

RICARDO BASTIDA y GUSTAVO BRANKEVICH

**ESTUDIOS ECOLOGICOS PRELIMINARES SOBRE LAS COMUNIDADES
INCRUSTANTES DE PUERTO QUEQUEN (ARGENTINA)**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION
Y DESARROLLO PESQUERO

7600 - Mar del Plata, Argentina

Contribución No. 392

V CONGRESO INTERNACIONAL DE CORROSION MARINA E INCRUSTACIONES
5th INTERNATIONAL CONGRESS ON MARINE CORROSION AND FOULING
5ème CONGRES INTERNATIONAL DE LA CORROSION MARINE ET DES SALISSURES

Depósito legal: M. 17817.—1980.

Gráficas Orbe, S. L., Padilla, 82,-----Madrid, 1980.

ESTUDIOS ECOLOGICOS PRELIMINARES SOBRE LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES DE PUERTO QUEQUEN (ARGENTINA) *

RICARDO BASTIDA **

GUSTAVO BRANKEVICH ***

Argentina

RESUMEN

El presente trabajo tiene por principal finalidad dar a conocer los resultados preliminares de las investigaciones sobre comunidades incrustantes de Puerto Quequén, con referencia a su acción perjudicial en los sistemas de refrigeración de la central termoeléctrica ubicada en la zona.

Dado que no existían antecedentes de trabajos previos sobre el tema, fue necesario realizar observaciones hidrológicas generales y estudios básicos sobre la fauna bentónica local.

Para la obtención de organismos incrustantes, determinación de sus ciclos de fijación y análisis de las variaciones de biomasa se emplearon paneles experimentales ubicados en tres niveles de profundidad diferentes (desde superficie hasta aproximadamente 2 m); el ensayo fue realizado durante el período septiembre 1977/agosto 1978.

Los sustratos experimentales se ubicaron en dos zonas: externa, correspondiente a la toma de agua de la central, e interna, correspondiente a la primera sección del sistema de refrigeración. Cada una de estas zonas se estudió en forma independiente con sistemas de

paneles mensuales y acumulativos, lo que permitió comparar los ciclos de fijación de los organismos y las fluctuaciones de la biomasa en ambas zonas, ya que en las mismas predominan diferentes condiciones ambientales.

El presente estudio sirve de base para la aplicación de sistemas de control en los circuitos de refrigeración de la central, así como también para futuros ensayos de pinturas anti-incrustantes.

1. INTRODUCCION

Las investigaciones sobre comunidades incrustantes de las costas argentinas habían sido enfocadas hasta el presente exclusivamente hacia los problemas que las mismas ocasionan en embarcaciones y construcciones portuarias, no existiendo antecedentes sobre estudios en sistemas de refrigeración.

Este aspecto fue encarado recientemente a raíz de un pedido efectuado por la Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires (DEBA), motivado por los serios problemas ocasionados por las incrustaciones en los sistemas de refrigeración de la central termoeléctrica de Puerto Quequén.

En base a este pedido, y teniendo en cuenta la carencia de estudios previos sobre las comunidades bentónicas locales, se planeó desarrollar un estudio general a lo largo de un ciclo anual (septiembre 1977/agosto 1978), utilizando sustratos experimentales, a los efectos de obtener un panorama preliminar del problema y sus posibles soluciones. Cabe señalar que en años anteriores uno de los autores ha-

* Trabajo realizado por convenio entre el INIDEP y el LEMIT.

** INIDEP, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (SEIM). Mar del Plata, Argentina. CONICET. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina.

*** DEBA. Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, Argentina.

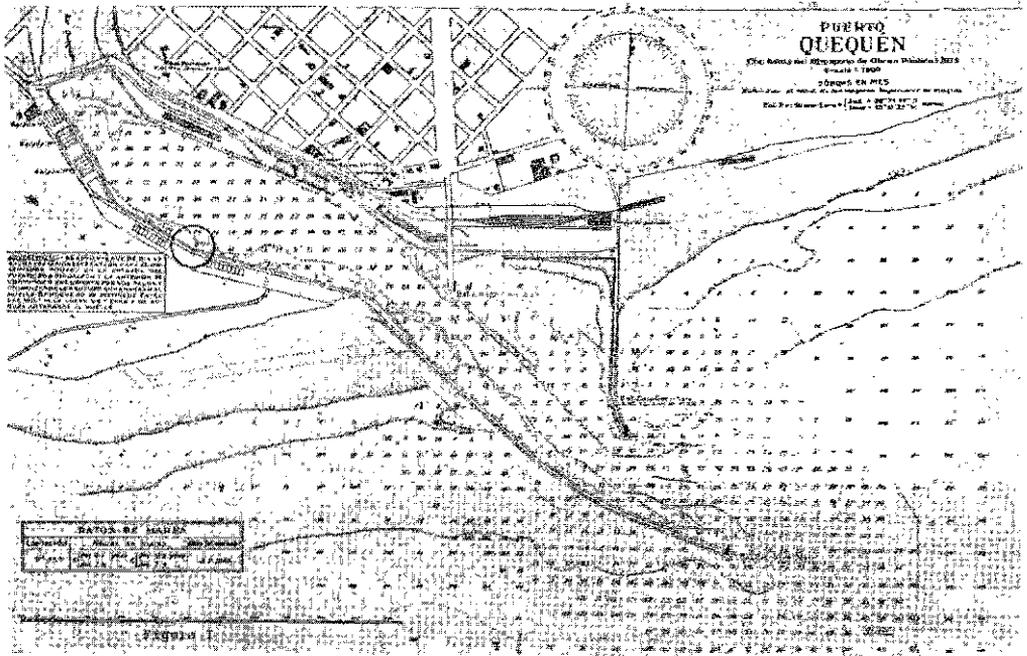


Fig. 1

hía efectuado una inspección en los sistemas de refrigeración de la central con la finalidad de conocer los alcances de dicho problema (3).

En esta primera etapa, los estudios se han limitado al análisis de los ciclos de fijación de los organismos y de las variaciones en la biomasa de la comunidad, dejándose para una etapa posterior el estudio de la evolución de la misma.

Estos estudios serán complementados en el futuro con otros que se están llevando a cabo en la zona y que se espera sean de utilidad para la aplicación de sistemas de control en la central, así como también para ensayos de pinturas antiincrustantes en embarcaciones locales.

2. AREA DE ESTUDIOS

Se trata de una zona con características peculiares desde el punto de vista hidrológico, debido a la influencia recíproca que se establece entre la masa de agua de origen marino y los aportes fluviales. Como consecuencia, a lo largo del día y de las estaciones del año se producen marcadas variaciones de los factores

ambientales, principalmente en lo que respecta a la salinidad y temperatura de las aguas, que pueden repercutir de diversas formas en las comunidades incrustantes.

El río Quequén Grande nace en la laguna Quequén y su desembocadura al océano Atlántico se produce a los $38^{\circ} 36' S$ y $58^{\circ} 40' O$, recibiendo afluentes de caudal variable a lo largo del año. Presenta un ancho máximo de, aproximadamente, 60 m y su profundidad natural es de 1,8 m como mínimo, si bien en épocas de crecientes producidas por las lluvias su nivel puede aumentar a 3 m. El caudal de agua del río suele ser considerable, aun en las épocas de mayor sequía.

En la zona próxima a la desembocadura del río Quequén Grande se encuentra emplazado el Puerto Quequén (fig. 1), en cuyo ámbito está situada la central termoeléctrica de DEBA. Este puerto está limitado en su desembocadura por dos escolleras: la del oeste, que es la principal, corre de NO a SE, con una longitud de 1.192 m, y la del este, de 572 m de largo, corre de N a S, existiendo entre ambas un paso de 200 m. Presenta una zona de dragado de ancho variable, que oscila entre 7,3 m y

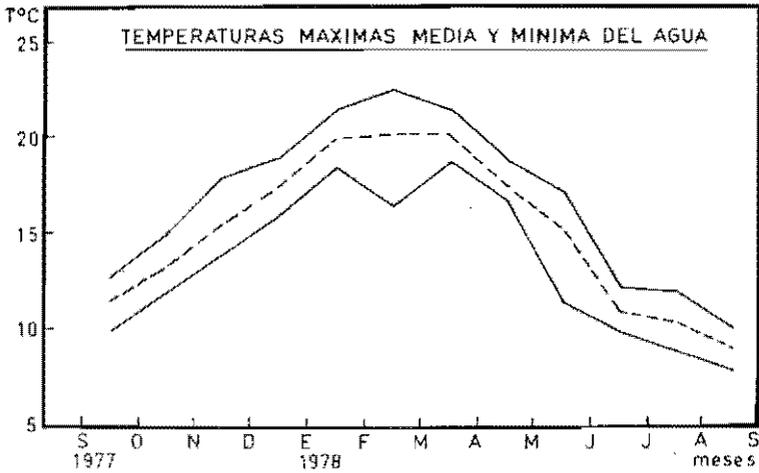


Fig. 2

6,4 m como mínimo de profundidad, admitiendo un calado máximo de 8,23 m con altas mareas y con mar calmo.

En cuanto al régimen de mareas, el establecimiento del puerto medio de Quequén es de 5 horas 45 minutos; la amplitud de la marea de sicigias medias es de 1,3 m, y la de cuadraturas medias, de 0,9 m. Estas mareas producen corrientes que se hacen sentir hasta algunas millas de la costa con una intensidad de 0,5 a 1 nudo, aunque en casos excepcionales pueden ser mayores; en la zona de la desembocadura, las corrientes de marea llegan a ser más intensas, hasta de 2 nudos en el último

período de vaciante. Este factor hace que se establezcan influencias recíprocas entre las masas de agua marina y fluvial, registrándose el efecto de la marea hasta 3 km dentro de la zona del río.

También debe tenerse en cuenta la influencia de la dirección e intensidad de los vientos sobre la amplitud de marea y la magnitud de la corriente de marea.

Los ensayos del presente trabajo fueron realizados en la toma de agua y sala de bombas de la central de DEBA, cuya ubicación se indica con un círculo en la figura 1.

A continuación se comentan los principales

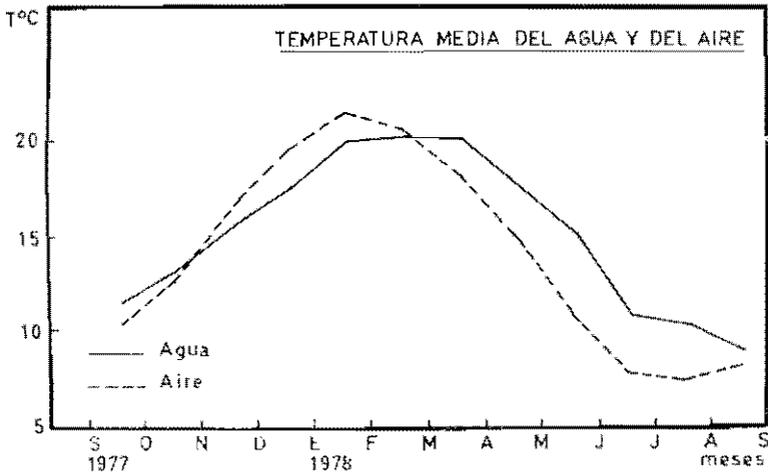


Fig. 3

factores ambientales considerados durante el estudio.

