

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

ESTRUCTURAS BIOGENICAS MODERNAS EN LA LAGUNA COSTERA "ESTERO DE PUNTA BANDA" BAJA CALIFORNIA, MEXICO



TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANOLOGO

PRESENTA:

JORGE ALEJANDRO VON SON GALLUT

ENSENADA, B.C., FEBRERO DE 1991.

RESUMEN

Los sedimentos de la planicie de inundación en el Estero de Punta Banda están habitados por diversas asociaciones de infauna, principalmente moluscos, crustáceos y anélidos.

Las estructuras biogénicas sedimentarias del Estero de Punta Banda fueron investigadas en un esfuerzo por definir estructuras sedimentarias biogénicas y usarlas para dividir a la laguna en subambientes de acuerdo al grado y tipo de bioturbación.

Esos datos aunados a información de distribución y tamaño de grano se utilizan en la preparación de un mapa ambiental.

Se realizaron doce transectos transversales a través de la marisma, partiendo de la zona de marea alta hasta el nivel medio bajamar mínima. Excavaciones a mano y con pala son las técnicas utilizadas para analizar las estructuras internas del sedimento habiéndose reconocido seis tipos de estructuras biogénicas. Los subambientes son caracterizados por el grado de bioturbación o retrabajamiento biogénico en el sedimento. Se analiza el comportamiento etológico de los organismos y se discute su relación con las estructuras biogénicas sedimentarias descritas en el trabajo.

ESTRUCTURAS BIOGENICAS MODERNAS
EN LA LAGUNA COSTERA
ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

TESIS

QUE PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO DE OCEANOLOGO

JORGE ALEJANDRO VON SON GALLUT

APROBADA POR:



OCEAN. FRANCISCO JAVIER ARANDA MANTECA
Presidente del Jurado



OCEAN. LUIS FERNANDO AMES SIGALA
Sinodal Propietario



OCEAN. RIGOBERTO GUARDADO
FRANCE
Sinodal Propietario



OCEAN. PEDRO GERMÁN CASTRO
CASTRO
Sinodal Suplente



OCEAN. GERARDO GONZALEZ BARBA
Sinodal Suplente

DEDICATORIAS

POR ORDEN DE APARICIÓN

A MIS ABUELOS

A MIS PADRES:

FRED Y ANITA

A M I S H E R M A N O S :

VIVIEN

FREDDY

CARLOS

MAX

Y GUILLERMO

A MI HIJA:

ANA IXCHEL

AGRADECIMIENTOS

Ani y Opa

gracias a ustedes termino esta importante etapa
y empiezo otra abriendo una gran puerta a mi futuro

Oceanólogo Francisco Javier Aranda Manteca

un ejemplo profesional y humano

U.S. Navy Chief Warrant Officer "Army"

por tu generosidad

Oceanólogos

Luis Fernando Ames Sigala

Rigoberto Guardado France

Pedro Germán Castro Castro

Gerardo González Barba

por la guía, apoyo, sana crítica e inspiración
que me animaron a presentar un trabajo mejor

Dibujante

Señor Ramón Moreno

por su entusiasta colaboración

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
APROBACION	iii
DEDICATORIAS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	6
OBJETIVO	11
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	12
METODOLOGIA	15
RESULTADOS	19
BIOFACIES VERTICALES	
BIOFACIES HORIZONTALES	31

DISCUSIONES	32
Características del sedimento en las planicies y su relación con las trazas	
La distribución de infauna y epifauna en la planicie de inundación del E.P.B.	38
Variación horizontal de biofacies de acuerdo al grado y tipo de bioturbación	41
Lecho de Cerithidea	41
Lecho de <i>Macoma</i> y <i>Tagelus</i>	42
Lecho de <i>Uca</i>	44
Lecho de Thallasnidos	45
Morfología de las estructuras biogenicas sedimentarias y su relación con el comportamiento etológico de los principales organismos que las producen ...	46
Moluscos bivalvos	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54

LISTA DE TABLAS

TABLA I	Clasificación Etológica de las Estructuras de Bioturbación	7
TABLA II	Estructuras Biogénicas Modernas, Comportamiento Etológico, Hábitos Alimenticios de los Organismos Bioturbadores en el Estero de Punta Banda. Marisma Alta	20
TABLA III	Estructuras Biogénicas Modernas, Comportamiento Etológico, Hábitos Alimenticios de los Organismos Bioturbadores en el Estero de Punta Banda. Marisma Media	21
TABLA IV	Estructuras Biogénicas Modernas, Comportamiento Etológico, Hábitos Alimenticios de los Organismos Bioturbadores en el Estero de Punta Banda. Marisma Baja	22
TABLA V	Biofácies Horizontales, Tipo de Bioturbación y Organismos Bioturbadores	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Localización del Area de Estudio y Transectos de Muestreo	5
FIGURA 2	Distribución Vertical de Madrigueras por Especie en el Estero de Punta Banda	23
FIGURA 3	Distribución horizontal y Subambientes biocenóticos en el Estero de Punta Banda de acuerdo al Grado y Tipo de Bioturbación	24
FIGURA 4	Madrigueras de <i>Upogebia sp.</i> y <i>Callianassa sp.</i>	25
FIGURA 5	Madrigueras de <i>Uca sp.</i> y <i>Chaetopterux sp.</i>	26
FIGURA 6	Madrigueras de <i>Tagelus sp.</i> y <i>Macoma sp.</i>	31

INTRODUCCION

El impacto ambiental que los desarrollos turísticos y urbanos tienen sobre la laguna costera Estero de Punta Banda es de relevante importancia para la ecología de la Bahía de Todos Santos. Esta laguna es una área resguardada que sirve de protección para la reproducción y desarrollo de estadíos juveniles de muchas especies de nado libre. Además es un nicho ecológico para gran número de especies de aves migratorias. Así mismo, con el flujo y reflujo de la marea, el agua que entra de la bahía es remineralizada y enriquecida con nutrientes.

El estudio de las estructuras biogénicas sedimentarias nos sirve como marco de referencia para observaciones ambientales a futuro, debido a que son producidas por movimientos de organismos y nos pueden indicar, por consiguiente, hábitos alimenticios, reproductivos y de madriguera, sobre el comportamiento del organismo, relaciones intraespecíficas y la influencia del medio ambiente (Farmer et al.,1986).

Muchos estratos sedimentarios son perturbados por los organismos bentónicos que los habitan y utilizan como casa y como fuente de alimento (Morris et al. 1980). Las marismas del Estero de Punta Banda presentan varios ambientes, cuyos factores físicos, químicos, biológicos y geológicos gobiernan la densidad y distribución de los organismos que las habitan y producen la bioturbación. "Los factores dependientes de la marea, tales como el rango de marea y la duración del sustrato bajo el agua, parecen ser los más críticos" (Frey, 1975).

Los organismos bioturbadores que viven en las planicies de inundación, reflejan las características de su habitat en las marismas, manifestandose en la abundancia y distribución de sus madrigueras.

Los ambientes sedimentarios se identifican de acuerdo con los atributos que poseen, estos son: geométricos, litológicos, faunísticos, estructuras primarias y relaciones estratigráficas. (Castro, 1988). Pueden ser utilizados los atributos faunísticos debido a que los organismos que habitan en los ambientes sedimentarios los

alteran caracterizándolos con las estructuras biogénicas que producen. Los ambientes sedimentarios del Estero de Punta Banda presentan abundancia y diversidad de organismos productores de estructuras biogénicas sedimentarias, entre los que destacan crustáceos, moluscos, poliquetos, peces y aves. El presente trabajo describe las estructuras biogénicas sedimentarias en la planicie de inundación de la laguna costera Estero de Punta Banda producidas por algunos de los organismos bentónicos; principalmente crustáceos y moluscos.

El comportamiento de estos organismos produce dos tipos de estructuras biogénicas, las superficiales o exogénicas en una epibiosis y las internas o endogénicas en una endobiosis dentro del sedimento y la distribución de organismos es influenciada significativamente por el carácter textural del sustrato. Estudios recientes, especialmente por Rhoads (1974), han demostrado que los organismos algunas veces determinan la consistencia del sustrato.

Purdy (1954) y Sanders (1956, 1958), en Farmer, et al. (1986), en sus estudios de comunidades bentónicas, enfatizan que los sustratos en ambientes deposicionales marinos son caracterizados por una continúa gradación "continuidad textural", del material de tamaño-arena a tamaño-arcilla. Esta gradación ocurre en respuesta a cambios en la energía física y que pueden ser relacionados con los organismos que los habitan. En el Estero de Punta Banda (E.P.B.) la protección ininterrumpida del oleaje por la barra arenosa y el rango entre las mareas altas y bajas origina ambientes sedimentarios muy poblados por diferentes especies de epifauna y de infauna. La zona entremareas baja presenta un ambiente lleno de canales y depresiones (fig. 1). Además, muchos organismos que aquí encontramos son característicos del nado libre.

Hay que destacar que en E.P.B. se observan dos tipos de habitats principales, el superficial y el interno que están sometidos a los tiempos de exposición durante las mareas bajas y poblados por organismos con comportamientos etológicos muy variados, que

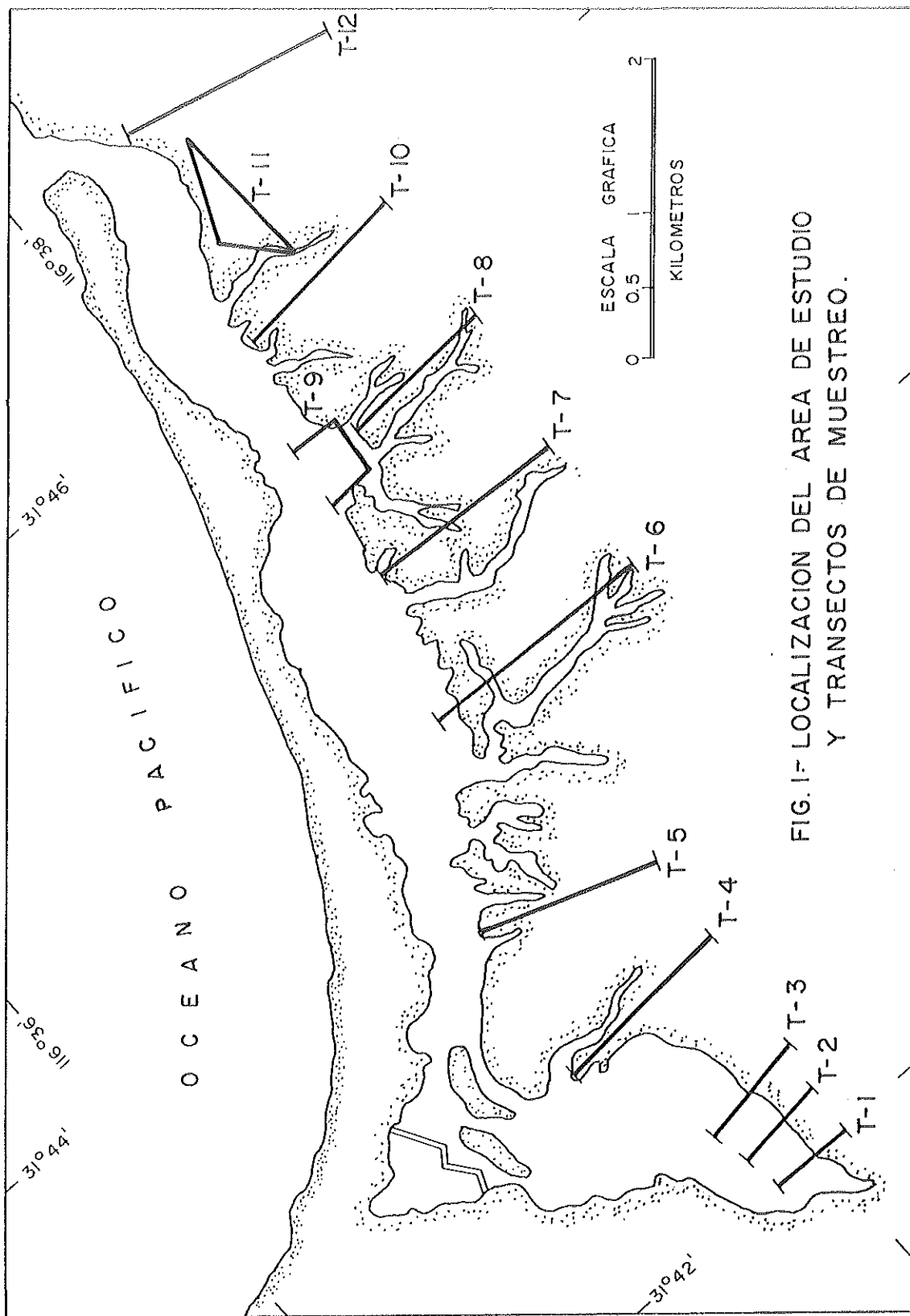


FIG. 1.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO
Y TRANSECTOS DE MUESTREO.

producen por lo tanto diferencias en la morfología de sus madrigueras (tabla I). El habitat superficial es fuertemente alterado por organismos bentónicos semisésiles que se arrastran en la superficie o epifauna, dando origen a variadas estructuras exogénicas.

