

## ACERCA DE UN PASO FRONTAL Y SUS MANIFESTACIONES EN EL LITORAL ARIDO DEL NORTE DE CHILE.

Pablo Ogaz A.  
Humberto Fuenzalida P.

Departamento de Geofísica. Universidad de Chile.  
Casilla 2777. Santiago-Chile.

### RESUMEN

Se considera una situación sinóptica en que un paso frontal alcanza a Quintero y Antofagasta. Las variaciones de la capa límite, en ambas estaciones, son objeto de especial consideración. La inversión de subsidencia aparece como el rasgo más sensible al paso frontal; sobre Antofagasta se eleva y su oscilación diaria se hace más marcada, en Quintero se destruye para restituirse merced a un calentamiento por subsidencia rápida desde la superficie a la tropopausa. Este tipo de cambio ocurrió también con anterioridad al paso frontal. En ambas ocasiones se asoció con vientos del SE en una capa entre 1000 y 2500 m sobre Antofagasta y con el retiro hacia el S de bandas nubosas de un frente estacionario.

### ABSTRACT

#### ON CHANGES INDUCED BY ATMOSPHERIC FRONTS OVER THE ARID COAST OF NORTHERN CHILE

A synoptic case where a cold front reached Quintero and Antofagasta is studied. Boundary layer changes on both stations are given special attention. The subsidence inversion emerges as the most sensitive feature to the frontal passage; becoming higher and increasing the amplitude of the daily oscillation over Antofagasta, and being destroyed on Quintero to return through a rapid heating by subsidence which is shared by the air column from the ground to tropopause level. This kind of variation occurred also before the frontal passage. On both occasions was associated with SE winds in a layer between 1 and 2.5 Km over Antofagasta and with the southward recession of cloud bands related to a stationary front.

### 1. INTRODUCCION.-

La experiencia sinóptica en la región Central y Norte de Chile muestra que las manifestaciones clásicas que acompañan a los pasos frontales no se observan en la mayoría de los casos. Ello hace difícil la práctica del analista que ha sido entrenado con ejemplos tomados de la literatura y lo que es más grave contraviene sus esquemas físicos oscureciendo la comprensión del fenómeno.

Los pasos frontales aparecen bien definidos en la región Sur del país, pero sus características se desdibujan hacia el norte al punto que en los análisis rara vez las tra-

zas frontales se prolongan más allá de Coquimbo. Ello no implica que las masas de aire frío no traspongan su latitud, sino que las manifestaciones de su presencia son demasiado débiles para merecer una identificación especial. Sin embargo esta práctica tiene el inconveniente de introducir discontinuidades en la secuencia temporal de los análisis.

El presente trabajo intenta aportar algunos antecedentes que permitan caracterizar los cambios observados en algunas de las variables meteorológicas en Antofagasta y Quintero cuando cruza un frente frío. Hablar aquí de un paso frontal sobre Antofagasta ( $23,5^{\circ}$  S) reviste características muy especiales. No se trata de una identificación en la forma convencional por la evolución de las variables en superficie, sino más bien de una búsqueda de manifestaciones, guiada por la continuidad de evolución de la situación. Existe el evidente riesgo de estar en presencia de un caso atípico y que su generalización no sea válida, pero por tratarse del caso más documentado con que se cuenta y permitir un buen grado de detalle en su análisis hemos considerado interesante su comunicación.

Con ocasión de una campaña meteorológica de la Sección Meteorológica de la Universidad de Chile, cuyos resultados han sido publicados (Rutllant, et al., 1972), durante los días 13 de Julio al 5 de Agosto de 1970 se recolectó información adicional en sectores próximos a la ciudad de Antofagasta, la que unida a las observaciones sinópticas convencionales ha sido usada en este trabajo.

El lector debe tener presente las severas limitaciones en que se desenvuelve el análisis sinóptico en Chile, de modo que es imposible estar absolutamente seguro de su solución. La situación sinóptica entre los días 23 y 26 de Julio de 1970 ha sido objeto de un cuidadoso análisis (Ogaz y Fuenzalida, 1978). Usando información sinóptica convencional y fotos de satélites se trazaron cartas de superficie, altura y espesores cada 12 horas. Parte de este material se reproduce aquí, pero el período considerado se ha extendido al comprendido entre los días 21 y 31 para ilustrar el restablecimiento de la estructura anticiclónica normal.

#### CARACTERIZACION GENERAL DE LA SITUACION SINOPTICA ESTUDIADA

Las condiciones meteorológicas entre los días 22 y 27 de Julio de 1970 corresponden a una invasión de aire frío sobre el océano vecino a Chile. La posición del eje de la corriente en chorro subtropical, que se puede apreciar en las fotos diurnas tomadas por satélites meteorológicos, manifiesta un avance sostenido en la dirección NE, Fig. 1. Además, en una ocasión, el 24 a las 17Z, se pudo apreciar evidencias de la corriente en chorro polar. La inclinación del eje de la corriente define una situación de prevaguada a lo largo de todo el período para el Cono Sur de América.

Según las cartas analizadas para el nivel de 500 mb, Figs. 2, 3 y 4, la situación se desarrolla en condiciones de prevaguada entre los días 22 y 26. Durante este período la

vaguada en el Pacífico aproxima su eje al litoral y se profundiza. Por otra parte, el eje de la cuña a sotavento de la cordillera mantiene ostensiblemente su posición con la consiguiente disminución de la longitud de onda zonal. El día 25 después de las 12Z la vaguada comienza a cruzar del extremo sur de América, permaneciendo anclada en la parte norte y central. Doce horas después el eje de la vaguada se encuentra orientado desde el NW al SE, traspasando los Andes a los 35 grados de latitud. Cuando la vaguada traspone el cordón andino austral se observa que la cuña de sotavento se debilita y la longitud de la onda zonal en la parte norte vuelve a crecer.

El paso del eje de la vaguada sobre las estaciones chilenas el día 26 puede ser ilustrado por los vientos reportados en 500 mb que se muestran en la Fig. 5.

La posición de los principales frentes, según se observa en los mosaicos hemisféricos provistos por los satélites NIMBUS, revela entre los días 22 y 25 un frente cálido cuasiestacionario a través de Chile Central y un frente ocluido frío cuyo centro depresionario avanza rápidamente desde el oeste a lo largo del paralelo 50. Aislando así una masa de aire relativamente fría que avanza lentamente hacia el NE.

Las variaciones de tropopausa se presentan en la Fig. 6, en la que se han dibujado isotermas potenciales entre los días 22 y 26 para las estaciones de Antofagasta, Quintero y Puerto Montt. La secuencia de Antofagasta muestra una caída brusca del nivel de la tropopausa el día 24 a las 12 horas. Según los vientos observados a 250 mb, Fig. 5, esto puede asociarse a un cambio de masa de aire en la tropósfera alta debido al movimiento del eje de la corriente en chorro subtropical. El caso de Puerto Montt revela muy bien la alternancia de masas frías (tropopausa baja) y cálidas (tropopausa alta), y Quintero manifiesta un comportamiento intermedio con un descenso sostenido durante los días 24 y 25. El centro de la masa de aire frío pasa por Puerto Montt el 25 a las 12Z y sobre Quintero unas 12 horas más tarde.

