

CORRELACIONES FLUVIOMARINAS EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO CHOAPA(*)

por REINALDO BÖRGEL OLIVARES
Departamento Geografía. Universidad de Chile

INTRODUCCION

En la literatura relacionada con los problemas de la geomorfología litoral de los diferentes continentes, ha sido un tópico, siempre presente, la discusión entre las influencias tectónicas y aquellas otras, vinculadas al glacioeustatismo.

El modelado de terrazas con que aparece esculpido el litoral chileno, es de una gran nitidez y numerosos investigadores han prestado desde hace algún tiempo, preferente atención a este problema.

Intimamente relacionadas con el origen y desarrollo de los aterrazamientos litorales, están las incidencias fluviales en las cercanías de las desembocaduras. De aquí, el estudio de las secuencias de pisos aterrazados deba necesariamente ir acompañado de un prolijo examen de los materiales incluidos en esos niveles.

En 1961, en nuestra publicación del Instituto de Geografía intitulada *El interfluvio Elqui-Limari* dábamos cuenta de incidencias fluviales caracterizadas por cambios en el nivel de base, capturas continentales y cambios en la orientación del drenaje fluvial, en el marco de aterrazamientos litorales.

En general, los investigadores están de acuerdo en considerar sólo las terrazas más bajas como glacioeustáticas, ya que, se entiende que para modelar niveles más elevados, sobre los 100 m. s.n.m., habría que considerar volúmenes enormes de agua.

Blanchet, citado por Jean Tricart (2) ha encontrado en Mauritania del S

(*) El título de este artículo ha sido tema de un Seminario propedéutico, iniciado en noviembre de 1967 con los alumnos Srta. Ximena Andrade y Sr. Dantón Chelén a quienes agradezco la colaboración prestada. A su curiosidad y celo científico se debió en gran parte el hallazgo del nivel que hemos denominado "r".

regiones estables, sin tectónica, donde los niveles marinos más altos se sitúan entre 20 y 30 m. s.n.m. en areniscas dunarias.

Trasgresiones marinas más importantes que las señaladas hubiesen dejado huellas en Amazonas o África Occidental. Es por eso que, niveles atribuidos al cuaternario antiguo son simples conjeturas. Solamente las dos terrazas más recientes: preflandriana y preemiana o preoulgiana se habrían formado como resultado de regresiones glaciocustáticas (3) y en relación a las glaciaciones más conocidas del Riss y Würm.

Tricart (2) indica que sólo los criterios topográficos y litológicos son seguros para determinar secuencias de niveles y que, por otra parte, hay paralelismo evidente entre ciertos niveles costeros ligados a procesos glaciocustáticos. Dicho autor establece la siguiente cronología:

<i>Epoca</i>	<i>Proceso</i>	<i>Nivel</i>
Interglacial Mindel-Riss	Tyrrénico I (transgresión)	18-20 m.
Glaciación Riss	regresión romana	
Interglacial Riss-Würm	Tyrrénico II (transgresión) Ouljiano y Ecmiano	8-10 m.
Glaciación Würm	regresión Grimaldina o preflandriana	
Fusión del Würm	transgresión flandriana (20.000 años)	
aumento de la temperatura (máximo de la transgresión flandriana).	Dunkeriano (4.000 años) B. P.	1-2 m.

Como principio general, las costas de levantamiento o hundimiento son poco propicias para estudios de niveles marinos y su correspondiente datación, no obstante la grandiosidad de las formas esculpidas. En efecto, la tectónica introduce un factor perturbador de difícil control y la neotectónica, en especial hace muy contradictorias las interpretaciones glaciocustáticas.

Las dataciones con C14 han dado para regiones del litoral Atlántico y del Caribe, según R. W. Fairbridge (1958) los siguientes resultados (4):

1. Empuje cálido del Alleröd (11.500) eleva los mares entre 7 y 16 m., según observaciones realizadas en Bermudas:

2. Un reavance de los hielos correspondiente al Dryas superior hacia 11.000 a 10.000 años, deprime los niveles marinos;

3. La trasgresión flandriana que sigue hacia fines del inlandsis escandinavo da para la costa central de Texas, los siguientes niveles:

- 28 m. hacia 9.800 B. P. (antes del presente).
- 26 m. hacia 9.300 B. P.
- 15 m. hacia 6.100 B. P.
- 9 m. hacia 5.150 B. P.
- 6 m. hacia 2.100 B. P.