2.1. TEMPERATURA

De acuerdo a los estudios realizados en otras áreas portuarias del país, se ha podido determinar que la temperatura del agua constituye uno de los principales reguladores de los ciclos de fijación de los organismos incrustantes y del desarrollo de las comunidades que ellos integran, de ahí la importancia de conocer en forma precisa la dinámica térmica a lo largo del año.

La temperatura media del agua superficial, a la altura de la toma de la central de DEBA, ha presentado una variación anual de aproximadamente 11° C; la amplitud térmica máxima para un mismo mes fue de 6° C y se registró en el mes de febrero. Durante este mes se registró también el valor máximo de temperatura de 22,5° C, mientras que el mínimo, de 8,0° C, tuvo lugar en el mes de agosto (figura 2).

La curva de la temperatura media del aire resulta semejante a la del agua, notándose claramente la influencia que existe entre ambos factores (fig. 3).

El patrón térmico que presenta Puerto Quequén es muy similar al observado en el puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano a lo largo de varios años (1, 2, 3, 5, 6, 9).

2.2. SALINIDAD

Como ya fue mencionado, el área de estudios se encuentra regulada por la influencia recíproca de las aguas marinas y fluviales. Consecuentemente, la salinidad del agua resulta ser un factor marcadamente variable, que podría condicionar importantes modificaciones en el desarrollo de los organismos incrustantes o afectar algunas de sus funciones básicas.

Las variaciones que se producen en la salinidad son de dos tipos: por una parte, existen fluctuaciones a lo largo del día, debido a la influencia de la marea. Para detectar estos cambios se obtuvieron muestras de agua superficial a distintas horas, registrándose en cada caso el estado de la marea. Puede obser-

varse en la figura 4 la relación directa que existe entre los valores de salinidad y el estado de la marea. En un alto porcentaje de los casos, los valores más altos de salinidad corresponden al momento de la pleamar, en que pueden alcanzarse valores de hasta 33,0 por 1.000, semejantes a los típicos para el agua de mar de la zona. Durante la bajamar, la salinidad desciende notablemente, debido al aporte fluvial. De esta forma, la amplitud de salinidad diaria puede ser de más del 15 por 1.000 (fig. 4).

Por otra parte, en ciertas épocas del año, el caudal del río aumenta por efectos de las lluvias y se observan valores de salinidad más bajos que lo habitual, pero siempre se mantienen las variaciones diarias entre la baja y la pleamar. Una excepción a esto se produjo bajo ciertas condiciones especiales durante el mes de septiembre, en que la salinidad registrada fue muy baja y no se observó el efecto de la influencia marina durante la pleamar. Este fenómeno coincidió con un período de precipitaciones pluviales de gran magnitud, que ocasionaron inundaciones en toda la provincia de Buenos Aires. Los valores de salinidad volvieron al régimen normal en forma paulatina, al reducirse el caudal del río.

Durante el segundo semestre de 1978, la salinidad osciló entre 33 y 2,5 por 1.000. Dichos valores evidencian de por sí la importancia de este factor, ya que fenómenos como los anteriormente citados pueden producir valores muy bajos de salinidad, que resulten letales incluso para especies eurihalinas, como las que habitan en la zona. Los descensos bruscos de salinidad, por otra parte, pueden ocasionar el ingreso transitorio de organismos dulceacuícolas durante ciertos períodos.

Como complemento de los datos de salinidad correspondientes a este ensayo se incluyen otros obtenidos posteriormente al mismo (figura 5); a través de ellos pueden observarse las mismas fluctuaciones por influencia de la marea y valores muy bajos, coincidentes con crecidas del río, por efecto de lluvias. En la figura 6 se resumen los valores de salinidad máximos, mínimos y medios a lo largo de un período anual.

Este panorama con respecto a la salinidad presenta algunas similitudes con observaciones realizadas en la zona de Bahía Blanca, pero

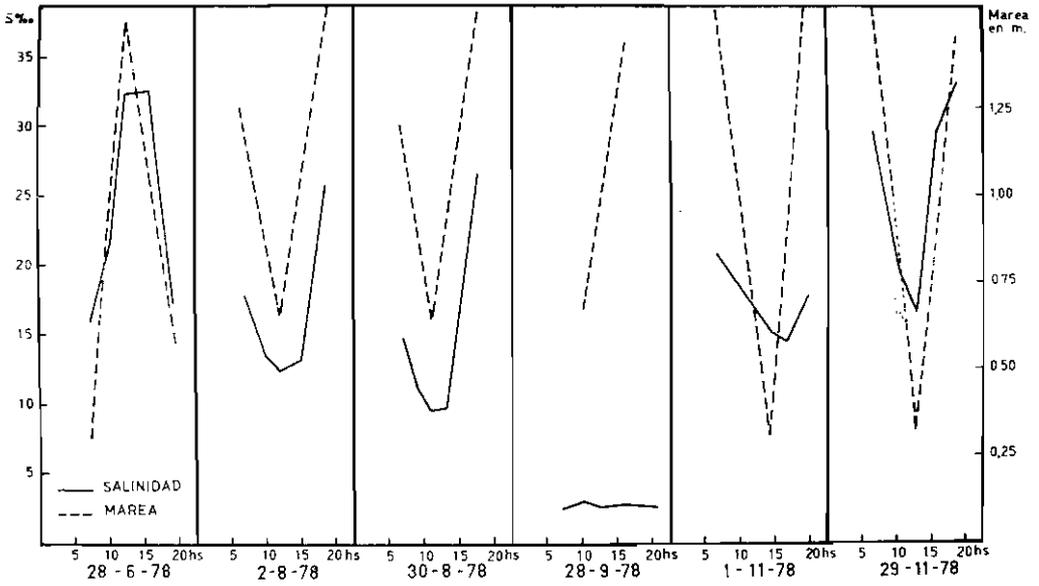


FIG. 4.—Relación entre la salinidad y el estado de la marea, período junio/noviembre 1978.

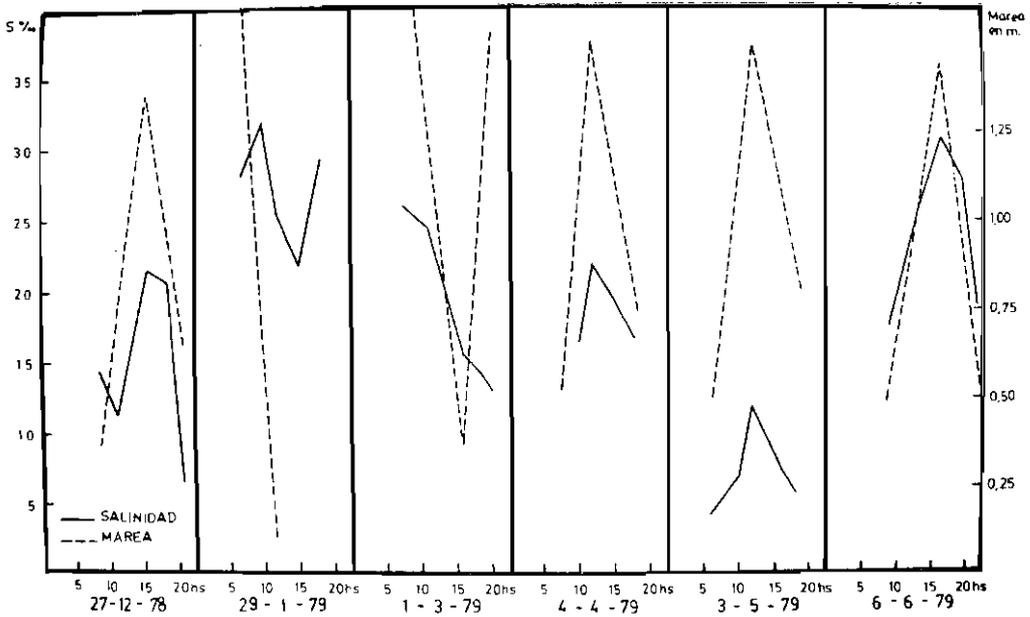


FIG. 5.—Relación entre la salinidad y el estado de la marea, período diciembre 1978/junio 1979.

difiere notablemente del esquema que presenta el puerto de Mar del Plata, en donde los valores de salinidad son muy estables a lo largo del año y éste no constituye un factor que influya marcadamente en la dinámica de las comunidades incrustantes locales (1, 2, 3, 9).

2.3. pH

Este factor interesa principalmente en relación a los fenómenos de contaminación. En aquellas zonas portuarias con gran aporte de materia orgánica y poca renovación de las aguas, el pH suele descender notablemente, como ha sido observado en el puerto de Mar del Plata (1, 2, 3, 9).

En la zona de Puerto Quequén, los valores de pH se han mantenido por encima de 8 a lo largo de todo el año, indicando la ausencia de procesos importantes de contaminación por materia orgánica. Los valores registrados, por otra parte, son compatibles con valores normales de oxígeno disuelto (fig. 7).

Con respecto a la transparencia del agua, no se observan notables diferencias a lo largo del año, y puede decirse que, en términos generales, las aguas del puerto Quequén presentan una mayor turbidez que las de la zona marina adyacente, debido a la presencia de sedimentos en suspensión. Los mismos son tanto de origen local como fluvial y aumentan notablemente durante los períodos de crecida por lluvias.

En cuanto a la turbulencia, la zona presenta una moda calma y siempre una turbulencia menor que la zona marina adyacente, si bien durante períodos breves ésta puede aumentar, debido a los efectos de vientos locales.

3. METODOLOGIA

Para la obtención de las muestras biológicas, estudio de los ciclos de fijación de los organismos incrustantes y análisis de la evolución de la comunidad se emplearon sustratos artificiales inertes, consistentes en paneles de acrílico arenado. Estos paneles fueron dispuestos en juegos y ubicados en tres niveles

de profundidad diferentes, con la finalidad de obtener un muestreo representativo.

Cada juego estaba compuesto por dos paneles de acrílico superpuestos, de 30 x 10 cm y 2 mm de espesor, sujetos a un marco también de acrílico (fig. 8). Los tres juegos de paneles que componían cada sistema fueron suspendidos mediante una soga de nailon, sujeta por su extremo superior a un gancho amurado y en cuyo extremo inferior se colocó un peso para otorgar rigidez al conjunto (figura 8).

De acuerdo a la metodología de muestreo empleada, los paneles se dividieron en dos categorías:

- a) Paneles mensuales, que son aquellos que permanecen sumergidos por períodos de treinta días y permiten bosquejar los ciclos de fijación de las diferentes especies.
- b) Paneles acumulativos, que son aquellos que permanecen sumergidos por períodos progresivamente más largos, desde el primer mes de inmersión hasta el final del período establecido, y brindan información sobre la evolución de la comunidad incrustante.

La elección de las zonas de ubicación de los sistemas suscitó algunos inconvenientes, dada la imposibilidad de su colocación dentro de los canales de refrigeración, los que trabajan continuamente a caudal completo. Por este motivo se decidió ubicar los sistemas en dos lugares accesibles en todo momento:

- a) Toma de agua (entrada al circuito) = sistema externo.
- b) Pileta decantadora de arena (sala de bombas, anterior a los filtros rotativos) = sistema interno.