La presentación que sigue se basará en las secuencias de perfiles térmicos de las tres estaciones de radiosonda chilenas entre los días 20 y 31 de Julio, Figs. 7, 8 y 9. En ellas se han trazado isotermas y señalado en trazo segmentado más grueso el tope y base de la inversión de subsidencia en Quintero y Antofagasta. El período se dividirá en tres partes: los días inmediatamente anteriores al paso frontal frío, el paso mismo y el recondicionamiento post frontal.

### 3. CONDICIONES PREFRONTALES (20 al 24 de JULIO)

Los días previos al paso frontal en Quintero se caracterizan por la presencia continua de la inversión de los alisios o de subsidencia, fig. 9, aunque con notables variaciones de intensidad y altura de su base. En la madrugada del día 21 la base descendió hasta la superficie en asociación con un calentamiento troposférico por debajo de los



600 mb. Sin embargo, el alza de la temperatura se había sentido en la tarde del día anterior entre los 600 y 300 mb, sugiriendo una propagación descendente del fenómeno. Esto se repite a atardecer del día 23, aunque con menor intensidad, a la vez que la inversión comienza a despejarse de la superficie.

Sobre Antofagasta, Fig. 7, la inversión de los alisios se ha mantenido con pequeñas variaciones. Sus mayores intensidades las alcanzó los días 21 y 23 en concordancia con el calentamiento en Quintero ya mencionado. La base de la inversión muestra una tendencia a oscilar alcanzando niveles menores a las 20 horas y elevándose a las 8 de la mañana. En particular los días 22 y 23 a las 20 horas alcanza los niveles más bajos del período pre-frontal. Para este último día se cuenta con perfiles de temperatura y humedad cada cuatro horas, lo que permite definir con mayor precisión las fluctuaciones diarias de la capa límite. La Tabla I resume algunas características observadas en los días 23, 24 y 26. Sus cifras confirman la elevación máxima de la inversión a las 8 horas y su acentuada depresión a las 20 cuando el día despeja. Estas variaciones se pueden explicar en la forma siguiente. El espesor de la capa límite está determinado por el nivel de la base de la inversión, cuya altura sobre el suelo resulta de dos procesos que se oponen. Por una parte el movimiento de descenso del aire tiende a deprimir su nivel en tanto que la mezcla turbulenta en la capa límite al incorporar aire de la atmósfera libre hace aumentar el espesor. El grado de turbulencia en la capa límite está determinado cerca de la superficie por la constante del viento y el calentamiento del suelo, pero en la parte superior de la capa lo controla el enfriamiento del tope de la nubosidad que suele ubicarse allí. Este último proceso, responsable inmediato de la incorporación de aire a la capa límite, es el más importante en la costa y sobre el mar donde el calentamiento superficial es moderado. Durante las horas nocturnas en ausencia de calentamiento solar, el tope de la nubosidad se enfría rápidamente provocando una mezcla convectiva de la capa por debajo de ella incorporando así aire desde niveles superiores. Por este motivo los espesores mayores de la capa límite se observan durante la noche y la madrugada. Durante el día no sólo el enfriamiento infrarrojo de la nubosidad se ve atenuado por la absorción de radiación solar sino que en el aire próximo a la costa aparece un descenso adicional producido por la brisa marina, haciendo que el espesor de la capa límite se reduzca. Cuando su tope se ubica bajo el nivel de condensación, la nubosidad costera disipa, pero en aquellas ocasiones en que la subsidencia de gran escala se haya atenuada esto puede no ocurrir y permanecer al cielo cubierto parcial o totalmente durante todo el día (Fuenzalida, 1980).

En concordancia con estos resultados los registros de superficie en Antofagasta muestran que el día 21 fue nublado, con menor cobertura el 22 y despejado el 23. En la ciudad misma el régimen de temperatura es muy homogéneo y sólo al romperse la nubosidad se produce un calentamiento de unos 3° C que hace caer la humedad relativa aproximadamente un 8%. Simultáneamente se establece la brisa de mar que sopla hasta avanzada la tarde para luego invertir su dirección y disminuir en fuerza durante la noche.

Las observaciones de altura sobre Antofagasta informan poco acerca de la evolu-

TABLA 1

## FLUCTUACIONES CAPA LÍMITE 23-24 Y 26 DE JULIO 1970 EN ANTOFAGASTA

Día	Hora local	Nubos. oktas	Altura de inversión		Capa Límite	
			Base m	Topo m	Humedad media gr/Kg	temperatura potencial °K
23	0130	0	600	900	7-8	286
	0800	8	800	1200	7-8	286*
	1345	0	700	900	7-8	288.6
	2000	8	550	800	7-8	287 †
24	0100	8	750	1100	10	290
	0800	4	950	1250	7-8	286*
26	0800	8	1200	1800	6	286*
	0850	8	900	1100	7	287
	1150	4	900	1200	7	287
	1530	5	1000	1300	6.5	289
	2000	8	800	1400	7	286

\* : Capa límite bien mezclada

† : Capa límite regularmente mezclada

ción diaria de la capa límite debido a que son realizadas en horas de transición, pero en niveles más altos muestran que el puerto queda en situación de prevaguada a partir del día 22.

La carta-sinóptica de 1000 mb del 23 a las 12Z se ilustra en la Fig. 10. En ella aparece una onda ciclónica cuyo frente frío se aproxima al Archipiélago Juan Fernández. La estructura térmica de la tropósfera inferior revelada por las observaciones sobre el continente es bastante zonal. La tropopausa se ubica a 160 mb en Antofagasta y 200 mb en Guantero, en tanto que sobre Puerto Montt se encuentra en pleno descenso al amanecer del 23. Fig. 6. Las fotos del satélite NIMBUS del día 24 y el tiempo en Juan Fernández exhiben evidencias del desarrollo de una depresión secundaria que activa el antiguo frente frío, motivo por el cual se ha trazado una pequeña onda en la Fig. 10. En las 24 horas siguientes, el frente se alinea a lo largo de la costa cruzando el país desde Aysén a Antofagasta entre el 24 a las 12Z y el 25 a las 00Z, Fig. 11. La pequeña depresión hace avanzar el frente frío hacia la costa en su sector norte permitiendo que la masa fría alcance Antofagasta.

La Fig. 12 corresponde a la representación de los radiosondeos de las 00 y 12Z horas del día 25 en Antofagasta. Es difícil evitar la impresión de un ascenso en la atmósfera

libre por un engrosamiento de la capa límite cuya base se ha elevado de 850 a 1250 m y su tope de 1100 a 1960 m. La tropósfera baja ha sufrido un enfriamiento de 3 a 4 °C compatible con un ascenso adiabático de unos 750 m, pero la capa límite sometida a una buena mezcla muestra sólo un enfriamiento de 1 °C. En consecuencia es posible interpretar estos cambios como debidos a la acumulación de aire frío bajo el nivel de 850 mb aproximadamente.

#### 4. EL PASO FRONTAL. -

Sobre Quintero el frente frío cruza el día 24 a las 12 horas. La Fig. 8 muestra un marcado enfriamiento a los 800 mb, pero en superficie apenas se hace sentir. En altura el paso de la región baroclínica aparece bien definido, limitando el sector delantero de la masa de aire frío cuyo núcleo alcanza el lugar alrededor del 26 a las 12Z, coincidiendo con la altura mínima de la tropopausa. La inversión de subsidencia es elevada y luego destruida por el paso frontal.

