

BASES GEOMORFOLOGICAS PARA UNA DIVISION DE LAS COSTAS DE CHILE

por JOSÉ F. ARAYA-VERGARA

Departamento de Geografía U. de Chile

1. ANTECEDENTES

Entre los campos de investigación particularmente enfatizados por la Comisión de Geomorfología Costera de la Unión Geográfica Internacional está el de *sistema de clasificación de costas*, porque en los trabajos taxonómicos que han aparecido hasta la fecha es difícil poder comprender las razones de la distribución de los diferentes tipos de costas y la tendencia de su evolución. Esto ha sido claramente expresado por V. P. ZENKOVICH, miembro regular de la Comisión.

Por otra parte, la Asociación Internacional para el estudio del Cuaternario (INQUA) determinó —como una de las tareas de su Comisión Litoral— promover la investigación para *definir litorales de referencia*, en relación con las investigaciones de Geomorfología Histórica.

Dentro de estos grandes objetivos, y en la necesidad de tener una división funcional para la costa de Chile, serán planteadas en seguida las bases geomorfológicas para dividir el litoral chileno en sectores que puedan llevar una denominación descriptiva y genética a la vez.

2. TRABAJOS ANTERIORES

Son varios los trabajos dedicados total o parcialmente a la costa de Chile, pero aquí sólo se hará una revisión de aquellos que tengan relevancia taxonómica.

Desde el punto de vista de la relación planetaria de las costas occidentales de Sudamérica, vale la pena recordar a E. SUESS (1888-1900), que compara las orillas oceánicas desde el punto de vista tectoesstructural, y con el fin de sacar relaciones filogenéticas regionales. Establece una oposición entre el *estilo atlántico* y el *estilo pacífico*. El primero, con costas transversales a la estructura, cortadas por rías, fracturas borderas de horsts y fallas tabulares. El segundo, con

costas paralelas a las estructuras. Mientras para el Pacífico Occidental la estructura arqueada es característica, ello es menos neto en la costa oeste de Sudamérica. El golfo de California con respecto al valle de San Joaquín y de Sacramento, así como el de Corcovado con respecto al Llano Central de Chile, ocupan una fosa entre la cadena costera y la principal.

VON RICHTHOFEN (en SUESS, 1900), llama la atención acerca de que la cuenca del Pacífico está bordeada de fracturas escalonadas en una muy grande amplitud. Por lo tanto, la contribución de SUESS parece fundamental para colocar a la costa de Chile en el contexto de sus relaciones filogenéticas globales con otras costas del mundo o simplemente del Pacífico, ya que permite tener en cuenta —entre los fundamentos taxonómicos— el papel del diatrofismo y la pirogénesis planetarios.

L. SUNDT (1903) establece una diferencia entre la costa al N y al S del paralelo 41,5°S (aproximadamente en el canal de Chacao), notando que la configuración de ambas partes debe sus diferencias fundamentales a tres factores que han influido al S del paralelo 41,5: los ventisqueros, los ríos torrentosos y el hundimiento; y a dos factores que han afectado al sector norte: relleno de antiguos golfos y bahías por sedimentos de transgresión y la acción posterior del oleaje sobre esta herencia. Dichas diferencia de factores ha dado, para este autor, la posibilidad de distinguir una costa relativamente pareja con ensenadas abiertas y otra accidentada con fiordos canales e islas. Sobre esta base ha sido descrita tradicionalmente la costa de Chile. Sin embargo, desde el punto de vista genético, tiende a ligarse la configuración necesariamente con fenómenos de solevantamiento o de hundimiento, lo que, a la luz de las investigaciones actuales, resulta peligroso e inadecuado a la realidad.

J. BRÜGGEN (1950 a y b) divide la costa de Chile en los siguientes sectores: Arica-Chañaral; Chañaral-Coquimbo; Chile Central; Concepción y Arauco; Valdivia y Llanquihue; golfos situados al E de Chiloé, y la costa de Patagonia. Este es el trabajo más extenso y sistemático que se conoce sobre las costas de Chile y sus aportes son importantes, porque se apartan del esquema clásico que liga una determinada configuración de las costas con hundimientos o solevantamientos, como se supone del cuadro propuesto por SUNDT. Sin embargo, como en este último caso, no se tienen en cuenta los procesos del Cuaternario Reciente debidos a la influencia de los últimos movimientos eustáticos. Por ello, y por no advertirse puntos de vista claros en la división, el esquema de BRÜGGEN parece confuso, porque cuesta encontrar en él justificaciones taxonómicas de los límites propuestos. A pesar de esto, estas descripciones han sido ampliamente consideradas en el presente trabajo, porque derivan de observaciones científicas serias que proporcionan aportes de incuestionable valor.

H. VALENTIN (1954), en un mapa fuera de texto ("Die Gegenwärtige Küstengestalt der Erde", 1951), distingue para las costas de Chile las siguientes zonas:

—Zona de costas de regiones áridas (entre 18 y 30°S aprox.).

— Zona de costas sumergidas de acción fluvial (30 a 42°S aprox.).

— Zona de costas sumergidas de acción glacial (42° al S).

Aquí hay un criterio taxonómico claro: el tipo de acción continental y la posición relativa con respecto a las variaciones del nivel del mar. Para VALENTIN, estas últimas implican un retroceso de la costa por avance del mar (*Zurückgewichene Küsten*), mostrando en su mapa dos grandes porciones:

— Arica-P. Montt: costas sumergidas de acción fluvial en plegamientos jóvenes (valles sumergidos entre 20 y 30°S). (*Cala, Canale und Vallone Küsten*).

— P. Montt-P. Antártica: costas sumergidas de acción glacial dirigida (al S de Chiloé: valle glacial submarino). (*Fjord-Scharen-Küsten*).

Todas resultan costas sumergidas (*Untergetauchte*).

A pesar del esfuerzo sistemático hecho aquí, no se puede emplear esta división sin correr serios riesgos. Es evidente que la acción continental es importante en las costas de Chile, pero este hecho es mezclado con la variación en la posición relativa del nivel del mar, sin establecerse qué ha ocurrido en la costa de regiones áridas. Al parecer también un hundimiento, por pertenecer ella al sector Arica-P. Montt. La información que utilizó VALENTIN para establecer las costas de hundimiento fue la de BRÜGGEN, cuyo aporte ya se ha comentado. No es exacto, en seguida, que entre Arica y P. Montt se trate de interferencia de plegamiento jóvenes en el ambiente costero, aunque existan calas. Se ve entonces que las nociones cartografiadas por VALENTIN derivan de una generalización inadecuada, que no lo es tanto en la parte sur del país.

J. T. MC GILL (1958) publicó un mapa de las costas del mundo 1:25.000.000, en que son considerados los factores de la evolución costera. Este mapa no pudo ser analizado en lo que respecta a Chile, porque sólo se dispuso del artículo y no del material fuera de texto, aunque éste es descrito sumariamente por E. C. F. BIRD (1969).

En el Atlas Físico Geográfico del Mundo (ACADEMY OF SCIENCES U.S.S.R. & MAIN ADMINISTRATION OF GEODESY AND CARTOGRAPHY, SGC USSR, 1964), publicado en ruso, es posible descubrir cinco sectores de la costa chilena, que se engloban dentro de los grupos 1 y 3 de la clasificación allí usada:

— Arica — 33°S aprox.: Grupo 3: costas formadas por procesos ligados al oleaje. Subgrupo: en proceso de regularización. Tipo: abrasivas de bahía.

— 33°S aprox. — Canal de Chacao: Idem. Tipo: abrasivo — acumulativas de bahía.

— Canal de Chacao — Isla Nueva (55°15'S): Grupo 1: formadas por procesos subaéreos y tectónicos poco cambiadas por el mar. Subgrupo: primarias disectadas. Tipo: glacial tectónicas y glacial erosionales.

— Sector Cabo San Pío en ribera norte del canal Beagle: Grupo 3: formadas por procesos ligados al oleaje. Subgrupo: regularizadas. Tipo: abrasivas.

— Parte W del estrecho de Magallanes: Grupo 3. Subgrupo: secundarias disectadas. Tipo: abrasivas de bahía.

Aquí se parte, al parecer, de los criterios de GULLIVER y de SHEPARD, que

tienden a establecer el grado de acción del mar frente a los factores continentales. Si la división parece adecuada para la parte del sur del territorio, no lo es para la norte, porque se asocia la configuración de la costa con el grado de influencia marina. Si en las costas norte lo esencial es el oleaje y en la Patagonia, la estructura, se podría pensar que —de no mediar la acción del oleaje— la costa del norte sería mucho más accidentada, y en cierto modo parecida a la de Patagonia. Esta crítica, sin embargo, es válida para la consideración del grupo, porque en lo que respecta al subgrupo o al tipo, los hechos se avienen con la denominación propuesta. Aplicando los grupos y tipos a la costa norte, la división soviética resulta buena.

R. PASKOFF (1970) describe una buena parte de la costa del Norte Chico, entre La Serena y el río Aconcagua. Hace una sistemática de división especialmente lo que él llama la *costa de rasas* (entre Bahía El Teniente y el Aconcagua), designando así a la parte con un aplanamiento costero inclinado suavemente hacia el mar, extendido y limitado hacia abajo por un acantilado vivo o muerto sobre el cual se pueden escalar *rasas*. Entre Bahía El Teniente (31°S) y el Aconcagua distingue 3 sectores:

— Bahía El Teniente-Bahía Chigualoco (31°45'S): costa en general rectilínea con movimientos tectónicos recientes

— Bahía Chigualoco-Cachagua (32°35'S): con sistema complejo de fracturas más antiguas y bahías amplias.

— Cachagua-R. Aconcagua (32°55'S) restricción de costa rocosa; con acantilado blando; bahías amplias y campos de dunas.

Sin adaptar exactamente los límites propuestos por PASKOFF, su trabajo ha servido para meditar el tratamiento de la costa del Norte Chico, donde el sector Bahía El Teniente-Bahía Chigualoco parece extenderse mejor desde Punta Lengua de Vaca hasta Punta Lobería. La misma carta geomorfológica de PASKOFF no acusa diferencias importantes al N de El Teniente.

En 1971 el autor presentó a la Asociación de Geógrafos de Chile su primer ensayo de división de la costa de este país (ARAYA J. F. 1971), cuya fundamentación es el tema del presente trabajo, que incluso modifica algunas denominaciones entonces propuestas.

3. APLICACION DE LAS CLASIFICACIONES EXISTENTES

Al dividir las costas chilenas surgió la necesidad de utilizar un criterio taxonómico determinado, dados los antecedentes entregados por los trabajos anteriores. Por ello se hará en seguida una sucinta revisión de las clasificaciones de costas aparecidas desde el siglo pasado hasta ahora, con el fin de acomodar criterios que sirvan para la realidad chilena.

Como se desprende de más arriba, E. SUESS (1888-1900) divide, según su estructura, a las costas atlánticas de las pacíficas. Esta división es demasiado general para ser usada en estudios geomorfológicos, pero —como ya se ha

mostrado— permite ubicar a las costas de Chile dentro de un contexto mundial de fenómenos que, a grandes rasgos, está de acuerdo con la realidad. Para Chile, la consideración de la estructura es importante.

A. PENCK (1894) parte de la oposición entre costa acantilada consecuente (*konsequente Steilküste*) y costa llana consecuente (*konsequente Flachküste*). No entra en casos genéticos demasiado difíciles de aplicar. Sin embargo, para la costa de Chile esta dualidad es difícil de usar, porque en tramos de un mismo tipo fundamental, pueden sucederse costas llanas y acantiladas. Pero en PENCK hay ideas importantes:

a) La de *compensación* (*Ausgleichküsten* de VON RICHTHOFEN), fenómeno importante para la taxonomía;

b) La de las *costas lobuladas* (*gelappten Küsten*), concepto que se puede aplicar por ejemplo al sector de Coquimbo o al de Quintero.

