

Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de la franja costera entre Concón y Quintay (32° 55'S y 33° 15'S)¹

CONSUELO CASTRO A.
LUIGI ANDRE BRIGNARDELLO T.

Instituto de Geografía
Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

Se definen unidades morfológicas en la franja costera entre Concón y Quintay y se evalúa su estado de morfoconservación como parámetro para determinar la fragilidad, restricciones y vocaciones de uso de las mismas. El análisis e interpretación de las características morfológicas permitieron identificar una gran sensibilidad ambiental en las geoformas, enmarcadas en un contexto morfoclimático mediterráneo de gran inestabilidad.

Con estos antecedentes los autores proponen algunas recomendaciones destinadas a orientar el uso de las unidades geomorfológicas analizadas.

ABSTRACT

Geomorphological units in the coastal fringe between Concón and Quintay are defined. The morpho-conservation state of these units are valued to detect its fragility, restrictions and vocation use. By the work analysis of morphological characterist, the authors show, the environmental sensitivity in the landforms, within the mediterranean morphoclimatic environment.

Finally, some advising about usefull of the geomorphologic units are gave.

Palabras clave: *Geomorfología aplicada, ordenación territorial, vocaciones de uso, zona costera, estado de morfoconservación, fragilidad ambiental, unidades geomorfológicas.*

INTRODUCCION

El espacio geográfico denominado "zona costera" o "franja litoral" ha sido definido y delimitado según diversos criterios (Castro, C. y B. Andrade 1987) y, como señala Barragán (1997) considerando a diversos autores, existe un principio de acuerdo ante el hecho de que es una zona de contacto, de interacción entre medios diferenciados: hidrosfera, litosfera y atmósfera en donde se desarrollan actividades humanas diversas. Por otra parte, si se considera al litoral desde una perspectiva sistémica y como objeto de planificación y gestión, el mismo autor reconoce tres subsistemas bien diferenciados pero interdependientes entre sí: el subsistema físico-natural, el subsistema socioeconómico y el subsistema jurídico-administrativo. Cada unidad litoral presenta un estado muy definido y en ella se registran procesos de diversa naturaleza. Así, el estado del subsistema físico-natural puede oscilar entre diversos grados de conservación/degradación; el socioeconómico entre niveles concretos de desa-

rollo/subdesarrollo; y el jurídico-administrativo entre una congruencia e inadecuación a las necesidades del sistema litoral en su conjunto.

Este artículo, desde el punto de vista de la geomorfología, tiene por objeto conocer las características básicas del escenario físico del litoral entre Concón y Quintay, donde se requiere, para una ordenación integrada del territorio, determinar la interacción entre los elementos del medio natural, a través de los procesos físicos que se desencadenan, y el grado de morfoconservación de las unidades naturales frente a las actividades antrópicas.

El diagnóstico del medio físico, como señala Gómez Orea (1994), se basa en aspectos valorativos sobre el conocimiento de las características naturales basado en un reconocimiento del mismo y en una interpretación de su funcionamiento, como también en la estimación de la vulnerabilidad del territorio para el desarrollo de actividades humanas. Un diagnóstico físico acertado para la ordenación del litoral puede contribuir a disminuir los impactos sociales, ecológicos y paisajís-

¹ La contribución entrega resultados del Proyecto FONDECYT 1960270.

ticos debido a la localización de actividades incompatibles con el medio natural, el uso inadecuado (sobreutilización/subutilización) del territorio y sus recursos y la ubicación de elementos culturales en áreas de peligrosidad natural, entre otros.

Los diagnósticos del medio físico basados en la determinación de unidades litorales homogéneas basada en las características geomorfológicas son de gran utilidad para el análisis integrado de áreas costeras. Castro *et al.* (1989 y 1990) han propuesto la clasificación de unidades fisiográficas del litoral en parte de Chile Central; gran parte de los autores, como destaca Barragán (*op. cit.*), reconocen unidades litorales de funcionamiento relativamente autónomo, con características que les confieren cierta homogeneidad y que sirven como instrumento para delimitar territorialmente el ámbito de planificación-gestión, plantear divisiones zonales, y llevar a cabo tareas de administración. El sistema de interrelaciones es complejo, por eso es importante conocer las funciones ambientales de mayor trascendencia que desempeñan determinadas unidades naturales (Ver tabla I).

Actualmente, con la dictación del Decreto Supremo 475 en 1994, que establece la Política de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, se hace indispensable continuar en la propuesta de metodologías y esquemas para la zonificación. Diversos autores afirman que la geomorfología aplicada a la ordenación del territorio responde eficientemente a estas necesidades, permitiendo conocer, explicar y evaluar el medio natural, sirviendo como un indicador de la dinámica ambiental y del impacto de las diferentes intervenciones humanas (Nir, D., 1983; Tricart, J. y J. Killian, 1982; Verstappen, P., 1983).

Objetivos y metodología

La presente contribución corresponde a un estudio de geomorfología aplicada, enmarcado dentro del proyecto de investigación FONDECYT 1960270. Se entrega una descripción, análisis e interpretación de la morfología litoral del área a escala de semidetalle, con el objeto de evaluar el estado de morfoconservación, como uno de los parámetros para determinar la sensibilidad am-

Tabla I

El subsistema físico-natural y las funciones ambientales y amenazas en algunas unidades naturales

Medio	Unidades naturales	Función ambiental	Amenazas antrópicas
Marítimo	Plataforma continental con praderas de algas	<ul style="list-style-type: none"> - Producción primaria (materia orgánica) - Genera oxígeno - Alimento y cobijo de especies - Protección de la erosión marina 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación - Sobreexplotación de recursos biológicos
	Aguas abiertas neríticas y bentónicas	<ul style="list-style-type: none"> - Dinámica litoral (corrientes, deriva litoral, transporte de sedimentos marinos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación - Interferencias en la dinámica oceánica
Marítimo terrestre	Costas arenosas	<ul style="list-style-type: none"> - Defensas natural del oleaje - Rol en el balance sedimentario del litoral y hacia el continente (dunas) - Areas de nidificación - Paisajes destacados 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación y transformaciones del medio natural por edificaciones - Contaminación - Extracción de materiales
	Costas rocosas	<ul style="list-style-type: none"> - Paisaje destacado - Areas de alimentación de sedimentos marinos 	<ul style="list-style-type: none"> - Desestabilización de laderas - Contaminación
	Zonas húmedas	<ul style="list-style-type: none"> - Areas de importancia ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación - Pérdida de la naturalidad
Terrestre	Terrazas marinas	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de suelos (sustento agrícola forestal) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mal uso del suelo - Erosión - Contaminación
	Areas fluviales	<ul style="list-style-type: none"> - Aporte de agua dulce - Areas de evacuación de aguas continentales 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación - Extracción de materiales
	Montañas litorales	<ul style="list-style-type: none"> - Control climático - Límite de influencia marina 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradación (incendios forestales) - Erosión

biental de la franja costera del área en estudio, objetivo substancial del proyecto en cuestión. Se presentan también algunas consideraciones respecto al uso potencial y limitantes de las unidades morfológicas identificadas.

