

R: 2089/F
CB 4012055

1992 1000

Sig 109.313-60

AREA DE PREDICCION

**SERVICIO DE TECNICAS DE ANALISIS Y
PREDICCION**

EDICION
28-October-1992

NOTA TECNICA N° 8

REVISION
-0-

**OBTENCION DE SECCIONES
VERTICALES EN EL SAIDAS:
APLICACIONES A LA DIAGNOSIS Y
PREDICCION.**

**F. Elizaga Rodríguez
A. García Méndez**



**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
Subdirección General de Predicción y Vigilancia**

INDICE

1.- INTRODUCCION	
2.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO	Pag.1
3.- ESQUEMAS DE INTERPOLACION	Pag.3
4.- GENERACIÓN DE SECCIONES VERTICALES	Pag.9
5.- APLICACION DE LAS SECCIONES VERTICALES	Pag.18



1.-INTRODUCCION

El objetivo de esta Nota Técnica es la introducción de las secciones verticales como herramienta operativa en el entorno SAIDAS para la diagnosis y predicción.

Cualquier predictor al observar un rasgo importante en un mapa horizontal siente interés por conocer la estructura tridimensional que tiene dicho rasgo tal y como lo ven el modelo numérico que se esté usando o los datos de la red de radiosondeos. Con este propósito se han desarrollado dos comandos que nos permiten obtener secciones verticales a lo largo de cualquier eje elegido tanto para datos de radiosondeos como para salidas de cualquier modelo numérico.

Creemos que estas nuevas herramientas serán de mucha utilidad para los predictores; no obstante, conviene recalcar que las secciones verticales tienen pleno sentido cuando se utilizan para estudiar la estructura tridimensional de un rasgo interesante que previamente se ha caracterizado mediante los mapas horizontales.



2.-PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Tanto en el caso de las secciones verticales obtenidas a partir de sondeos como a partir de modelos numéricos, podemos sintetizar el proceso de cálculo en tres etapas:

- a) Lectura de los datos originales.
- b) Procesado de estos datos para obtener a partir de ellos matrices bidimensionales interpoladas horizontal y verticalmente.
- c) Contorneo de estas matrices de datos interpolados.

2.1.-Lectura de los datos

La lectura es diferente si se trata de modelos o de sondeos. En el caso de **secciones verticales a partir de sondeos**, se buscan automáticamente las estaciones que formaran parte de la sección (aquellas que caen dentro de un pasillo de anchura definida entre los puntos inicial y final del corte), si estas no han sido definidas por el usuario (en este caso no hace falta buscarlas, evidentemente). Una vez definidas las estaciones a usar, se ordenan de menor a mayor en función de la distancia al primer punto de corte (estas distancias se normalizan de 0 a 1). Se leen entonces los datos del sondeo realizado por cada una de estas estaciones, bien todos los datos o solo los niveles obligatorios, opción definida por el usuario. El resultado se almacena en matrices en las que cada columna contiene los datos de una estación y las filas son los niveles en los que hay datos. Se generan de esta forma 5 matrices: P,Z,T,TD,SPD y DIR. Estas matrices no son regulares ya que las estaciones no están igualmente espaciadas en la horizontal y, además, no todas las estaciones registran los mismos niveles en la vertical.

En el caso de **secciones obtenidas a partir de modelos** la generación de matrices es diferente. Se leen en este caso para todos los niveles solicitados por el usuario los campos de T,Z,RH,U y V, realizándose posteriormente una interpolación bilineal en todos los niveles a los puntos que formarán parte de la sección (se obtienen en función de los puntos inicial y final y de la resolución requerida). Estos puntos son equivalentes a las estaciones de los sondeos. Se genera también una matriz P que tiene tantas columnas como puntos en la horizontal y cuyas filas son el valor de la presión en cada uno de los niveles. Estas matrices son regulares en la vertical, ya que cada punto contiene los mismos niveles, pero no en la horizontal ya que debido al radio variable de la tierra los puntos en la horizontal no están igualmente espaciados. Cuando se quiere obtener la sección de un campo que no se encuentra en la lista de opciones, solo se lee este campo, interpolándose bilinealmente a la resolución pedida

entre los puntos inicial y final en todos los niveles (se genera también la matriz P).

2.2.-Proceso de los datos

A partir de este momento se realizan las mismas operaciones en el caso de los sondeos y en el de los modelos. Las únicas diferencias están en el cálculo de los campos derivados, debiéndose usar fórmulas diferentes ya que los campos básicos no son los mismos (por ejemplo, en el caso de los sondeos disponemos de TD y en el caso de los modelos de RH). A partir de las matrices anteriores se calculan las mismas matrices para los campos pedidos. Estas matrices se interpolan en la vertical a puntos igualmente espaciados (usando un esquema de interpolación logarítmico lineal que se desarrolla en el próximo capítulo). Las matrices así obtenidas se interpolan luego en la horizontal a puntos igualmente espaciados mediante polinomios de Lagrange (ver el siguiente capítulo). El resultado son matrices regulares igualmente espaciadas en la vertical y en la horizontal.

2.3.-Contorneo de los datos

Se utiliza el "software" original tanto para el contorneo como para el ploteo de barbas de viento. En el caso de las barbas de viento no se interpolan los datos a una matriz regular, sino que solamente se plotean los datos originales.

3.-ESQUEMAS DE INTERPOLACIÓN

Hemos visto en el Capítulo anterior como son necesarias varias interpolaciones hasta llegar al resultado final: interpolación bilineal a los puntos que formaran parte de la sección (aplicable solo en el caso de las secciones verticales de modelos), interpolación logarítmica lineal a puntos igualmente espaciados en la vertical e interpolación mediante polinomios de Lagrange a puntos igualmente espaciados en la horizontal (estas dos últimas aplicables tanto a sondeos como a modelos).

3.1.-Interpolación bilineal horizontal

Se utiliza para seleccionar los puntos que formarán parte del corte en el caso de los modelos. Estos puntos son el equivalente de las estaciones de sondeos. Para ello se localizan los cuatro puntos de grid que rodean al punto donde se desea calcular el valor interpolado y se calculan las coordenadas Lat/Lon del punto de grid situado al noroeste de punto de interpolación. Se leen después los valores del campo en esos cuatro puntos y se aplica la siguiente expresión:

$$ZZ(\psi, \lambda) = (1-\mu)(1-\nu)R_{11} + \mu(1-\nu)R_{21} + (1-\mu)\nu R_{12} + \mu\nu R_{22} \quad (1)$$

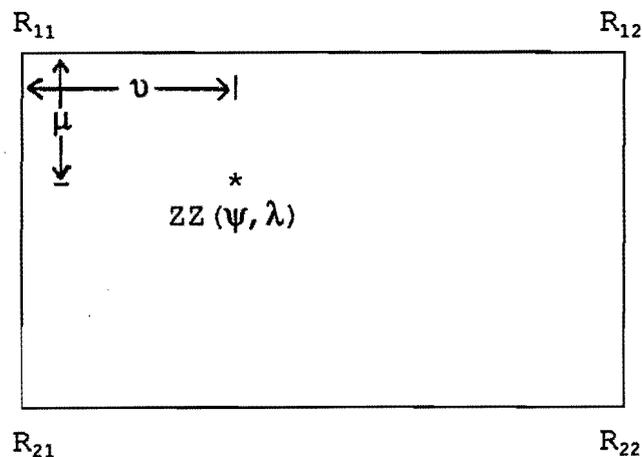
donde:

μ = distancia normalizada a la unidad desde el punto de interpolación hasta el paralelo que pasa por el punto de grid situado al noroeste.

ν = distancia normalizada a la unidad entre el punto de interpolación y el meridiano que pasa por el punto de grid situado al noroeste.

$R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}$ valores del campo en los puntos de grid superior izquierdo, superior derecho, inferior izquierdo e inferior derecho que rodean al punto de interpolación.

ZZ = valor del campo interpolado.



Las latitudes y longitudes de los puntos donde realizar la interpolación se obtienen a lo largo de la línea que une el punto inicial y final (eje de la sección) en función de la resolución requerida.

3.2.-Interpolación logarítmico lineal en la vertical

En este paso, partiendo de matrices RR(NNIV,NS) donde NNIV es el número de niveles en la vertical (este numero será distinto en general para cada una de las estaciones de sondeos y el mismo para todos los puntos que forman parte de la sección en el caso de los modelos) y NS el número de estaciones o puntos en la horizontal, se obtienen matrices ZZ(NR,NS) donde NR es el número de puntos de interpolación en la vertical (NR vale 50 en el caso de los sondeos y 30 en el caso de los modelos). Estas matrices de datos son regulares en la vertical, estando los puntos igualmente espaciados en altura geométrica.

Para esto, se interpolan los datos originales linealmente a niveles de presión que corresponden a niveles igualmente espaciados en la vertical (dada la relación logarítmica que existe entre la altura geométrica y la presión, esto es lo mismo que realizar una interpolación logarítmico lineal).

La presión en los niveles de interpolación viene definida por:

$$FP(i) = \left[\frac{NR-i}{NR-1} \cdot (p_{if}^k - p_{sp}^k) + p_{sp}^k \right]^{1/k}; (i=1, NR) \quad (2)$$

y $k=R/C_p$. p_{if} y p_{sp} son la presión en el nivel inferior y en el superior de la sección respectivamente, mientras que NR es el numero de niveles de interpolación.

Se puede comprobar fácilmente que estos niveles de presión corresponden a niveles de alturas equiespaciados. En efecto, partiendo de la relación hidrostática

$$\frac{\partial z}{\partial p} = -\frac{\alpha}{g} \quad (3)$$

y usando la definición de temperatura potencial se llega a

$$\delta z = -\frac{R\theta}{g} \left(\frac{p}{p_0} \right)^k \frac{\delta p}{p} \quad (4)$$

Integrando esta ecuación entre dos niveles 1 y 2 y usando un valor promedio de θ se obtiene

$$z_2 - z_1 = \Delta z = CTE (p_1^k - p_2^k) \quad (5)$$

Entonces, si escogemos los puntos 1 y 2 como los puntos inferior y superior de la sección y usamos intervalos de la forma

$$\frac{NR-i}{NR-1} \cdot (P_{if}^k - P_{sp}^k); i=(1, NR) \quad (6)$$

para calcular los niveles de presión, estos se corresponderán con niveles de alturas equiespaciados.

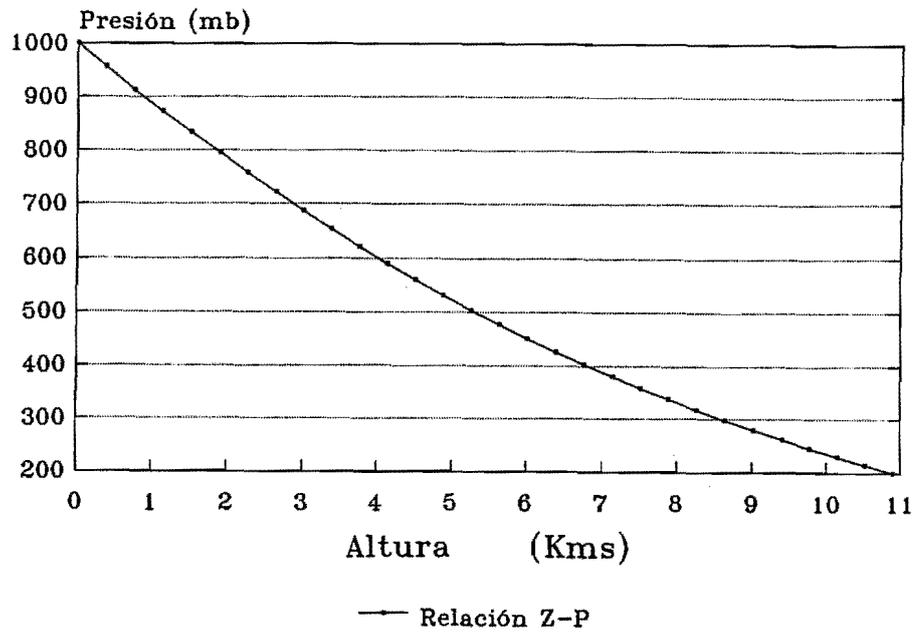
En la Fig.1 se observan dos gráficos, uno con la relación z-p y otro con la relación z-(p/p₀)^k donde se pone de manifiesto como se pasa de una relación logarítmica a una relación lineal.