W. M. DAVIS (1898 y 1912) se refiere esencialmente a las formas resultantes del *solevantamiento de costas* (*Hebungsküsten*) y del *hundimiento* (*Senkungsküsten*), asociando las primeras con costas parejas y simples y las segundas, con costas irregulares y complicadas. Para la evolución en cada caso aplica el modelo del *ciclo marino*, que es un esquema ideal.

Dentro de este esquema de solevantamiento y hundimiento trabajó F. P. GULLIVER (1899, en JOHNSON D. W. 1919), quien planteó directamente las ideas de *sumersión* y *emersión*. Según comenta JOHNSON, DAVIS clasifica las "costas" más bien que las "orillas". Sus términos no sólo suponen un cambio actual de nivel y que es un movimiento de la tierra el que lo produce, sino también que el movimiento aún continúa, implicaciones que no son justificadas en muchos casos reales. En cambio, *sumersión* y *emersión* no sugieren necesariamente movimiento de la tierra o del mar.

La clasificación de JOHNSON se conecta más bien con GULLIVER. Parte de la base de que la mayoría de las costas muestran rasgos de *sumersión* en unos casos y de *emersión* en otros, atendiendo a las glaciaciones, los interglaciales y la transgresión holocena. Pero no da importancia a los movimientos isostáticos y tectónicos. Hay rasgos de las costas que no son exclusivos de los modelos de JOHNSON por estar influidos por la isostasia (como en las costas de fiordos, tan importantes en Chile).

Por lo tanto, este criterio de clasificación no puede emplearse sin serios riesgos y en el mejor de los casos habría que hacer investigaciones geomorfológicas acuciosas, porque resulta que costas con formas típicas de *sumersión* para JOHNSON son en realidad de *emersión*, en muchos casos. Como anota F. P. SHEPARD (1948), los estudios de campo han indicado que todas las costas muestran evidencias de *sumersión* y *emersión* y que serían *costas compuestas*, categoría que, sin embargo, contempla JOHNSON. En tiempos de este último, los estudios sobre el postglacial no habían progresado. Ahora se sabe que después de las glaciaciones hubo una transgresión universal y que en los últimos miles de años el nivel del mar ha bajado a partir de un óptimo de la transgresión holocena,

marcado por R. PASKOFF (1970) en el Norte Chico. La excepción a esta norma son las compensaciones isostáticas y los movimientos tectónicos. En otros tramos de la misma costa de Chile hubo en 1960 un hundimiento tectónico, que completó la anulación de toda muestra de emersión glacioeustática en el tramo que va desde Puerto Saavedra a Chiloé, con una subsidencia cercana a los 2 m. (WEISCHET W. 1960).

A. DE LAPPARENT (1907) no presenta realmente una clasificación, pero al describir las costas emplea ciertos principios que parecen mostrar la influencia de PENCK y de VON RICHTHOFEN. Interés tiene su tratamiento de los accidentes de la costa acantilada, con formas debidas a diferencias de resistencia, como las ensenadas, agujas, pirámides, pilares, arcos e islas de erosión, conceptos aplicables a algunos tramos importantes de la costa chilena, como la *costa de rasas* de PASKOFF, el sector de Constitución, Pelluhue y otros. Da también importancia a los valles sumergidos, con respecto a los cuales hay que recordar que GULLIVER y JOHNSON emplean la expresión *ria shoreline*, siempre que haya un hundimiento de una topografía normal. La introducción del concepto de *ria* en la terminología costera se debe a VON RICHTHOFEN, y PENCK tendió a diferenciar las rías de las *calas* y los *scherm* (*cherm* en árabe). Estas formas están presentes en la costa de Chile y vale la pena tenerlas en cuenta como individuos claves en criterios de división, *siempre que se tenga presente el factor aportado por la regresión postdunkerquiana*.

Con F. P. GULLIVER (1899, en JOHNSON D. W. 1919) empieza también otra forma de enfocar la taxonomía de las costas, distinguiéndose la *forma inicial* de la *forma subsecuente*, según la mayor o menor influencia del mar. Este criterio fue examinado por E. DE MARTONNE (1926), quien se inclina por presentar un esquema que está más de acuerdo con VON RICHTHOFEN, PENCK y LAPPARENT.

El punto de vista de GULLIVER es también usado por F. P. SHETARD (1948), quien trata de evitar los errores a que puedan llevar las ideas de sumersión y emersión, clasificando las costas en *primarias* (o no influidas por el mar) y *secundarias* (modificadas fundamentalmente por el mar). Reconoce que, debido a la transgresión holocena, el mar no ha estado mucho tiempo en su nivel presente, por lo que *gran parte de las costas ha sido poco modificada por los agentes marinos*. Esta idea es importante como criterio taxonómico y es fácil probar su veracidad en Chile. Esta línea taxonómica es seguida por A. GUILCHER (1954), que parte de las *costas iniciales o primarias*, insistiendo en la *estructura*, elemento fundamental en el caso chileno. De este autor es importante tomar la idea de *estructura arqueada* para el extremo sur del país y las islas subantárticas.

Al lado del punto de vista estructural, conviene mantener para Chile un *punto de vista tectónico*, tal como se desprende de los resultados de PASKOFF en la parte norte de la costa de rasas y de WEISCHET, de Puerto Saavedra al sur. Este criterio es el fundamental para C. A. COTTON (1952, en E. C. F. BIRD, 1969),

que distingue las *costas estables* (no afectadas tectónicamente en el Cuaternario) de las *móviles* (afectadas en el Cuaternario). Los estudios sistemáticos de WEISCHET y PASKOFF han dado buenos resultado al respecto para sectores restringidos de la costa chilena, pero se necesitaría estudios del mismo tipo a lo largo de todo el litoral para poder aplicar el punto de vista de COTTON. Por otra parte, para las costas estables no sólo ha actuado una sumersión reciente, sino además una emersión postdunkeriana.

Un punto de vista distinto a los analizados, pero muy conectado con los de DAVIS, GULLIVER y JOHNSON es el de H. VALENTIN (1954), según el cual hay dos posibilidades del estado actual de una costa:

a) *Avance*, por emersión y/o progradación deposicional (*Vorgerückte Küsten*), y

b) *Retroceso*, por sumersión y/o retrogradación erosional (*Zurückgewichene Küsten*).

Ello se basa en evidencias de ganancia o pérdida de tierra. El esquema constituye un avance con respecto a los trabajos davisianos cíclicos. Pero su aplicación es difícil al no contar con estudios sistemáticos detallados a lo largo de toda la costa, como lo demuestran los errores del mapa de VALENTIN en la parte correspondiente a Chile. Puede aprovecharse, sin embargo una idea muy nueva en VALENTIN: la distinción de los *casos locales de los regionales* y la *separación de tipos e individuos costeros* (*lokalen Küstenzustand individuen, lokalen Küstenzustand typen, regionale Küstenzustandindividuen, regionale Küstenzustandtypen*). Los casos individuales se pueden resumir en *tipos*. Se fija la atención en el *estado de la costa* (*Zustand*), lo que plantea una nueva perspectiva de enfoque evolutivo, que permite la referencia a *costas sumergidas emergentes* o a *costas construidas de desarrollo destructivo*, como *estados costeros disarmónicos*. También aparecen *tipos armónicos*, como las *costas sumergidas sumergientes*. O sea, hay una mención conjunta de la génesis y la evolución de la costa. Por ejemplo, aquellos sectores de la costa chilena en que se haya probado la transgresión holocena y la regresión postdunkeriana corresponden a costas sumergidas emergentes y son disarmónicas.

Por el momento, la clasificación de VALENTIN podría aplicarse a algunos *individuos locales*, como los mencionados por J. M. POMAR (1962): Longotoma, San Antonio, Constitución y Río Imperial, donde los procesos de avance o retroceso actual de la costa pueden ser probados nítidamente.

Para ensayar las posibilidades de una clasificación con énfasis en los ambientes costeros (asociaciones interdependientes de rocas, suelos, formas, clima, vegetación) W. C. PUTMAN inició en 1951 un proyecto para la "Identificación y Clasificación de Rasgos Costeros", a raíz del cual J. T. MC GILL (1958) confeccionó su Mapa de Formas Costeras del Mundo, usando un criterio de clasificación basado en los factores de la evolución. Distingue las *formas costeras mayores* de los *rasgos de la orilla*, las *tierras altas* de las *bajas*, pero esta apli-

cación se hace difícil cuando se trata de trabajar a otra escala que no sea la original del mapa (1:25 000 000).

F. OTTMANN (1965) emplea un criterio muy peculiar en su clasificación, tomando en cuenta que la orilla del mar tiene una ubicación pasajera y que varía con las transgresiones y las regresiones, razón por la que hay que definir las relaciones entre los relieves continental y submarino. Opone así las costas abruptas (rocosas) sin plataforma continental a las bajas, con plataforma. Pero se sabe que en el caso de Chile —frente a las costas abruptas— existe una plataforma que, aunque pequeña a escala mundial, es importante genética y geográficamente, lo que no hace fácil la aplicación de esta clasificación en el país. No obstante, la idea de relacionar la morfología submarina con la emergida es ampliamente usada en la división propuesta para Chile por el autor.

En el Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de la URSS se planteó el problema de que era muy difícil aplicar las clasificaciones preexistentes a escalas pequeñas. Así nació una nueva clasificación que juntó los criterios de V. P. ZENKOVICH (1962) y O. K. LEONT' YEV (1961) (en ACADEMY OF SCIENCES USSR & MAIN ADM. (1964), confeccionada primero para las costas del Pacífico. Sus fundamentos son los rasgos geomorfológicos, su génesis y la edad de los *tipos básicos*, que se han desarrollado bajo diferentes condiciones geográficas físicas, según lo explica A. S. IONIN. Se distingue tres grupos básicos:

- 1) Costas jóvenes formadas por procesos subaéreos y tectónicos y poco cambiadas por el mar;
- 2) Costas formadas por factores ajenos a la acción de la ola;
- 3) Costas formadas por procesos ligados al oleaje.

Cada grupo tiene subgrupos y tipos. En los subgrupos se nota la influencia de F. P. SHEPARD en cuanto a *costas primarias y secundarias*.

A pesar de la problemática planteada por sus autores, esta clasificación sería de mucho más fácil uso si se intercambiaran mutuamente subgrupos dentro de los distintos grupos, porque de otra manera pueden notarse alteraciones visibles de la realidad en algunos casos, como se vio al analizar el mapa de costas del atlas soviético en el caso de Chile.

Como se puede desprender de la revisión de las distintas clasificaciones, en general éstas topan con la dificultad de *la escala a la que se va a trabajar*. Esto se ve claro en los casos de costas de dunas. Aproximadamente, en Chile hay dunas desde Arica a Concepción, pero en forma discontinua, sin ser ellas el rasgo principal de la costa, lo que demuestra que —fundamentalmente— todo intento taxonómico implica un *problema de escala*. El mismo problema de los científicos soviéticos ha tenido el autor en el caso de Chile, razón por la cual la clasificación de aquellos parece ser la más adecuada para los requerimientos de éste. Sin embargo, y por los comentarios hechos a la clasificación soviética, aun ésta es insuficiente en su aplicación a Chile, razón por la que en la división de las costas de este país se tomarán sólo en parte estas ideas. Es evidente que

cada clasificación tiene algunas buenas categorías que han sido aprovechadas. Los soviéticos intentan sistematizar las costas de bahía y emplean con propiedad el concepto de *regularización*, que tiene aplicación universal, pero dentro de algunas clasificaciones clásicas se mencionan individuos costeros que se pueden agregar para la mejor denominación de un tipo de costa (como las *rias* de VON RICHTHOFEN, las *calas* y *lóbulos* de A. PENCK o los *fiards*, separados claramente por VALENTIN en los últimos años). Finalmente, los conceptos *local* y *regional* aplicados a las costas debieran ser explotados, así como también la *armonía* y *desarmonía* genética de VALENTIN.