ANTECEDENTES

McGinitie (1968), en Morris (1980), estudia la historia natural de organismos marinos bentónicos, entre los que se encuentran los bioturbadores del sedimento. Seilacher en 1967 determina que los nutrientes en un área o volumen de sedimento son mejor extraídos por movimientos ordenados que desordenados en sedimentívoros eficientes. Ronan (1973, 1975) en Farmer et al. (1986) demuestra con experimentos de campo en Bodega Harbor que los organismos se distribuyen por acciones biológicas sutiles y no solamente por la distribución de los parametros ambientales físicos. Rhoads (1974) estima el porcentaje de especies de cuerpo blando en las comunidades modernas en el rango de 7% y 68%. Frey (1975) modifica de

CLASIFICACIÓN ETOLÓGICA DE LAS ESTRUCTURAS DE
BIOTURBACIÓN. MODIFICADA DE SEILACHER, 1964

CATEGORIA	DEFINICION	MORFOLOGIA
Cubichnia Huellas de Reposo.	Depresiones someras hechas por animales temporalmente asentados.	Relieve acanalado, registrando la morfología latero-ventral del animal. Aisladas, pueden asociarse a estructuras de escape.
Repichnia Huellas de Arrastre.	Rastros, pistas superficiales. Estructuras horizontales por traslado de un sitio a otro. Énfasis en locomoción.	Estructuras lineales o sinuosas, algunas ramificadas.
Pascichnia Huellas de Pastoreo.	Surcos acanalados o huecos, muchos de ellos discontinuos, hechos por alimentadores de depósito móviles en o cerca de la superficie del sustrato. Énfasis en alimentación.	No ramificadas ni traslapadas, curvas, fuertemente enrolladas. Patrón refleja máxima utilización del área de alimentación.
Fodichnia Estructuras de Alimentación	Madrigueras más o menos temporales, construídas por alimentadores de depósito. La estructura puede proveer refugio al organismo. Énfasis en el comportamiento alimenticio.	Ramificadas o no, sinuosas o en forma de "U" o complejas, paralelas o concéntricas. Orientadas en varios ángulos.
Domichnia Estructuras de Habitación.	Madrigueras o tubos-habitación más o menos permanentes. Suspensívoros semisésiles, algunos carnívoros. Énfasis en la habitación.	Simple, bifurcado o forma de "U", perpendicular o inclinada en varios ángulos; componentes verticales y horizontales.
Fugichnia Estructuras de escape.	Huellas de varias clases hechas en respuesta a la agitación o degradación del sustrato. Énfasis en el reajuste o equilibrio con la posición relativa del sustrato.	Repetitivos verticalmente, laminadas. Reflejan desplazamientos de; animal hacia arriba o hacia abajo.

Seilacher una tabla para la clasificación etológica de estructuras de bioturbación. Tabla I. Define que la utilidad de bioestructuras en la interpretación de ambientes, basada en la correlación de cambios en las biocenosis respecto a la variaciones de profundidad, se relacionan a factores ambientales como el oleaje y actividad de la corriente y características del sustrato.

"Las diferentes combinaciones como se presentan los sedimentos constituyen los diferentes habitats para los organismos de la infauna, los cuales pueden ser identificados en forma relativa por el tamaño medio de grano y la dispersión de la distribución del sedimento." (Brower y Zar, 1977, citado en Farmer et al. 1986).

Pérez et al. (1978) hacen un reconocimiento y descripción global en su Informe Bionómico Preliminar y sugieren un estudio integral y sistemático del Estero de Punta Banda.

La depredación y las perturbaciones físicas parecen no tener ningún efecto sobre los organismos, ya que rara vez o nunca abandonan sus madrigueras, y considerando que no existen depredadores infaunales capaces de consumir organismos adultos

o casi adultos, sólo se pueden atribuir pérdidas por predación en los estadíos mas pequeños (Morris et al, 1980).

Ríos, R. (1982) aporta al conocimiento de los macroinvertebrados bentónicos en el E.P.B.

De Ita, (1982) hace un estudio de superposición de nicho y su relación con el sedimento analizando el tamaño de grano consumido por tres especies de callianásidos, en una sección del Estero de Punta Banda. Encuentra que la biomasa de callianásidos no muestra correlación significativa con el tamaño medio de grano ingerido en ninguno de los tres niveles de profundidad que considera, sin embargo caracteriza cuatro habitats en su variación horizontal.

Ames,(1985) describe los medios ambientes deposicionales interpretando los parámetros texturales en el Estero de Punta Banda, proporcionando las características sedimentológicas que más adelante se asociarán a las trazas (Lebenspuren).

Castellanos (1986) encuentra que en algunos casos a mayores tamaños de sedimento mayores valores de PH o mayor

contenido de carbonatos y sales solubles. Demuestra que la presencia de carbonatos presentes en la laguna, son de origen biogénico atribuido principalmente a moluscos gasterópodos y foraminíferos.

Guardado (1986) hace un estudio sobre la distribución de carbonatos totales presentes en los sedimentos del Estero de Punta Banda encontrando que los factores que determinan la concentración de carbonatos son: la energía del medio, temperatura y presencia de organismos con esqueletos calcáreos.

Camacho (1987) descubre que las concentraciones máximas de nutrientes están entre los primeros 5cm. y 15cm. del agua intersticial dentro del sedimento. Las concentraciones de nutrientes y de salinidad disminuyen con la profundidad. "Sugiere que durante el flujo de marea existe penetración del agua de la columna hacia el sedimento, y durante el reflujo es capaz de fluir hacia afuera del sedimento, por lo que la percolación puede ser un mecanismo importante de transporte de nutrientes remineralizados de la marisma, hacia el estero".

OBJETIVO

Describir las Estructuras Biogénicas Sedimentarias producidas por crustáceos y moluscos en los sedimentos de la planicie de inundación de la laguna costera Estero de Punta Banda, Baja California, México.

DESCRIPCION DEL AREA

DE ESTUDIO

La laguna costera Estero de Punta Banda es un cuerpo de agua localizado al sureste de la Bahía Todos Santos, Baja California, México, situada entre los $31^{\circ} 42'$ y $31^{\circ} 16'$ Norte y los $116^{\circ} 31'$ y $116^{\circ} 40'$ Oeste (Ames, 1985). Lo separa de la Bahía Todos Santos una barra arenosa de aproximadamente 7 Km. de longitud, que nace de la península de Punta Banda y corre paralela a la costa con tendencia al norte y en cuyo extremo norte se localiza la boca de la laguna. Cruz (1985) la clasifica como laguna costera por lo reducido de sus dimensiones (Figura 1). Está constituida por un canal principal con forma de "L" cuya máxima profundidad es de 6m. Ames (1985), extendiéndose hacia el este una marisma poco desarrollada, cortado por una serie de canales sinuosos. Ocupa un área de 2.26 Km^2 . durante el mínimo de marea, y 10 Km^2 . en sus mareas más altas (O'Brien y Zeevaert, 1968) dejando un área de

7.74 Km². expuesta entre la diferencia de niveles de marea. El volúmen entre el nivel de mareas bajas medias y el nivel de las mareas altas medias es de 8.45 millones de metros cúbicos de agua (O'Brien y Zeevaert, 1968).

En general, la variación de las alturas del agua en el Estero de Punta Banda queda resumida en tres procesos:

- a) Las fuerzas de la marea astronómica.
- b) El esfuerzo del viento sobre la superficie del agua,
y
- c) Las variaciones temporales en la distribución de la densidad de agua a lo largo de la laguna, Pritchard (1979).

De origen tectónico, los procesos sedimentarios han sido variables en los últimos años en el Estero de Punta Banda, existiendo una disminución del aporte de los ríos confluyentes reportada por Cruz (1985).

De la Paz (1978) registra un retraso en la fase de mareas de 20 minutos entre el puerto de Ensenada y la parte media del Estero

de Punta Banda. El atraso entre la boca y el extremo sur de la laguna es de 13 minutos (O'Brien y Zeevaert, 1968 en Ames, 1985).

Los valores de producción primaria, presentados como concentraciones de clorofila, en general son comparables a las productividades máximas de las aguas de surgencia costeras como consecuencia de la entradas de aguas de surgencia oceánicas, con bajas temperaturas, nutrientes, y gran abundancia de fitoplancton, que son acarreados al interior de la laguna por corrientes de marea. En 1978, Millán reporta concentraciones de clorofila que tienen una cierta correlación con las mareas; valores altos en mareas altas y viceversa.

Se pueden distinguir 3 unidades paisajísticas principales dentro de la laguna:

- a) Las marismas, alta media y baja.
- b) Los bancos arenosos, y
- c) Las praderas de *Zostera*, Perez et al. (1978).

METODOLOGIA

Existen varias técnicas para el estudio de las estructuras biogénicas recientes o trazas en sedimentos no litificados, entre las que podemos destacar el modelado con resinas epóxicas, silicon y polyester; la fotografía con infrarojo, radiografía con rayos X; y la observación directa de las trazas. Este último se utiliza en este trabajo y se describe a continuación.

En la fig. 1 se muestran los doce transectos de observación y muestreo en la planicie de inundación o Marisma de Planicie del E.P.B.

Con brújula Brunton se trazó cada uno de los doce transectos que parten de la marisma alta en dirección al canal principal durante las mareas excepcionalmente bajas de septiembre y octubre de 1990. Las longitudes de los transectos no son constantes, y se contemplan en el rango de los 50 a los 150 metros. Las distancias de los transectos dependen de la anchura de la superficie marismal expuesta. Las estaciones de trabajo y de muestreo son escogidas

a criterio, basado en la lectura del paisaje y reconocimiento de biofacies, habiéndose tomado cinco muestras en las estaciones más representativas para cada transecto, sumando en total sesenta muestras de un metro cuadrado. En cada punto de muestreo, se describieron las características superficiales de las estructuras, haciendo esquemas y toma de fotografías con escala. Se midieron con regla los diámetros exteriores de las aperturas de madriguera, altura y diámetro circundante de las estructuras exogénicas de trazas superficiales poco preservables, en cuadrantes de un metro cuadrado. Se determinó la distancia aproximada al canal principal para su ubicación en el mapa. Posteriormente se realizó una excavación de 50cm de diámetro, a pala, hasta aproximadamente 25 cm. por debajo del nivel freático del agua de la laguna, hasta donde dejaran de aparecer organismos en actividad. La profundidad de excavación mínima fue de 50 cm. Posteriormente se realizó un tacto a mano para constatar si las estructuras continúan hacia abajo, obteniendo así la máxima profundidad de excavación del organismo excavador. Las excavaciones con pala se realizaron

meticulosamente para no destruir las características internas de las madrigueras e identificarlas por medio de la observación de los siguientes parámetros morfológicos:

A. Sin ramificar

1. rectas
2. curvas
 - a) forma de U
 - b) forma de J
 - c) forma de Y
 - d) enrollamiento espiralado

B. Ramificadas

1. regular
2. irregular

C. Diámetro Ø

1. uniforme
2. no uniforme (embudo)
 - a) montículo localizado
 - b) disminución gradual

D. Orientación

1. horizontal
2. vertical
3. inclinada (oblicuo)
4. fortuito

Características morfológicas utilizadas en la descripción de trazas, reducida y modificada de la clasificación de Horowitz, en Frey (1975).

