

REPRESENTACION GRAFICA DE CORTES VERTICALES DE LA ATMOSFERA, A PARTIR DE LA SALIDA OPERATIVA DEL L.A.M. (I.N.M.)

José Antonio Quirantes Calvo
Ernesto Rodríguez Camino

En el marco de los trabajos relacionados con la diagnosis del actual modelo de área limitada (L.A.M.) del I.N.M. y pensando siempre en presentar nuevos productos que permitan una explotación integral del actual L.A.M. (I.N.M.), se ha desarrollado una aplicación que permite a partir de la salida operativa del L.A.M. (I.N.M.) representar cortes verticales de la atmósfera basados tanto en análisis como en predicciones hasta 48 horas del modelo.

En el actual nivel de desarrollo de la aplicación se pueden obtener cortes según paralelos, meridianos u oblicuos tanto en parámetros que son salida directa del modelo como de una selección de campos derivados que tienen especial interés en cuanto a su estructura vertical.

Lógicamente, aunque inicialmente esta aplicación se ha desarrollado por su utilidad en la diagnosis y verificación del L.A.M. (I.N.M.), puede ser de gran utilidad desde el punto de vista de la predicción operativa siempre y cuando se le dotase de una mayor versatilidad en cuanto a su obtención y presentación.

Podemos, pues, considerar la representación de cortes verticales de la atmósfera como una herramienta más para el análisis, diagnosis y predicción del tiempo a partir de los datos de salida directa del modelo L.A.M. (I.N.M.), de igual manera que los distintos tipos de mapas, diagramas de sondeos, meteogramas..., actualmente operativos.

Los campos de salida directa del modelo que actualmente pueden ser representados mediante cortes verticales son:

- Temperatura.
- Humedad relativa.
- Componente «u» del viento.
- Componente «v» del viento.

Como campos derivados de los anteriores es posible representar:

- Temperatura Potencial.
- Temperatura potencial equivalente.
- Velocidad potencial (isobárica).
- Razón de mezcla.

Veamos, antes de describir el proceso seguido para obtener un corte vertical, un ejemplo de este producto:

En la figura 1 podemos ver un corte vertical de la atmósfera para el campo de temperatura. En el lado derecho tenemos la escala de altitud entre 0 y 16.000 m a intervalos de 1.000 m. En el lado izquierdo una escala de presiones en milibares. La escala de la parte inferior nos da las coordenadas latitud/longitud de varios puntos por los que pasa el corte, su función es

situar convenientemente al usuario. El entramado facilita, asimismo, la ubicación al corresponderse exactamente con las coordenadas y alturas que se especifican.

En la parte superior del gráfico se puede representar un título apropiado al corte. De la misma manera que en los mapas de superficies de nivel del L.A.M. (I.N.M.) actualmente operativo—aquí también se representa la hora del análisis de partida y el alcance o validez de la predicción.

Se puede apreciar asimismo una silueta oscura en la parte inferior de la figura, corresponde al relieve u orografía que tiene actualmente introducida nuestro modelo, y que corresponde al tipo «orografía media»), habiendo sido obtenida a partir de la base de datos de la U.S. NAVY (Armada de los EE.UU.). En la figura 2 se representa esta orografía.

Todas estas características gráficas son comunes a los cortes verticales de los campos actualmente disponibles. La única excepción la constituyen la humedad relativa, campo que el postproceso del modelo sólo calcula hasta 300 mb, y la razón de mezcla que es un campo derivado del anterior, por lo que se ha adaptado el gráfico de estos dos campos de forma que 300 mb sea el nivel superior.

Los cortes verticales de la atmósfera que se realizan actualmente en el Servicio de Predicción Numérica del I.N.M. se hacen a través de una serie de programas informáticos procesados por el ordenador central Fujitsu-M382 OSIV/F4. Parte de estos programas han sido desarrollados por este servicio y otra parte ha sido proporcionada por la Sección de Comunicaciones y Gráficos.