Cada uno de estos lugares se estudió en forma independiente, con sistemas de paneles mensuales y acumulativos propios, a los efectos de poder comparar los ciclos de fijación de los organismos y la evolución de la comunidad incrustante en ambas zonas.

La obtención de muestras se llevó a cabo durante el período septiembre 1977/agosto 1978.

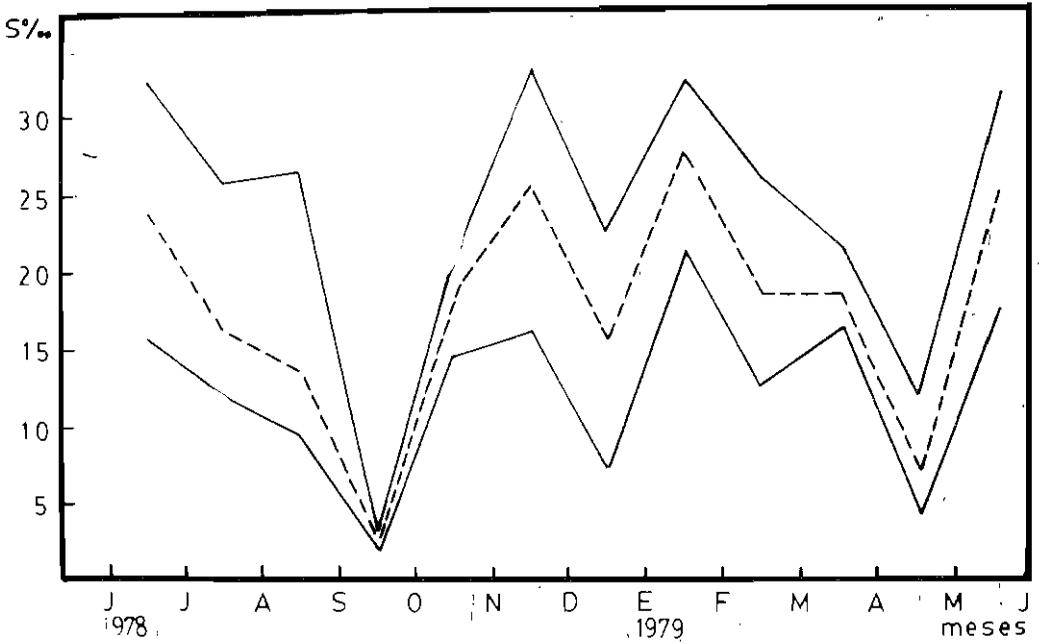


FIG. 6.—Salinidad máxima, mínima y media.

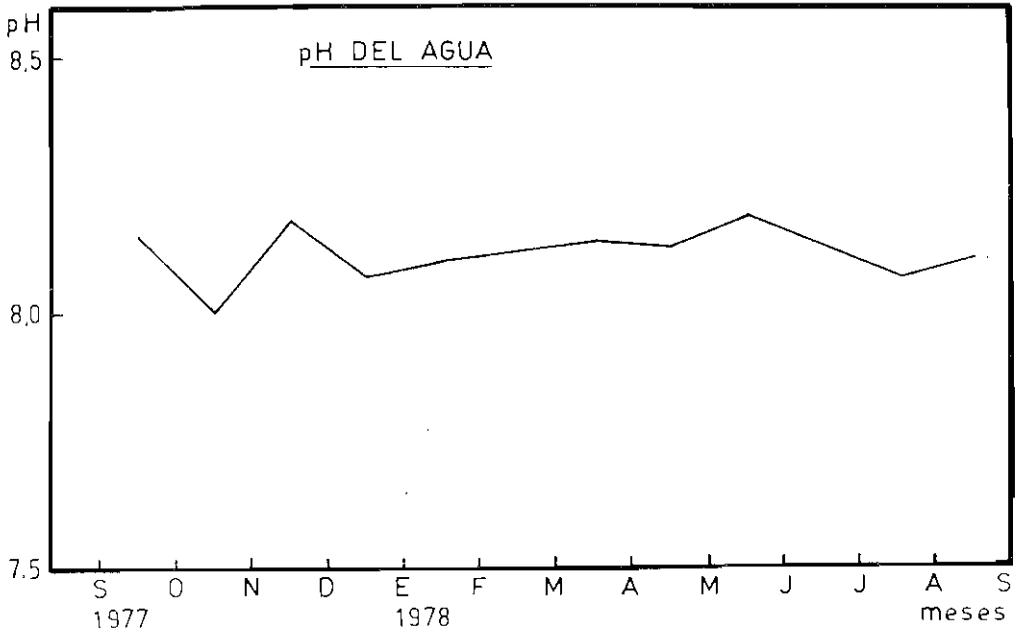


FIG. 7

ALMA SOPORTE DE ACRILICO

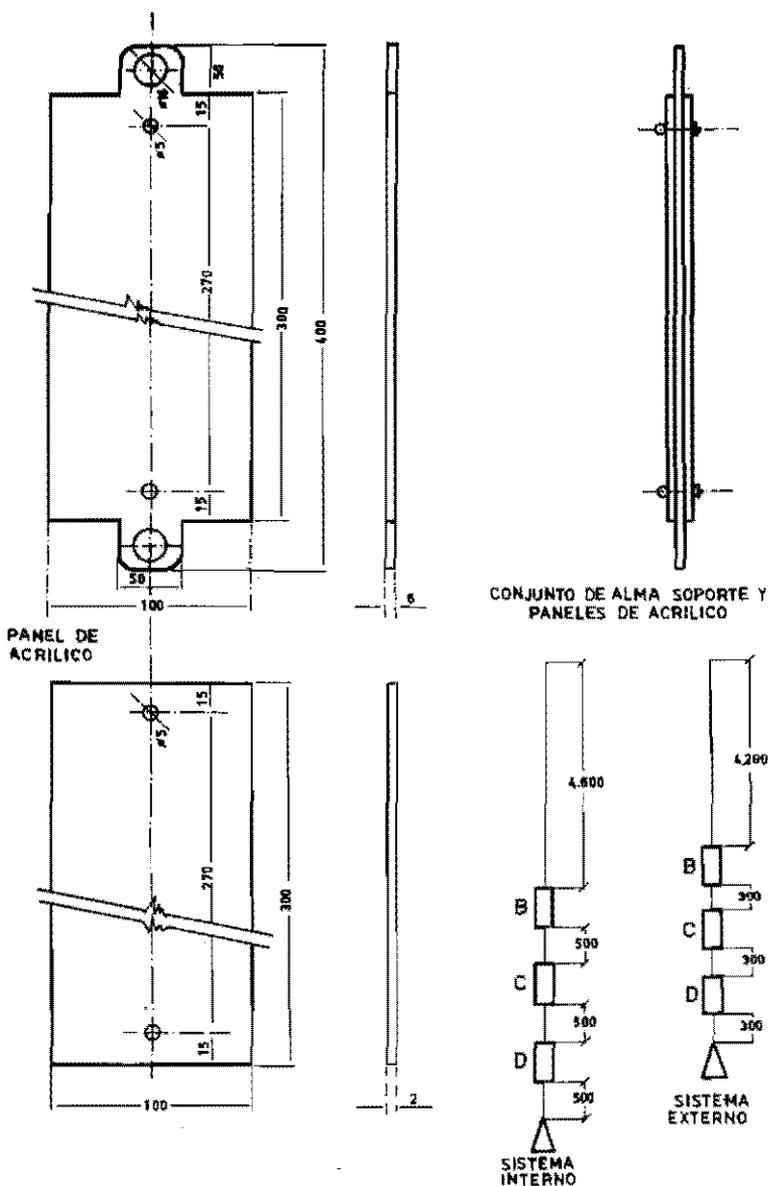


FIG. 8.—Esquema de los sistemas colectores.

Los muestreos se realizaron mensualmente, retirando el sistema mensual y el acumulativo correspondiente a ese mes. Una vez extraídos, los paneles fueron colocados en bolsas de polietileno con formol al 5 % para su posterior

traslado. Los paneles mensuales eran reemplazados inmediatamente por nuevos juegos; los acumulativos se renovaban al final de cada cuatrimestre. De los dos paneles que componen el juego, uno se utilizó para el reco-

T A B L A 1

LISTA DE LOS ORGANISMOS REGISTRADOS SOBRE PANELES MENSUALES
EN LA ZONA DE PUERTO QUEQUEN

ALGAS

Crisofitas

Achnanthes cf. *longipes*
Amphora sp.
Cocconeis sp.

Coscinodiscus spp.

Cyclotella sp.
Grammatophora cf. *marina*
Gyrosigma sp.
Licmophora cf. *abbreviata*
Melosira granulata
Melosira sulcata
Melosira sp.
Navicula cf. *grevillei*
Navicula spp.
Pinnularia sp.
Pleurosigma spp.
Rhoicosphenia sp.
Surirella spp.
Synedra spp.

Cianofitas

Callothrix sp.
Filamentosas indet.

Clorofitas

Enteromorpha spp.
Ulothrix sp.

Rodofitas indet.

ANELIDOS

Mercierella enigmatica
Polydora sp.
Errantia indet.

BRIOZOOS

Conopeum sp.
Cryptosula pallasiana

MOLUSCOS

Brachydontes rodriguezi
Mytilus platensis
Tenellia pallida

CRUSTACEOS

Copépodos

Harpacticoidea
Cyclopoidea

PROTOZOOS

Dinoflagelados

Exuviaella sp.
Peridinium sp.

Ciliados

Enchelydae cf. *Lacrymaria* sp.

Folliculinidae
Libres indet.
Vorticella sp.
Zoothamnium sp.

Suctorios

Acineta sp.
Ephelota sp.

Rizópodos

Amoeba sp.
Bolivina sp.

CELEENTERADOS (= CNIDARIOS)

Hidrozoos

Campanulariidae
Tubularia sp.

Antozoos

Sagartentus bandae

ROTIFEROS

Colurella sp.
Trichocerca sp.

Isópodos

Gnathiidae
Sphaeroma sp.

Anfípodos

Corophium sp.