Los organismos productores de las trazas analizadas, colectados a mano y con pala, fueron preservados en formol al 30% en agua, en bolsas de plástico cerradas con ligas, debidamente etiquetadas de acuerdo a la estación, para su posterior identificación.

Para un mejor análisis, los datos obtenidos se presentan en tablas con información conjunta sobre el comportamiento etológico de los organismos productores de trazas, así como esquemas y fotografías de las trazas producidas por los organismos más representativos y observaciones de la flora del E.P.B.

RESULTADOS

Para la interpretación de las estructuras de origen biogénico y la mejor comprensión de las estructuras se utiliza la relación de la morfología de las estructuras producidas con el comportamiento del organismo (tabla I). Los resultados se presentan utilizando la clasificación etológica y morfológica en las tablas II, III y IV.

Se observaron biofacies en tres zonas principales: marisma alta, media y baja (fig. 2). Las variaciones laterales se observaron en cuatro zonas principales (fig. 3) de acuerdo con la presencia de organismos bioturbadores.

A. BIOFACIES VERTICALES. En la marisma alta, con organismos mas adaptados al ambiente terrestre, encontramos un ambiente deposicional de mayor tamaño de grano y mayores tiempos de exposición durante las mareas bajas.

Callianasa californiensis excava muchas aperturas por individuo, con galerías muy ramificadas y complicadas (fig 4). Su máxima profundidad de excavación representa a una activo

TABLA II.

ESTRUCTURAS BIOGÉNICAS MODERNAS • COMPORTAMIENTO ETOLÓGICO • HÁBITOS ALIMENTICIOS
DE LOS ORGANISMOS BIOTURBADORES EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA.

Taxonomía	Características Exógenas	Características Endógenas y Máxima Profundidad	Comportamiento Etológico	Clasificación (Salasche, 1987) Morfológica	Hábito Alimenticio y Comentarios
Pt. Artropoda Cl. Crustacea (Thalassinidea) <i>Callinectes sp.</i>	Muchas aperturas por individuo. Montículos cónicos de sedimentos y pellets de hasta 6cm de altura y 11cm Ø	Galerías no delimitadas, muy ramificadas, con abutamientos en las bifurcaciones (homotrofía) Ø 0.6 a 6cm. Profundidad máxima de excavación de 65cm. Lechos aglutinados, distintivos. Laminaciones disturbadas y lechos.	Puede habitar junto a <i>Uca</i> . Madriguera permanente. Excava con pinzas y dos primeros pares de patas. Sale en reversa para descartar desechos de su madriguera. Excavación continua.	Endógena	Depósito. Se lo ha visto ser suspensivo. Flujo continuo de lodo a través del tracto digestivo. Muchos comensales.
<i>Uca ornata</i> (Brachyura)	Una apertura por individuo. Montículos rodeados por pellets y concreciones. Ø 1 a 6cm. Altura: 1 a 3cm. Forma: embudo.	Madriguera discreta. Sin ramificar, con forma de "J", oblicua; termina en una cámara horizontal. Busca altos contenidos de lodo (impermeable). Profundidad promedio: 15cm.; máxima: 22cm.	Gran defensor territorial. Cortejo y competencia sexual. Tapa su madriguera herméticamente durante mareas altas. Madriguera permanente, hábito de aseo diario. Profundidad determinada por el grado de humedad.	Endógena	Depósito. Gran destructor de estructuras sedimentarias, físicas de origen. Carnívoro. Plantas y animales contenidos en el sustrato.
<i>Hemigrapsus oregonensis</i>	2 aperturas por individuo, redondas y ovales de 1.5 a 6cm Ø en praderas de <i>Zostera</i> y <i>Salicornia</i> .	Excavaciones poco profundas, no ramificadas, curvas, en forma de "U", con galerías laterales. Profundidad hasta 10cm.	Buenos excavadores. Se entierra muy rápidamente. Habita por pares. Hábito preferencialmente nocturno, muy activo durante bajamar.	Endógena	Depósito. Sedimentífero. Omnívoro. Excava para alimentarse.
<i>Pachygrapsus crassipes</i>	Orificios ovales de 4 a 6cm de Ø. Lechos aglutinados indistintos; disturba los primeros 4cm de sedimento.	Ovales, excava como protección contra depredadores. Preferencia por huecos debajo de objetos como rocas, llanas y vegetación. Profundidad de 10 cm.	Adaptado a la vida semi-terrestre. Habita las partes más altas de la marisma, cerca de <i>Zostera</i> y <i>Enterozona</i> . Predado por aves, roedores y el hombre.	Exógena Endógena	Película de algas y diatomeas en rocas y lodo. Canibal y a veces cazador. Abundantes Gobys muertos en madriguera, como alimento común a varios individuos.

TABLA III
MARISMA MEDIA

Taxonomía	Características Endógenas y Máxima Profundidad	Características Etológicas	Comportamiento Etológico	Clasificación - Salicor Morfología	Salicor Etológicas	Hábito Alimenticio y Comentarios
<i>Carithides californica</i>	Surcos acanalados, no lineales, sinuosos y espi- ralados hacia dentro en ambos sentidos, no rami- ficados ni traslapados	□ □ □	Muy resistente a condiciones estu- rias ocurre en densas agregaciones al sureste de la planicie y por toda la marisma. (fotografías N°3 y 4). Poco estudiado.	Exógena	Pascichnia	Película de micro-orga- nismos con la super- ficie del sedimento
<i>Orchestoidea</i> sp.	Montículos con dos fran- jas opuestas de material sedimentario excavado. Ø* del orificio de 5mm. Tapa de arena	Diámetro no uniforme. Elíptico al corte. Chimenea vertical con orificio exterior circular. Máx. prof. de 30cm. y 10 a 15 cm lo usual.	Muy activo en bajar. Nocturno de preferencia. Muy abundante en invierno. Acepta huéspedes y co- mensales. Longevo. Buena orienta- ción al mar.	Endógena	Domichnia	Muda y aparea dentro de madriguera. Un individuo por madri- guera. Algas marinas y Fanerógamas marinas.
<i>Olivella bilocata</i>	Ligero rastro superficial.	Surca exactamente por debajo de la superficie.	Presente en pradores de <i>Zostera</i> sp.	Exógena	Pascichnia	Estructuras difíciles de clasificar. Algívoro.
<i>Uniopele pupettensis</i>	2 entradas por madri- guera. Montículos cóni- cos de sedimento y peli- ceta de 5-10cm Ø*. Separación horizontal de orificios: 60cm	Excavaciones no ramificadas. Curvas en forma de "U". Entradas oblicuas; las interiores pueden ser verticales. Máxima profundidad: 45-50cm y hasta 70cm ocasionalmente.	Asociado a <i>Spartina</i> sp. Excavador constante por tener hábitat inunda- do. Habita por pareja. Muere fuera de su madriguera. Gobys son sus comensales comunes.	Endógena	Domichnia	Suspensoívoro. Prefiere sedimento más lodoso que arenoso. Excava- ción a veces en forma de "Y". Difícil de definir ramificaciones.
<i>Aplysia californica</i>	Relieve acanalado. Mani- fiesta morfología latero- ventral.	□ □ □	Habita en charcos intermareales a marisma baja y canales.	Exógena	Cubichnia	Herbívoros. Algívoro. Principalmente de <i>Zostera</i> .
Ph. Mollusca. Cl. Bivalvia. Macoma sp.	Montículos de 1cm de altura, de sedimento y materia fecal. A veces hoyo del sifón exhalante.	Ramificadas irregulares.	□ □ □	□ □ □	□ □ □	□ □ □
Ord. Heterodonta <i>Topallus</i> sp.	Dos aperturas separadas de 3 a 6cm para los dos sifones. Parecen ser dobles.	Tubo vertical en forma de "Y". Orien- tación vertical. 10cm, lo usual, y hasta 50cm.	Excavador veloz con sifones largos. Madriguera semipermanente. La forma de las valvas y el pie alargado dan rápida movilidad. Almeja taladradora y/o navaja.	Endógena	Domichnia y Fodichnia	Suspensoívoro.

* Ø = diámetro

TABLA IV

Taxonomía	Características Exógenas	Características Exógenas	Comportamiento Exológico	Clasificación Exológica	Usos Numeros y Comentarios
Nervosa: nervosa	Huellas de arrastre por puerros, acumula todo, se alimenta de <i>Bulle goudotii</i> y <i>Hemibulle vesiculata</i>	No endógenas	Exógena	Regioctinos	□ □ □ □ □ □ □
Bulle goudotii	Huellas de arrastre, caminos irregulares, raras	□ □ □	Exógena	□ □ □	Hervivoro
Nervosa: nervosa	Huellas de arrastre	□ □ □	Exógena	Regioctinos	Abundancia estacionalmente
Nervosa: nervosa	Fin del tubo soldado en proyecta muy poco de la interiora apuramiento. $\varnothing = 2\text{cm}$. Depresiones	Tubo habitacional usado como esconchero aglomerado con forma de cono. $\varnothing = < 1\text{cm}$.	Exógena	Endógena	Ornithivoro subterráneo y depositivo.
Nervosa: nervosa	Exendido hasta 5cm de la superficie, 1 por individuo	Tubos esquinados verticales de 1-3cm de $\varnothing$, arena y fragmentos. Máxima profundidad 65cm	Exógena	Endógena	Deposita periódica fusa que recoge con sistema de túneles cilíndricos
Nervosa: nervosa	Aperturas circulares, 5cm de $\varnothing$, 2 aperturas	Tubos apurados en forma de "U". Máxima profundidad 25cm	Exógena	Endógena	Filtra con red mucosa, subterráneo
Nervosa: nervosa	Aperturas circulares de 1-2.5cm de $\varnothing$, montículos de pellets circular interno de medio $\varnothing = 4-5\text{cm}$	Aperturas separadas de 20-30cm.	Exógena	Endógena	Forma red mucosa circular en el agua chorroventosa para cazar. Vuela en "U" para optimizar el filtrado. Filtra con red mucosa, subterráneo.
Nervosa: nervosa	Apertura elíptica muy alargada, $\varnothing$ 0.5-2cm, 1 por individuo.	Chimenes vertical cilíndrica, se expande hacia abajo. $\varnothing$ no uniforme.	Exógena	Endógena	Comensal de Urechis caupo y Thais sinensis.

