, 36 °C y 41 °C
Concentraciones de cloro para bioensayo	(0.5), (1.0), (2.0) y (5.0) ppm agregándose cada 3 horas
Oxígeno	(0.5), (1.0), (2.0) y (5.0) ppm, agregándose cada 3 horas
pH	(0.5), (1.0), (2.0) y (5.0) ppm, agregándose cada 3 horas
SINERGISMO	
Temperatura de aclimatación	18 °C
Temperatura de bioensayo	26 °C y 29 °C
Concentraciones de cloro de bioensayo	(0.1), (0.5), (2.0), (5.0) ppm

microscopio de 0.1 ml de muestra y por triplicado para cada tiempo de registro, extrapolarlo esta cantidad al volumen de agua contenido en cada matraz.

El criterio de mortalidad fue la suspensión de actividad total de las larvas.

Adultos *Mytilus edulis*, *Mytilus californianus*

Cloro:

Se emplearon 15 organismos por pecera, teniendo un total de 135 organismos por cada bioensayo (con 15 org del blanco ó testigo). Para optimizar el trabajo se pesó y se midió el 30% de la población total de organismos empleados en los bioensayos de cloro por cada especie (123 org). Para mantener la concentración del cloro dentro de un rango de concentración razonable para cada experimento se realizó una prueba previa a los bioensayos. Dicha prueba tuvo la finalidad de construir una gráfica del decaimiento del cloro con respecto al tiempo; y consistió en agregar una concentración de cloro conocida a muestras de agua de mar y dejarlas reposar 3 horas, monitoreándose la concentración de cloro cada 30 minutos. Las muestras se mantuvieron a 18°C, sin agitación y por duplicado. A los datos obtenidos se les sometió a una regresión

exponencial obteniéndose una curva cuya ecuación fue

$$C_f = C_o \cdot e^{-Kt}$$

donde

C_f = concentración final de cloro al tiempo t en %

C_o = concentración de cloro inicial, ó tiempo t_o

t = tiempo de exposición en minutos.

Con base en ésta curva se determinó agregar el 20% de la concentración inicial cada 30 minutos que es cuando la concentración de cloro decae al 80% aproximadamente, simultáneamente la concentración de cloro en cada pecera se midió para cada tiempo de registro.

El alimento que se les suministró fue *Isocrisis sp.*

Temperatura:

La aclimatación de los organismos se realizó en el laboratorio durante 7 días. La temperatura de aclimatación se mantuvo empleando hielo en bolsas de plástico, durante la fase de aclimatación los mejillones se alimentaron con *Isocrisis sp.* y *Tetraselmis suecica.*

En cada uno de los bioensayos realizados se emplearon diez organismos por experimento. Las temperaturas de ensayo se mantuvieron mediante calentadores eléctricos y se emplearon bombas de aereación para mantener la concentración de oxígeno a saturación.

3.4 *Parámetros de respuesta biológica*

Los cálculos aplicados a la comunidad biológica son los siguientes:

- DENSIDAD:

$$\text{org./l de agua de mar} = \frac{\text{org/ml de concentrado}}{\text{factor de concentrado}} \times 1000$$

- ANALISIS DE LA DIVERSIDAD

El Índice de diversidad aplicado fue el propuesto por Sahnnon-Weaver (1968) ya que de acuerdo con lo propuesto por Pielou las muestras obtenidas se ajustan a su clasificación de colecciones tipo B, las cuales comprenden colecciones grandes, ilimitadas en espacios e individuos, en las que una muestra tomada al azar puede delimitarse con un número de especies conocido, por tanto, se puede decir que el índice de diversidad de Shannon-Weaver está basado en un principio de

incertidumbre, empleado en la teoría de la información y que conforme a esto, una diversidad alta está asociada a una incertidumbre alta.

$$\text{Índice de Shannon-Weaver} = H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\log_2 P_i)$$

donde:

H = contenido de información de la muestra (bit/individuo)

ρ = índice de diversidad

s = número de especies

P_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i .

Un bit es la resolución de una alternativa equiprobable y el contenido de la información es una medida de la magnitud de la incertidumbre de modo que esta última aumenta conforme lo hace el valor de la diversidad.

- Densidad relativa: Número de organismos presentes de una especie entre el número total de organismos de todas las especies.

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

donde:

n_i = número de organismos de la especie i

N = número total de organismos de todas las i especies.

- INDICES

La utilización de múltiples herramientas para la interpretación de la relación entre los diversos parámetros, químicos y biológicos que caracterizan una comunidad nos permiten visualizar de una manera general qué tanto dependen unos de los otros.

El índice de afinidad ha sido empleado como un elemento en la interpretación de las comunidades, así mismo, permite evaluar qué tan semejantes son los componentes específicos de las muestras ó estaciones de un sistema. El índice empleado en este análisis fue el de Czechanowski (1913) (in Antoli, F.V., García-Cubas, 1985). Dicho índice se maneja en función de porcentajes resultantes de la fórmula aplicada, para lo cual se establece una escala de significancia y mediante ésta se propone qué tan afines son los elementos que se están analizando, y con estos resultados se construye un diagrama de afinidad ó de enrejado.

$$A = 100 \frac{2 Nc}{N_a + N_b}$$

donde:

N_a = número de especies en la estación a

N_b = número de especies en la estación b

N_c = número de especies comunes entre a y b.

Otro de los índices de análisis empleado fue el de Pearson, aplicando los coeficientes de correlación resultantes a una relación cruzada por parámetros (valores obtenidos de parámetros bióticos y abióticos). Con el objeto de inferir la relación existente entre los componentes biológicos y los fisicoquímicos del área de estudio.

$$r = \frac{\sum (X - \bar{x}) (Y - \bar{y})}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}}$$

donde:

$(X - \bar{x})$ = x, desviación de la variable X;

$(Y - \bar{y})$ = y, desviación de la variable Y;

xy = producto de las desviaciones;

$\sum xy$ = suma de productos;

$\sum x^2$ = suma de los cuadrados de las desviaciones de X;

$\sum y^2$ = suma de los cuadrados de las desviaciones de Y.

4. RESULTADOS

4.1 *Parámetros abióticos*

Temperatura:

Los valores de temperatura determinados para la zona de estudio se observan en la Tabla VII donde se muestra una relativa homogeneidad de su distribución entre las estaciones de muestreo E1, E7, E8, E9, E10 y E11, mientras que para la estación E5 se aprecian incrementos de temperatura debido al paso a través del condensador, delimitándose así, las zonas de influencia y no influencia térmica de la descarga del agua para enfriamiento; en este sentido se observa que el valor máximo de temperatura para el mes de junio fue de 27.3°C

TABLA VII. EVALUACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO DE LA C.T. TIJUANA, EN ROSARITO, B.C.

ESTACIONES DE MUESTREO

PARAMETRO	ZONA DE INFLUENCIA				**		
	E1	E5	E7	E8	E9	E10	E11
TEMPERATURA °C	16.9 16.5	27.3 30.3	15.5 17.0	14.5 17.0	14.5 16.5	14.2 17.0	14.2 17.0
SALINIDAD ‰	32.6 35.7	34.3 36.4	33.5 33.0	34.2 35.0	33.5 35.5	33.0 35.7	32.0 35.7
TRANSPARENCIA m	4.0 4.2	1.5 1.5	5.3 6.0	4.2 6.0	4.3 6.0	4.3 6.0	8.3 4.3
OXIGENO DIS. mg/l	11.2 6.9	- 6.2	10.4 7.5	12.0 7.3	13.0 7.4	11.5 7.4	14.0 7.9
COLOR LIBRE R. mg/l	0.35 0.24	0.32 0.20	0.32 0.16	0.35 0.04	0.32 0.20	0.32 0.20	0.32 0.28
GRASAS Y ACEITE mg/l	2.0 15.0	- -	5.0 22.0	4.0 16.0	4.6 17.0	12.0 34.0	3.6 21.6
SOLIDOS SEDIM. mg/l	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0
COLIFOR. TOT. y FEC. NMP/100	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0

<--- JUNIO
<--- OCTUBRE

** ZONA DE NO INFLUENCIA

registrado en la E5 y el valor mínimo de 14.2°C en la E10 y E11; para el mes de octubre el valor máximo fue de 30.3°C en la E5 y el mínimo de 16.5°C en las estaciones E1 y E9 (fig. 9).

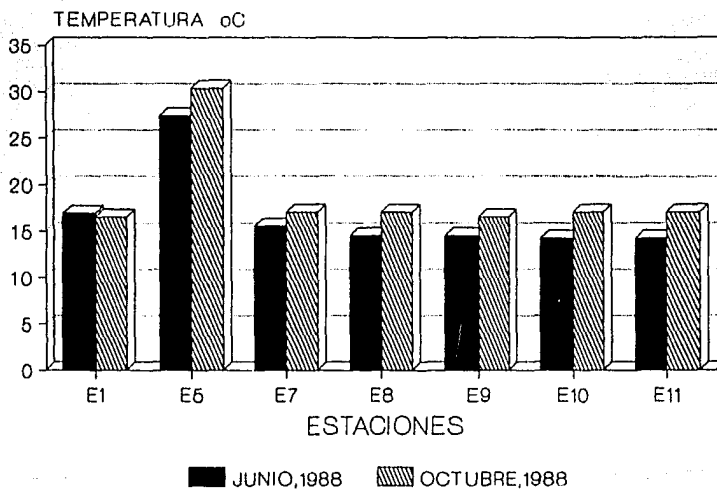
Se observa asimismo que la zona con influencia presenta una temperatura media de 18.5°C para junio y de 20.2°C para octubre, en tanto que para la zona de no influencia se observó para junio una temperatura media de 14.3°C y para octubre de 16.8°C.

Salinidad:

Los estudios de CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations), reportan una salinidad media anual de 35.55‰ con fluctuaciones entre 34.0 y 35.5‰ en otoño y primavera respectivamente, para la zona de transición de la corriente de California.

Este parámetro tiende a ser muy estable dado que el factor de evaporación menos precipitación es pequeño y no hay aporte considerable de agua dulce (Gómez-Valdez, 1982), sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo (ver Tabla VII) y fig. 10, muestran que el valor máximo de salinidad para el mes de junio es de 34.3‰ en la E5 y el mínimo de 32.6‰ en la

Fig. 9 VARIACION ESTACIONAL DE
TEMPERATURA EN LA C.T. TIJUANA



El; para octubre el valor máximo es de 36.4‰ para la E5 y el mínimo de 33.0‰ en la E7 (fig. 10).

La zona de influencia presenta una salinidad promedio de 33.6‰, mientras que para la zona de no influencia es de 33.1‰ para junio.

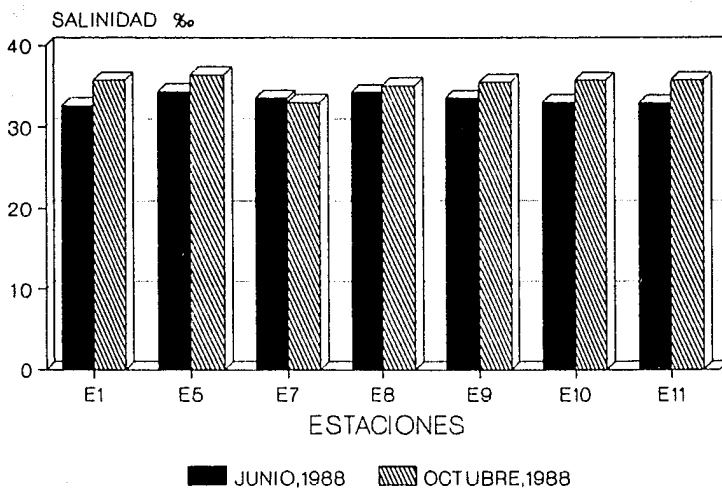
El valor promedio para las condiciones de octubre en la zona de influencia fue 35.0‰ y para la zona de no influencia de 35.6‰.

Oxígeno Disuelto:

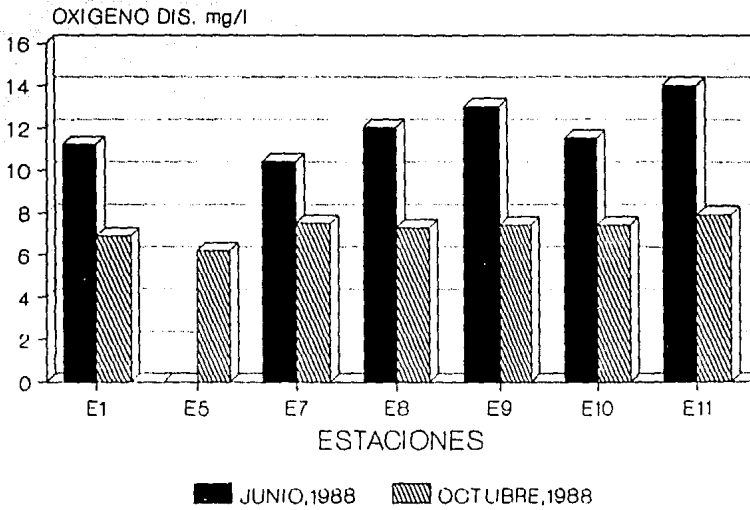
Respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto evaluadas para el área de Rosarito (ver Tabla VII) y fig. 11, se observa que el valor máximo para el mes de junio es de 14.0 mg/l (E11) y el mínimo de 10.4 mg/l (E7). Para octubre el valor máximo registrado es 7.9 mg/l (E11) y el mínimo 6.2 mg/l (E5).

En la zona de influencia se presenta un valor promedio de 11.2 mg/l para junio y de 6.9 mg/l para octubre. El valor promedio para la zona de no influencia corresponde a 12.8 mg/l para junio y de 7.5 mg/l para octubre (fig. 11).

Fig.10 VARIACION ESTACIONAL DE SALINIDAD EN LA C.T. TIJUANA



**Fig.11 VARIACION ESTACIONAL DE
OXIGENO DIS. EN LA C.T. TIJUANA**



Cloro libre residual:

Al comparar las evaluaciones realizadas durante este trabajo se determina que la concentración de cloro libre residual máxima para el mes de junio fue de 0.35 mg/l en la E1 y E8 y la mínima de 0.32 mg/l en el resto de las estaciones. La concentración máxima para el mes de octubre fue de 0.28 mg/l en la E11 y la mínima de 0.04 mg/l en la E8 (fig. 12).

El valor promedio para la zona de influencia es de 0.33 mg/l para junio y de 0.16 mg/l para octubre. Para la zona de no influencia el valor promedio fue de 0.32 mg/l (junio) y 0.22 mg/l (octubre).

Grasas y aceites:

Las mediciones efectuadas durante este trabajo muestran valores máximos de 12.0 mg/l para junio y de 34.0 mg/l para octubre en la estación E10, Tabla VII (fig. 13).

Los valores promedio corresponden a 3.6 mg/l para junio y 17.6 mg/l para octubre en la zona de influencia, asimismo, para la zona de no influencia se obtienen valores de 6.7 mg/l para junio y 24 mg/l para octubre.

Fig.12 VARIACION DE CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA C.T. TIJUANA

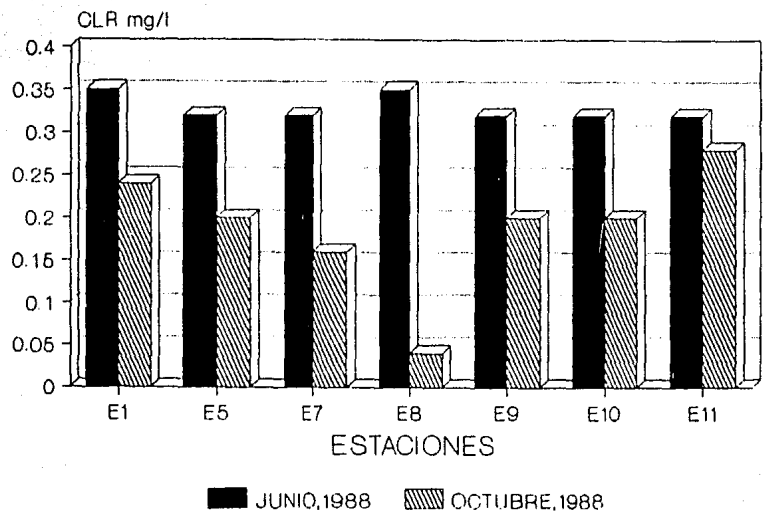
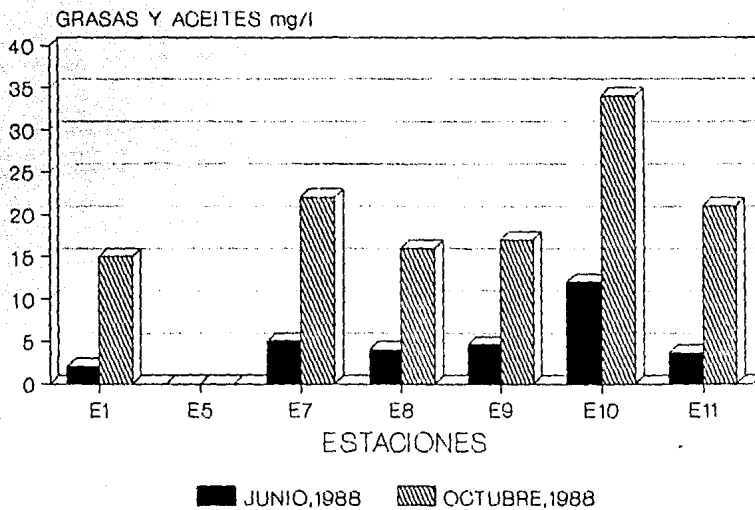


Fig. 13 VARIACION DE GRASAS Y ACEITES EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA



Transparencia:

Aunque este parámetro está en función de la profundidad de la columna de agua, el aporte de material terrígeno y de la productividad orgánica de las aguas, se observa que la transparencia del agua de la zona es buena con porcentajes mayores al 50% de visibilidad en la mayoría de las estaciones. Tabla VII, fig. 14.