A partir de estos niveles de presión se realiza una interpolación lineal aplicando la siguiente fórmula:

$$ZZ(K, I) = ZZ(MIN, I) + (ZZ(MAX, I) - ZZ(MIN, I)) \frac{(FP(K) - P(MIN, I))}{(P(MAX, I) - P(MIN, I))} \quad (7)$$

donde MAX y MIN hacen referencia a los valores de presión en el nivel más alto y en el más bajo, respectivamente, entre los que se encuentra uno de los niveles FP(i).

a)



b)

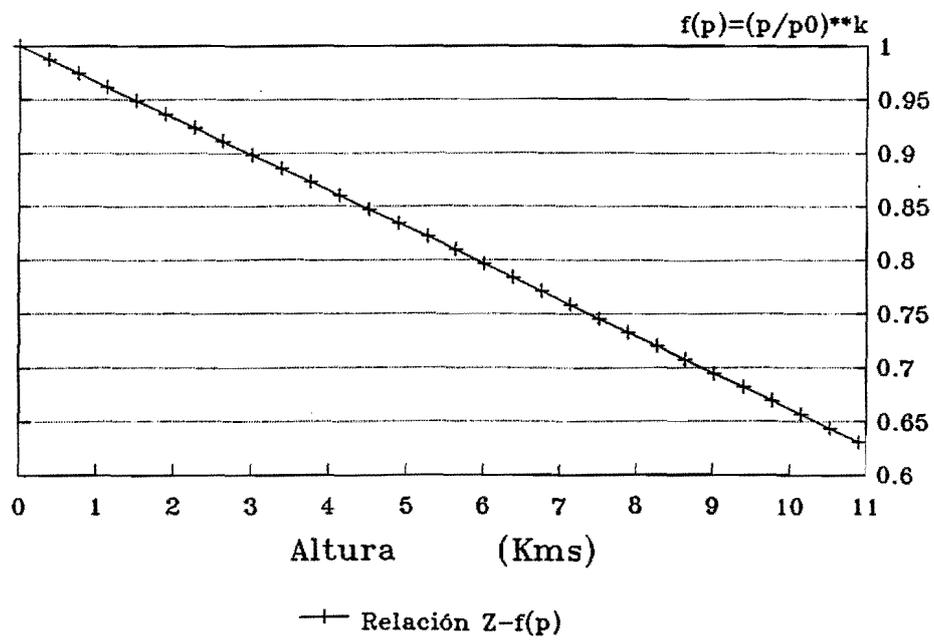


Fig.1 a) Relación z-p

b) Relación z- $(p/p_0)^k$

3.3.-Interpolación en la horizontal usando polinomios de Lagrange

La técnica de interpolación de Lagrange se utiliza cuando queremos interpolar los valores de una función a una serie de puntos a partir de los valores conocidos de esa función en puntos desigualmente espaciados.

En el caso de las secciones verticales, tanto si se obtienen a partir de sondeos como a partir de modelos numéricos, la interpolación se realiza para cada uno de los NR niveles en la vertical que se obtienen en el paso anterior por interpolación lineal logarítmica. Se pasa así de NS puntos en la horizontal para cada nivel a NC puntos. La matriz de entrada en este paso es una matriz (NR,NS) y la de salida (NR,NC), conteniendo esta matriz de salida los valores del campo en cuestión interpolados vertical y horizontalmente. Tanto para sondeos como para modelos el valor de NC es 100.

La fórmula de Lagrange para interpolar el valor de una función $F(x)$ en un punto x a partir de los valores conocidos de la función F en n puntos x_i es:

$$F(x) \approx P(x) = \sum_{i=1}^n F(x_i) L_i(x) \quad (8)$$

donde

$$L_i(x) = \prod_{j \neq i} \frac{(x-x_j)}{(x_i-x_j)} \quad (9)$$

En el caso que nos ocupa trabajamos con polinomios de Lagrange de segundo grado, esto es, para calcular el valor interpolado en un punto x usamos los valores conocidos de la función en 3 puntos x_i de forma que la formula queda:

$$F(x) \approx P(x) = F(x_1) \frac{(x-x_2)}{(x_1-x_2)} \frac{(x-x_3)}{(x_1-x_3)} +$$

$$F(x_2) \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} \frac{(x-x_3)}{(x_2-x_3)} +$$

$$F(x_3) \frac{(x-x_1)}{(x_3-x_1)} \frac{(x-x_2)}{(x_3-x_2)} \quad (10)$$

Los 3 puntos que se eligen están situados uno a la izquierda del punto de interpolación y dos a la derecha (izquierda y derecha vienen definidas por el primer y el último punto del corte respectivamente). Pero no en todos los puntos de interpolación el valor del campo se calcula según esa fórmula, sino que existen algunas excepciones:

* El valor en el primer punto de interpolación (punto 1) coincide con el valor del campo en el primer punto de corte (en caso de sondeos, con el valor en el primer sondeo).

* El valor en el último punto de interpolación (punto 100) coincide con el valor del campo en el último punto de corte (en caso de sondeos, con el valor en el último sondeo).

* Para puntos de interpolación situados entre el penúltimo y el último punto con valor del campo conocido, se usan solo esos dos puntos y, por lo tanto, el polinomio de ajuste es de grado 1. La ecuación en estos casos es:

$$F(x) = P(x) = F(x_1) \frac{(x-x_2)}{(x_1-x_2)} + F(x_2) \frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} \quad (11)$$

Los 100 puntos de interpolación en la horizontal para cada uno de los NR niveles están separados una distancia $0.01 \cdot R$ donde R es la distancia en Km que existe entre el primer y el último punto de corte (en el caso de sondeos, entre el primer y el último sondeo). Para un valor típico de $R=1500$ Km, la distancia entre los puntos de interpolación es de 15 Km.

4.-GENERACION DE SECCIONES VERTICALES

Para el calculo y visualización de secciones verticales se han desarrollado dos nuevos comandos SAIDAS: el comando **YSETRA** que nos permite obtener secciones a partir de datos de radiosondeos y el comando **YSTGD**, que trabaja con datos proporcionados por modelos numéricos. El primero es una adaptación del comando original XSECT para que pueda leer ficheros MD con esquemas SMAO y SSIG, al que se ha añadido la posibilidad de calcular algunos campos derivados que se han considerado de interés. El segundo comando, aunque utiliza parte del software original, puede considerarse un comando prácticamente nuevo, ya que ha habido que diseñar todo el proceso de captura de datos originales.

En este apartado se expondrá el funcionamiento de estos dos comandos en profundidad, haciendo referencia a todas las posibles palabras clave que pueden ser usadas y que confieren a los comandos una gran versatilidad.

4.1.- Comando YSETRA

La forma de usar este comando es la siguiente:

YSETRA bidn(HELP) eidn <PALABRAS CLAVE> "TEXTO

Los parámetros que admite son:

*bidn identificativo numérico de la estación de inicial (primer punto de la sección).

*eidn identificativo numérico de la estación final (último punto de la sección).

*"TEXTO Título de hasta 42 caracteres (defecto= día hora)

Las palabras clave (keywords) que pueden usarse son:

*MDF= Número(s) de MD(s) (defecto=actual_MAN actual_SIG)

*DAY= Día correspondiente a los sondeos, YYDDD (defecto=actual).

*TIME= Hora de los sondeos, HHMMSS (defecto=00 ó 12 según la hora del día).

*IDN= idn1 idn2 ... idnn Lista de las estaciones que formaran parte del corte (defecto=bidn...eidn).

*LAT=ini fin Limites de latitud inicial y final de la sección (defecto=bidn eidn).

*LON=ini fin Limites de longitud inicial y final de la sección (defecto=bidn eidn).

*WIDTH= Mitad de la anchura del pasillo entre los puntos extremos del corte donde se buscan y se aceptan las estaciones (defecto=250 Km).

*TCOLOR= Color del titulo y de los indicativos de las estaciones (defecto=3).

*GCOLOR= Color del marco de la sección (defecto=1).

*LABEL= Muestra los nombres y unidades de los campos (defecto=yes).

*ERASE= Borra el gráfico existente antes de dibujar (defecto=yes).

*GRA= Número de gráfico (defecto=actual).

*PAN= Número de panel 0,1,2,3,4 (defecto=0).

*MAP= Dibuja mapa en la esquina superior derecha marcando además el eje de la sección (defecto=YES).

*PTOP= Presión del nivel más alto de la sección (defecto=100 mb).

*PBOT= Presión del nivel más bajo de la sección (defecto=1050 mb).

*FORM= Campo(s) de los que se desea obtener la sección vertical (defecto=THA).

*LSIZE= Tamaño(s) de las etiquetas de los campos (defecto=según los campos elegidos).

*LINT= Frecuencia de etiquetado de las isolíneas (defecto=según los campos).

*COLOR= Color(es) de contorneo (defecto=según campos).

*CINT= Intervalo(s) de contorneo (defecto=según los campos).

*LDASH= Opción líneas continuas o discontinuas (defecto=según los campos).

*SMOOTH= Factor(es) de suavizado (defecto=según los campos).

*UNIT= Unidades (defecto=según el campo).