* $\varnothing$ = diámetro

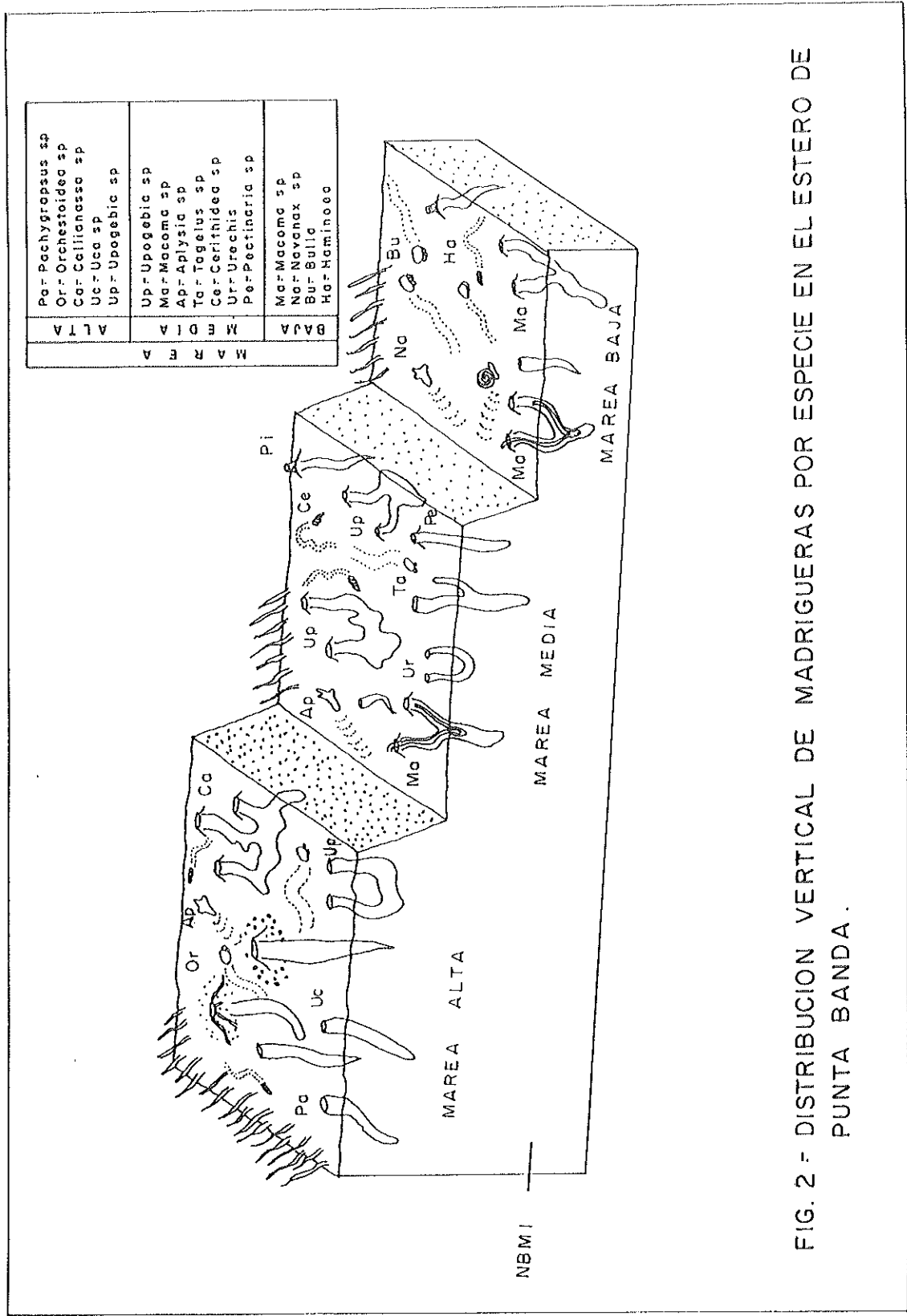
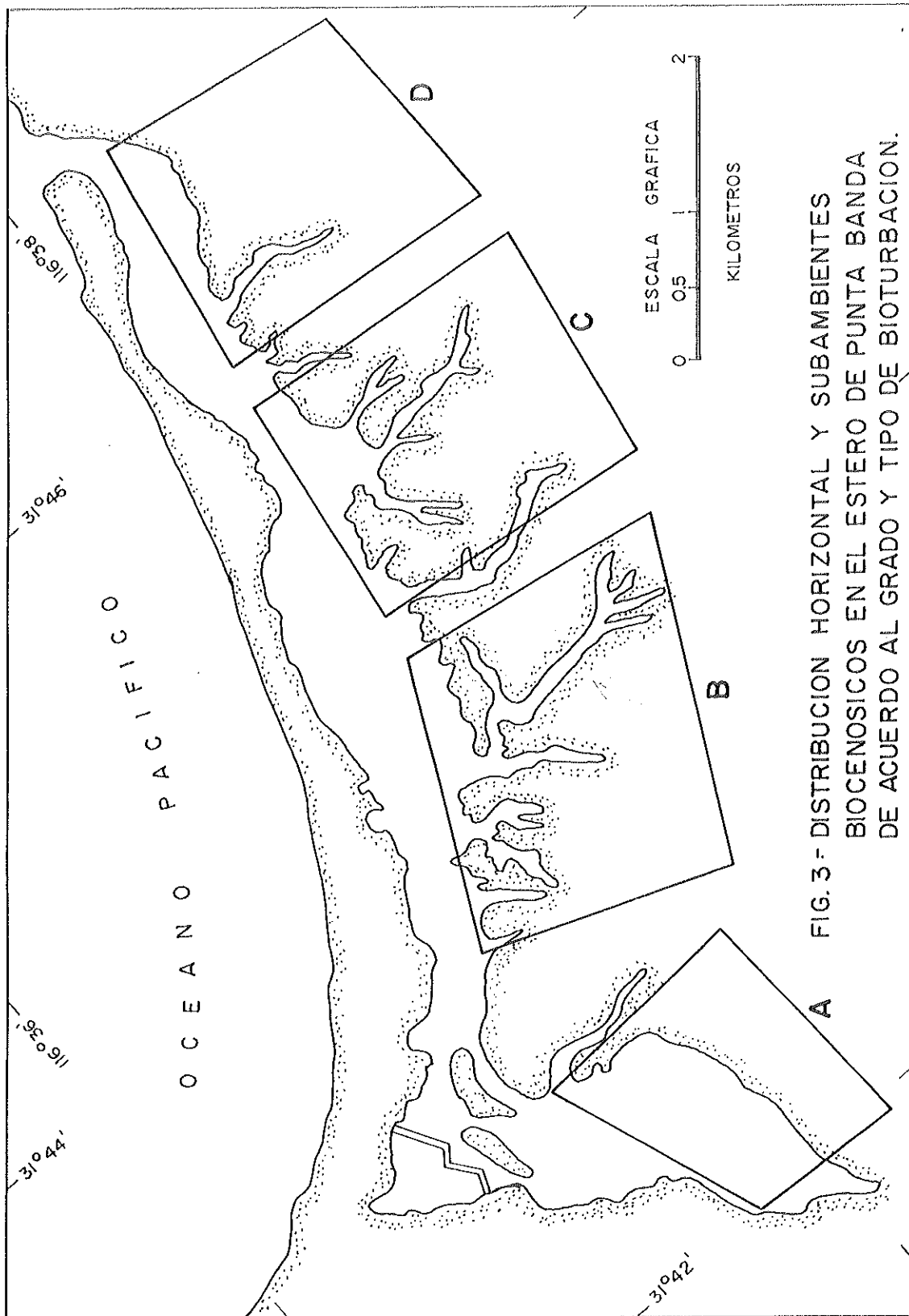
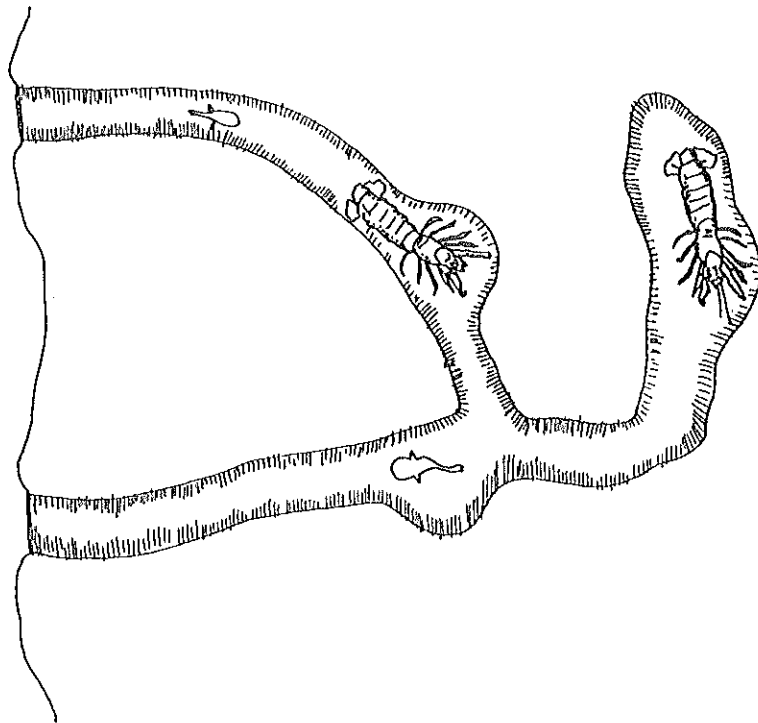


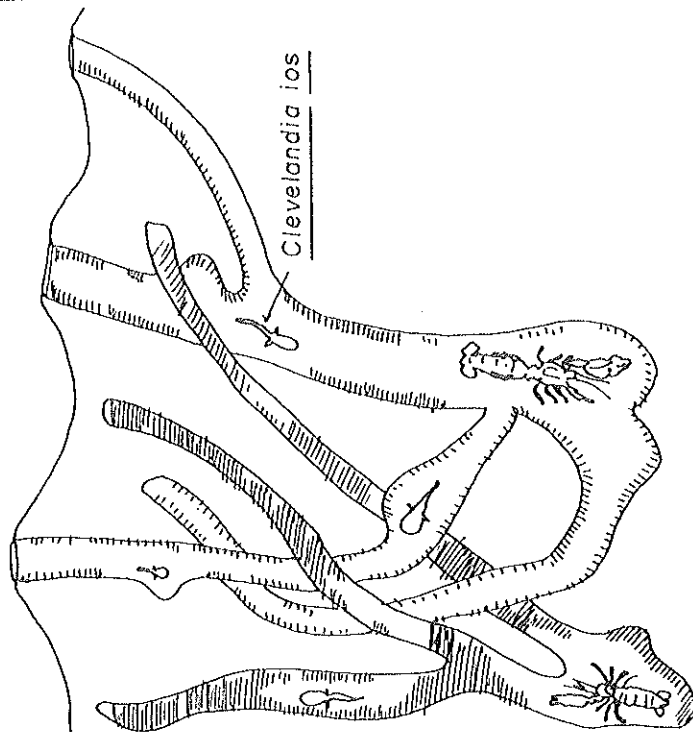
FIG. 2 - DISTRIBUCION VERTICAL DE MADRIGUERAS POR ESPECIE EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA.



A FIG. 3- DISTRIBUCION HORIZONTAL Y SUBAMBIENTES
 BIOCENOSICOS EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA
 DE ACUERDO AL GRADO Y TIPO DE BIOTURBACION.

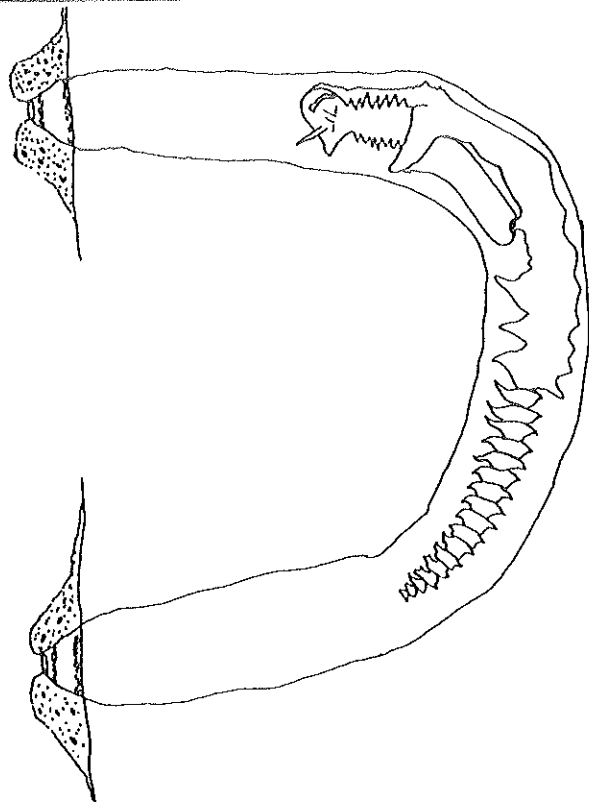


Upogebia pugettensis

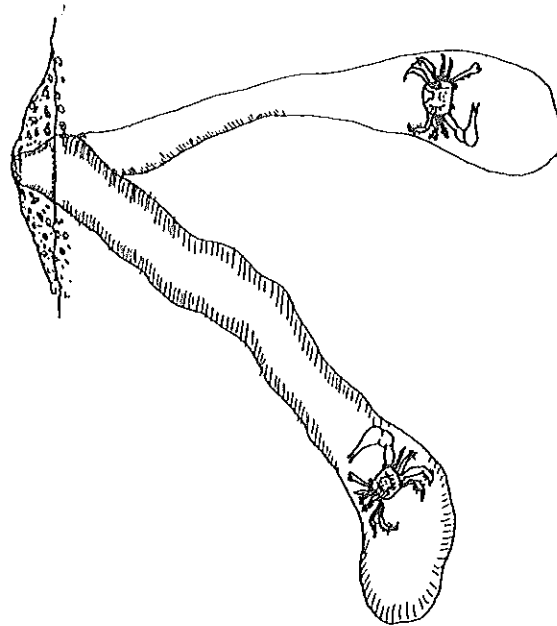


Callianassa sp

FIG. 4 - MADRIGUERAS DE Upogebia Y Callianassa
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA .



Chaetopterus variopedatus
(MODIFICADO DE BARNES, 1977)

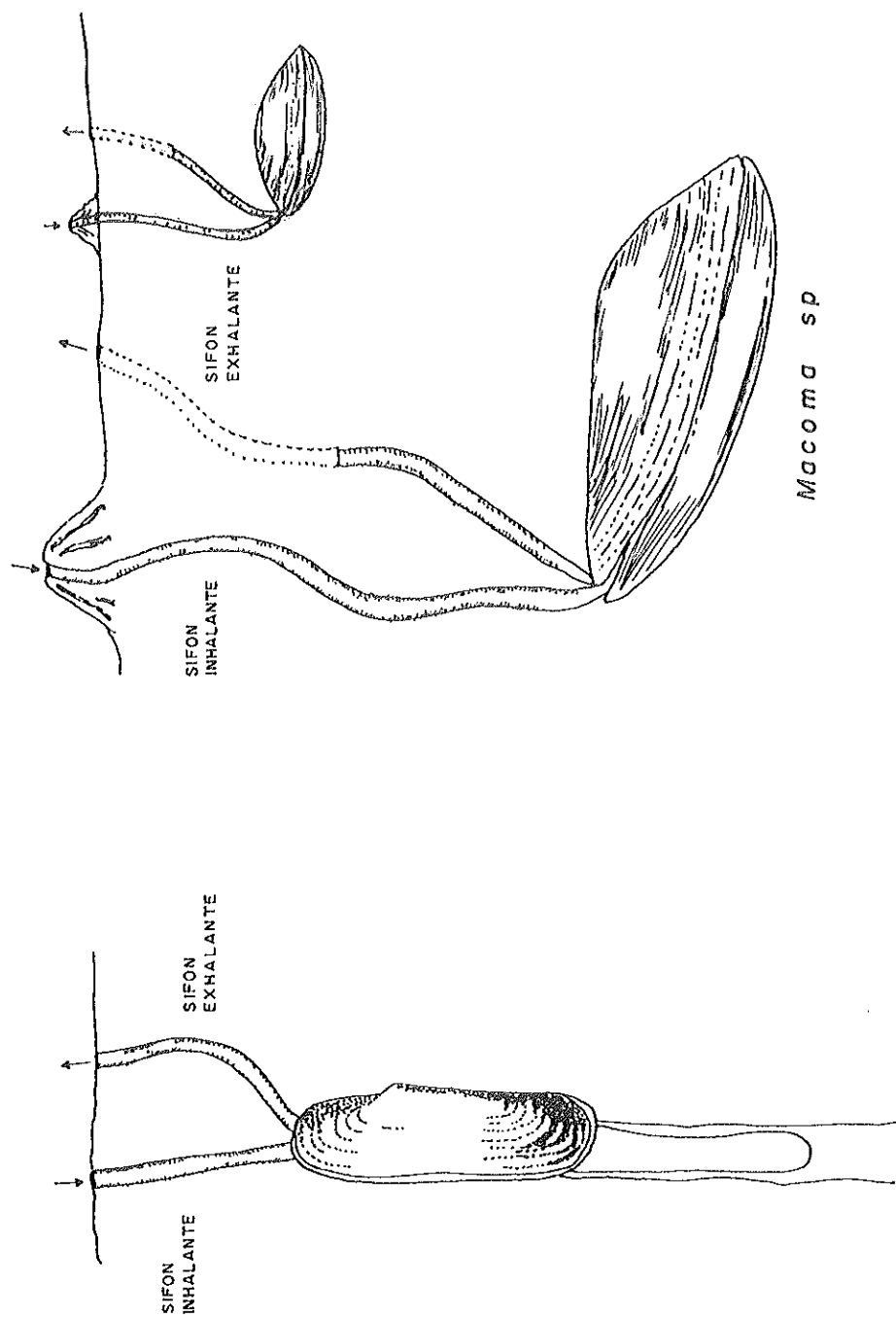


Uca crenulata crenulata

FIG. 5 - MADRIGUERAS DE Uca Y Chaetopterus.

excavador (tabla II) produciendo laminaciones disturbadas, gradación biogénica y altos grados de bioturbación. *Uca crenulata*, constructor de madrigueras discretas y tubos (fig. 5 Apéndice I Foto 1)) es básicamente un defensor territorial (tabla III). *Hemigrapsus oregonensis* quien habita en la región sur de la marisma superior produce madrigueras discretas y tubos cerca de las praderas de fanerógamas marinas, con dos aperturas por individuo con hábitos nocturnos y alimentándose de la película de microorganismos que cubre al sedimento. *Pachigrapsus crassipes* casi vive simpátricamente con *Hemigrapsus oregonensis* pero sus madrigueras preferencialmente se localizan a mayor elevación topográfica siendo mejor adaptado a la vida terrestre y sus hábitos de madriguera dan preferencia a la ocupación de madrigueras abandonadas o prefiere vivir debajo de objetos tales como llantas y rocas (tabla II Apéndice 1 Foto 2). Es predado por aves y mamíferos, y a veces por el hombre (fig 4).

Orchestoidea californiana prefiere los bancos arenosos en el E.P.B., influenciados por la boca de la laguna. Su máxima abun-



Tagelus sp. *Macoma sp.* FIG. 6 - MADRIGUERAS DE Tagelus Y Macoma.

dancia es en el invierno (Morris, 1980). Produce montículos característicos que se distinguen por tener dos franjas de sedimento excavado opuestas al centro de la apertura de madriguera. Por otro lado, se distinguen por tener tapa de arena durante los periodos de inactividad (tabla III). El hombre lo usa de carnada y es predado por mamíferos y aves.

En el ambiente de marisma media, predominan los moluscos de varias categorías taxonómicas, donde los preponderantes productores de estructuras biogénicas son los bivalvos *Macoma sp.* y *Tagelus sp.* Los montículos producidos por *Macoma sp.* midieron hasta 1cm. de altura. Se reconocen por sus rieles radiales hechos con el sifon inhalante en búsqueda de material de aspiración (tabla II Apéndice 1 Foto 3) produciendo estructuras que se distinguen más fácilmente en la superficie que dentro del sedimento (fig. 6). Esta especie es un gran bioturbador y su tipo de alimentación es de depósito, siendo muy selectivo en el tamaño de sedimento; pues no acostumbra absorber dos veces el mismo sedimento y tiene buen cuidado de no absorber los pellets fecales (Morris, 1980). *Tagelus*

sp. cuyas características superficiales parecen ser doubles madrigueras por estar separadas de 4 a 6cm entre los sifones. Internamente produce un tubo vertical con forma de Y (fotos 4 y 5). La profundidad usual es de 10cm (tabla III).

Otro importante bioturbador y que abunda en toda la marisma media y baja es el thallianassido *Upogebia puggettensis* (fig. 4, fotos 6 y 7) que también produce dos entradas por madriguera permanente y abunda en sentido horizontal. Cava galerías para dar vuelta en U o de retorno y la forma primordial de sus estructuras endógenas es en U o Y.

En la marisma baja, en una epibiosis los organismos son en su mayoría productores de estructuras biogénicas poco preservables ni son grandes removedores de sedimento, pero dejan abundantes trazas superficiales. Estas especies, como *Polinices lewii*, son muy abundantes. Al reproducirse forma anillos con mucosa y arena. Entre las muchas especies de poliquetos excavadores destacaron *Chaetopterux variopedatus* y *Urechis caupo*, porque se reconocie-

ron fácilmente las características exogénicas de sus estructuras y por abundancia (fig 5 y tabla IV).

B. BIOFACIES HORIZONTALES. Se observaron en el E.P.B. variaciones laterales que nos permiten definir cuatro zonas (fig. 2), caracterizadas por asociaciones de organismos y diferentes grados de bioturbación (tabla V).

DISCUSIONES

Debido a que las variaciones de infauna como las sedimentológicas son graduales en ambos sentidos, vertical y horizontalmente. Las discusiones se hacen por separado y posteriormente se relacionan para facilitar la discusión.

Características del sedimento en las planicies y su relación con las trazas.

Existen varias tendencias en la distribución del tamaño de grano del sedimento dentro de la laguna costera Estero de Punta Banda (E.P.B.). La planicie de inundación tiene sedimentos que van desde arena hasta limo-arcilloso. La Marisma de Planicie está compuesta en su totalidad de limo-arcilloso y limo-arenoso que presenta una pobre clasificación. El contenido de materia orgánica para esta zona es muy alto, así como el contenido de sales (Ames, 1985). En esta zona los sedimentos están dominados por las variaciones de marea que asociados con los pastos marinos

permiten la depositación del material fino. Los aumentos de concentración de sales son debidos a las bajas profundidades y alta evaporación. (Camacho,1986).

Otro patrón observable es la disminución en el tamaño de grano de la marisma alta en dirección a los canales. En las altas elevaciones están presentes estructuras sedimentarias físicas durante las mareas bajas, principalmente ondulitas formados por la acción del viento y el oleaje. También huellas de arrastre y marcas que producen las algas y objetos flotantes.

Las planicies están formadas por el flujo y reflujo de las corrientes de marea que producen sets de ondulitas con diferencia angular. Ondulitas muy pequeños que produce el viento se observan en la superficie de los ondulitas mayores formados por la corriente de marea. Especialmente cerca de la boca de la laguna. Las pequeñas ondulitas muestran la tendencia noroeste de los vientos predominantes mientras los ondulitas grandes reflejan la tendencia de las planicies y la dirección del declive donde fueron formados. Siempre en ausencia de pastos y algas. Aunque estas

estructuras primarias no son frecuentemente observables debido a la intensa bioturbación de la infauna excavadora que destruye la capa de sedimento en cortos lapsos de tiempo y afecta la compactación, reblandando el sedimento, Ronan et al. (1978).

La distribución del grano en la planicie de inundación es importante para el establecimiento de biocenosis por los siguientes factores: tamaño y dureza del grano, nivel de energía predominante, espacios intersticiales y contenido de materia orgánica.

En un sustrato móvil, susceptible a trasladarse por la acción de las aguas, se encuentran de preferencia organismos sésiles u organismos excavadores. Los intersticios y poros que hay entre las partículas (fábrica) son importantes para la oxigenación. El tamaño de las partículas facilita el trabajo de los excavadores y determina el grado de dificultad de los ingestores de partículas (Introducción a la Ecología de Bentos) como es el caso de *Uca*, *Callianassa* y *Macoma* entre otras. Las arenas lodosas en la entrada de la laguna (zona D) con variaciones laterales a arenas finas y hasta limos y arcillas son el hábitat preferido por *Callianassa* y *Upogebia* (fig. 3)