La salida actualmente operativa de estos productos son gráficos en papel obtenidos de los plotter electrostáticos asociados al Fujitsu. No se dispone actualmente de terminales o pantallas gráficas y por lo tanto las posibilidades de superposiciones de campos, coloreo de zonas de interés, animación de varias imágenes..., que darían mayor versatilidad al producto, no están por el momento disponibles.

Los parámetros necesarios para obtener un corte vertical y que deben ser introducidos por el usuario a través del terminal son:

- Librería de datos de salida directa del modelo L.A.M. (I.N.M.) a tratar.
- Hora del análisis de partida del corte vertical.
- Día del análisis de partida del corte vertical.
- Mes del análisis de partida del corte vertical.
- Año del análisis de partida del corte vertical.
- Período de validez o alcance de la predicción (de 00 a 48 horas).
- Tipo de Campo meteorológico a representar.
- Latitud punto extremo 1 del corte vertical.
- Longitud punto extremo 1 del corte vertical.
- Latitud punto extremo 2 del corte vertical.
- Longitud punto extremo 2 del corte vertical.
- Título que aparecerá en la parte superior del gráfico.

Vamos a ver el proceso seguido por el programa para representar un corte vertical de la atmósfera. Nos limitaremos a explicar brevemente los aspectos técnicos que presenta el problema, dejando un poco de lado los informáticos que, en principio, no deben interesar al futuro usuario.

Básicamente, podemos dividir el problema de representar un corte vertical de la atmósfera a partir de los datos de la salida directa/operativa del L.A.M. (I.N.M.) en dos partes claramente diferentes:

1. Crear una matriz o tabla de dos dimensiones con los datos que vamos a representar.
2. Plotear esos datos o representarlos gráficamente.

Empezando por la segunda parte, diremos que los problemas que se presentan no tienen mayor interés para el usuario, debido a que en su totalidad son de índole informático. Si acaso comentar que ha habido que adaptar los programas informáticos proporcionados por la Sección de Comunicaciones y Gráficos para este gráfico.

Respecto a la primera parte, nos encontramos con la siguiente dificultad: los ficheros con los datos de los campos de salida del L.A.M. (I.N.M.) están estructurados de tal forma que la representación de un mapa de superficie de un nivel de presión cualquiera, a partir de estos datos, es inmediata. No siendo así la de un corte vertical. Aclaremos este punto:

El modelo operativo del I.N.M. crea una serie de ficheros con datos de cada uno de los campos meteorológicos generados por el postproceso para una «rejilla» o «grid» de puntos regularmente distribuidos en el área de integración del modelo. En la figura 3 tenemos un mapa con el área de integración del L.A.M. (I.N.M.).

Como se puede ver existe un entramado o enrejillado con una dimensión de 98 puntos en el eje «x» por 50 en el eje «y», lo que hace un total de 4.900 puntos distribuidos uniformemente a lo largo del área indicada. Cada punto se puede determinar no sólo por su longitud/latitud, sino también por el número de fila y columna correspondiente.

Pues bien, y aquí reside el «quid» de la cuestión, los ficheros generados en el postproceso del modelo disponen los datos de forma tal que en cada uno de ellos encontramos 4.900 valores del campo seleccionado para un nivel dado. Mientras que lo que necesitamos para representar un corte v. serán .Ficheros que tengan datos de todos los niveles para una zona de terreno elegida.

Nuestro objetivo será, por lo tanto, crear en primera instancia una matriz o tabla de datos que posteriormente será grabada en un fichero con la estructura adecuada para poder plotear un corte vertical de forma inmediata. Veamos los pasos a seguir.

Una vez que el programa ha leído las coordenadas geográficas de los puntos extremos del corte que queremos representar, es necesario convertirlas a coordenadas en forma columna-fila. Como se puede suponer, es muy difícil que las coordenadas leídas se correspondan con un punto de rejilla concreto, por lo que normalmente obtendremos valores intermedios, o lo que es lo mismo, coordenadas columna-fila con valores reales. Esta parte real, como veremos luego, es muy importante.