4.2 Parámetros bióticos

Presencia en tubo de albañal (superficie interna)

La colonización comenzó a los 30 días aproximadamente en ambas partes del tubo (tanto la parte externa como la interna); dicha colonización se inició con una película de algas tales como *Ralfsia pacifica* y *Enteromorpha sp.*

La riqueza específica alcanzó un máximo de 21 especies para el mes de junio (Tabla VIII), las cuales corresponden a los siguientes grupos: Cirripedia: 3 sp., Amphipoda: 3 sp.; Molusca: 4 sp.; Polichaeta: 6 sp.; Porifera: 2 sp. y Briozoa: 3 sp.

La composición específica para el mes de octubre alcanzó a su

Fig. 14 VARIACION ESTACIONAL DE LA
TRANSPARENCIA EN LA C.T. TIJUANA

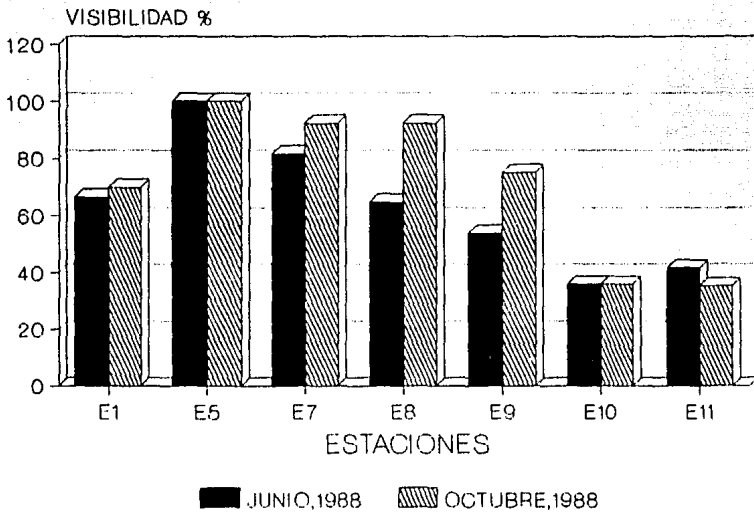


TABLA VIII. ESPECIES INCRUSTANTES ENCONTRADAS EN UN SUSTRATO ARTIFICIAL (TUBO DE ALBARAL) LOCALIZADO EN LA OBRA DE TOMA DE LA C.T. ROSARITO DURANTE LAS CAMPAÑAS DE JUNIO DE 1988 Y OCTUBRE DE 1988. (NUMERO DE ORGANISMOS TOTALES ENCONTRADOS EN LA SUPERFICIE INTERNA DEL TUBO DE ALBARAL).

CAMPAÑA JUNIO DE 1988	DENSIDAD # DE ORG. Totales Sup. Interna	CAMPAÑA OCTUBRE DE 1988	DENSIDAD # DE ORG. Totales Sup. Interna
E S P E C I E S		E S P E C I E S	
CRUSTACEA CIRRIPIEDIA		CRUSTACEA CIRRIPIEDIA	
<i>Balanus amphitrite</i>	2		
<i>Balanus improvisus</i>	1		
<i>Balanus nubilis</i>	1	BRAQUIURO	
		<i>Cancer oregonensis</i>	1
AMPHIPODA		AMPHIPODA	
FAM. CAPRELLIDAE		FAM. CAPRELLIDAE	
<i>Caprella laeviuscula</i>	5	<i>Caprella laeviuscula</i>	5
		<i>Caprella linearis</i>	4
FAM. GAMARIDAE			
<i>Jassa sp.</i>	2		
<i>Aphitoe sp.</i>	1		
MOLUSCOS		MOLUSCOS	
BIVALVIA		BIVALVIA	
<i>Mytilus californianus</i>	3	<i>Mytilus edulis</i>	6
<i>Mytilus edulis</i>	5	<i>Tivela sp.</i>	1
<i>Leptopecten latiauratus</i>	1		
<i>Alia carinata</i>	1		
ANNELIDA		ANNELIDA	
POLICHAETA		POLICHAETA	
FAM. NEREIDAE		FAM. NEREIDAE	
<i>Nereis sp.</i>		<i>Nereis sp.</i>	
FAM. PECTINARIIDAE			
<i>Aphictene sp.</i>	4		
FAM. SABELLARIIDAE			
<i>Phagmatopoma sp.</i>	1		
FAM. SABELLIDAE			
<i>Sabella sp.</i>	9		

TABLA VIII. C O N T I N U A C I O N

CAMPANA JUNIO DE 1988	DENSIDAD # DE ORG. Totales Sup. Interna	CAMPANA OCTUBRE DE 1988	DENSIDAD # DE ORG. Totales Sup. Interna
ESPECIES		ESPECIES	
FAM. SERPULIDAE			
<i>Spirorbis spirillum</i>	4		
<i>Spirabranchnus sp.</i>	1		
PORIFERA		PORIFERA	
<i>Halichondria sp.</i>	1	<i>Ophlitaspongia sp.</i>	1
<i>Ophlitaspongia sp.</i>	4		
BRIOZOA			
<i>Bugula pacifica</i>	6		
<i>Bugula neritina</i>	1		
<i>Fredericella sp.</i>	1		
		NEMATODA	
		C. APHASMIDA	
		SP ₁	1
		CNIDARIA	
		HYDROZOA	
		<i>Obelia longissima</i>	1
		UROCHORDATA	
		ASCIDIACEA	
		<i>Polyclinum planum</i>	4
		PLATELMINTOS	
		POLYCLADIDA	
		<i>Notoplana acticola</i>	1
		ARTHROPODA	
		PICNOGONIDA	
		<i>Tanystylum orbiculare</i>	2

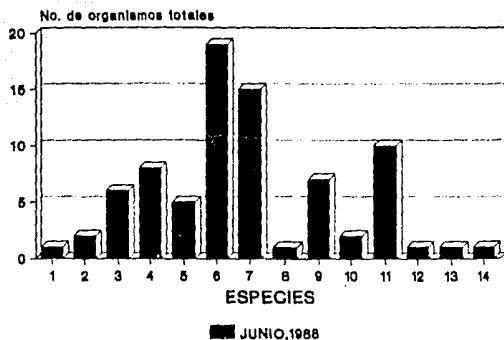
vez un máximo de 12 especies las cuales correspondieron a:
 Crustácea Braquiura: 1 sp.; Amphipoda: 2 sp.; Molusca: 2 sp.;
 Polichaeta: 1 sp.; Porifera: 1 sp.; Nematoda: 1 sp.; Hidrozoa:
 1 sp.; Ascidiacea: 1 sp.; Polycladida: 1 sp. y Picnogonida: 1
 sp.

Densidad en tubo de albañal (superficie externa)

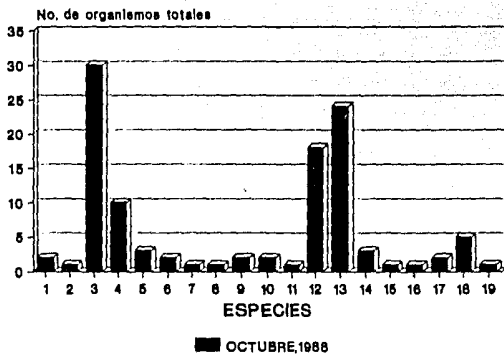
Las especies con mayor densidad para la revisión de junio en el tubo de albañal fueron *Phragmatopoma sp.*, *Amphictene sp.* (Poliquetos) y clase Aphasmda sp₁ (Nemátodos); las especies con la menor densidad fueron las que se encontraron con 1 organismo. Fig. 15 y Tabla VIII.

Asimismo para el mes de octubre las especies con mayor densidad fueron *Caprella laeviuscula* (Anfipodo), clase Aphasmda sp₁ (Nemátodos) y *Nereis sp.* (Poliquetos); las especies con menor densidad al igual que en el muestreo de junio fueron aquellas que presentaron solo un organismo. Fig. 15 y Tabla IX.

Fig.15 DENSIDAD TOTAL EN TUBO DE ALBAÑAL
EN SUPERFICIE EXTERNA



- 1.- *Balanus rubilis*
- 2.- FAM. GAHARTIDAE
- 3.- *Amplicte* sp
- 4.- *Jassa* sp
- 5.- *Caprella laeviscula*
- 6.- *Amplicte* sp
- 7.- *Phragmatopoma* sp
- 8.- *Spirorbanchus* sp
- 9.- *Sabella* sp
- 10.- *Nereis* sp
- 11.- CLASE APHASMIDA
- 12.- *Faedecrella* sp
- 13.- *Phoxichelidium* sp
- 14.- *Halichondria* sp



- 1.- *Megabalanus californicus*
- 2.- *Balanus amphitrite*
- 3.- *Caprella laeviscula*
- 4.- *Caprella linearis*
- 5.- *Mytilus californicus*
- 6.- *Mytilus edulis*
- 7.- *Aplysia californica*
- 8.- *Mytilus carinata*
- 9.- *Lottia gigantea*
- 10.- *Spirorbis* sp
- 11.- *Sabella* sp
- 12.- *Nereis* sp
- 13.- CLASE APHASMIDA sp1
- 14.- *Cryptosula* sp
- 15.- *Ophitasporgia* sp
- 16.- *Polymastia* sp
- 17.- *Leucilla* sp
- 18.- *Polialinum planum*
- 19.- *Notoplana acicula*

TABLA IX. DENSIDAD DE ORGANISMOS PRESENTES EN TUBO DE ALBARAL PARA LAS 2 CAMPANAS DE MUESTREO. (Superficie Externa).

CAMPANA JUNIO DE 1988 E S P E C I E S	# de Organismos	CAMPANA OCTUBRE DE 1988 E S P E C I E S	# de Organismos
CRUSTACEA		CRUSTACEA	
<u>CIRRIPIEDIA</u>		<u>CIRRIPIEDIA</u>	
<i>Balanus nubilis</i>	1	<i>Megabalanus californicus</i>	2
		<i>Balanus amphitrite</i>	1
<u>AMPHIPODA</u>		<u>AMPHIPODA</u>	
FAM. GRAMARIDAE			
<i>Amphitoe sp.</i>	2		
<i>Jassa sp.</i>	6		
FAM. CAPRELLIDAE		FAM. CAPRELLIDAE	
<i>Caprella laeviuscula</i>	5	<i>Caprella laeviuscula</i>	30
		<i>Caprella linearis</i>	10
MOLUSCA		MOLUSCA	
<u>BIVALVIA</u>		<u>BIVALVIA</u>	
		<i>Mytilus californianus</i>	3
		<i>Mytilus edulis</i>	2
<u>GASTEROPODA</u>		<u>GASTEROPODA</u>	
		<i>Aplysia californica</i>	1
		<i>Mytrella carinata</i>	1
		<i>Lottia gigantea</i>	2
ANNELIDA		ANNELIDA	
<u>POLICHAETA</u>		<u>POLICHAETA</u>	
FAM. PECTINARIIDAE			
<i>Amphictene sp.</i>	19		
FAM. SABELLARIIDAE			
<i>Phragmatopoma sp.</i>	15		

TABLA IX. C O N T I N U A C I O N

CAMPANA JUNIO DE 1988 E S P E C I E S	# de Organismos	CAMPANA OCTUBRE DE 1988 E S P E C I E S	# de Organismos
FAM. SERPULIDAE		FAM. SERPULIDAE	
<i>Spirabranchnus sp.</i>	1	<i>Spirabranchnus sp.</i>	2
FAM. SBELLIDAE		FAM. SABELLIDAE	
<i>Sabella sp.</i>	7	<i>Sabella sp.</i>	1
FAM. NEREIDAE		FAM. NEREIDAE	
<i>Nereis sp.</i>	2	<i>Nereis sp.</i>	18
NEMATODA		NEMATODA	
Clase: APHASMIDA		Clase: APHASMIDA	
SP ₁	10	SP ₁	24
BRIOZOA		BRIOZOA	
<i>Fredecirella sp.</i>	1	<i>Fredecirella sp.</i>	3
ARTHROPODA			
<u>PICNOGONIDA</u>			
<i>Phoxichilidium sp.</i>	1		
PORIFERA		PORIFERA	
<i>Halichondria sp.</i>	1	<i>Ophlitaspongia sp.</i>	1
		<i>Polymastia sp.</i>	1
		<i>Leucilla sp.</i>	2
UROCHORDATA		UROCHORDATA	
<u>ASCIDIACEA</u>		<u>ASCIDIACEA</u>	
		<i>Polyclinum planum</i>	5
PLATELMINTA		PLATELMINTA	
<u>POLYCLADIDA</u>		<u>POLYCLADIDA</u>	
		<i>Notoplana acticola</i>	1

Ocurrencia en placa de adocreto

Parte rugosa

Los grupos de organismos encontrados durante el primer periodo de revisión (enero-junio 1988) fueron: Cirripedios: 2 sp.; Poliquetos: 2 sp.; Briozoarios: 1 sp.; Esponjas: 1 sp. y una película de algas (*Ralfsia pacifica* y *Enteromorpha* sp.) con una cobertura del 100% en la placa.

Para el segundo periodo de revisión (junio-octubre 1988) los grupos reportados son: Cirripedios: 1 sp.; Anfipodos: 1 sp.; Moluscos: 1 sp.; Poliquetos: 1 sp.; Briozoarios: 1 sp. y Esponjas: 1 sp. Tabla X.

Parte lisa

Para el mismo periodo se identificaron los siguientes grupos: Cirripedios: 1 sp.; Poliquetos: 2 sp.; Esponjas: 1 sp. y Briozoarios: 1 sp.

Durante el segundo periodo se reportaron los siguientes grupos: Cirripedios: 2 sp.; Poliquetos: 1 sp.; Briozoarios: 1 sp.; Moluscos: 1 sp.; Anfipodos: 1 sp. y Esponjas: 1 sp. (con el 90% de cobertura en la placa). Tabla X.

TABLA X. DENSIDAD DE ESPECIES INCRUSTANTES EN UN SUSTRATO ARTIFICIAL (PLACA DE ADOCRETO) EN LA ZONA DE TOMA DE LA C.T. ROSARITO, DURANTE LAS CAMPANAS DE JUNIO DE 1988 Y OCTUBRE DE 1988.

El muestreo realizado en las placas de adocreto (sustrato artificial) de 28 x 28 cm, se llevó a cabo tomando como criterio de análisis la parte rugosa y la parte lisa de la superficie total de la placa respectivamente en cada muestra.

CAMPANA JUNIO DE 1988 E S P E C I E S (Parte rugosa)	DENSIDAD # DE ORG. EN 28 x 28 cm	CAMPANA OCTUBRE DE 1988 E S P E C I E S (Parte rugosa)	DENSIDAD # DE ORG. EN 28 x 28 cm
CRUSTACEA CIRRIPEDIA		CRUSTACEA CIRRIPEDIA	
<i>Balanus amphitrite</i>	68	<i>Balanus amphitrite</i>	16
<i>Balanus improvisus</i>	9		
		AMPHIPODA	
		FAM. CAPRELLIDAE	
		<i>Caprella laeviuscula</i>	3
		MOLUSCA BIVALVIA	
		<i>Mytilus edulis</i>	4
ANNELIDA POLICHAETA		ANNELIDA POLICHAETA	
FAM. SERPULIDAE		FAM. SABELLIDAE	
<i>Spirorbis sp.</i>	5	<i>Sabella sp.</i>	9
FAM. SABELLIDAE			
<i>Sabella sp.</i>	2		
BRIOZOA		BRIOZOA	
<i>Bugula neritina</i>	8	<i>Bugula neritina</i>	5
PORIFERA		PORIFERA	
<i>Ophlitaspongia sp.</i>	23	<i>Ophlitaspongia sp.</i>	
Película de micro- algas 100%			

TABLA X. C O N T I N U A C I O N

CAMPANA JUNIO DE 1988 E S P E C I E S (Parte rugosa)	DENSIDAD # DE ORG. EN 28 x 28 cm	CAMPANA OCTUBRE DE 1988 E S P E C I E S (Parte rugosa)	DENSIDAD # DE ORG. EN 28 x 28 cm
CRUSTACEA CIRRIPEDIA		CRUSTACEA CIRRIPEDIA	
<i>Balanus amphitrite</i>	17	<i>Balanus amphitrite</i>	8
		<i>Balanus improvisus</i>	7
ANNELIDA POLICHAETA		ANNELIDA POLICHAETA	
FAM. SABELLIDAE		FAM. SABELLIDAE	
<i>Sabella sp.</i>	3	<i>Sabella sp.</i>	27
FAM. SERPULIDAE			
<i>Spirabranchnus sp.</i>	2		
PORIFERA		PORIFERA	
<i>Ophlitaspongia sp.</i>	3	<i>Ophlitaspongia sp.</i> 90% de cobertura en la placa	
BRIOZOA		BRIOZOA	
<i>Bugula neritina</i>	3	<i>Bugula neritina</i>	11
		MOLUSCA BIVALVIA	
		<i>Leptopecten latiauratus</i>	1
		AMPHIPODA	
		FAM. CAPRELLIDAE	
		<i>Caprella laeviuscula</i>	3

Densidad en placa de adocreto

Parte rugosa

La especie con mayor densidad para el primer periodo fue *Balanus amphitrite* y la de menor densidad fue *Sabella sp.*.
Tabla X, Fig. 16.