Como puede observarse, las variaciones glaciocustáticas están comprobadas, en cuanto se refiere a los niveles más recientes, no así, a los más antiguos y más elevados, pues, las interferencias con otros procesos aumentan en razón directa al tiempo transcurrido, lo que hace inseguro el método (4). Es, por esta razón que, las ideas de Lamothé y Deperet, basadas en conceptos geométricos puros, no son aceptadas por los estudiosos de estas formas. Los estudios de paleosuelos, sedimentología y alteraciones, son indispensables para controlar las implicaciones tectónicas dentro de las variaciones climáticas.

Con la técnica del O_{18} aplicada por Ericson, Ewing y otros, al período de máximo frío reciente, este correspondería al Würm y se ubicaría entre 60.000 a 9.000 a. C., lo que estaría de acuerdo con cuaternaristas como P. Woldstedt para quien los comienzos del Würm estarían entre 70.000 y 50.000 B. P.

Los métodos palinológicos, dan para el Holoceno de la llanura rusa y NW de Europa, la siguiente cronología (4):

Neoboreal	posterior al s. xv.
Subatlántico	600 a 1.450 (holoceno sup.).
Suboreal	2.800 a 600
Atlántico (caliente)	5.100 a 2.800 (holoceno med.).
Boreal	7.400 a 5.100 (holoceno inf.).
Preboreal o Subártico (fin del tardiglacial)	8.000

Naturalmente que, entre las diversas cronologías expuestas en textos y artículos recientes, hay discrepancias, a veces importantes si se trata de ubicar, con relativa precisión, un yacimiento o vestigio humano, vinculado a antiguas culturas prehistóricas.

A este respecto, el empuje cálido del Alleröd de 11.500 (4) es datado por otros autores entre 14.000 y 10.000 (5); de igual modo, el llamado "óptimo climático" suele ser ubicado en rangos tan distantes como 7.000 hasta 4.000 B. P. Sin embargo, para muchos autores, las condiciones actuales se arrastrarían desde 3.000 B. P. (5).

Existiría acuerdo para ubicar el Holoceno dentro de los últimos 10.000 años, pero solamente algunos autores lo estiman un intervalo caliente dentro del Pleistoceno (6). Esta aseveración puede conducir a graves confusiones, pues en el pleistoceno o cuaternario las variaciones térmicas han sido múltiples y, más que un intervalo caliente para el pleistoceno, el holoceno sería uno más, de los tantos subperíodos térmicos de dicha edad. Es así como en la obra citada (6) se indica para Europa Central la estratigrafía que se señala:

- Holoceno, caliente.
- Würm, frío (70.000 a. C.)
- Eem, caliente.
- Warthe, frío.
- Riss. Ohe, caliente.
- Saale, frío.
- Pleistoceno. Holstein, caliente.
- Elster II, frío.
- Cuaternario Mindel, Cortonian, caliente.
- Elster I, frío.
- Cromorian, caliente.
- Monapian, frío.
- Günz. Waalian, caliente.
- Eburonian, frío.
- Tiglian, caliente.
- Villafranquiano, frío.
- Plio pleistoceno (aparición de nuevas formas de vida animal y primeras evidencias de deterioro climático).
- Plioceno, caliente.

Siendo el pleistoceno superior térmicamente frío, ya que en él se ubica el Würm, la distinción con el Holoceno más caliente, estaría dada por el establecimiento de las comunicaciones marítimas entre el Báltico y el mar del Norte, como resultado directo de la fusión de los hielos würmianos (6).

En todo caso, con respecto a las glaciaciones y las concomitancias glacioeustáticas, es desconocido el hecho sí, el máximo de la glaciación würmiana ha coincidido con humedad o sequedad, cuestión muy importante para estimar el espesor y extensión de los hielos y su correspondiente efecto glacioeustático.

El Würm ha sido un período bastante prolongado en el tiempo, si lo consideramos a escala humana y no geológica; por lo tanto, se distinguen subperíodos con oscilaciones térmicas cuyo efecto glacioeustático, es desconocido. Es así como, en la obra ya citada (6) se establece la siguiente subdivisión del Würm:

- Würm Superior, 9 a 8.000 a. C. (Dryas reciente con avance menor del hielo. Térmicamente frío).

- 10 a 9.000 (Interstadial Alleröd, térmicamente templado).
 14.000 a 10.000 (Dryas antiguo, térmicamente frío, aunque templado).
 Würm Medio, 26.000 a 14.000 a. C. (muy frío).
 28.000 a 26.000 (Interstadial de Paudorf, térmicamente templado).
 Würm Inferior, 56.000 a 28.000 a. C. (muy frío).
 62.000 a 57.000 a. C. (Interstadial de Amersfoort y Brörup, térmicamente templado).
 70.000 a. C. (fin del Interglacial Eem y comienzos del Würm, térmicamente frío).