En Antofagasta las variaciones son mucho menores, Fig. 7. El paso frontal debilita la inversión sin llegar a destruirla. Su tope asciende hasta los 800 mb y la capa de estratocúmulos muestra mayor continuidad durante el día en razón de la disminución de la subsidencia anticiclónica. En la tropósfera media sólo es posible apreciar un enfriamiento que comenzó 24 horas antes y continuará por 36 o 48 horas más.

En Puerto Montt, Figs. 9 y 10, el cruce frontal ocurre entre las 00 y 12Z del día 24. La caída de temperatura en la tropósfera es menos marcada que sobre Quintero.

Las observaciones en superficie de Antofagasta no revelan más que los cambios asociados a la mayor cobertura nubosa, esto es, una mayor homogeneidad térmica e hídrica, impidiendo la identificación del paso frontal.

Cabe preguntarse si es posible hablar de un cruce frontal sobre Antofagasta. Ciertamente sus síntomas son débiles. En su favor podemos citar un enfriamiento troposférico de más de 5 °C, que sin embargo es muy lento (tardando 2 a 3 días), la carta de espesores 500-1000 mb del día 25 a las 00Z, Fig. 3, que muestra una región baroclínica orientada casi N-S, la continuidad de la evolución frontal, evidencias de nubosidad alta en las fotos del día 25, el debilitamiento de la inversión de subsidencia y los cambios en los radiosondeos mostrados en la Fig. 12 ya comentados. Parece claro que la masa de aire frío llega a Antofagasta como una capa delgada y muy modificada por el largo trayecto sobre el mar. Una vez que la vaguada en altura traspone el cordón andino el aire frío queda incorporado a la capa límite y a condiciones anticiclónicas.

La depresión que se ilustra en la Fig. 10 corresponde a la última de una familia en razón de las bajas latitudes alcanzadas por el aire frío y su ubicación en relación a las ondas largas.



Quando la masa de aire frío traspone el cordón andino por el Sur, avanza rápidamente hacia el Norte de la Pampa argentina haciendo girar la región baroclínica desde una orientación N-S a otra NW-SE. Las últimas etapas del sistema transcurren sobre el SE de Brasil el día 29 con una nueva onda que se formó sobre el norte argentino.

#### 5. REACONDICIONAMIENTO POSTFRONTAL (26 al 31 de JULIO).-

En Quintero la inversión de subsidencia se reestablece temporalmente el día 28, para ser interrumpida el 29 y reaparecer el 30 merced a un intenso calentamiento de toda la tropósfera y estratósfera baja. Este es el rasgo más conspicuo de toda la Fig. 8 y merece un breve análisis. En la capa límite el calentamiento es rapidísimo y lleva la base de la inversión desde 850 mb a la superficie en menos de 12 horas.

Durante estos días Quintero se encuentra en condiciones de postvaguada según muestra la Fig. 5. En cambio sobre Antofagasta el viento de 500 mb giró al S el 30 a las 07 y luego al SE, el flujo del este se extendió a casi toda la tropósfera en la observación del 30 a las 12Z aunque con velocidades muy modestas.

Sobre Quintero las advecciones de temperatura estimadas a partir de la hodógrafa de vientos Fig. 13, entregan calentamientos que coinciden aproximadamente con las variaciones de temperatura sufridas por la columna de aire entre 700 y 400 mb. Entre 850 y 700 mb la advección cálida es insuficiente para explicar el calentamiento observado de unos 4 a 5° C en 12 horas. Esta diferencia debe ser causada por un descenso que de acuerdo al gradiente vertical de temperatura debería ser de 1 Km/12 h. aproximadamente. Por otra parte los perfiles verticales de temperatura potencial equivalente representados en la Fig. 14 manifiestan una progresión descendente de algunos rasgos peculiares. Por ejemplo la capa seca, correspondiente al mínimo agudo del perfil, se ubica a 625, 765, 850 y 940 mb, sucesivamente, implicando un descenso análogo al requerido para explicar el calentamiento residual de la capa entre 850 y 700 mb.

Una complicación adicional es la presencia de un frente caliente que se puede identificar en la hodógrafa y en los perfiles de temperatura potencial equivalente. Su orientación es de SW a NE sobre Quintero entre los días 29 y 30. El frente aparece inactivo, retirándose en una dirección SE con divergencia y descenso en el aire cálido. Sin embargo dio lluvia suave en la costa Central el día 29. De este modo el calentamiento observado sobre Quintero el día 30 aparece como resultado de una combinación de factores: a la advección cálida de postvaguada en la tropósfera alta se asocia subsidencia en la masa fría bajo el frente y en la masa de aire cálido por encima de él donde la disipación de la nubosidad frontal residual atenúa algo el efecto.

En Antofagasta el debilitamiento de la inversión de subsidencia, debido al paso frontal, aumenta la amplitud de las oscilaciones diarias del espesor de la capa límite,

días 25 y 26 en Fig. 7, para luego recuperar intensidad y estabilizarse. Entre los días 29 y 30 la base de la inversión desciende alcanzando un mínimo el día 30 debido probablemente a una mayor subsidencia asociada a lo que ocurre sobre Quintero.

De paso notemos que el nivel de la tropopausa se eleva al producirse el calentamiento troposférico por advección y subsidencia, Figs. 7 y 8, lo que puede explicar la caída observada en Antofagasta el día 24, Fig. 6, como el cese o atenuación de la subsidencia anticiclónica.

En Puerto Montt, Fig. 9, se evidencia en forma clara el paso de dos domos fríos seguidos con un calentamiento muy marcado luego del segundo, al final del día 29 y comienzos del 30. Todo esto sucedía en circunstancias que los vientos de altura en Quintero señalan una situación de precuña, Fig. 3.

#### 6. RESUMEN Y CONCLUSIONES.-

La estructura de la capa límite y de la inversión de los alisios que la cubren tiene variaciones importantes en Quintero y modestas aunque significativas sobre Antofagasta. En Quintero la inversión desaparece con los pasos frontales los días 24 y 29 para volver a generarse en cuanto se restablece la subsidencia. Cuando la subsidencia de altura se ve reforzada por subsidencia en la tropósfera baja, la inversión desciende y puede alcanzar la superficie, como sucedió en los días 21 y 30.

En Antofagasta la inversión no se interrumpe, pero con un paso frontal pierde intensidad y la oscilación diaria de su base se hace más ostensible a la vez que sufre un ascenso que dificulta el quiebre diurno de la nubosidad baja.

El ascenso de la inversión es explicable por la menor subsidencia que acompaña a la situación frontal y la advección de aire frío dentro de la capa límite. El frente que el día 29 afectó a Quintero no alcanzó a Antofagasta, sin embargo el descenso posterior sí se hizo sentir intensificando la inversión y deprimiendo su base el día 30. Tanto la intensificación del día 30 como la del día 21, 23 y 27 estuvieron acompañadas en Quintero por flujos del SE de cierta fuerza en una delgada capa comprendiendo entre 900 y 2400 m, lo que sugiere un calentamiento tipo Foehn pero muy localizado en la vertical.