4. EL PROBLEMA TAXONÓMICO Y LOS MÉTODOS SISTEMÁTICOS

En seguida, se planteará el problema taxonómico en dos aspectos, tendientes a lograr una división adecuada de las costas de Chile:

- 1) Los criterios de distinción, y
- 2) La acomodación de una escala.

1) LOS CRITERIOS DE DISTINCIÓN:

Aquí, el principal problema es encontrar sectores de costa, cuyas denominaciones geomorfológicas los hagan comparables. En esto, las clasificaciones revisadas en general hacen incomparables ciertas categorías al ser aplicadas, porque no dan la posibilidad de establecer combinaciones dentro de su marco.

En el presente caso, antes de definir taxonómicamente cada sector hubo que *buscar sus límites*. Para lo que se siguió el siguiente método:

a) Estudio de la *exposición* de las diferentes partes de la costa. A veces la orientación coincidió con diferencias morfológicas. Otras veces no;

b) La observación de su *aspecto planimétrico*. Este antecedente fue mucho más decisivo para establecer diferencias;

c) Después se recogió los antecedentes ligados a la *morfología emergida*. En este caso se hizo un estudio exhaustivo de la bibliografía en relación con las experiencias personales del autor. Se vio que no todos los rasgos de la morfología emergida son decisivos para establecer diferencias, pero que —fundamentalmente— la amplitud de las terrazas marinas y los caracteres estructurales de la Cordillera de la Costa, sirven en general para detectar diferencias. No así las formas de la orilla, vale decir los acantilados, arrecifes, playa, dunas y las formas banales asociadas;

d) Bajo la influencia del trabajo de F. OTTMANN (1965) y de sus comunicaciones verbales, se pensó que era importante dirigir la atención a la *morfología submarina*. En efecto, hay toda una conexión genética entre el relieve del fondo inmediato a la costa y el de ésta, hecho que queda por conocer mejor e interpretar. En general, se ha advertido que la plataforma continental cambia con cada sector distinguido y que la morfología submarina es un buen índice como criterio de distinción. Se ha constatado, conjuntamente, que los

principales cañones submarinos delimitan sectores de distinto ancho en la plataforma, hecho que puede estar relacionado con la tectónica;

e) Teniéndose en cuenta los cuatro criterios de distinción básicos (*exposición, configuración o aspecto planimétrico, morfología emergida y morfología submarina*), se buscaron en seguida los factores geomorfológicos principales, con el fin de encontrar el fundamento de la denominación geomorfológica de cada sector. Para esto se atendió a los siguientes puntos:

— *Procesos morfogenéticos fundamentales* (control estructural, agentes exógenos, impronta marina, sello continental). Esto es más o menos la mención del tipo local y regional.

— La mención del individuo regional clave, más o menos en el sentido concebido por H. VALENTIN (1954) (Bahía ancha, ría, fiordo, etc.).

— El fenómeno de regularización cuando testimonia un grado importante de acción marina.

— *Los testigos de movimientos eustáticos*, cuando ellos son suficientemente claros y afectan la forma fundamental de la costa.

— Aspecto general de la plataforma continental.

Dentro de los distintos aspectos que han sido usados como criterios de clasificación, el aspecto planimétrico se ha expresado numéricamente, para fijar más objetivamente las diferencias entre los tramos de la costa. Esta idea nació de los investigadores alemanes, y desde los tiempos de RITTER, cuando se empezó a establecer el grado de indentación de la costa con una relación numérica. C. H. NAGEL (1835, en JOHNSON, 1919) usó la relación entre el largo real de la línea de costa y la línea de costa más corta que el área en cuestión podría tener. Con esta idea, en el presente trabajo se ha aplicado un índice de indentación a cada tramo de la costa, teniendo en cuenta que l_c es el largo real de la costa y que l_r , el de la recta que une sus extremos; entonces:

$$I = \frac{l_r}{l_c}, \text{ donde } I \text{ equivale a una costa no indentada, que lo será cada vez}$$

más cuanto menor de I sea la cifra decimal.

También se emplea el concepto de *ensenamiento*, definido como la relación entre el ancho y el fondo de las ensenadas, en kilómetros. Ello es, en algunos casos, el complemento descriptivo de la indentación.

2) LA ACOMODACIÓN DE UNA ESCALA:

Debido a que se trata de las costas de todo Chile, con excepción de las islas oceánicas, no es posible hacer una buena sistemática a escala detallada. En esta cuestión residen esencialmente las dificultades taxonómicas derivadas de las clasificaciones analizadas. Por ello parece buena la idea de VALENTIN al aplicar los conceptos regional y local, tipo e individuo a la morfología costera, porque de esta manera se puede obviar una buena parte del problema. Los individuos costeros, como formas, pueden hallarse tanto local como regionalmente, lo que se ve en cordones litorales, dunas, acantilados, arrecifes y otros.

No parece acertado el punto de vista de PENCK al oponer las *Steilküsten* a las *Flachküsten*, porque ellas pueden sucederse en un *tipo* de costa o aun, tener ambos una relevancia regional como *conjunto*, lo que es típico de Chile.

La carta base para efectuar la división fue el Mapa Físico de Chile 1:1 000 000 del Instituto Geográfico Militar. Al millonésimo tienen cabida los tipos locales y los tipos regionales, en cuanto a su génesis, configuración y estado, dejan a los individuos como indicadores de estos aspectos y entendidos *como individuos regionales más que como individuos locales*.

5. DIVISION PROPUESTA

Esta división establece 16 sectores de la costa chilena, denominados con términos propuestos por ZENKOVICH y LEONT' YEV, aunque no se usa la clasificación de estos autores, porque las modificaciones que establece la combinación de factores son demasiado fundamentales. Con respecto a un trabajo anterior del autor (ARAYA J. F. 1971), algunas denominaciones han sido modificadas.

El cuadro "División geomorfológica de las costas de Chile" resume los rasgos de cada sector y un mapa fuera de texto (a escala reducida) indica la ubicación de esos rasgos (ver Apéndice).

6. FUNDAMENTOS DE LAS DENOMINACIONES GEOMORFOLÓGICAS

A continuación, se explicarán las razones por las que se ha elegido una denominación determinada para cada sector:

1) ARICA - CALETA BUENA. (Fig. 1).

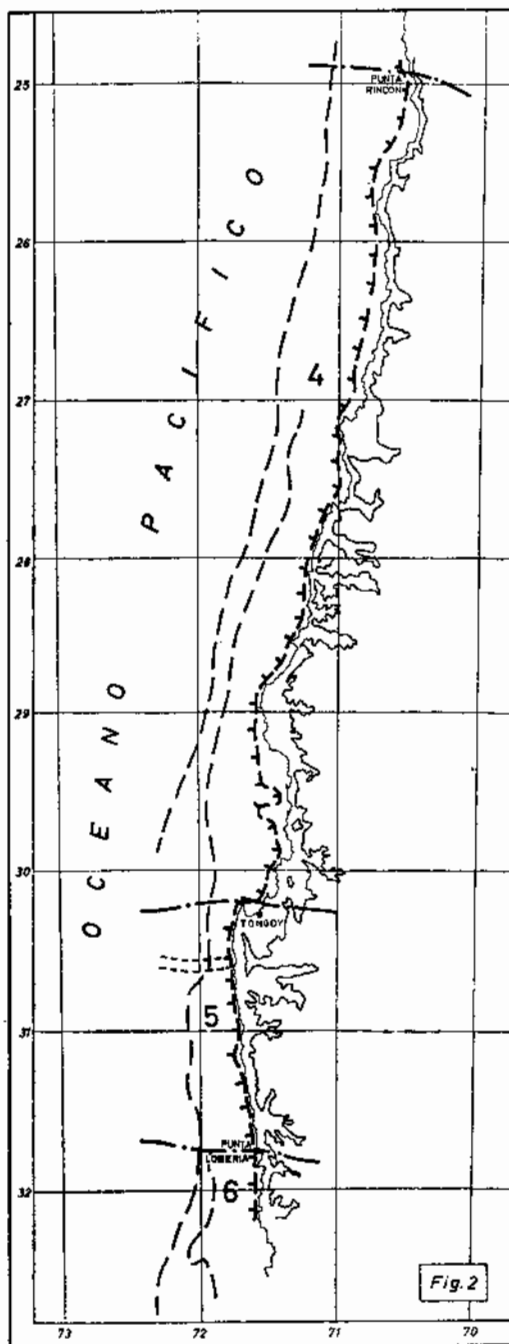
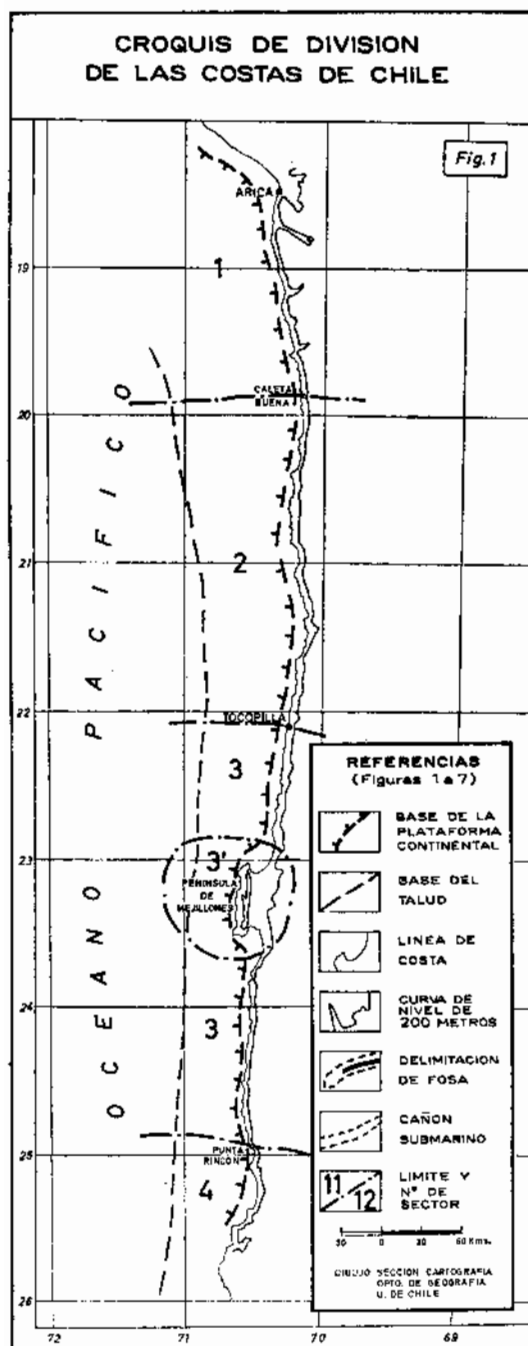
La *acción abrasiva* aquí es descrita por J. BRÜGGEN (1950 a y b) en lo que respecta a los *arrecifes actuales*, separados del continente por los llamados "caletones" o grietas ensanchadas por el oleaje. La influencia de la tectónica en las formas fundamentales se nota por el abrupto de la Cordillera de la Costa, que es un falso acantilado. En general, no hay tendencia a la constitución de bahías. Los perfiles trazados por el mismo BRÜGGEN en la plataforma continental frente a punta Madrid, la revelan como escalonada, hecho que se nota también en el talud.