Los campos de los que se puede obtener la sección vertical, así como los valores por defecto que toman algunas de las palabras clave para cada uno de ellos son:

FORM	CINT	COLOR	LDASH	LINT	LSIZE	SMOOTH	UNIT
T	5	5	-1	2	6	20	C
THA	5	5	-1	2	6	20	K
TD	5	4	-1	2	6	20	C
MIX	2	4	-2	1	6	20	G/KG
SPD	5	2	0	1	6	20	MPS
DIR	90	1	-2	1	6	20	DEG
WIN	NA	7	NA	NA	10	NA	KT
SPDN	5	2	-1	1	6	40	MPS
SPDS	5	2	-1	1	6	20	MPS
SPDZ	5	2	-1	1	6	20	1/S
U	5	2	-1	1	6	20	MPS
V	5	3	-1	1	6	20	MPS
Z	1000	1	-1	5	6	20	M
THE	2	5	-1	2	6	20	K
HR	10	4	-1	1	6	20	TPC
TW	5	4	-1	1	6	20	K
THW	1	4	-1	1	6	20	K

donde T=Temperatura
 THA=Temperatura potencial
 TD=Temperatura del punto de rocío
 MIX=Proporción de mezcla
 SPD=Velocidad del viento
 DIR=Dirección del viento
 WIN=Barbas de viento
 SPDN=Velocidad del viento normal al eje de la sección
 SPDS=Velocidad del viento tangencial al eje de la sección
 SPDZ=Cizalladura vertical del viento
 U=Componente u del viento
 V=Componente v del viento
 Z=Altura
 THE=Temperatura potencial equivalente
 HR=Humedad relativa
 TW=Temperatura del termómetro húmedo
 THW=Temperatura potencial del termómetro húmedo

Dada la gran cantidad de palabras clave existentes, conviene hacer algunas puntualizaciones sobre el uso de las mismas, ya que de otra forma podría llevar en ocasiones a resultados inesperados:

a) **Existen tres formas diferentes de definir los puntos inicial y final del corte.** La primera de ellas es utilizar los parámetros bidn eidn (primera y última estación de la sección); en este caso las estaciones intermedias son seleccionadas

buscando automáticamente en un pasillo de anchura 2*WIDTH (por defecto 500 Km) entre esas dos estaciones. La segunda forma utiliza la palabra clave IDN= , que define las estaciones que formaran parte de la sección y los puntos extremos; en este caso la palabra clave WIDTH no tiene sentido, pudiendo estar las estaciones fuera o dentro del pasillo. La tercera usa las palabras claves LAT= y LON=, que definen los puntos extremos del corte en la forma de coordenadas latitud/longitud; las estaciones que formarán parte de la sección se buscan automáticamente dentro del pasillo especificado. En todos los casos el usuario define la orientación de la sección vertical, quedando el primer punto a la izquierda y el último a la derecha.

b) **El máximo número de estaciones que pueden usarse es de 25;** si se seleccionan automáticamente más de 25 estaciones, el comando usa solo las 25 primeras, mientras que si se usa la keyword IDN= y se dan más de 25 estaciones el programa aborta. El número mínimo de estaciones necesarias es de tres.

c) Para situar las estaciones dentro del corte, éstas se proyectan perpendicularmente al eje de la sección; cuando la separación proyectada entre dos estaciones es muy pequeña (menor que 0.01, siendo 1 la distancia normalizada entre la primera y la última estación), se excluye la estación más lejana del primer punto de corte. La razón para hacer esto es que se necesita realizar un ajuste por polinomios de Lagrange y los puntos de interpolación deben caer necesariamente entre dos estaciones. Las estaciones se ordenan automáticamente a lo largo de la sección de menor a mayor en función de la distancia proyectada al primer punto de corte.

d) Se eliminan aquellas estaciones que dan menos de tres niveles de información y aquellas que no dan presión superficial. Si una estación da un sondeo parcial, los niveles perdidos no se incluyen en el contorno, apareciendo sin isolíneas el area de la sección vertical afectada.

e) Para evitar que se produzcan errores en algunas de las subrutinas de búsqueda de estaciones que utiliza el comando, cuando se use alguna de las palabras clave DAY= MDF= TIME= deberán darse las otras dos (si trabajamos con sondeos del día actual podemos usar TIME= sin necesidad de dar día ni números de MD). La palabra clave MDF= tiene dos parámetros, el primero hace referencia al MD que contiene los niveles obligatorios y el segundo al que contiene los niveles significativos. El segundo toma por defecto el valor adecuado al primero (SIG=MAN+10), pero si se quiere trabajar solo con datos de niveles obligatorios se debe colocar a cero.

f) Cualquier combinación de los campos que aparecen en la lista y en cualquier orden pueden aparecer como parámetros de la palabra clave FORM= , debiéndose mantener este orden en las palabras clave LSIZE=, LINT=, COLOR=, CINT=, LDASH=, SMOOTH= y UNIT=, caso de ser utilizadas.

g) Si se usa la palabra clave PAN= no se borra el gráfico existente.

h) Para suavizar el contorno se usan promedios móviles y el valor de la palabra clave SMOOTH= representa el tamaño en número de pixels de la ventana sobre la que se hará el promediado.

i) El convenio de signos para las velocidades normales y tangenciales a la sección vertical es el siguiente: el sentido positivo del eje tangencial es el que va desde la última estación a la primera, mientras que el sentido positivo del eje normal se consigue aplicando la regla de la mano derecha, esto es, positivo a la derecha en relación a la dirección tangencial positiva. Por supuesto, los signos de las velocidades normales y tangenciales varían de signo con la orientación de la sección vertical.

j) Los valores que puede tomar la palabra clave LDASH= son:

0 todas las líneas continuas
-1 valores negativos en línea discontinua
1 valores positivos en línea discontinua
<-1 o >1 todas las líneas discontinuas

k) El comando comprueba si se ha perdido algún dato y le da un código especial para controlarlo, pero no comprueba los datos erróneos más que a grosso modo, por lo que si la sección parece incorrecta habrá que comprobar los datos originales.

Ejemplo:

Si queremos obtener una sección vertical con datos de los sondeos que se encuentren en un pasillo de 500 Km de ancho entre La Coruña y Palma de Mallorca de la temperatura del termómetro húmedo en grados centígrados y del viento a las 00Z del día actual el comando a ejecutar sería:

YSETRA 08001 08301 FORM,TW WIN UNIT,C TIME,0

4.2.- Comando YSTGD

La forma de llamar a este comando es:

YSTGD (HELP) <PALABRAS CLAVE> "TEXTO

El único parámetro posible (aparte de la ayuda) es

*"TEXTO Título de hasta 42 caracteres (defecto=día, hora, modelo y período de predicción).

Las palabras clave que admite son:

*CUR=Y Se definen con el cursor sobre una imagen de satélite los puntos inicial y final de la sección (defecto=NO).

*LAT=ini fin Limites de latitud inicial y final de la sección (defecto=40 40). El punto inicial debe ser el situado más al oeste.

*LON=ini fin Limites de longitud inicial y final de la sección (defecto=10 -5). El punto inicial debe ser el situado más al oeste.

*GRIDF= Número de Gridfile (defecto=actual)

*RES= Separación entre los puntos que formaran parte del corte en grados*10 (defecto=9).

*PAS= Hora de la pasada del modelo.

*DAY= Día de ejecución del modelo.

*PINI= Período de predicción.

*TCOLOR= Color del título y de los puntos incluidos en la sección en forma latitud/longitud (defecto=3).

*GCOLOR= Color del marco de la sección (defecto=1).

*LABEL= Muestra los nombres y unidades de los campos (defecto=yes).

*ERASE= Borra el gráfico existente antes de dibujar (defecto=yes).

*GRA= Número de gráfico (defecto=actual).

*PAN= Número de panel 0,1,2,3,4 (defecto=0).

*MAP= Dibuja mapa en la esquina superior derecha con la situación del corte (defecto=yes).

*PTOP= Presión del nivel más alto de la sección (defecto=100 mb).

*PBOT= Presión del nivel más bajo de la sección (defecto=1000 mb).

*FORM= Campo(s) de los que se desea obtener la sección vertical (defecto=THA).

*LSIZE= Tamaño(s) de las etiquetas de los campos (defecto=según los campos elegidos).

*LINT= Frecuencia de etiquetado de las isolíneas (defecto=según los campos).

*COLOR= Color(es) de contorneo (defecto=según campos).

*CINT= Intervalo(s) de contorneo (defecto=según los campos).

*LDASH= Opción líneas continuas o discontinuas (defecto=según los campos).

*SMOOTH= Factor(es) de suavizado (defecto=según los campos).

*UNIT= Unidades (defecto=según el campo).

*MAG= Factor de magnificación (defecto=0). Se aplica solo para campos distintos de los de la lista.

La lista de campos que pueden usarse es:

FORM	CINT	COLOR	LDASH	LINT	LSIZE	SMOOTH	UNIT
T	5	5	-1	2	6	20	C
THA	5	5	-1	2	6	20	K
TD	5	4	-1	2	6	20	C
MIX	2	4	-2	1	6	20	G/KG
SPD	5	2	0	1	6	20	MPS
DIR	90	1	-2	1	6	20	DEG
WIN	NA	7	NA	NA	8	NA	KT
SPDN	5	2	-1	1	6	40	MPS
SPDS	5	2	-1	1	6	20	MPS
SPDZ	5	2	-1	1	6	20	1/S
U	5	2	-1	1	6	20	MPS
V	5	3	-1	1	6	20	MPS
Z	1000	1	-1	5	6	20	M
THE	2	5	-1	2	6	20	K
HR	10	4	-1	1	6	20	TPC
TW	5	4	-1	1	6	20	C
THW	1	4	-1	1	6	20	K

Además de estos campos, es posible ver secciones de campos no incluidos dentro de esta lista; para ello se necesita haber generado previamente el campo de interés en todos los niveles necesarios. Un ejemplo aclarará la forma de actuar. Si queremos obtener una sección vertical del campo "Divergencia del vector Q", generaremos este campo en todos los niveles del modelo desde 1000 mb hasta 100 mb usando el comando correspondiente (en este caso YSDIVQ) y los almacenaremos en un Gridfile. Después correremos el comando YSTGD poniendo en la palabra clave FORM= el nombre del campo (en este caso DIVQ, que es como aparece en la cabecera de los grids). Conviene apuntar que si vamos a realizar el corte hasta 300 mb (usando la opción PTOP=) solo es necesario generar el campo hasta ese nivel. Los valores por defecto de las distintas palabras clave cuando se trabaja con campos que no aparecen en la lista son:

FORM	CINT	COLOR	LDASH	LINT	LSIZE	SMOOTH	UNIT
----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
xxxx	10	2	-1	1	6	20	SI

Cuando se trabaja con estos campos que no son de la lista es posible usar también la palabra clave MAG= (defecto=0).

Por lo que respecta a las consideraciones a tener en cuenta cuando se usa este comando cabe destacar las siguientes:

a) Se puede generar una sección vertical usando las palabras clave LAT= LON= o usando la palabra clave CUR=. En el primer caso la forma de actuar es idéntica al caso de las secciones de sondeos, salvo que el primer punto de corte debe estar situado siempre al oeste del último punto de corte. Si se utiliza la palabra CUR=Y (en este caso no hay que dar LAT= ni LON=), es preciso colocarse sobre una imagen. El programa pide que se seleccionen los puntos inicial y final con el cursor, debiendo estar el primer punto al oeste.

b) Si se solicita un campo de la lista se leen del Gridfile los campos T, RH, U, V y Z en todos los niveles del modelo desde 1000 mb hasta 100 mb, salvo si se usa la opción PTOP=, en cuyo caso solo se leen esos campos hasta el nivel especificado en PTOP=. Con estos campos es posible derivar cualquiera de los campos de la lista. En el caso de solicitar un campo que no está en la lista, solo se lee ese campo en todos los niveles del modelo o en los niveles por debajo del valor que aparece en PTOP=. Si al ejecutar el comando apareciese el mensaje GRID NO ENCONTRADO deberán revisarse estos extremos. De todas formas, aun faltando los datos de algún nivel el comando se ejecutará normalmente, aunque dispondrá de menos valores para realizar las interpolaciones necesarias y los resultados serán menos precisos.

c) El máximo número de puntos que puede haber en la horizontal a lo largo del corte es de 45 (esto equivale al número máximo de estaciones en el caso de YSETRA).

d) Si se da la palabra clave GRIDF= no es necesario dar DAY= PAS= ni PINI= , salvo que en mismo Gridfile estén varias pasadas o periodos.

e) El uso de las demás palabras clave es el mismo que en caso de YSETRA, siendo también igual el sentido de los ejes tangencial y normal.