Estas oscilaciones térmicas ocurridas durante el largo englaciamiento del Würm, estaría indicando regresiones y trasgresiones menores, que en costas de solevantamiento serían más evidentes en sus correspondientes rupturas de pendiente. Por otra parte, la elevación de estos niveles con respecto al océano actual, es a menudo una fuente de error, a causa de la tectónica.

Del cuadro anteriormente citado, el más interesante subperíodo parece corresponder al interstadial templado Alleröd (unos 12.000 años atrás), fase durante el cual la deglaciación produjo un alza en el nivel general de los mares del orden de 30 a 35 m. inferior al nivel actual (6).

Todos los comentarios anteriormente citados, revelan la complejidad del problema de las dataciones glacioeustáticas, sin considerar las interferencias de la tectónica de bloques costeros, ya ampliamente reconocida en el litoral chileno.

Una cronología más reciente ha sido dada por D. Herm en 1969 (7), en la cual cita localidades nacionales, en paralelo con acontecimientos ya prefijados en el hemisferio N. De dicho texto, extractamos el siguiente cuadro:

		Nivel	Cultura Diaguíta Correlación Dunkeriano	Edad
Holoceno	Vega	0 m. 2 4-5 m.	El Molle Calais	post glacial
Pleistoceno Reciente	Cachagua	5-7 m.	Neotirreno	Würm IV III-II.
Pleistoceno Medio	Herradura	II 15-20 m. I 35-40 m.	Mesotirreno Paleotirreno	Würm I Riss Mindel
Pleistoceno Inferior	Serena	II 75-80 m. I 120-130 m.	Siciliano Calabranse	Günz pre-Günz
Plioceno	Coquimbo	200 m.		

Poner acuerdo entre los diversos cuadros cronológicos aquí presentados, sin considerar los numerosos autores que hemos omitido, por razones de espacio, sería una tarea difícil y de resultados ambiguos. Pareciera ser, como que cada punto geográfico del planeta hubiese estado sujeto a alternativas distintas, en el mismo instante en que los mares subían o bajaban.

El objeto del presente artículo es la discusión respecto de un nivel alto, situado en las cercanías de la desembocadura del río Choapa, aguas arriba de la hacienda Millahue.

1. GEOMETRIA DEL PAISAJE LOCAL

Los antecedentes expuestos con anterioridad servirán de guía para situar dicho nivel, como testimonio de procesos glacioeustáticos, tectónicos, climáticos zonales o una compleja dinámica, en que, a cada uno de ellos cupo una participación relativa, no estando ninguno ausente en la organización de la arquitectura en forma de grandes escalones aterrazados. Por otra parte, las consideraciones que alegamos respecto de este nivel, revelan que, la sola concepción geométrica o de desniveles relativos para describir terrazas no es seria, desde un punto de vista científico en cuanto método de investigación en el terreno. Tampoco es seguro, constatar juicios sobre la tectónica atribuyendo cualquier aberración en la altitud relativa de las terrazas, a dicho fenómeno. Los cambiantes y alternantes procesos de erosión y sedimentación en las vecindades de la desembocadura de un río, podría tener una importancia mayor que la asignada habitualmente por algunos investigadores.

Desde un punto de vista altimétrico, se distinguen varios pisos, los cuales analizados con criterios sedimentológicos, de las alteraciones superficiales y de sus relaciones regionales, revelan haber sido impuestos en el paisaje, por procesos diferentes. Un estudio desaprensivo de estos niveles habría concluido en atribuir todos ellos a las acciones marinas.

En la desembocadura del río Choapa distinguimos los siguientes niveles:

t^0 en el lecho actual del Choapa.

t' entre 5 y 15 m.

t'' entre 75 y 100 m.