2) CALETA BUENA - TOCOPILLA. (Fig. 1).

Tienden a repetirse las mismas circunstancias abrasivas y tectónicas, pero aparecen las *bahías amplias* junto a las cuales se ve claramente una terraza principal con acantilado y testigos de abrasión ("morros"). Conjuntamente, el relieve muestra mayores influencias de la *erosión continental* (p. ej., el valle del Río Loa).

3) TOCOPILLA - PUNTA RINCÓN.

La *influencia tectónica* se manifiesta en lo muy rectilínea de esta costa, que muestra un estrechamiento de la terraza principal (BRÜGGEN). La plataforma



continental presenta bordes a distintas profundidades. Luego, es *escalonada* y *angosta*.

3a) PENÍNSULA DE MEJILLONES.

Es descrita con claridad por BRÜGGEN, que muestra un *horst* separado de la Cordillera de la Costa por la terraza principal también tectonizada. Las *bahías delimitantes* acusan, por su forma de arco, un importante proceso de *regularización*.

4) PUNTA RINCÓN - TONGOY. (Fig. 2).

El *papel abrasivo* actual del mar se nota en las puntas que separan las *bahías amplias*, algunas de las cuales (Bahía Inglesa; Gran Bahía de Coquimbo) son *lobuladas*. Sus ganchos de protección en el cierre sur son *horsts* (morro Copiapó), lo que muestra la influencia tectónica en el conjunto, como lo prueba K. SEGERSTROM (1965) entre Caldera y Bahía Salado. Ello también se ve en el alineamiento insular (Islas Chañaral, Choros y Pájaros). La *forma de herradura* de las bahías principales indica importantes procesos locales de *regularización*. Por su parte, la importancia de los valles que llegan hasta la costa corrobora la *acción erosiva* continental. El río Copiapó es el primer río chileno que desemboca directamente en el mar con un gasto considerable.

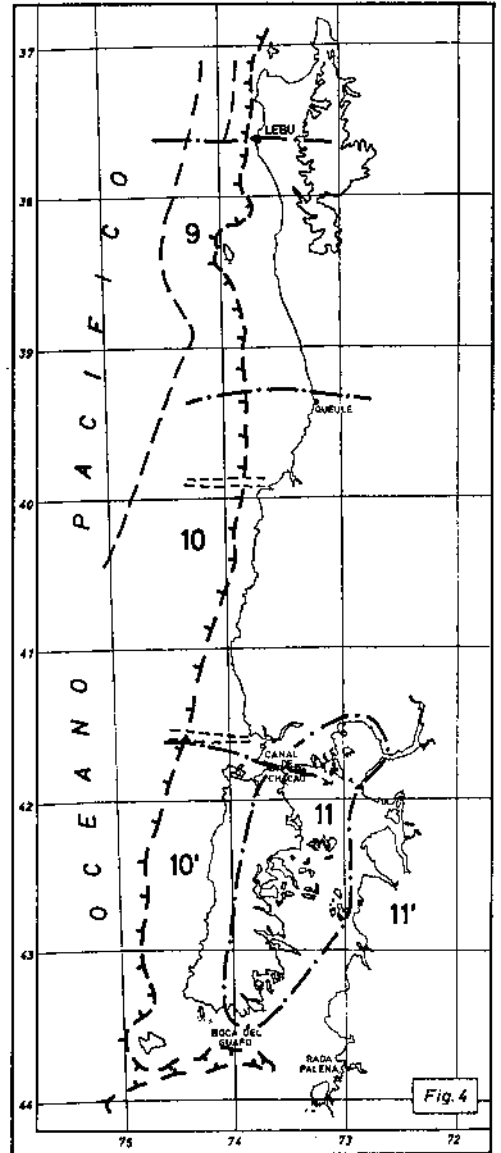
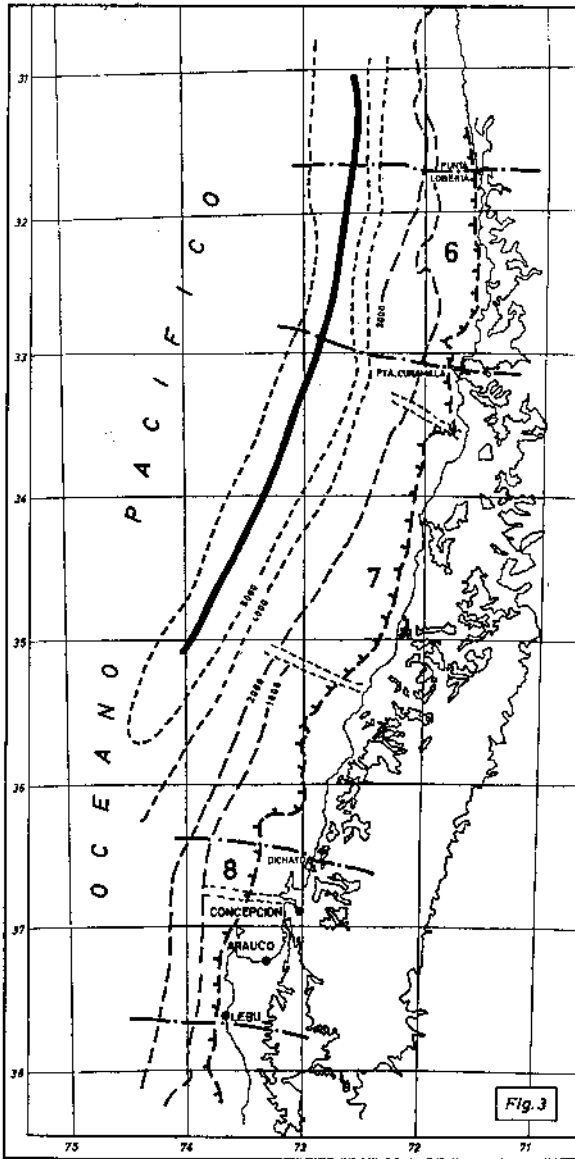
5) TONGOY - PUNTA LOBERÍA.

Es notoria aquí la banqueta de erosión del Pleistoceno Superior (PASKOFF, 1970), atacando las olas directamente la base de un talud o el pie de un acantilado muerto, lo que muestra el papel de la abrasión marina en el Pleistoceno, el Reciente y el Actual. La condición de la *tectónica de falla* ha sido estudiada por R. PASKOFF (1966), quien describe la tectónica de *horst* en las rocas del zócalo a lo largo de los altos de Talinay, con funcionamiento en el Cuaternario, y que condiciona una costa rectilínea con plataformas escalonadas.

F. HERNANDEZ PACHECO (1950, en PASKOFF, 1970) denomina con el nombre de *rasa* en la costa cantábrica a superficies de erosión delimitadas hacia el interior por relieves litorales escarpados y hacia el mar, casi siempre, por acantilados altos. PASKOFF propone designar *costa de rasas* al tramo comprendido entre Bahía El Teniente y el Aconcagua. Pero atendiendo a los otros factores, conviene distinguir una unidad entre Tongoy y Punta Lobería.

6) PUNTA LOBERÍA - PUNTA CURAUMILLA.

La *acción abrasiva* del mar se nota en las puntas. La orilla rocosa está inscrita en la plataforma de abrasión al pie del acantilado del Pleistoceno Superior (PASKOFF, 1970), encontrándose entre Papudo y Zapallar buenos ejemplos del trabajo de las olas, con formación de bloques paralelepípedicos y tratamiento



de "lapiés" en granito. También se manifiesta en acantilados vivos formados de rocas blandas, como al norte de Horcón. El papel de la *erosión continental* se ve en la coincidencia de los fondos de bahías con la desembocadura de drenes importantes (Pupio, Quilimarí, Petorca, Catapilco, Aconcagua, Marga-Marga). La lobulación de las bahías más importantes (Horcón, Quintero, Valparaíso) refleja *regularización*.

La mayor irregularidad de esta parte de la costa se muestra también en la plataforma continental.

7) PUNTA CURAUMILLA - DICHATO. (Fig. 3).

En cuanto al papel *abrasivo* de las olas, este sector es similar al anterior. Hay acantilados vivos de rocas graníticas, como el que está al norte de Algarrobo y el que está al sur de Constitución; y otros en formaciones blandas, como ocurre entre el estero de Yali y el Río Rapel. Los arrecifes atacados por el oleaje son muchos y tienen relación con plataformas de abrasión debidas a un nivel del mar más alto que el actual (Postglacial y quizás Pleistoceno Superior) al cual están asociadas formas más espectaculares de abrasión, como los *arcos* y *pirámides* de Constitución o los pilares ("stacks") de Pelluhue.

Este sector de la costa también puede clasificarse como *acumulativo*, porque contiene importantes *tramos progradados* en los que se observa un considerable proceso de *regularización*. Así se aprecia en la costa arenosa entre San Antonio y Punta Toro ($33^{\circ}47'$), con un gran campo de dunas, donde se ha probado que la regularización es avanzada y que está condicionada por la exposición (ARAYA J. F. 1967), dando una forma planimétrica cóncava. Después está la costa de Quivolgo y Putú, de grandioso campo de dunas. La regularización ha dado aquí forma convexa, contrastante a su vez con la costa de las dunas de Chanco, que es cóncava.

La plataforma continental es más amplia y regular que en todos los sectores de más al norte.

8) CONCEPCIÓN Y ARAUCO.

La *abrasión* se nota en las puntas (Tumbes, Lavapié). La influencia estructural la da la *estructura fallada*. J. BRÜGGEN (1950) ve en las *bahías cerradas* una homología geográfica, por la repartición de formas características entre las bahías de Dichato, Concepción y Arauco, debido a la similitud de procesos que las han formado. La influencia del pilar de Nahuelbuta en Tumbes permite hablar de *estructura de horst en el zócalo*. Las bahías San Vicente, Concepción y Arauco están en regularización, lo que no ocurre hacia Lebu, en que la orilla es más bien abrasiva.

9) LEBU - QUEULE ($39^{\circ}20'$). (Fig. 4).

Este tramo llama ante todo la atención por estar *regularizado*, siendo la influencia del mar lo fundamental. Ello es revelado por la extensión de los *cordones litorales* (los más continuos de Chile, que determinan una costa muy pareja, encerrando a su vez a las más importantes *lagunas litorales* del país. La tendencia a la *regularización* con formación de *cordones litorales*, hace que los ríos en su desembocadura tiendan a inflexionarse hacia el S, delimitados por los cordones. La tendencia reciente y actual de la costa es de

hundimiento (WEISCHET, W. 1960; POMAR J. M. 1962). Ello ha colaborado para la constitución de *ambientes estuariales*, profundizados por *movimientos tectono-eustáticos* (WEISCHET, 1960) con hundimiento de alrededor de 1,5 m. Las formaciones clásticas y blandas que componen la mayor parte de la orilla facilitan el predominio de la acción marina que, además de su papel regularizador con la *deriva litoral*, impone incidencias cataclísmicas como el *tsunami* y la *transgresión violenta* del año 1960. A una combinación entre los mecanismos normales y los cataclísmicos parece deberse el origen y evolución de algunas formas importantes, como las *lacustres*. C. LOMNITZ (1968) expone una ingeniosa hipótesis sobre los orígenes del lago Budi. Exacta ésta o no, es de todas maneras evidente el papel de la regularización marina sobre formaciones blandas (formación Budi de LOMNITZ) y la interferencia de mecanismos cataclísmicos.