Obtenidas, pues, las coordenadas de los puntos extremos, en forma columna-fila, el siguiente paso es calcular las coordenadas en forma columna-fila, también, de los puntos que quedan entre medias. ¿Qué número de puntos vamos a interpolar entre los dos extremos?

Para simplificar el problema se ha optado por asignar un número constante sea cual sea la distancia geográfica entre los puntos extremos. En nuestro caso hemos elegido $N=98$. Se podría, no obstante, haber elegido un número «óptimo» de puntos en función de esa distancia, y que hubiera estado alrededor de 1.5 a 2 veces el número de puntos de rejilla que hubiese entre medias.

Una vez determinado el número de puntos intermedios, calculamos sus coordenadas en forma columna-fila. El algoritmo que hace este cálculo está basado en la ecuación de una recta que pasa por 2 puntos, siendo estos 2 puntos los extremos cuyas coordenadas ya conocemos. Los 98 puntos intermedios que cumplen esta ecuación, más los 2 de los extremos (100 en total), constituyen el conjunto de puntos a tratar por el corte vertical seleccionado.

En la figura 4 tenemos un ejemplo de esto. La línea entre P1 y P2 contendría los 100 puntos tratados. Como se puede apreciar es muy difícil que ninguno de estos 100 puntos coincida con un punto de rejilla concreto. Por tanto, para calcular el valor del campo meteorológico seleccionado, en cada uno de estos puntos deberemos hacer una interpolación de los valores del campo en los puntos de rejilla más cercanos a cada uno de los 100 puntos. Estamos, pues, en otro paso decisivo del problema: Conocidas las coordenadas de los 100 puntos intermedios, debemos asignar a cada uno de esos puntos un valor del campo tratado.

Elegimos la interpolación bilineal para simplificar el problema. Lo primero que habrá que determinar para cada uno de estos puntos serán las coordenadas de los 4 puntos de rejilla entre los que se encuentra. Sabiendo sus coordenadas, sabemos sus valores. Teniendo en cuenta estos valores se realiza una interpolación bilineal en función de 4 pesos $W00, W01, W10, W11$ (ver fig. 5) que estarán en función de los 4 valores $V1, V2, V3$ y $V4$ y de las distancias DX y DY (ver ej. numérico en fig. 6).

Tenemos ya resuelto el problema de una dimensión de la matriz, repitiendo todo el proceso explicado hasta aquí para cada uno de los 10 niveles tipo: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 700, 850 y 1.000 mb, obtendríamos al final una matriz con los 100×10 valores de la sección o corte vertical definido. En el caso de tratarse de humedad relativa tendríamos tan sólo 6 niveles tipo, de igual manera para la razón de mezcla, estos niveles serían: 300, 400, 500, 700, 850 y 1.000 mb, por lo que la matriz resultante contendría 100×6 valores.

Para terminar, realizamos un último paso: de los 10 niveles de presión en la vertical, interpolamos a 33 niveles de altura entre 0 y 16.000 m. a intervalos de 500 m. Con lo que al final la matriz tratada tiene un tamaño de 100×33 valores. De nuevo para el caso de humedad rela-

tiva tendríamos una matriz de tamaño inferior: 100 × 9 valores al interpolarse a 19 niveles de altura que son los que hay entre 0 y 9.000 metros (300 mb) a intervalos de 500 m.

Una vez que tenemos definida nuestra matriz la grabamos en un fichero para ser posteriormente tratada por los programas de ploteo que dibujarán el corte vertical seleccionado.

Queremos terminar deseando que este producto tenga una buena acogida entre los diferentes usuarios del I.N.M. y que realmente sea de gran utilidad desde el punto de vista de la predicción operativa. (Al final se incluyen figuras ejemplo del producto.)