De la evidencia aportada por el estudio de este caso es posible resumir algunas conclusiones provisorias. En relación a la identificación de síntomas frontales, ellos se ven oscurecidos por la presencia de la inversión de los alisios que impide la propagación hacia la superficie de los cambios en temperatura, humedad y viento. Esto es más drástico cuanto más intensa es la inversión. En tales condiciones es preciso recurrir a manifestaciones más sutiles, como las variaciones en intensidad y altura de la capa límite o la inversión que la cubre.



La intensidad de la inversión decrece al ocurrir un paso frontal y sufre aumentos marcados cuando la subsidencia de gran escala se ve reforzada por descenso localizado en la tropósfera baja. En tales condiciones la base de la inversión desciende y en Quintero no es raro que alcance la superficie.

#### AGRADECIMIENTOS.-

Los autores desean agradecer a Línea Aérea Nacional, Sección Meteorología, que proporcionó la información sinóptica convencional necesaria para el trabajo y a los revisores que ayudaron a mejorar sustancialmente la presentación.

#### 7. REFERENCIAS.-

FUENZALIDA, H., 1980; Acerca de las fluctuaciones diarias de la capa límite en el litoral del Norte de Chile. Congreso Internacional de Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, La Serena, Enero de 1980.

RUTLLANT, J., ULRIKSEN, P., SIPPA, J., SALINAS, H., DOERR, L., "Resultados de la campaña de mediciones meteorológicas realizadas en la provincia de Antofagasta". Publ. N°140, Depto. de Geofísica, Universidad de Chile, Santiago 1972.

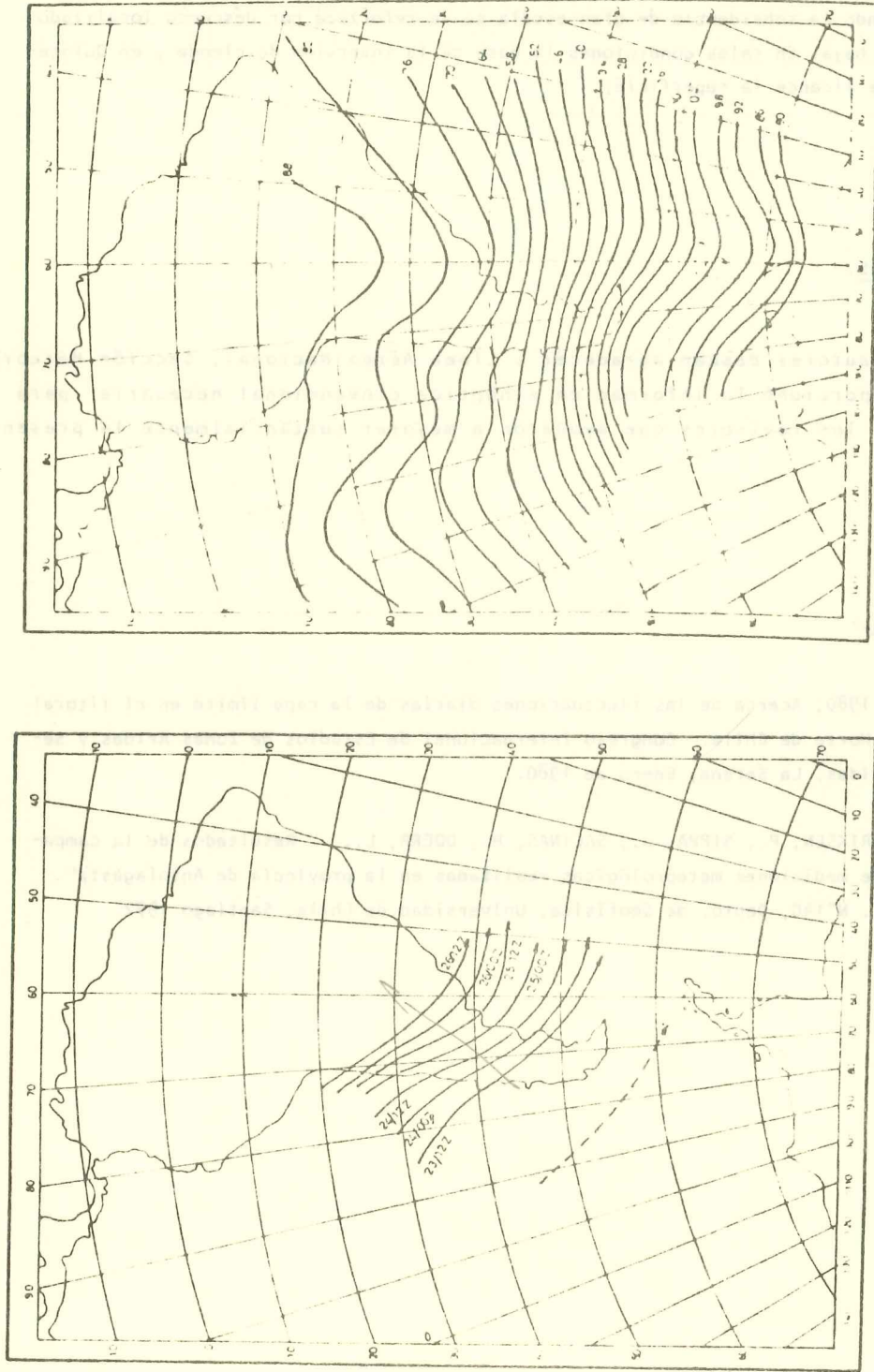


Fig. 1 Posición de corrientes en chorro identificadas en fotos de satélites para los días y horas indicadas.

Fig. 2 Carte de 500 mb para el día 23 a las 12 Z. Isohipsas rotuladas en centenas de metros.