Cirripedios

Balanus amphitrite

Decápodos

Cyrtograpsus angulatus
Cyrtograpsus altimanus

TUNICADOS

Botryllus schlosseri

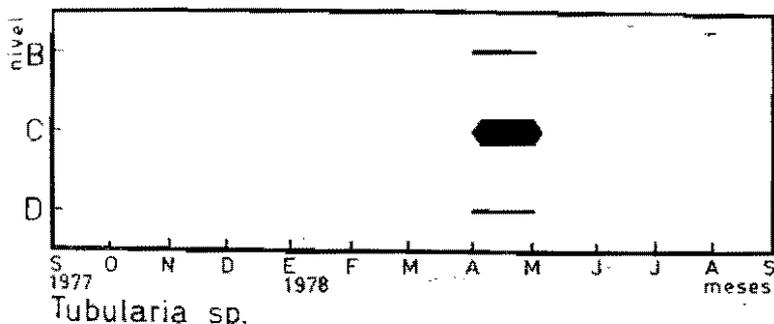


FIG. 9 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

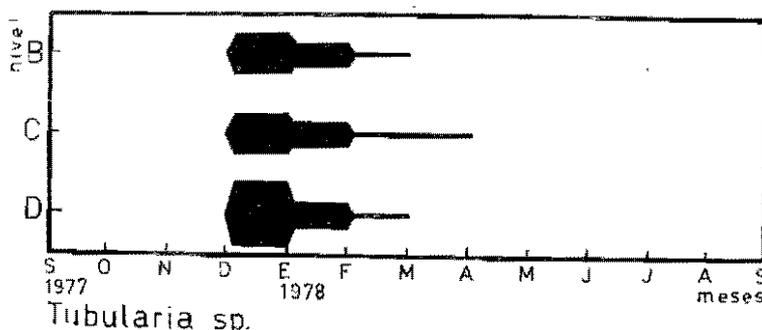


FIG. 9 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

nocimiento sistemático de los organismos, distribución espacial, etc., y el otro, para la evaluación de la biomasa.

Los paneles destinados al estudio de la biomasa fueron raspados sin efectuarse una observación previa y el material obtenido fue procesado para la determinación de peso húmedo, peso seco y peso cenizas, siguiendo las técnicas clásicas.

4. CICLOS DE FIJACION DE LOS PRINCIPALES ORGANISMOS INCRUSTANTES

De las especies registradas en los paneles mensuales (tabla I) se seleccionaron aquellas más significativas para graficar su ciclo de fijación. Como ya fue mencionado, se ha considerado por separado la colonización que se produce en los sistemas interno y externo, te-

niendo en cuenta las condiciones ecológicas diferentes que predominan en cada zona.

Los gráficos de fijación de los diferentes organismos fueron realizados en base a una escala de abundancia relativa que incluye cuatro categorías (abundante, frecuente, escasa y rara) y que se indican con trazos de distinto grosor. Los niveles de profundidad se denominan B, C y D, siendo el primero el más superficial y el último el más profundo.

4.1. CELEENTERADOS (= CNIDARIOS)

Tubularia sp. (figs. 9 a y b)

El ciclo de fijación de esta especie presenta claras diferencias en las dos zonas consideradas. En el sistema externo se observa una colonización de poca importancia, restringida al mes de abril. En el sistema interno, en cambio, el ciclo de fijación se extiende de diciembre a abril, con un período de intensa colonización entre diciembre y febrero.

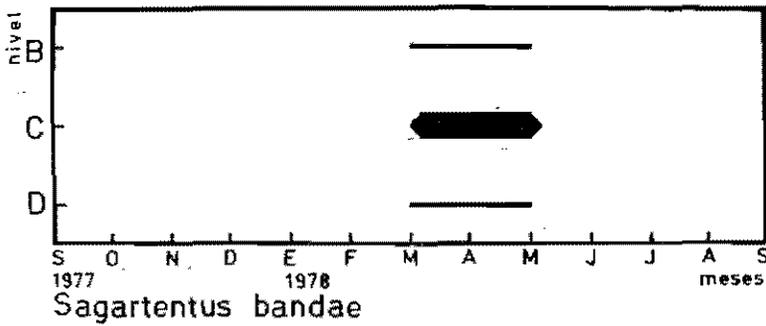


FIG. 10 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

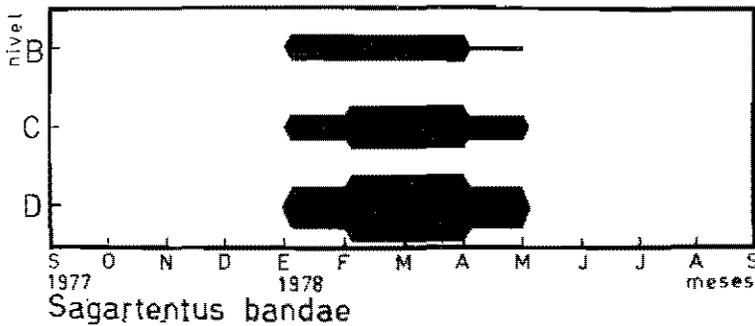


FIG. 10 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

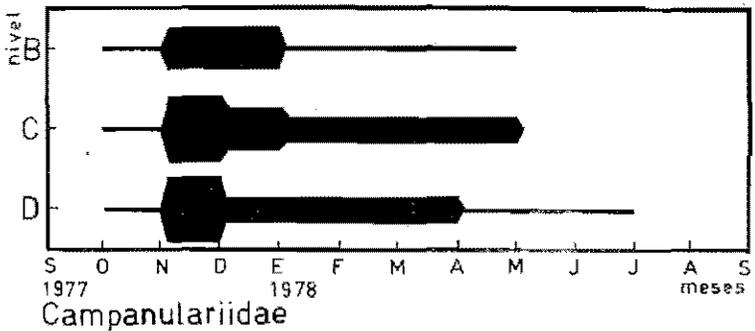


FIG. 11 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

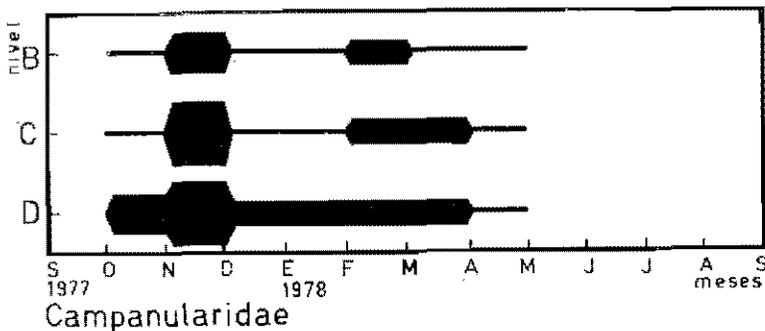
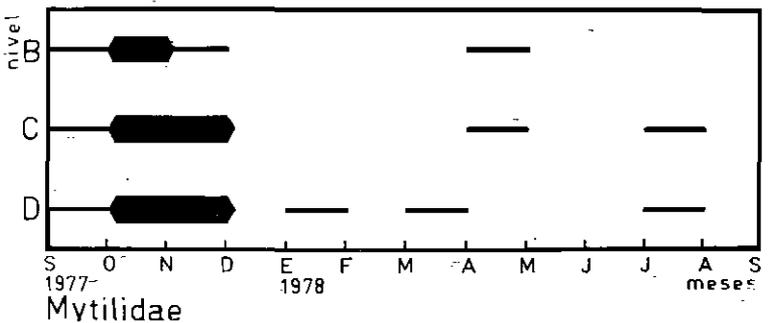
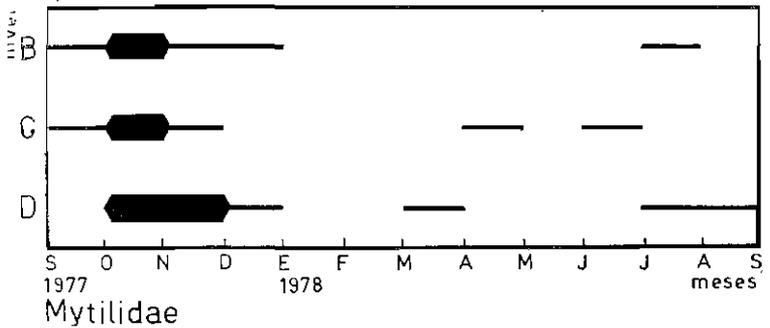
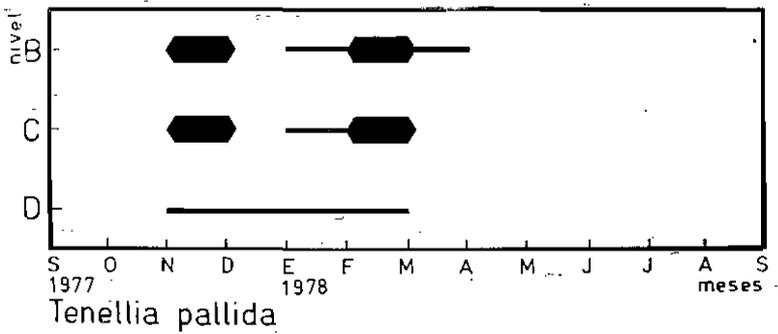
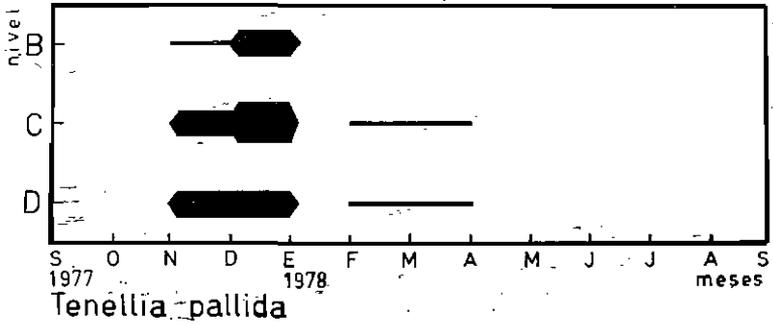


FIG. 11 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.