Ejemplo:

Si se quiere obtener una sección vertical desde un punto cuya Lat=45 y Lon=10 hasta otro punto de Lat=35 y Lon=-5 de la velocidad del viento perpendicular al eje de la sección, usando para ello los datos del análisis del I.N.M. que se encuentran en el gridfile 125 se deberá teclear

YSTGD LAT,45 35 LON,10 -5 GRIDF,125 FORM,SPDN

5.-APLICACIÓN DE LAS SECCIONES VERTICALES

Poder disponer de secciones verticales representa una gran ayuda en la diagnosis y en la predicción ya que, en unión de secciones horizontales como pueden ser los mapas sobre superficies isobáricas, nos permiten obtener una visión tridimensional y comprender mejor los distintos mecanismos que pueden estar actuando en diferentes situaciones. Podemos obtener de forma rápida, por ejemplo, la profundidad de los estratos con inestabilidad potencial y la posible existencia de tapaderas que limiten el desarrollo de núcleos convectivos, la estructura vertical de la descarga fría detrás de un frente, la distribución del forzamiento dinámico a distintos niveles y, de forma general, la distribución en la vertical de los distintos campos que pueden ayudarnos en el estudio de cada una de las situaciones.

En este Capítulo se mostrarán algunos ejemplos seleccionados del uso de las secciones verticales para diferentes situaciones; como es obvio, resultaría imposible mostrar ejemplos de todas las posibles situaciones con las que puede enfrentarse un predictor, quedando abierto un extenso campo de casos que no serán tratados aquí y en los que podrán aplicarse las secciones verticales por los predictores haciendo uso de la gran versatilidad que poseen los nuevos comandos desarrollados.

5.1.- Aplicación a un frente frío

A la hora de situar los frentes utilizaremos principalmente, como es lógico, campos que marquen con claridad las diferencias entre distintas masas de aire; de entre estos nos ha parecido conveniente el uso de la temperatura potencial del termómetro húmedo (THW), por lo que en la aplicación a los frentes haremos un gran uso de este campo básico.

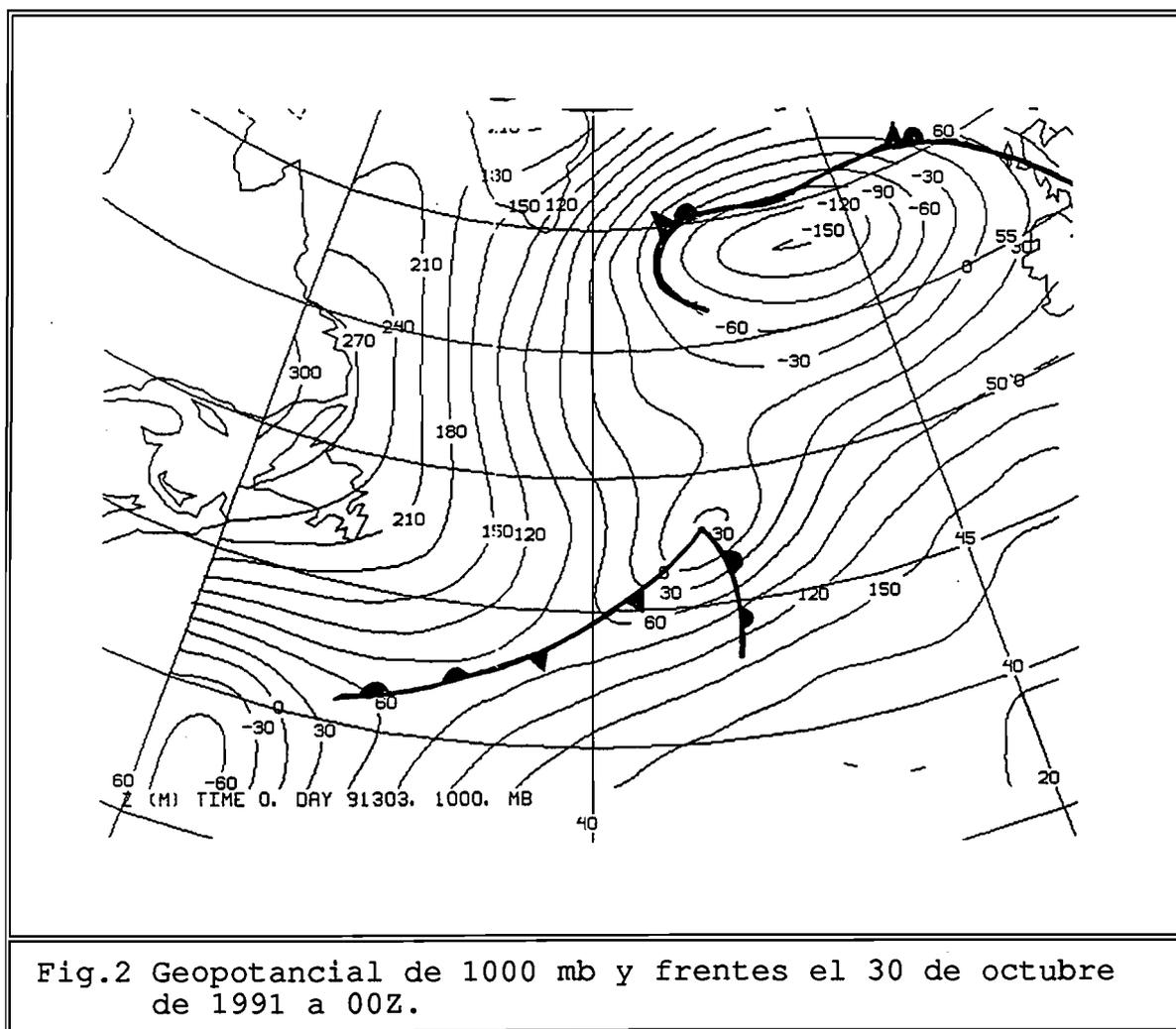
Aquí solamente se tratará de obtener secciones de campos relevantes en relación con los frentes; para una información detallada de la posición que los campos meteorológicos tienen respecto de los distintos frentes se deberá revisar la Nota Técnica N° 7 elaborada por el STAP.

En las Fig.3,4,5 y 6 se muestran secciones verticales de THW, advección de THW, parámetro frontal térmico (PFT) y velocidad del viento normal a la sección vertical (SPDN), respectivamente, a través de un frente frío. Sobre estas secciones se han dibujado los frentes, habiéndose obtenido la posición de los mismos de una análisis completo de la situación que incluía por supuesto mapas sobre superficies isobáricas (en la Fig.2 aparece como referencia el geopotencial de 1000 mb para este caso, habiéndose dibujado sobre él la posición de los sistemas frontales). En las secciones aparece el frente dividido en dos partes bien diferenciadas: un frente en niveles bajos y un frente en altura. La razón para hacer esto la podemos encontrar en la información que nos dan las propias secciones

verticales: aunque a la vista de la sección vertical de THW pudiéramos pensar en una única zona frontera extendiéndose a todos los niveles, en las secciones del PFT y, sobre todo, en la de advección de THW aparecen claramente esas dos unidades, con dos máximos de advección fría diferenciados en niveles bajos y en altura, así como distintas estructuras en el PFT.

La sección de THW define claramente la pendiente del frente frío, situándose éste por delante de la zona de máximo gradiente de isolíneas y por detrás del sector cálido, y en la de su advección se observa como los máximos de advección fría quedan por detrás del frente, con un máximo de advección cálida por delante, penetrando esa advección fría en el sector cálido por delante del frente frío. La sección del PFT nos indica que este frente es un anafrente típico, inclinándose hacia atrás la señal del PFT con la altura.

La sección de SPDN marca el giro del viento que se produce cerca de la superficie al atravesar el frente, así como la existencia de un máximo de viento del SW en el sector cálido entre 800 y 900 mb que alcanza los 60 Kt y que está asociado a la banda transportadora de aire calido.



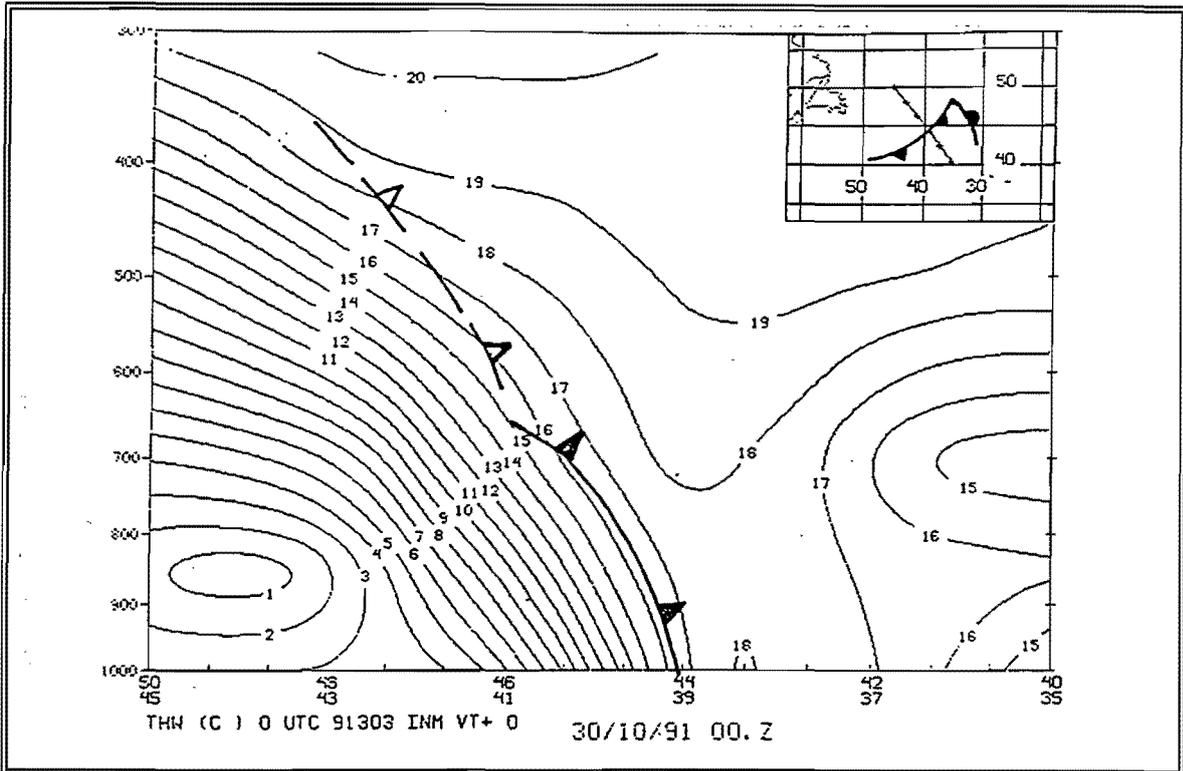


Fig.3 Sección vertical de THW a través de un frente frío obtenida con el análisis del INM del 30/10/91 00Z