Para el segundo periodo la especie con mayor densidad nuevamente fue *Balanus amphitrite* y la de menor densidad fue *Caprella laeviuscula*. Tabla X, Fig. 16.

Parte lisa

Durante la primera revisión la especie con mayor densidad fue *Balanus amphitrite* y la de menor densidad fue *Spirabranthus sp.* Tabla X y Fig. 17.

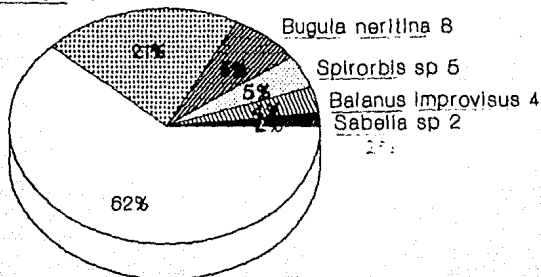
Asimismo, para el segundo periodo la especie con mayor densidad fue *Sabella sp.* y la que presentó la menor densidad fue *Leptopecten latiauratus*. Tabla X y Fig. 17.

Densidad en estadio larval en la obra de toma (E2)

La especie de mayor densidad fue *Balanus sp.* (larva nauplio)

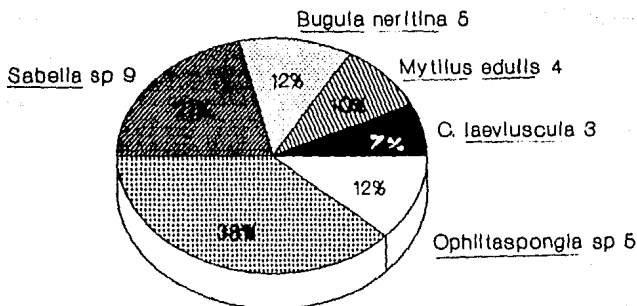
Fig.16 DENSIDAD DE ORGANISMOS
INCRUSTANTES EN PLACA DE ADOCRETO

Ophlitaspongia sp 23



Balanus amphitrite 68

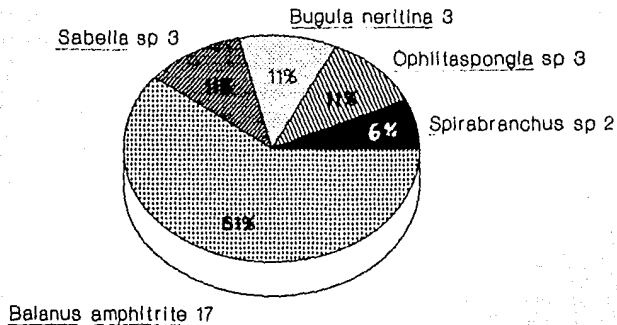
CARA RUGOSA (ENE-JUN,1988)



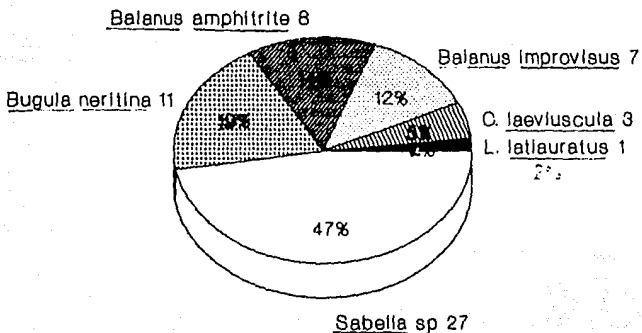
Balanus amphitrite 16

CARA RUGOSA (JUN-OCT,1988)

Fig.17 DENSIDAD DE ORGANISMOS
INCRUSTANTES EN PLACA DE ADOCRETO



CARA LISA (ENE-JUN,1988)



CARA LISA (JUN-OCT,1988)

durante el mes de junio, para la muestra tomada a las 8:45 p.m. y la de menor densidad fue *Bugula sp.* para el mismo mes de junio, para la muestra tomada a las 5:25 p.m.; sin embargo, otra especie de baja densidad y que sólo se encontró en una muestra fue *Obelia sp.* para el mes de enero en la muestra de las 11:51 a.m. con 2 individuos. Tablas XI y XII y Fig. 18.

Cabe hacer la aclaración de que las muestras para los meses de febrero, marzo, abril y septiembre no se evaluaron por que durante estos periodos la Central termoeléctrica no se encontraba operando normalmente y esto no lo contemplaba el proyecto.

Con el objeto de conocer la distribución y abundancia de organismos incrustantes en la zona fuera de la influencia de la descarga térmica y así poder establecer un parámetro de comparación con los datos obtenidos para el canal de toma (E2), se presentan los resultados de las estaciones E9, E10 y E11, las cuales fueron analizadas mediante las muestras obtenidas durante los meses considerados como extremos para organismos incrustantes, siendo el mes de junio la época de desove y octubre la época de maduración gonádica.

Durante los dos muestreos realizados (junio y octubre de 1988) las especies que caracterizaron de manera general ambos meses

TABLA XI. DENSIDAD Y DIVERSIDAD DE ORGANISMOS INCRUSTANTES EN LA OBRA DE TOMA DE LA C.T. ROSARITO, DURANTE LOS MESES DE ENERO, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO Y OCTUBRE DE 1988.

ESPECIES	E2 16/1/88 11:51 am	E2 10/5/88 11:30 am	E2 11/5/88 8:32 am	E2 21/6/88 11:30 am	E2 21/6/88 5:25 pm	E2 21/6/88 8:45 pm	E2 30/6/88 11:00 am	E2 31/7/88 8:00 am	E2 31/7/88 12:00 pm	E2 31/7/88 8:00 pm	E2 8/8/88 8:00 am	E2 17/8/88 8:00 pm	E2 30/8/88 2:00 pm	E2 30/8/88 8:00 pm	E2 16/9/88 5:12 pm
POLIQUETOS BIVALVOS															
Mytilus edulis															
Larva pediveliger	180	25		124	62	929	613		4			125			12
Mytilus californianus															
Larva pediveliger	91	80	26			1120	813	1266				275		68	16
Valvas vacias de nitilido				4		413	53								
CRUSTACEOS CIRRIPEDIOS															
Balanus sp.													133		8
Larva nauplio	83	600	93	208	77	1600	160	266	160						
Larva cypris											68	66		12	32
Org. juvenil desprendido								200							312

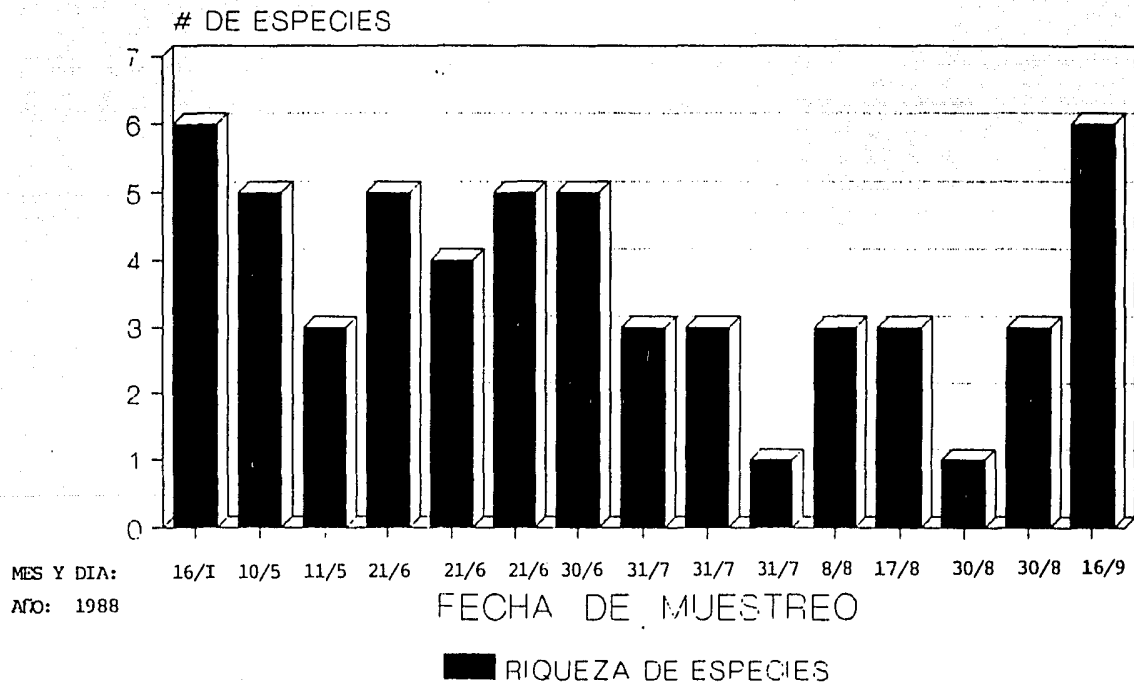
TABLA XI. C O N T I N U A C I O N

ESPECIES	E2 16/1/88 11:51 am	E2 10/5/88 11:30 am	E2 11/5/88 8:32 am	E2 21/6/88 11:30 am	E2 21/6/88 5:25 pm	E2 21/6/88 8:45 pm	E2 30/6/88 11:00 am	E2 31/7/88 8:00 am	E2 31/7/88 12:00 pm	E2 31/7/88 8:00 pm	E2 8/8/88 8:00 am	E2 17/8/88 8:00 pm	E2 30/8/88 2:00 pm	E2 30/8/88 8:00 pm	E2 16/9/88 5:12 pm
BRIOZOARIOS															
Membranipora membranacea															
Larva cifonauta	10	25		8			160	89							120
Bugula sp.															
Cistido					1										
POLIQUETOS															
FAM. SABELLARIIDAE															
Larva metatrocofora	4	87	13	12	2	40	40	66	4	20	66		133	52	8
HIDROZOARIOS															
Obelia sp.															
Polipo	2														
No. DE ESPECIES	6	5	3	5	4	5	5	3	3	1	3	3	1	3	6
INDICE DE DIVERSIDAD: (bits) H'	1.70	1.29	1.09	1.31	1.08	1.76	1.68	1.03	0.27		1.54	1.5		1.38	1.52
INDICE DE DIVERSIDAD: MAX. H'max	2.58	2.32	1.58	2.32	2	2.32	2.32	1.58	1.58		1.58	1.58		1.58	2.58

TABLA XII. DENSIDAD RELATIVA PORCENTUAL DE ORGANISMOS INCRUSTANTES EN LA OBRA DE TOMA DE LA C.T. ROSARITO, DURANTE LOS MESES DE ENERO, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO Y OCTUBRE DE 1988.

E S P E C I E S	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2	E2
	16/1/88 11:51 am	10/5/88 11:30 am	11/5/88 8:32 am	21/6/88 11:30 am	21/6/88 5:25 pm	21/6/88 8:45 pm	30/6/88 11:00 am	31/7/88 8:00 pm	31/7/88 12:00 pm	31/7/88 8:00 pm	8/8/88 8:00 am	17/8/88 8:00 pm	30/8/88 2:00 pm	30/8/88 8:00 pm	16/9/88 5:12 pm
MOLUSCOS BIVALVOS															
Mytilus edulis															
Larva pediveliger	49.73	3.05		34.83	43.66	21.03	34.67		2.38			20.86			2.22
Mytilus californianus															
Larva pediveliger	24.07	9.79	19.69			25.61	45.98	70.41				45.90		48.57	2.96
Valvas vacias				1.12		9.44	2.99								
CRUSTACEOS															
CIRRIPEDIOS															
Balanus sp.															
Larva nauplio	21.95	73.43	70.45	58.42	54.22	36.58	9.04	14.79	95.23			22.20		5.61	
Larva cypris											33.33	11.01		8.57	5.92
Org. juvenil desprendido						2.74		11.12							57.77
BRIOZOARIOS															
Membranipora membranacea															
Larva cifonauta	2.64	3.05		2.24		3.65	5.03				34.31				22.22
Bugula sp.															
Cistido					0.704										7.40
POLIQUETOS															
FAM. SABELLARIIDAE															
Larva metatrofofora	1.05	10.64	9.84	3.37	1.40	0.914	2.26	3.67	2.38	100	32.35		100	37.14	1.48
HIIDROZOARIOS															
Obelia sp.															
Polipo	0.529														

FIG 18. DISTRIBUCION DE LARVAS DE
ESPECIES INCRUSTANTES EN LA TOMA



fueron las siguientes: *Balanus sp.* (larva nauplio), así como organismos juveniles dañados de esta misma especie (saco membranal, incluyendo órganos internos y la corona cirral desprendidas de su cubierta calcárea; exoesqueletos), poliuetos de la familia Sabellariidae (larva metatrocófora) y larvas cifonautas del briozoario *Membranipora membranacea*. Asimismo, el bivalvo *Mytilus edulis* durante el muestreo de junio no se encuentra en las estaciones de no influencia probablemente porque esta época del año se menciona como periodo de fijación para estos organismos por lo que es más fácil encontrarlas en las estaciones E1, E7 y E8. Tabla XIII.

Para el muestreo de octubre la presencia por estación de estos organismos fue mínima, ya que para la E9 a media columna sólo se registran 5 org/l, para la E10 a nivel superficial 15 org/l, a media columna 15 org/l., en la E1 a media columna sólo se encontraron 5 org/l; es probable que la poca abundancia de estos organismos (*Mytilus edulis*) en la zona de no influencia se deba principalmente al tipo de habitat que caracteriza a la especie (zonas rocosas donde la acción de el oleaje es patente y las provee de alimento), para llevar a cabo la realización de su ciclo reproductivo y su posterior fijación. Como se sabe, estos organismos realizan dos tipos de fijación, la fijación primaria en estadio pediveliger, generalmente en algas o briozoarios de tipo filamentoso y la

TABLA XIII. ABUNDANCIA DE ORGANISMOS/LITRO DE ESPECIES INCRUSTANTES EN LA ZONA DE ESTUDIO DE LA C.T. ROSARITO EN LA MUESTRA PARA ZOOPLANKTON DURANTE LAS CAMPAÑAS DE JUNIO Y OCTUBRE DE 1988.

E S P E C I E S	CAMPANA JUNIO 1988												CAMPANA OCTUBRE 1988															
	E1		E5		E7		E8		E9		E10		E11		E1		E5		E7		E8		E9		E10		E11	
	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	S	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
MOLUSCOS BIVALVOS																												
Mytilus edulis	20																	55	10	5		5	15	15		5		
Larva pediveliger		70		20																								
Valvas vacías de larva																												
CRUSTACEOS CIRRIPEDIOS																												
Balanus sp.																												
Larva nauplio	240	200													20		40	65	5			5		10	20	30		
Larva cypris						30																						
Org. juvenil desprendido	40	60	30	15	20								40	25	80				70			5	10	20	30	15		
BRIOZOARIOS																												
Membranipora membranacea																												
Larva cifonauta	140	100	1160	1400	2980	1880	980	6640	900	6180		4800	25	10	2120	550	4385	3825	1160	445	1225	450	120	1070				
AMELIDOS POLIQUETOS																												
FAM. SABELLARIIDAE																												
Larva metatrocofora	100						290					40	10	10					30									
Juvenil	80			20	140								10	10	10			50	10					5	5			
HIDROZOARIOS																												
Obelia sp.																												
Polipo					5																							
NO. TOTAL DE ESPECIES	4	3	2	4	4	2	1	2	1	1	1	3	3	3	3	3	4	3	1	3	3	4	3	3				
NO. TOTAL DE ORGANISMOS	620	430	1180	1455	3145	1910	980	6880	990	6180		4880	90	110	2170	670	4520	3870	1160	460	1250	500	175	1120				
INDICE DE DIVERSIDAD, H' (bits)	1.66	1.33	0.16	0.28	0.33	0.11		0.21				0.13	1.42	1.03	0.16	0.84	0.22	0.09		0.21	0.15	0.57	0.93	0.27				
INDICE DE DIVERSIDAD MAX.	2	1.58	1	2	2	1		1				1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	2	1.58		1.58	1.58	2	1.58	1.58				

fijación secundaria, ya en el sustrato definitivo. Su dispersión se realiza generalmente a lo largo de la zona costera en su etapa de exploración en busca del sustrato definitivo, aunque varía de acuerdo a la etapa larvaria en la que se encuentre. En esta ocasión el estadio larvario que se registró fue la larva pediveliger, que denota el fin de la vida larvaria del organismo.