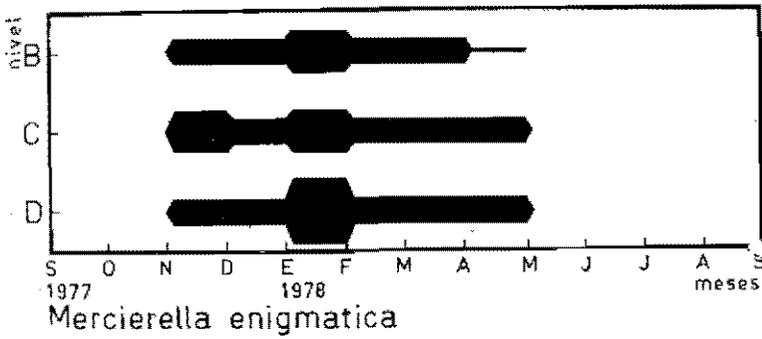


Fig. 14 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

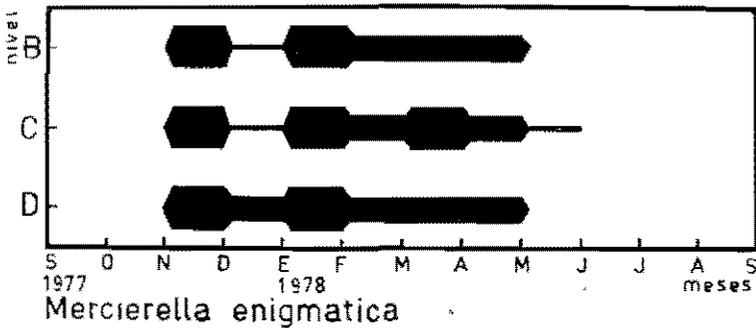


Fig. 14 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

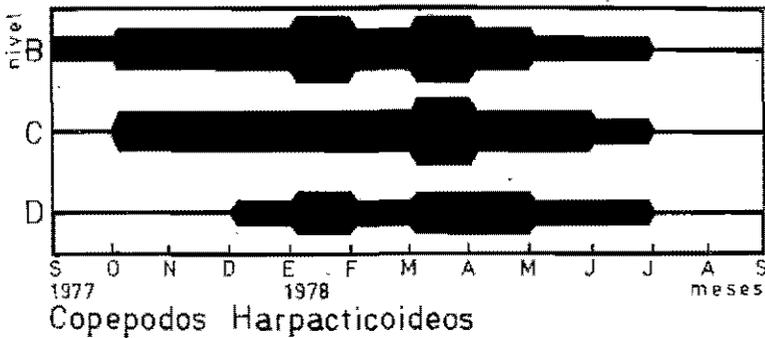


Fig. 15 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

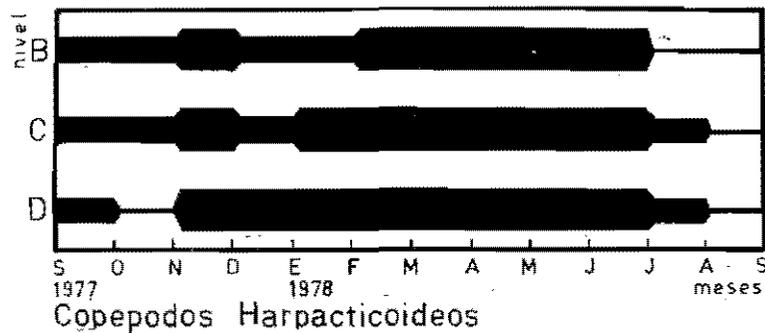


Fig. 15 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

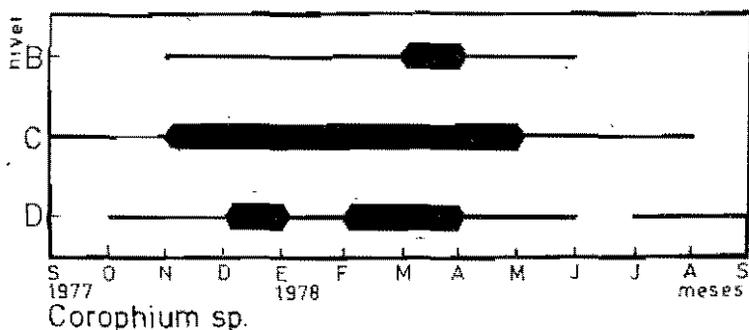


FIG. 16 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

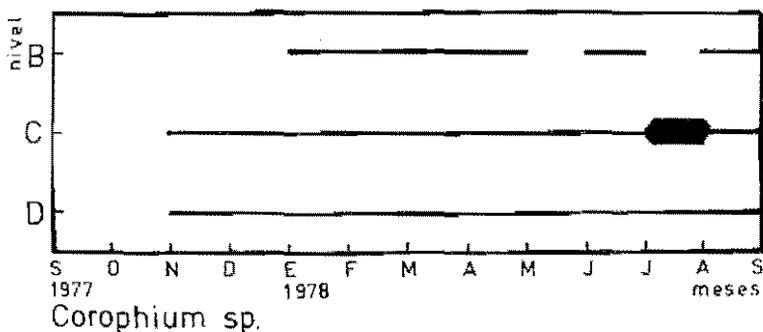


FIG. 16 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

Las diferencias observadas deben atribuirse a la distinta intensidad luminosa que caracteriza a cada uno de los sectores. Ello coincide, además, con lo observado en ambientes naturales, en donde *Tubularia* coloniza preferentemente zonas de baja iluminación. Debido a dicha característica, este organismo puede desempeñar un papel importante dentro de los sistemas de refrigeración, y en inspecciones realizadas en años anteriores fue detectado en forma abundante. Sin embargo, debido a su ciclo de vida breve y a la ausencia de un exoesqueleto calcáreo resulta menos perjudicial que otras especies registradas en la zona.

Sagartentus bandae (fig. 10 a y b)

Este antozooario presenta también marcadas diferencias en su ciclo de fijación en ambas zonas. En el sistema externo, la fijación se extiende desde marzo hasta mayo y se produce en bajas densidades. En el sistema interno, el ciclo de colonización es más amplio, extendiéndose desde enero hasta mayo; la coloniza-

ción se produce en alta densidad, principalmente en el panel más profundo. También en este caso el factor determinante de las diferencias observadas es probablemente la luz.

Campanulariidae (fig. 11 a y b)

Estos hidrozooos presentan ciclos de fijación semejantes en ambas zonas de estudio, tanto en densidad como en duración. La colonización se extiende desde octubre hasta mayo/julio, con un período de máxima intensidad, correspondiente al mes de noviembre; se trata, pues, de organismos eurioicos, capaces de desarrollarse en condiciones ambientales muy variables.

4.2. MOLUSCOS

Tenellia pallida (fig. 12 a y b)

Este nudibranquio vive íntimamente asociado a los campanuláridos, en virtud de que

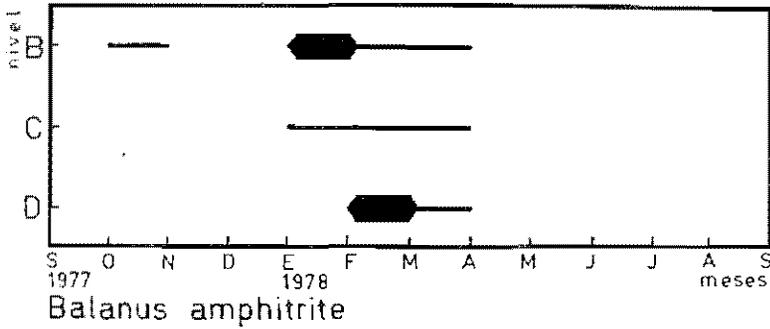


FIG. 17.—Ciclo de fijación, sistema externo.

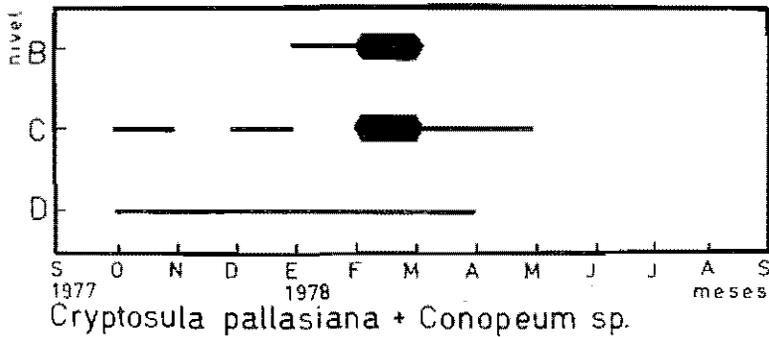


FIG. 18 a.—Ciclo de fijación, sistema externo.

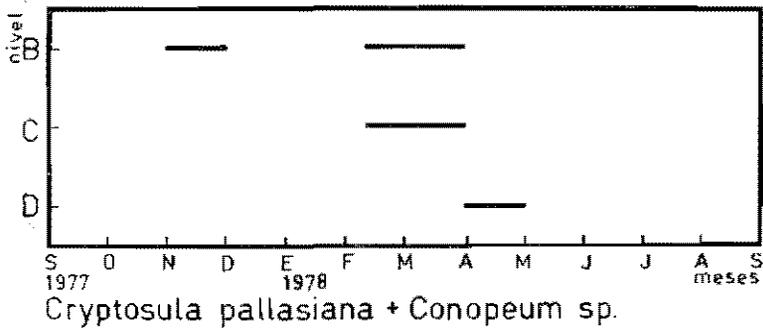


FIG. 18 b.—Ciclo de fijación, sistema interno.

basa su alimentación exclusivamente sobre estos hidrozooos; en ellos encuentra, además, refugio y deposita sus puestas. Por este motivo, el ciclo de *Tenellia pallida* siempre es coincidente con el de los campanuláridos. El mismo se extiende entre noviembre y agosto, es

decir, que se inicia poco después del comienzo de la fijación de campanuláridos y finaliza poco tiempo antes.

La fijación difiere levemente en ambas zonas, principalmente en lo que se refiere a abundancia.

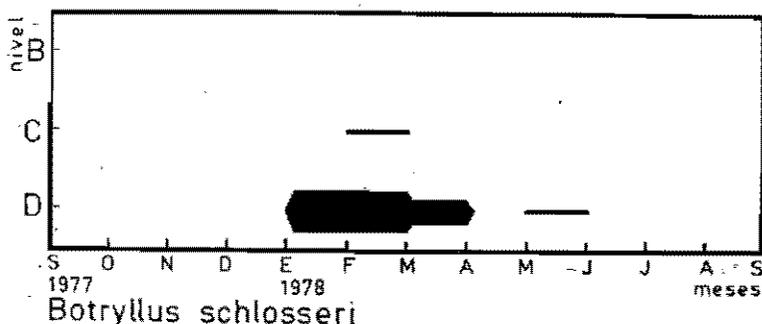


FIG. 19.—Ciclo de fijación, sistema externo.

Mytilidae (fig. 13 a y b)

Los ejemplares de esta familia pertenecen a dos de las especies presentes en el área: *Mytilus platensis* y *Brachydontes rodriguezii*. El análisis de las muestras provenientes de paneles mensuales no ha permitido diferenciarlas, ya que se trataba en todos los casos de ejemplares juveniles; por tal motivo se las ha graficado en forma conjunta. Cabe señalar que ambas especies han sido registradas en cantidades abundantes en el sistema de refrigeración de la central durante inspecciones realizadas en años anteriores.

Estos organismos pueden ser considerados entre los más perjudiciales de las comunidades incrustantes locales, junto con otros que se mencionan más adelante.

El ciclo de fijación se extiende a lo largo de casi todo el año, con algunas interrupciones, tanto en la zona interna como en la externa, pero el período de colonización más intensa transcurre entre octubre y diciembre; durante el resto del año, ambas especies se fijan en forma esporádica y en bajas densidades.

Como puede observarse en los gráficos correspondientes, las diferencias entre las dos zonas son mínimas y poco significativas.

4.3. ANÉLIDOS

Mercierella enigmatica (fig. 14 a y b)

Constituye, sin duda, el organismo más perjudicial de las comunidades incrustantes locales. Su presencia tan abundante en el puerto de Quequén se debe a las condiciones ambien-

tales que prevalecen en la zona y que resultan favorables para el desarrollo de esta especie, tales como las bajas salinidades y la moda calma. Durante el presente período su ciclo de fijación se ha extendido entre noviembre y mayo, siendo los registros semejantes en ambos sistemas.

Coincidiendo con lo observado en el puerto de Mar del Plata durante varios años consecutivos, el ciclo de reproducción y fijación de *Mercierella enigmatica* está condicionado por la temperatura del agua (1). La fijación comienza en noviembre/diciembre, cuando la temperatura media del agua se aproxima a los 15° C, intensificándose la colonización con el incremento de la temperatura durante la época estival y prolongándose mientras la temperatura no desciende de los 15° C.

Este control por parte de la temperatura sólo tiene lugar durante el proceso reproductivo y el desarrollo de las etapas larvales; los ejemplares adultos son capaces de soportar sin mayores inconvenientes un amplio intervalo de variación térmica.