Para tal finalidad se efectuó una fotointerpretación a escala 1: 20.000 de aerofotografías pancromáticas del año 1994 y se cotejaron con las del año 1960 y 1974, escalas 1: 60.000 y 1: 30.000, respectivamente. En algunos sectores de especial interés se realizaron análisis con fotografías color escala 1: 20.000 del año 1987. Además, con el estudio de imágenes satelitales falso color, resolución 30 m, y el control en terreno, se identificaron las unidades morfológicas del área. La información fue ingresada a un SIG, donde se correlacionaron los planos de información digital geomorfológicos con los geológicos, morfométricos y de uso del suelo, los que permitieron caracterizar las unidades definidas con apoyo de material inédito de trabajos realizados por los autores en estudios previos.

Area de estudio

El área costera entre la desembocadura del río Aconcagua, por el norte, y la Punta Gallo, por el sur, está conformada por varias unidades geomorfológicas que se han desarrollado desde el Terciario gracias a la acción marina. La evolución morfológica actual está enmarcada dentro del ambiente morfoclimático semiárido de influencia mediterránea, caracterizado por la agresividad de los procesos morfodinámicos, otorgando al área una fragilidad ambiental particular, que además se acentúa por ser una zona de interfase en la que actúan procesos marinos, terrestres y atmosféricos. En la actualidad, las unidades morfológicas del área están sometidas a una transformación antrópica importante, siendo asiento del mayor conglomerado urbano del litoral chileno (el Gran Valparaíso) con 600.000 habitantes, donde diversas actividades humanas han ido modificando el paisaje natural. Al sur del área urbana de Valparaíso, la costa presenta una presión antrópica potencial, la cual se ha comenzado a manifestar a través de la instalación de complejos inmobiliarios, balnearios costeros y áreas forestales, estimulados por la futura construcción de la carretera costera Valparaíso-Algarrobo (Castro, C. y J. Villagrán, 1997).

Diversos autores consideran la zona costera en cuestión como una costa mixta, tanto en sus formas litorales como en su evolución morfológica (Araya, J., 1967; Börgel, R., 1983; Borde, J., 1975). La principal característica del área es la presencia del batolito costero como un bloque fracturado en unidades independientes y fuerte-

mente modelado por la acción marina, conformando un tipo de costa denominada de rasas según Paskoff (R.), 1983. El borde costero, a su vez, presenta costas rocosas acantiladas y bajas, como también playas de bolsillo de cantos y arenas. Predomina, sin embargo, el acantilado que se desarrolla casi sin interrupción desde Punta Angeles hasta Punta Tunquén, con altitudes entre los 8 y 250 metros. Tal diversidad de geofomas, así como los diferentes modos de ocupación humana del área, requieren de un estudio en detalle de las características geomorfológicas, tendiente a definir las potencialidades, limitantes y lineamientos de ocupación del territorio a fin de evaluar el estado actual de las interrelaciones Hombre-Naturaleza.

II. CONTEXTO MORFOGENETICO

En el área de estudio, la mayoría de las geofomas son heredadas y presentan una notoria imposición tectónica. Dichas formas, moldeadas por la acción de agentes subaéreos y marinos, evidencian la acción morfodinámica de paleoclimas más húmedos y cálidos que el actual. Testigos de ello son los importantes campos dunarios pleistocenos de Concón (Castro, C. y B. Andrade, 1987) y los suelos ferruginosos de las planicies litorales de toda el área.

En el contexto morfogenético actual, las geofomas recientes y actuales evolucionan bajo un clima semiárido, donde las precipitaciones se concentran en un invierno corto (4 meses) con gran intensidad de las lluvias tras un período de importante sequía estival (8 meses). Este clima mediterráneo transicional es efectivo para el modelamiento de vertientes en el período húmedo, y para la alimentación de playas y campos dunarios asociados en el período seco. Ciertamente el viento predominante del SW, frecuente de septiembre a marzo, alcanza una velocidad superior a 4,5 m/seg., que los hace eficaces para el transporte de arenas.

La acción oceanodinámica se manifiesta en una eficaz deriva litoral que desplaza sedimentos de sur a norte en el período estival. En invierno, las marejadas son frecuentes y se constituyen en un importante agente morfodinámico en la evolución de acantilados y playas rocosas. Asimismo, los tsunamis son un fenómeno relativamente frecuente en la costa centro-norte de Chile e intervienen en la evolución morfológica del borde costero.

III. MARCO ESTRUCTURAL

El área de estudio es una región de estructura fallada, situada al margen de la zona de subduc-

FALLAS ESCALONADAS ENTRE EL RIO ACONCAGUA Y QUINTAY



C. CASTRO y L.A. BRIGNARDELLO

Proyecto FONDECYT 1960270

Figura 1

ción de la placa oceánica y a los pies de los contrafuertes de la Cordillera de la Costa. Se encuentra afectada por un sistema de fallas de dirección noroeste que han la fracturado ortogonalmente en bloques independientes, los cuales se han levantado con diferencias altitudinales que complican la interpretación evolutiva de las formas. Se pueden identificar al menos cinco bloques tectónicos levantados a partir del río Aconcagua hasta la rada de Quintay, delimitadas por un juego de fallas escalonadas (Ver Fig. 1). La falla que orienta el cauce del río Aconcagua de dirección oeste es la más septentrional del área. Las fallas que controlan el estero Marga-Marga y El Sauce, así como las de los cerros Barón y Curauma, presentan, como ya se anotó, una dirección noroeste. El graben principal se encuentra entre Laguna Verde y Curauma, mientras que los flancos se han levantado en forma más lenta.

a) Rocas ígneas y metamórficas

Los afloramientos rocosos masivos en el área están constituidos por el basamento cristalino del batolito costero, el cual se manifiesta fundamentalmente en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y en parte de las Planicies Litorales (Ver Fig. 2). Las rocas cristalinas están representadas, principalmente, por granito de biotita de grano grueso, datadas en el Paleozoico superior (Alvarez, L., 1964). Otra unidad litológica más próxima al litoral está compuesta por rocas metamórficas que, al contacto con las rocas cristalinas, exhiben una subunidad litológica de transición conformada por neis granítico, del Paleozoico inferior (*Op. cit.*). A partir del estero Reñaca al sur, y en contacto con el borde costero, se manifiesta la unidad litológica compuesta por rocas metamórficas atribuidas al Precámbrico (Ver Fig. 3) y que corresponden a la Formación Quintay (Corvalán, J. y F. Munizaga, 1972). Ella está conformada por anfibolita y esquistos producto del metamorfismo regional de lavas andesíticas y areniscas preexistentes (Grimme, K., y L. Alvarez, 1964). Toda el área de afloramientos rocosos presenta una intensa meteorización hasta

7 m de potencia y se encuentra fuertemente diaclasada y recorrida por filones de cuarzo en todas direcciones.

b) Rocas sedimentarias

Los materiales sedimentarios del área se han depositado desde el Terciario. En el sector entre el río Aconcagua y el estero Marga-Marga se encuentran los sedimentos finos (areniscas y limonitas) de color amarillento pardusco, parcialmente cementados con intercalaciones de gravas y rodados de rocas porfídicas, que corresponden a la Formación Horcón (Tavera, J., 1960) de edad miocena. Estos depósitos se presentan en bancos de escasa potencia sobre las rocas neísicas graníticas transicionales (Ver Fig. 2).

