

## ESTUDIOS DE DISTRIBUCION VERTICAL DE LA BIOTA COSTERA EN EL SENO DE RELONCAVI - CHILE.

Krisler Alveal (\*)

Héctor Romo (\*)

### ABSTRACT

Taxonomic and ecological studies on the flora and fauna of the North and West coast of Seno de Reloncavi (41° 30' S; 73° W) Chile, during May, 1971 have been carried out.

The results show the occurrence of four patterns of zonation on the basis of:

- biotic and abiotic characteristics of the zones
- occurrence of linking fringes between two adjacent zones
- occurrence of bare band or transitional fringe between terrestrial and marine populations and
- instability of some ecological zones

Skin diving and dredging revealed a small number of species at submerged levels. The type of substrata and tidal currents (i. e., different salinity indices) could be adverse factors for a more diversified marine flora and fauna in this habitat.

Some algological associations, types of zonation patterns and abiotic characteristics have been compared with previous work carried out in the region of Valparaíso (32° 57' S; 71° 33' W).

---

(\*) Departamento de Biología Marina y Oceanografía, Universidad de Concepción.



## RESUMEN

En Mayo de 1971 se realizaron estudios taxonómicos y ecológicos de la flora y fauna de la costa norte y oeste del Seno de Reloncaví, Chile (41° 30' S; 73° O).

Los resultados mostraron la existencia de cuatro patrones de zonación caracterizados en base a:

- características bióticas y abióticas de las zonas.
- existencia de franjas de enlace entre dos zonas adyacentes.
- existencia de banda vacante o franja de transición entre poblaciones marinas y terrestres.
- inestabilidad de algunas zonas ecológicas.

Mediante buceo y dragado se determinó la existencia de bajo número de especies en niveles sumergidos. El tipo de sustrato y corrientes de marea, así como diferentes valores de salinidad podrían ser factores adversos para la existencia de una fauna y flora más diversificada en este hábitat.

En base de asociaciones algales, tipo de Patrones de Zonación y características abióticas, se compara esta área con el área de Valparaíso previamente estudiada.

## INTRODUCCION

Los estudios de las algas marinas chilenas tuvieron, naturalmente, en sus comienzos, un enfoque sistemático y el resultado de ello son numerosas publicaciones realizadas preferentemente por algólogos extranjeros. En el aspecto ecológico, casi nada se sabe sobre procesos de reproducción en el medio natural, competencia por espacio, procesos de repoblación, crecimiento, variaciones estacionales y efectos de predación por organismos de la fauna local.

En el aspecto distribucional, Skottsberg (1941) estudia las comunidades algológicas de regiones antárticas y subantárticas, Guiler (1959 a,b) realiza estudios zonacionales en la costa Norte y Centro de Chile y Etcheverry (1960) efectúa un reconocimiento de la flora sumergida del Archipiélago de Juan Fernández.

Más recientemente Alvarez (1964) y Alveal (1970, 1971). Alveal, Romo, Valenzuela (1973) han logrado conclusiones sobre la composición faunística y florística y distribución vertical en algunas áreas del litoral Central y Sur de Chile.

En el presente trabajo se dan resultados de estudios zonacionales efectuados en el área continental del Seno de Reloncaví y cuyos objetivos fundamentales fueron lograr un conocimiento cualitativo de la flora marina costera, e influencia de algunos factores abióticos en su distribución vertical.



## METODOLOGIA DE TRABAJO

En cada localidad estudiada se efectuó un transecto perpendicular a la costa, desde los niveles de vegetación terrestre hasta el nivel de marea más bajo del día. En algunos casos el transecto se extendió hasta 8 m de profundidad utilizando escafandra autónoma y rastreo desde embarcaciones.

Cada transecto se estudió en el momento de la vaciante del día, la altura de marea en ese momento se calculó mediante las Tablas de Mareas de la Armada de Chile y desde ese punto de referencia y utilizando nivel de agua, se estableció las alturas de los sectores con respecto al nivel cero de marea.

En cada sector estudiado se anotó el grado de presencia que tenían las diferentes especies, colectando muestras de cada una de ellas con el fin de confirmar su posición sistemática en el laboratorio.

Para indicar el grado de presencia de las especies se utilizó la siguiente escala:

Especies dominantes	Cubren más del 50% de la superficie disponible
Especies abundantes	Cubren entre 10 y 50% de la superficie.
Especies presentes	Cubren menos del 10% de la superficie.

Para determinar el ángulo de inclinación de la playa se utilizó la fórmula  $\text{seno } \alpha = \frac{b}{c}$  donde b es la diferencia de altura entre baja y pleamar del día y c es la longitud del transecto estudiado entre estas dos amplitudes de marea.

El porcentaje de exposición al aire de los diferentes niveles de la playa y por consiguiente el que tenían las poblaciones allí presentes, se estableció multiplicando por 100 el número de horas que dichos niveles permanecieron emergidos y dividiendo el resultado por el total de horas diarias que dura el ciclo de mareas.

La curva de emersión ajustada a la distribución vertical de las poblaciones se calculó variando la amplitud de la marea y estabilizando el valor de la emersión (Alvarez 1964).

En los estudios de distribución vertical se utilizó el esquema de zonación descrito por Alveal (1970).

## AREA INVESTIGADA

El área estudiada se encuentra en la ribera NO del Seno de Reloncaví entre Bahía Huelmo 41°40'S; 73°04'O y Punta Quillaipe (41°35'S; 72°45'O) (Fig. 1). En la región costera se observan playas de pendiente suave conformadas, principalmente, por arena y canto rodado; las bajas mareas dejan al descubierto extensiones de 200 a 300 m de playa. Esta se continúa hacia niveles altos con terrazas de 15 a 20 metros de altura excavadas en las morrenas (Brüggen, 1950) que corresponden a los cerros que se observan en el área;



bajo la línea de extrema bajamar de sicigia, las profundidades van decreciendo lentamente anotándose las mayores profundidades frente a la desembocadura del Estero de Reloncaví, lugar en que se señala hasta 500 m.

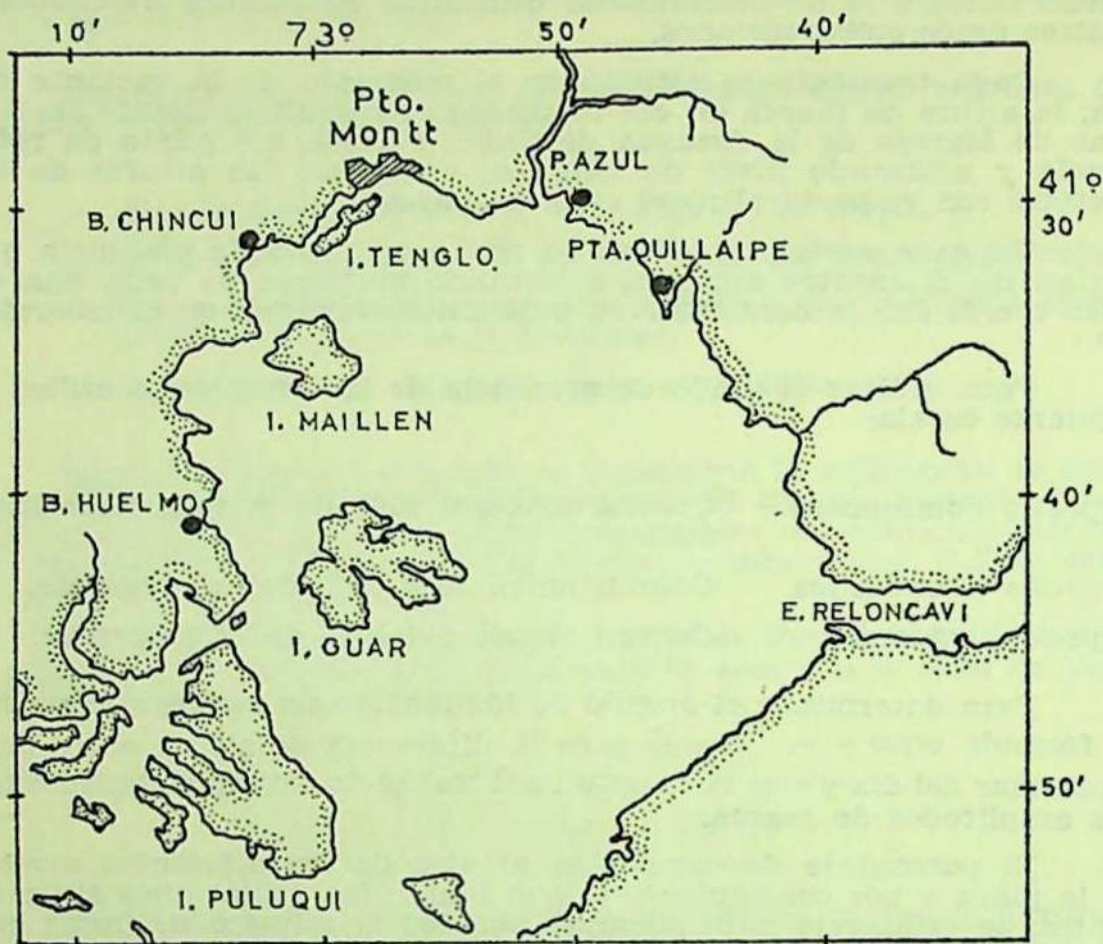


FIGURA N° 1  
Localidades estudiadas en el Seno de Reloncaví.