Debido a esta relación tan estrecha entre el ciclo de fijación y la temperatura del agua es posible, en base al registro de este último factor, predecir el momento de inicio de la colonización y programar en forma más precisa el sistema de control a aplicar.

4.4. CRUSTÁCEOS

Copépodos harpacticóideos (fig. 15 a y b)

Se trata de organismos que se integran a la comunidad incrustante durante las primeras

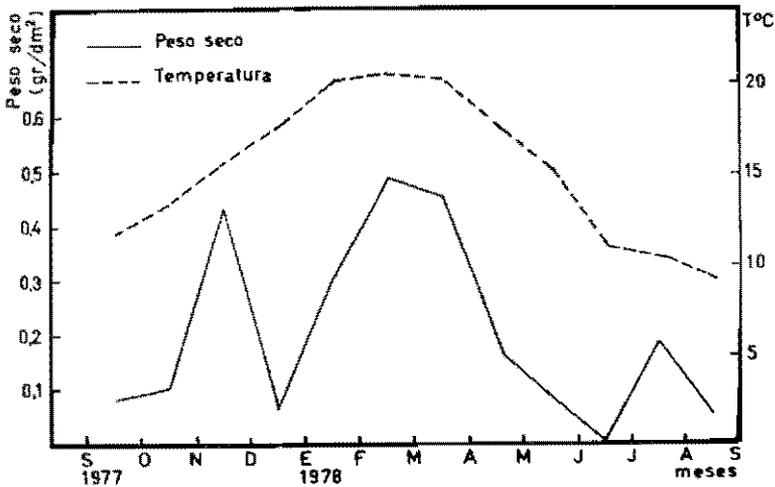


FIG. 20.—Fluctuaciones de la temperatura media del agua y de la biomasa en paneles mensuales (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema externo.

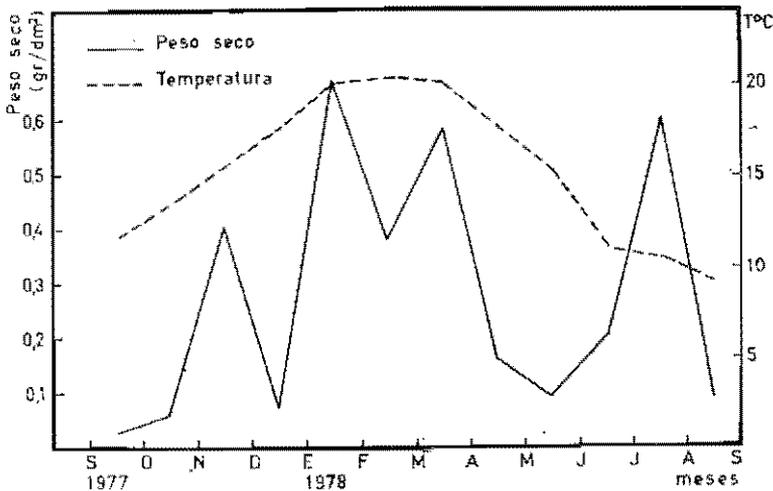


FIG. 21.—Fluctuaciones de la temperatura media del agua y de la biomasa en paneles mensuales (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema interno.

etapas sucesionales, constituyendo posteriormente una importante fuente de alimentación para otros integrantes de la misma.

Su ciclo de fijación se extiende a lo largo de todo el año, produciéndose la colonización en forma bastante intensa y uniforme; no se aprecian diferencias importantes entre las dos zonas estudiadas ni tampoco se detectan preferencias batimétricas.

Corophium sp. (fig. 16 a y b)

Este anfípodo se fija a los sustratos experimentales a lo largo de casi todo el año. Existen, sin embargo, ciertas diferencias en la fijación registrada en ambos sistemas; el externo suele ser colonizado en mayor densidad.

La acción perjudicial de este organismo radica fundamentalmente en sus hábitos tubíco-

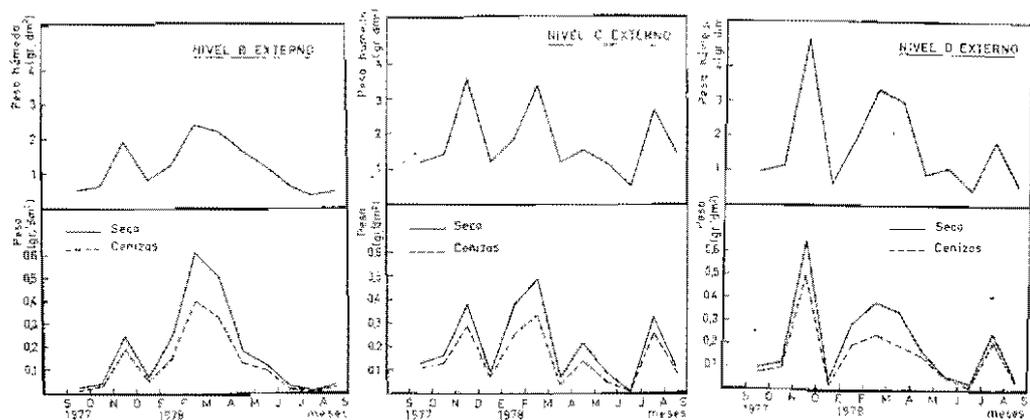


FIG. 22.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad, sistema externo.

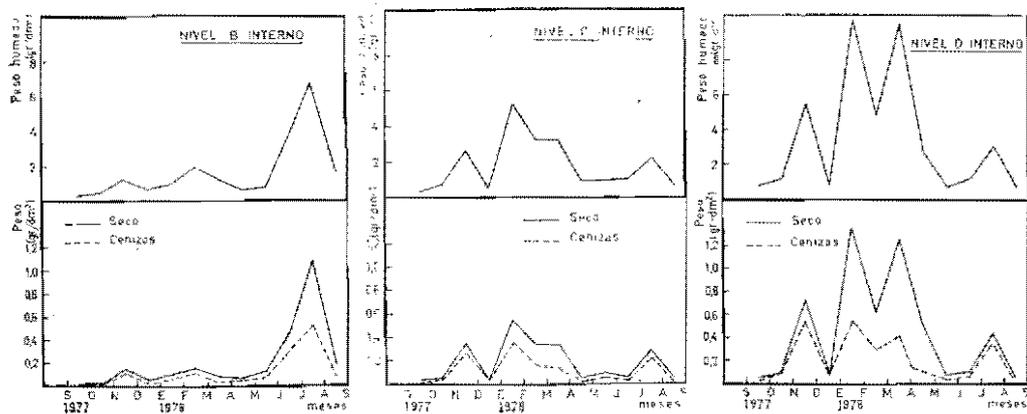


FIG. 23.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales en cada uno de los niveles de profundidad, sistema interno.

las, ya que sus tubos pueden formar tapices de considerable espesor y promover a su vez el asentamiento de otras especies.

Balanus amphitrite (fig. 17)

Constituye uno de los componentes incrustantes más agresivos y resistentes a los tóxicos. Sin embargo, se ignora el papel que esta especie desempeña en los sistemas de refrigeración de la central, ya que durante la presente experiencia *Balanus amphitrite* ha sido registrado exclusivamente en el sistema de paneles externos. En dicha zona se ha fi-

jado en baja densidad y con un ciclo que se extiende entre enero y abril.

En otras áreas portuarias (Puerto Belgrano y Mar del Plata), los cirripedios presentan un ciclo de fijación más prolongado, ligado directamente con el aumento de temperatura de las aguas, así como también una mayor abundancia (1, 2, 5, 9).

Su ausencia en los paneles internos durante la presente oportunidad no significa que esta especie sea incapaz de colonizar las tuberías de refrigeración, ya que ha sido registrada en dicha zona durante inspecciones realizadas en años previos, si bien en bajas densidades.

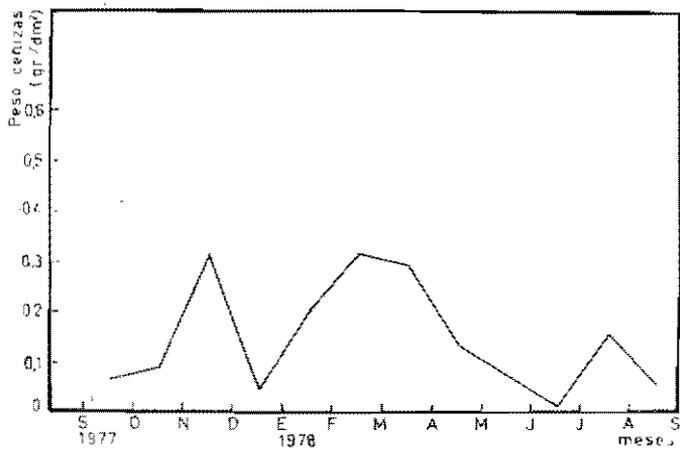
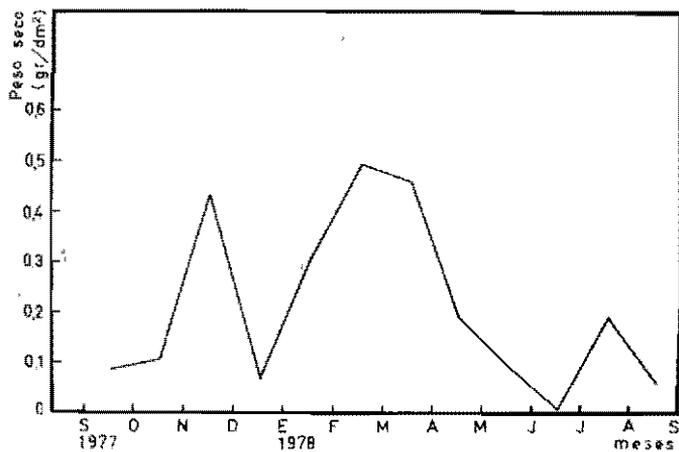
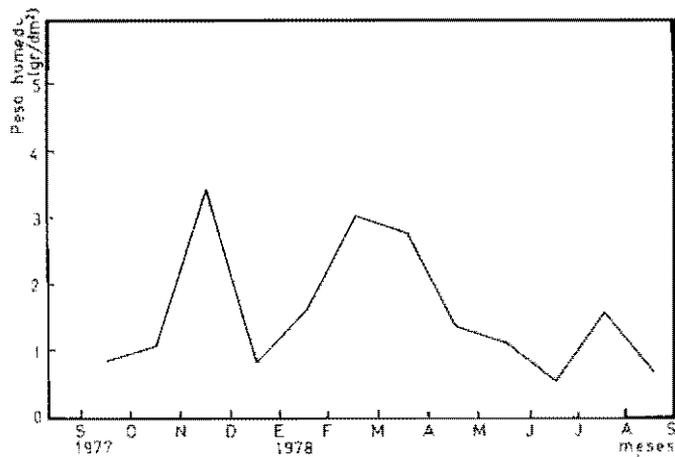


FIG. 24.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema externo.