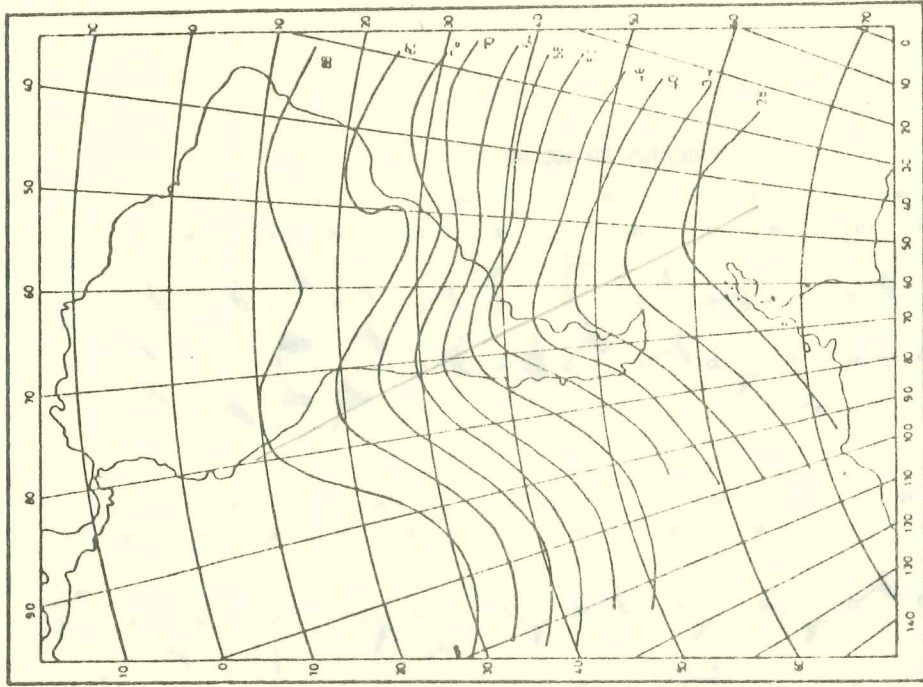
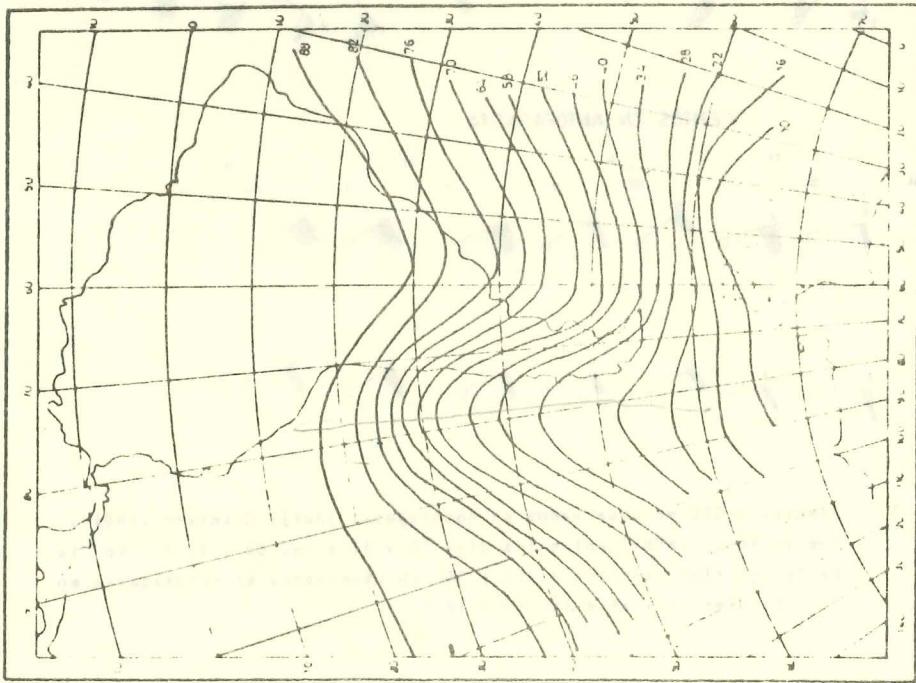


Fig. 3 Carta de 500 mb para el día 25 a las 00 Z. Isohipsas rotuladas en centenas de metros.

Fig. 4 Carta de 500 mb para el día 26 a las 12 Z. Isohipsas rotuladas en centenas de metros.



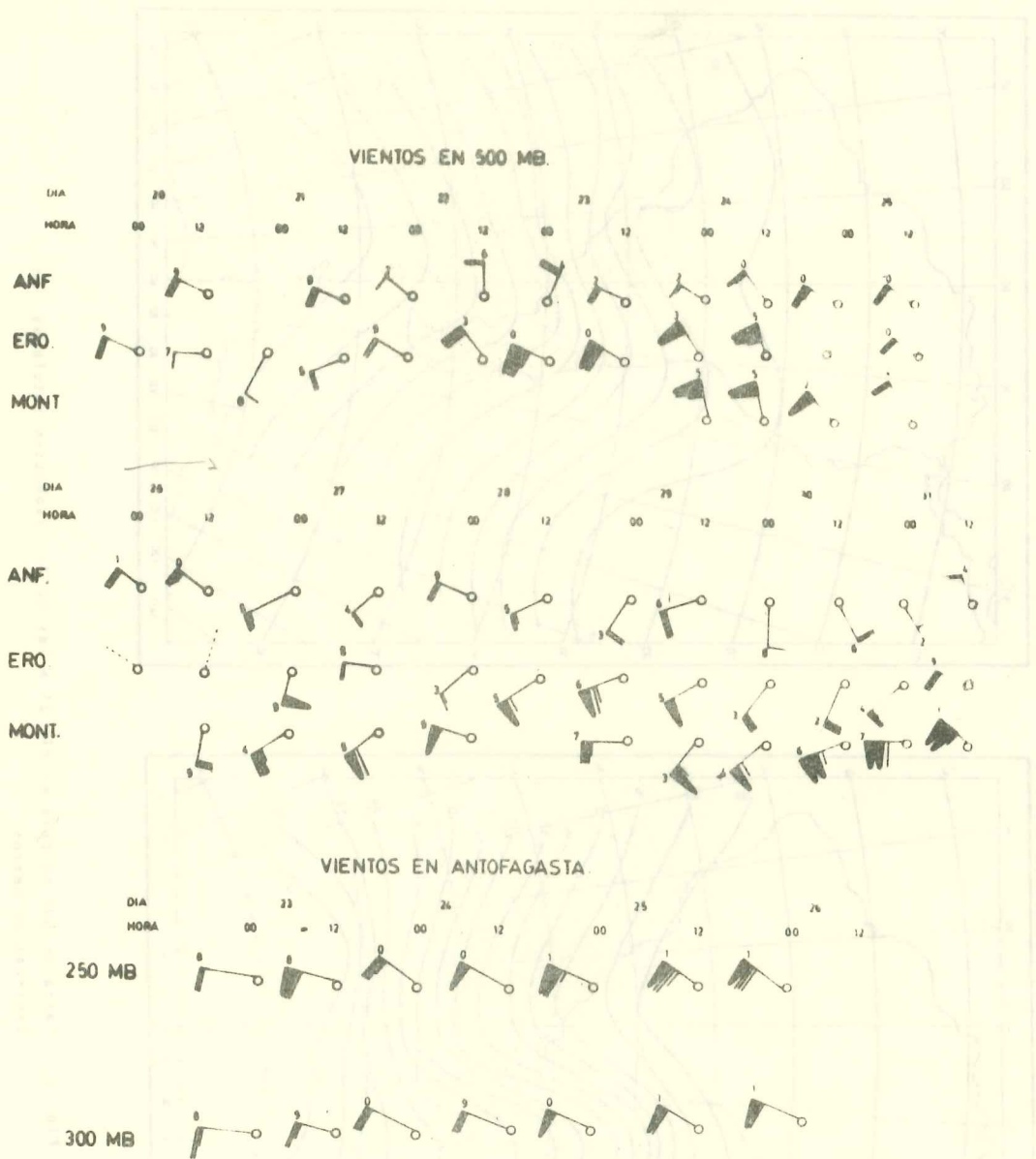


Fig. 5. Vientos a 500 mb observados en Antofagasta (ANF), Quintero (ERO) y Puerto Montt (MONT) entre los días 20 y 31 a las 00 y 12 Z. En la parte inferior, vientos a 250 y 300 mb observados en Antofagasta entre los días 23 y 26 a las 00 y 12 Z.