Otros depósitos de fines del Terciario que se desarrollan sobre las Planicies Litorales (Ver Fig. 2) corresponden a sedimentos marinos (Plioceno a Pleistoceno superior), de color pardo-amarillento compuestos por arena fina y limo cementados, con intercalaciones de grava y clastos y bolones de neis (Alvarez, L. 1964). En forma sincrónica con los depósitos marinos se encuentran los depósitos estuariales que conforman parte de las terrazas fluviales superiores del estero Marga-Marga (Ver Fig. 2). Están conformados por materiales heterogéneos (arcillitas a conglomerados de bolones), predominando la arenisca de cuarzo, feldespatos y biotitas (*Op. cit.*).

c) Depósitos no cementados

Los sedimentos eólicos pleistocénicos y holocénicos del sector de Reñaca a Concón están depositados sobre la Formación Horcón (Ver Fig. 2). Estas dunas fósiles están compuestas por arenas finas de color pardo, estabilizadas y con reactivación en el sector de Bosques de Montemar (Andrade, B. y C. Castro, 1987).

Los esteros y quebradas principales han aportado sedimentos a sus lechos, encontrándose terrazas fluviales bien desarrolladas en algunos sectores del área (Ver Fig. 2), como las del río Aconcagua, estero Marga-Marga y estero El Sau-

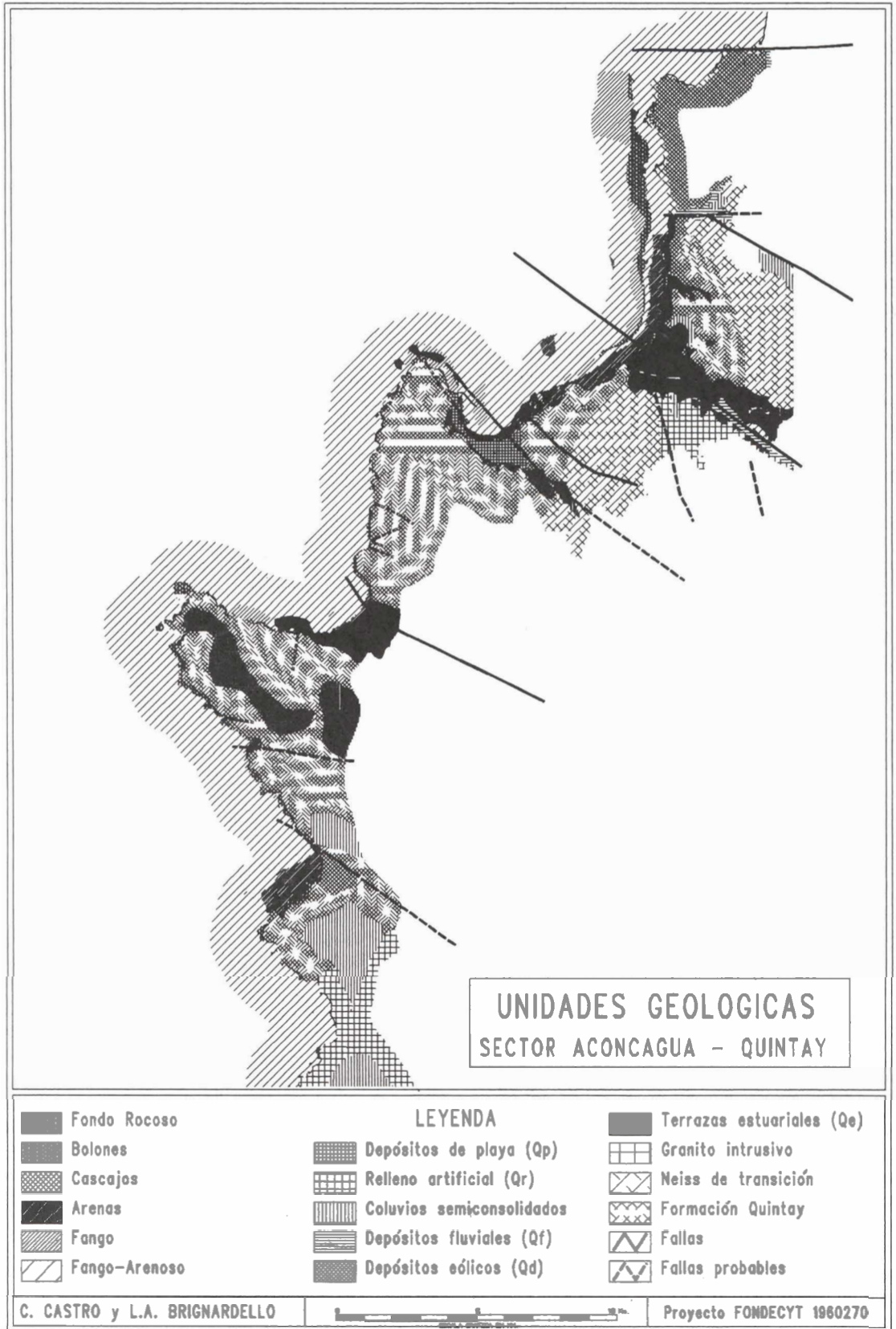


Figura 2.

ce. Los materiales corresponden, principalmente, a rodados, grava y arenas bien seleccionados de petrografía feldespática y cuarcífera.

d) Rocas y depósitos del fondo marino

La superficie superior de la Plataforma Continental del área en estudio está constituida por el basamento metamórfico de similares características petrográficas que el subaéreo antes descrito (Valenzuela y Reyes, 1980). Sin embargo, los afloramientos rocosos son escasos, ya que sedimentos de importante espesor, de origen principalmente terrígeno (80%) colman la plataforma (*Op. cit.*). Su granulometría varía desde gravas a limos, predominando los fangos arenosos (Stuardo, *et al.*, 1981; Reyes, E., 1967) con presencia de una reducida fracción biógena compuesta por foraminíferos bentónicos. Los depósitos presentan una distribución heterogénea predominando los sedimentos gruesos (gravas y arenas gruesas) en la zona inmediatamente adyacente a la línea de costa y los sedimentos más finos (arenas finas y fangos) bajo la isóbata de 20 metros. Junto a los acantilados, escollos y estranes rocosos predominan los cantos rodados y bolones graníticos y metamórficos sobre plataformas de abrasión de igual petrografía.