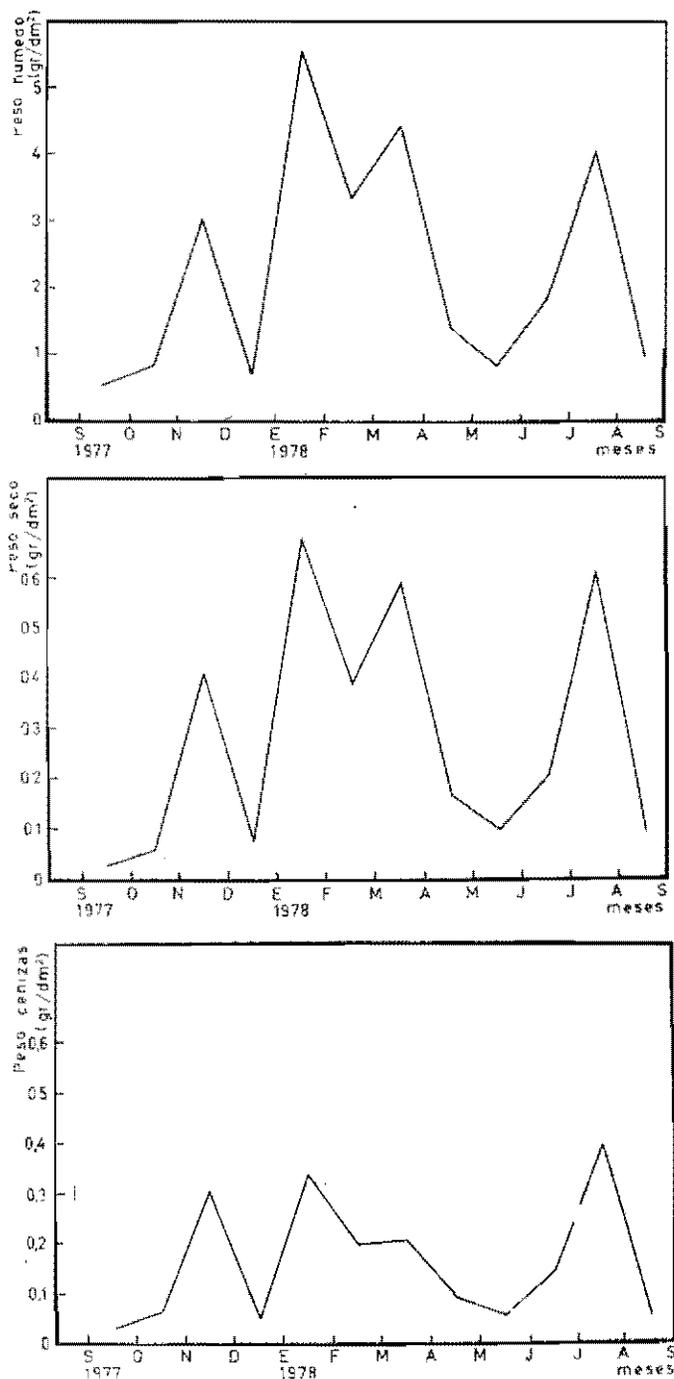


Fig. 25.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles mensuales (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema interno.

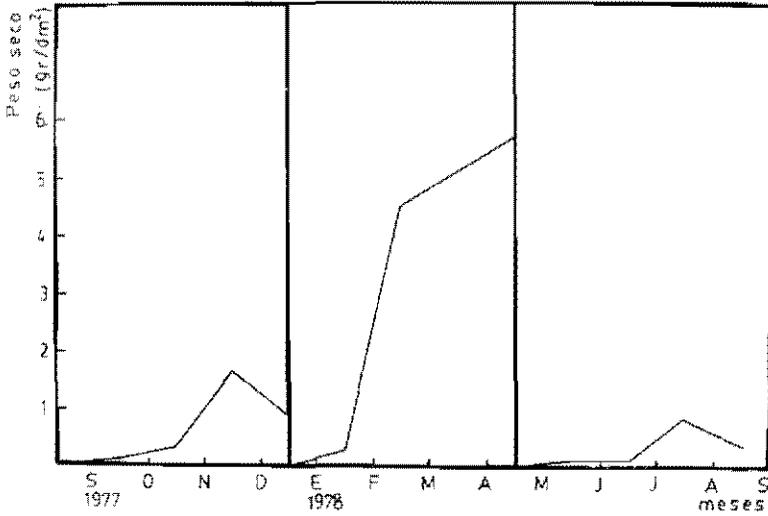


FIG. 26.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema externo.

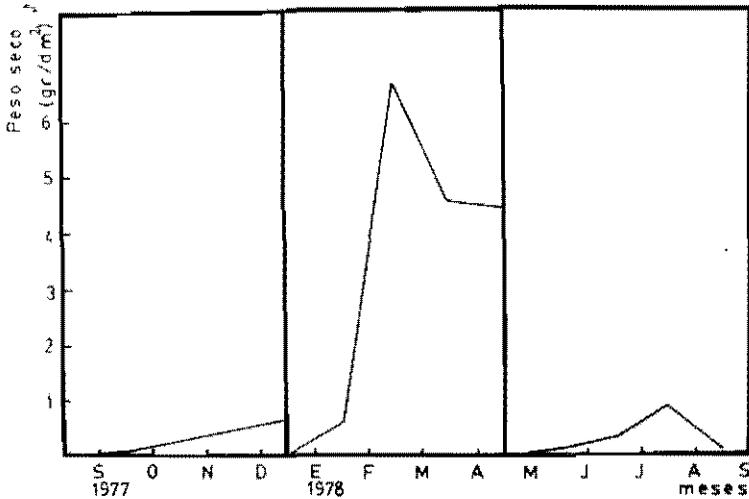


FIG. 27.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos (promedio de los valores obtenidos en los niveles B, C y D), sistema interno.

4.5. BRIOZOOS

Cryptosula pallasiana + *Conopeum* sp.
(figs. 18 a y b)

Estas dos especies de briozoos incrustantes han sido graficadas conjuntamente. Durante el presente ensayo, su ciclo de fijación se ha extendido entre octubre/noviembre y marzo. Ambas colonizaron tanto el sistema externo

como el interno, en baja densidad; en el primero, la colonización ha sido levemente más intensa y con menos interrupciones.

4.6. TUNICADOS

Botryllus schlosseri (fig. 19)

Este tunicado colonial ha sido registrado exclusivamente en el sistema externo, por lo cual

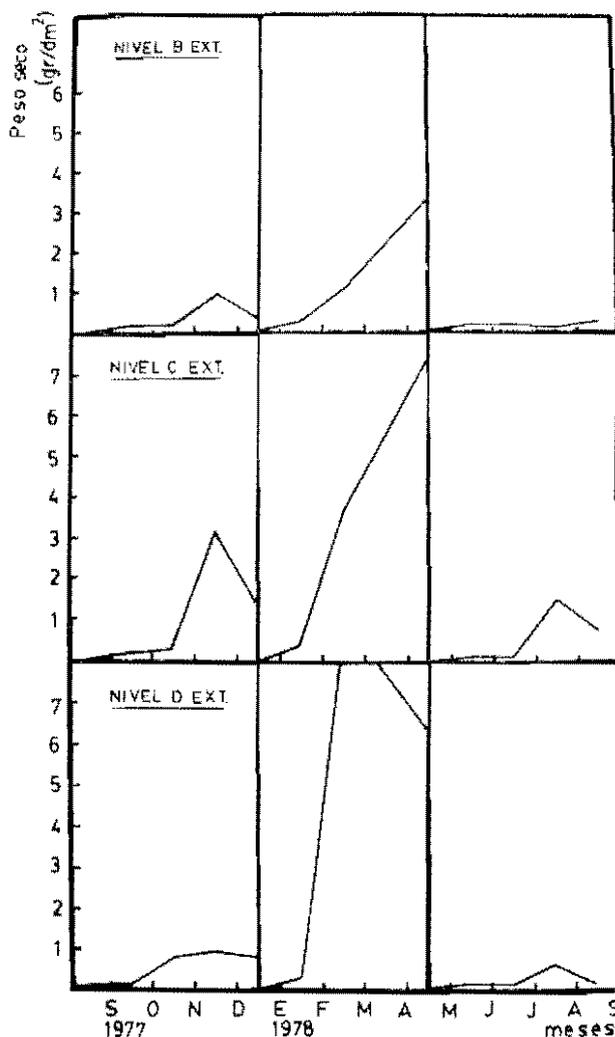


Fig. 28.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad, sistema externo.

puede deducirse que las condiciones reinantes en los sistemas de refrigeración no son propicias para su desarrollo.

Presenta un ciclo de fijación que se extiende entre enero y abril y con una fijación complementaria en el mes de mayo. Muestra claras preferencias por colonizar el panel ubicado a mayor profundidad (panel D).

Tal como ocurre con otras especies, su desarrollo se ve favorecido por las bajas salinidades. En Puerto Belgrano, donde también se registran valores de salinidad relativamente bajos, *Botryllus schlosseri* constituye uno de los

principales tunicados de las comunidades incrustantes.

5. FLUCTUACIONES DE LA BIOMASA EN LAS COMUNIDADES INCRUSTANTES

Con la finalidad de determinar las características de las comunidades incrustantes des-

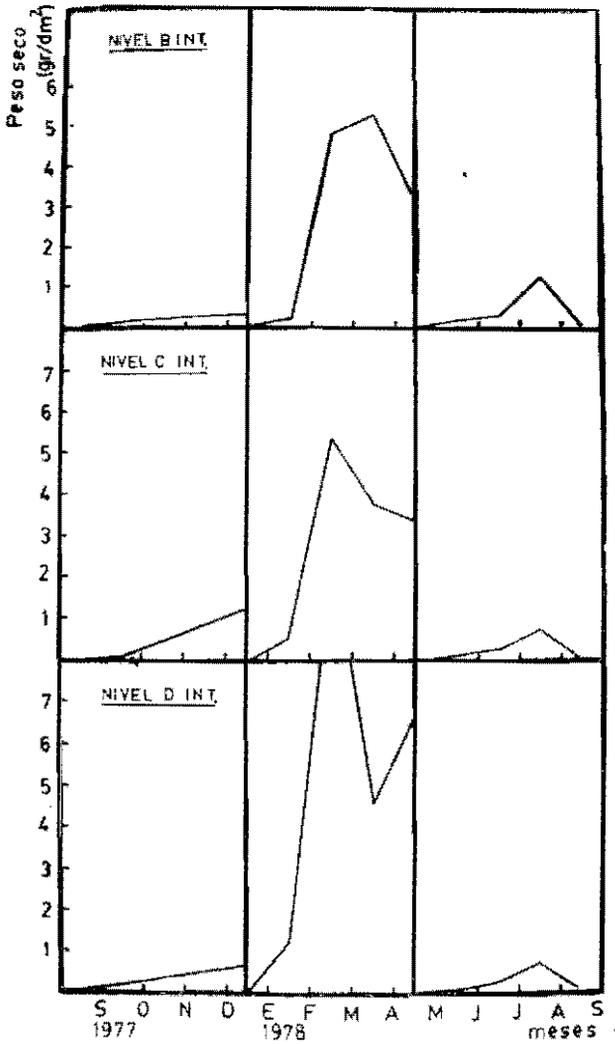


Fig. 29.—Fluctuaciones de la biomasa de paneles acumulativos en cada uno de los niveles de profundidad, sistema interno.

de un punto de vista cuantitativo, se analizaron los valores de biomasa registrados tanto sobre paneles mensuales como acumulativos. A través de los primeros se obtuvieron valores de biomasa alcanzados luego de treinta días de inmersión a lo largo de un período anual. De acuerdo al programa de muestreo aplicado en este ensayo, los paneles acumulativos brindaron datos de biomasa de la comunidad a lo largo de tres períodos cuatrimestrales sucesivos de inmersión.