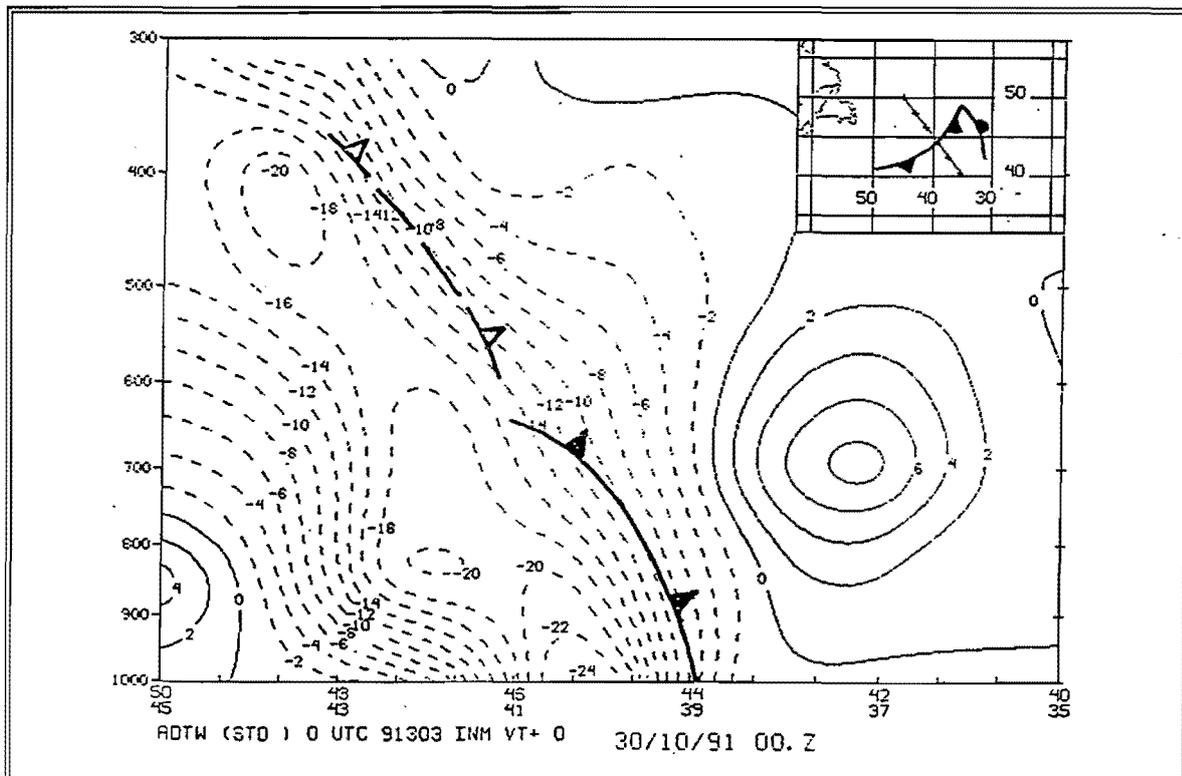


Fig.4 Sección vertical de la advección de THW para el mismo caso de la Fig.2

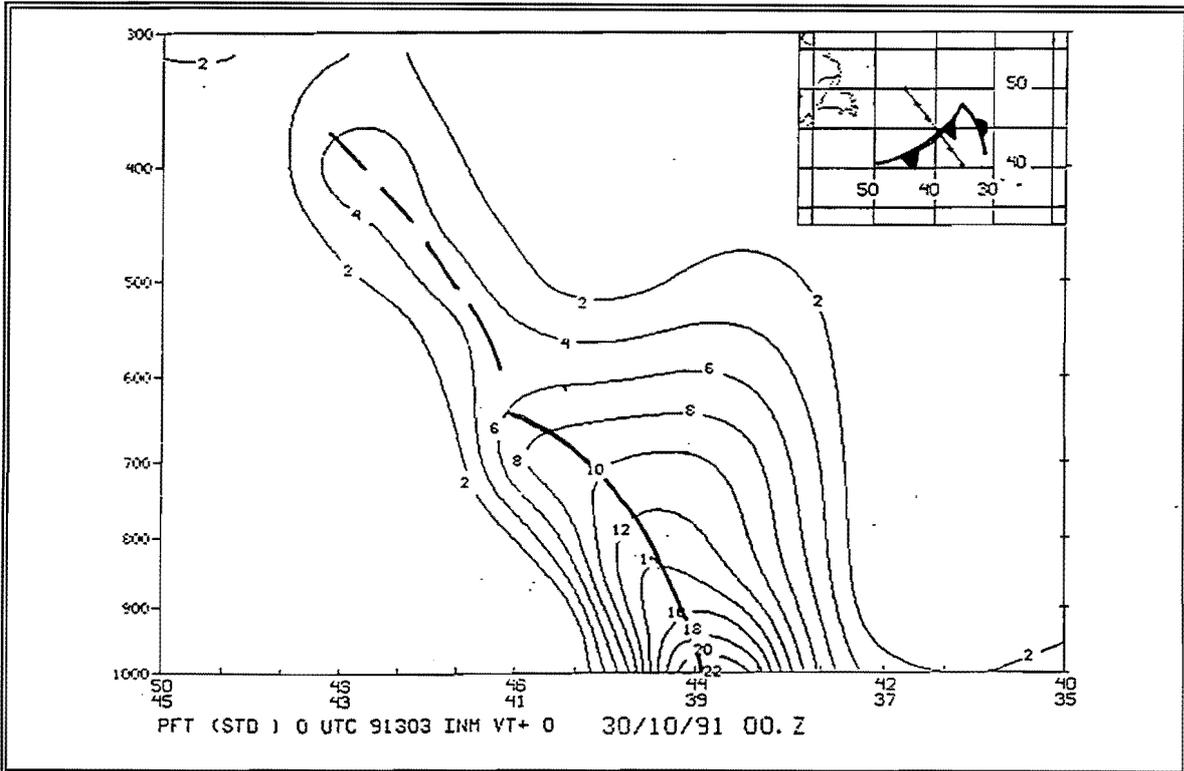


Fig.5 Sección vertical del PFT para el mismo caso de la Fig.2

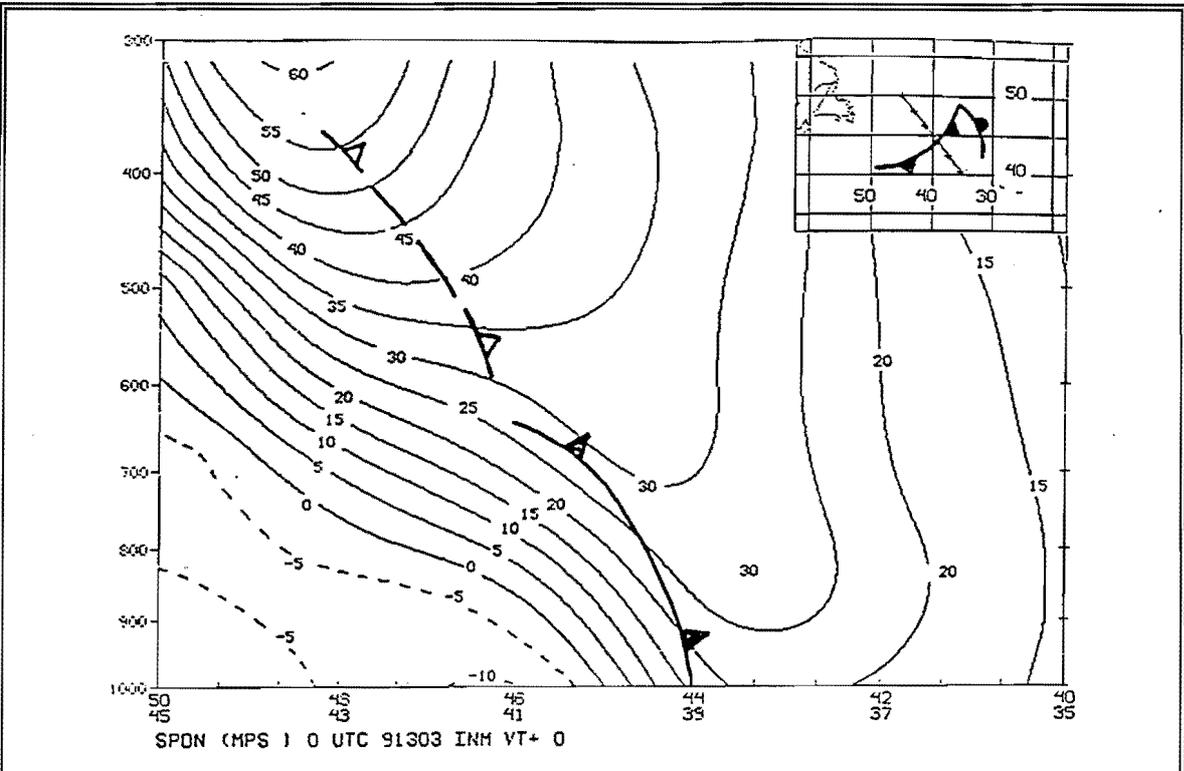


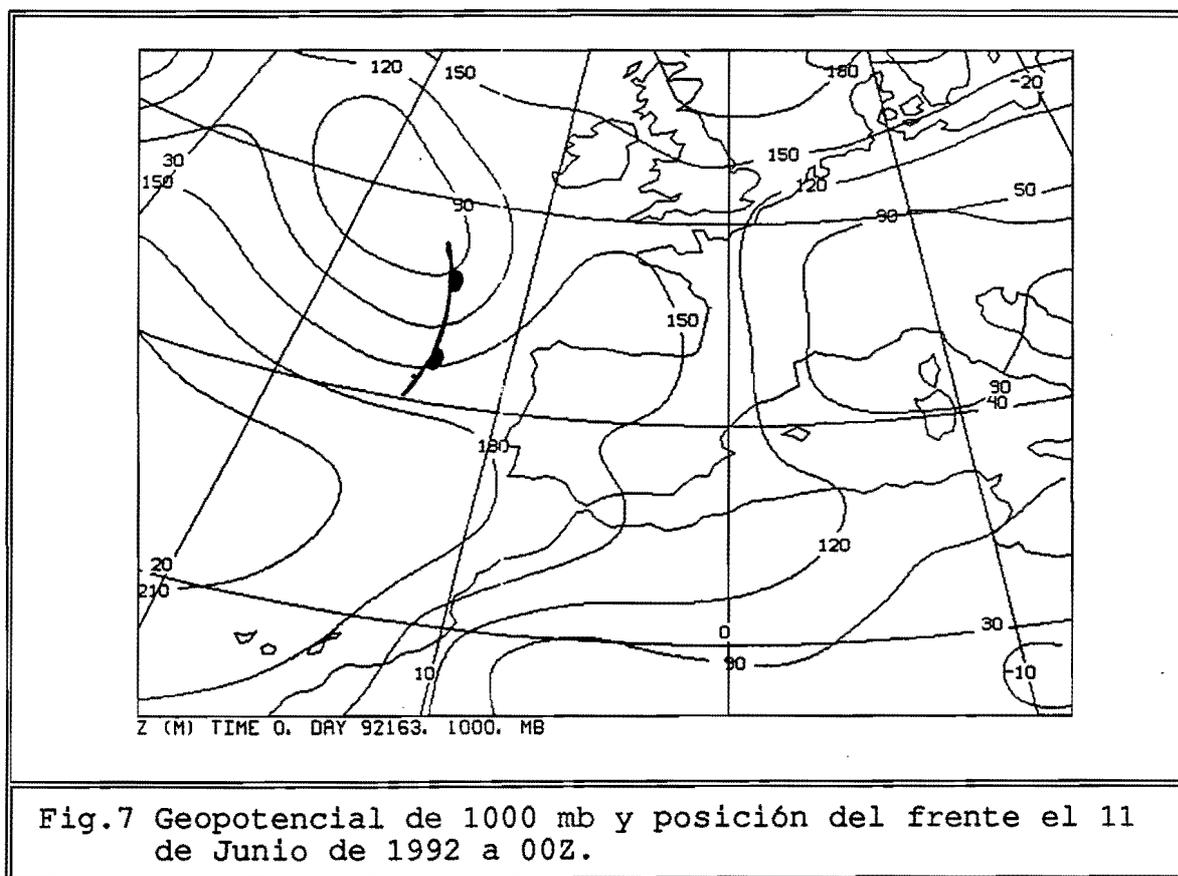
Fig.6 Sección vertical de velocidad normal al eje de la sección (SPDN) para el mismo caso de la Fig.2

5.2.- Aplicación a un frente cálido

En las Fig. 8,9,10 y 11 aparecen secciones verticales de los mismos campos que en el caso del frente frío, realizándose ahora los cortes a través de un frente cálido y en una dirección prácticamente perpendicular al mismo. En la Fig.7, y de nuevo como referencia, aparece el geopotencial de 1000 mb junto con la posición del frente cálido.