La amplia área del Seno de Reloncaví, según Brügger (1950) corresponde a una depresión del Valle Longitudinal, donde el mar penetró profundamente en las partes bajas de la Cordillera de la Costa. Al respecto, este autor considera a esta depresión, como excavada por un glaciar que descendió por el Valle del Estero de Reloncaví durante el último período glacial depositando las morrenas terminales que actualmente se observan en la región de Puerto Montt.

El principal aporte de agua dulce de origen fluvial lo constituye el río Petrohué, que evacúa las aguas del Lago Todos los Santos y desemboca al Este del Seno de Reloncaví por el estero del mismo nombre.

En la costa desembocan, además, numerosos riachuelos de menor caudal tales como el Lenca, Chauta, Chacaimó, Coihuín, Chincui, Ollero, Pilluco, Corhuo y Rulo; a esto hay que agregar el aporte de agua dulce por las precipitaciones que tienen un monto bastante considerable.



El Seno de Reloncaví presenta, según Brattstrom y Dahl (1951), un tipo de agua superficial de cuenca con bajas salinidades (22 y 25 ‰ y aún menores) a escasos metros de la superficie y una gran amplitud de temperatura (18,5°C en Enero hasta 9,5°C en Agosto) y un tipo de agua profunda de cuenca, el cual es más definido presentando una salinidad entre 31,5 ‰ y 31,8 ‰ y entre 10,5 y 11,0°C de temperatura.

El régimen mareal corresponde al tipo de marea mixta con una componente diurna y una semidiurna y con una duración de la llenante y vaciante de 6,21 horas en Puerto Montt.

El promedio de los niveles de marea para el año 1971, calculados de la Tabla de Marea de la Armada de Chile es el siguiente:

Extrema pleamar de sicigia EPS .....	7.35 m
Nivel medio de las pleamareas de sicigia NMPS .....	6.37 m
Nivel medio de las pleamareas de cuadratura NMPC .....	4.70 m
Nivel medio del mar NM .....	3.60 m
Nivel medio de las bajamareas de cuadratura NMBC .....	2.50 m
Nivel medio de las bajamareas de sicigia NMBS .....	0.75 m
Extrema bajamar de sicigia EBS .....	0.06 m

El clima de la región de Puerto Montt, corresponde a un tipo templado lluvioso de costa occidental con influencia mediterránea (Cfsb) (Fuenzalida, 1950), según clasificación de Koeppen. El monto anual de las precipitaciones es de 1.906 mm con un descenso en los meses de verano, en los meses de Enero y Febrero se anotaron 92,2 y 102,8 mm, respectivamente, en tanto que la carga de agua en los meses de Mayo y Junio fue de 230,7 mm y 239,4 mm, respectivamente.

La temperatura ambiente máxima se registra en los meses de Enero con 15,1 °C y la mínima en Julio con un promedio de 7,5 °C. Otros factores climáticos de la región, como las precipitaciones, influyen marcadamente en las condiciones hidrográficas. De la misma manera el aporte de agua dulce del sistema fluvial determina que aguas superficiales presenten salinidades bastante bajas afectando a las poblaciones costeras que, de esta manera, habitan ambientes muy distintos a los de la costa abierta al Océano Pacífico.

## ESTUDIOS ZONACIONALES

Los estudios de distribución vertical de las poblaciones costeras se efectuaron en las localidades de Huelmo, Chincui, Piedra Azul y Punta Quillalpe, ubicadas en el Seno de Reloncaví. (Fig. 1). Las grandes diferencias de mareas que se anotan en la región, permitieron la totalidad de las veces, observar una gran superficie del área intermareal, en algunas localidades se complementó estos estudios con observaciones mediante escafandra autónoma y rastreo en niveles constantemente sumergidos.



Las localidades estudiadas son las siguientes:

#### **Bahía Huelmo:**

La localidad de Huelmo está ubicada en el Seno de Reloncaví a los 41°40'S; 73°04'O, frente a Isla Guar y orientada hacia el Este. El área corresponde a un frente protegido del oleaje, teniendo la playa una inclinación aproximada de 4—5 grados. El sustrato en los niveles altos corresponde a un suelo verdadero, en niveles más bajos se presentan sustratos de bloques y guijarros de 100 mm, intercalándose zonas de arena, canto rodado y guijarros de 60 mm, en los niveles bajos de la playa. En los niveles sumergidos se observan guijarros de 100 mm.

#### **Bahía Chincul:**

La localidad de Chincul se encuentra ubicada en el Seno de Reloncaví a los 41°31'S; 73°01'O al NO de Isla Maillén. Las observaciones se efectuaron en un sector orientado al Sur-Este en una playa de 6-7 grados de inclinación constituida de arenisca, canto rodado y bloques. En los niveles correspondientes a la Zona Terrestre se presenta una pared vertical, constituida por roca y suelo.

#### **Punta Quillaipe:**

La localidad de Quillaipe se encuentra ubicada en la parte NE del Seno de Reloncaví a los 41°33'S; 72°45'O. Las observaciones se efectuaron sobre un sector orientado al SO con características de frente protegido del oleaje, la costa está constituida de bloques, canto rodado y arena en sus niveles medios, y de macizos rocosos y suelo en sus partes más altas. La inclinación de la playa, es de 4-5° en sus niveles más bajos, y en niveles que corresponden a la Zona Terrestre alcanza 65-70 grados de inclinación.

#### **Piedra Azul:**

Localidad ubicada en la ribera N. del Seno de Reloncaví (41°30'S; 72°47'O). Las observaciones se efectuaron en dos playas orientadas al SO con una inclinación de 3° y 5°. El sustrato corresponde a canto rodado y bloque en las zonas Geolitoral e Hidrolitoral. En la parte alta de la Zona Marina hay arena con escaso canto rodado.

Los estudios realizados en estas cuatro localidades del Seno de Reloncaví muestran que esta área es un sistema funcionalmente complejo debido a la influencia de variados factores topográficos, hidrológicos y meteorológicos y que, aparentemente, la señalarían como unidad de transición entre un sistema fiórdico y un sistema abierto al océano.



Su actual estructura orográfica producto de la última glaciación permite señalar, según Brügger (1950), que es el remanente de un lago de agua dulce semejante al Lago Llanquihue que comenzó su desagüe a través del Canal del Chacao hacia mar abierto. La influencia de agua dulce determina que la salinidad superficial varíe en un rango entre 18-25‰. Igualmente la temperatura varía en rangos más altos que los de mar abierto, 9,5 °C - 18,5 °C (Brattstrom y Dahl 1951). Hacia niveles profundos y bajo los 50 m tanto la salinidad como la temperatura sufren un proceso de estabilización en 31,5 ‰ y 31,8 ‰ con 10,5 °C - 11 °C, respectivamente.

Estas características abióticas del Seno de Reloncaví, tan variables en sentido vertical, afectan de manera notable a las poblaciones relacionadas con las capas superficiales del mar. Las grandes diferencias de marea observadas en la región, generan durante la vaciante y la llenante corrientes que producen transportes de agua de bajas salinidades hacia áreas vecinas. fenómeno que repercute sobre aquellos organismos que bruscamente pueden encontrarse en condiciones adversas a un medio marino óptimo de existencia.

En niveles terrestres, la ausencia de oleaje fuerte posibilita la existencia de un sustrato de suelo a corta distancia de los niveles altos de marea, lo que unido al alto índice pluviométrico regional lleva a la manifestación de una biota propiamente terrestre muy cerca de la biota marina o a veces entremezclándose con ella; filtraciones de agua dulce en muchos puntos del área acentúa la mezcla de ambos tipos de poblaciones.

Desde el punto de vista biótico entonces, las poblaciones costeras deberán presentar marcadas características euritérmicas y eurihalinas. En este sentido hemos comprobado que de la totalidad de las especies que conforman la biota costera de los niveles estudiados, un 95% de ellas están presentes también tanto en la región de Valparaíso y en lugares con promedios térmicos y salinos más altos. Hace excepción solamente la especie *Iridaea dichotoma* para la cual no hemos encontrado citas de presencia en latitudes más bajas.

Las variaciones del nivel del mar por efecto de las mareas determinan que ciertas poblaciones costeras se vean expuestas periódicamente a la acción de factores aéreos con todo el problema fisiológico que esto implica.

El alto índice pluviométrico que se anota en esta región genera en los momentos de bajas mareas un ambiente hipohalino, crítico para aquellos organismos que en ese instante están expuestos al medio aéreo. Sin embargo, dicho efecto deberá verse disminuido por un acondicionamiento fisiológico de las poblaciones costeras a un ambiente de tales características.

Si se considera que en esta área la marea es el principal factor que influye en la zonación de las poblaciones, debe existir una clara correspondencia entre la distribución vertical de ellas y niveles de marea. En el hecho esta correspondencia se pudo apreciar en las localidades de Quillaípe y Chincul, en donde los niveles bióticos más altos del Hidrolitoral coinciden con el nivel de EPS. (Figs. 2(A) y 3(A)).

Diferente es el aspecto observado en Huelmo en donde los niveles más elevados de las poblaciones hidrolitorales se mantienen en correspondencia solamente con el NMPS. (Fig. 4A).