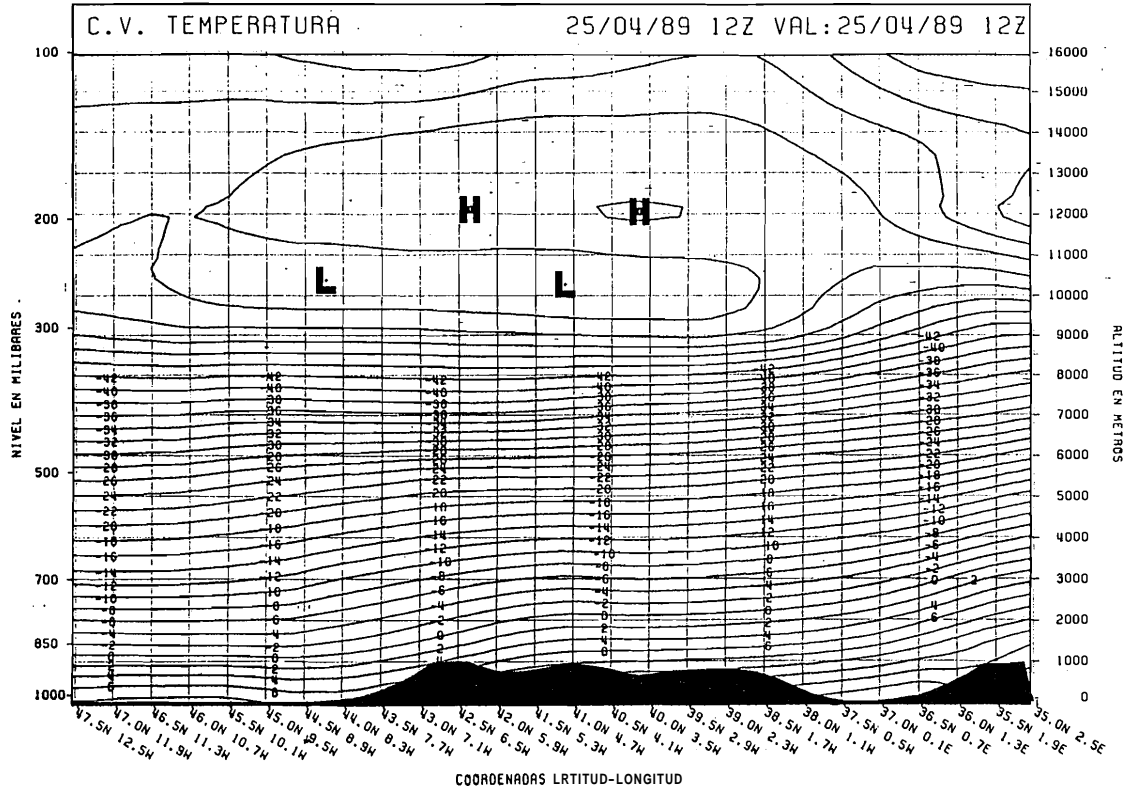
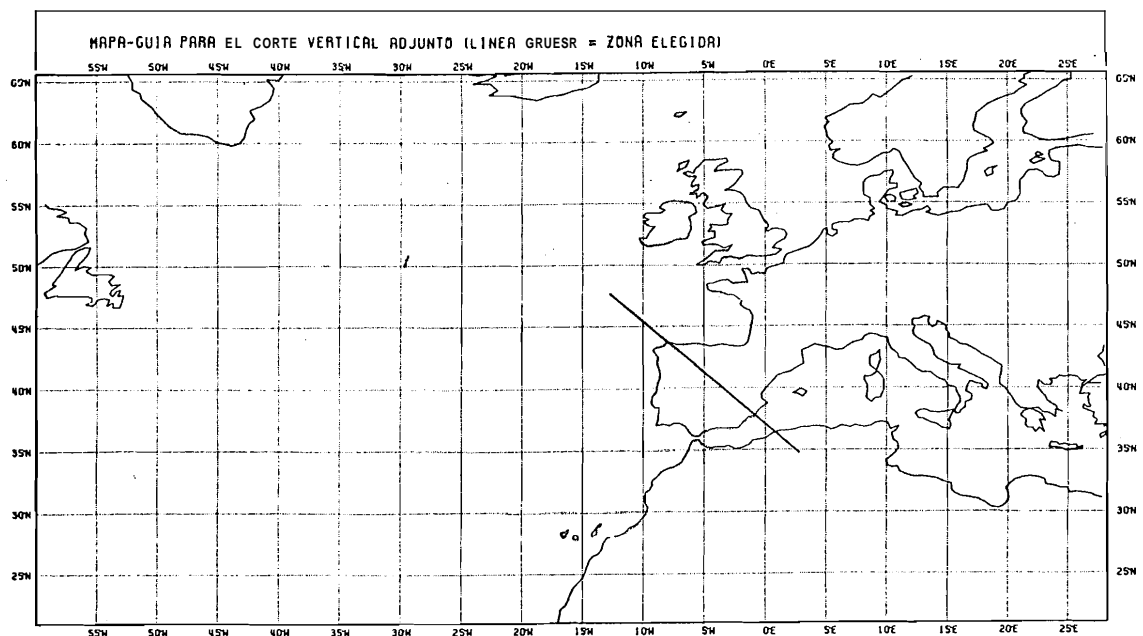