En la Fig.8 se observa la estructura que muestra la THW en este caso, quedando bien definida la pendiente del frente y las distintas masas de aire que entran en juego: el aire que forma parte del sector cálido y el aire frío por delante del frente cálido. El frente se sitúa por detrás de la zona de máximo gradiente de THW. En la sección de advección de THW (Fig.9) se ve como por delante del frente cálido se sitúa el máximo de advección cálida, siendo la advección fría por detrás del frente algo menos marcada.

La sección del PFT (Fig.10) marca fuertemente el frente en niveles bajos, disminuyendo la señal con la altura. De mucha importancia es en este caso la sección de SPDN, donde se ve como en niveles bajos el viento tiene componente sur mientras que por encima el viento tiene componente norte, un esquema de cizalladura característico de los frentes cálidos y que se diferencia mucho del esquema en un frente frío (comparar con la Fig.6).



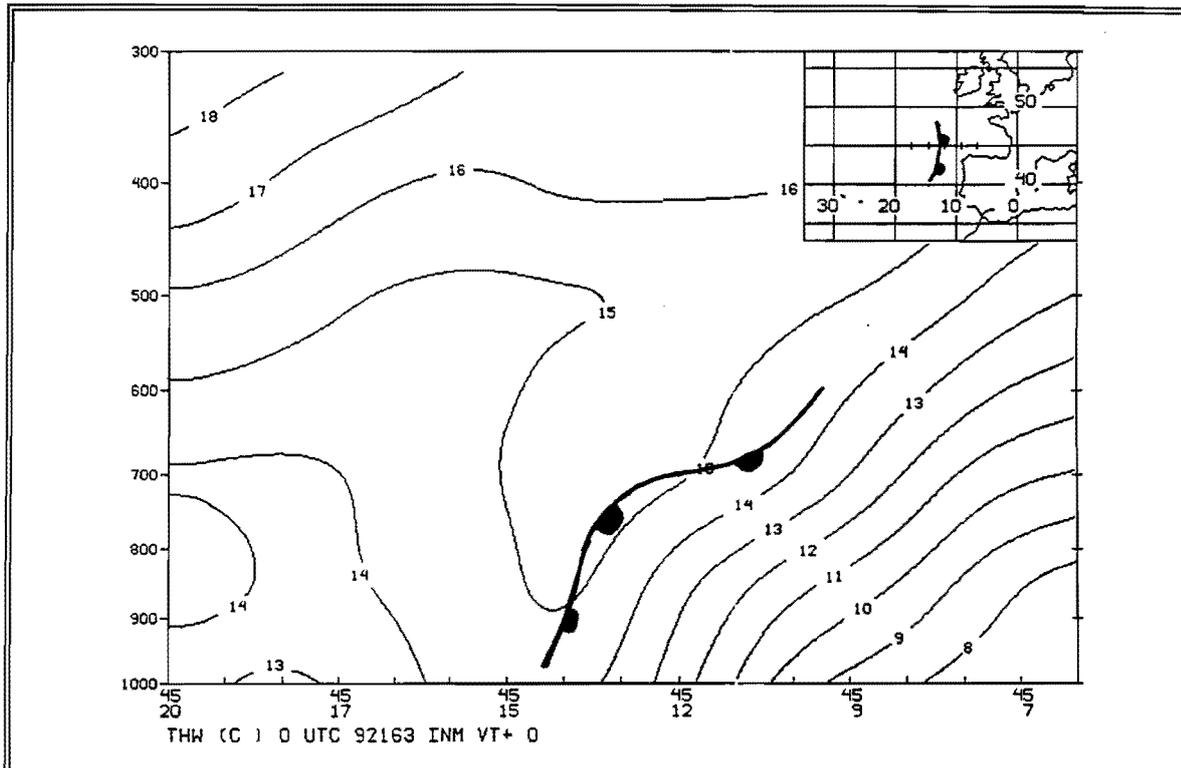


Fig.8 Sección vertical de THW a través de un frente cálido obtenida con el análisis del INM del 11/6/92 00Z