En cuanto al *carácter acumulativo* de esta costa, los aportes de arena parecen provenir esencialmente de los ríos Imperial y Toltén.

10) QUEULE - CANAL DE CHACAO.

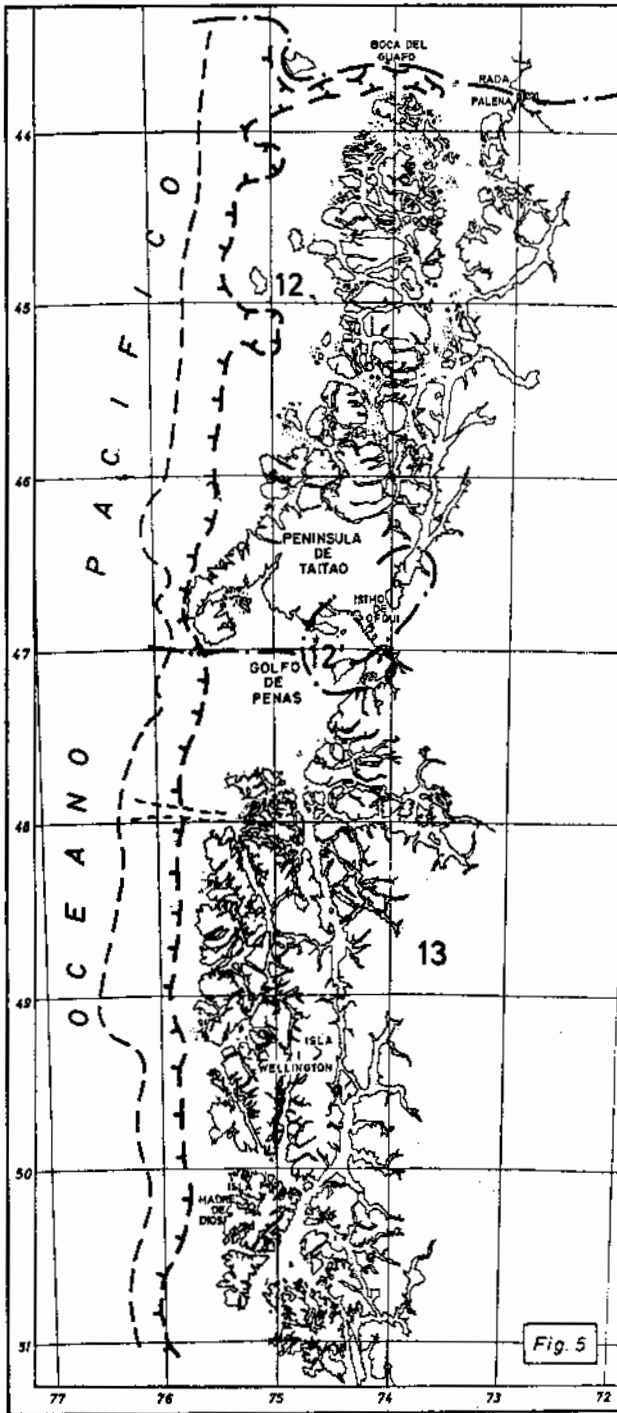
La acción *abrasiva* del mar se revela en el generalizado afloramiento del zócalo metamórfico en forma de acantilados, escollos y puntas que —entre Queule y San Pedro— alternan con playas de arena. BRÜGGEN (1950 a y b) indica que al sur de Corral las pequeñas playas se combinan con acantilados en la roca metamórfica. De los resultados de W. WEISCHET (1965) se concluye que el acantilado más próximo al mar expónese a veces directamente a la acción de las olas, disectándose los niveles más bajos en escollos.

El papel de la *erosión* continental está en la proyección de los valles principales como formas costeras, pudiendo clasificarse esta costa como de *rías* y *calas*. La subsidencia de 1,4 a 1,6 m. reportada por WEISCHET (1960 y 1965) para 1960, acentuó este rasgo. J. M. POMAR (1962) estima que el río Valdivia ganó en profundidad unos 5 m., porque al hundimiento se sumó el dragado de las corrientes producidas por el maremoto. Algo parecido ocurrió en el río Bueno.

La configuración de esta costa está condicionada por la *estructura* local de la Cordillera de la Costa.

10a) COSTA OCCIDENTAL DE LA ISLA DE CHILOÉ. (Fig. 4).

La justificación de la denominación propuesta para este tramo de la costa es prácticamente la misma que la indicada para el sector anterior, con la diferencia de que en Chiloé Occidental no hay prácticamente rías, pero que en cambio pueden revelarse algunas *calas*. La individualidad de la fachada occidental de la isla con respecto a la oriental es recalcada por R. BORGEL (1965), quien llama la atención en la ausencia de terrenos bajos junto al mar en la primera. Esto permite relacionar mejor esta costa con el sector anterior. Sigue



correspondiendo, de acuerdo con BRÜGGEN, al pie de la Cordillera de la Costa, cuya estructura condiciona la misma configuración que al norte del Canal de Chacao. *La continuidad de la plataforma continental entre ambos sectores* —bastante regular— proporciona también antecedentes en favor de esta afirmación.

11) COSTA DE PUERTO MONTT Y COSTA ORIENTAL DE LA ISLA DE CHILOÉ.

Los acantilados detríticos de la costa de Puerto Montt y de las islas revelan el papel *abrasivo* del mar. La tendencia subsidente de la costa acentuó este proceso después del sismo de 1960. En la parte sur de Bahía de Ancud se formó una circa excavada al pie del acantilado (WEISCHET W., 1965), la que es inundada en pleamar. También es importante aquí el papel *erosivo continental*, tratándose de formas continentales hundidas, fenómeno actual y reciente, que continúa produciéndose debido a *impactos tectoeustáticos*. De acuerdo con recopilaciones de H. SIEVERS (1965), se puede afirmar que desde el maremoto de 1960 los fondos de los canales sufrieron alteraciones.

Las *rias* y *calas* aparecen como formas indicadoras de hundimientos, como tendencia más reciente, quedando las islas como testigos primarios deposicionales. Según R. BORGEL (1965), éstas permanecen como restos emergidos del Llano Central, o sea, son *testigos primarios deposicionales de hundimiento*.

11a) COSTA CONTINENTAL DE CHILOÉ.

Las formas de *abrasión* se advierten desde el Cuaternario: hay terrazas en sedimentos cuaternarios (más o menos 100 m. de altura) y playas con sedimentos de origen glacial, observándose también playas dependientes del acantilado más próximo al mar (LEVI B. *et al.* 1966).

Los *fiordos* indican la *génesis erosiva continental*, siguiendo *líneas tectónicas* que se conectan con la dirección de ríos y lagos. Los *cañones epicontinentales* sobrepasan, en profundidad a la plataforma (hasta más de 300 m.).

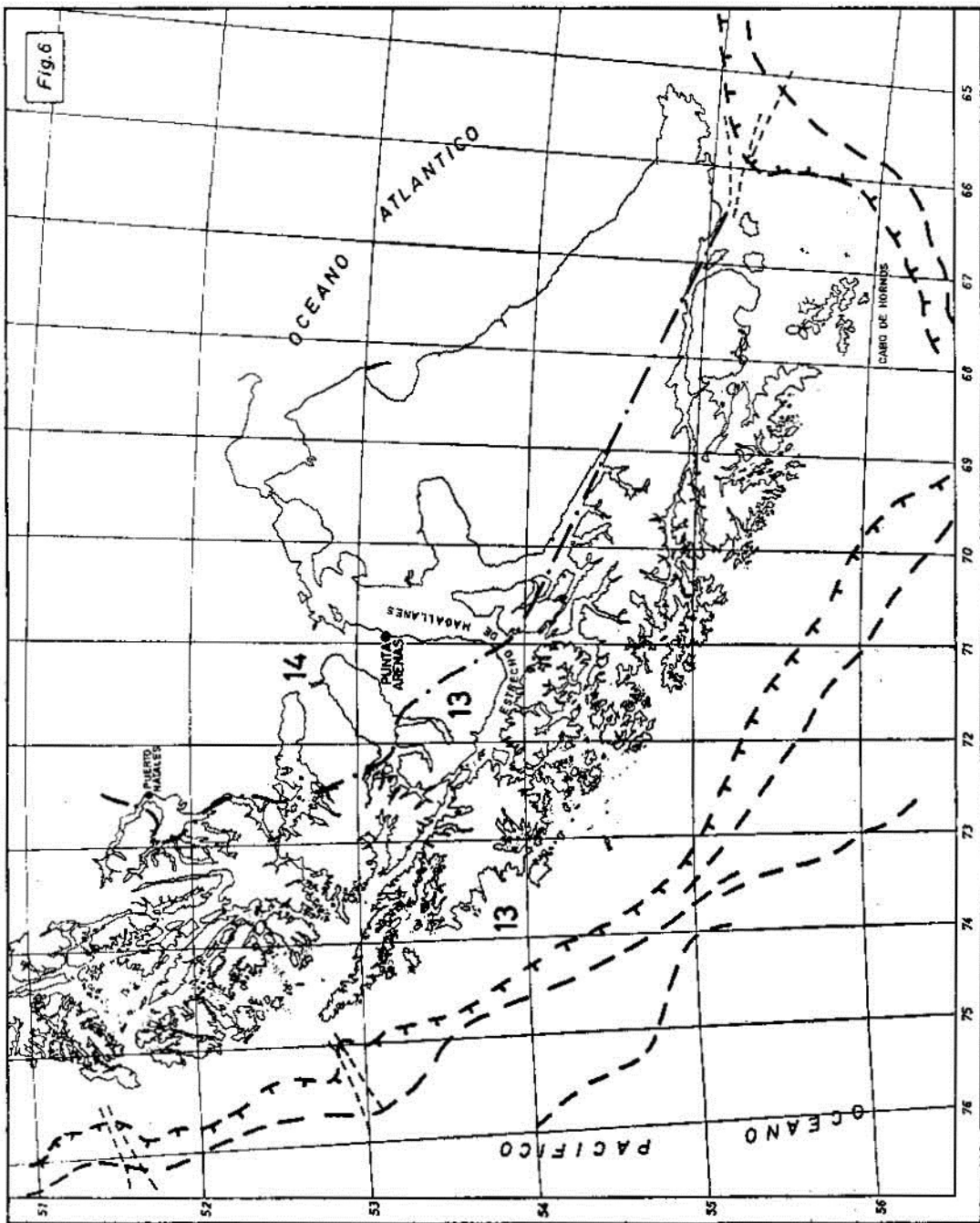
12) BOCA DEL GUAFO - PENÍNSULA TAITAO. (Fig. 5).

Continuando la costa de *fiordos*, la justificación de la denominación es la misma que para el sector anterior. H. STEFFEN (1919-44) llama la atención en la tendencia rectilínea de fiordos y canales, que separan las islas como un vitral. Este reticulado en ángulos rectos y agudos es de *origen tectónico*, lo que se revela también en los canales epicontinentales. Estos testigos de tectónica y de glaciación aportan una característica *primaria* a la costa.

12a) PENÍNSULA TAITAO SUR E ISTMO DE OFQUI.

Para fundamentar la denominación de este tramo hay que citar condiciones de evolución geomorfológica similares a las de la parte oriental de la isla de

Fig. 6



Chiloé y de Puerto Montt. La acción de la *regularización* aquí es bien notoria en la Bahía de San Quintín y Golfo de San Esteban. Al parecer, esta parte de la costa tiene como *antecedente primario* al último representante del Llano Central hacia el S.