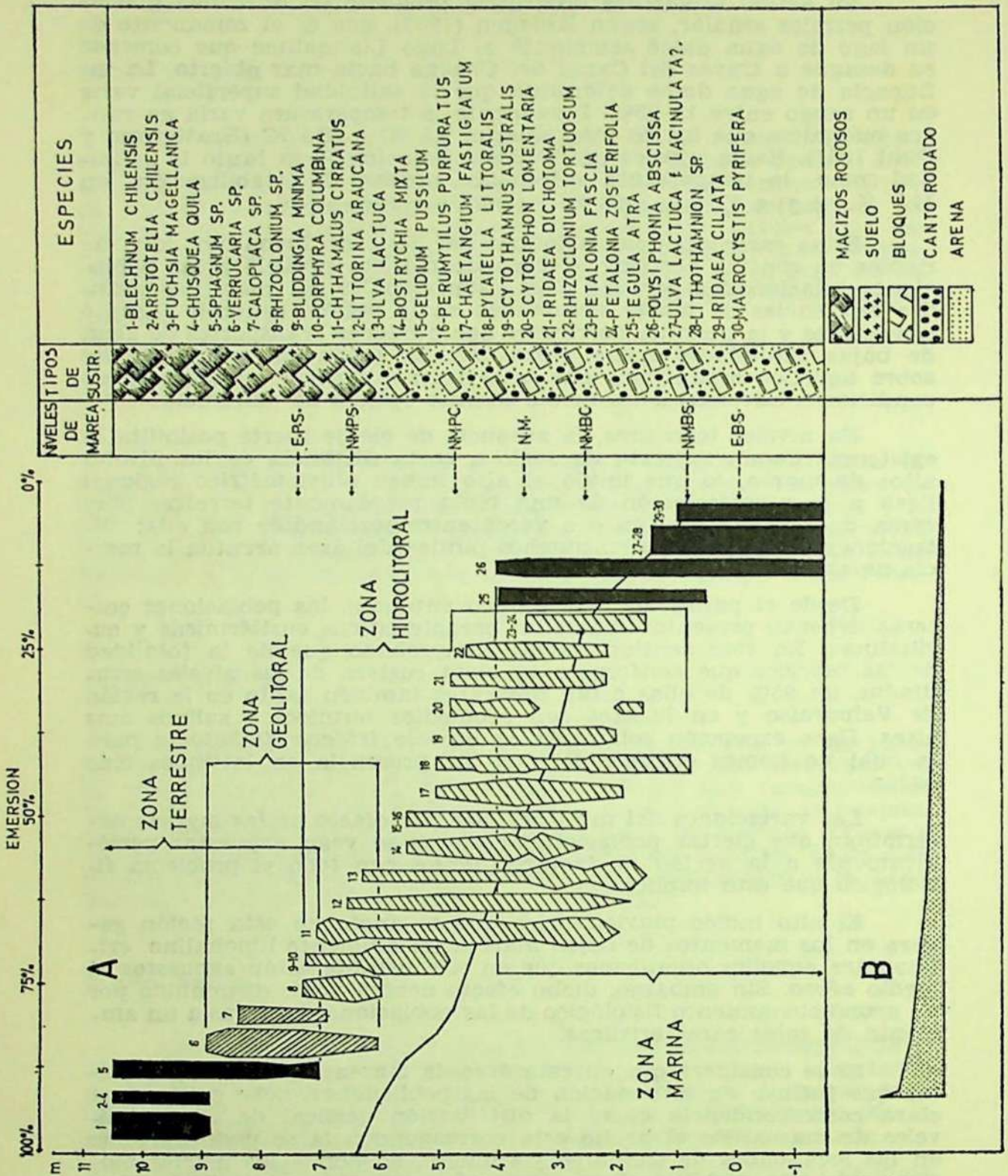


FIGURA Nº 2

A. Distribución vertical de las poblaciones costeras en la localidad de Punta Quila, curva de emersión, ubicación de los niveles de marea y tipos de sustrato existentes.

B. Perfil de la playa.



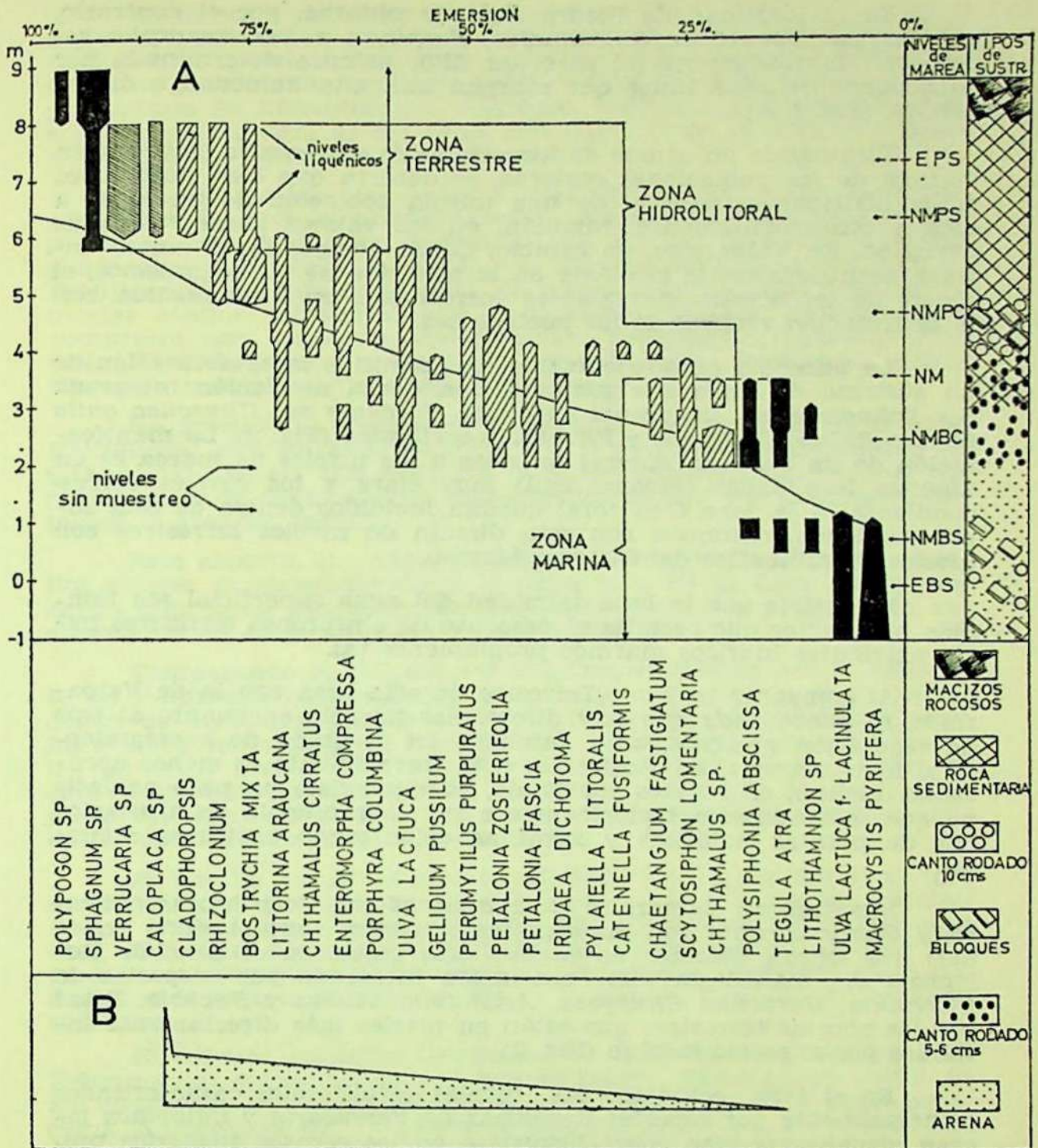


FIGURA Nº 3

A. Distribución vertical de las poblaciones costeras en la localidad de Bahía Chincui, curva de emersión, ubicación de los niveles de marea y tipos de sustrato existentes.

B. Perfil de la playa.



En la localidad de Piedra Azul, se observa, por el contrario, que las poblaciones de *Chthamalus*, *Porphyra* y *Enteromorpha* sobrepasan marcadamente el nivel de EPS, ascenso determinado por filtraciones de agua dulce que otorgan una alta humedad a dichos niveles. (Fig. 5 A).

Efectuando un ajuste de los niveles de marea a la distribución vertical de las poblaciones costeras, se observa que hay variaciones en la distribución vertical de una misma población de un lugar a otro y consecuentemente, también, en los valores porcentuales de emersión. En Valparaíso, en cambio, donde además de la marea influye acentuadamente el oleaje en la zonación de los organismos, el ajuste de los niveles mareales se corresponde en gran medida con la distribución vertical de las poblaciones.

La ausencia de oleaje fuerte ha permitido la estabilización de un sustrato de suelo que sustenta una densa asociación integrada por *Sphagnum* sp., *Blechnum chilensis*, *Hordeum* sp., *Chusquea quila* incluso *Rubus ulmifolius* y *Fuchsia magellanica* (Fig. 2). La manifestación de un sustrato vegetal próximo a los niveles de marea es en algunas localidades (Piedra Azul) muy clara y los niveles correspondientes a la zona Geolitoral quedan incluidos dentro de esta zona existiendo, entonces, contacto directo de niveles terrestres con niveles hidrolitorales del Sistema Marino.

Es posible que la baja salinidad del agua superficial sea también otro factor que permita el descenso de cinturones terrestres hacia ambientes hídricos marinos propiamente tal.

Al comparar la Zona Terrestre de esta área con la de Valparaíso, se puede decir que hay diferencias no sólo en cuanto al tipo de vegetación presente, sino, también, en el grado de acercamiento al nivel del mar. En Valparaíso este acercamiento es menos acentuado, incluso, en lugares sin oleaje, ya que existe un paso paulatino que se manifiesta biológicamente por la presencia de asociaciones de plantas halófitas y xerófilas colonizando sustratos arenosos.