IV. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

a) Unidad montañosa

Corresponde a la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa con cordones y estribaciones que se proyectan hacia el borde costero, hasta entrar en contacto con los relieves subhorizontales de las Planicies Litorales. Está constituida, principalmente, por las rocas cristalinas granitoides y partes del neiss granítico. Se presenta intensamente disectada y afectada por fuertes procesos erosivos y de nivelación del relieve, dando el aspecto de lomajes en algunas áreas. La forma de las laderas tiende a ser convexa, con pendientes regulares que oscilan entre los 15 y 35°. Se observan algunos procesos de vertientes en aquellos sectores donde la inclinación de la pendiente supera los 18°. Las remociones en masa profundas son frecuentes, gatilladas por las precipitaciones intensas y condicionadas por rupturas de pendiente o cambios litológicos en la continuidad de las laderas y favorecidas por la disminución de la cobertura vegetal. Los movimientos en masa superficiales, así como los procesos de erosión laminar y lineal se observan sólo en las laderas desnudas y de menor inclinación de la pendiente. En cuanto a la exposición de las laderas, se cons-

tató que los procesos erosivos son más frecuentes en aquellas orientadas al Norte y Noroeste. Son usuales los glaciares de denudación en las laderas cóncavas antecedidas por formas planas (terrazas fluviales, terrazas marinas y superficies de aplanamiento).

b) Unidad de planicies litorales

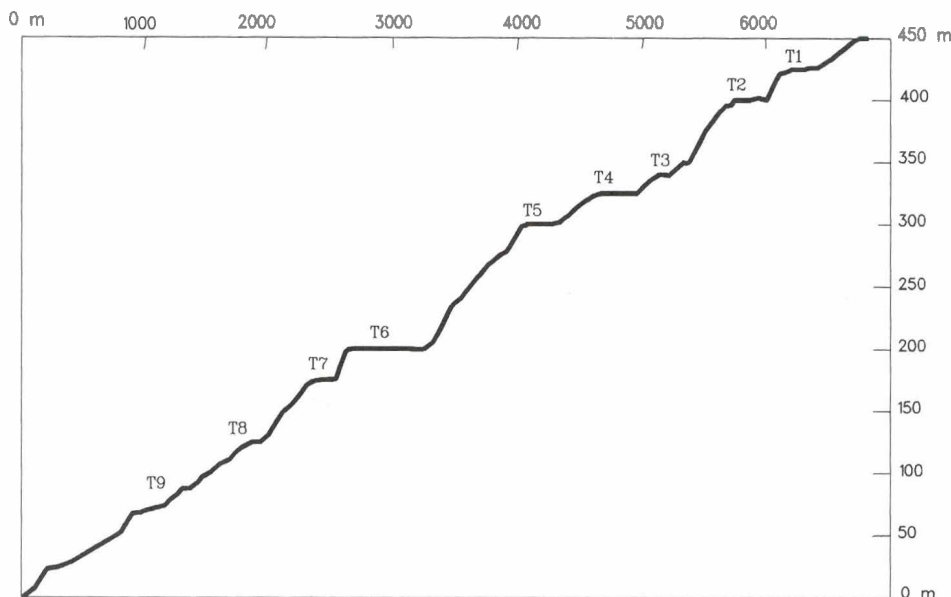
Son superficies abrasivo-acumulativas, labradas sobre las rocas metamórficas de la Formación Quintay y graníticas del batolito costero. Presentan una topografía relativamente tabular, inclinada levemente hacia el Oeste. Desde su contacto con la Cordillera de la Costa es posible distinguir distintos escalones que corresponden a niveles de terrazas marinas separadas por acantilados fósiles de abrupta pendiente. Estas terrazas han sido configuradas por la acción transgresiva del mar durante el Terciario y Cuaternario y por el solavamiento tectónico de los diferentes bloques fallados de las planicies marinas. Se reconocen tres niveles principales: uno alto, entre los 320 y 360 metros de altitud; uno intermedio, entre los 230 y 280 metros; y uno bajo, entre los 20 y 90 metros. En algunos sectores del área se pueden identificar niveles intermedios de escasa extensión y separados por escarpes menores y poco abruptos (Ver Fig. 3). Otros investigadores establecen hasta nueve niveles en el sector de Valparaíso (Alvarez, L., 1964) y cuatro al sur de este sector (Núñez y Saelzer, 1954). El nivel medio es el único que presenta depósitos marinos, en muchos casos fosilíferos, de importante potencia. Constituyen verdaderas plataformas sedimentarias mesetiformes que han sido interpretadas como terrazas marinas sedimentarias remanentes que actúan como testigo de la acción acumulativa marina del Terciario inferior.

La correlación entre las terrazas marinas a lo largo del área en estudio es dificultosa debido a las dislocaciones tectónicas cuaternarias (Alvarez, L., 1964) que han transformado el paisaje.

El manto edáfico de esta unidad se encuentra fuertemente lixiviado, presenta capas de ferruginación y carecen de horizontes eluviales. Está sustentado sobre roca profundamente alterada por la meteorización granular, formando grus o maicillo hasta varios metros de profundidad. El uso actual de esta unidad es preferentemente forestal. En el sector norte del área, las planicies marinas son el fundamento del conglomerado urbano del Gran Valparaíso.

Debido a la acción tectónica y las diferencias litológicas en las que se han labrado las terrazas marinas, es necesario diferenciar, de acuerdo a las características morfológicas, dos subunidades dentro de las planicies marinas:

TERRAZAS MARINAS EN VALPARAISO



C. CASTRO y L.A. BRIGNARDELLO

Proyecto FONDECYT 1960270

Figura 3.

- *Subunidad de planicies llanas*: Superficies llanas de abrasión marina labradas en rocas graníticas y neisicas del batolito costero, en las rocas metamórficas de la Formación Quintay y/o en las rocas sedimentarias de las Formación Horcón. Se localizan en el sector norte del área, donde el basamento está constituido por rocas neisicas transicionales y sedimentarias de la Formación Horcón; y al sur del área, junto a la rada de Quintay, sobre el basamento metamórfico de esquistos y anfibolitas (Ver Figs. 4 y 5). Conforman verdaderas planicies con escasa disección del drenaje, situadas entre los 20 y 220 metros de altitud, con una pendiente media inferior a los 8° de inclinación desde el mar.
- *Subunidad de planicies disectadas*: El aspecto de lomaje de su morfología es producto de la profunda disección lineal de numerosas quebradas paralelas que entallan las vertientes, consecuencia de solevantamientos tectónicos más intensos que en los bloques adyacentes. Están labradas sobre las rocas metamórficas de la Formación Quintay y sobre las rocas neisicas transicionales. La profunda meteorización de estas rocas, así como la presencia de gran cantidad de fracturas y diaclasas, junto al buzamiento de la esquistosidad, han favorecido y controlado los procesos de incisión lineal. Se manifiestan al sur del estero Marga-Marga, y su morfología característica es reconocida en la ciudad de Valparaíso (Ver Figs. 4 y 5).

c) Unidad fluvial

Esta unidad morfológica incluye geoformas de sedimentación y acumulación fluvial, fluvio-marina y fluvio-lacustre. Los principales cursos de agua en el área son el río Aconcagua, el estero Marga-Marga y el estero El Sauce (Ver Figs. 4 y 5).