Figura 1



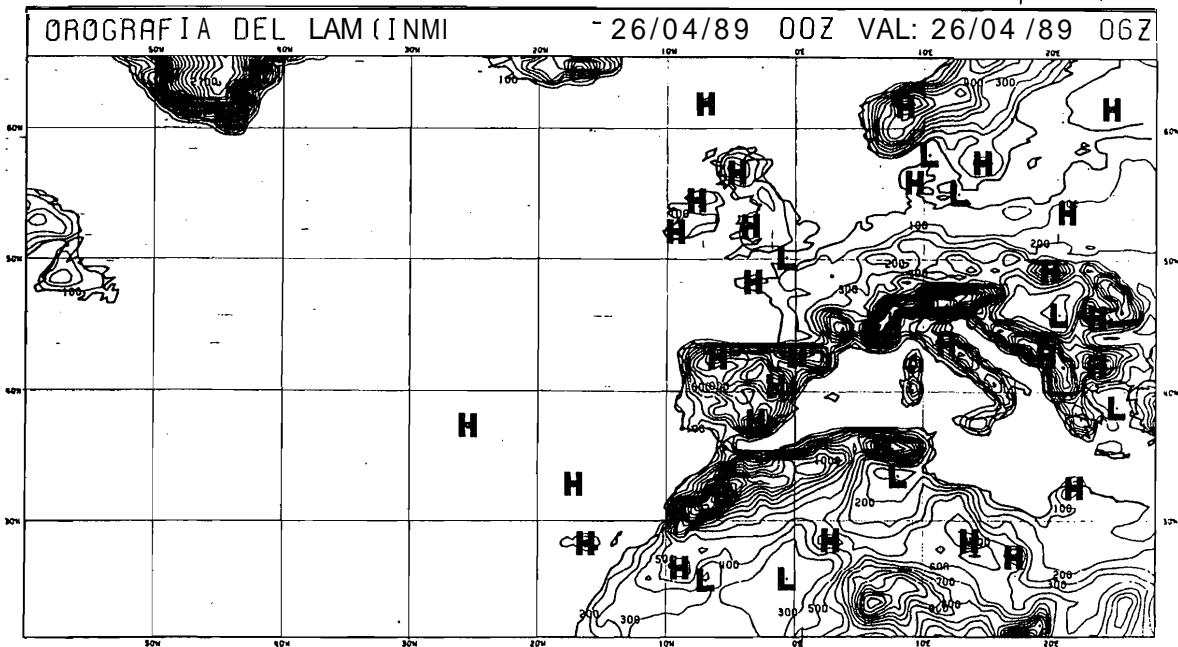