Mientras en Valparaíso *Nolana paradoxa*, *Carpobrotus chilensis* y *Oxalis carnosa* son las especies terrestres (exceptuando líquenes) que logran ubicarse en niveles más bajos, en el Seno de Reloncaví se manifiesta una asociación integrada por especies de *Blechnum*, *Hordeum*, *Chusquea*, *Aristotelia*, *Rubus* y *Fuchsia*. Estas son las plantas terrestres que están en niveles más directamente influidos por el medio marino (Fig. 2).

En el área estudiada los niveles geolitorales caracterizados principalmente por especies liquénicas de *Verrucaria* y *Caloplaca* logran visualizarse bien sobre bloques o en los escasos roqueríos presentes. Sin embargo, la mayoría de las veces quedan opacados o no se presentan debido a la densa cobertura de la flora típicamente terrestre, la que pareciera no aceptar niveles transicionales en su acercamiento al medio marino, la ausencia de oleaje y la alta pluviosidad jugaría, en este fenómeno, un rol ecológico importante.

El Valparaíso donde el oleaje juega un papel fundamental en las características ecológicas costeras, el Geolitoral es amplio y biológicamente muy bien caracterizado por especies de *Verrucaria* y *Caloplaca*.



En la costa del Seno de Reloncaví el hidrolitoral es amplio y sustenta poblaciones de *Mytilus chilensis*, *Perumytilus porpuratus*, *Chthamalus cirratus*, *Littorina araucana*, *Ulva lactuca*, *Iridaea dichotoma* y *Petalonia zosterifolia*. En los niveles más altos destacan poblaciones de *Rhizoclonium*, *Blidingia*, *Porphyra* y *Bostrychia* mezclándose la mayoría de las veces con líquenes de la Zona Geolitoral y con plantas estrictamente terrestres.

En los niveles más bajos y coexistiendo con organismos provenientes de niveles constantemente sumergidos se presentan especies de *Petalonia*, *Ulva*, *Iridaea* y *Lola*. Son las poblaciones correspondientes al Hidrolitoral medio las más abundantes y las más diversificadas. Además de muchas de las ya mencionadas, pueblan los niveles medios del Hidrolitoral, *Gedidium pussillum*, *Enteromorpha compressa* var. *usneoides*, *Chaetangium fastigiatum*, *Pylaiella littoralis*, *Hildenbrandtia prototypus*, *Rhizoclonium tortuosum*, *Scythamnus australis* y *Catenella fusiformis*.

En general la cobertura poblacional del sustrato en la zona Hidrolitoral está en relación directa con el grado de estabilidad de éste, de tal manera que sustratos de arena presentan el mínimo poblacional, el de canto rodado un valor intermedio y el máximo sobre bloque y grandes rocas.

Este aspecto, sin embargo, ofrece ciertas variaciones en aquellos niveles correspondientes a la parte alta de la Zona Marina en donde una densa asociación de *Gracilaria verrucosa* prospera en excelente forma sobre sustrato de arena (Fig. 5).

Comparando el Hidrolitoral del área estudiada con el existente en Valparaíso surgen semejanzas como es la presencia de poblaciones de mytilidos, *Ch. cirratus* y *P. columbina* en ambas regiones. En el área de Valparaíso, 2 poblaciones de littorinidos están presentes en estos niveles *L. araucana* y *L. peruviana*. Hacia el sur de Chile solamente se mantiene *L. araucana* que tiende a ocupar gran parte del Hidrolitoral. Esta especie en Valparaíso está caracterizando los niveles más altos de esta zona.

El amplio rango de marea existente en Puerto Montt es uno de los factores que influye notoriamente en la distribución vertical de las poblaciones costeras, las que logran caracterizar 3 subzonas bien definidas, hidrolitoral superior, medio e inferior, aspecto que en lugares protegidos de la costa de Valparaíso es menos claro pudiéndose individualizar solamente, y en forma muy difícil, sólo dos subzonas.

El aspecto ecológico observado en el Hidrolitoral del Seno de Reloncaví es semejante con el que observara Kühnemmann (1969) en las costas de la Provincia Patagónica de Argentina. Este autor menciona la presencia de *Porphyra atropurpurea* junto a *Verrucaria* caracterizando el Mesolitoral Superior, *Brachydontes purpuratus*, *Bostrychia mixta*, *Catenella fusiformis*, *Porphyra atropurpurea* y *Chaetangium fastigiatum* como indicadores biológicos del Mesolitoral Medio; difiere solamente en la presencia de *Corallina* en el Mesolitoral Inferior, la que debería estar ligada a la existencia de un sustrato bastante estable.

Interesante en el estudio zonal presentado por Kühnemmann, es el hallazgo de *Verrucaria* hasta niveles bajos del Mesolitoral, lo que estaría indicando la existencia de un marcado ecotono, aspectos que es también muy común en toda el área aquí estudiada.



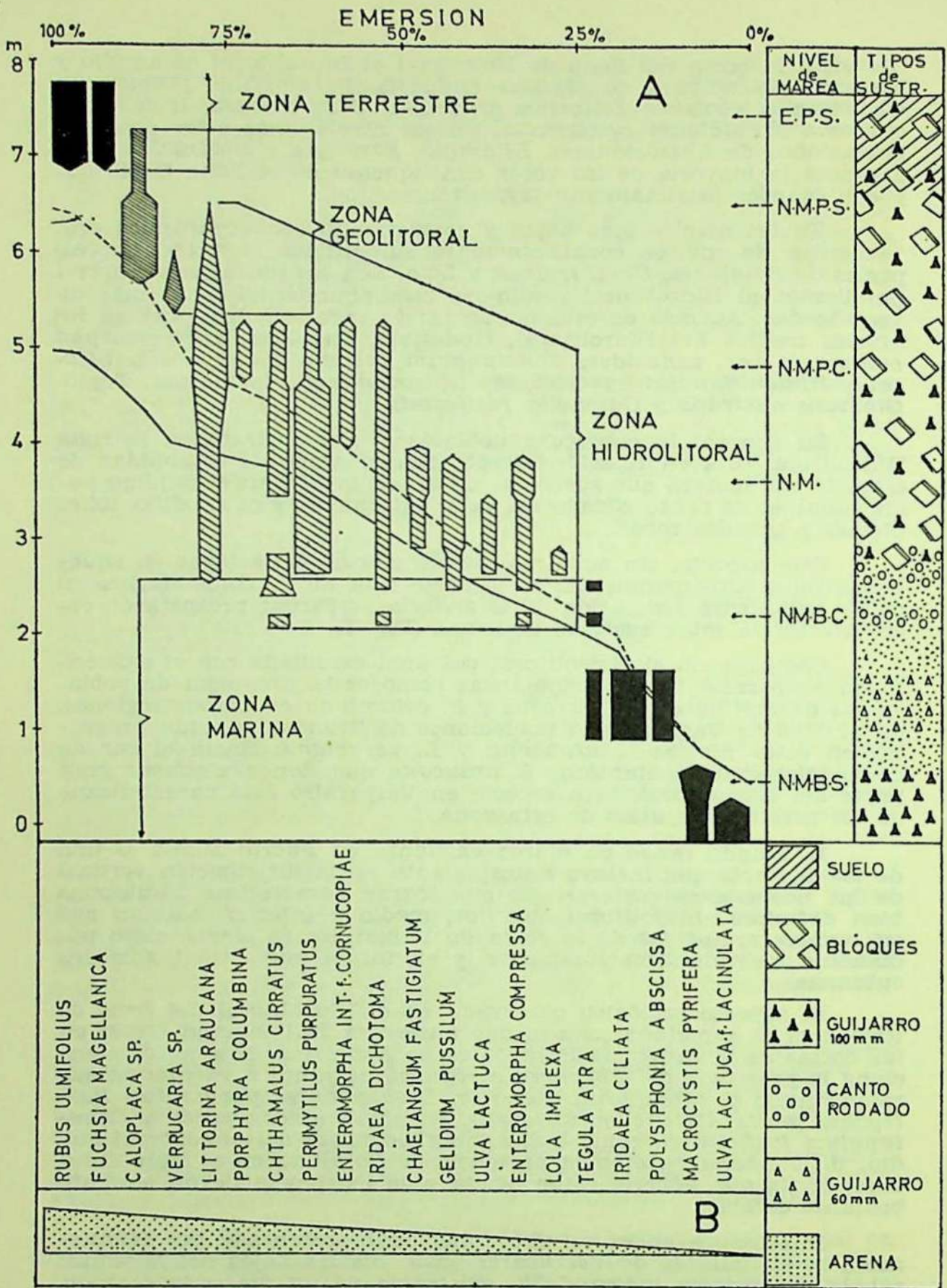


FIGURA Nº 4

A. Distribución vertical de las poblaciones costeras en la localidad de Bahía Huelmo, curvas de emersión, ubicación de los niveles de marea y tipos de sustrato existentes.