El cirripedio *Balanus sp.*, al igual que el mejillón *Mytilus edulis*, no se registró en junio, en ninguno de sus estadios larvarios, sin embargo, durante octubre si se registra aunque su abundancia es baja (Tabla XIII). Asimismo, las larvas del briozoario *Membraniphora membranacea* se reportan como los organismos más abundantes en el área de no influencia, este organismo es un briozoario no erecto que se incrusta distribuyéndose en la superficie de grandes algas y otros pastos marinos. Para la zona de estudio se reportan poblaciones de macroalgas (PAHEOPHYTA) de los géneros *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sp.*, de los cuales su distribución es estacional, siendo máxima en los meses de verano y decreciendo en los meses más fríos (noviembre-enero), dichas poblaciones de macroalgas fueron observadas a partir de la estación 7 hasta la 11, es decir, su ocurrencia fue a partir de los 6.5 m hasta los 20 m de profundidad. Por lo tanto la abundancia de larvas cifonautas en la zona es debido

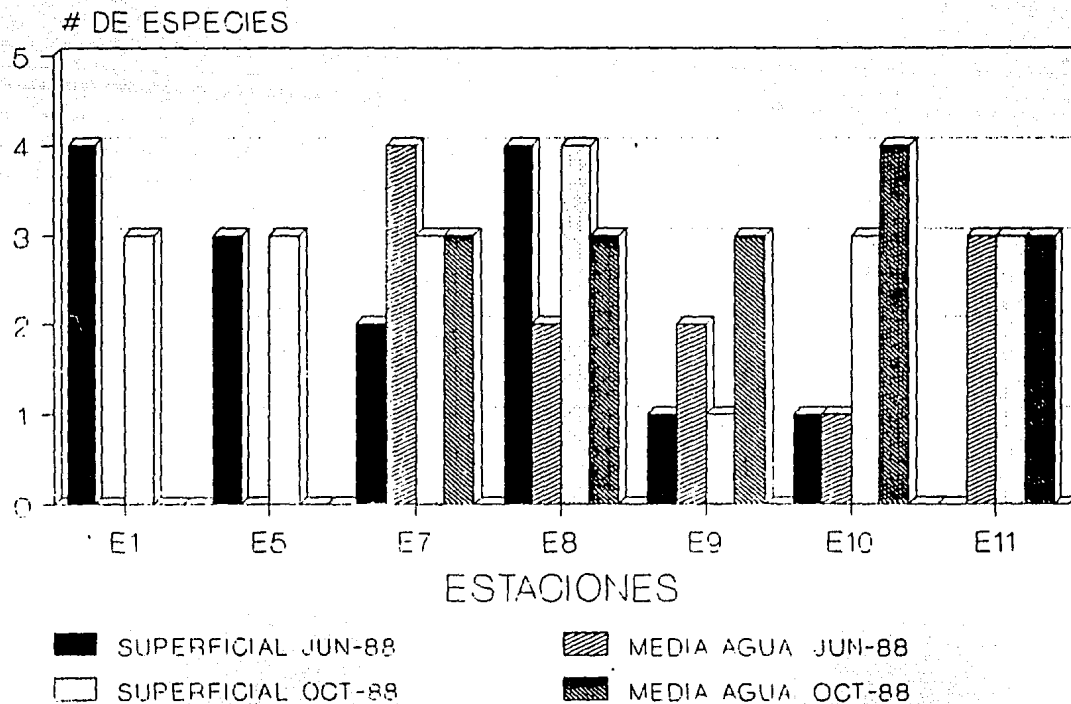
a el establecimiento de dicha larva en un sustrato específico como son las grandes algas marinas (fig. 19 y Tabla XIII).

Distribución temporal de las especies incrustantes en el área de estudio.

La distribución de organismos incrustantes para las muestras tomadas mensualmente en la obra de toma (Tablas XI y XII) denota que durante dichos muestreos las especies determinadas como incrustantes se presentaron de manera constante. Ahora bien, las especies de mejillones (*Mytilus edulis* y *Mytilus californianus*) presentan su mayor abundancia durante el mes de junio. Para *Mytilus edulis* este mes se reporta como periodo de fijación (aproximadamente) de ahí que su abundancia larvaria la determina la larva pediveliger y se denota un decremento larvario en los meses siguientes (julio, agosto y octubre), ya que son periodos que se reportan como periodos de maduración gonádica para ambos sexos.

De igual manera para *Mytilus californianus*, su máxima abundancia larval (caracterizada por la larva pediveliger), se reportó para junio, julio y agosto, siendo su periodo de fijación variable, pero se estima que oscila al término de invierno y principios de primavera; su mayor abundancia larval se sugiere de junio a septiembre y de octubre a noviembre,

Fig 19. DISTRIBUCION DE LARVAS DE INCRUST EN EL AREA DE LA C.T.ROSARITO.



ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

aunque también se presentan organismos de enero a febrero y de mayo a junio, lo que indica que es continua su distribución dentro de su viabilidad de fijación durante el periodo de muestreo. Tablas XI y XII.

Balanus sp., presentó una distribución temporal constante durante los meses de muestreo, la larva nauplio de manera creciente denota su presencia desde enero hasta junio y julio donde la abundancia larvaria es máxima, aunque en mayo también se tienen valores de abundancia altos, en agosto aún es notable su presencia, pero también aparece la larva *Cypris* (última fase del periodo larvario) y es en este mes (agosto) donde su abundancia es mayor, sin embargo, en octubre la larva *Cypris* domina, ya que no se obtienen datos en la muestra de la presencia de la larva nauplio, lo que hace suponer que es más o menos por esta época que la larva *Cypris* inicia su periodo exploratorio del medio para posteriormente iniciar la fase de reconocimiento del sustrato y finalizar con la fijación en el área seleccionada.

Ahora bien, de acuerdo con lo anteriormente expuesto se estima que la larva nauplio se encontró con mayor abundancia en el plancton durante los meses de junio y julio y que la fijación de la larva *Cypris* tiene lugar a partir de agosto.

- DIVERSIDAD

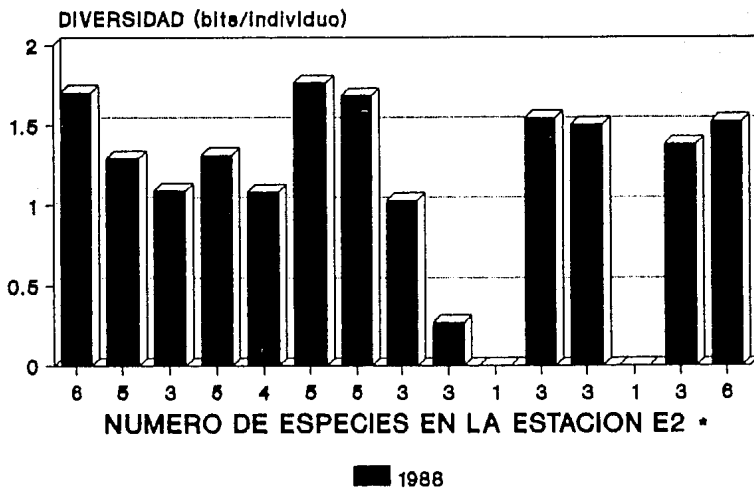
El valor de diversidad mayor para la E2 se presenta en el mes de junio para la muestra de las 8:45 p.m. y la diversidad mínima en el mes de julio para la muestra de las 12:00 p.m. Tabla XI y fig. 20.

Para las estaciones de muestreo dentro y fuera de la zona de influencia (muestra para zooplancton-junio y octubre de 1988), se obtuvieron los siguientes valores de diversidad.

Para el mes de junio, el valor mayor de diversidad se presentó en la E1 superficial con 1.66 bits/individuo y en la E5 a media columna con 1.33 bits/ind., el valor mínimo de diversidad se obtuvo en la E9 superficial con 0 bits y la E8 a media columna con 0.11 bits/ind., el resto de las estaciones tanto superficiales como a media columna oscilan entre 0.16 y 0.33 bits/ind., fig. 21.

Para el mes de octubre, la mayor diversidad se presentó en la estación E1 superficial con 1.42 bits/ind. y E5 con 12.03 bits/ind., y el valor mínimo de diversidad se presentó en la E9 superficial con 0 bits y en la E8 a media columna con 0.009 bits/ind., asimismo el resto de las estaciones a nivel superficial como a media columna presentaron valores que

Fig.20 INDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES
INCRUSTANTES EN LA OBRA DE TOMA



• muestras tomadas en diferente mes, día
y hora en la E2 (obra de toma)

oscilan entre 0.15 bits/ind. y 0.93 bits/ind., fig. 21.

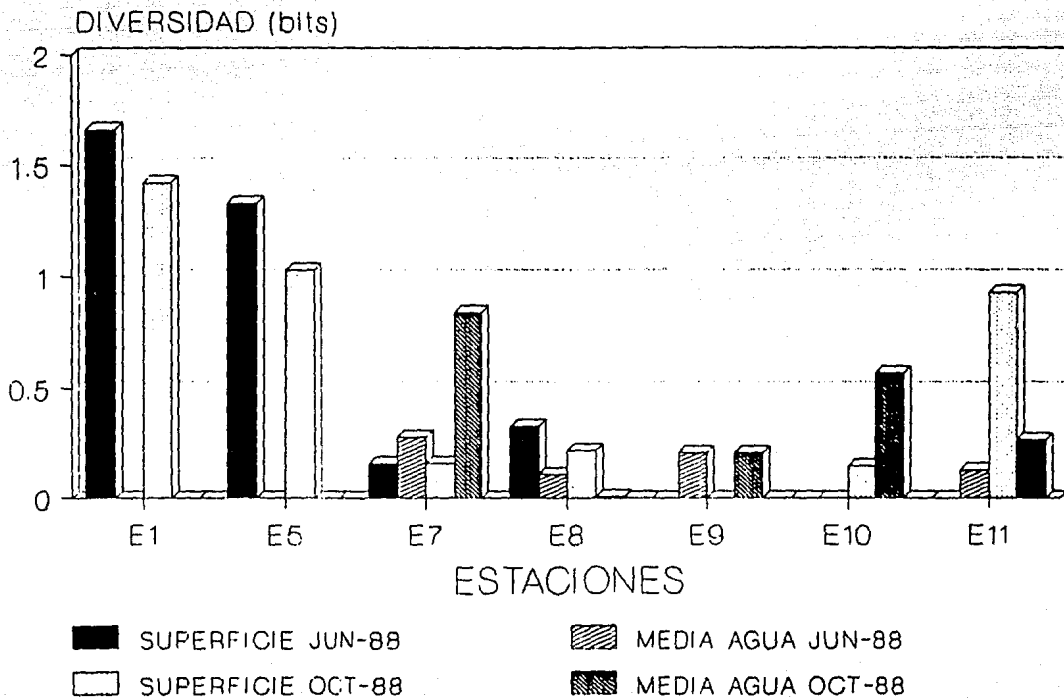
Los valores de diversidad máxima esperada ($H'_{\text{máx}}$) se pueden apreciar en la Tabla XIII.

- "RELACION ENTRE PARAMETROS BIOTICOS Y ABIOTICOS"

Para el mes de junio los porcentajes de afinidad obtenidos a media columna de agua fueron los siguientes: para la estación 1 y 5 no existe afinidad, con el resto de las estaciones ya que no se realizó muestreo a media agua, sin embargo se puede observar (fig. 22), que para las dos estaciones que quedan dentro del área de influencia (E7 y E8) presentan una afinidad con las otras estaciones y entre ellas mismas que va de 50% a 85.7%, siendo la mayor afinidad entre la E7 y E11 con 85.71% y la menor entre la E7 y E10 con 40%. En el área de no influencia caracterizada por las estaciones 9, 10 y 11, la mayor afinidad se presenta entre la E9 y E11 con 80% y la menor entre la E10 y E11 con 50%.

Las afinidades obtenidas a nivel superficial para este mismo mes entre las estaciones 1, 5, 7 y 8 que caracterizan la zona de influencia presentan entre ellas porcentajes que sobrepasan el 50%, la mayor afinidad se establece entre la E1 y E5 con 85.71% y E5 y E7 con 80%, asimismo su afinidad con las

FIG 21. INDICES DE DIVERSIDAD ESTACIONAL DE ESPECIES INCRUSTANTES



donde no hay barra no existen datos

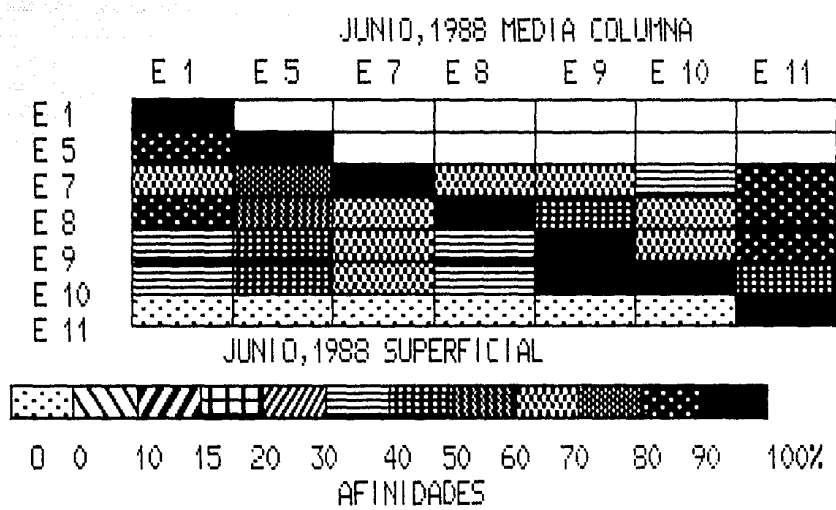


Fig. 22. DIAGRAMA DE ENREJADO DE DISTANCIAS FAUNISTICAS DE ORGANISMOS INCRUSTANTES

estaciones de la zona de no influencia oscila entre el 40 y 66%. En la zona de no influencia el porcentaje más representativo es de 100% entre la estación E9 y la E10.

Los valores de afinidad obtenidos para el mes de octubre en el área de influencia fueron los siguientes: 100% de afinidad entre las estaciones E5 y E1, E1 y E7, E5 y E7; asimismo se obtuvo 85.71% de afinidad entre las siguientes estaciones, E1 y E8, E5 y E8, E7 y E8, la afinidad existente entre las estaciones de las dos zonas (de influencia y de no influencia) va de 85.71% a 100% específicamente con la estación E11; la afinidad presente entre las estaciones en la zona de influencia es del 50% (fig. 23).

- "COEFICIENTES DE CORRELACION"

Como se puede observar en la Tabla XIV, los parámetros que presentaron correlación significativa para el mes de junio de 1988 fueron: Temperatura vs. Oxígeno, Temperatura vs. pH, resultando una relación inversa proporcional con una $r = -0.97$, sin embargo, la correlación entre el oxígeno y el pH es directa con una $r = .96$, dichos valores nos permiten observar la relación indirecta que se genera entre parámetros que no guardan un patrón de comportamiento definido en situaciones variables sino que dependen de la composición y dinámica del

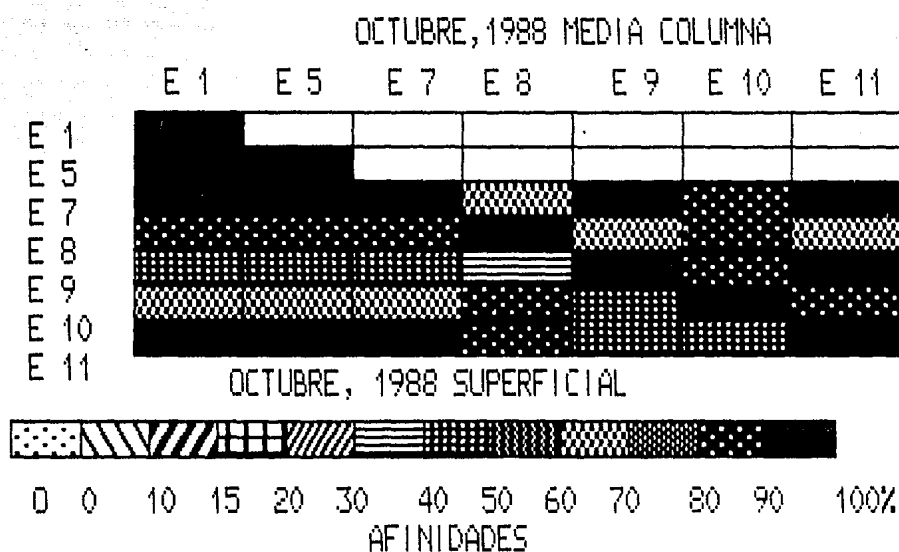


Fig. 23. DIAGRAMA DE ENREJADO DE DISTANCIAS FAUNISTICAS DE ORGANISMOS INCRUSTANTES

medio en el que se evalúan así como de los factores externos que los influyan.

Asimismo, la correlación entre los parámetros biológicos y los físico-químicos no revelaron un comportamiento anormal, sino que nos indican que no se afecta significativamente a la población de incrustantes.

Para el mes de octubre del mismo año, los valores de correlación obtenidos mostraron relaciones normales entre los parámetros analizados, tanto bióticos como abióticos. Tabla XIV.

4.3 Bioensayos

4.3.1 Temperatura

Las pruebas de bioensayo con temperatura se realizaron con dos especies de bivalvo: *Mytilus californianus* (org. adulto) y *Mytilus edulis* (org. adulto y larvas).

Los resultados de las sobrevivencias se obtuvieron a partir de tres temperaturas de aclimatación: 14, 18 y 21°C, con incrementos de temperatura del mismo rango o magnitud (14, 18 y 21°C) y con periodos de aclimatación de 96 hr a 168 hr.

Se observó que tanto *M. californianus* como *M. edulis* en su fase adulta no presentan cambios significativos a las sobrevivencias con temperaturas de bioensayo de 28 a 35°C, mientras que para las larvas de *M. edulis* la sobrevivencia decae a partir de los 28°C, siendo ésta del 0% cuando alcanza una temperatura de bioensayo de 35°C. En la figura 24 se observa la temperatura letal media (TL_{50}) para las tres temperaturas de aclimatación de la siguiente manera: para 14°C es de 0°C, mientras que para 18°C estas son de 37.0°C para 20 minutos de exposición y de 36.9°C para 90 y 120 minutos de exposición y finalmente para 21°C de aclimatación la TL_{50} es de 37.2°C a 120 minutos de exposición.