TABLA V
BIOFACIES HORIZONTALES, TIPO DE BIOTURBACION Y ORGANISMOS BIOTURBADORES

	ZONA	MARISMA	CARACTERISTICAS DE LA MARISMA	ESTRUCTURAS BIOGENICAS CARACTERISTICAS Y TIPO DE BIOTURBACION		ORGANISMO BENTONICO BIOTURBADOR	NOMBRE DEL LECHO
BIOFACIES HORIZONTALES	A	ALTA	ARENA. MUY POCO EXTENSA.	Endógenas, en forma de "J" y "U". Domichnia.		<i>Hemigrapsus oregonensis</i> y <i>Pachygrapsus crassipes</i>	CERITHIDEA
		MEDIA	Arena-limosa a limo-arcilloso. Muy extensa.	Exógenas Endógenas	Pisichnia Cubichnia	<i>Cerithidea</i> sp. <i>Macoma</i> sp. <i>Tagelus</i> sp.	
		BAJA	Limo-arcilloso de baja compactación. Muy extensa.	Endógenas	Fedichnia Cubichnia	<i>Anélidos</i> <i>Macoma</i> <i>Tagelus</i>	
	B	ALTA	Arena a arena-limosa. Poco extensa. Abundante flora.	Acumulación de pellets. Endógenas. Madrigueras discretas y tubos en forma de "J" y "U". Cubichnia.		<i>Pachygrapsus</i> sp. <i>Uca crenulata</i>	Macoma y Tagelus
		MEDIA	Limo-arenoso a limo-arcilloso. Extensa.	Endógenas. Ramificadas irregulares en forma de "Y". Cubichnia. Lechos aglutinados indistintos y varios grados de bioturbación		<i>Macoma</i> sp. y <i>Tagelus</i> .	
		BAJA	Limo arcilloso. Extensa. Con pastos marinos.	Exógenas. Pisichnia, Cubichnia y Repichnia. Lechos aglutinados indistintos con varios grados de bioturbación.		<i>Polinices lawlii</i> , <i>Navanax</i> sp., <i>Bulla</i> sp., <i>Haminoea</i> sp. y <i>Anélidos</i> poliquetos.	
	C	ALTA	Arenas con costra de ssl. Muy extensa. Abundante flora.	Endógenas. Acumulación de pellets. Madrigueras discretas y lechos gradacionales biogénicos. Domichnia.		<i>Uca crenulata</i> .	Uca crenulata.
		MEDIA	Arenas-limosas a limos. Muy extensa. Con canales secundarios.			<i>Uca crenulata</i> . <i>Hemigrapsus oregonensis</i> .	
		BAJA	Limo a limo-arcilloso.	Igual a la Zona B.		Igual a la Zona B.	
	D	ALTA	Arenas. Extensa. Escasa vegetación en parchos.	Endógenas. Lechos aglutinados distintivos. Lechos gradacionales biogénicos. Pisichnia. Irregulares con forma de cuerno de venado.		<i>Callinassa californiensis</i> . <i>Orchetoides californica</i> .	Thalassí-nidos.
		MEDIA	Arenas a arenas-limosas.	Madrigueras discretas y tubos en formas de "U" y de "Y".		<i>Callinassa</i> sp. <i>Upogebia puggettensis</i> .	
		BAJA	Bancos arenosos				

En el E.P.B. se observa que en la zona D (fig 3) la intensidad de bioturbación en un ambiente marino o costero puede ser función de: la densidad de población de animales y plantas, las tasas de depositación y por una combinación de ambas corroborando lo que dijo Frey,(1975).

Las mareas actúan sobre la zonación de organismos y su movimiento, es por esto que se dividieron los transectos de acuerdo a la zona de marea en E.P.B. y se observó que la gradación de organismos y bioturbación es notoria (tabla 2). Las mareas son usualmente el factor principal de condicionamiento de la disposición vertical de organismos de la zona entremareas, otros factores son las olas y las corrientes de marea, (Farmer et.al;1978), que en este caso no fueron observadas.

En la comunidad de la planicie de inundación del E.P.B. los organismos se pueden agrupar por sus variadas formas de alimenta-

ción y por su relación con el sustrato formando grupos afines.

Entre los organismos excavadores tenemos:

- a) sedimentívoros: fango o sieno extrayendo la microflora o microfauna y luego devuelven el sedimento, como *Callianassa*, *Uca*, *Macoma*, y poliquetos sedimentívoros
- b) suspensívoros: por corrientes a través del tubo como *Upogebia* y *Chaeotopterux*.
- c) de la película que cubre al sustrato rica en microorganismos y detrito como *Aplysia*, *Cerithidea*, *Bulla* y *Pachygrapsus*.
- d) depredadores, como *Navanax* y *Polinices lewii*.

La distribución de infauna y epifauna en la planicie de inundación del E.P.B.

La distribución de organismos bentónicos durante un periodo de finales de verano en la planicie de inundación en el E.P.B. presenta variaciones en dos sentidos.

Variación lateral o a lo largo de la planicie (fig. 3) debido a los siguientes factores: influencia de la entrada de aguas ricas en nutrientes, distribución de esta agua, aporte de aguas dulces por los ríos, y concentración de sales entre otros; y variación vertical debida a la marea (fig. 2). Existe un patrón de zonación de las especies de infauna respecto a la elevación sobre el nivel de bajamar media inferior (BMML) o zonación vertical para las especies bioturbadoras más importantes y abundantes ilustrado en la figura 3.

El máximo contenido de nutrientes en el agua intersticial se localiza en la capa superior del sedimento, entre los primeros 5 cm. y 15cm. (Camacho,1986), es por esto que se observa que la mayoría de sedimentívoros como *Callianassa* y *Uca* sean activos excavadores presentes en el E.P.B. El hecho que el tiempo de exposición de las planicies superiores sea mayor durante el ciclo de mareas es otra razón para el hábito de excavación más profunda para evitar la desecación y la predación por aves. Los excavadores en el E.P.B. pueden producir efectos diferentes sobre las propieda-

des del sedimento. Para esto se utiliza la tabla I sobre el comportamiento de los organismos bioturbadores y su relación con el sustrato relacionandolo de esta manera con la tendencias del sedimento al ser altamente re TRABAJADO. Por esto es que la bioturbación es mayor que las tazas de depositación o que los agentes físicos que puedan generar estructuras sedimentarias como ondulitas, como son el oleaje y las corrientes durante el período de muestreo. La estructuras sedimentarias primarias que son producidas especialmente en la zona influenciada por la boca de la laguna, difícilmente podrán ser preservadas por la influencia del flujo y reflujo de la marea.

Los sedimentívoros en el E.P.B. son los organismos que más abundan en la marisma media y alta y por lo tanto los sedimentos de esta zonas son los más bioturbados. Así también los suspensívoros excavan más profundamente que los sedimentívoros en ambas zonas intermareales, la media y la baja. Esto sugiere que los suspensívoros encuentran una mejor protección en los sedimentos para sus organismos que son en general más blandos que los

depositívoros. Por ejemplo *Upogebia puggettensis* no puede sostenerse fuera de las paredes de sus madriguera.

La menor movilidad de los suspensívoros les impide desplazarse para esquivar las perturbaciones ambientales, además de que tienden a ser de mayor tamaño. Por lo que el hábito de excavar más profundo provee una amortiguación y protección a variaciones que puedan afectar la interfase sedimento-agua.

Variación horizontal de biofacies de acuerdo al grado y tipo de bioturbación.

La presencia de organismos bioturbadores característicos para diferentes zonas en el E.P.B. nos manifiesta cuatro zonas ilustradas en la figura 3 y tabla V denominadas para mayor conveniencia práctica y que son:

A) Lecho de Cerithidea (fig 3 Apéndice 1, foto 8). En la parte más alta de la marisma, con sedimentos arenosos, encontramos la presencia de *Hemigrapsus oregonensis* al sur y *Pachigrapsus*

crassipes más al norte, debajo de llantas y rocas (abundan más las llantas arrojadas por el hombre como trampas), es una especie muy adaptada a la vida terrestre. Esta zona, que es influenciada por el aporte de aguas dulces está caracterizada por las grandes agregaciones de *Cerithidea californica*, produciendo estructuras del tipo exógenas en una epibiosis. Su actividad etológica principal es la de pastoreo dejando en el sedimento rastros superficiales en forma de surcos acanalados en espiral (Pasichnia) tabla I y III, fotografía 8. *Cerithidea* se extiende por toda la marisma, pero abunda en la marisma media con sedimentos limo-arcillosos poco compactados. *Tagelus* y *Macoma* aparecen en la marisma media y su abundancia aumenta hacia los niveles más bajos de la marisma.

B) Lecho de *Macoma* y *Tagelus* (fig. 3). La marisma alta en esta zona se encuentra habitada en la parte sur por *Pachygrapsus crassipes* y hacia el norte por *Uca crenulata*. El tipo de sustrato va de arenas a arenas-limosas muy poblado por halófitas marinas. El tipo de estructura biogénica es de tubos discretos, no ramificados de excavaciones profundas en forma de "J" y de "U". La marisma

media que tiene un gran canal secundario, y presenta sedimentos limo-arenosos a limo-arcillosos, está poblada por *Tagelus* y *Macoma* distribuídos heterogénicamente en forma de parches y a veces intercalados simpátricamente. *Macoma* está más ampliamente distribuído en la sección norte de esta zona produciendo estructuras biogénicas ramificadas irregulares en forma de "Y", su máxima profundidad de excavación es de 30 cm. a mayores elevaciones de la marisma y de 10 cm. a menores elevaciones más cerca de los canales. *Tagelus* al sur que produce tubos verticales en forma de "Y", excava hasta 50 cm en la parte superior y promedio de 10 cm. en la cercanía de los canales (tabla III).

La marisma baja, que se extiende hasta el canal principal, está poblada por gusanos anélidos como *Pectinaria californiensis*, *Urechis caupo* y *Chaetopterux variopedatus* principalmente. Encontramos aquí a *Polinices lewii* que deja rastros del tipo Pasichnia con un patrón definido en zig-zag cuando busca su alimento, de tipo Cubichnia mientras realiza la digestión y de tipo Repichnia y en línea recta después de digerir, pero antes de volver

a pastorear una nueva presa para alimentarse. Por su tipo de alimentación es depredador, y su alimento preferido son las almejas *Macoma* confirmando lo dicho por Rickets (1980). En la zona del canal y justo por debajo de la superficie del agua, *Bulla gouldiana* y *Haminoea vesicula* se alimentan de la película de microorganismos en la superficie del sedimento, presentandose en densas agregaciones, principalmente *Bulla* dejando rastros superficiales tipo exogénico Pasichnia sin patrón definido. *Navanax inermis* predador de *Bulla* deja también huellas de tipo Pasichnia al perseguir su presa y de tipo Cubichnia al reposar durante la digestión (Barnes, 1977).

C) Lecho de Uca (fig 3). La marisma alta, caracterizada por sedimentos arenosos con costra de sal y muy poblado de halófitas marinas que disminuyen en abundancia en dirección al canal. Se observó que los pastos marinos empiezan a aparecer y a abundar cada vez más en dirección al canal principal. En esta zona, se observó la presencia escasa de *Ucas*. El sedimento gradualmente fue disminuyendo el tamaño de grano hasta arenas-limosas y limos-arcillosos en la marisma media. Así también, gradualmente la

abundancia de *Uca crenulata* fue aumentando manifestándose en el sedimento altos grados de bioturbación. Las estructuras biogénicas, endogénicas discretas, con forma de "J" y una profundidad de excavación promedio de 10 a 15 cm. a menores elevaciones de la marisma media y hasta de 30 a 35 cm. en la parte superior de la marisma. Se observó la presencia de pequeños moluscos como *Olivella* también presente en la pradera de *Zostera* dejando estructuras exogénicas como ligeros rastros superficiales por pastoreo (Pasichnia). En esta zona C también se encuentra un importante canal secundario en donde se observó a *Hemigrapsus oregonensis* abundar en los alrededores de este canal, produciendo bioestructuras endógenas con dos aperturas por madriguera de 1.5 a 5 cm. de diámetro. La presencia de pastos es en toda la marisma media.

D) Lecho de Thallasnídos (fig. 3). Esta zona está influenciada por la boca de la laguna con la entrada del agua de la Bahía de Todos Santos y por las dunas, con el transporte eólico de arenas. Es una zona de alta energía manifestándose en el tipo de sedimento

arenoso a arenas-limosas y con la presencia de estructuras sedimentarias de origen físico durante las bajamares. La presencia de los crustáceos thalassinidos en abundancia se refleja en los altos grados de bioturbación dentro de las marismas alta media y baja para esta zona.

Morfología de las estructuras biogenicas sedimentarias y su relación con el comportamiento etológico de los principales organismos que las producen.

Los camarones thalassinidos están ampliamente distribuidos en el ambiente lagunar del E.P.B. donde son activos excavadores. Las variadas formas de sus madrigueras o excavaciones tienen principalmente dos diferencias morfológicas relacionadas a su comportamiento etológico. *Upogebia puggettensis* es básicamente suspensívoro, excava túneles en forma de "U" y de "Y" y prefiere sedimentos de grano más fino, limo-arenoso a limo-arcilloso (fig. 4). Es menos activo excavador que *Callinassa californiensis* que

prefiere arenas limpias a arenas-limosas y excava profundos trabajos de redes en ambas componentes, vertical y horizontal con expansiones o cámaras siempre cerca de las bifurcaciones que sirven como áreas de retorno para el comportamiento homostrófico (fig 4).