13) GOLFO DE PENAS - CABO DE HORROS. (Figs. 5 y 6).

Los motivos de su denominación son casi los mismos que para el sector (12), pero aquí los *fiordos tienen típicamente sus cabeceras englaciadas*, porque enfrentan directamente las calotas de hielo patagónicas. Una excepción es el complejo del fiordo Baker, pero al parecer aquí el hielo desapareció de los valles en un pasado cercano (STEFFEN H. 1919-44).

El control tectónico de los canales e islas tiene dos estilos:

a) El más compacto del archipiélago de Wellington que está más en concordancia con las líneas de fiordos, y b) el más disperso, que se extiende desde Madre de Dios hasta Cabo de Hornos y en el que se manifiesta la influencia de *estructuras arqueadas* debidas a la tectónica de arco del extremo meridional de Sudamérica y de la Península Antártica en relación con las Antillas del Sur.

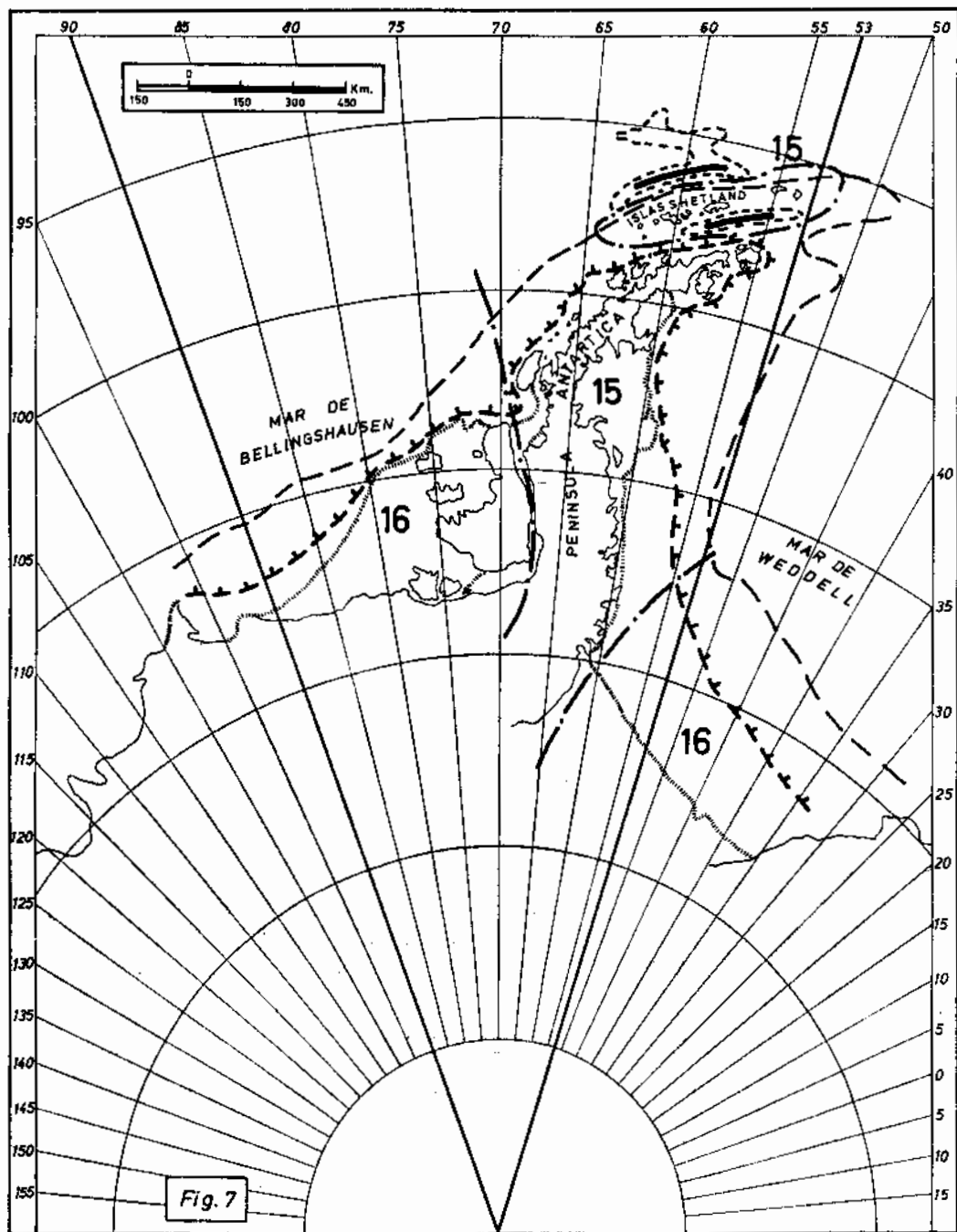
Los cañones epicontinentales fueron descritos por STEFFEN, quien descubrió ranuras profundas en la plataforma, cuyas profundidades pueden alcanzar hasta 1.300 m.

14) PUERTO NATALES Y PARTE ORIENTAL DEL ESTRECHO DE MAGALLANES. (Fig. 6).

Frente a la región de Punta Arenas y Puerto Natales la unidad anterior no se presenta con las características descritas, lo que obliga a tratar de sistematizar un sector separado, constituido por la costa de Puerto Natales, del Seno Skyring, del Seno Otway y del Estrecho de Magallanes a partir de su codo principal.

El carácter *acumulativo* de estas costas se puede deducir de las descripciones de H. FUENZALIDA (1965), que reconoce terrazas marinas labradas en sedimentos terciarios y articulaciones litorales influidas por cordones morrénicos. Las planizaciones son consideradas como resultado de la reordenación de materiales glaciales por el mar, debido a las fuertes diferencias del nivel de mareas en el postglacial (FUENZALIDA, H. 1960-3). El carácter *primario* se nota en los rasgos esenciales de la configuración en *bahías lobuladas (gelappten Küsten de PENCK)*, correspondientes a lenguas glaciales del Cuaternario (glaciares de piedmont).

Las cartas batimétricas dejan ver aquí una disección de la plataforma continental.



15) PENÍNSULA ANTÁRTICA E ISLAS ADYACENTES. (Fig. 7).

Su *estructura arqueada* es definida por H. FUENZALIDA (1965) que describe a la península como "un arco que por el sur hace juego con la curvatura general del continente americano". En esta estructura, la acción primaria de los glaciares ha producido ensenamientos de un diseño complicado, incididos en peniplanicies englaciadas de rocas resistentes. Por esta razón, se propone aquí el nombre de *costa de "fjards"*, como resultado de una erosión glacial no bien encausada. Una descripción de E. FLORES (1952) deja entender que lo más importante como factor de esta costa es la acción del hielo, y que la acción del mar es notoria sólo sobre éste, formando *acantilados de hielo*.

En cuanto a la parte insular, hay que separar, como lo hace H. FUENZALIDA (1965) los *archipiélagos antárticos* de los *subantárticos*. Los primeros están ligados al continente y tienen la misma litología que la península. Desde el punto de vista de la morfología costera pueden proponerse como *skiärds* a las menores de estas islas, escollos al parecer ligados al solevantamiento isostático reciente. Los segundos corresponden a la *parte insular volcánica* (Shetland del Sur), definida por O. GONZÁLEZ (1965) como un *arco de islas volcánicas* que se presentan como cráteres extintos, cuyos relictos indican manifestaciones volcánicas actuales, y por FUENZALIDA, como una cadena volcánica fuertemente trabajada por los hielos. La calota que tiende a cubrir cada isla hace que la mayor parte de la costa esté formada por *acantilados de hielo* (ARAYA, R. & F. HERVE, 1966), junto a los cuales la abrasión marina extrae materiales morrénicos que forman posteriormente las playas. ARAYA y HERVE han encontrado aquí efectos de *solevantamiento isostático*.

16) COSTAS DE LOS MARES DE BELLINGSHAUSEN Y DE WEDDELL.

El papel *abrasivo* marino se aprecia directamente en el borde del *inlandsis*, formando un acantilado de hielo similar al de la P. Antártica. La costa englaciada se comporta como *costa alta acantilada*. El mar ha conseguido regularizar los bordes del hielo promoviendo la formación de *icebergs*. Sin embargo, la verdadera regularización por abrasión en el hielo, sólo es válida para el fondo del mar de Weddell, porque la evolución del resto está controlada por la *roca basal*.

7. DISCUSION

La discusión se centrará en dos aspectos: los criterios de distinción y la comparación de las denominaciones.

7.1. LOS CRITERIOS DE DISTINCIÓN.

Se hará revisión aquí de tres elementos: las terrazas, marfnas, la margen continental y el índice de identificación.

a) *Las terrazas marinas.*

Como se ha visto, dentro de la morfología emergida de cada sector no se ha dado importancia como criterio de distinción a las *terrazas marinas*, porque —en principio— no son un buen elemento para este fin. En general hay terrazas, mal o bien conservadas, a lo largo de toda la costa. En algunas partes ellas son muy amplias (región de Rapel); en otras, muy estrechas y casi inexistentes (Norte Grande y Patagonia). Los límites de estas diferencias no coinciden con los de unidades geomorfológicas más compactas, o sea, en que se consideren más factores *geomorfológicos*.

Analizando los cuatro aspectos principales que han servido como criterios de distinción, se ha visto que la configuración planimétrica es el mejor comienzo para introducir otros aspectos. No ocurre lo mismo con la exposición, cuyo cambio a veces no coincide con diferencias morfológicas importantes. Dentro de la morfología emergida, son la estructura y el grado de acción marina los que permiten captar mejor las diferencias entre los distintos sectores, y no los escalonamientos dejados por los cambios del nivel del mar. Las investigaciones dadas a conocer por H. FUENZALIDA *et al* (1965) no permiten entender bien aún estos fenómenos como para que sean la base de trabajos taxomónicos, porque los cambios eustáticos del nivel del mar han sido modificados por movimientos tectónicos o de origen epirogenético. Lo que se sabe de esto, sólo permite formarse algunos grandes cuadros y no hacer una división funcional de la costa. De acuerdo con los mismos autores, el *solevantamiento epirogénico* ha sido dominante al N del paralelo 40°, pero localmente algunas terrazas han sido desplazadas 40 ó 50 m. por la tectónica. Aun así, no existe un conocimiento cabal de este comportamiento a lo largo del territorio. Por ello, se ha descrito en el cuadro sólo la *amplitud* de las terrazas (ancho) y no otros rasgos que contengan implicaciones genéticas.

b) *La margen continental.*

Más ayuda que las terrazas ha prestado la *morfología submarina*, por lo menos al norte del Canal de Chacao. Se ha apreciado en general que —a partir de cada límite entre dos sectores— cambian las características de la *margen continental*. Ello parece acusar una relación genética y estructural entre la parte emergida, la orilla y la parte submarina, no sólo por las variaciones eustáticas de nivel del mar, sino también por la estructura y tectónica locales (ver mapa fuera de texto).

Una revisión general de los *cañones submarinos* junto a la costa, da a entender que la amplitud de la plataforma continental varía —en general— a partir de ellos. Puede pensarse que la tectónica de la margen continental, con movimientos tangenciales, ha influido en este hecho. Como la estructura acusa visiblemente un papel diferenciador de tipos de costa, se ve pues que la

correlación de la morfología submarina con la emergida y la configuración es admisible y útil como hipótesis de trabajo.

c) *Índice de indentación (I)* (ver Apéndice)

Se ha encontrado que el resultado que arroja el cálculo de este índice no es satisfactorio en algunos casos, pero siempre que se quiera encontrar diferencias de detalle. Por ejemplo, el sector 9 (Lebu-Queule) —el más parejo de Chile Sudamericano— muestra un índice ($I = 0.972$) menor que el sector 3 (Tocopilla - P. Rincón) con $I = 0.980$, que siendo muy rectilíneo no es tan parejo como Lebu-Queule. Aquí la concavidad y convexidad de una costa regularizada influyen en el índice y no la indentación. En estos casos, las diferencias entregadas por este no son de indentación, sino sólo de un aspecto muy general de la configuración de la costa. De este modo, resulta que el sector 3, siendo más indentado que el 9 (que prácticamente no lo es), aparece con un índice mayor.