El río Aconcagua presenta un amplio desarrollo de terrazas fluviales de hasta cuatro niveles de 80 metros de altitud, las cuales son coalescentes con las terrazas marinas hasta nueve km al interior desde la desembocadura. El lecho actual muestra una gran expansión de dos km junto a la desembocadura, donde se desarrolla una zona húmeda litoral. El estero Reñaca, al sur del anterior, tiene un comportamiento semitorrencial y sus terrazas no presentan un gran desarrollo. La terraza más antigua es contemporánea a la Formación Horcón, la cual ha sido erosionada por el estero, confundándose con la terraza marina sobre la que se depositan los sedimentos miocenos.

El estero Marga-Marga, mayor al antedicho, expone terrazas más amplias en las que es posible distinguir períodos torrenciales, estuariales y aluviales. Estas terrazas presentan diferencias altitudinales entre las de la ribera norte y la sur, debido al juego tectónico de la falla que encauza el talweg. La ciudad de Viña del Mar se emplaza en parte de las terrazas fluviales y fluvio-marinas de este estero.

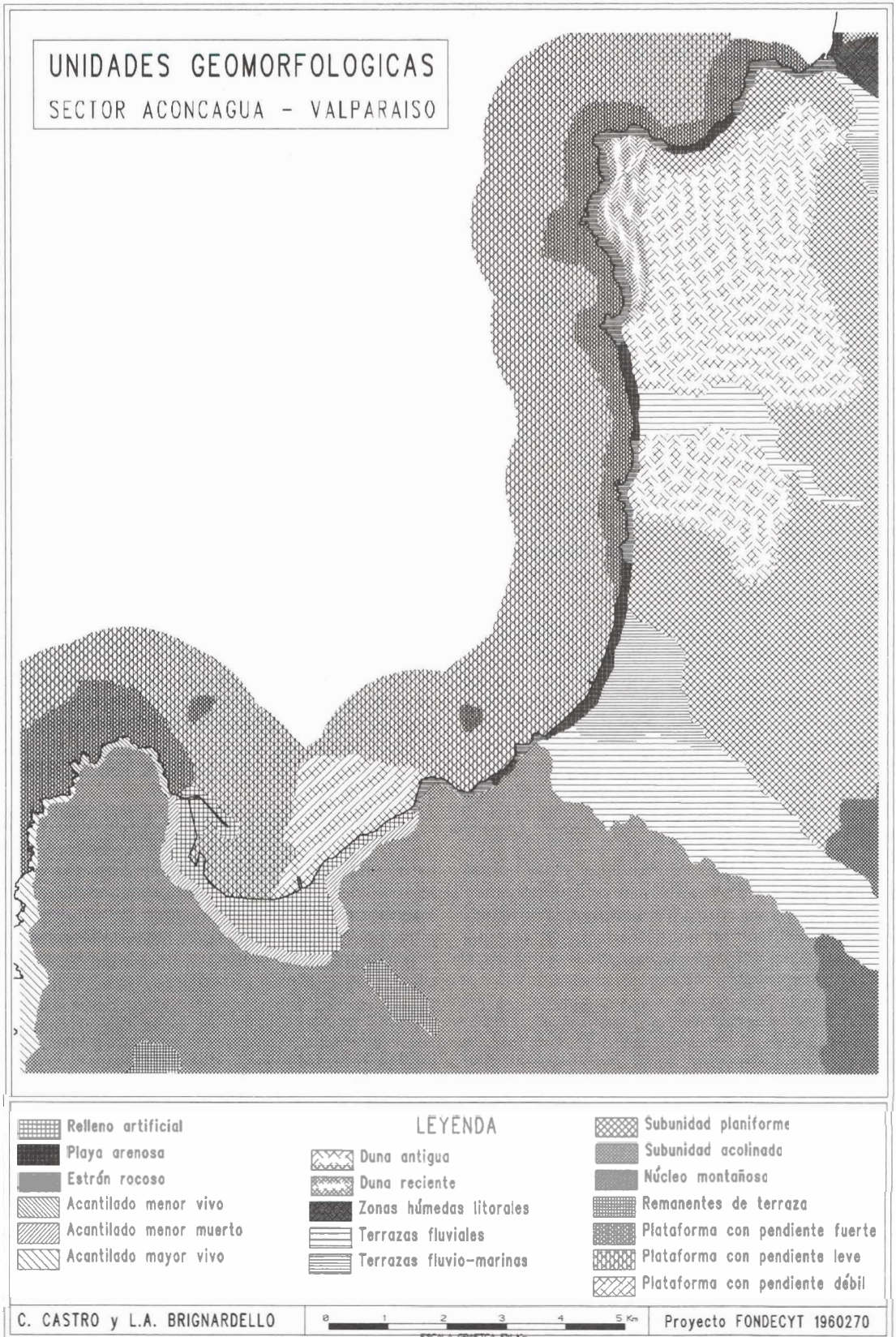
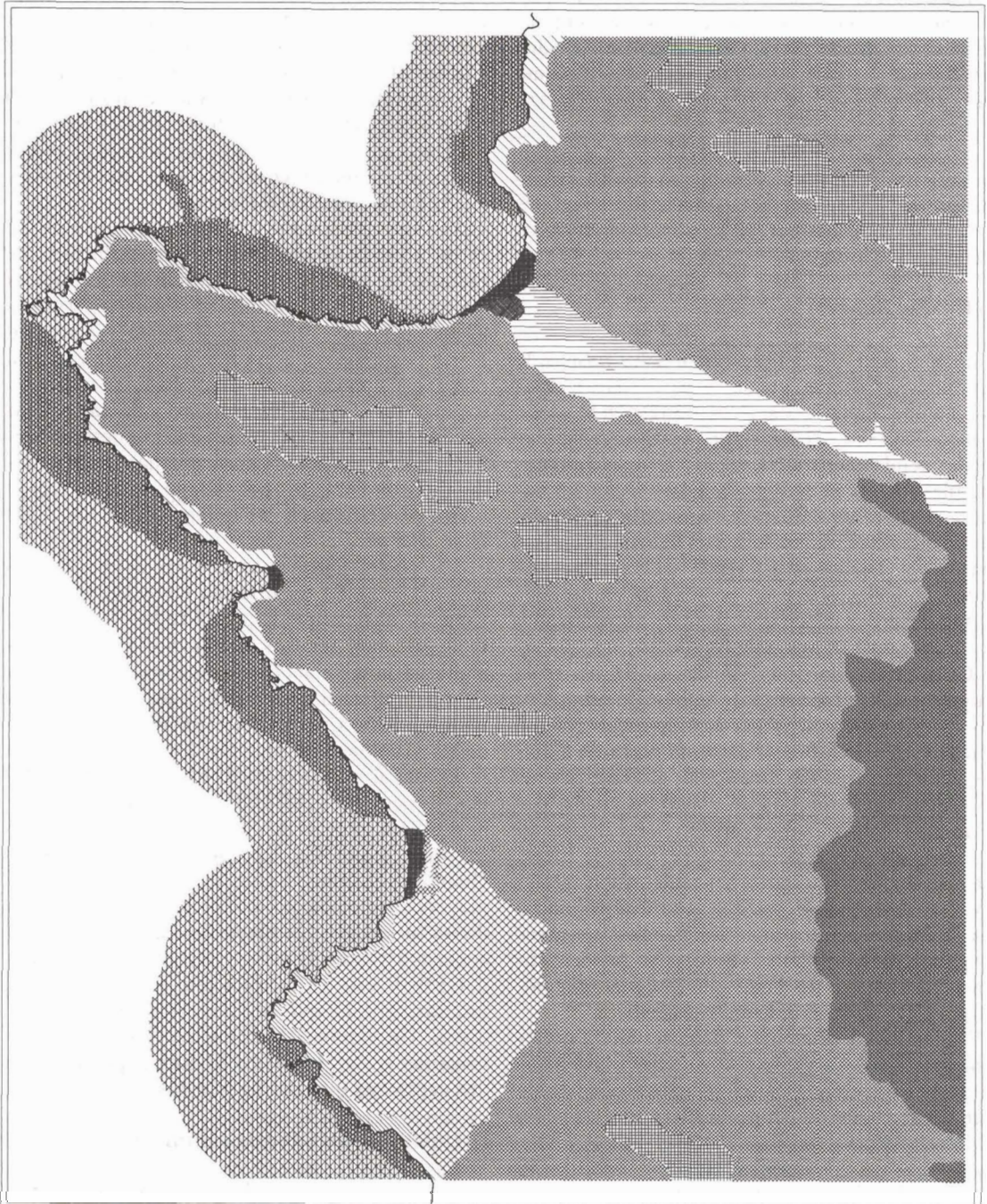


