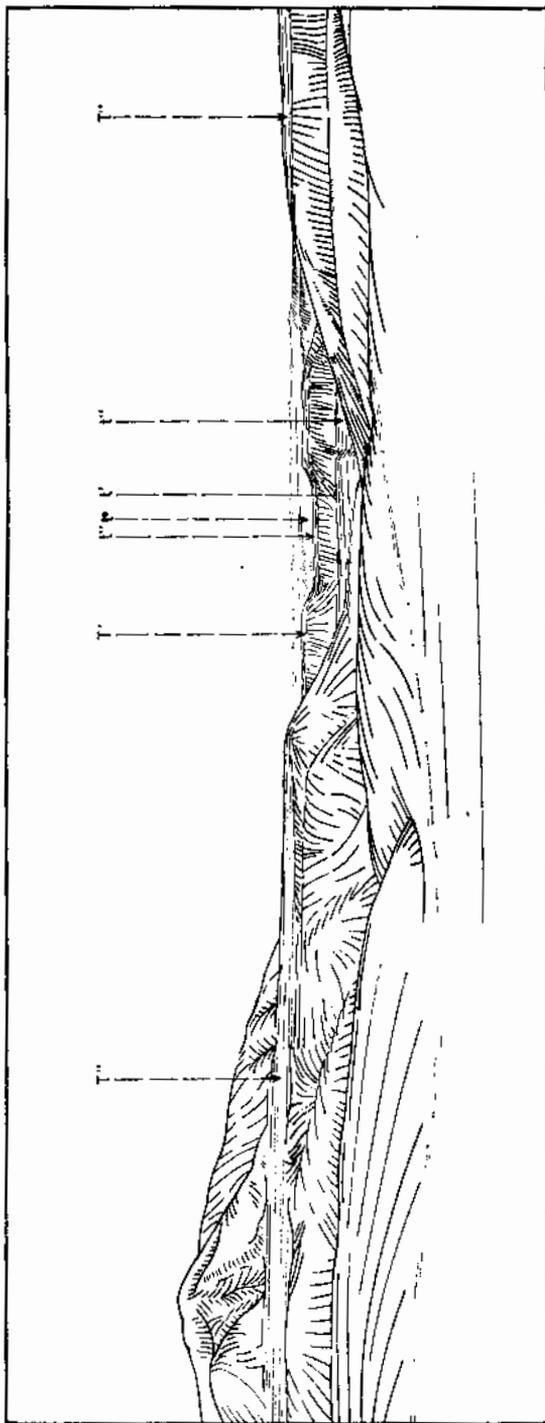
T' entre 75 y 125 m.

T'' entre 125 y 200 m.

Los tres primeros niveles, denominados t^0 , t' y t'' corresponden respectivamente a superficies de agradación fluvial, en tanto que T' y T'' se relacionan con grandes acumulaciones fluviomarinas.

Es necesario aclarar, desde un principio, que el nivel t'' es un piso aberrante, por cuanto corresponde a una incidencia climática localizada en este sector, sin extensión regional conocida. Se trata de un episodio fluvial vinculado a un

GEOMETRIA DEL PAISAJE — desembocadura , rio Choapa —



- 1) T'' Tyrreniano I
- 2) T' Tyrreniano II
- 3) T Tyrreniano III
- 4) T'' Dunkerkiano
- 5) T' Holoceno

complejo mecanismo geomorfológico, con relaciones paleoclimáticas, diferencias litológicas locales, posición cronológica glacioeustática y neotectónica.

Describiremos cada una de estos niveles con sus implicancias cronológicas locales.

El nivel mejor conocido es t^0 , el cual representa el lecho actual del río Choapa, inclinado 0,1% en dirección al mar. Se caracteriza por el anastomosamiento de lechos menores que irrigan una llanura aluvial episódica de una amplitud estimada de 1,5 a 3,0 km. de ancho medio. El lecho menor actual presenta una fuerte tendencia a producir efectos de corrosión lateral en la orilla N, hecho que repercute con dinámica, cada vez más energética, en dos procesos: saturación óptima del régimen hipodérmico local y erosión de los sectores poblados ribereños en Huentelauquén. En la actualidad, el drenaje anastomosado del río Choapa se sobrepone al nivel t' , identificándose este último como una llanura aluvial antigua vinculada a una sedimentación continental dependiente de una moderada trasgresión marina.

Aunque no es el tema de este artículo, por su importancia aplicada destacamos el hecho que, en función del régimen hipodérmico ya mencionado, se ha acelerado en los pozos de este sector del Choapa un proceso de contaminación por sales marinas lavadas de los niveles T' y T'' , hecho que deberá ser tomado en cuenta, en futuros programas de riego con canales sin revestimiento.

El nivel t' , gracias a su contenido en materia orgánica y que, a la vez, constituye el lecho episódico de inundación cíclica es ampliamente utilizado en el uso de empastadas naturales y pequeñas chacras en el marco de economía familiar.

El nivel t'' aparece inscrito dentro de T' al E de la carretera panamericana, unos 500 m. al N del estero Millahue. Se eleva a una altura entre 75 y 100 m. inclinado al oeste.