Callianassa prefiere sustratos de arena lodosa y es preferentemente depositívoro ocurriendo en mayores densidades cerca de la entrada de la laguna. Define claramente sus zona de actividad pues la áreas superficiales del sedimento están cubiertas por montículos y cráteres y por aperturas de excavación. La proyección hacia el interior del sedimento de las excavaciones de *C. californiensis* nos sugiere una morfología como de cuerno de venado con cámaras horizontales que va formando al ir buscando su alimento. Así también, las excavaciones de *C californiensis* son menos permanentes que aquellas de *Upogebia puggettensis* observable al ser excavadas porque la presencia de gobys y *Betaus ensenadensis* que son fieles comensales de ambas especies de talliassinidos sugiere

que las galerías son ocupadas por estos y también porque se colapsan las galerías abandonadas.

La profundidad máxima de excavación es muy difícil de sugerir con el método utilizado en este trabajo, pues al llegar al nivel del agua las observaciones no pueden ser realizadas con pala ya que se inunda con aguas turbias y en este nivel es donde casi siempre aparece el organismo bioturbador en actividad. Al continuar excavando, se pueden colectar los gobys, especialmente *Clevelandia ios*, comensales que nos permiten inferir que la profundidad de la madriguera puede extenderse hasta los 60 cm. en marea baja en el E.P.B. Esto se comprueba si continúa uno excavando a mano.

Moluscos bivalvos

Macoma nasuta es abundante en los niveles marismales medio y bajo, pero su abundancia varía en sentido vertical respecto a la elevación. Se encuentra en profundidades de 10 a 15cm. por

debajo de la interfase sedimento-agua. Su posición usual es horizontal decansando sobre la valva izquierda, poco ladeada y proyectando los sifones a la interface sedimento-agua. (fig 6) Los sifones son flexibles y pueden extenderse por varias veces el largo de su concha como se observó en el E.P.B..

Las estructuras superficiales se reconocen facilmente por ser montículos de sedimento y pellets fecales de hasta 1cm. a 2cm. de altura. Estos montículos se caracterizan por tener rieles con forma de estrella alrededor del agujero del sifón inhalante con una apertura de madriguera de 5mm aproximadamente de diámetro. Los rieles contienen material con mayor tamaño de grano que no es absorbido por el sifón inhalante de *Macoma*. La función de la estructura sedimentaria interna es de habitación. (Domicnia) (tabla III)

CONCLUSIONES

Las estructuras biogénicas modernas presentes en el E.P.B. son producidas principalmente por *Callianassa californiensis*, *Uca crenulata*, *Upogebia puggetensis*, *Macoma sp.*, *Tagelus sp.* y por anélidos poliquetos. De acuerdo con las variaciones físicas, químicas, biológicas y geológicas fue posible observar que existen biofacies en dos direcciones.

a) Biofacie vertical, dominada por la influencia del flujo y reflujo de mareas, y

b) Biofacie horizontal, dominada por la distribución de la energía y los sedimentos.

En la biofacie vertical se observaron tres zonas:

i) Marisma alta, dominada por *Callianassa sp.*, *Pachygrapsus sp.*, y *Uca crenulata*, produciendo bioestructuras endógenas y tipo de alimentación de sedimentívoros.

ii) Marisma media, dominada por los moluscos *Macoma sp.* y *Tagelus sp.* y por el crustáceo thalassínido *Upogebia pugettensis* que son básicamente suspensívoros produciendo estructuras

endógenas y alterando significativamente el sedimento, y *Cerithidea* *sp.* produciendo estructuras exógenas.

iii) Marisma baja, dominada por *Bulla gouldiana*, *Navanax* *sp.* y gusanos poliquetos.

En la biofacie horizontal se reconocieron cuatro zonas que están caracterizadas por la presencia de organismos bioturbadores más abundantes:

- A) Lecho de *Cerithidea*.
- B) Lecho de *Macoma* y *Tagelus*.
- C) Lecho de *Uca*.
- D) Lecho de Thalliassinidos.

La forma en que los diferentes organismos bioturbadores afectan el sedimento produce una penetración de agua rica en oxígeno, la penetración de agua en el sedimento hace que se reduzca la compactación y la alteración de la distribución en el tamaño de grano.

La forma en el sedimento afecta la distribución de organismos en el E.P.B. se observó que en los sedimentos de grano fino ocurre

un mayor contenido de materia orgánica (nutrientes) lo que permite que sea usado por algunas especies, otras combinan el tipo de alimentación de suspensión y depósito.

Se reconocen seis tipos de estructuras biogénicas en el E.P.B.:

1. Madrigueras discretas y tubos.
2. Laminaciones disturbadas.
3. Lechos alutinados distintivos e indistintos.
4. Acumulación de pelets fecales.
5. Lechos gradacionales biogénicos.
6. Varios grados de turbación.

RECOMENDACIONES

Debido a que la laguna costera E.P.B., B.C. es un área protegida que sirve la reproducción y desarrollo de estadíos juveniles de muchas especies de nado libre y es una zona de reproducción y desarrollo de aves migratorias y ya que en sus planicies de inundación ocurre un enriquecimiento de nutrientes que luego pasan al agua de la laguna y más tarde a las aguas de la Bahía de Todos Santos; es considerada desde el punto de vista ecológico una área de relevante importancia.

Por lo antedicho sugiero:

- a) Que se establezca de acuerdo a las leyes en vigor, como una área de Reserva Ecológica o Parque Nacional, y
- b) Que mientras esto no suceda, se le trate como tal.

REFERENCIAS

- AMES SIGALA, Luis F. (1985). Distribución de los Ambientes Sedimentarios en el Estero de Punta Banda., Baja California, México. Tesis de Licenciatura. F.C.M., Ensenada B.C.
- BARNES ROBERT,D. (1977). Zoología de Invertebrados. Editorial Interamericana, 3a Edición. México: 226-385
- BIRDELL, R.T. (1976). Physical and Biogenic Sedimentary Structures of a Recente Coastal Lagoon. Dissertation. U.C.I., California, U.S.A.
- CASTRO, Pedro G. (1988). Caracterización Textural de los Sedimentos en una Sección de Playa en la Barra del Estero de Punta Banda, B.C., México. Tesis de titulación. F.C.M. Ensenada B.C.
- CAMACHO IBAR,Victor.-(1987). Dinámica de Nutrientes de las Aguas Intersticiales de Sedimentos Lodosos con Halófitas en una Laguna Costera. Tesis de maestría; CICESE.
- CONTRERAS CASTELLANOS, David.-(1986). Distribución de los Valores de EH y PH en los Sedimentos de la Planicie de Inun-

dación de la Laguna Costera Estero de Punta Banda, B.C., México. Tesis de Licenciatura. F.C.M., no publicada.

CRUZ, B. F. (1985). Origen de la Laguna Costera Estero de Punta Banda, B.C., Tesis de Licenciatura, F.C.M., Ensenada, México.

DELTA, Gustavo (1982). Estudio sobre Superposición de Nicho y su Relación con el Sedimento y Espectro del Tamaño Consumido en tres Especies de Callinánidos (Crustácea: Decápoda: Thalassinidea). F.C.M., Ensenada, B.C.

FARMER-RODAN-MILLER (1986). Modern and Ancient Biogenic Structures Bodega Bay, California and Vicinity. U.C.D., California, U.S.A.

FREY, Robert W. (1975). The Study of Trace Fossils; Springer Verlag, New York-Heidelberg-Berlin. 562.

GUARDADO, F.R. (1986). Distribución de Carbonatos Totales presentes en los Sedimentos de la Laguna Costera Estero de Punta Banda, B.C., México. Tesis de Licenciatura; F.C.M.; Ensenada, B.C.

INTRODUCCION A LA ECOLOGIA DEL BENTOS MARINO (1976).

Serie Biología. Monografía # 9. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

MILLAN, E. (1978). Variaciones Temporales y Espaciales de Fitoplancton y su Productividad Orgánica en una laguna costera. F.C.M., Ensenada.

MORRIS-ABBOT-HADERLIE (1980). Intertidal Invertebrates of California. Stanford, California, U.S.A.

O'BRIEN-ZEEVAERT, M.P.L. (1968). Design of a Small Tidal Inlet. Proceedings of the Eleventh Conference on Coastal Engineering, London, England.

PEREZ-ACEVES-ALMARAZ y otros (1978). Informe Bionómico Preliminar sobre el E.P.B., F.C.M.

PRITCHARD, W.D. (1979). Hidrografía Física del Estero de Punta Banda. Ciencias Marinas vol.5 (2): 1-23.

RICKETTS, E., CALVIN, J. (1968). Between Pacific Tides. Stanford, California, U.S.A.

- RHOADS, D.C. (1974). Organism-Sediment Relations on the Muddy Sea Floor. :Oceanograph. Marine Biology Am. Rev. Col. 12; 263-300.
- RIOS,R. (1982). Aportación al Conocimiento de Macroinvertebrados Bentónicos del Estero de Punta Banda. F.C.M., Ensenada B.C.
- SANCHEZ, H.J.L. (1978). Distribución Superficial de Micronutrientes en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de Licenciatura, F.C.M. Ensenada,B.C.
- WALTON,W.R. (1955). Ecology of Living Benthic Foraminifera, Todos Santos Bay, B.C., Scripps Institution of Oceanography: 814.

APENDICE I

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- | | | | |
|------|---|---|--|
| FOTO | # | 1 | VISTA SUPERFICIAL DE MADRIGUERA DE <u>Uca</u> <u>granulata</u> Y PELLETS. |
| FOTO | # | 2 | VISTA SUPERFICIAL DE MADRIGUERAS DE <u>Hemigrapsus</u> <u>oregonensis</u> Y <u>Pachigrapsus</u> <u>crassipes</u> . |
| FOTO | # | 3 | PROYECCION SUPERFICIAL DE MADRIGUERA DE <u>Macoma</u> sp. |
| FOTO | # | 4 | <u>Tagelus</u> sp. ESCAVANDO. |
| FOTO | # | 5 | CORTE TRANSVERSAL DE MADRIGUERA DE <u>Tagelus</u> sp. CON ORGANISMO ACTIVO. |
| FOTO | # | 6 | MONTICULO DE MADRIGUERA DE <u>Upogebia</u> <u>pugetensis</u> CON TAPA DE LIMOS. |
| FOTO | # | 7 | MONTICULO DE MADRIGUERA DE <u>U.</u> <u>pugetensis</u> MOSTRANDO LA APERTURA DEL TUBO. |
| FOTO | # | 8 | LECHO DE CERITHIDEA, ZONA A. |

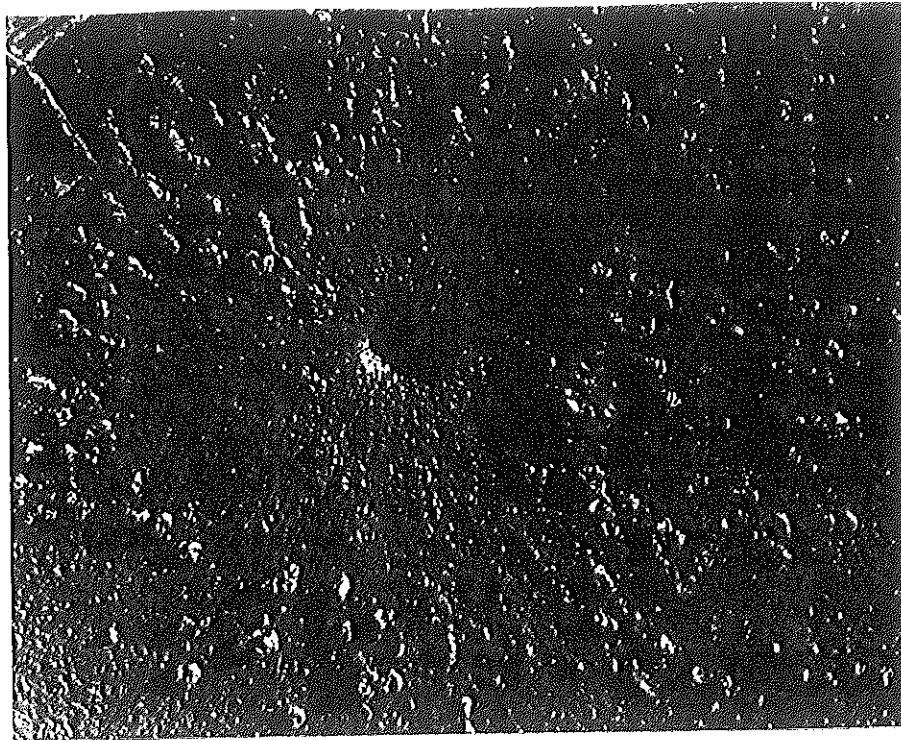


FOTO # 1 VISTA SUPERFICIAL DE MADRIGUERA DE Uca crenulata Y PELLETS.