Para *Mytilus edulis* (adulto) la TL_{50} para 14°C de aclimatación es de 0°C ya que la sobrevivencia es de 100% para todos los tiempos de exposición; para 18°C de aclimatación su TL_{50} varía de 39.9°C para 20 minutos de exposición a 36.9°C para 120 minutos y para 21.0°C ésta es de 38.7°C en 20 minutos hasta 36.8°C en 120 minutos de exposición (fig. 25). Asimismo, se observó que las larvas de *Mytilus edulis* son las más sensibles a la temperatura ya que su sobrevivencia decae hasta 0% en un rango de temperatura de bioensayo de 28°C a 35°C. La TL_{50} para 14°C de aclimatación es de 35.9°C en 30 minutos de exposición y de 33.0°C en 60 minutos de exposición, mientras que para 18°C esta es de 36.2°C y 35.5°C en 30 minutos de

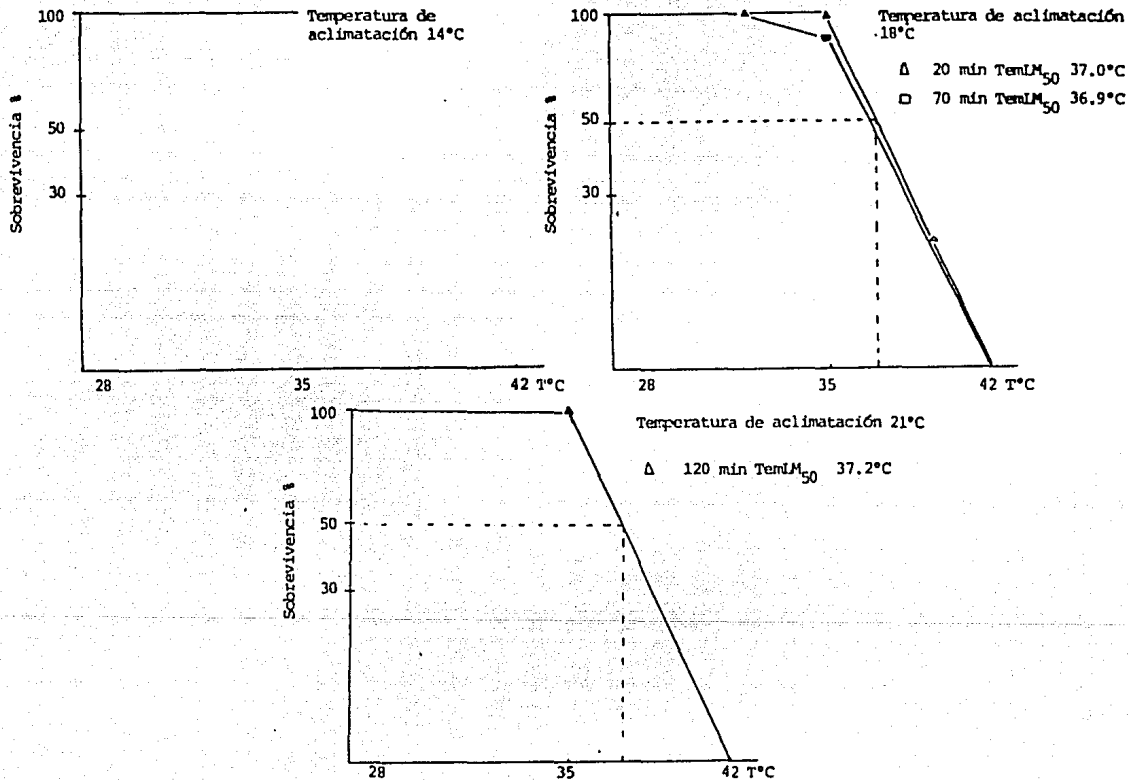


Fig 24. Temperatura letal media para la especie *Mytilus californianus*

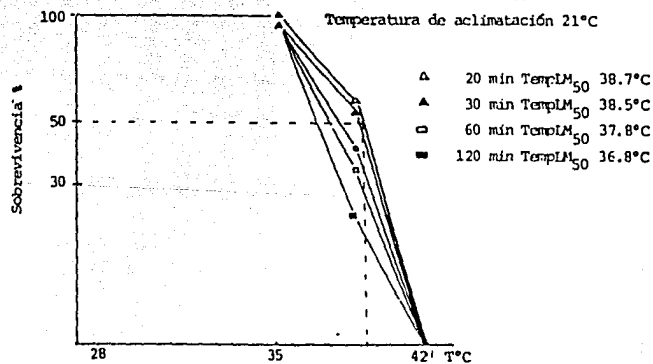
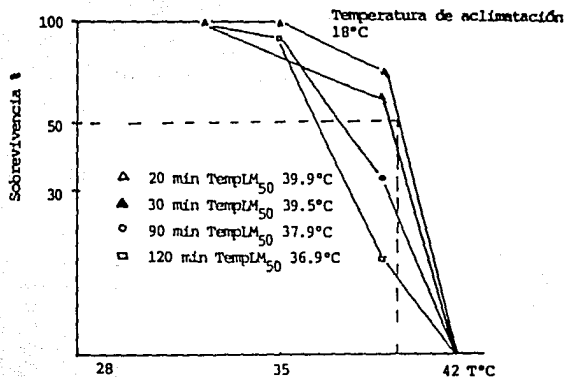
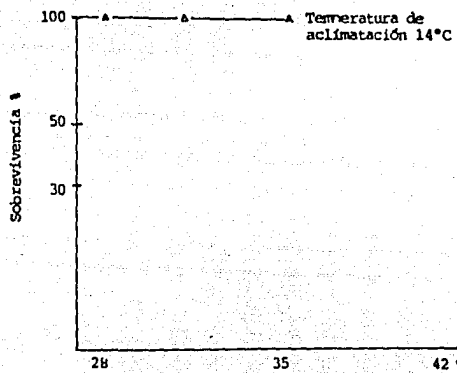


Fig 25. Temperatura letal media para la especie *Mytilus edulis*

exposición (fig. 26).

En general a través de los resultados obtenidos de bioensayos con temperatura, se observó que las temperaturas de aclimatación no tienen un efecto de importancia sobre los organismos de prueba (adultos y larvas), debido a que los TL_{50} (límites de tolerancia) a cualquier temperatura de aclimatación caen dentro de un rango de temperatura que va de 33.0 a 39.9°C bajo cualquier tiempo de exposición. La Tabla XV muestra la sobrevivencia porcentual para diferentes temperaturas de bioensayo (resumiendo las tres temperaturas de aclimatación), asimismo, en la figura 27 se observan las temperaturas letales medias (TLM) tanto para organismos adultos como para larvas.

Para *Mytilus californianus* se observó que la TL_{50} fue de 37.4°C con tiempo de exposición de 20 minutos, igualmente para *Mytilus edulis* la TL_{50} fue de 39.2°C con tiempo de exposición entre 30 y 90 minutos, y para las larvas de *M. edulis* la TL_{50} fue de 31.4°C con 60 minutos de exposición.

Finalmente mediante un análisis de varianza se comprobó que las temperaturas de bioensayo mencionadas en la Tabla XV al igual que las sobrevivencias son significativamente diferentes con niveles de confianza de $\alpha = 0.5$ y $\alpha = 0.01$. Tabla XVI.

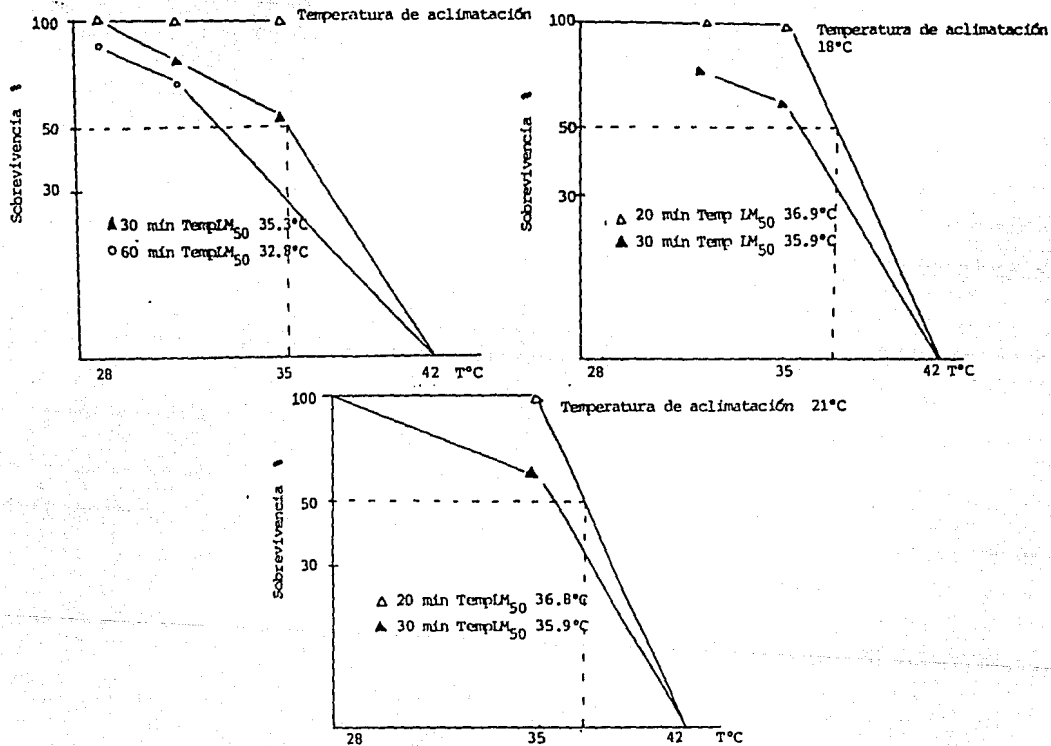


Fig 26. Temperatura letal media para larvas de *Mytilus edulis*

TABLA XV. TOLERANCIA A LA TEMPERATURA Y SOBREVIVENCIA (%) DE ORGANISMOS BENTONICOS PARA EL AREA DE LA C.T. ROSARITO B.C.N.

E S P E C I E	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición (min)				
		20	30	60	90	120
<i>Mytilus californianus</i> (adulto)		%	%	%	%	%
	28	100	100	100	100	100
	31	100	100	100	100	100
	32	100	100	100	100	100
	35	96	96	96	96	88
	39	25	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	
<i>Mytilus edulis</i> (adulto)	28	100	100	100	100	100
	31	100	100	100	100	100
	32	100	100	100	100	100
	35	100	98	98	95	95
	39	75	65	65	40	25
	42	0	0	0	0	0
<i>Mytilus edulis</i> (larvas)	28	100	100	100	6.5	4.7
	31	100	82	70	4	2.7
	32	100	75	62.5	6.0	0
	35	100	63	7.5	0	0
	39	0	0	0	0	0
	42	0	0	0	0	0

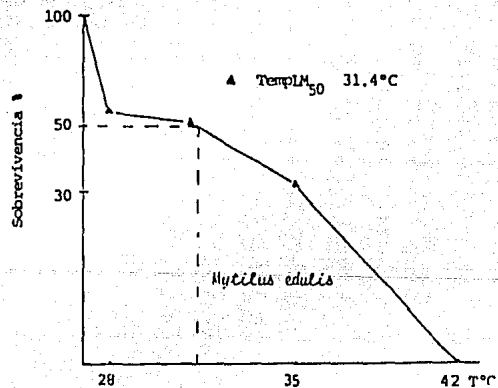
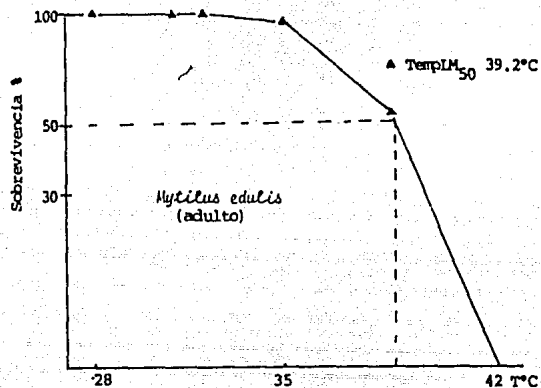
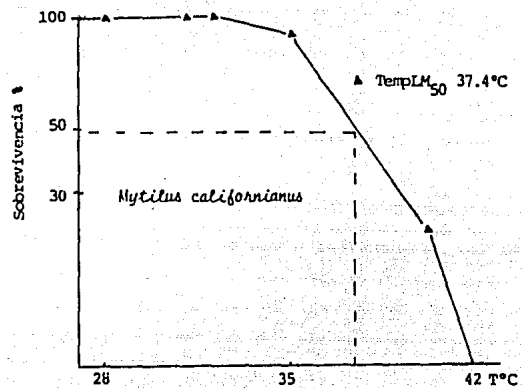


Fig. 27. Temperatura letal media para organismos bentónicos del área de la C.T. Rosarito

TABLA XVI. ANALISIS DE VARIANZA POR TEMPERATURA DE BIOENSAYO

TIEMPO DE EXPOSICION	TRATAMIENTO						
	28°C	31°C	32°C	35°C	39°C	42°C	
min							
	S O B R E V I V E N C I A %						
20	100	100	100	98	47	0	
30	100	94	91	85	21	0	
60	95	90	87.5	67.1	0	0	
90	68	68	68	62	0	0	
120	68	67	66	61	8.3	0	
MEDIA	86.2	83.8	82.5	74.5	15.2	0	
VARIANZA	280.2	234.2	221.5	263.9	388.0	0.0	
SUMA DE CUADRADOS (SS)	TOTAL (SS)		ERROR (SS)		gl N	gl b	F
37613.99	43167.82		5553.82		5	24	32.50
	ENTRE RENGLONES						
43167.82	43167.82		3988.4		4	20	12.74
	ENTRE COLUMNAS		RESIDUAL				
37613.99			1565.18		5	20	96.12
Las medias de estas muestras son significativamente diferentes							

4.3.2 Cloro

Para todos los bioensayos con cloro se determinó el decaimiento de éste a través del tiempo, con la finalidad de conocer y mantener su concentración dentro de un rango razonable para cada una de las pruebas. En función de esto, se agregó el 20% de la concentración inicial cada 20 minutos, cuando la concentración de cloro decaía al 80% aproximadamente.

Los porcentajes de sobrevivencia para las concentraciones empleadas se observan en las TABLAS XVII a XIX para 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 ppm. Para *Mytilus californianus* y *Mytilus edulis* (fase adulta), los resultados muestran una sobrevivencia del 100% durante todos los tiempos de exposición (de 20 a 120 min), sin embargo, los resultados para larvas de *M. edulis* muestran que la sobrevivencia decae a partir de una concentración de 2.0 ppm de cloro con tiempos de exposición entre 30 y 180 minutos.

Las concentraciones letales medias de cloro (CL_{50}) para las tres diferentes temperaturas de aclimatación se muestran en la figura 28, donde se puede apreciar que las temperaturas de aclimatación no tienen un efecto significativo en cuanto a la efectividad del cloro, ya que para estas tres temperaturas el

TABLA XVII. TOLERANCIA A CLORO Y SOBREVIVENCIA (%) DE ORGANISMOS BENTONICOS PARA EL AREA DE LA C.T. ROSARITO, B.C.

ORGANISMOS <i>Mytilus californianus</i> (adultos)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 14°C												
	(Cl) 0.5 Ppm			(Cl) 1.0 Ppm			(Cl) 2.0 Ppm			(Cl) 5.0 Ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ORGANISMOS <i>Mytilus californianus</i> (adultos)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 18°C												
	(Cl) 0.1 Ppm			(Cl) 1.0 Ppm			(Cl) 2.0 Ppm			(Cl) 5.0 Ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 96 hrs.

S₁ = Sobrevivencia de bioensayo

S₂ = Sobrevivencia de duplicado.

TABLA XVII. C O N T I N U A C I O N

ORGANISMOS <i>Mytilus californianus</i> (adultos)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 21°C												
	(CI) 0.1 ppm			(CI) 1.0 ppm			(CI) 2.0 ppm			(CI) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 96 hrs.

S₁ = Sobrevivencia de bioensayo

S₂ = Sobrevivencia de duplicado.

TABLA XVIII. TOLERANCIA A CLORO Y SOBREVIVENCIA (%) DE ORGANISMOS BENTONICOS PARA EL AREA DE LA C.T. ROSARITO, B.C.

		ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (adulto)											
		TEMPERATURA DE ACLIMATACION 14°C											
		(Cl) 0.5 ppm			(Cl) 1.0 ppm			(Cl) 2.0 ppm			(Cl) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)		S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

		ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (adultos)											
		TEMPERATURA DE ACLIMATACION 18°C											
		(Cl) 0.1 ppm			(Cl) 1.0 ppm			(Cl) 2.0 ppm			(Cl) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)		S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 168 hrs.

S₁ = Sobrevivencia de bioensayo

S₂ = Sobrevivencia de duplicado.

TABLA XVIII. C O N T I N U A C I O N

ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (adultos)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 21 °C												
	(Cl) 0.1 PPM			(Cl) 1.0 PPM			(Cl) 2.0 PPM			(Cl) 5.0 PPM		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 168 hrs.

S₁ = Supervivencia de bioensayo

S₂ = Supervivencia de duplicado.

TABLA XIX. TOLERANCIA A CLORO Y SOBREVIVENCIA (%) DE ORGANISMOS BENTONICOS PARA EL AREA DE LA C.T. ROSARITO, B.C.

ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (larvas)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 14°C												
	(Cl) 0.5 ppm			(Cl) 1.0 ppm			(Cl) 2.0 ppm			(Cl) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (larvas)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 18°C												
	(Cl) 0.1 ppm			(Cl) 1.0 ppm			(Cl) 2.0 ppm			(Cl) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 196 hrs.