De acuerdo a los estudios granulométricos, petrográficos y morfoscópicos realizados, este nivel t'' corresponde a una acumulación con disposición fluvial, sin otros testimonios marinos que sus relaciones glacioeustáticas.

Desde el punto de vista de ubicación o sitio geomorfológico, t'' se habría organizado rellenando un abra erosiva abierta dentro de T' ; esta abra se relacionaría con un movimiento regresivo del mar o bien, una tectónica positiva; en cualquiera de los dos casos, lo evidente es que, en determinado momento funcionó un sistema de erosión que rompió la unidad morfológica de T' , lo cual permitió la salida al mar del río Choapa a través de un lecho situado unos 1.200 m. al S del lecho principal actual. Con posterioridad, fenómenos trasgresivos del océano o de subsidencia continental permitieron el funcionamiento de mecanismos de sedimentación que alojaron en al abra, ya citada, los materiales que constituyen el nivel que hemos denominado t'' .

La terraza T' es un nivel fluviomarino que desciende desde los 125 m. con

inclinación al oeste, estimada en 2%. Se presenta fuertemente disectada en su sector interno e invadida por dunas, en la fachada litoral. *T'* se interrumpe, a escasa distancia de la playa actual, por afloramientos rocosos de metamórficas alteradas, las cuales sirven de apoyo a un cordón litoral contemporáneo de *t'* de probable correspondencia con el llamado "nivel de Cachagua", citado por D. Herm (7).

T'' se sitúa como el nivel más alto del sector, elevándose entre 125 y 200 m. Al igual que los anteriores escalones, se inclina al oeste buzando en 2% en un plano perfectamente conservado y con rupturas nítidas de pendiente, tanto respecto de *T'* como de los afloramientos graníticos del interior. Estos últimos proporcionan un tapiz de materiales coluviales que aniegan, en parte, el sector cuspidal de *T''*.

2. INDICIOS SEDIMENTOLOGICOS

La búsqueda de testimonios que pudiesen asegurar la hipótesis fluvial para el nivel *t''*, determinó la investigación exhaustiva de los materiales abandonados en los diferentes niveles, ya considerados desde el punto de vista geométrico.

Desde luego, *T''* no ofrecía complicaciones, por cuanto su perfecto estado de conservación, como su posición geomorfológica evidenciaban una clara identidad fluviomarina. El estudio de un corte, situado 5 km. en línea recta al este de Heuntelauquén, sobre el camino a Mincha, señala la existencia de los siguientes horizontes:

1. 30 cm. de suelo esquelético con alta concentración de rodados y algunos coluvios;
2. Hasta el medio metro de profundidad se aprecian gravas redondeadas, con matriz fina alterada;
3. Hacia los 80 cm. de profundidad se disponen tres horizontes con gravas y sábulas alternantes, muy cementadas, estas últimas;
4. Horizonte de 13 cm. con gravas sueltas, por debajo de la cementación ya indicada;
5. A los 93 cm. de profundidad, hay ripios bien redondeados con abundante matriz arenosa, constituyendo un horizonte de 36 cm. de grosor;
6. Finalmente, con espesor indeterminado un horizonte de gravas y gravillas alteradas con restos de granitos podridos.

Por el perfil descrito, puede concluirse que, durante la depositación de *T''* hubo alternantes condiciones paleoclimáticas que van, desde depósitos en manto por capas peliculares de aguas, hasta potentes aluviones de descarga cíclica. Los primeros vinculados a un régimen fluvio-glacial y los segundos, a canales de escurrimiento semiáridos. Por otra parte, la cementación correspondería a pro-

cesos de oxidación, ligados a escurrimientos de aguas ricas en carbonatos. No hay fenómenos de reducción vinculados al hierro o laterización por alteración.

El espectro petrográfico de este depósito está indicando un sistema de erosión vinculado al marco geológico de la cuenca superior del Choapa. Hay suficientes brechas, andesitas y basaltos como para reemplazar por sustitución el espectro local, dado por granitos y algunas pizarras de encaje.

Los índices granulométricos y morfoscópicos, indican alternantes procesos de continentalidad, con aportes lejanos, combinados con acciones abrasivas locales, con relativo dominio de formas ovoidales típicas.