Los estudios realizados en otras áreas portuarias de la provincia de Buenos Aires han

indicado claramente la influencia que ejerce la temperatura del agua sobre la biomasa y grado de complejidad de las incrustaciones en los paneles de tipo mensual (1, 9). Vale decir que durante los períodos de elevada temperatura se registran los máximos valores de biomasa, mientras que a temperaturas mínimas corresponden valores muy bajos de biomasa y estados poco evolucionados de la comunidad.

Observando los gráficos que relacionan biomasa (expresada en peso seco) con temperatura media del agua (figs. 20 y 21) de los sis-

temas externo e interno se ve que se producen fluctuaciones en los valores de biomasa que se apartan del esquema observado en otros puertos (puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano). La biomasa correspondiente a los paneles externos (fig. 20) va ascendiendo junto con la temperatura, pero entre diciembre y enero se produce un brusco descenso que no se correlaciona con los valores de temperatura del agua. Este descenso es real y no es el resultado de promediar los valores de biomasa de los distintos niveles de profundidad; analizando la figura 22 puede observarse que en cada uno de los paneles queda registrado este descenso en la biomasa.

Este fenómeno se ha debido, en parte, a que entre noviembre y diciembre se produjo una intensa fijación de *Mercierella enigmatica*, descendiendo bruscamente durante el mes siguiente para volver a incrementarse durante enero/febrero. Estas fluctuaciones, que han repercutido sobre los valores de biomasa, pueden haberse debido a circunstancias muy diversas, entre ellas cambios bruscos, no registrados, en las condiciones ambientales.

A partir del mes de enero, la biomasa aumenta hasta alcanzar sus valores máximos en coincidencia con la máxima temperatura de febrero/marzo, para luego descender nuevamente junto con la temperatura. Sin embargo, entre julio y agosto se produce un incremento que también resulta inesperado considerando las bajas temperaturas de esos meses.

Este pico no responde a un incremento real de la biomasa, sino que se debe a la gran cantidad de detritus que se acumula sobre los paneles, como consecuencia de un mayor arrastre de sedimentos por grandes crecidas del río.

El valor máximo de biomasa (expresado en peso seco) en el sistema externo es de aproximadamente $0,5 \text{ g/dm}^2$, valor que resulta bajo si se lo compara con los registrados en el puerto de Mar del Plata ($3,48 \text{ g/dm}^2$ para 1973-1974 y $6,75 \text{ g/dm}^2$ para 1976-1977) (9).

Analizando la curva de biomasa de los paneles internos en relación con la temperatura (figura 21) se observa que se produce el descenso ya mencionado entre diciembre y enero. Este descenso queda también registrado en cada uno de los niveles de profundidad (figura 23). En cuanto al incremento que se observa entre julio y agosto, también se repite en

cada uno de los paneles, pero en forma más intensa en el panel B.

Con respecto al valor máximo de biomasa (expresado en peso seco) en el sistema interno, se observa que es levemente más alto que el registrado en el sistema externo (aproximadamente $0,65 \text{ g/dm}^2$).

En cuanto a los paneles acumulativos, en el sistema externo (fig. 26) puede observarse durante el primer cuatrimestre que la biomasa de la comunidad se va incrementando paulatinamente hasta llegar a un máximo al tercer mes de inmersión, seguido de un descenso en el cuarto mes. Durante el segundo cuatrimestre se produce un incremento muy importante en la biomasa al segundo mes de inmersión, que culmina en un valor máximo de aproximadamente $5,6 \text{ g/dm}^2$ (peso seco) al completarse el cuatrimestre. En el tercer cuatrimestre, el incremento de biomasa es más lento, con un máximo al tercer mes de inmersión y un leve descenso en el último mes.

De los tres niveles de profundidad analizados, el valor máximo de biomasa se obtiene en el panel D durante el segundo cuatrimestre (fig. 28).

En el sistema interno (fig. 27), durante el primer cuatrimestre la biomasa de la comunidad va aumentando en forma paulatina hasta llegar a un valor máximo al final del período de inmersión. Durante el segundo cuatrimestre, el valor máximo de biomasa se obtiene a los 60 días de inmersión (aproximadamente $6,9 \text{ g/dm}^2$ en peso seco), produciéndose un paulatino descenso durante los dos últimos meses. En el tercer cuatrimestre, el incremento de biomasa se produce más lentamente, llegando a un valor máximo al tercer mes de inmersión para luego descender durante el cuarto y último mes.

Al igual que en el sistema externo, el valor máximo de biomasa corresponde al panel D y se produce durante el segundo cuatrimestre (figura 29).

El análisis comparativo de los sistemas externo e interno indica que no existen mayores diferencias entre ambos.

Según lo observado en el puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano, la biomasa de paneles acumulativos guarda una relación menos estrecha con el factor temperatura, ejerciendo una influencia directa exclusivamente

durante los primeros meses de evolución de la comunidad (1, 9). Dado que durante el presente ensayo los paneles acumulativos han permanecido sumergidos por períodos cuatrimestrales, la influencia de la temperatura resulta bastante evidente. Es por ello que en todos los niveles de profundidad estudiados los valores más altos de biomasa corresponden al período estival, mientras que los mínimos se producen en los meses más fríos.

Cabe señalar que el pico que se registra durante el tercer cuatrimestre responde a una sobrevaloración de la biomasa acumulada, debido a la presencia de abundante detritus depositado durante grandes crecientes del río, ya señaladas anteriormente. Por la metodología empleada resulta imposible separar ambas fracciones en forma adecuada.

Los valores de biomasa obtenidos durante este ensayo sobre paneles acumulativos en períodos cuatrimestrales han resultado notoriamente inferiores a los obtenidos en el puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano en períodos semejantes. Esto no significa que en períodos más prolongados de inmersión la comunidad no pueda alcanzar valores de biomasa comparables a los de los otros puertos mencionados.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La zona de Puerto Quequén se caracteriza por presentar condiciones hidrológicas particulares en virtud de la influencia recíproca que se establece entre masas de agua de origen continental y marino. Estas características de tipo estuarial hacen que se produzcan grandes variaciones en ciertos factores ambientales, como la salinidad, a lo largo del día y del año. Dichas condiciones favorecen, a su vez, el notable desarrollo de las poblaciones locales de *Mercierella enigmatica*, una de las especies más perjudiciales para los sistemas de refrigeración de la central termoeléctrica emplazada en la zona.

La calidad de las aguas portuarias, en cambio, resulta superior a la de otros puertos, en virtud del limitado desarrollo industrial alcan-

zado hasta el momento y el buen sistema de renovación de las mismas.

La comunidad incrustante analizada, si bien presenta características peculiares de la zona, probablemente resulte más afín a la de Puerto Belgrano que a la de Mar del Plata.

Los ciclos de fijación de las principales especies estudiadas permiten tener una idea de las épocas del año en que los organismos colonizan los sustratos artificiales y el grado de intensidad con que pueden hacerlo. A su vez, el análisis paralelo de fijación en los sistemas externo e interno ha permitido detectar cuáles son las especies que encuentran condiciones propicias para su desarrollo en los sistemas de refrigeración. Esta información resulta de especial interés para el régimen que deberá seguir la central termoeléctrica en la aplicación de sistemas de control antiincrustante.

De las especies analizadas, las que podrían encontrarse con mayor frecuencia en los sistemas de refrigeración serían *Mercierella enigmatica*, *Brachydontes rodriguezii*, *Mytilus platensis*, *Tubularia* sp. y *Campanulariidae*. En términos generales, los ciclos de fijación de estos organismos están influenciados por la temperatura del agua, comenzando con el calentamiento de las mismas en primavera y prolongándose hasta su enfriamiento durante el otoño. El desarrollo posterior de los mismos, en cambio, suele estar al margen de las fluctuaciones térmicas del agua.

El panorama general de Puerto Quequén con respecto a los valores de biomasa registrados sobre paneles experimentales ha resultado bastante complejo y se aparta, en cierta medida, de lo observado en el puerto de Mar del Plata y Puerto Belgrano. Ello se debe, fundamentalmente, a los cambios que se producen, tanto en la temperatura como en la salinidad, y al aporte de sedimentos durante períodos de grandes crecientes del río Quequén.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal de DEBA, CIDEPINT e INIDEP, que colaboró de diversas formas en el desarrollo del presente estudio; a la Dra. Zulma A. de Castella-

nos, por sus atenciones y las facilidades de trabajo brindadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata; a la Lic. Victoria Lichtschein de Bastida, por su ayuda en la elaboración del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

1. BASTIDA, R.: "Las incrustaciones biológicas en las costas argentinas. La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata durante tres años consecutivos", *LEMIT*, 4-1970: 1-55, 1970.
2. BASTIDA, R.: "Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1966-1967", *Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol.*, 3 (2): 203-285, 1971.
3. BASTIDA, R.: "Studies of the fouling communities along Argentine coasts", *Proc. 3rd Int. Congr. Mar. Fouling Corrosion* (Gaythersburg, Maryland): 1-17, 1972.
4. BASTIDA, R.: "Las incrustaciones biológicas (fouling) y su acción de deterioro sobre las estructuras sumergidas", *CIDEPINT - Anales*, serie II. núm. 368: 57-101, 1978.
5. BASTIDA, R.; SPIVAK, E.; L'HOSTE, S., y ADABO, H.: "Las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano. I. Estudio de la fijación sobre paneles mensuales, período 1971-1972", *Corrosión y Protección (España)*, 8 (8): 11-31, 1974.
6. BASTIDA, R., y TORTI, M. R.: "Estudio preliminar de las incrustaciones biológicas de Puerto Belgrano (Argentina)", *LEMIT-Anales*, 3-1971: 45-75, 1973.
7. BOLTOVSKOY, E., y BOLTOVSKOY, A.: "Foraminíferos y Tecamebas de la parte inferior del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina (sistemática, distribución, ecología)", *Rev. Mus. Arg. Csas. Nat. B. Rivadavia, Hidrobiol.*, 2 (4): 127-172, 1968.
8. "Servicio de Hidrografía Naval, 1958", *Directorio Argentino*, parte II, H. 202, Público, 373 págs.
9. STUPAK, M.; BASTIDA, R., y ARIAS, P. (en prensa): "Las incrustaciones biológicas del puerto de Mar del Plata (Argentina). Período 1976-1977", *CIDEPINT-Anales*.
10. "Woods Hole Oceanographic Institution, 1952", *Marine Fouling and its Prevention*, U.S. Naval Inst., Annapolis, Maryland, 388 páginas, 1952.