S₁ = Sobrevivencia de bioensayo

S₂ = Sobrevivencia de duplicado.

TABLA XIX. C O N T I N U A C I O N

ORGANISMO <i>Mytilus edulis</i> (larvas)												
TEMPERATURA DE ACLIMATACION 21°C												
	(C1) 0.1 ppm			(C1) 1.0 ppm			(C1) 2.0 ppm			(C1) 5.0 ppm		
TIEMPO (min)	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}	S ₁	S ₂	\bar{x}
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
120	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

PERIODO DE ACLIMATACION: 196 hrs.

S₁ = Supervivencia de bioensayo

S₂ = Supervivencia de duplicado.

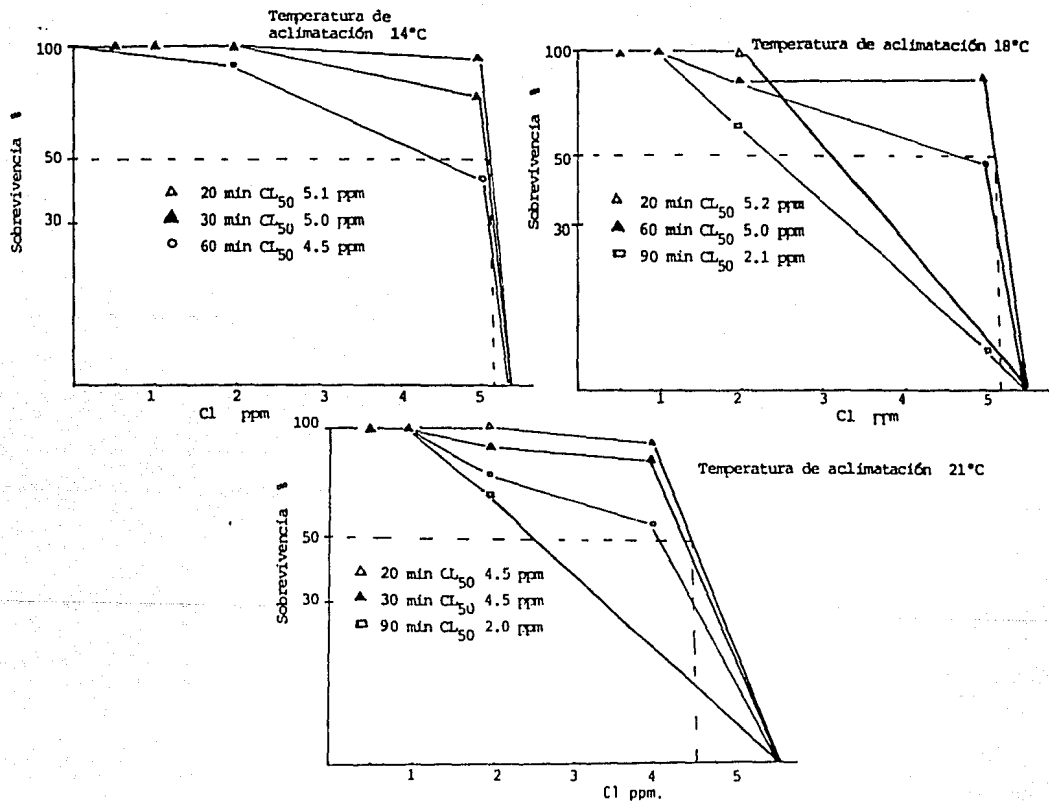


Fig 28. Concentración letal media (CL_{50}) para larvas de *Mytilus edulis*

rango de concentración de cloro varía de 2.0 a 5.2 ppm. Para la temperatura de aclimatación de 14°C se observa una CL_{50} de 5.0 ppm en 30 minutos y una CL_{50} de 4.5 ppm para 60 minutos de exposición. Para la aclimatación a 18°C las CL_{50} son de 5.2 ppm en 30 minutos, 5.0 ppm en 60 minutos y 2.1 ppm para 90 minutos de exposición; finalmente para 21°C de aclimatación las CL_{50} son de 4.5 ppm en 20 y 30 minutos, 4.0 ppm en 60 minutos y 2.0 ppm en 90 minutos de exposición.

Con respecto a las concentraciones letales absolutas (100% de mortandad), se observó que en el caso de los organismos adultos no se obtienen resultados dentro de los límites experimentados (0.5 a 5.0 ppm), mientras que para las larvas de *M. edulis* solo se alcanza el 0% de sobrevivencia (100% de mortandad) con tratamientos de 5.0 ppm durante tiempos de exposición mayores a 120 minutos. Tablas XVII a XIX.

4.3.3 Efecto combinado o sinergismo (CI/T°)

La tolerancia de *Mytilus californianus*, *Mytilus edulis* y larvas de este último al efecto combinado de cloro y temperatura, se muestra en la Tabla XX, donde se observa que bajo las tres concentraciones de cloro (0.5, 2.0 y 5.0 ppm) experimentales y temperaturas que van de 26°C a 36°C para los organismos adultos, la sobrevivencia obtenida es del 100%, sin

TABLA XX. TOLERANCIA A LA TEMPERATURA, CLORO Y SOBREVIVENCIA (%) DE ORGANISMOS BENTONICOS PARA EL AREA DE LA C.T. ROSARITO B.C.

E S P E C I E	(Cl)	Temp.	Tiempo de exposición (min.)				
	ppm	18°C	10	30	60	120	180
<i>Mytilus edulis</i>	0.5		%	%	%	%	%
		26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	100	100	100	100	100
	39	100	100	95	50	35	
	2.0	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	100	100	100	100	100
		39	100	100	95	90	65
	5.0	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	100	100	100	100	100
39		100	100	100	95	40	
<i>Mytilus californianus</i>	0.5	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	100	100	100	100	100
		39	10	0	0	0	0
	2.0	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	100	100	100	100	100
		39	20	0	0	0	0
	5.0	26	100	100	100	100	100
29		100	100	100	100	100	
30		100	100	100	100	100	
32		100	100	100	100	100	
33		100	100	100	100	100	
36		100	100	100	100	100	
39		20	0	0	0	0	

TABLA XX. C O N T I N U A C I O N

E S P E C I E	(Cl)	Temp.	Tiempo de exposición (min.)				
	ppm	18°C	10	30	60	120	180
			%	%	%	%	%
<i>Mytilus edulis</i> (larvas)	0.5	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	100	100	100	100	100
		33	100	100	100	100	100
		36	0	0	0	0	0
		39	0	0	0	0	0
	2.0	26	100	100	100	100	100
		29	100	100	100	100	100
		30	100	100	100	100	100
		32	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5
		33	71	71	71	71	71
		36	0	0	0	0	0
		39	0	0	0	0	0
	5.0	26	100	100	100	100	100
		29	60	60	60	60	60
		30	54.2	54.2	54.2	54.2	54.2
		32	45	45	45	45	45
		33	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
		36	100	100	100	100	100
		39	0	0	0	0	0

embargo, se obtienen resultados del 80% al 90% de mortandad a partir de los 39°C con 10 minutos de exposición para *Mytilus californianus*, independientemente de la concentración utilizada, siendo la más efectiva 0.5 ppm (90% de mortandad); en el caso de *Mytilus edulis* se obtienen resultados a partir de la misma temperatura (39°C) pero con tiempos de exposición entre 60 y 180 minutos para alcanzar un máximo del 65% de mortandad con 0.5 ppm de concentración de cloro. Tabla XX.

La sobrevivencia de las larvas es variable para las tres concentraciones a diferentes temperaturas, aunque no se presentan cambios en función del tiempo de exposición (tabla XX). Para una concentración de 0.5 ppm la sobrevivencia no presenta modificaciones con temperaturas de 26°C hasta 30°C y para la concentración de 5.0 ppm hay modificaciones a partir de los 39°C. Los porcentajes de mortandad en cada tratamiento son del 100% durante los tiempos de exposición (de 10 a 180 minutos).

El tiempo de exposición, temperatura letal absoluta y concentración óptima de cloro bajo las cuales *Mytilus californianus* y larvas de *M. edulis* sufren mortandad del 100% se observan en la figura 29; siendo para los organismos adultos el tiempo de exposición de 30 minutos con temperatura de 39°C y 0.5 ppm de concentración de cloro y para las larvas

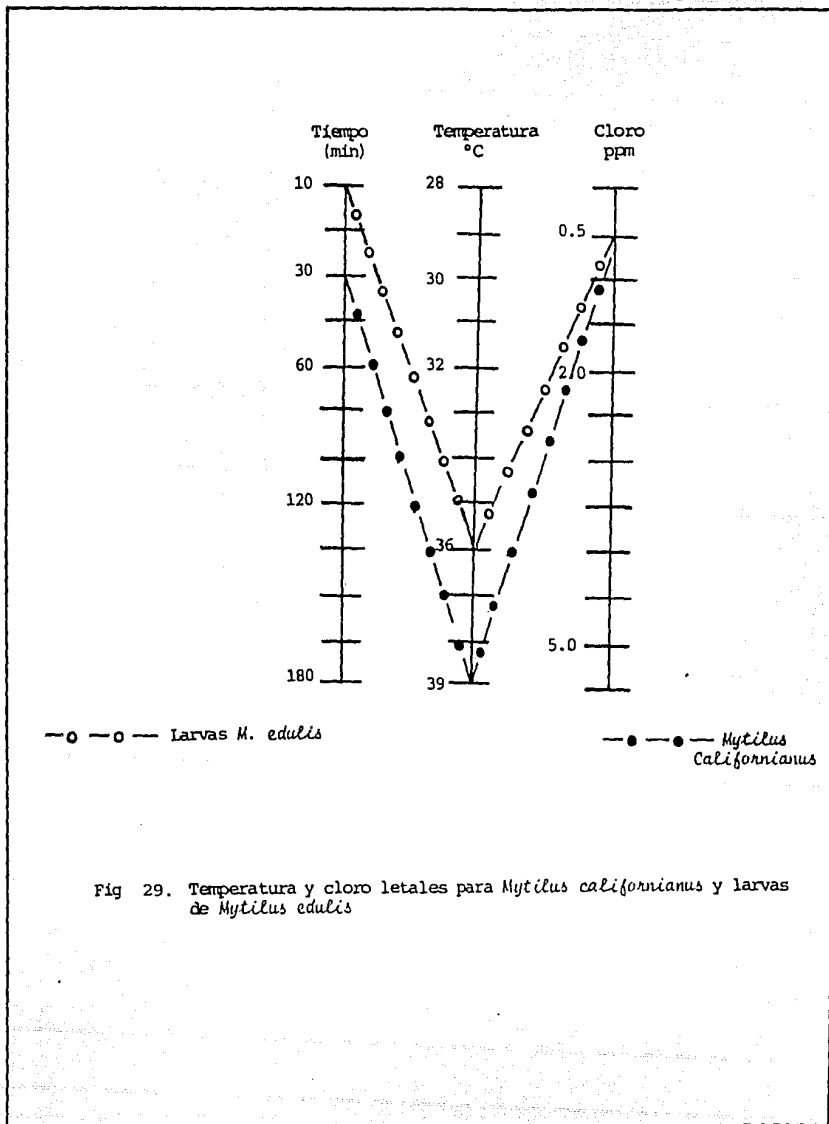


Fig 29. Temperatura y cloro letales para *Mytilus californianus* y larvas de *Mytilus edulis*

un tiempo de exposición de 10 minutos, temperatura de 36°C y 0.5 ppm de cloro.

5. DISCUSION

La condición físico-química del medio marino contribuye en gran parte a la colonización de superficies limpias por organismos sedentarios y sésiles, por lo que los efectos de las descargas de agua caliente sobre la biota pueden ser muy complejos, debido a que varían dichas propiedades físico-químicas del medio provocando efectos directos o indirectos sobre los ciclos de vida y cadenas tróficas (fuentes de alimento) y sitios de resguardo (Naylor, 1965).

La evaluación de los parámetros físicoquímicos muestran que los valores de temperatura se sitúan entre las medias anuales reportadas por (C.F.E, 1986; Gómez-Baldez, 1982; Peña y Ramírez, 1987) para la zona de estudio, la cual se mantiene

dentro de un intervalo de fluctuación (6°C), considerándose entonces como una temperatura normal (dentro del rango establecido para las condiciones particulares de descarga para la Central Termoeléctrica).

La salinidad en el área de estudio se puede considerar como óptima (Treviño et al, 1989 y Guerrero, 1990), así como, el oxígeno disuelto, el cual, de acuerdo con lo propuesto por las normas ambientales (SEDUE, 1981) que establecen una concentración mínima de 5 mg/l y una óptima de 8 mg/l, tiene un valor mínimo de 6.2 mg/l y un máximo de 14 mg/l, lo cual denota una condición buena para este parámetro.

El cloro libre residual comparativamente con las evaluaciones realizadas durante este trabajo se mantienen por debajo de la norma establecida menor o igual a 0.50 mg/l (SEDUE, 1981).

La transparencia del agua en función de la profundidad promedio de las estaciones muestreadas (10.7 m) es de 55 y 65% para junio y octubre respectivamente que comparadas con la transparencia reportada para Ensenada que es de 35 y 48% para los mismos meses podemos decir que la zona de Rosarito II presenta mayor transparencia con un menor contenido de sólidos en suspensión.

Por lo que respecta a los valores obtenidos de grasas y aceites para el mes de junio estos indican que la calidad del agua no ha sido afectada significativamente, sin embargo, para octubre se aprecia que los valores exceden dicha norma.

Considerando que las modificaciones fisicoquímicas actuales al ambiente marino por influencia de la descarga térmica, no son severas y se limitan a una zona restringida por las propias condiciones ambientales del sitio; los cambios esperados por efecto de la descarga futura se pronostican más como una ampliación en la cobertura del área influenciada que sobre alguna característica fisicoquímica adicional a las analizadas.

En cuanto al análisis de los parámetros bióticos se observa que la mayoría de las especies de la epifauna dependen directamente de la dispersión planctónica de las larvas, las cuales permanecen en el plancton de unas pocas horas a algunas semanas (Steidinger, 1984), después de lo cual sufren metamorfosis y posteriormente se fijan al sustrato (Bayne, 1975; Jackson, 1977; Mileikovsky, 1971; Rittschof, Branscomb y Costlow, 1984; Petersen, 1984; Smith y Haderlie, 1969).

Es necesario mencionar que cualquier tipo de selectividad al sitio de fijación tiene efecto directo en la distribución de

los organismos adultos.

Diversos autores han demostrado que existe un amplio rango de factores que influyen en la selectividad y asentamiento de las larvas de la epifauna en el sustrato definitivo, factores tales como la luz (Thorson, 1964), temperatura (Ryland, 1962), corrientes de agua (Crisp y Stubbings, 1957), y el contorno, textura y ángulo de inclinación de la superficie en cuestión (Crisp y Barnés, 1954; McDougall, 1943). Asimismo factores biológicos como la presencia de una película microbiológica (Zobell y Allen, 1935), el tipo de algas (Ryland 1959a, b) y la interrelación entre las mismas especies (Knight-Jones, 1951b, 1953a, b; Knight-Jones y Crisp, 1953; y Wisely, 1960), que afectan el asentamiento larvario.

McDougall (1943) encontró que la selectividad de las larvas fue de gran importancia en la determinación de la distribución vertical de algunas especies y Connell (1961a, b) también encontró que el rango de profundidad del asentamiento contribuye, en parte, a la zonación intermareal de los balanos, ya que la profundidad a la cual la larva se fija puede ser el resultado de un número de factores tales como la luz, corrientes, temperatura, gravedad, etc.

Osman (1977) dice que en el caso extremo donde la producción

larvaria es baja, la presencia o ausencia de especies resulta de la selectividad. La abundancia larvaria en este estudio, se obtuvo en mayor proporción en el área aledaña a la obra de toma donde las condiciones físico-químicas y biológicas eran propicias, así como la existencia de sustrato potencialmente disponible a ser colonizado, no así en el área de no influencia (estaciones localizadas mar adentro), salvo las áreas colonizadas por PHAEOPHYTAS, donde la población dominante fue de larvas cifonautas de *Membranipora membranacea*.

La comunidad específica determinada en los sustratos artificiales colocados en la obra de toma de la C.T. concuerda con lo establecido con respecto a las condiciones propicias de dicho sustrato para la colonización (Crisp y Ryland, 1960) quienes plantean que la película primaria microbiológica y la textura del sustrato son determinantes para tal efecto, asimismo, Mihm (1981) mostró que *Bugula sp.* no se fija en sustratos limpios y altamente higroscópicos y Brewer (1984), observó que las plánulas de algunos *Scyphozoa* no sólo presentan selectividad a la naturaleza del sustrato sino que el ángulo de inclinación y el grado higroscópico del sustrato también son de importancia; algunos poliquetos presentan condiciones selectivas al sustrato semejantes a las anteriores (Chia, 1977).