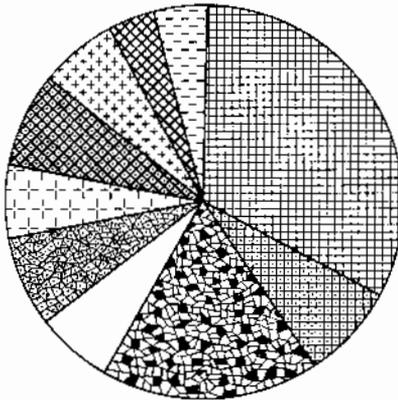
Si bien es cierto que, el depósito T'' compromete todos sus parámetros morfológicos en torno de procesos fluvio-marinos, no ha ocurrido del mismo modo para la acumulación correspondiente a T' ; en efecto, los espectros petrográficos, granulométricos y de estados de forma identifican dos depósitos diferentes, debido a la presencia del nivel t'' encajado en T' . Los gráficos circulares anexos

ESPECTRO PETROGRAFICO

COMPARADO

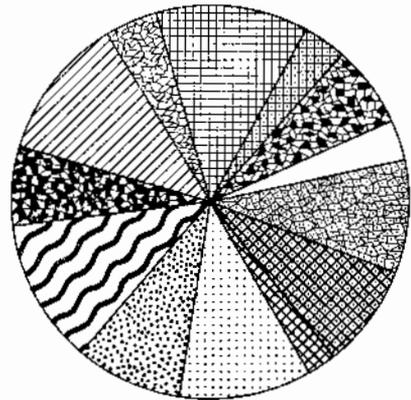
Granul. dominante: ripio fino (7-12 cms.)
matriz: arenosa
alteración: avanzada

T'



Granul. dominante: grava (4-7 cms.)
matriz: franco-areno-limoso
alteración: incipiente

t''



DIBUJO: SEC. CARTOGRAFIA
DTA. GEOGRAFIA
U. DE CHILE

informan, desde un punto de vista comparativo, las características petrográficas de estos dos últimos niveles (*).

CONCLUSION

A juzgar por las informaciones dadas a la fecha por la literatura científica, respecto de dataciones y cronologías absolutas y relativas para los aterrazamientos costeros, el nivel t'' detectado en noviembre de 1967 indicaría la existencia de una importante oscilación paleoclimática, con vinculaciones glacioeustáticas.

Sin embargo, la exagerada elevación que presentan los diferentes niveles superiores, en especial T' y T'' incluyendo en el primero a t'' , impiden pensar en el glacioeustatismo como único proceso diámico creador de dichos escalones. La tectónica debe haber tenido un papel importante, no tan sólo como fuerza vertical, sino también en términos de basculamiento hacia el oeste.

De acuerdo a los índices de alteración relativa que presentan los materiales insertos en los diferentes niveles, no hay duda respecto a la mayor antigüedad de T'' . No siendo posible detectar más de dos glaciaciones importantes en Chile Central, parece poco admisible paralelizar los más altos niveles litorales con episodios vinculados a glaciaciones desconocidas, hasta ahora, en nuestro país. De ahí, hemos preferido adoptar la cronología expuesta por J. Tricart en la obra citada (2) y que no nos compromete más allá del interglacial Mindel-Riss.

Conforme a este paralelismo cronológico, T'' correspondería a la trasgresión llamada del Tyrreniano I, vinculada al interglacial Mindel-Riss con niveles de 18 a 20 m. Consecuentemente con esta cronología, T' se identificaría con el interglacial Riss-Würm y la trasgresión conocida como Tyrreniano II del Ouljiano y Eemiano, con niveles de 8 a 10 m. Con posterioridad, la glaciación del Würm ha producido la regresión Grimaldiana o preflandriana, proceso que podemos vincular al abra erosiva que rompió T' y que permitió la salida al mar del río Choapa, unos km. al S de su actual desembocadura. La fusión del Würm ha producido la trasgresión flandriana, unos 20.000 años atrás, la cual ha desencadenado una fuerte sedimentación local que ha edificado t'' dentro del abra ya citada. Finalmente, el máximo de la trasgresión flandriana ha producido hace unos 4.000 años, con el Dunkerkiano, la activa sedimentación de t' , relleno que se estima de 1 a 2 m. para el sector litoral. El relleno dunkerkiano, ha sido menos significativo que el flandriano, debido a la neotectónica que levantó el ámbito costero y cuya edad puede estimarse entre 20.000 y 4.000 años.

De este modo, el cuadro cronológico local, válido para la desembocadura del río Choapa en Huentelauquén sería el siguiente:

(*) En misión de fecha 2 de diciembre de 1969, conté con la valiosa colaboración del Sr. Alejandro Vial, ayudante de Geografía Física. A su inestimable ayuda corresponden los resultados y argumentos derivados de la petrografía.