Debido a esto, K. RITTER y otros investigadores alemanes del siglo pasado idearon otras relaciones que —como la empleada en este trabajo— están sujetas a válidas críticas. DE MARTONE (1903, en JOHNSON 1919) opinó que mejores resultados pueden obtenerse usando el área entre las curvas de nivel arriba y abajo del nivel del mar. Es fácil darse cuenta de la dificultad e incertidumbre de este método.

A pesar de las limitaciones expuestas, el método empleado aquí muestra bien las diferencias esenciales entre los distintos tramos de la costa. Para la expresión numérica, no parece necesario ni conveniente usar más de dos decimales como significativos (ver cuadro sinóptico en Apéndice).

7.2. *Comparación de las denominaciones:*

Se ha intentado que las denominaciones aplicadas a los distintos sectores permitan compararlos entre sí, como se explicó oportunamente. Sin embargo, algunas denominaciones tienen partes que no obedecen a una norma rígida y que —a primera vista— restarían claridad a una comparación. Por ejemplo, el sector Arica-Caleta Buena corresponde a abrasivo tectónico de falla y el siguiente (Caleta Buena-Tocopilla), abrasivo y erosivo tectónico de bahía amplia. La duda está entre lo que diferencia a una costa de falla de una de bahía, cuando son términos incomparables. Lo que se quiere decir, en realidad, es que el primer caso la estructura fallada mantiene una costa alineada esencialmente conforme al afallamiento principal; en cambio en el segundo, que esta estructura más la erosión continental ha hecho posible la formación de bahías.

Se ve enseguida, que la mayoría de los sectores es abrasiva. ¿Por qué mantener el término cuando precisamente la abrasión parece ser un factor común y no diferencial? Esto no dejó de hacer meditar al autor, quien llegó a la conclusión de que lo mejor era hacer destacar lo esencial en la génesis de la costa

de acuerdo con su configuración actual. En dos tramos contiguos, Concepción-Arauco y Lebu-Queule, se usan las denominaciones abrasivo estructural de horst y regular acumulativa de cordones litorales respectivamente. Es evidente que la abrasión marina actual afecta a ambos sectores, pero el proceso morfogenético fundamental del que han resultado los grandes cuadros ha sido la abrasión y erosión a uno y la regularización por acumulación en otro.

De todas maneras, es incuestionable que muchas de las denominaciones pueden ser mejoradas con nuevos estudios.

8. CONCLUSIONES

- 1) Hasta la fecha no existía una división razonada de la costa de Chile;
- 2) Las clasificaciones de costas existentes no permiten ser usadas para definir realidades complejas de costas. Dentro de ellas, la que mayores satisfacciones ha dado al autor es la de ZENKOVICH y LEONT'YEV, pero con modificaciones de estructura;
- 3) El problema de la aplicación de las clasificaciones reside ante todo en la escala;
- 4) Una costa debe definirse por dos tipos de procesos morfogenéticos fundamentales: *los que le han dado origen y los que la hacen evolucionar*;
- 5) Con respecto a esto, conviene mantener la distinción entre *procesos armónicos y disarmónicos* de VALENTIN;
- 6) El uso de los conceptos regionales aplicados por este último autor puede ayudar a comprender el papel que juegan los *tipos e individuos (locales y regionales)* en la clasificación de las costas;
- 7) A pesar de los estudios hechos sobre el Cuaternario marino aún no es posible tomar a las terrazas marinas como factor importante de división de costas;
- 8) *Sin embargo, el problema puede enfocarse al revés*: tomar una división de costas para continuar el estudio y comparar de una manera más adecuada los niveles marinos, teniendo clara conciencia del significado del sector de la costa al cual pertenecen. Sólo entonces se podrá sacar conclusiones generales para la historia geomorfológica. O sea, este enfoque permitiría *elegir mejor las muestras* para estudiar la geomorfología histórica de la banda litoral;
- 9) Estos últimos estudios debieran poder establecer el grado de armonía o de disarmonía evolutiva de cada uno de los sectores;
- 10) Finalmente, sería deseable que divisiones como la propuesta fuesen empleadas con fines de acondicionamiento. La programación de caletas pesqueras, de instalaciones portuarias e industrias en la banda litoral, necesitan de trabajos previos de carácter taxonómico y de regionalización.

Sector	Exposición	Aspecto planimétrico	Morfología emergida	Morfología submarina	Denominación propuesta
1) Arica - Calcuta Buena (19°50').	NNW-SSE	Ensenamiento: 20 a 25 X 5 km. Más o menos pareja. Amplitud común ensenadas: 5 km. Pequeñas bahías. I = 0,953.	Escarpe de la Cordillera de la Costa junto al mar: 500 a 800 m. Escasa terraza litoral (BRÜGGEN).	Plataforma angosta: 10 km. Talud restringido con rellano amplio (35-65 km.). Fosa de Krümmel a más de 6.000 metros.	Abrasivo tectónica de falla con peldaños hacia la plataforma continental.
2) Caleta Buena - Tocopilla	Aprox. N-S	Ensen.: 20 a 25 X 5 km. Más accidentada. Algunas bahías amplias poco cerradas. I = 0,901.	Escarpe de la Cordillera de la Costa junto al mar. Terraza más ancha (2-5 km.) con testigos de erosión marina (BRÜGGEN).	Plataforma más ancha: más de 25 km. Talud con forma más típica, sin rellanos importantes. Fosa de Krümmel perdiéndose hacia el S.	Abrasivo tectónica y erosivo tectónica de bahía, con plataforma continental regular.
3) Tocopilla - Punta Rincón (25°).	NNE-SSW	Muy rectilíneo, con excepción de P. Mejillones. Poco ensenamiento: 5 X 2 km. I = 0,980.	Escarpe de la Cordillera de la Costa más disectado. Cordillera de la Costa más alta (más de 1.500 a 2.000 m.). Terraza nuevamente angosta: 3 km. (BRÜGGEN).	Plataforma continental notablemente más angosta: menos de 10 km. Talud sin rellano importante. Umbral de fosa entre Krümmel y Richards.	Abrasivo tectónica de falla con peldaños en la plataforma continental.
3') Península de Mejillones		20 X 55 km. (Ensen.). Bahías amplias: 80 km. de amplitud. Frente marítimo parejo. I = 0,647.	Pilar tectónico disectado y terraza intermedia separándolo de la Cordillera de la Costa.	Rellano local del talud frente a la península.	Abrasivo tectónica de falla con bahías de regularización y peldaños en plataforma.
4) Punta Rincón - Tongoy.	Notoriamente NNE-SSW	Más dispareja que en sectores anteriores. Ensenadas grandes y abiertas. Asimetría en ensenamientos principales protegidos al S. Islas. I = 0,733.	No hay escarpe de la Cordillera de la Costa. Planicies litorales amplias: 6-20 km. (FUENZALIDA).	Plataforma continental sigue estrecha (4-20 km.). Talud sin forma continua. A veces con relleno (BÖRGEN). Fosa de Richard en la parte N. La parte más profunda de Chile.	Abrasivo tectónica y erosivo tectónica de bahía amplia con algunas bahías de regularización lobuladas. Plataforma escalonada.

Sector	Exposición	Aspecto planimétrico	Morfología emergida	Morfología submarina	Denominación propuesta
5) Tongoy-Punta Lobos (31°55')	Francamente NNW-SSE	Muy pareja. Sin ensenamientos importantes: $5 \times 1,5$ km. Rectitud notoria. $I = 0,373$.	Bloques costeros correspondientes a pilar tectónico (PASKOFF). Planicies litorales muy elevadas sin continuidad de niveles.	Plataforma muy estrecha en parte norte (3-4 km.). Ancho máximo (10 km.) coincide con ancho mínimo de terrazas litorales. Talud de aspecto variable y con rellanos. Fosa hasta 5.000 m.	Abrasivo tectónica de fallas (horsts) Plataforma irregular. Costa de rasas.
6) Punta Lobos-Punta Curamilla.	Aprox. N-S	Visiblemente más dispareja que los tramos adyacentes. Enscam. de 10×3 a 4 km. protegidos al S. $I = 0,759$	Complejo montañoso de la costa se empieza a individualizar. Terrazas litorales presentan acantilados altos alternados con horsts graníticos (PASKOFF) hacia el S.	Plataforma y talud de morfología complicada con importantes rellanos. Fosa a más de 6.000 m.	Abrasiva y erosiva estructural de bahía ancha con bahías de regularización lobuladas. Plataforma irregular.
7) Punta Curamilla-Dicho.	NE-SW	Sucesión de ensenadas muy abiertas sin puntas en gancho en la parte S. (Sin protección) $I = 0,872$.	Planicies litorales muy amplias: hasta 30 km. A veces amplias vegas litorales e importantes campos de dunas y costas arenosas cerca de la desembocadura de los grandes ríos. Ambientes estuariales.	Plataforma mucho más amplia que más al N (hasta 50 km.). Talud más simple en parte N y con rellanos en parte sur. Fosa empieza a perder profundidad e importancia.	Abrasivo acumulativa de bahía ancha con bahías de regularización lobuladas. Plataforma regular.
8) Concepción-Arauco	Variable	Grandes bahías con puntas en gancho al S. Enscamamiento profundo. Islas junto a las puntas. $I = 0,637$.	Bloque costero relacionado con cordillera de Nahuelbuta. Planicies litorales adosadas al pilar costero: decenas de km. de ancho (FUENZALIDA). Últimas dunas importantes.	Plataforma más ancha que en sector anterior (50 km.). Talud con rellano. Cañón submarino. Fosa inexistente.	Abrasivo estructural de horst con bahías cerradas de regularización. Plataforma continental irregular.

Sector	Exposición	Aspecto planimétrico	Morfología emergida	Morfología submarina	Denominación propuesta
9) Lóbu- Queule 89°20'	NNW-SSE	La más pareja de las costas de Chile sudamericano. Lagunas litorales. Isla (Mocha) I = 0,972.	Planicies litorales amplias. 25 km. (Böckel) interrumpidas frente a I. Mocha. Planicie litoral baja importante (Wrischet). Cortónes litorales extensos y lagunas. Fenómenos estuariales.	Plataforma irregular hasta Isla Mocha (12-15 km.). Más ancha al S; 25-50 km. Talud irregular con rellano al N de la Isla Mocha. Más simple al S Cañón al N de la Isla Mocha. Falta fosa importantic.	Regular acumulativa de cordones y lagunas litorales y estuarios. Plataforma reguilarizada.
10) Queule-Canal de Chacao.	Variable N-S	Relativamente accidentada. Amplitud común de los ensenamientos: 2 km. aprox. Rías en las desembocaduras de ríos principales. I. = 0,644.	Cordillera de la Costa muy cerca del mar. Terrazas litorales estrechas (Böckel). Mu- chos acantilados y puntas. Rías.	Plataforma se estrecha mucho. (Menos de 10 km.) Talud con poco rellano y mucha pendiente. Cañón submarino en Valdivia.	Abrasiva y erosiva estructural de rías y calas con plataforma regular.
10') Costa Occi- dental de I. de Chiloé.	N-S	Similar al anterior I. = 0,868.	Similar a la anterior, pero más abrupta y sin rías notorias.	Plataforma mucho más ancha: 20 km. Talud disectado por dos cañones en los extremos del sector.	Abrasiva y erosiva estructural de calas con plataforma continental regular.
11) Costa Orien- tal de la I. de Chiloé y de P. Montt.	Interior	Francamente accidentado con bahías e islas anexas. I. prom. = 0,422.	Restos emergidos del Llano Central. Terrazas con acantilados blandos.	Plataforma conjetural. Cañones submarinos disectan el fondo.	Abrasiva y erosiva residual de rías y calas con testigos primarios deposicionales.
11') Costa conti- nental de Chiloé.	Interior	Muy accidentada y sin islas anexas. I. = 0,322.	Terrazas vagamente determinadas (BRÜGGEN; LEVI, AGUI- LAR, FUENZALIDA). Comienzan costas de fiordo. Aparecen del- tas.	Plataforma conjetural. Cañones disectan el fondo.	Erosiva y abrasiva tónica de fiordos con cañones epicontinentales.