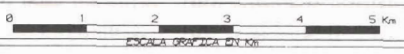


Figura 4.



LEYENDA				
	Relleno artificial		Subunidad planiforme	
	Playa arenosa		Subunidad acolinada	
	Estran rocoso		Núcleo montañoso	
	Acantilado menor vivo		Remanentes de terraza	
	Acantilado menor muerto		Plataforma con pendiente fuerte	
	Acantilado mayor vivo		Plataforma con pendiente leve	
		Duna antigua		Plataforma con pendiente débil
		Duna reciente		
		Zona húmedas litorales		
		Terrazas fluviales		
		Terrazas fluvio-marinas		

C. CASTRO y L.A. BRIGNARDELLO



Proyecto FONDECYT 1960270

Figura 5

Más al sur se desarrollan las terrazas fluviales del estero El Sauce, las cuales son más amplias hacia el sur. No es posible diferenciar más de dos niveles, no obstante, presenta masas de desplome en la ribera norte, que dificultan la interpretación de los niveles.

En el sector meridional del área se desarrollan esteros de menor importancia, en los cuales las terrazas fluviales corresponden a un nivel heredado erosionado por el lecho actual (esteros Curauma y Quintay).

d) Unidad dunaria

Esta unidad morfológica incluye las formas de acumulación eólica actuales y heredadas. El mayor campo dunario del área corresponde al de Concón-Cochoa (21 Km²), que constituyen dunas fósiles semiestabilizadas, siendo las más antiguas del pleistoceno (Ver Fig. 4). Estas presentan como una cobertura eólica de topografía acolinada. Sobre ellas se desarrollan dunas holocénas en forma de ola. Dichas dunas reactivadas que permanecen colgadas sobre un acantilado semiestabilizado desprovistas de una playa de alimentación, por lo que poseen una gran fragilidad.

Otro campo de dunas se desarrolla en Santa Augusta, a 2 km al norte de Caleta Quintay (Ver Fig. 5). Corresponde a una duna bordera reciente con alimentación directa desde la playa de Quintay, con morfología monticular y desprovistas de vegetación psamófila de cobertura eficaz, por lo que su estabilidad es precaria. La depresión interdunaria es una pequeña zona húmeda litoral que obstaculiza la salida al mar del estero Quintay. Las dunas interiores han sido transformadas por la urbanización y no manifiestan las formas longitudinales originales. Bajo ellas pueden encontrarse indicios de dunas más antiguas, sin embargo, estas no se exponen a la superficie.

Dadas las características de costa alta y preferentemente rocosa y a la ausencia de bahías bajas de gran extensión, el área de estudio carece de campos dunarios de importancia con excepción de los anotados anteriormente.

e) Unidad de borde costero

De los 95 Km de borde costero del área en estudio, el 87,8% corresponden a costas acantiladas. Estos acantilados de origen tectónico y retocados por la acción abrasiva del mar, presentan formas rectilíneas. El mayor se desarrolla entre Punta Angeles y Laguna Verde, superando los 300 m de altitud (Ver Fig. 4 y 5). En su base se extiende una estrecha plataforma de abrasión interrumpida, frecuentemente, por caos de bolones producto de derrumbes, los cuales, por la

acción del mar, conforman reducidos estranes rocosos. El mismo fenómeno se manifiesta en los acantilados al sur de Laguna Verde. Entre Punta Curaumilla y la rada de Quintay se desarrolla otro acantilado mayor vivo, que alcanza los 300 m de altitud (Ver Fig. 5). Junto a estos *cliff*, cuyas pendientes oscilan entre los 65 y 80°, se encuentran escollos rocosos e islotes que constituyen testigos de la erosión marina.

Los acantilados menores vivos (menos de 20 m de altitud) se localizan al sur de la rada de Quintay y entre Punta Curaumilla y Laguna Verde. En tanto, los acantilados muertos y semiestabilizados se sitúan desde Punta Angeles al Norte (Ver Fig. 4). Son preferentemente rocosos, con excepción de aquel desarrollado en sedimentos marinos (Formación Horcón) y arenas eólicas semiconsolidadas en el sector Higuierillas-Reñaca. Están precedidos por estrechas plataformas de abrasión cubiertas por relleno artificial. En el sector de Valparaíso este relleno supera los 1.000 m de ancho.