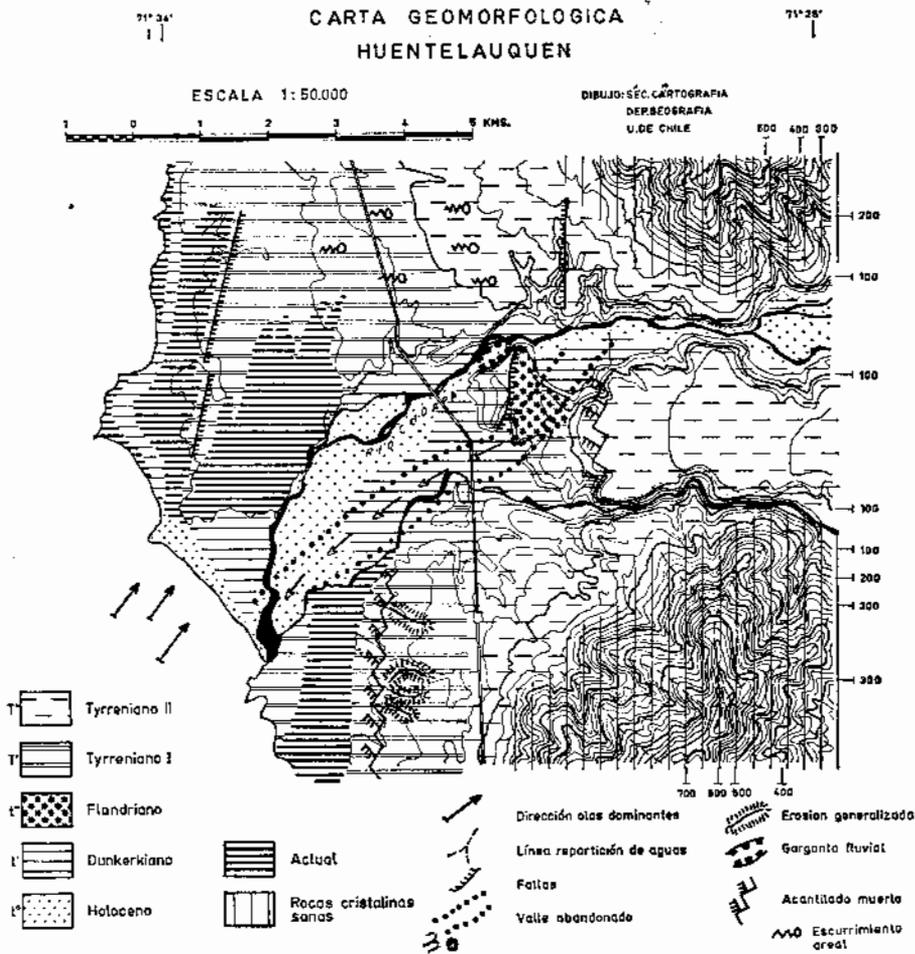
<i>Epoca</i>	<i>Proceso</i>	<i>Nivel</i>
Interglacial Mindel-Riss	Tyrreniano I (transgresión)	T'' 125-200 m.
Glaciación Riss	regresión Romana	ruptura de T''
Interglacial Riss-Würm	Tyrreniano II Ouljiano y Eomiano (transgresión)	T' 75-125 m.
Glaciación Würm	regresión Grimaldiana o preflandriana	ruptura de T'
fusión del Würm	transgresión flandriana (20.000)	t'' 75-100 m.
máxima fusión Würm	dunkerkiano (4.000)	t' 5-15 m. (Cachagua)
Actual	holoceno superior	t°

Es evidente, que las mayores alturas que registran los niveles del litoral chileno, comparados con aquellos del mediterráneo europeo, están acusando la tectónica de bloques que ha afectado durante el cuaternario reciente (post-flandriano) la costa del Pacífico. De esta comparación puede medirse instantáneamente el importante valor que dicha tectónica ha tenido, como así también el basculamiento de los citados bloques, causa de la inclinación al oeste de los grandes escalones litorales.

Por otra parte, la captura de ríos importantes por quebradas litorales, tiene una fuerte y eficaz respuesta en la tectónica de solevantamiento.