B. Perfil de la playa.



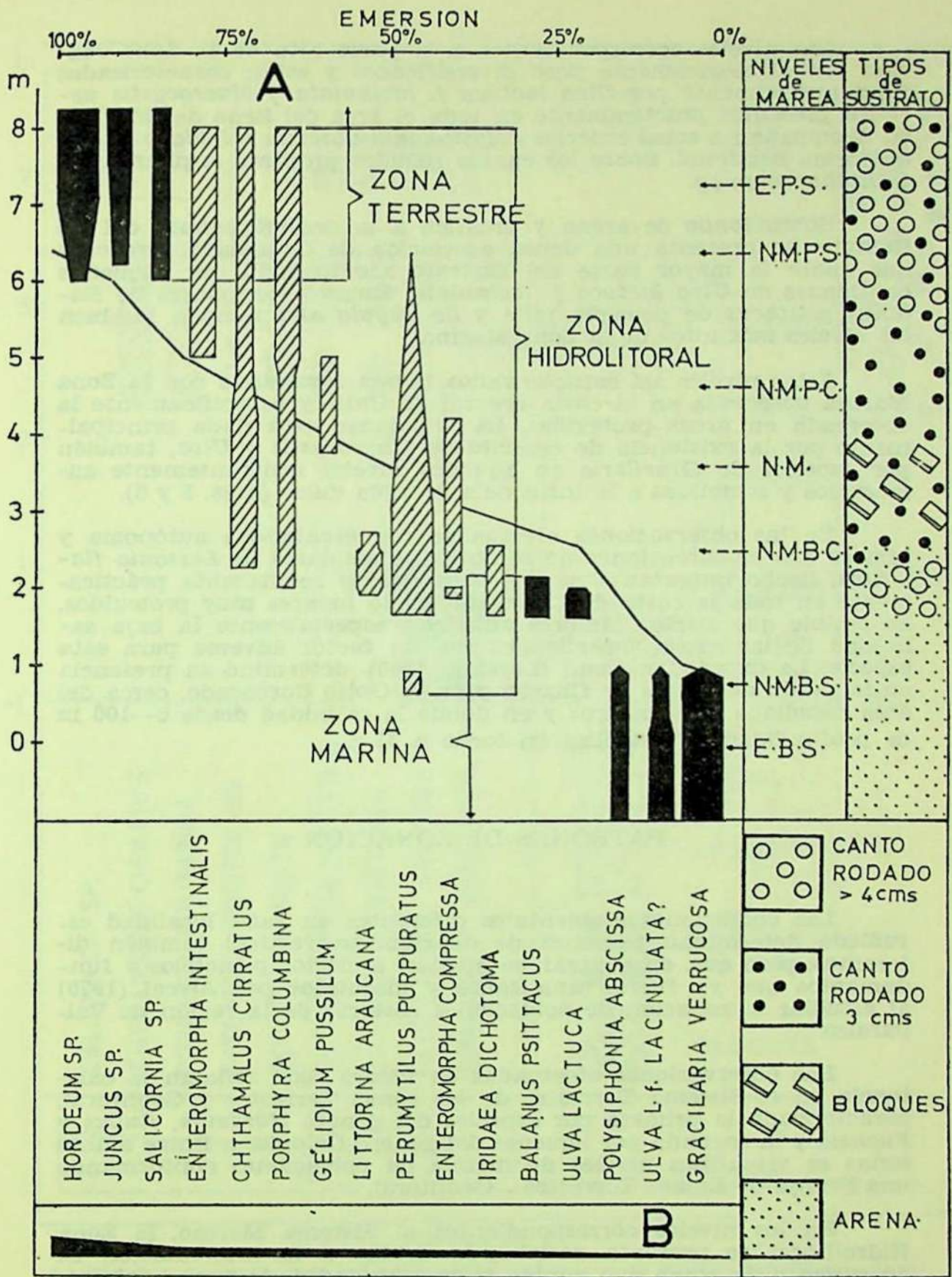


FIGURA Nº 5

A. Distribución vertical de las poblaciones costeras en la localidad de Piedra Azul, sector 1, curva de emersión, ubicación de los niveles de marea y tipos de sustrato existentes.

B. Perfil de la playa.



Los niveles correspondientes a la parte alta de la Zona Marina son algológicamente poco diversificados y están caracterizados fundamentalmente por *Ulva lactuca f. lacinulata* y *Macrocystis pyrifera* presentes prácticamente en toda el área del Seno de Reloncaví. Acompañan a estas especies *Polysiphonia abscissa* e *Iridaea ciliata* en forma ocasional. Sobre los cantos rodados prolifera regularmente *Lithothamnion* sp.

Sobre fondo de arena y próximo a la desembocadura del río Coihuin, se presenta una densa asociación de *Gracilaria verrucosa* que cubre la mayor parte del sustrato acompañada por pequeñas cantidades de *Ulva lactuca f. lacinulata*. Escasos ejemplares de *Balanus psittacus* de pequeña talla y de *Tegula atra* ocupan también los niveles más altos de la Zona Marina.

Estos niveles así caracterizados tienen semejanza con la Zona Marina observada en la costa central de Chile y específicamente la observada en áreas protegidas. La semejanza está dada principalmente por la existencia de especies de *Macrocystis* y *Ulva*, también por especies de *Gracilaria* en aquellos niveles constantemente sumergidos y sometidos a la influencia de agua dulce (Figs. 5 y 6).

En las observaciones efectuadas con escafandra autónoma y rastreo con embarcaciones no se obtuvo ejemplares de *Lessonia flavicans*, hecho importante ya que esta especie se presenta prácticamente en toda la costa de Chile habitando lugares muy protegidos. Es posible que ciertos factores abióticos, especialmente la baja salinidad de las capas superficiales sea un factor adverso para esta especie. La expedición Lund (Levring, 1960) determinó su presencia en la salida del Canal de Chacao y en el Golfo Corcovado, cerca del área estudiada por nosotros y en donde la salinidad desde 0—100 m de profundidad se estabiliza en torno a 31 ‰.

## PATRONES DE ZONACION

Las condiciones ambientales diferentes en cada localidad estudiada determinan patrones de distribución vertical también diferentes, pero que, en general, se ajustan a ciertos principios y fundamentos que ya fueron analizados y discutidos por Alveal (1970) al estudiar la zonación de poblaciones costeras de la región de Valparaíso.

Las observaciones efectuadas en Piedra Azul señalan la existencia en el Sistema Terrestre de las zonas Terrestre y Geolitoral, caracterizada la primera por especies del género *Hordeum*, *Rubus* y *Fuchsia* y la segunda por líquenes del género *Caloplaca*. Entre ambas zonas se visualizan niveles de mezcla de poblaciones conformando una Franja de Enlace Terrestre - Geolitoral.

En los niveles correspondientes al Sistema Marino, la Zona Hidrolitoral se presenta restringida debido a la intercalación de un sustrato de arena que impide la continuidad de la zona hacia niveles más bajos, por lo cual no se observa clara la Franja de Enlace entre esta zona y la Zona Marina. (Fig. 6).



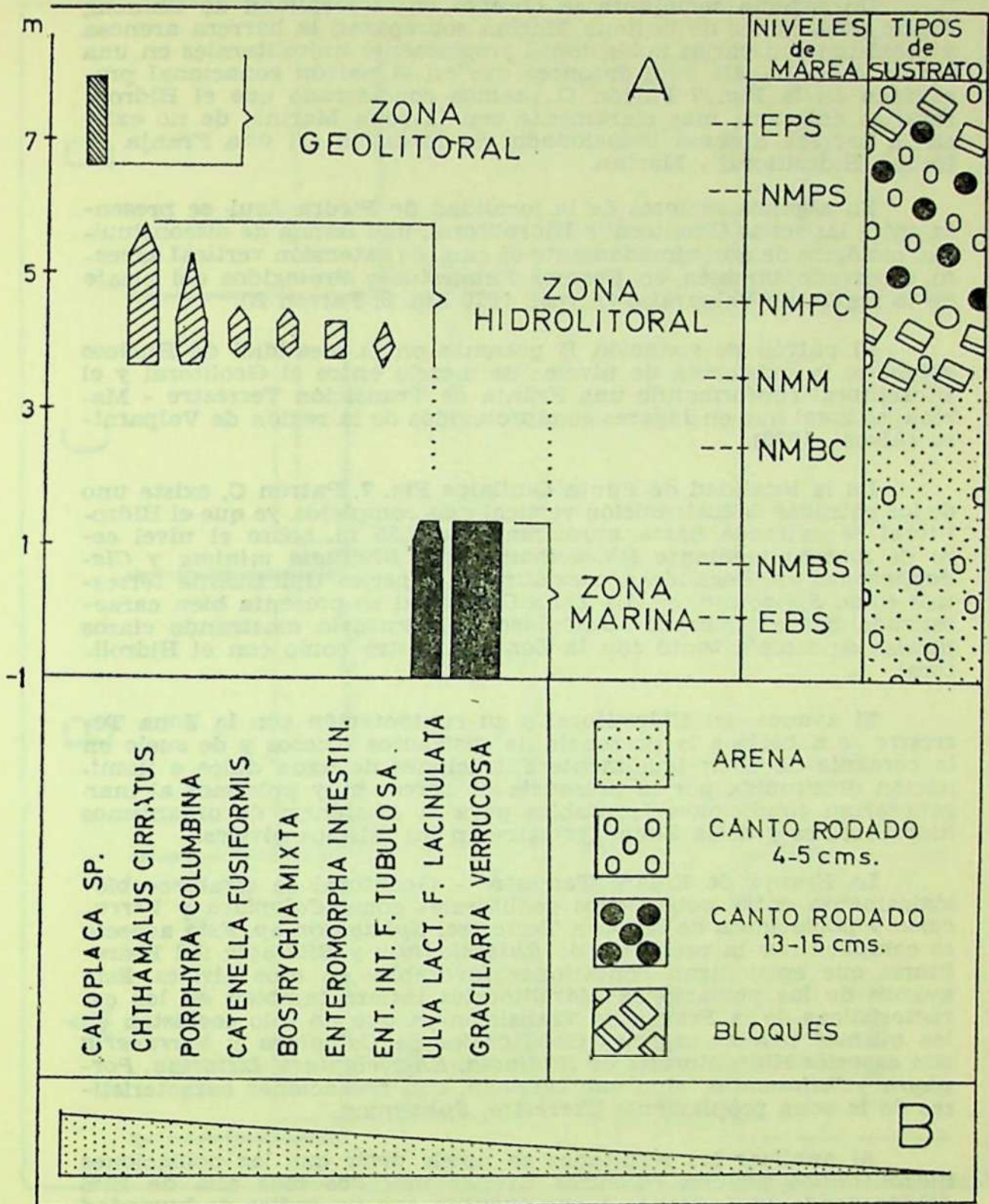


FIGURA Nº 6

A. Distribución vertical de las poblaciones costeras en la localidad de Piedra Azul, sector 2, ubicación de los niveles de marea y tipos de sustrato existentes.  
 B. Perfil de la playa.