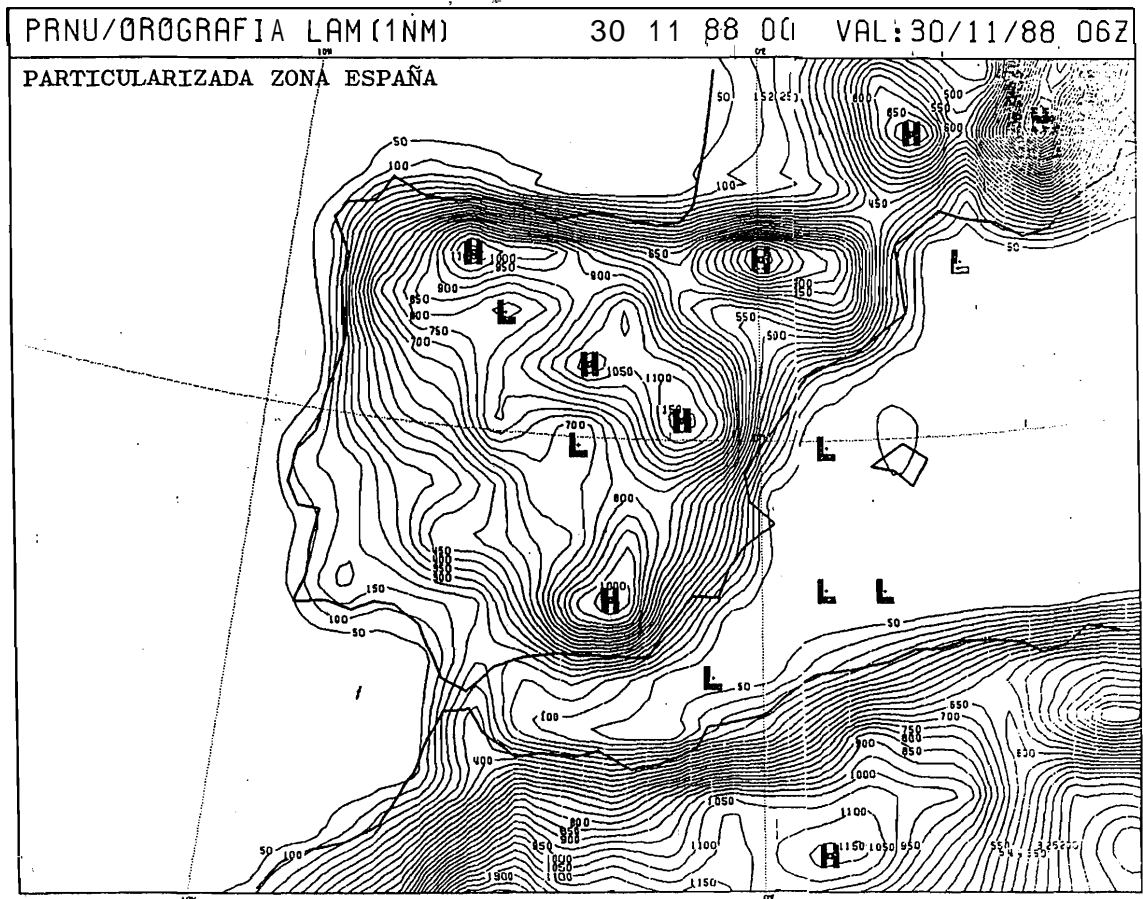