De lo expuesto en este artículo puede concluirse, finalmente: en el litoral de Huentelauquén hay evidentes manifestaciones de glacioeutatismo en íntima concordancia con neotectónica de bloques costeros. El incipiente conocimiento que se tiene de las glaciaciones cuaternarias en este sector del país, no permite un retroceso de la escala cronológica más allá del gran interglacial; por otra parte, la contemporaneidad entre regresiones y transgresiones con el movimiento de bloques es un hecho desconocido y sólo el conocimiento de la edad de las fallas locales y un estudio detallado de las alteraciones en dichas fallas, podría abonar informaciones de mayor precisión a este problema.

La única referencia más reciente al asunto, es un *Informe preliminar sobre el agua subterránea en el valle del Choapa* del geólogo Sr. Octavio Castillo U. En dicho informe, el autor comenta acerca de la ruptura erosiva del Choapa a través de una garganta rocosa, cercana a la desembocadura. El autor atribuye tal hecho a un cambio en el nivel de base, situación que sería consecuencia de un levantamiento continental cuya edad se atribuye a edades pliocénicas o pleistocénicas. Al respecto, nuestras investigaciones en las fallas señaladas en la carta geomorfológica adjunta, como en los estudios de paralelismo sincrónico glacioeustático-tectónico, nos permite concluir que dicho levantamiento es, en parte, glacioeustático coincidente con la fusión de los hielos würmianos, otor-



gando un flandriano que quedó a una altura superior respecto del dunkerkiano por dos causas: uno, el retraso del proceso glacioeustático y, segundo la intervención de la tectónica de bloques que, durante dicho retraso levantó las acumulaciones flandrianas a distancias considerables del nivel oceánico contemporáneo.

Por tal razón, la tectónica más importante del litoral chileno puede ser ubicada con posterioridad a la transgresión flandriana, llegando dichos movimientos hasta las cercanías del dunkerkiano. De esa fecha hasta hoy, transcurridos unos 4.000 años, el movimiento de bloques ha sido poco notorio, lo cual ha permitido el esblecimiento de cordones de playas antiguas a muy cercana distancia del nivel actual de las aguas. Es muy posible que el retraso glacioeustático se haya manifestado coincidente con la tectónica de bloques hacia 12.000 ó 10.000 años, interpretación que se desprende de la enorme ruptura de pendiente que separa el flandriano del dunkerkiano.

Los movimientos de ascenso del bloque costero y consecuente subsidencia de algunos sectores del antepaís proseguirían, aunque muy disminuidos, como lo demuestra la dinámica de esponjas de aguas subterráneas almacenadas en el borde continental de las líneas de falla vecinas al océano (8).

Estos movimientos han acelerado procesos erosivos sobre la línea misma del litoral, generándose capturas de los ríos principales del antepaís los cuales han sido conducidos en línea recta al mar a través de gargantas rocosas. Conocidos son al respecto, los casos del Limarí, Choapa, Copiapó, etc.

Como puede observarse, los estudios puramente geométricos del paisaje no resuelven los complejos problemas que plantea un litoral, no tan sólo sujeto a los procesos glacioeustáticos sino también a una tectónica positiva de edad muy reciente.

BIBLIOGRAFIA

1. R. PASKOFF *Une coupe du Quaternaire marin pres de La Serena, Province de Coquimbo, Chili.* Boletín de la Asociación Francesa para el Estudio del Cuaternario. 1967 2 (pág. 87).
2. J. TRICART *Les variations Quaternaires du niveau marin* Extracto de *L'Information Geographique*, Año 22, 1958 N° 3, Mayo-Junio págs. 100-104.
3. J. TRICART *Paleoclimats et terrasses quaternaires.* Extracto de *C. R. Sumario de Sesiones de la Sociedad Geológica de Francia*, 1966, fasc. 5, sesión del 3 de Mayo de 1966, pág. 202.
4. J. TRICART *Principes et méthodes de la Geomorphologie* Masson y Cia., Editores, Paris, 1965 466 págs. (citas tomadas de las págs 410 a 483).
5. M. DERRUAU *Précis de Géomorphologie*, Masson y Cia, Editores, Paris, 1962, 413 págs. (citas tomadas de las págs. 128-29).
6. K. W. BUTZER *Environments and Archeology* Aldino P. C. 320 West Adams Str. Chicago, III. 524 págs.
7. DIETRICH HERM *Marines Pliozän und Pleistozän in Nord und Mittel, Chile unter Besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Molluaken-Faunen*, München, 1969 Zitteliana.
8. J. TRICART *Algunas observaciones geomorfológicas sobre las terrazas del río Copiapó.* Rev. Informaciones Geográficas, Universidad de Chile, 1965 págs. 45-59.