Un aspecto semejante se observó en la localidad de Chincui, donde poblaciones de la Zona Marina sobrepasan la barrera arenosa y coexisten con varias poblaciones propiamente hidrolitorales en una franja estrecha. De aquí entonces que en el patrón zonacional presentado en la Fig. 7 Patrón D., hemos considerado que el Hidrolitoral se enlazaría más claramente con la zona Marina, de no existir la barrera arenosa mencionada. Se formaría así una Franja de Enlace Hidrolitoral - Marina.

En algunos sectores de la localidad de Piedra Azul se presenta entre las zonas Geolitoral e Hidrolitoral, una Banda de discontinuidad biológica de aproximadamente 65 cms. de extensión vertical aspecto observado también en Frentes Expuestos y Protegidos del oleaje en la región de Valparaíso (Alveal, 1970 Fig. 8, Patrón B).

El patrón de zonación B presente en la localidad de Huelmo establece la existencia de niveles de mezcla entre el Geolitoral y el Hidrolitoral conformando una Franja de Transición Terrestre - Marina, al igual que en lugares semiprotegidos de la región de Valparaíso (Alveal, 1970).

En la localidad de Punta Quillaípe Fig. 7, Patrón C, existe uno de los patrones de distribución vertical más complejos, ya que el Hidrolitoral se extiende hasta aproximadamente 7,25 m. sobre el nivel cero de mareas mediante *Rhizoclonium sp.*, *Blidingia mínima* y *Cladophoropsis sp.*, llegando a coexistir con especies típicamente terrestres como *Sphagnum sp.* La Zona Geolitoral se presenta bien caracterizada por especies de *Caloplaca* y *Verrucaria* mostrando claros niveles de mezcla tanto con la Zona Terrestre como con el Hidrolitoral.

El avance del Hidrolitoral y su contactación con la Zona Terrestre se debería a la presencia de sustractos rocosos y de suelo en la cercanía de EPS; igualmente filtraciones de agua dulce e iluminación disminuida por la presencia de cerros muy próximos al mar generarían condiciones favorables para la existencia de organismos hidrolitorales y de la Zona Terrestre en los mismos niveles.

La Franja de Enlace Terrestre - Geolitoral se establece biológicamente entre poblaciones geolitorales como *Caloplaca* y *Verrucaria* y poblaciones de la Zona Terrestre, *Sphagnum sp.* Este aspecto se complica por la presencia de *Rhizoclonium* y *Blidingia* del Hidrolitoral que encuentran condiciones favorables en esos niveles. Este avance de las poblaciones hidrolitorales infiere también en las características de la Franja de Transición ya que no sólo coexisten en los mismos niveles especies Geolitorales de *Caloplaca* y *Verrucaria* con especies Hidrolitorales de *Blidingia*, *Rhizoclonium*, *Littorina*, *Porphyra* y *Chthamalus*, sino que también, con poblaciones características de la zona propiamente Terrestre, *Sphagnum*.

Al analizar los resultados se puede decir que las poblaciones hidrolitorales pueden colonizar niveles ubicados más allá de EPS debido fundamentalmente a que cuentan con un índice de humedad favorable (precipitaciones y filtraciones de agua dulce). De la misma manera, las poblaciones terrestres colonizan ambiente propiamente marinos determinado por condiciones de sustrato y por la baja salinidad de las capas superficiales del mar.



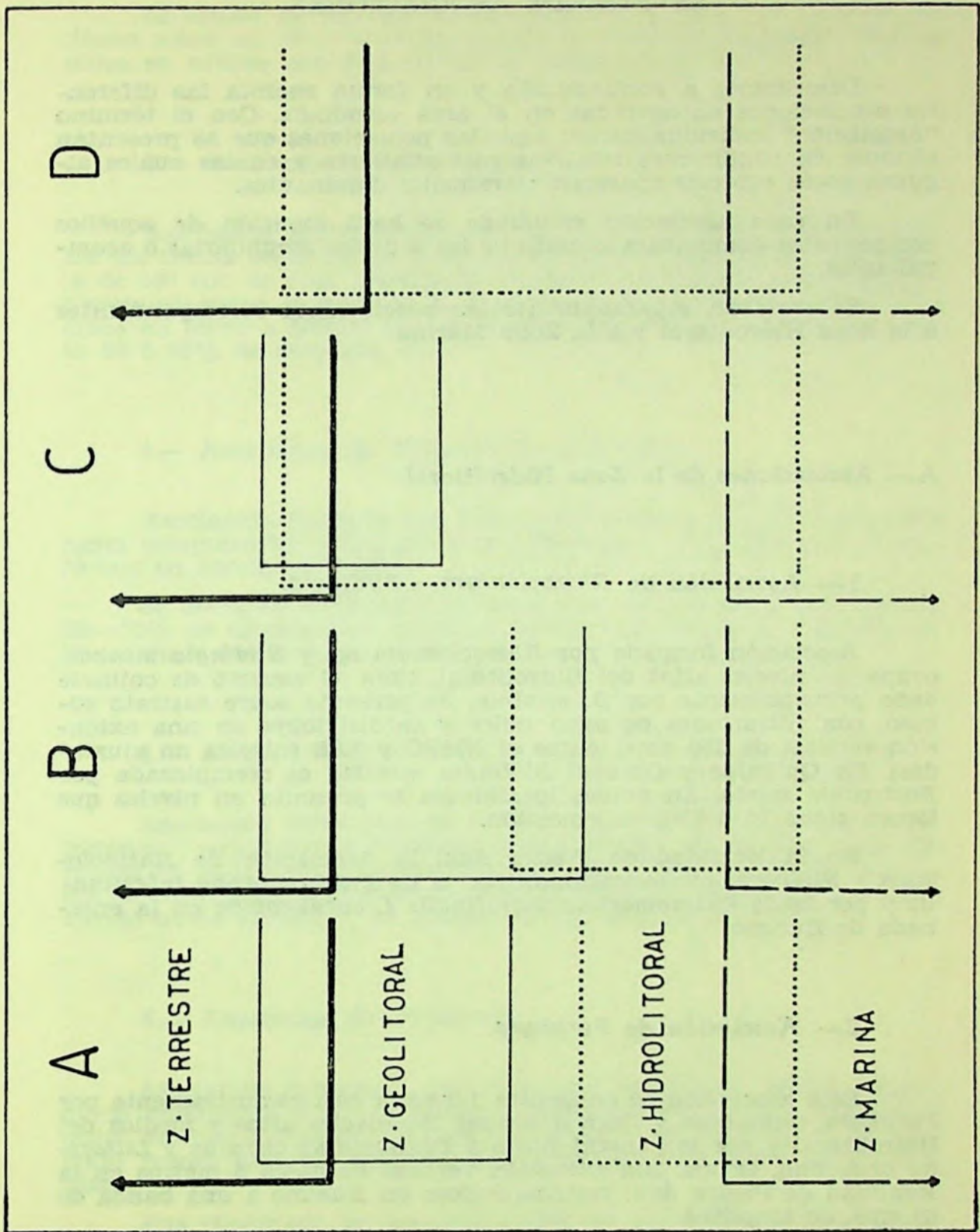


FIGURA Nº 7

Patrones de distribución vertical existentes en las localidades estudiadas.



## ESTUDIO DE ASOCIACIONES

Describimos a continuación y en forma sucinta las diferentes asociaciones encontradas en el área estudiada. Con el término "Asociación" individualizamos aquellas poblaciones que se presentan siempre en condiciones relativamente similares y en las cuales algunas pocas especies aparecen claramente dominantes.

En cada asociación estudiada se hará mención de aquellos componentes dominantes además de las especies secundarias o acompañantes.

Se tratarán separadamente las asociaciones correspondientes a la Zona Hidrolitoral y a la Zona Marina.

### A.— Asociaciones de la Zona Hidrolitoral.

#### 1.— Asociación de *Rhizoclonium* - *Blidingia*.

Asociación formada por *Rhizoclonium* sp. y *Blidingia minima*, ocupa los niveles altos del Hidrolitoral, tiene el aspecto de cojinete dañado principalmente por *B. minima*. Se presenta sobre sustrato rocoso, con filtraciones de agua dulce y se distribuye en una extensión vertical de 250 cms., entre el NMPC y EPS (niveles no ajustados). En Quillaípe y Chincui *Blidingia minima* es reemplazada por *Bostrychia mixta*. En ambas localidades se presenta en niveles que tienen sobre 70 ó 75% de emersión.