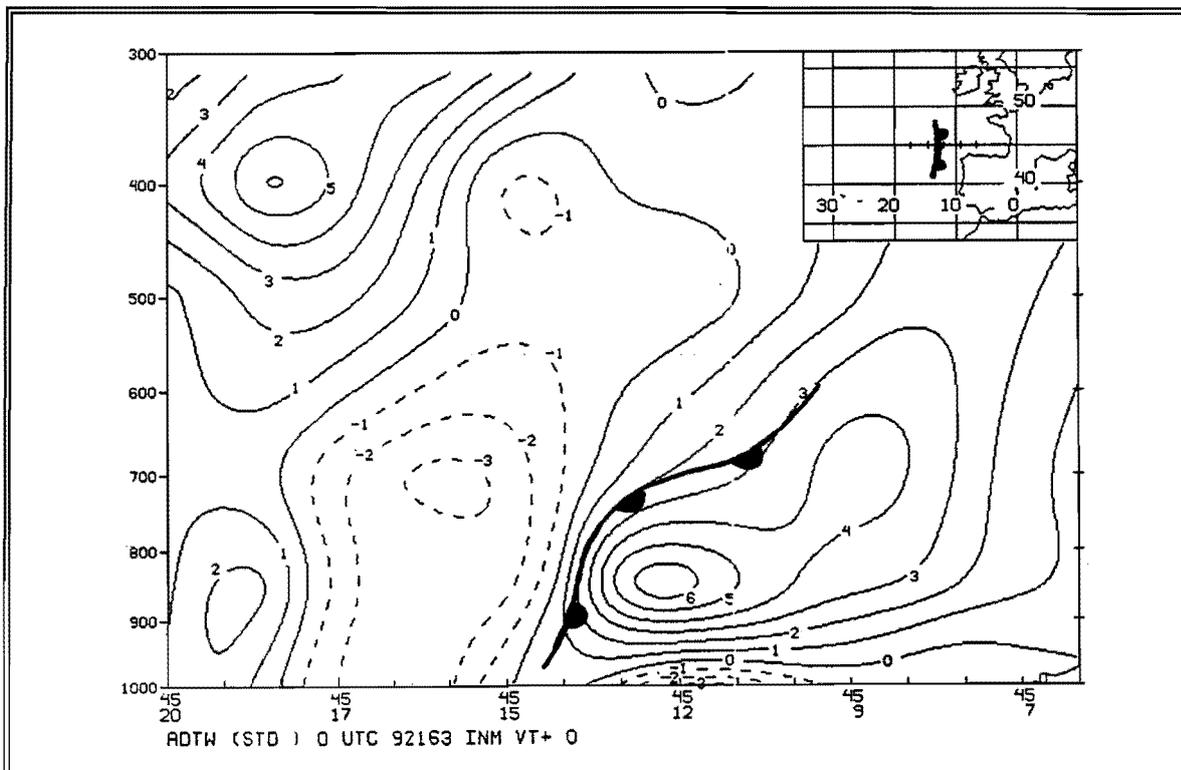


Fig.9 Sección vertical de la advección de THW para el mismo caso de la Fig.8

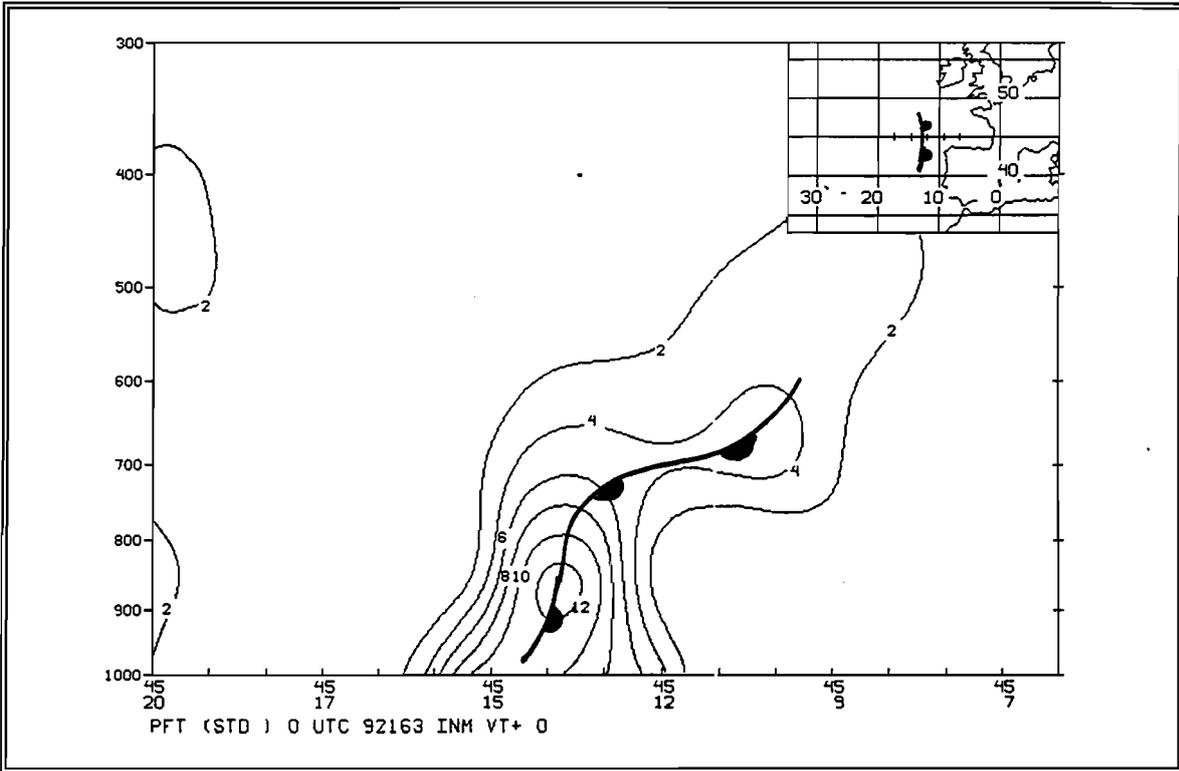


Fig.10 Sección vertical del PFT para el mismo caso de la Fig.8

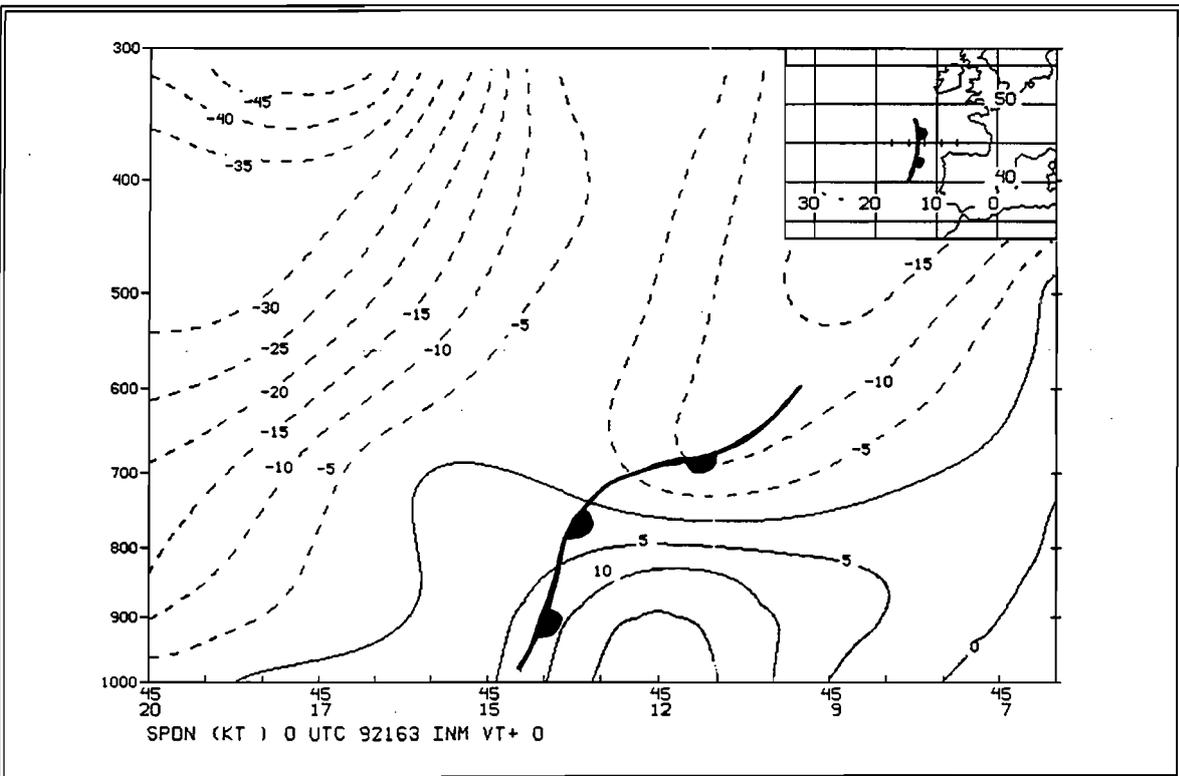


Fig.11 Sección vertical de SPDN para el mismo caso de la Fig.8

5.3.- Estudio de una depresión aislada usando radiosondeos

En los casos en que puedan aplicarse, cuando la zona de interés esté bien cubierta por estaciones de radiosondeo, podemos utilizar las secciones verticales obtenidas a partir de datos de los sondeos para el estudio.

En este ejemplo se estudiará la estructura vertical de una depresión aislada situada sobre Francia el 21 de mayo de 1992 usando para ello secciones verticales obtenidas a partir de radiosondeos.

La Fig.12, donde aparecen el geopotencial y la temperatura en 500 mb nos muestra la posición de la depresión y el embolsamiento de aire frío que la acompaña.

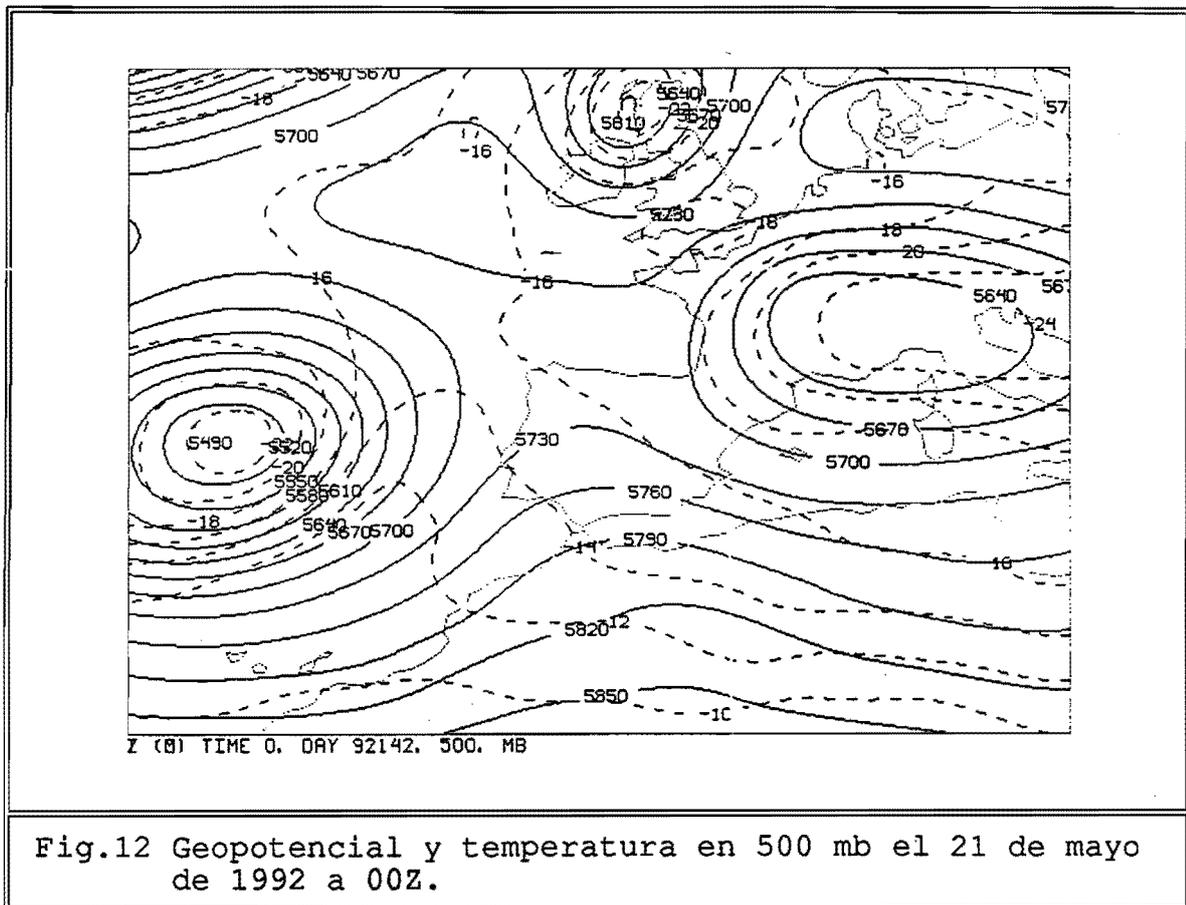


Fig.12 Geopotencial y temperatura en 500 mb el 21 de mayo de 1992 a 00Z.

La estructura vertical de temperatura y de temperatura potencial aparece en la Fig.13, donde se marca también el eje del corte elegido; vemos como la estructura es la típica de estas depresiones, apareciendo una campana en el campo de temperatura potencial por debajo de la depresión y una campana invertida por encima, indicando la existencia de aire frío en la tropósfera por debajo y aire cálido en la estratósfera por encima. La estructura del campo de temperatura nos muestra lo mismo, estando en este caso las campanas invertidas con respecto a las de temperatura potencial, como es lógico. La campana de temperatura potencial por debajo de la depresión nos indica también que en esa zona la estabilidad es menor que en los alrededores, ya que la temperatura potencial aumenta más lentamente con la altura (el gradiente vertical de temperatura es menor dentro de la campana que fuera de ella).

Para obtener las zonas con inestabilidad potencial podemos usar la temperatura potencial equivalente, cuya sección vertical se muestra en la Fig.14. Se observa nuevamente la campana por debajo de la depresión asociada a baja estabilidad potencial y dos zonas de inestabilidad potencial: una situada por encima de la estación 07145, al noroeste del centro de la baja y otra en la parte derecha de la Figura, sobre el Mediterraneo, en las que la temperatura potencial equivalente disminuye con la temperatura.

Por último, la Fig.15 muestra la estructura vertical del viento en las proximidades de la depresión. Los valores positivos corresponden a vientos con componente suroeste y los negativos a vientos con componente nordeste (aunque no aparezca dibujado el mapa de la esquina superior derecha, el eje del corte es el mismo de las figuras anteriores). La circulación ciclónica alrededor de la baja se extiende a todos los niveles, con dos máximos de viento uno al noroeste de 40 Kt en 300 mb y otro al sudeste de 35 kt al mismo nivel. Destaca la asimetría en la estructura de los máximos de viento ya que mientras el situado al noroeste se encuentra muy localizado, disminuyendo rápidamente la fuerza del viento al alejarnos del eje, en el situado al sudeste los vientos van aumentando de más lentamente según nos acercamos al eje, presentando una mayor extensión horizontal. Sobre el Mediterraneo y a bajos niveles aparece otra zona de circulación ciclónica poco profunda, más o menos en la misma zona donde existía inestabilidad potencial, lo que podría dar lugar a fenomenos convectivos localizados.

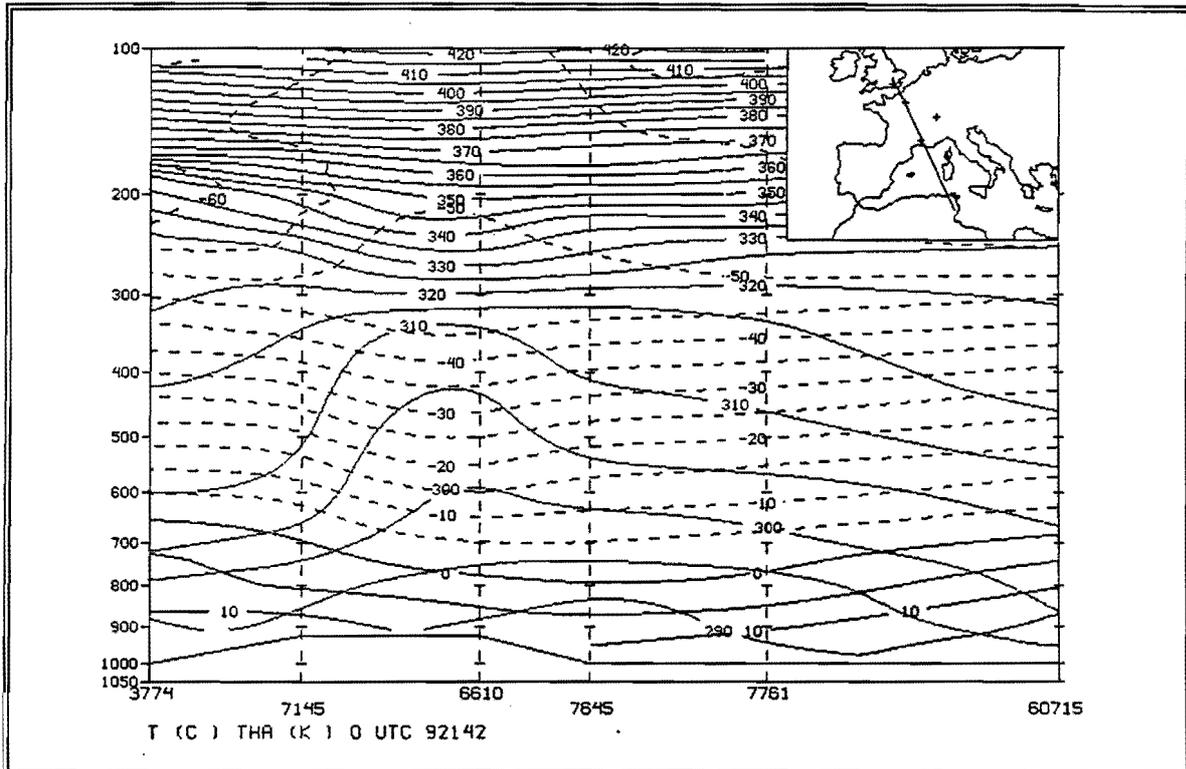


Fig.13 Sección vertical de T (línea discontinua) y temperatura potencial (continua) del 21-5-92 a 00Z.