TEMPERATURAS DE ANTOFAGASTA DESDE EL 20 JULIO HASTA 31 JULIO DE 1970

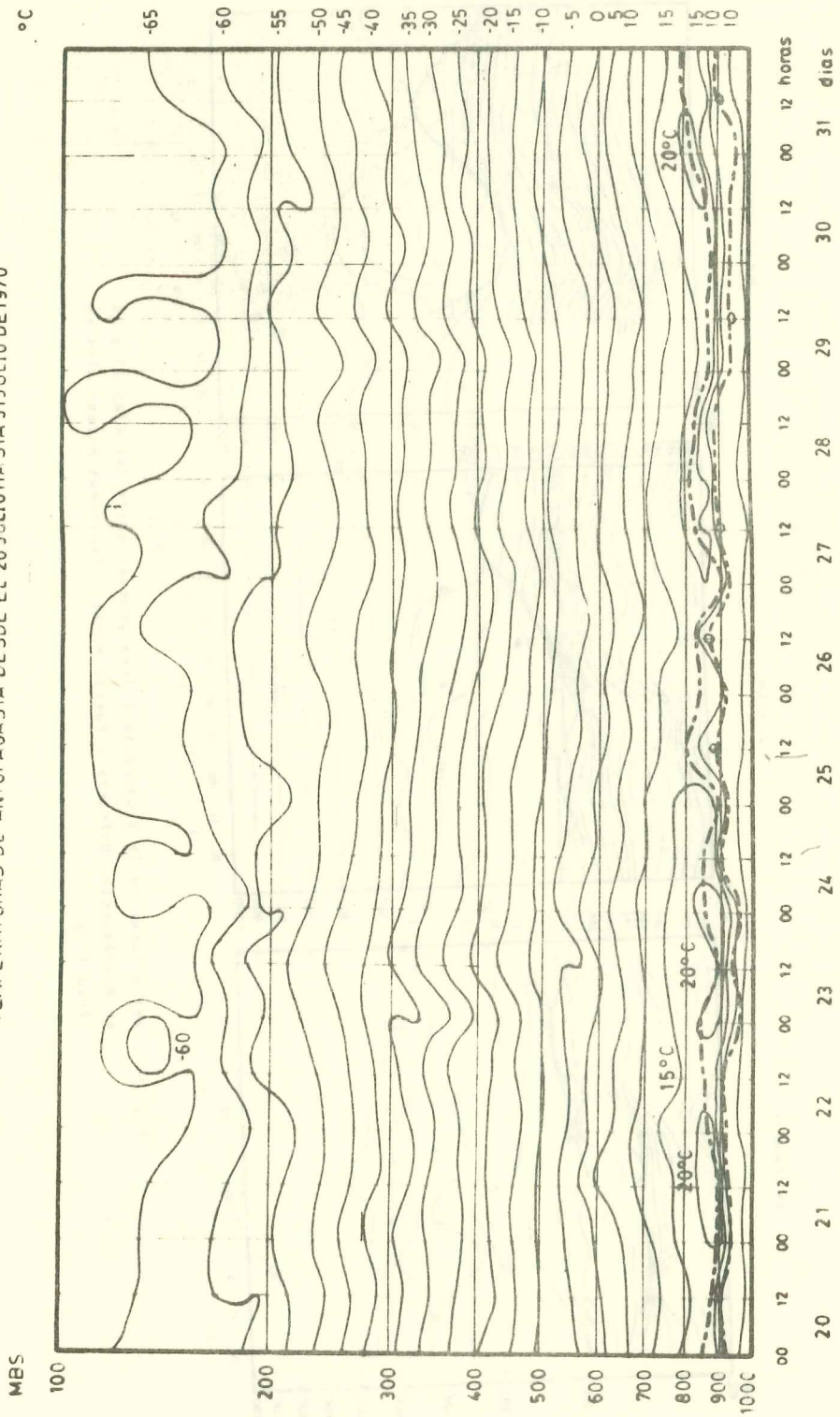


Fig. 7 Variaciones de los perfiles verticales de temperatura entre los días 20 y 31 en Antofagasta. La línea segmentada gruesa delimita la inversión de los alisios.



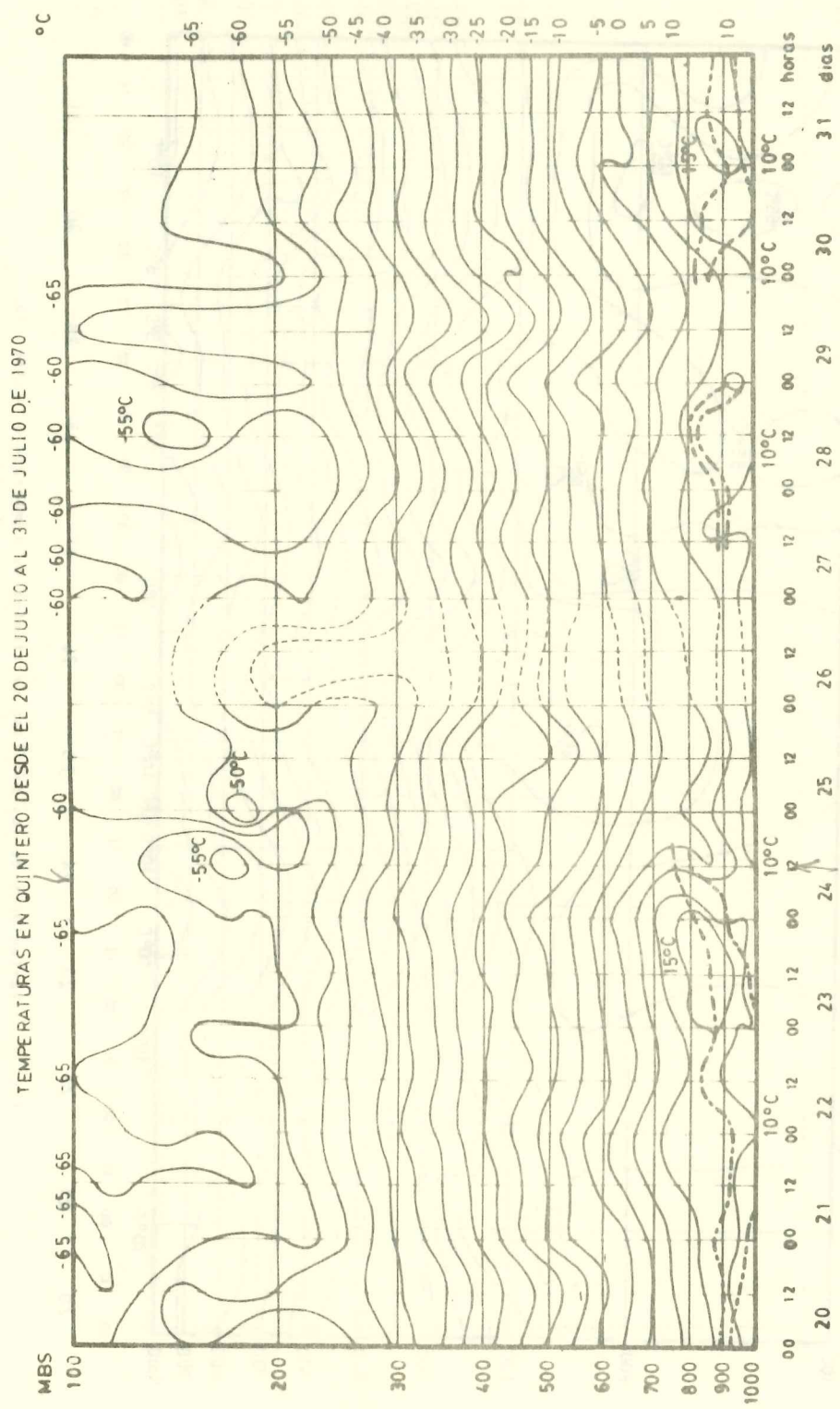


Fig. 6 Variaciones de los perfiles verticales de temperatura entre los días 20 y 31 en Quintero. La línea segmentada gruesa delimita la Inversión de los alistas.