Las playas representan el 8,4% del borde costero del área. Se manifiestan entre Valparaíso y Concón, interrumpidos por el relleno artificial o bien salientes rocosos. La mayoría son playas arenosas con balance sedimentario equilibrado (Vergara y Valenzuela, 1981). Las playas rocosas corresponden a reducidos estranes de cantos rodados y bolones en sectores donde el acantilado se acerca al mar (playas El Membrillo, San Mateo, Rubén Darío). Hacia el sur (Ver Fig. 5) se desarrollan playas de bolsillo, muy protegidas (playas Curaumilla, Las Docas). Las playas de Quintay y Laguna Verde presentan extensiones mayores, sin embargo sólo la de Quintay muestra dunas asociadas. La playa de Laguna Verde se encuentra protegida de los vientos predominantes del SW y está compuesta por arenas medias a gruesas, por lo que no tiene un desarrollo de dunas. Un cordón litoral encierra la bahía y estanca las aguas del estero El Sauce, produciendo una explanada o depresión húmeda a su resguardo.

f) Unidad de plataforma continental

En el área de estudio la plataforma continental es estrecha. De acuerdo a las cartas náuticas, la isóbata de 200 m se localizan a 11,6 km de la costa. Las pendientes no son homogéneas y presentan rasgos morfográficos diferenciables de acuerdo a la topografía subaérea adyacente y a las características litológicas del cuerpo de las geoformas costeras. Se distinguen así una *plataforma continental levemente inclinada* que predomina en casi todo el sector costero bajo (entre el Aconcagua y Punta Gruesa), sobre ella se depositan materiales terrígenos moderadamente finos

Tabla II

Interrelación entre las unidades morfológicas y las actividades antrópicas

Unidad morfológica	Actividad antrópica	Efectos	Características	Sitio observado
Planicie Litoral	Construcción de caminos y calles en el sentido de la inclinación de las pendientes	Erosión lineal	Las formaciones superficiales altamente meteorizadas son incididas por las aguas de arroyada tras precipitaciones intensas en áreas carentes de protección natural	<ul style="list-style-type: none"> • Reñaca Alto • Miraflores Alto • Cerro La Cruz • Tunquén
Planicie Litoral	Desmantelamiento de la vegetación	Descabezamiento del suelo	La ausencia de la protección natural de la vegetación en áreas de poca pendiente aumenta el lavado del suelo y su lixiviación	<ul style="list-style-type: none"> • Punta Curaumilla • Sector alto de Quintay
Dunaria	Urbanización	Reactivación de dunas	La remoción de las arenas semiestabilizadas produce la reactivación de los procesos eólicos	<ul style="list-style-type: none"> • Bosques Montemar (Concón) • Jardín del Mar (Reñaca)
Dunaria	Urbanización	Inestabilidad del terreno	La remoción de arenas dunarias genera la inestabilidad de los terrenos y activa su erodabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Quintay
Dunaria	Pisoteo de animales y tránsito excesivo de vehículos motorizados	Erosión lineal y reactivación de dunas	La comprensión de las arenas eólicas genera el desplazamiento de los sedimentos reactivando las dunas y produciendo erosión por pérdida de la capa vegetal protectora	<ul style="list-style-type: none"> • Concón • Reñaca • Lilenes
Planicies litorales	Incendios forestales	Erosión laminar	La destrucción de la protección natural de la vegetación en áreas de pendiente moderada produce erosividad en manto en las laderas	<ul style="list-style-type: none"> • Rodelillo • Cerro Cordillera Alto
Borde costero (Acantilado muerto)	Urbanización, obras viales	Movimientos en masa	La remoción de los materiales de los acantilados los desestabiliza produciendo derrumbes	<ul style="list-style-type: none"> • Cochoa • Reñaca
Planicie litoral	Sobrepastoreo y/o prácticas agrícolas inadecuadas	Erosión lineal	El inadecuado manejo de los montes produce la pérdida de suelos y la disminución de la cobertura vegetal y con ella la activación de procesos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> • Sector interior entre Las Docas y Quintay
Fluvial	Extracción de áridos	Desestabilización del cauce	La remoción de materiales aluviales genera la inestabilidad del lecho, provocando cambios hidrodinámicos	<ul style="list-style-type: none"> • Estero Margamarga
Fluvial	Relleno en quebradas	Desestabilización del cauce	Aumento de la torrencialidad del cauce en crecidas	<ul style="list-style-type: none"> • Reñaca • Quintay

Elaborado por los autores

(arenas y limos gruesos); la *plataforma continental débilmente inclinada* se localiza en los sectores con predominio de estranes rocosos y plataformas de abrasión en las salientes rocosas, principalmente en Punta Loros y Punta Curaumilla; finalmente, la *plataforma continental fuertemente inclinada* se localiza junto a los acantilados y corresponde a la sección sumergida de ellos.

V. ESTADO DE MORFOCONSERVACION Y VOCACIONES DE USO

Cada unidad morfológica antes caracterizada presenta diferentes grados de fragilidad según sus condiciones internas, tales como el estado de

meteorización de los sustratos, la cohesión de las formaciones superficiales, la inclinación y exposición de laderas. Además, el ambiente morfoclimático de tipo mediterráneo aumenta el grado de sensibilidad, ya que favorece el desencadenamiento de procesos morfodinámicos de gran erosividad como la erosión laminar y lineal, remociones en masa, cambios estacionarios en el perfil de las playas, entre otros.

La ocupación humana de estos sectores produce impactos sobre las unidades morfológicas generando interferencias en el ciclo dinámico del sistema natural. Las interrelaciones entre las distintas actividades antrópicas y las unidades geomorfológicas son sintetizadas en la tabla II, señalando los efectos de la acción humana y los sitios donde se observan tales efectos.

Las unidades dunarias manifiestan una sensibilidad mayor que las demás unidades morfológicas debido al escaso grado de cohesión de las formaciones superficiales eolizadas y la gran susceptibilidad a la erosión y reactivación. Las planicies litorales, especialmente en los sectores de rupturas de pendiente, presentan un alto grado de erodabilidad debido a la meteorización profunda de la roca parental. El borde costero, a pesar de constituir la interfase más frágil del área, presenta una estabilidad morfológica caracterizada por la abrasión de acantilados y un balance sedimentario equilibrado en las playas arenosas. Sin embargo, el carácter mediterráneo del ambiente morfoclimático produce episodios espasmódicos de inestabilidad en los ciclos "normales" que genera el desequilibrio de los agentes morfodinámicos, traduciéndose en procesos cataclísmicos como derrumbes, crecidas repentinas de las quebradas, disminución del volumen de arena en las playas, etc. Además, es posible distinguir otros procesos de deterioro ambiental en esta unidad, tales como la contaminación de aguas, botaderos de basura y fuerte presión por el uso de las playas como lugar de ocio y esparcimiento.

La tabla III expresa el grado de fragilidad de las unidades morfológicas determinado por las características internas. Además sintetiza las restricciones que cada unidad presenta para las actividades antrópicas intensivas o de fuerte transformación del medio natural. Finalmente, se proponen algunos usos del suelo de acuerdo a las vocaciones de uso que condicionan las unidades morfológicas.

VI. CONCLUSIONES

De lo expuesto se desprende que el área litoral estudiada está compuesta por una rica diversidad de geformas asociadas morfogenéticamente a la influencia del mar. Tanto por sus características internas como por el contexto morfoclimático bajo el cual se encuentra, presenta un alto grado de fragilidad y de vulnerabilidad frente a los usos antrópicos. Estos niveles de sensibilidad ambiental son claramente diferenciables de acuerdo al tipo de unidad morfológica reconocida, siendo aquellas unidades morfodinámicamente más activas las que manifiestan un grado de fragilidad mayor.