Sector	Exposición	Aspecto planimétrico	Morfología emergida	Morfología submarina	Denominación propuesta
12) Boca del Guafu P. Taitao.	Variable	Canales e islas separadas del continente por canal principal. Reticulado en ángulos rectos y agudos. Islas poligonales. Senos profundos I. = 0,318.	<i>Parte insular:</i> Islas occidentales más altas (restos Cordillera de la Costa). Orientales más bajas (restos Llano Central) (BRÜGGEN). <i>Tierra firme:</i> ensenamientos largos y angostos. Fiordos típicos con flancos escarpados y sin llanura costera. Deltas en su cabecera (STEFFEN).	Llano Central hundido coincide con canal de Moraleda (BRÜGGEN; BÖCKEL). Fondo dissectado profundamente. Plataforma hacia mar abierto: ancha, 50-60 km. Talud inclinado por 4 cañones importantes.	Erosiva y abrasiva tectónica de fiordos e islas con testigos primarios. Canales epicontinentales.
12) P. Taitao S e Istmo Ofqui.	S y variable	Menos accidentado que sector anterior. Bahías más amplias. I. = 0,632.	Costa más baja y con testigos de hundimiento del Llano Central. Lagos de origen glacial.	Plataforma muy ancha en Golfo de Penas.	Erosiva residual con testigos primarios de deposición, y bahías de regularización. Canales epicontinentales.
13) Golfo de Penas-Cabo Hornos.	Variable	Senos profundos. Canales e islas en dos conjuntos: compacto en Wellington y más disperso al S. Reticulado rectilíneo de canales y ensenamientos en Wellington. I. = 0,143.	<i>Parte insular:</i> Archipiélagos con rasgos de erosión glacial. Islas con fiordos. <i>Tierra firme:</i> fiordos con <i>cabecera ensillada</i> (puertas de glaciación). Siguen los deltas (STEFFEN).	Plataforma muy disectada por cañones profundos (hasta 1.300 m. (STEFFEN)). En parte oceánica, regularmente ancha frente a Wellington (25-30 km.). Muy ancha al S. 90-100 km. Talud regular y con cañones.	Erosiva y abrasiva tectónica de fiordos e islas. Canales epicontinentales.

Sector	Exposición	Aspecto planimétrico	Morfología emergida	Morfología submarina	Denominación propuesta
14) P. Natales- parte E de Est. de Ma- gallanes.	Variable	Relativamente pocos mi- croarcidentes. Enseña- das profundas y am- plias. Formas lobuladas. Los mayores ensenami- entos del país I. prom. = 0,514.	Relieves tabulares orientales llegan hasta el mar. Buenas muestras de terrazas (FUENZA- LIDA). Ensenamientos influi- dos por formaciones morréni- cas. Ensenadas de origen gla- cial. Zona intermareal extensa.	Plataforma disectada.	Acumulativa primaria de bahías lobuladas con testi- gos de glaciación y canales epicontinentales.
15) Península Antártica.	Variable	Arco que hace juego con extremo sur de Sud- américa. (FUENZALIDA). Costa articulada con en- senamientos notorios. Archipiélagos antárticos y subantárticos. I. prom. = 0,529.	Península asimétrica. Formas más deprimidas al oriente con fiordos en formación. Acanti- fiordos de hielo (FLORES). Fierds. <i>Achipiélagos subantár- ticos</i> : arco de islas volcánicas (CONZÁLEZ) muy trabajado por hielos (FUENZALIDA). <i>Archi- piélagos antárticos</i> : islas mon- tañosas granodioríticas ligadas al continente (FUENZALIDA).	Plataforma más ancha al oriente de la península. Ali- neamientos de fosas y talud curvados en el mismo sentido que la península.	Erosiva glacial de <i>fiards</i> e insular volcánico glacial arqueada.
16) Costas de los N mares de Be- llinghaussen y de Weddell.	N	Muy parejas. Bahías abiertas e islas de for- ma regular. I. prom. = 0,881.	Borde del "inlandsis" con acantilado de hielo.	Plataforma amplia. Talud más abrupto en el mar de Bellings- haussen que en el de Weddell.	Abrasiva glacial regular in- landsiana con plataforma importante.

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGICAL BASIS FOR A DIVISION OF THE COASTS OF CHILE

Former works have not divided the Chilean coasts in a rational form. The application of the existing classifications is difficult, due to scale and taxonomic problems. In this work, an approximation of the ZENOVICH and LEONT'YEV's classification has been used.

Four criteria of differentiation have been established: a) Orientation, b) configuration, c) emerged morphology and d) submarine morphology. However, only the *principal geomorphologic factor* and the *regional key-individual* have been used for the geomorphologic denominations of the sections.

Finally, *sixteen sections* are proposed for the Southamerican and Antarctic coasts of Chile, as evidenced by the complexity of the structure of land areas and the secondary wave processes. Their present configuration dates from postglacial transgression and post dunkerian regression.

REFERENCIAS

(Abreviaturas de revistas geográficas según UNESCO. Otras, según World List of Scientific Periodicals)

- ACADEMY OF SCIENCES U.S.S.R. & MAIN ADMINISTRATION OF GEODESY AND CARTOGRAPHY, SGC U.S.S.R., 1964. *Physical Geographic Atlas of the World*. Moscow, (trad. 1965). *Soviet Geogr.* 6 (516): 1-403.
- ARAYA J. F., 1967. *Morfología de la curvatura de las playas entre Punta de Talca y Punta Toro*. *Inform. geogr.* 17: 5-30.
- ARAYA J. F., 1971. *Ensayo de una división razonada de la costa de Chile*. 5º Encuentro Nacional de Geografía (en prensa).
- ARAYA R. & F. HERVE., 1966. *Estudio geomorfológico y geológico en las islas Shetland del Sur*. *INACH. Publ.* 8. Stgo. 76 pp.
- BIRD E. C. F., 1969. *Coasts*. MIT. Press. London 246 pp.
- BÜRCEL R., 1965. *Mapa Geomorfológico de Chile*. Descripción geomorfológica del territorio. Fac. Fil. y Ed. U. de Chile. Inst. de Geogr. Stgo. 106 pp.
- BRÜGGEN J., 1950a. *Geologia. Nascimento*. Stgo. 510 pp.
- BRÜGGEN J., 1950b. *Fundamentos de la geología de Chile*. Ed. IGM Stgo. 374 pp.
- DAVIS W. M., 1898. *Physical Geography*. Ginn & Co. Boston. 432 pp.
- DAVIS W. M., 1912. *Die Erklärende Beschreibung der Landformen*. B.G. Teubner. Leipzig, Berlin. 565 pp.
- DE MARTONNE E., 1926. *Traité de Géographie Physique*. Colin. Paris. 3 vols.: 2.
- FLORES E., 1952. *Observaciones de costas en la Antártida chilena*. *Inform. geogr.* 2 (1-2): 85-93.
- FUENZALIDA H., 1960. 3. *Observaciones geomorfológicas en Tierra del Fuego*. Resumen Symp. Problemas del Cuaternario en Chile. *Inform. geogr.* 10: 198.

- FUENZALIDA H., 1965. *Orografía*. En Geogr. Econ. de Chile, CORFO, Ed. Univ. Stgo.: 6-134.
- FUENZALIDA H., R. COOKE, R. PASKOFF, K. SEGERSTROM & W. WEISCHET, 1965. *High Stands of Quaternary Sea Level Along the Chilean Coasts*. Geol. Soc. of Am. Sp. Paper 84: 473-496.
- GONZALEZ O., 1965. *Volcanismo antártico*. Bol. INACH. (1): 21-24.
- GUILCHER A., 1954. *Morphologie littorale et sous-marine*. P.U.F. Paris. 216 pp.
- JOHNSON D. W., 1919. *Shore Processes and Shoreline Development*. J. Wiley. N. York. 584 pp.
- LAPPARENT A. de., 1907. *Leçons de Géographie Physique*. 3^e Ed. Masson. Paris. 728 pp.
- LEVI B., A. AGUILAR & R. FUENZALIDA, 1966. *Reconocimiento geológico en las provincias de Llanquihue y Chiloé*. Inst. Inv. Geol. Bol. 19. Stgo. 45 pp.
- LOMNITZ C., 1968. *Acerca de una curiosidad geológica chilena: los orígenes del lago Budi*. Bol. Univ. de Chile. (82): 37-48.
- MC GILL J. T., 1958. *Map of Coastal Landforms of the World*. Geogr. R. 48 (3): 402-405.
- OTTMANN F., 1965. *Introduction a la Géologie Marine et Littorale*. Masson. Paris. 259 pp.
- PASKOFF R., 1966. *Terrasses litorales et tectonique récente entre l'embouchure du río Limarí et la bahie Teniente (Coquimbo, Chile)*. R. Geogr. Panamer. 65: 57-67.
- PASKOFF R., 1970. *Recherches géomorphologiques dans le Chili semiaride*. Byscaye. Bordeaux. 420 pp.
- PENCK A., 1894. *Morphologie der Erdoberfläche*. Engelhorn. Stuttgart. 2 vols: 2.
- POMAR J. M., 1962. *Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile*. R. Chil. Hist. y Geogr. (130): 318-356.
- SEGERSTROM K., 1965. *Evidence and Interpretation of High Stands of the Sea Along the Chilean Coast Between lat. 27° and 27°45' S*. En FUENZALIDA H., et al. 1965: 489-492.
- SHEPARD F. P., 1948. *Submarine Geology*. Harper. N. York. 348 pp.
- SIEVERS H., 1961. *El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de Chile*. Dep. de Nav. e Hidr. Arm. de Chile. Publ. 3012. Valp. 129 pp.
- STEFFEN H., 1919-1944. *Patagonia Occidental* (trad. 1944). Ed. U. de Chile. Stgo. 2 vols.
- SUËSS E., 1900. *La face de la terre*. (Das Antlitz der Erde). Colin. Paris, 3 vols.: 2.
- SUNDT L., 1903. *La configuración de la costa de Chile*. Bol. Soc. Nac. Min. 15 (71): 200-207.
- VALENTIN H., 1954. *Die Küsten der Erde*. Veb. Geogr. Kartogr. Anstalt. Gotha. 187 pp.
- WEISCHET W., 1960. *Contribución al estudio de las transformaciones geográficas, etc., ...sismo 22 de mayo de 1960*. Inst. de Geol. U. de Chile. Publ. 15. Stgo. 40 pp.
- WEISCHET W., 1965. *Coastal terraces in Southern Chile*. En FUENZALIDA H., et al. 1965: 475-480.