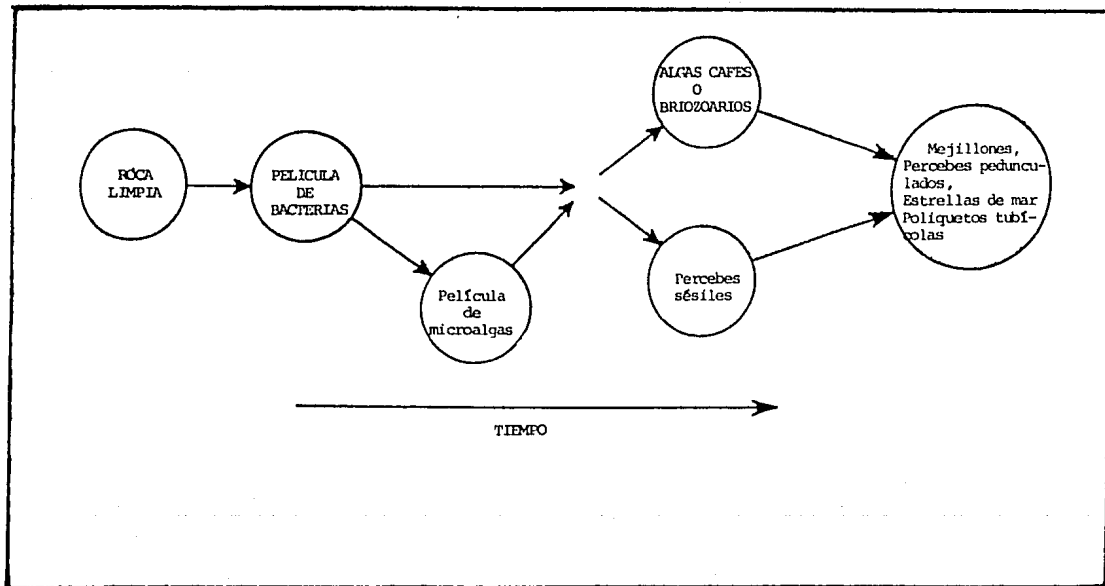
Sin embargo, las diferencias significativas que se presentaron en ambos sustratos artificiales (para este estudio) independientemente de la naturaleza de este, coinciden con lo que menciona Keough (1983), quien encontró diferencias en el reclutamiento de larvas de organismos sésiles como posible resultado de los requerimientos individuales de cada especie en particular, además de las diferentes interacciones que se pueden presentar entre los componentes de la comunidad (Allen y Wood, 1950).

En ambos sustratos la colonización se inicia con una película microbiológica y con el asentamiento de algunas especies de briozoarios como *Bugula pacifica*, *Bugula neritina*, *Fredericella sp.* y *Criptosula sp.*, lo que se asemeja a lo observado por Sutherland (1978) quién indicó que los briozoarios erectos pueden colonizar exitosamente sustratos no ocupados; cabe señalar que los briozoarios erectos favorecen el asentamiento de las ascidias lo cual concuerda con lo obtenido en este estudio y con lo encontrado por Haderlie (1968), Dean (1981) y Schmidt (1983).

El patrón general de fijación inició con una sucesión de organismos coloniales en la primera etapa, siendo reemplazados por la dominancia de organismos solitarios, fenómeno similar al observado por Greene et al. (1983) y Orellano Cepeda et al.

(1983) quienes consideraron que es el patrón que caracteriza a las regiones templadas y subtropicales, lo que no se aleja mucho de las condiciones fisicoquímicas y biológicas prevalecientes en la zona de estudio.

James (1980) propone un patrón general de fijación y asentamiento, donde se puede apreciar un comportamiento similar al observado en nuestros sustratos experimentales, planteando así la selectividad de algunos organismos incrustantes a sustratos previamente habitados ó colonizados por otros organismos. El patrón de fijación de James (Op. Cit.) contempla un sustrato limpio -----> película de bacterias y/o película de microalgas -----> algas caféas ó briozoarios ó percebes sésiles (balanos) -----> mejillones, estrellas de mar, percebes pedunculados, poliquetos tubícolas; y la comunidad en los sustratos artificiales para este estudio se caracterizó por los siguientes grupos: Briozoarios, Anfípodos, Cirripedios, Poríferos, Moluscos y Anélidos, y algunos otros organismos menos abundantes pertenecientes a los Crustáceos (*Braquiura*), Nemátodos (*C. Aphasida*), Cnidarios (*Hidrozoa*), Urocordados (*Asciadiacea*), Platelintos (*Polycladida*), Arthropodos (*Picnogonida*) y Gasteropodos. Conforme al patrón de fijación de James (Op. Cit.), él menciona en la última fase de asentamientos a las estrellas de mar y los percebes pedunculados, los cuales a pesar de que no



PATRON GENERAL DE SUCESION PARA BIOINCRUSTACIONES.
 (James, 1980).

se encontraron en ninguno de los sustratos artificiales colocados en la zona de estudio, son muy abundantes en las escolleras que protegen las instalaciones de la C.T. e incluso en la misma obra de toma, estos datos se conocen a través de los trabajos realizados por Treviño et al., (1989) y Guerrero (1990) donde mencionan a *Pisaster ochracea* (estrella de mar), *Mitella polimerus* y *Pollicipes polimerus* (percebes pedunculados) como parte de la comunidad bentónica e incrustante localizada en dicha zona.

Los organismos adultos más abundantes en el área de estudio son *Mytilus edulis* y *Mytilus californianus*, los cuales se encuentran segregados en bancos o camas en los sustratos fijos existentes en la zona, asimismo, *Balanus amphitrite*, *Balanus improvisus*, *Balanus nubilis* y *Megabalanus californicus* distribuidos en manchones o parches en el sustrato rocoso al azar, sin embargo, dada su dominancia en el medio natural, en el sustrato artificial estuvieron pobremente representados, ya que tanto los hidroides como las estructuras fibrosas que los simulaban inhibieron el asentamiento de los balanos. La presencia posterior de los mejillones a las demás especies en los sustratos, coincide con las observaciones de Haderlie (1972) y Bayne (1975); quienes determinan que los mejillones sólo se fijaron ocasionalmente en sustratos de término corto (3 meses), posteriormente Dean (1981), observó que estos

organismos llegaron a ser dominantes sólo después de 6 meses de iniciado su experimento, lo cual podría darnos una idea de el porqué de la pobre representación de los mejillones en nuestro sustrato artificial.

La riqueza específica de incrustantes no refleja un número elevado (36 especies), dado las limitaciones del área disponible para incrustantes (sustratos artificiales), sin embargo, de estas especies sólo un porcentaje reducido se podría considerar significativo con respecto a su abundancia durante las campañas de muestreo. Al respecto Margalef (1981) hace mención sobre la existencia en una comunidad bentónica de un número de especies representadas por muchos individuos que en un momento dado se ven favorecidos por las condiciones del medio fluctuante, y una serie de especies escasas podrían ser desfavorecidas por dichas condiciones, reduciendo su número o permitiendo el establecimiento de nuevas poblaciones en la zona que desde luego, se encontrarán en una abundancia reducida.

Ahora bien, la comunidad incrustante antes mencionada desempeña un papel preponderante con efectos específicos de ésta sobre las instalaciones del sistema de enfriamiento (toma y circulación del agua) de la C.T., lo cual ocasiona medidas preventivas de control para mitigar dichos efectos. Medidas

tales como choques térmicos, que consiste en elevar la temperatura del agua, variando tanto la intensidad como la duración del choque térmico. ó la dosificación de cloro ya sea como gas, o bien, produciendo hipoclorito de sodio directamente del agua de mar; en relación con ello se han efectuado investigaciones sobre el efecto de estos métodos sobre los organismos y su impacto en el medio marino, por diversos autores como Goldman (1979); Hines (1979), Chang y Strawn (1984); Thorhaug, Blake y Schroeder (1978); Helvey y Smith (1985); Kastendiek, Schroeter y Dixon (1981); Margery, Burton y Hall (1981); Liden, Burton, Bongers y Holland (1980); Goldman y Davison (1977); Hall, Burton y Liden (1982); y Davis y Middaugh (1978), quienes realizan sus investigaciones no sólo con mejillones o balánidos, sino con organismos marinos o estuarinos de vida libre e incluso con pastos marinos para evaluar el tipo de alteración que provoca la descarga de una Central Termoeléctrica (ΔT y Cloro) sobre los organismos existentes en un área determinada.

Para este estudio se realizaron bioensayos a fin de obtener un método de control efectivo para las bioincrustaciones que pese a la existencia de una rejilla protectora en el canal de llamada, estos penetran (larvas de organismos bentónicos, huevos de peces y plancton en general) por las tuberías hacia las instalaciones de la Central Termoeléctrica donde algunos

que no se ven afectados por el daño mecánico se fijan y se desarrollan provocando disminución en la velocidad de flujo del agua de enfriamiento por fricción y a su vez un mayor gasto de agua (m^3/s) por efecto de succión en la obra de toma.

Los tratamientos propuestos para los bioensayos fueron: choques térmicos a partir de tres temperaturas de aclimatación (14, 18 y 21°C) con incrementos de temperatura de la misma magnitud (14, 18 y 21°C) y con periodos de aclimatación de 96 hr a 168 hrs. Para la cloración se manejaron concentraciones de 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 ppm con tiempos de exposición de 20 a 120 minutos y un tercer tratamiento que fue el efecto combinado o sinergismo (CI/T°).

Los tres tratamientos se aplicaron a organismos adultos de *Mytilus californianus* y *Mytilus edulis* y en la etapa larvaria sólo se aplicaron dos tratamientos a larvas de *Mytilus edulis*.

De los resultados obtenidos se estima que el tratamiento térmico será suficiente para lograr el control sobre adultos y larvas, evitándose así la necesidad de mantener un control químico continuo; no obstante, sería conveniente aplicarlo eventualmente durante la época de mayor incidencia larvaria, la cual está en función del ciclo de vida del organismo en cuestión, que para el caso de *Mytilus edulis* (principal

incrustante) se ubica en el periodo de noviembre a febrero, siendo este el tiempo adecuado para aplicar un tratamiento de control.

Algunos autores como Livingston (1979) señala que los llamados bioensayos "sinérgicos" son muy convenientes debido a que es posible observar la relación existente entre dos o más variables controladas y mediante esto poder obtener un método de control resultante de la combinación de los factores de interés particular.

Roberts (1979) ha realizado diversas investigaciones sobre la aclimatación térmica y sus efectos sobre la modulación estacional y la termoregulación en organismos acuáticos determinando la resistencia y capacidad de las adaptaciones (Precht et al., 1973) para lo cual obviamente, menciona como una herramienta bastante útil a los bioensayos.

Asimismo, Scott y Vernberg (1979) dirigen sus investigaciones hacia los efectos del cloro usado como biocida y su descarga dentro de aguas costeras lo cual según Waugh (1964), Morgan y Stross (1969) y McLean (1973) puede resultar en efectos tóxicos indeseables para muchos de los organismos residentes de ese habitat. La gran mayoría de los estudios realizados al respecto están en función de los resultados obtenidos a partir

de bioensayos.

Los resultados de los bioensayos realizados en este estudio nos permitieron elaborar un programa de aplicación de choque térmico, cloro y de control sinérgico (T°/Cl) para las bioincrustaciones localizadas en el área de estudio, donde se propone la temporada de aplicación, el incremento de temperatura, la concentración de cloro, la periodicidad (días) y el periodo de exposición, y que se muestra a continuación.

No obstante, la base tecnológica para el uso de organismos marinos o estuarinos en los bioensayos ha progresado notablemente desde la década pasada.

El uso del cloro en la prevención del asentamiento de organismos en centrales de generación eléctrica ha sido una medida de control altamente efectiva, aunque los efectos sinérgicos en habitats contaminados químicamente han recibido muy poca atención (Hochachka y Mustafa, 1972; Mangum, 1973; Rossi y Reisch, 1976; Taylor, 1976).

Sinderman (1979) menciona que en base a algunas evidencias experimentales y observadas, sostiene la conclusión de que la resistencia de las poblaciones animales a los contaminantes puede ser inducida o incrementada por la exposición crónica a

PROGRAMA DE APLICACION DEL CHOQUE TERMICO PARA EL CONTROL DE INCRUSTANTES

M E S	TEMPERATURA °C	TIEMPO min.	PERIODICIDAD día	PERIODO DE EXPOSICION
ENERO	35 - 42	20 - 90	15 y 31	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
FEBRERO	35 - 42	20 - 90	15 y 31	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
MARZO	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
ABRIL	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
MAYO	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
JUNIO	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
JULIO	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
AGOSTO	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
SEPTIEMBRE	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
OCTUBRE	42	20	15	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
NOVIEMBRE	35- 42	20 - 90	15 y 31	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
DICIEMBRE	35- 42	20 - 90	15 y 31	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.

PROGRAMA DE APLICACION DE CLORO PARA CONTROL DE INCRUSTANTES

M E S	CLORO ppm	TIEMPO min.	PERIODICIDAD día	PERIODO DE EXPOSICION
ENERO	5.0	120	13 a 16	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
FEBRERO	5.0	120	13 a 16	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
MARZO	*			antes de las 12:00 a.m.
ABRIL	5.0	120	13 a 16	después de 18:00 p.m.
MAYO	*			antes de las 12:00 a.m.
JUNIO	5.0	120	13 a 16	después de 18:00 p.m.
JULIO	*			antes de las 12:00 a.m.
AGOSTO	5.0	120	13 a 16	después de 18:00 p.m.
SEPTIEMBRE	*			antes de las 12:00 a.m.
OCTUBRE	5.0	120	13 a 16	después de 18:00 p.m.
NOVIEMBRE	5.0	120	13 a 16	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
DICIEMBRE	5.0	120	13 a 16	antes de las 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.

* Sin cloración

PROGRAMA DE APLICACION DE CONTROL SINERGISTICO (Temperatura y Cloro) EN INCRUSTANTES

M E S	T°C	CLORO ppm	TIEMPO min	PERIODICIDAD dia	PERIODO DE EXPOSICION
ENERO	--	--	--	--	--
FEBRERO	--	--	--	--	--
MARZO	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
ABRIL	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
MAYO	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
JUNIO	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
JULIO	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
AGOSTO	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
SEPTIEMBRE	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
OCTUBRE	39	0.5	30	15	antes de 12:00 a.m. después de 18:00 p.m.
NOVIEMBRE	--	--	--	--	--
DICIEMBRE	--	--	--	--	--

los contaminantes.

En cuanto a la diversidad Margalef (1968) dice, que un ecosistema normal, en una etapa ya madura de su desarrollo, se aproxima casi siempre a una diversidad de cinco bits, correspondiendo esto a unas 32 especies supuestas equifrecuentes o a un número mucho mayor de especies si su abundancia es desigual, comparativamente con los valores obtenidos en este estudio, la diversidad más alta fue de 1.76 bits para las muestras tomadas en la E2 (obra de toma) y de 1.66 bits para las estaciones de muestreo dentro y fuera de la zona de influencia (junio-octubre, 1988) por lo que de acuerdo con lo anterior se puede considerar que la comunidad incrustante no se encuentra en un estado de madurez o desarrollo avanzado. En tales situaciones es común pensar que se tienen ambientes contaminados que soportan dichas comunidades (Margalef, 1968); sin embargo, autores como Wilhm y Dorris (1968); Gaufin (1973); Patrick (1973) toman a la diversidad de especies como un indicador de los efectos de la contaminación y Cairns et al., (1973) incluso, ha presentado varios argumentos en favor del uso de la diversidad como una medida de la respuesta al impacto en comunidades acuáticas. En estudios subsecuentes se ha establecido que la diversidad de especies no puede ser un índice de contaminación para macrophytas bentónicas (Zimmerman y Livingston, 1976),

invertebrados epibentónicos (Hooks, 1973) o peces (Livingston, 1975); por lo que se deduce para el presente estudio que en el caso de los organismos incrustantes, las diversidades son bajas debido a que son pocos los organismos que soportan las condiciones específicas que existen en el área de estudio, aunado a ello, la competencia y las relaciones intra e interespecíficas que se generan en una comunidad compuesta por varias especies, son dignas de tomarse en cuenta como factores que influyen sobre la diversidad y no siempre como respuesta a un ambiente contaminado, por lo que se considera que las condiciones que prevalecen en el medio debido a la influencia de la descarga térmica y al cloro no provocan alteraciones severas sobre los organismos incrustantes.

Por otra parte, el parámetro más relacionado con esta comunidad fue el cloro, quizá, debido a la adición de este como método de control, que por la concentración que se utiliza en muchas ocasiones provoca la liberación de los gametos de algunos organismos, aún cuando no es la época de madurez gonádica para que se lleve a cabo.

Los resultados obtenidos mediante las afinidades entre estaciones de muestreo reflejan que sí existe afinidad entre las estaciones dentro de la zona de influencia con las

estaciones fuera de la zona de influencia, aunque esta afinidad es menor a la existente entre estaciones situadas en la misma zona, lo que indica que las condiciones de la obra de toma y descarga con respecto a la zona alejada de la C.T. (estaciones 9, 10 y 11) no presentan condiciones fisicoquímicas con grandes alteraciones que no permitan a las especies incrustantes que se sitúan en el área de influencia, desplazarse en la época de dispersión a la zona de no influencia y viceversa.

La afinidad en la composición de los grupos específicos de la comunidad incrustante (meroplanctónica) concuerda con Ganapati et al., (1958), Hall et al., (1970), Osman (1977) y Yoshioka (1982), quienes enfatizan la importancia de la disponibilidad larvaria en las comunidades bioincrustantes.

Es importante mencionar que la disponibilidad larvaria nos puede dar una idea de los grupos o especies que colonizarán, aunque no de la abundancia de los mismos.

De acuerdo con todo lo anterior, se plantea que las condiciones que prevalecen en la zona de estudio, al menos para los organismos incrustantes, son adecuadas para su asentamiento natural y que el programa de control que se elaboró servirá para los fines que requiere la C.T.