Morfológicamente, el área corresponde a una costa predominantemente rocosa, dominada por importantes acantilados vivos. El sector sumergido muestra una plataforma continental moderadamente inclinada y sedimentada por materiales levemente finos. En tanto, el sector emergido está dominado por relieves relativamente planiformes, interrumpidos por acantilados fósiles de fuerte pendiente y, en algunas áreas, se encuentran fuertemente disectados por una red de avenamiento paralelo.

Las interferencias antrópicas en este medio natural se traducen, generalmente, en efectos negativos para la estabilidad de las unidades morfológicas. De acuerdo a las vocaciones de uso reconocidas en estas unidades y en la fuerte antropización del área, podemos hacer algunas recomendaciones a modo de regulación básica para la ordenación de la franja costera en cuestión, que

Tabla III

Vocaciones de uso de las unidades morfológicas y grado de fragilidad

Unidad morfológica	Restricciones	Fragilidad	Vocaciones de uso
Montañosa	Fuerte pendiente	Moderada	Forestal
Planicies litorales llanas	Alta erodabilidad	Baja	Usos diversos con restricción
Planicies litorales disectadas	Rugosidad del terreno	Alta	Silvoagropecuario y equipamiento turístico-recreacional
Fluvial	Áreas inundables	Alta	Áreas verdes y de protección ambiental
Dunaria antigua	Terreno friable, vulnerable a la deflación	Extrema	Forestal y protección ambiental
Dunaria reciente y actual	Vulnerable a la dinámica eólica	Alta	Turístico-recreativo con restricciones y ambiental
Borde costero arenoso	Vulnerable a la dinámica oceánica y eólica	Alta	Turístico-recreativo con restricciones y equipamiento pesquero artesanal
Borde costero rocoso	Masividad del terreno	Baja	Equipamiento portuario, deportivo y pesquero artesanal
Borde costero acantilado	Fuerte pendiente	Moderada	Protección ambiental
Plataforma continental	Vulnerable a la dinámica oceánica	Moderada	Acuicultura, pesca artesanal, reservas ecológicas

posibiliten compatibilizar las actividades que convergen en la zona costera con la vocación de uso de las unidades morfológicas:

- Controlar el uso intensivo de las unidades de borde costero, especialmente las playas arenosas y dunas asociadas, favoreciendo las actividades de esparcimiento mediante el establecimiento de infraestructura recreativa que no interfiera con los procesos morfodinámicos e integrando medidas de protección en las áreas más sensibles;
- Prohibir las actividades extractivas sin un plan de manejo, especialmente aquellas referidas a las canteras y extracción de áridos en unidades de borde costero, fluvial y dunaria;
- Estimular la densificación habitacional en unidades morfológicamente estables y urbanizadas y alejar la población, equipamiento e infraestructuras de las áreas inestables, particularmente de áreas de fuerte pendiente y de cursos de aguas superficiales;
- Desincentivar la urbanización de unidades con vocación de uso silvoagropecuario y establecer áreas de protección ambiental y de rescidencia ecológica como forma de restringir la expansión urbana y preservar los valores paisajísticos y ecológicos del litoral;
- Fomentar actividades ambientalmente sostenibles en las unidades adyacentes a la línea de costa; y
- Regular el mejor uso del suelo incorporando la variable ambiental en la planificación del espacio para orientar el desarrollo del litoral en el sentido de la preservación de su diversidad paisajística y biológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVAREZ, L. (1964): Geología del área de Valparaíso-Viña del Mar. Bolet. N° 16: 27-58. Inst. Invest. Geol. Santiago.
- BARRAGAN, J.M. (1997): Medio ambiente y desarrollo en las áreas litorales. Ed. Oikos-Tau. Barcelona, España.
- CASTRO, C. y B. ANDRADE (1987): "Antecedentes sobre la valorización y manejo de costas arenosas en Chile". En: Rev. Geogr. Terra Australis 30: 23-37, IGM, Santiago, Chile.
- CASTRO, C y B. ANDRADE (1989): "La carta fisiográfica aplicada al manejo de la zona costera". En Rev. Geogr. Terra Australis 31: 87-96. IGM, Santiago, Chile.
- CASTRO, C. Y B. ANDRADE (1990): "La carta fisiográfica del litoral entre Tunquén y Santo Domingo (33° 16' - 33° 38' S)" En: Rev. Geogr. Terra Australis 32: 153-164. IGM, Santiago, Chile.
- CASTRO, C. y J. VILLAGRAN (1997): "El medio natural y la inversión inmobiliaria en la zona costera de la V Región". En: Rev. Geogr. de Chile Terra Australis 42 (en prensa). IGM, Santiago, Chile.
- CHILE-MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL (1995): Decreto Supremo (M) 475: Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República. Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional, Santiago, Chile, 64 pp.
- CORVALAN, J. y F. MUNIZAGA (1972): Edades radiométricas de rocas intrusivas y metamórficas de la hoja Valparaíso y San Antonio. Bol. Inst. Invest. Geol, 28: 9-40. IIG, Santiago, Chile.
- GOMEZ OREA, D. (1994): Ordenación del territorio. Ed. Agrícola. Barcelona, España.
- NIR, D. (1983): Man a geomorphological agent. Ed. Keter Pub. House. Jerusalem, Israel, 166 pp.
- NUÑEZ, M. y E. SAELZER (1954): "Las Terrazas marinas entre Valparaíso y Algarrobo". En: Rev. Inform. Geogr. 1: 6-26. U. de Chile, Santiago, Chile.
- PASKOFF, R. (1970): Le Chili semi-aride. Bordeaux, Francia. 420 pp.
- REYES, E. (1967): "Carta batitológica de Valparaíso". En: Rev. Biol. Mar. 13(1): 59-69. Depto. Oceanol. Univ. de Chile.
- REYES, E. Y H. ROMERO (1977): "Climatología e interacción océano-atmósfera en la bahía de Valparaíso". En: Rev. Biol. Mar. 16(2): 125-159. Depto. Oceanol. Univ. de Chile.
- SERRANO, R. (1979): "Las zonas de barrido en las playas del litoral de Valparaíso a Concón: un estudio preliminar". En: Rev. Geogr. de Valparaíso, 9: 63-85. UCV, Valparaíso, Chile
- STUARDO, J. *et al.* (1981): "Características granulométricas y componentes bioquímicos de los sedimentos de tres estaciones submareales de Valparaíso". En: Rev. Biol. Mar. 17 (2): 171-196. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso.
- TRICART, J. y J. KILLIAN (1982): La ecogeografía y la ordenación del medio natural. Ed. Anagrama, Barcelona, España.
- VALENZUELA E. y E. REYES (1980): "Sedimentación reciente en la plataforma submarina de Valparaíso". En: Rev. Biol. Mar. 17(1): 149-169. Depto. Oceanol. Univ. de Chile.
- VERGARA, H. y E. VALENZUELA (1981): "Sedimentación reciente en playas de Valparaíso, V Región". En: Rev. Biol. Mar. 17(2): 267-283. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso.
- VERSTAPPEN, P. (1983): Applied geomorphology: geomorphological survey for environmental development. Ed. Elsevier. Amsterdam, Países Bajos, 438 pp.