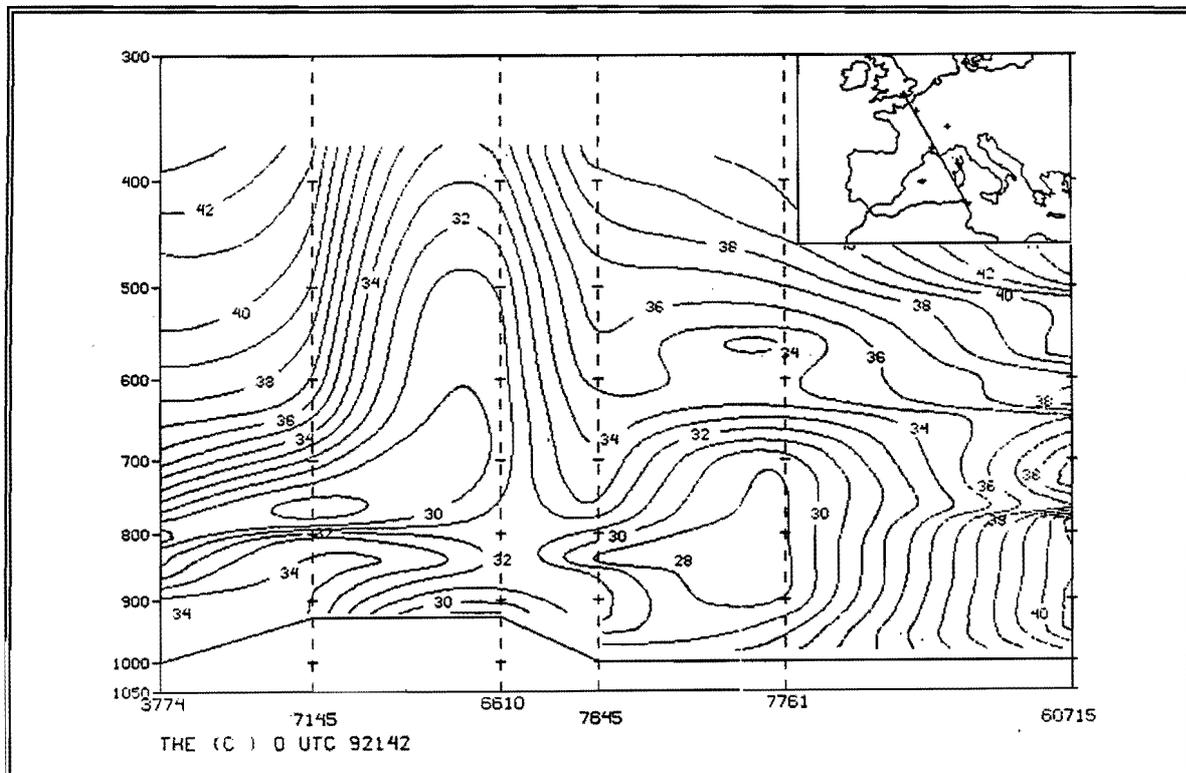


Fig.14 Sección vertical de temperatura potencial equivalente para el mismo caso de la Fig.13.

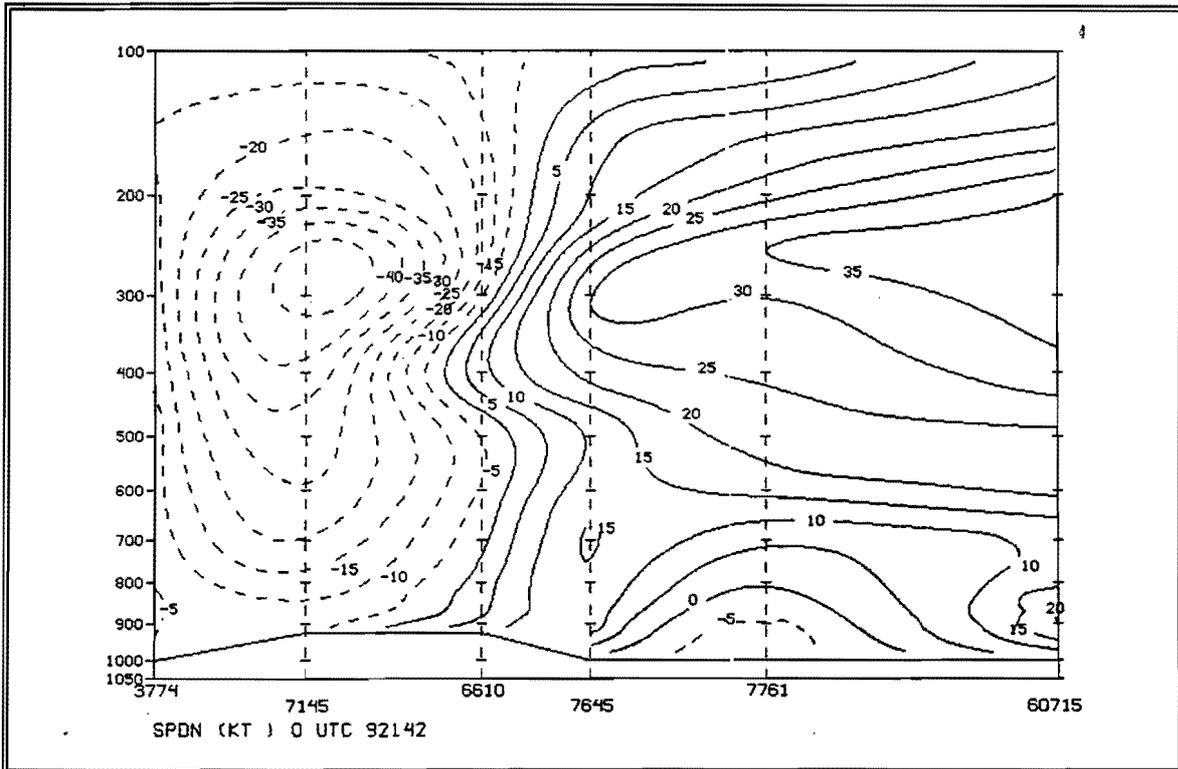


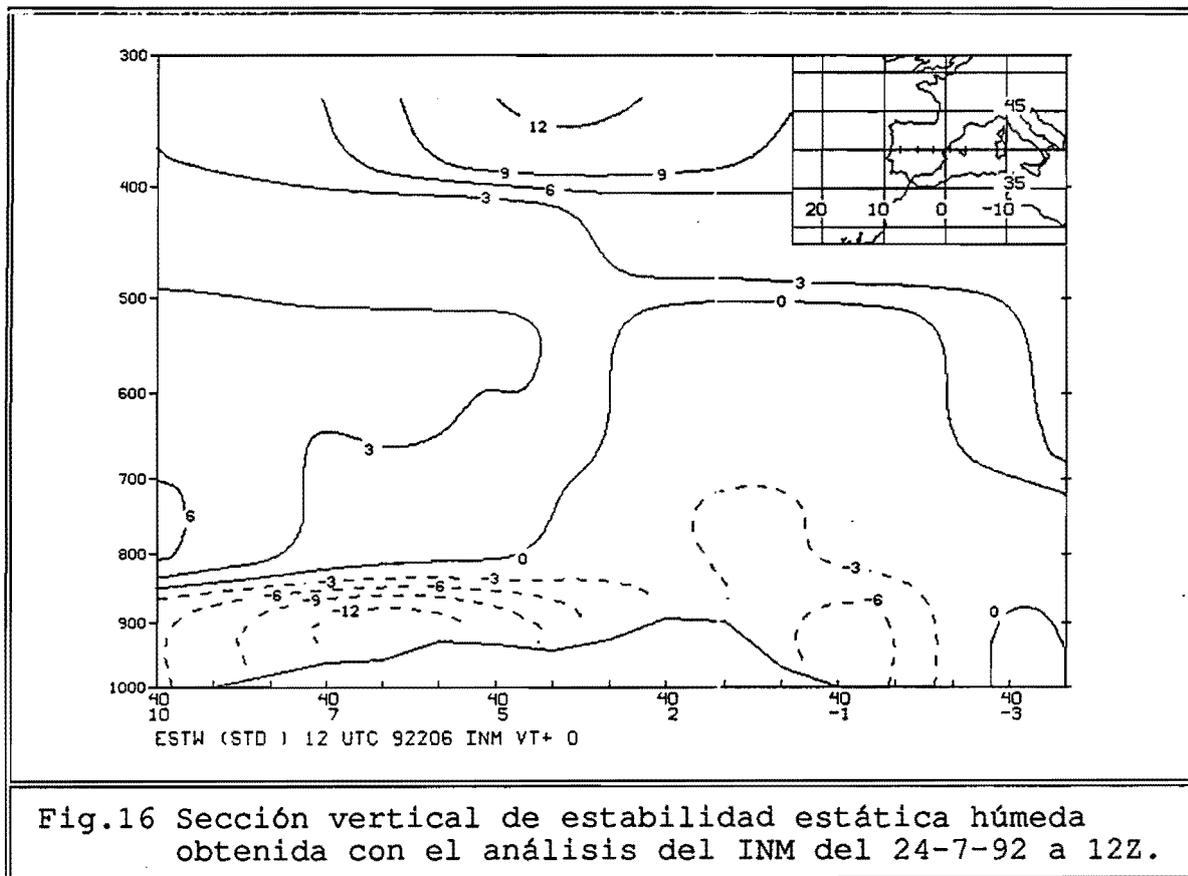
Fig.15 Sección vertical de velocidad del viento normal al eje de la sección para el mismo caso de la Fig.13.

5.4.- Aplicación al caso de fenómenos convectivos

En este ejemplo se mostrará como las secciones verticales pueden usarse para delimitar áreas donde pueden aparecer fenómenos convectivos.

En la Fig.16 se observa una sección vertical de estabilidad estática húmeda obtenida a lo largo de un eje que atraviesa la península.

Se observa en esta Figura como en niveles cercanos al suelo existe inestabilidad potencial a lo largo de prácticamente toda la sección, pero mientras que en la mitad oeste existe por encima de 850 mb una zona estable que actúa como tapadera, en la mitad este el estrato con inestabilidad potencial es mucho más profundo, extendiéndose hasta 500 mb; por lo tanto y en ausencia de un mecanismo de forzamiento como era el caso en esta situación, la convección que pueda surgir tendrá más desarrollo en la mitad este del corte, como realmente ocurrió, quedando la mitad oeste del corte con convección poca profunda (para más información sobre el concepto de estabilidad estática húmeda y de su uso en la localización de estratos con inestabilidad potencial ver Nota Técnica del STAP N° 5).



Como vemos, las secciones verticales nos ayudan a completar cualquier estudio que hagamos sobre fenomenos meteorológicos de nuestro interés, permitiendonos conseguir una visión tridimensional de las distintas estructuras.

Por supuesto, la aplicación de las secciones verticales no se limita a los ejemplos expuestos con anterioridad (en la Nota Técnica del STAP N°6 aparecen algunos ejemplos de secciones verticales usadas en el estudio de fenomenos de nevadas) sino que su uso es del todo general; es seguro que los predictores en su trabajo diario encontrarán aplicaciones para esta nueva herramienta.