6. CONCLUSIONES

1. Con respecto a los resultados del análisis fisicoquímico se deduce que no existen variaciones importantes en la calidad del agua para el área de estudio entre una y otra campaña de muestreo.
2. Las condiciones prevalecientes en el área favorecen el desarrollo de la comunidad incrustante.
3. La época de mayor abundancia conforme a los resultados fue durante el mes de junio y la hora de mayor disponibilidad larvaria fue antes del medio día y después de las 6:00 de la tarde.
4. Las variaciones en la diversidad parecen ser afectadas

principalmente por las relaciones interespecíficas.

5. Los grupos bioincrustantes susceptibles a la colonización pueden detectarse en el meroplancton, aunque no su proporción; en estadios primarios presentan selectividad a sustratos rugosos (rugofilismo) y su patrón general de fijación (en los sustratos artificiales) correspondió al de zonas templadas.
6. El grado de incrustaciones tanto en el cárcamo de bombeo como en el interior de los condensadores es muy pobre y no representa un problema serio para la C.T. por lo que será suficiente el tratamiento térmico para el control de la población bioincrustante, además de control químico estacional.

6.1 *Recomendaciones*

- Realizar mantenimiento constante en las instalaciones para evitar la fijación de organismos incrustantes en oquedades, ranuras o bordes provocados por el desgaste en dichas instalaciones.
- Mantener la periodicidad indicada para el control de estos organismos mediante choques térmicos y adición de

cloro.

- Erradicar las poblaciones de adultos fijos en el cárcamo de bombeo y canal de llamada, para evitar repoblaciones por organismos densodependientes (balanidos), así como densoindependientes (mejillones) y de esta manera establecer un control solo para las larvas transportadas por corrientes externas a esta zona.

BIBLIOGRAFIA

Allem, A.A., 1957. Succession of marine organisms on test panels immersed in deep-water at La Jolla, Ca.. Hidrobiol. II 40-58.

Allen, F.E.; Wood, E.J., 1950. Investigations on underwater fouling. II. The biology of fouling in Australia: results of a years research. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 1(1): 92-105.

Antoli, F.V., Garcia-Cubas, A. 1985. Sistemática y ecología de moluscos en las lagunas costeras Carmen Machona, Tabasco, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Autón. México. 12(1): 145-198.

Bayne, B.L., 1975. Marine Mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. 1-195.

Brewer, R.H., 1984. The influence of the orientation, roughness and wettability of solid surfaces on the behavior and attachment of planulae of *Cyanea* (Chidaria: Scíphozoa). Biol. Bull. 166: 11-21.

Cairns, J. Jr., K.L. Dickson and G. Lanza, 1973. Rapid biological monitoring systems for determining aquatic

community structure in receiving systems, pp. 148-163. In: (J. Cairns Jr., K.L. Dickson, eds.) Biological methods for the Assessment of Water Quality. Philadelphia.

Chia, Fu Shiang, 1977. Symposium of settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae, Toronto, Ont.

Chung K.S., Strawn, K., 1984. Seasonal change in Thermal tolerance of common estuarine crustaceans. Bull. JPM. Soc. Sci. Fish. 50(3): 451-456.

Cobo P.D., M. Villarroel, L. Treviño, M.T. Orta, R. Iturbe, 1978. Determinación de los efectos de la Termoeléctrica de Manzanillo, en la flora y fauna de la Laguna de Cuyutlán, Colima". Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Ingeniería, UNAM.

Cobo P.D., M. Villarroel, L. Treviño, M.T. Orta, R. Iturbe, 1980. Evaluación de los efectos biológicos de la toma y descarga de la Termoeléctrica de Punta Prieta, B.C.S.". Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Ingeniería, UNAM.

Coe, W.R., Allen, W.E., 1973. Growth of Sedentary marine organisms on experimental blocks and plates for nine successive

years at The Pier of the Scripps Institution of Oceanography.

Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Serv. 4: 101-136.

Comisión Federal de Electricidad, 1986. Estudios de difusión térmica para la ampliación C.T. Tijuana. Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos, Subgerencia de Ingeniería Preliminar Civil y Geotécnica.

Connell, J.H., 1961a. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. Ecology 42: 710-723.

Connell, J.H., 1961b. Effect of competition, predation by *Thais lappillus*, and other factors on natural populations of the barnacle *Balanus balanoides*. Ecol. Monogr. 31: 61-104.

Crisp, D.J., H. Barnes, 1954. The orientation and distribution of barnacles at settlement, with particular reference to surface contour. J. Anim. Ecol. 23: 124-162.

Crisp, D.J., H.G. Stubbings, 1957. The orientation of barnacles to water currents. J. Anim. Ecol. 26: 179-196.

Crisp, D.J., Ryland J.S., 1960. Influence of filming and surface texture on settlement of marine organisms. Nature,

Lond. 185: 119-121.

Davis, P.W. and D.P. Middaugh, 1978. A review of the impact of chlorination processes upon marine ecosystems.. Gulf Breeze Environmental Research. Laboratory 299-325.

De Alba, P.C.R., 1972. Colonización de un sustrato duro artificial por organismos bentónicos. Ensenada, B.C., México. Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 52 p. Tesis.

Dean, T.A., 1977. Succession in a marine fouling community: Changes in community structure and mechanisms of development. Dissertation. Univ. Delaware, Newark, Da. 132 p.

Dean, T.A., 1981. Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 53: 163-180.

Dean, T.A., Hurd, L.E., 1980. Development of an estuarine fouling community: The influence of early colonist on later arrivals. Oecología. 46: 295-301.

Gauvin, A.R., 1973. Use of aquatic invertebrates in the assessment of water quality, pp. 96-116. In: (J. Cairns, Jr.

and K.L. Dickson, eds.). Biological Methods for the Assessment of Water Quality. Philadelphia.

Ganapati, M.V., Lakashmana, R., Magabushnam, R., 1958. Biology of fouling in the Visakhapatnam Harbour. Anhara Univ. Mem. Oceanogr. 62(11): 193-209.

Gómez-Valdez, J., Velez-Muñoz, H., 1982. Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la corriente de California. Ciencias Marinas, 8(2): 167-178.

Goldman, J.C., 1979. Chlorine in the marine environment. Oceanus, 22(3): 36-43.

Goldman, J.C., Carpenter, E.J., 1974. A Kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. Limnology and Oceanography V. 19(5): 756-766.

Graham, G.W., Gay, H., 1945. Season of attachment and growth of sedentary marine organisms at Oakland, Ca. Ecology, 26(4): 375-385.

Greene, C.H., Schoener, A., Corets, E., 1983. Succession on marine hard substrata: The adaptative significance of

solitary and colonial strategies in temperate fouling communities. Mar. Ecol. Progr. Serv., 13:121-129.

Guerrero, S.S., 1990. Prospección de la comunidad bentónica-marina previa a la ampliación de la Central Termoeléctrica en Rosarito, B.C., Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autón. de México. 116 p. Tesis.

Haderlie, E.C., 1968. Fouling organisms in the Harbour at Monterey, California, 2nd. Int. Congr. Mar. Corrosion and Fouling Athens., 1-14.

Haderlie, E.C., 1972. Marine fouling and boring organisms in Monterey Harbour. II year of investigation. Veliger, 12: 182-192.

Hall, D.J., Cooper, W.E., Werner, E.E., 1970. An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. Limnol. Oceanogr. 15(6): 839-928.

Hall, W.L. Jr., D.T. Burton y L.M. Liden, 1982. Power plant chlorination effects on estuarine and marine organisms. Crit. Rev. Toxicol. 10(1): 27-40.

Helvey, M. y R.W. Smith, 1985. Influence of habitat structure on the fish assemblages associated with two cooling-water intake structures in southern California. Bulletin of Marine Science, 37(1): 189-199.

Hines, A.W., 1979. Effects of thermal discharge on reproductive cycles in *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus* (Mollusca, Bivalvia). Fish. Bull. 77(2): 498-503.

Hochachka, P.W. and T. Mustafa, 1972. Invertebrate facultative anaerobiasis. Science 178: 1056-1060.

Jackson, J.B.C., 1977. Competition on marine hard substrata: the adaptative significance of solitary and colonial strategies. Amer. Natur. Vol. III, No. 980: 743-767.

James, L.S., 1980. Life on the bottom-the benthos. in An introduction to the Biology of Marine Life. N.Y., Press.: 89-109.

Kastendiek, J., S.C. Schroeter y J. Dixon, 1981. The effect of the seawater cooling system of a nuclear generation station on the growthh of mussels in experimental populations. Marine Pollution Bulletin, Vol. 12. No. 12.: 402-407.

Keough, J.M., 1983. Patterns of recruitment of sessile invertebrates in two subtidal habitats. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., Vol. 66: 213-245.

Knight-Jones, E.W., 1951b. Gregariousness and some other aspects of the settling behavior of *Spirorbis*. J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom, 30: 201-222.

Knight-Jones, E.W., 1953a. Laboratory experiments on gregariousness during settling in *Balanus balanoides* and other barnacles. J. Exp. Biol. 30: 584-598.

Knight-Jones, E.W., 1953b. Some further observations on gregariousness in marine larvae. British. J. Anim. Behav. 1: 81-82.

Knight-Jones, E.W. and D.J. Crisp, 1953. Gregariousness in barnacles in relation to the fouling of ships and to antifouling research. Nature (London) 171: 1109.

Köppen in: García E., 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía, UNAM, 217 p.

Liden, H.L., D.T. Burton, L.H. Bongers y A.F. Holland, 1980.

Effects of chlorobrominated and chlorinated cooling waters on estuarine organisms. Journal, W.P.C.F., Vol. 52. No. 1: 173-181.

Livingston, R.J. 1975. Impact of Kraft pulp-mill effluents on estuarine and coastal fishes in Apalaches Bay, Florida, USA. Mar. Biol. 32: 19-48.

Livingston, R.J., 1978. Multiple factor interactions and stress in Coastal systems: a review of experimental approaches and field implications. In: (F.J. Vernberg, A. Calabrese, eds.) Physiological responses of marine biota to pollutants. New York: Academic Press.

Mangum, C. 1973. Responses of aquatic invertebrates to declining oxygen conditions. American Zool. 13: 529-541.

Margalef, R. 1981. Ecologia. Omega, Barcelona, 961 pp.

Margalef, R. 1968. Perspectives in ecology theory. University of Chicago Press. Chicago.

Margrey, S.L., D.T. Burton y L.W. Hall Jr., 1981. Seasonal Temperature and power plant chlorination effects on estuarine invertebrates. Arch. Environm. Contam. Toxicol. 10: 691-703.

Mc Dougall, K.D., 1943. Sesile marine invertebrates at Beaufort, Northh Carolina. Ecol. Monogr. 13: 321-374.

Mc Lean, R.T. 1973. Chlorine and temperature stress in estuarine invertebrates. Jour. Wat. Pollut. Contr. Ted. 45: 837-841.

Meinkoth, A.N., 1981. North American Seashore Creatures. Published by Alfred A. Knopf, Inc. New York.

Mihm, J.W., Banta, W.C., Loeb, G.I. 1981. Effects of adsorbed organic and primary fouling films on briozoan settlement., J. Exp. Mar. Biol. Eol. 54: 167-180.

Mileikovsky, S.A., 1971. Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological significance: a re-evaluation. Marine Biology 10: 193-213.

Morgan, R.P. and R.G. Stross, 1969. Destruction of phytoplankton in the cooling water supply of a steam electric station. Ches. Sci.

Naylor, E., 1965. Effects of heated effluents upon marine and estuarine organisms. Adv. Mar. Biol. Vol. 3. 63-103 pp.

Orellana, C.E., Arellano, G.M.E. y Ruiz G.P.M., 1983. Comparación de la colonización de sustratos artificiales en el puerto de Ensenada y el estero Punta Banda, Bahía Todos Santos, Ensenada, B.C. 302-328.

Osman, R.W., 1977. The establishment and development of a marine epifaunal community, Ecol. Monogr. 47: 37-63.

Patrick, R., 1973. Use of algae especially, diatoms in the assessment of water quality, pp. 76-95. in: (Cairns, Jr. and K.L. Dickson, eds.). Biological methods for the assessment of water quality. Philadelphia.

Petersen, H.J., 1984. Larval settlement behavior in competing species: *Mytilus californianus* Conrad and *M. edulis* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 82. 147-159 pp.

Peña Santana P., Ramírez León H., 1987. Estudio de la obra de la C.T. Tijuana en Rosarito B.C. (Informe Final). Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.

Pielou, E.C., 1977. Mathematical Ecology. A. Wiley Interscience Publication. New York, 385 pp.

Precht, H., J.Chistophersen, H. Hensel and W. Larcher, 1973.

Temperature and Life. Springer-Verlag, Berlin, 779 p.

Rittschof D., E. Sanford Branscomb and John D. Costlow, 1984. Settlement and behavior in relation to flow and surface in larval barnacles, *Balanus amphitrite* Darwin. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 82, 131-146 pp.

Roberts L. John, 1979. Seasonal modulation of thermal acclimation and behavioral thermoregulation in aquatic animals. Marine pollution: functional responses. New York. Academic Press. Inc. 365-387.

Rossi, S.S. and D.J. Reish, 1976. Studies on the *Mytilus edulis* community in Alamitos Bay, California. VI. Regulation of Anaerobiasis by dissolved oxygen concentration. Veliger 18(4); 357-360.

Ryland, J.S., 1959a. Experiments on the selection of algal substrates by polyzoan larvae. J. Exp. Biol. 36: 613-631.

Ryland, J.S., 1959b. The settlement of polyzoa larvae on algae. Proc. Int. Congr. Zool. 15: 230-239.

Ryland, J.S., 1962. The effect of temperature on the photic responses of polyzoan larvae. Sarsia 6: 41-48.

Scott, I.G. and W.B. Venberg, 1979. Seasonal effects of chlorine produced oxidants on the growth, survival and physiology of the american oyster *Crassostrea virginica* (Gmenlin). New York. Academic Press. Inc. 415-435.

Schmidt, G.H., 1983. The hidroid *Tubularia larynx* causing "bloom" of ascidians *Ciana intestinalis* and *ascidiella aspersa*. Mar. Ecol. Progr. Serv., 12: 103-105.

Seapy, R.R. and M.M. Littler, 1979. The distribution, abundance, community structure, and primary productivity of macroorganisms from two central California rocky intertidal habitats. Pacific Science. Vol. 32. No. 3.: 293-314.

SEDUE, 1981. Reglamento para la prevención y control de la contaminación del agua; Series: Normatividad Ecológica.

Sinderman, C.J., 1979. Beyond the LC_{50} : an opinion about research activities and needs concerning physiological effects of pollutants in the environment. Marine pollution: functional responses. New York. Academic Press Inc. 437-450.

Smith, V. Stephen and Eugene C. Haderlie, 1969. Growth and longevity of some calcareous fouling organisms, Monterey Bay, California. Pacific Science. Vol. XXIII. 447-451.

Steindinger, A.K. (1984) Marine Plankton. Life Cycle strategies. Ed. Karen A. Steindinger and et al., Boca Ratón, Florida, 158 p.

Standart Methodos for the examination of the water and wastewater (16 ed.), AWWAO, APHA and WPCF.

Sutherland, J.P., 1978. Functional role of *Schizoporella* and *Styela* in the fouling community at Beaufort, North Carolina. Ecology, 59(2): 257-264.

Taylor, A.C., 1973. Responses of aquatic invertebrates to declining oxigen conditions. American, Zool. 13: 529-541.

Thorson, G., 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. Phelia 1: 167-208.

Thorhaug, A., N. Blake and P.B. Schroeder, 1978. The effect of heated effluents from power plants on seagrass (*Thalassia*) communities quantitatively comparing estuaries in the subtropic to the tropics. Marine Pollution Bulletin. 9: 181-187.

Treviño, A.L., 1980. "Ubicación de plantas termoeléctricas costeras consistemas de enfriamiento abierto, desde el punto

de vista de protección ambiental" (Criterios Preliminares).
Elaborado para Instituto de Ingeniería, UNAM. Agosto 1980,
Proyecto 0332.

Treviño, A.L., 1982. "Algunas consideraciones sobre el
impacto ecológico debido a la construcción de la planta
termoeléctrica Manzanillo, en la Laguna de Cuyutlán, Colima".
Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas,
UABC.

Treviño, A.L., P. Magaña, 1985. "Rehabilitación de la Laguna
de Xochiaca". Elaborado para Departamento del Distrito
Federal. Junio 1985, Proyecto 4333.

Treviño, A.L., P. Magaña, S. Guerrero, A. Garduño, F. Salinas,
L. Sosa., 1989. "Estudio de Protección al ambiente marino y a
la Planta Termoeléctrica en Rosarito". (Informe Final).
Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad. Octubre
1989, Proyecto 8334.

Waugh, G.D., 1964. Observations on the effects of Chlorine on
the larvae of Oysters, *Ostrea edulis* L. and barnacle, *Eliminium*
modestus Darwin. Ann. Appl. Biol. 54: 400-423.

Wilhm, J.L. and T.C. Dorris, 1968. Biological parameters for

water quality criteria. Bioscience 18: 477-481.

Wysely, B., 1960. Observations on the settling behavior of larvae of the tubeworm, *Spirorbis borealis*. Aus. J. Mar. Freshwater Res. 2:55-72.

Yashioka, P.N., 1982. Role of planctonic and benthic factors in the population dynamics of the brizoan *Membraniphora membranacea*. Ecology. 63(2): 457-468.

Zimmerman, M.S. and R.J. Livingston, 1976. Effects of Kraft-mill effluents on benthic macrophyte assemblages in a Shallow-bay system (Apalachee Bay, North Florida, USA). Mar. Biol. 34: 297-312.

Zobell, C.E., and E.C. Allen, 1985. The significance of marine bacteria in the fouling of submerged surfaces. J. Bacteriol. 29: 239-251.