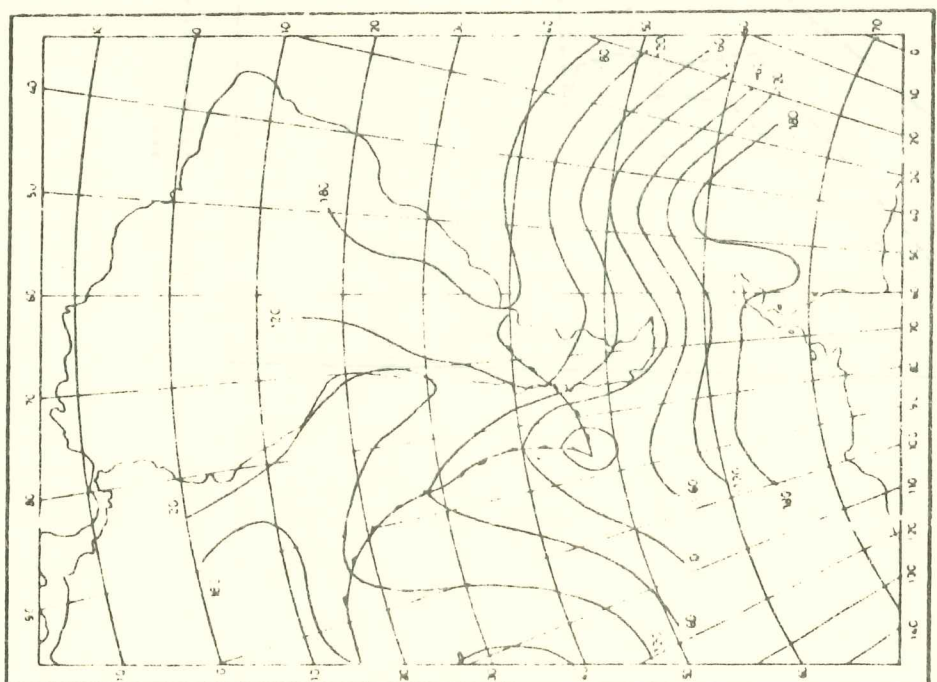


Fig 10 Carta de 1000 m para el día 23 a las 12 Z. Isohipas expresadas en metros

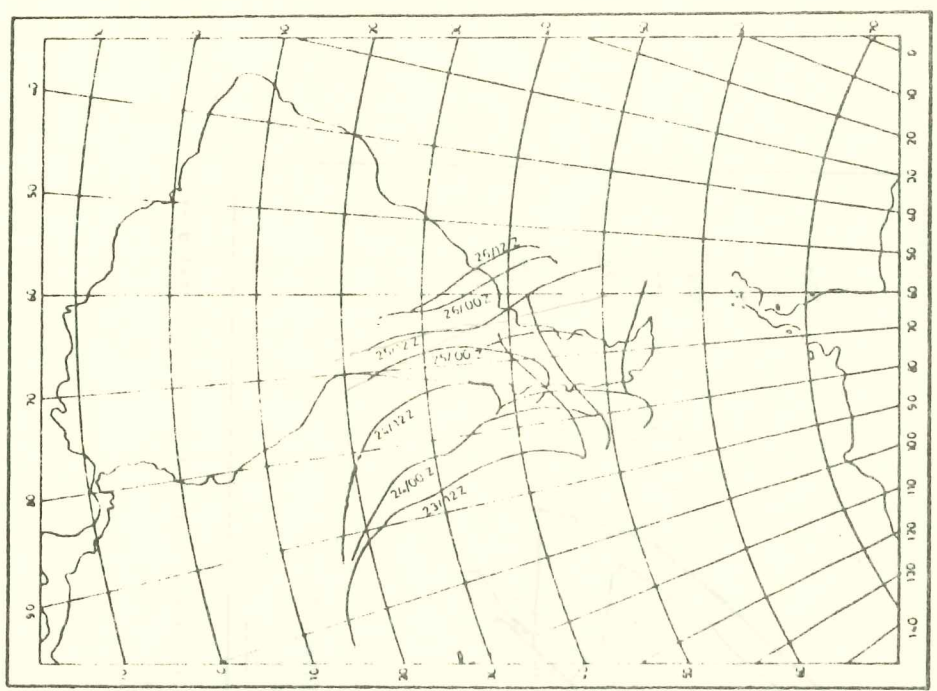


Fig 11 Posición de frentes en las horas y días indicados



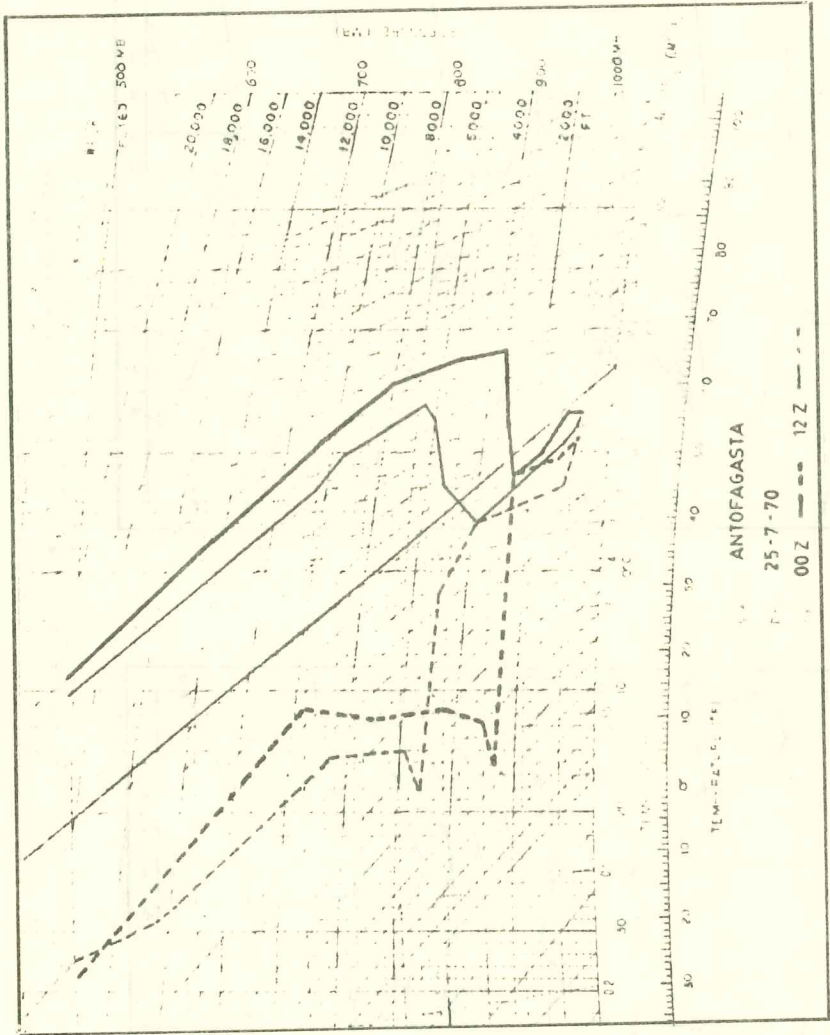


Fig. 12 Radiosondeos en Antofagasta para el día 15 e las 00 Z (líneas gruesas) y 12 Z (líneas finas).