Figura 2



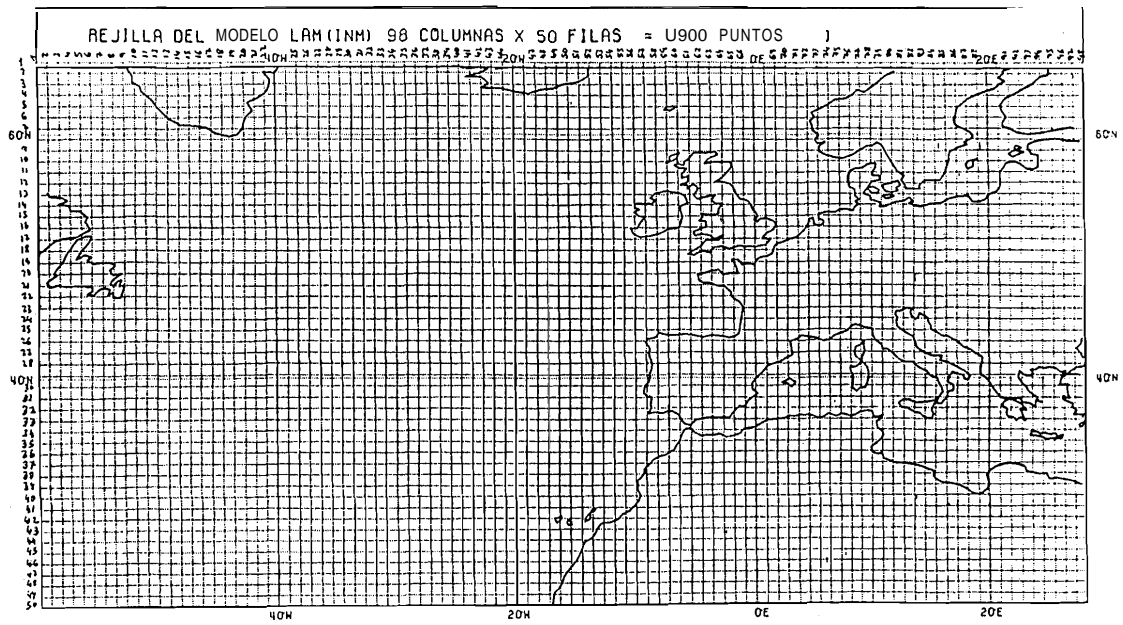


Figura 3

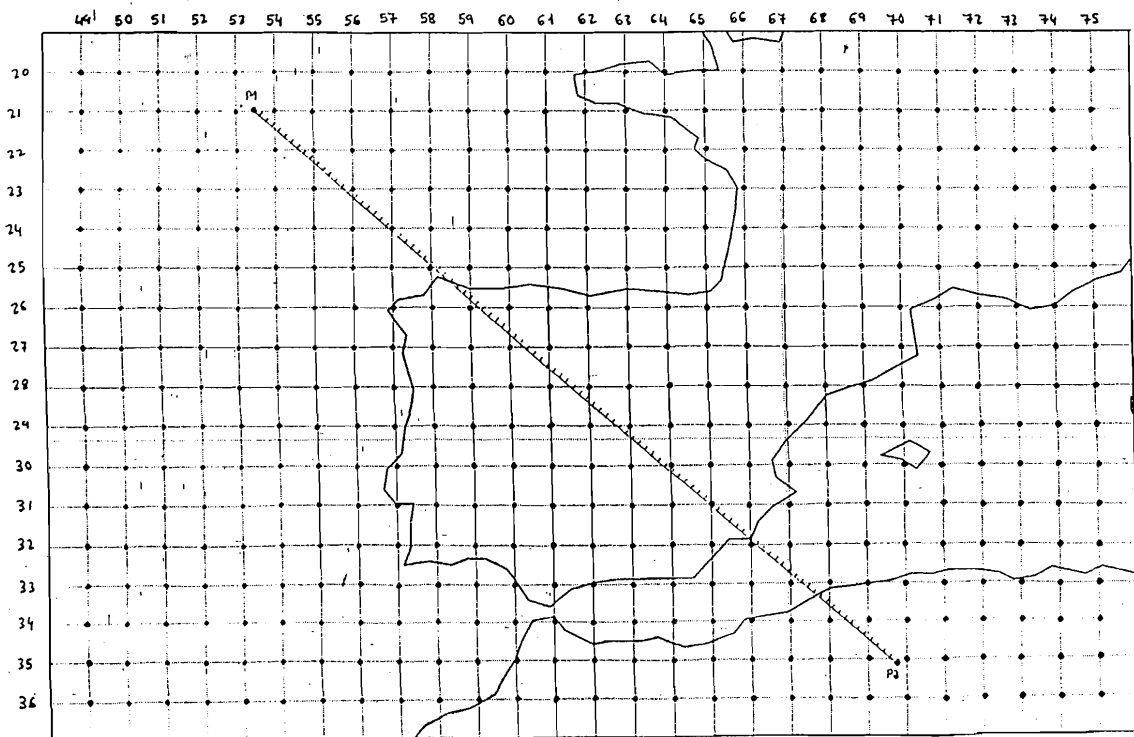