En la localidad de Piedra Azul la Asociación de *Rhizoclonium* - *Blidingia* es reemplazada por la de *Enteromorpha intestinalis* y por la de *Enteromorpha intestinalis* f. *cornucopiae* en la enseada de Huelmo.

#### 2.— Asociación de *Porphyra*.

Esta asociación se encuentra formada casi exclusivamente por *Porphyra columbina* y llega a ocupar los niveles altos y medios del Hidrolitoral y por lo general junto a *Chthamalus cirratus* y *Littorina araucana*. Ocupa una extensión vertical de hasta 6 metros en la localidad de Piedra Azul restringiéndose en Huelmo a una banda de 60 cms. de amplitud.

Su distribución con respecto a niveles de marea no es homogénea y varía en cada localidad estudiada, ubicándose en Piedra Azul desde NMBC hasta muy encima de EPS y restringida a un sector sobre NMPC en la localidad de Huelmo.



El ajuste de los valores de emersión la ubica en niveles que tienen sobre un 75% de emersión. En la localidad de Piedra Azul se ubica en niveles con 37,5—100% de exposición al aire.

### 3.— Asociación de *Ulva lactuca*.

Asociación formada por *Ulva lactuca* y *Enteromorpha compressa* en forma secundaria, crece sobre sustratos rocosos en una franja de 400 cm. de ancho (Punta Quillaípe) y ocupa gran parte del Hidrolitoral entre el NMC y NMPS. En la localidad de Piedra Azul crece en torno a NMBC con porcentaje que va desde 12 ó 18% hasta 90 ó 93% de emersión.

### 4.— Asociación de *Bostrychia* - *Gelidium*.

Asociación formada por *Bostrychia mixta* y *Gelidium pusillum* como componentes principales agregándose a ellos *Catenella fusiformis* en forma ocasional.

Se ubica en el Hidrolitoral medio generalmente entre el NMBC (25—75% de exposición al aire) ocupando una franja de 325 cm y de 50 cm en la localidad de Piedra Azul.

### 5.— Asociación de *Iridaea* - *Chaetangium* - *Scytothamnus*.

Asociación integrada por las especies *Iridaea dichotoma*, *Chaetangium fastigiatum* y *Scytothamnus australis*, crece sobre sustrato rocoso en el Hidrolitoral medio e inferior. En ocasiones queda solamente restringida a *Iridaea dichotoma*. En su borde más alto se extiende hasta el NMBC, en niveles con un 75% de emersión.

### 6.— Asociación de *Petalonia*.

Asociación integrada por *Petalonia zosterifolia* como componente dominante y por *Petalonia fascia* y *Scytosiphon lomentaria* como especies acompañantes. Se presenta de preferencia sobre sustrato rocoso aunque prolifera excelentemente en sustrato de arenisca.

Fue observada en las localidades de Punta Quillaípe y Chincui en los niveles medios y bajos del Hidrolitoral. En la localidad de Huelmo y Piedra Azul esta asociación desaparece por la presencia de un sustrato de arena en sus niveles de crecimiento.

Se distribuye verticalmente entre NMBC y NMPC, con 25—75% de exposición al aire.



## B.— Asociaciones de la Zona Marina.

### 1.— Asociación de *Ulva lactuca* f. *lacinulata*.

Asociación formada por *Ulva lactuca* f. *lacinulata* como componente principal, acompañada por las especies *Polysiphonia abscissa* e *Iridaea ciliata*. Se encuentra sobre sustrato rocoso (canto rodado) en niveles que están la mayor parte del tiempo sumergidos (0—10% de emersión), aunque *Polysiphonia abscissa* puede avanzar hacia el Hidrolitoral hasta niveles con 58% de emersión. Sin embargo, la mayoría de las veces se presenta en niveles con no más de 18 ó 20% de emersión. En exploraciones mediante escafandra autónoma se observó creciendo a profundidades de 8 m. bajo el nivel cero de marea. *Iridaea ciliata*, en algunos casos, puede no estar presente.

### 2.— Asociación de *Gracilaria*.

Asociación típica de la Zona Marina, compuesta por *Gracilaria verrucosa* como integrante principal y por *Ulva lactuca* f. *lacinulata* y *Polysiphonia abscissa* como componentes secundarios. Crece en niveles constantemente sumergidos, sobre sustrato arenoso y alcanzando en su borde más alto posiciones con no más de 18 ó 20% de emersión. Esta asociación reemplaza en las localidades de Piedra Azul a la de *Ulva lactuca* f. *lacinulata*, alga que en esta asociación tiene el carácter de especie acompañante.

### 3.— Asociación de *Lithothamnion*.

Esta es una de las asociaciones más características de la Zona Marina, se presenta siempre sobre sustrato rocoso; la presencia de canto rodado de pequeño diámetro impide, la mayoría de las veces, determinar su exacta distribución vertical. Se interrumpe en sustrato de arena, pero reaparece con fuerza sobre bloque al que puede considerarse como un sustrato relativamente estable. Se ubica generalmente hasta niveles con un 10% de emersión. En Chincul alcanza hasta niveles con un 39% de exposición al aire.

Ocupa, generalmente, los mismos niveles que *Macrocystis pyrifera* y al estado de subasociación. Mediante escafandra autónoma se pudo detectar su existencia a 8 m. de profundidad, aunque sin duda su distribución vertical va mucho más allá de la profundidad señalada.

### 4.— Asociación de *Macrocystis*.

Asociación formada por *Macrocystis pyrifera* como componente principal; forma densas praderas que cubren una gran extensión en la parte costera del Seno de Reloncaví. Crece sobre sustrato rocoso especialmente canto rodado y bloque. Alcanza en sus niveles



más altos hasta NMBS y mediante rastreo con embarcaciones se obtuvieron ejemplares desde 20 m. de profundidad, junto con *Ulva lacinuata*. A diferencia de costas con oleaje, no se observó aquí ninguna asociación homóloga o similar a la de *Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica* que vive siempre en concordancia con la Franja de Enlace Hidrolitoral - Marina.

En el Hidrolitoral de esta región hay predominancia de asociaciones de algas rojas sobre los demás grupos, tratándose en general de componentes de pequeña talla que crecen preferentemente en bloques y canto rodado. Una mayor densidad se observó en los niveles inferiores del Hidrolitoral, justamente en concordancia con los niveles de crecimiento de las asociaciones de *Iridaea* - *Chaetangium* - *Scytothamnus* y *Petalonia*, algas de mayor tamaño.

La asociación de *Rhizoclonium* - *Blidingia* que se presenta en niveles con 70 a 100% de emersión es una de las que avanza más alto en el Hidrolitoral, avance determinado por filtraciones de agua dulce, condiciones que soporta en buena forma. Asociaciones similares a ésta, como la integrada por especies de *Enteromorpha*, conocidamente eurihalinas y euritermas, se vieron colonizando estos mismos niveles en otras localidades.

Todas las asociaciones encontradas proliferen bien sobre sustrato rocoso, haciendo excepción solamente la de *Gracilaria* que prolifera en sustratos arenosos.

En lugares protegidos, como es general, existen asociaciones de grandes algas pardas como la de *Macrocystis* que al igual que la rodófito *Lithothamnion*, son buenas indicadoras de niveles constantemente sumergidos. *Lithothamnion* está siempre presente en lugares con sustrato rocoso estable.

En frentes protegidos de la mayoría de las costas del mundo los niveles sumergidos parecieran ser biológicamente más diversificados que los niveles hidrolitorales. Este predicamento no podría considerarse válido para esta área, ya que en la parte alta de la Zona Marina pudo individualizarse, además de las dos asociaciones ya mencionadas, sólo la de *Gracilaria* y la de *Ulva lactuca* f. *lacinuata*.

Al efectuar una comparación de las características biológicas de los niveles sumergidos con los resultados encontrados en otras partes, por otros autores, resalta la pobreza en asociaciones que caracterizan la parte alta de la Zona Marina en el área continental del Seno de Reloncaví. Las muestras obtenidas desde 18—20 metros de profundidad mediante rastreo solamente aportaron ejemplares de *Macrocystis* y *Ulva lactuca* f. *lacinuata*. Las observaciones con escafandra autónoma hasta 10 m. de profundidad no arrojaron mayores datos de estos niveles, que en la mayoría de las costas protegidas, están densamente poblados.

Al respecto vale señalar los resultados obtenidos por Cribb (1954) en costas protegidas de Port Arthur (Tasmania) que encuentra en la zona sublitoral *Phyllophora* con *Polysiphonia* y *Corallina*; *Cystophora*, *Macrocystis* con *Polysiphonia*, *Ectocarpus*, *Ceramium* y *Myrionema* y la de *Ecklonia* acompañada por no menos de 16 especies habitando estos niveles.



En el Estrecho de Magallanes, considerado como un ambiente regularmente protegido del oleaje, Alveal, Romo y Valenzuela (1973) señalan asociaciones integradas por las siguientes especies de la Zona Marina: *Enteromorpha intestinalis* y *Lithothamnion* acompañadas por especies de *Cladophora*, *Ectocarpus*, *Ceramium* e *Iridaea*. Asociaciones de *Platyclinia*, *Schizoseris*, *Callophyllis* y *Adenocystis*; *Macrocystis* con *Myriogramme* y la de *Ulva lactuca* con especies de *Antithamnion*, *Rhizoclonium*, *Enteromorpha*, *Scytosiphon*, *Ceramium*, *Scytothamnus*, *Bryopsis*, además de la de *Codium dimorphum* muy abundantes en los niveles de implantación de *Macrocystis pyrifera*.