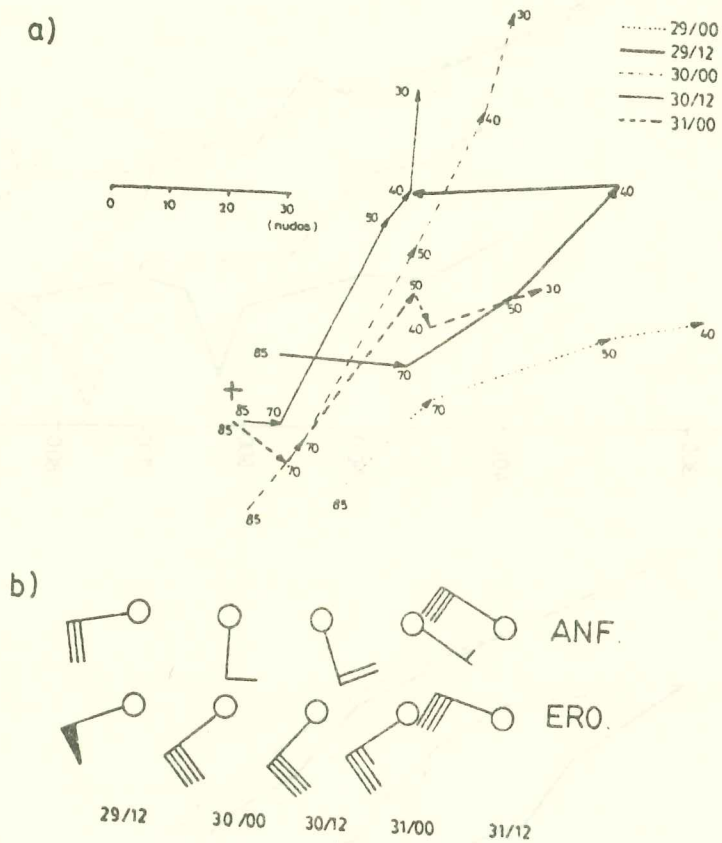


Fig. 13a Hodografas de vientos en Quintero durante los días 29, 30 y 31. Niveles indicados en cb y el origen por una cruz.

Fig. 13b Vientos de 500 mb en Antofagasta (ANF) y Quintero (ERO) durante los días 29, 30 y 31.

- 29/12
- - - 30/00
- 30/12
- - - 31/12
- · · 31/00

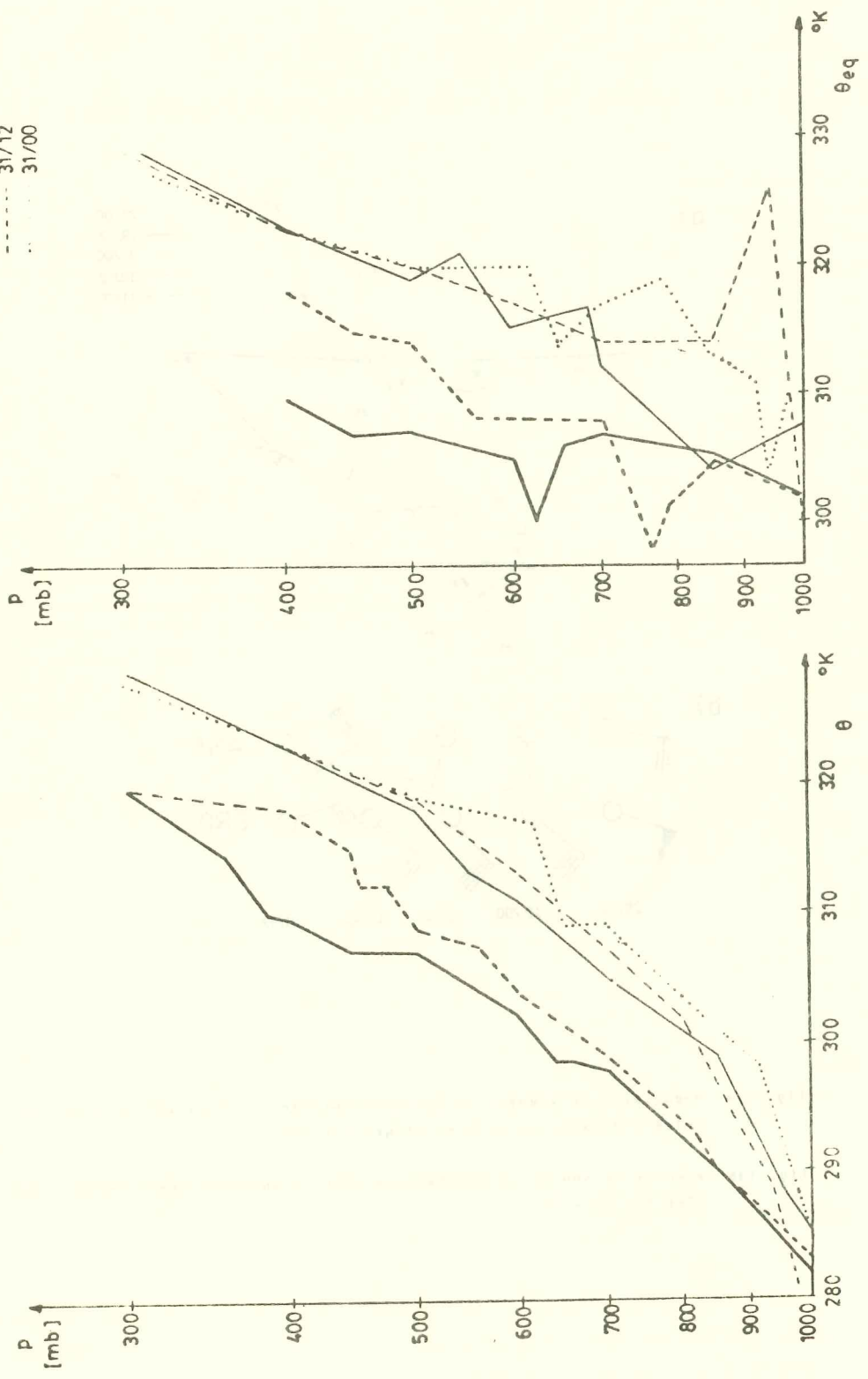


FIGURA 14.

Fig. 14. Perfiles verticales de temperatura potencial ( $\theta$ ) y temperatura potencial equivalente ( $\theta_{eq}$ ) en Quintero durante los días 29, 30 y 31.