FOTO # 2 VISTA SUPERFICIAL DE MADRIGUERAS DE Hemigrapsus oregonensis Y Pachigrapsus crassipes.

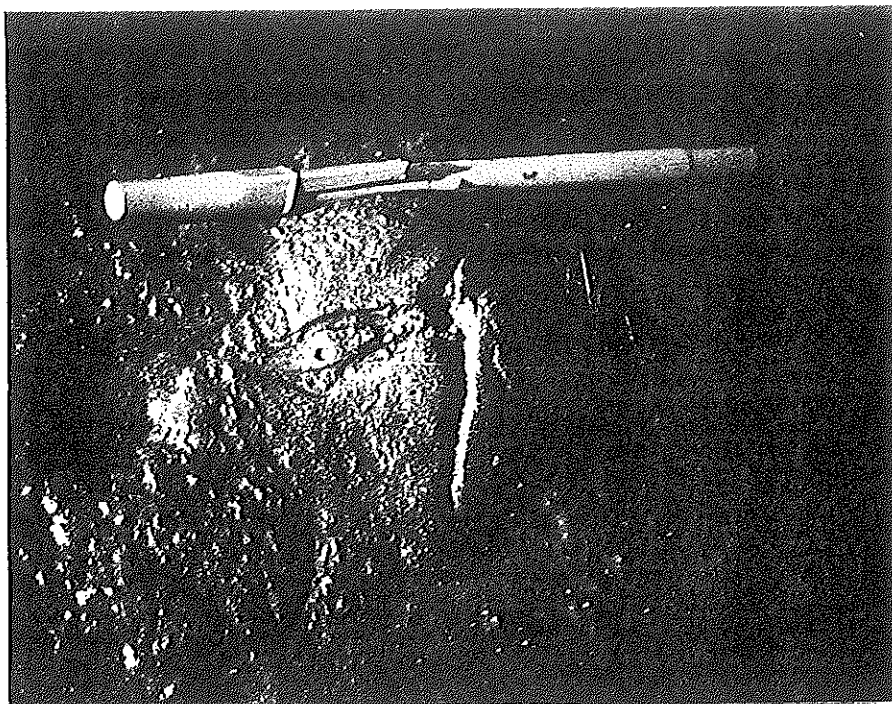


FOTO # 3 PROYECCIÓN SUPERFICIAL DE MADRIGUERA DE Macoma sp.

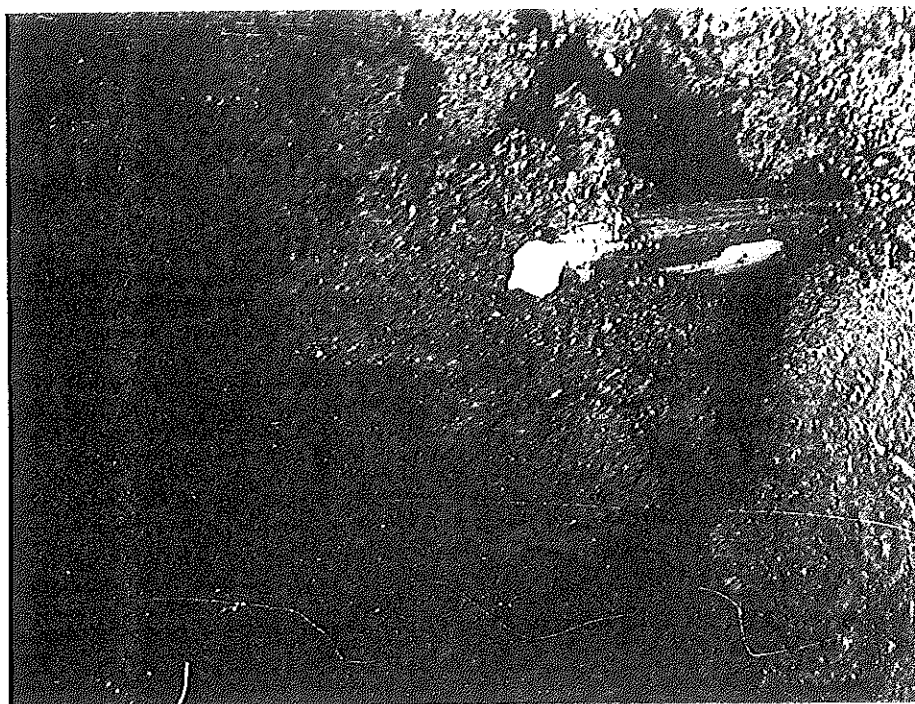


FOTO # 4 Tagelus sp. ESCAVANDO.

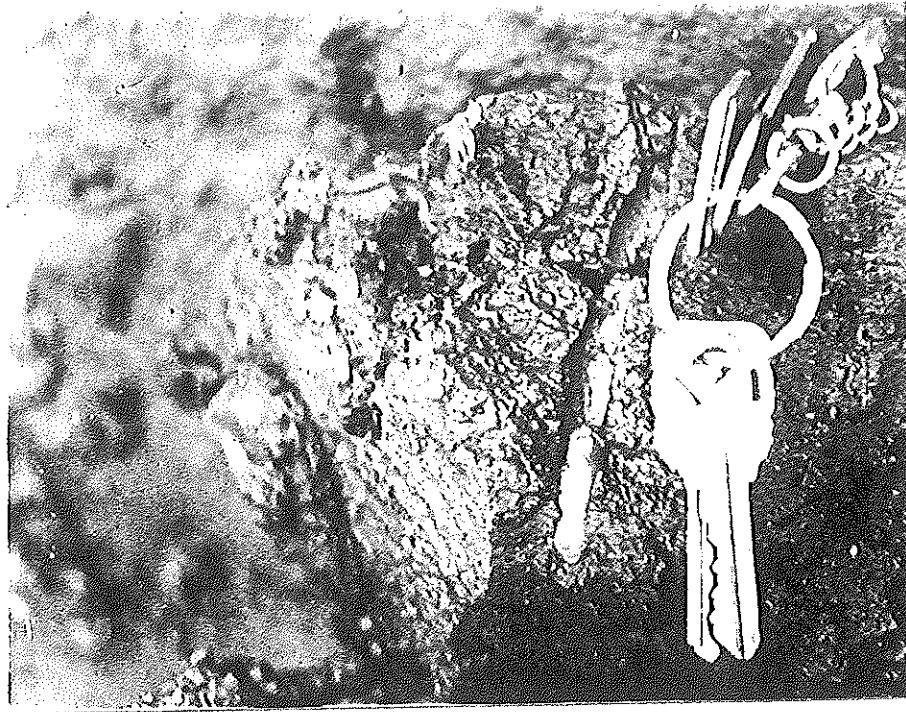


FOTO # 5 CORTE TRANSVERSAL DE MADRIGUERA DE Tagelus sp. CON ORGANISMO ACTIVO.

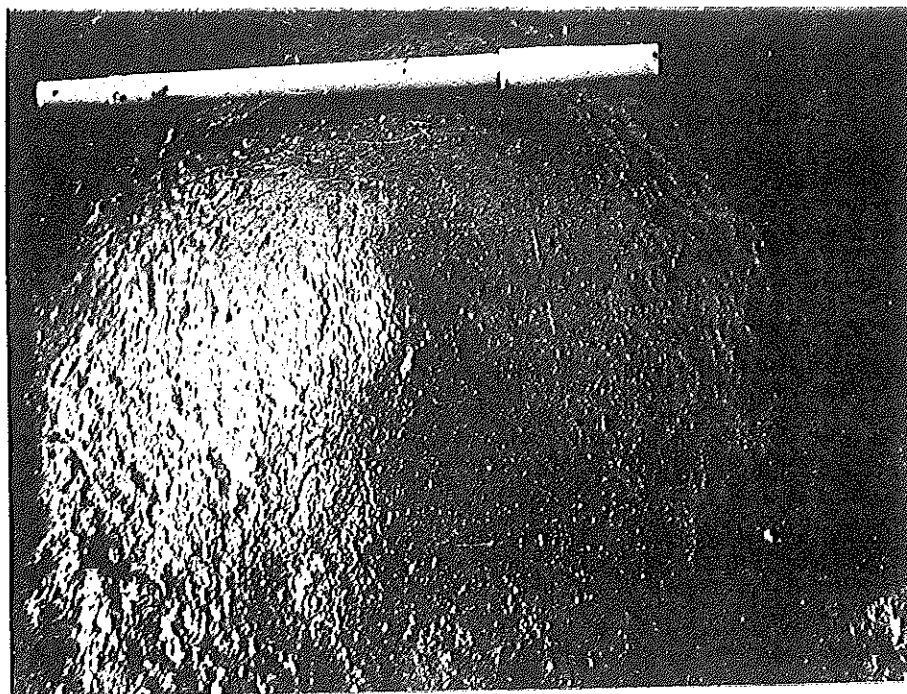


FOTO # 6 MONTICULO DE MADRIGUERA DE Upogebia pugetensis CON TAPA DE LIMOS.

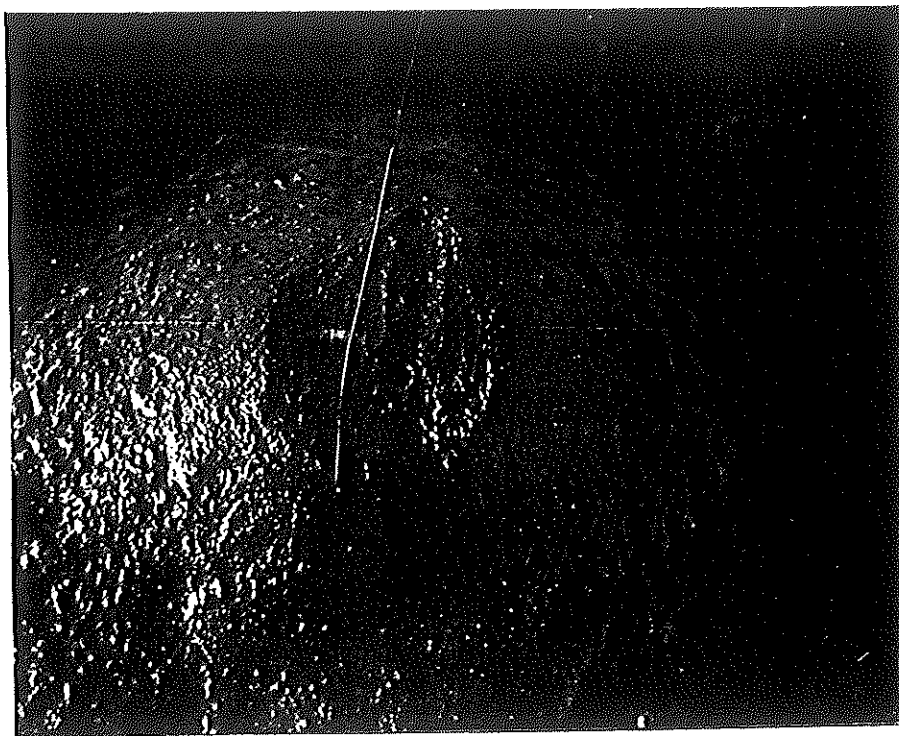


FOTO # 7 MONTICULO DE MADRIGUERA DE U. pugetensis MOSTRANDO LA APERTURA DEL TUBO.



FOTO # 8 LECHO DE CERITHIDEA, ZONA A.