Podría pensarse que la escasez de asociaciones en el área del Seno de Reloncaví tendría su origen en la competencia por un sustrato con asociaciones como *Ulva lactuca* f. *laciniata* o con *Macrocystis pyrifera* que son las más abundantes en el área, o por la existencia de sustrato de canto rodado sujeto a traslado y de superficie muy lisa que impediría una buena fijación de las esporas de algas.

Como ya se ha acotado, se han visto en otras regiones creciendo junto a la asociación de *Macrocystis* y *Ulva* una gran variedad de organismos sin que el fenómeno de competencia por la superficie disponible llegue a presentar un carácter tan crítico. Pareciera ser más apropiado pensar que la baja salinidad existente en las capas superficiales sería uno de los factores más decisivos en la pobreza algal de la Zona Marina. Sin embargo, analizando los resultados obtenidos por Jorde y Klavestad (1963) en los fiordos de Noruega, deberíamos descartar esta posibilidad ya que estos autores en la parte interna de los fiordos y en niveles constantemente sumergidos citan la ocurrencia de no menos de 25 especies, con variaciones de salinidad en superficie de 2 a 30 ‰, a los 5 m. de 11 a 30 ‰ a los 10 m. de 20 a 30 ‰ y a los 20 m. se estabiliza en torno a los 30 ‰.

La escasez de biota algológica en niveles sumergidos del área del Seno de Reloncaví ha quedado también de manifiesto según se desprende de los datos obtenidos por Levring (1960) que trabajó el material algológico de la expedición Lund. Esta expedición efectuó rastreos hasta 35 y 40 m. de profundidad efectuando muchas de las estaciones justamente en el área estudiada por nosotros. Los resultados de esa expedición indican que existe una mayor diversidad algológica en pequeños canales o pasos (Maillén y Tenglo), donde se conjuga sustrato de pequeñas rocas y arena gruesa. Cuando se presenta sustrato de gran estabilidad como es el de barcos hundidos (Lund St. M. 12) la variedad de algas allí existentes aumenta.

Efectuando un chequeo del tipo de sustrato encontrado por esta expedición en el Seno de Reloncaví se desprende que aproximadamente de 57—60% corresponde a sustrato de arena, 20% a piedras pequeñas y en menor cantidad, bloques, arcilla y troncos hundidos.

Tomando en cuenta que la piedra pequeña está sujeta a traslado por efecto de las corrientes de mareas intensas o sujeta a cobertura por arena, se llega a la conclusión que sustratos aptos para la fijación de algas no alcanzarían a más de un 20% ó 22% en esta área.



## CONCLUSIONES

1º— En la costa N. O. del Seno de Reloncaví - Chile se realizaron estudios biológicos con el objeto de conocer las especies de la flora marina, su distribución vertical y la influencia de factores abióticos sobre las comunidades costeras. Los resultados indicaron que debido a la especial configuración geográfica del área, al aporte de agua dulce por las precipitaciones y ríos, se producen en el mar cambios de salinidad desde la superficie al fondo en un rango que va de 18—31,8 ‰, aspectos, que unidos a la gran amplitud diaria de marea actuarían como los factores más importantes en la distribución vertical de las poblaciones costeras del área.

2º— Los estudios efectuados mediante escafandra autónoma y dragado para conocer las especies que conformaban la comunidad algal de ambientes sumergidos, demostraron la existencia de un número muy reducido de especies en estos niveles. El tipo de sustrato, corrientes de marea y las fluctuaciones de capas de agua de diferentes salinidades por efecto de la marea, podrían ser factores adversos para el establecimiento de una flora marina más diversificada en esos niveles.

3º— Los resultados obtenidos señalan que la distribución vertical en el área intermareal está influida por el agua dulce, inclinación, naturaleza y orientación del sustrato, factores climáticos y mareales.

4º— Un análisis de la distribución geográfica de las especies algológicas encontradas en el área del Seno de Reloncaví muestra que el 95% de ellas han sido señaladas para Valparaíso o regiones con promedios térmicos y salinos más elevados, hecho que indica la existencia de una flora marina de caracteres euritérmicos y eurihalinos.

5º— Los estudios ecológicos efectuados en el área costera del Seno de Reloncaví, permitieron identificar varias asociaciones algales, siendo las más numerosas las que habitan la Zona Hidrolitoral.

### — En el Hidrolitoral superior.

Asociación de *Rhizoclonium* - *Blidingia*.

Asociación de *Enteromorpha*.

Asociación de *Porphyra*.

Asociación de *Ulva*.



— En el Hidrolitoral medio.

Asociación de *Porphyra*.

Asociación de *Ulva*.

Asociación de *Gelidium* - *Bostrychia*.

Asociación de *Iridaea* - *Chaetangium* - *Scytothamnus*.

Asociación de *Petalonia*.

— En el Hidrolitoral inferior.

Asociación de *Iridaea* - *Chaetangium* - *Scytothamnus*.

Asociación de *Petalonia*.

— En la parte superior de la Zona Marina.

Asociación de *Ulva*.

Asociación de *Gracilaria*.

Asociación de *Macrocystis*.

Asociación de *Lithothamnion*.

69— Los resultados obtenidos en el área estudiada muestran que las poblaciones costeras adoptan distribuciones verticales especiales en diferentes lugares de acuerdo a la influencia de factores abióticos. En el Seno de Reloncaví fue posible identificar 4 patrones de zonación caracterizados de la siguiente manera:

**Patrón A.**— Cuadro Zonacional encontrado en la localidad de Piedra Azul St. 2 que considera la existencia de 4 zonas ecológicas definidas e individualizadas por factores bióticos y abióticos. Los cinturones bajos del Sistema Terrestre están separados de los cinturones altos del Sistema Marino por una clara Banda de Discontinuidad Biológica. Franjas de Enlace se presentan entre zonas de un mismo sistema.

**Patrón B.**— Aspecto zonacional encontrado en Huelmo y que muestra la existencia de una Franja de Transición en cuyos niveles coexisten poblaciones marinas y terrestres.

**Patrón C.**— Aspecto biológico encontrado en Punta Quillaipe, cuya principal característica es el marcado ascenso de las poblaciones hidrolitorales hasta los niveles bajos de la Zona Terrestre.



**Patrón D.**— Presente en Chincui y en Piedra Azul St. 1 y se caracteriza porque existe un contacto directo entre las poblaciones de la Zona Hidrolitoral y la Zona Terrestre. El Geolitoral no está claramente representado.

### AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos al Dr. L. Chuecas de la Universidad de Concepción por sus acertadas sugerencias en la revisión crítica del manuscrito y al señor M. Figueroa por su ayuda eficiente en terreno y en laboratorio.



LITERATURA CITADA

- Alvarez, A., 1964. Aspectos ecológicos de algunas áreas intercotidales de la costa chilena entre los paralelos 36° y 55° Lat. S. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología pp. 114. Univ. Concepción. Chile.
- Alveal, K., 1970. Estudios ficoecológicos en la región costera de Valparaíso. *Rev. Biol. mar.*, 14 (1): 7-88.
- Alveal, K., 1971. El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. *Rev. Biol. mar.*, 14 (3): 85-119.
- Alveal, K., H Romo y J. Valenzuela, 1973. Consideraciones ficoecológicas de las regiones de Valparaíso y Magallanes. *Rev. Biol. mar.*, 15 (1): 1-29.
- Brattström, H., and E. Dahl, 1951. General account list of stations, Hydrography. Rep. of the Lund Exp. 1948-49. 1. Lunds Univ. Arsskr. N.F. Avd. 2, 46 (8): 1-86.
- Brüggen, P., 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. 374 pp. Ed. Instituto Geográfico Militar. Santiago. Chile.
- Cribb, A. B., 1954. The algal vegetation of Port Arthur, Tasmania. *Pap. Proc. Roy. Soc. Tas.*, 88: 1-44.
- Etcheverry, H., 1960. Algas marinas de las islas oceánicas chilenas (J. Fernández, San Félix, San Ambrosio, Pascua). *Rev. Biol. mar.*, 10: 83-132.
- Fuenzalida, H., 1950. Climatología en: Geografía Económica de Chile. pp. 188-257. Imprenta Univ. Santiago. Chile.
- Guiler, E., 1959a. Intertidal belt-forming species on the rocky coasts of northern Chile. *Pap. Roy. Soc. Tasm.* 93: 33-58.
- 1959b. The intertidal ecology of the Montemar area. *Pap. Roy. Soc. Tas.*, 93: 165-183.
- Jorde, J. and N. Klavestad., 1963. The natural history life of the Hardengefjord 4. The benthonic algal vegetation. *Sarsia*, 9: 1-99.
- Kühnemann, O., 1969. Observaciones acerca de los límites del Piso Mesolitoral en el dominio Atlántico Austral Americano. *Physis*. 28 (77): 331-349.
- Levring, T., 1960. Contribution to the Marine algal flora of Chile. Rep. the Lund Univ. Chile Exp. N° 39. Lunds Univ. Arsskr. N. F. Avd. 2. 56 (10): 1-83.
- Skottsberg C., 1941. Communities of algae in subantarctic and antarctic waters. *Kgl. Svensk. Ak. Handl. Ser. 3*, 19 (4): 1-92.