Figura 4

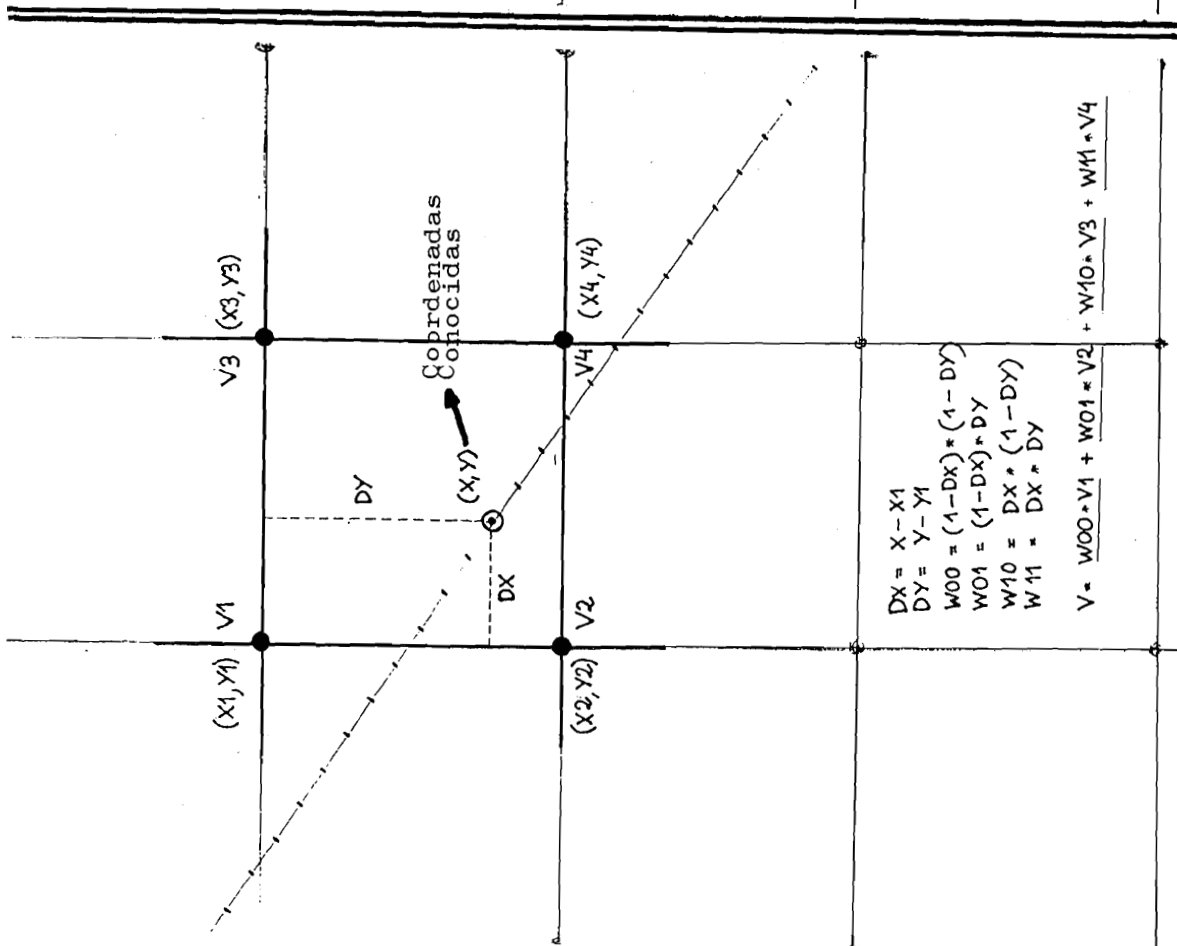


Figura 5

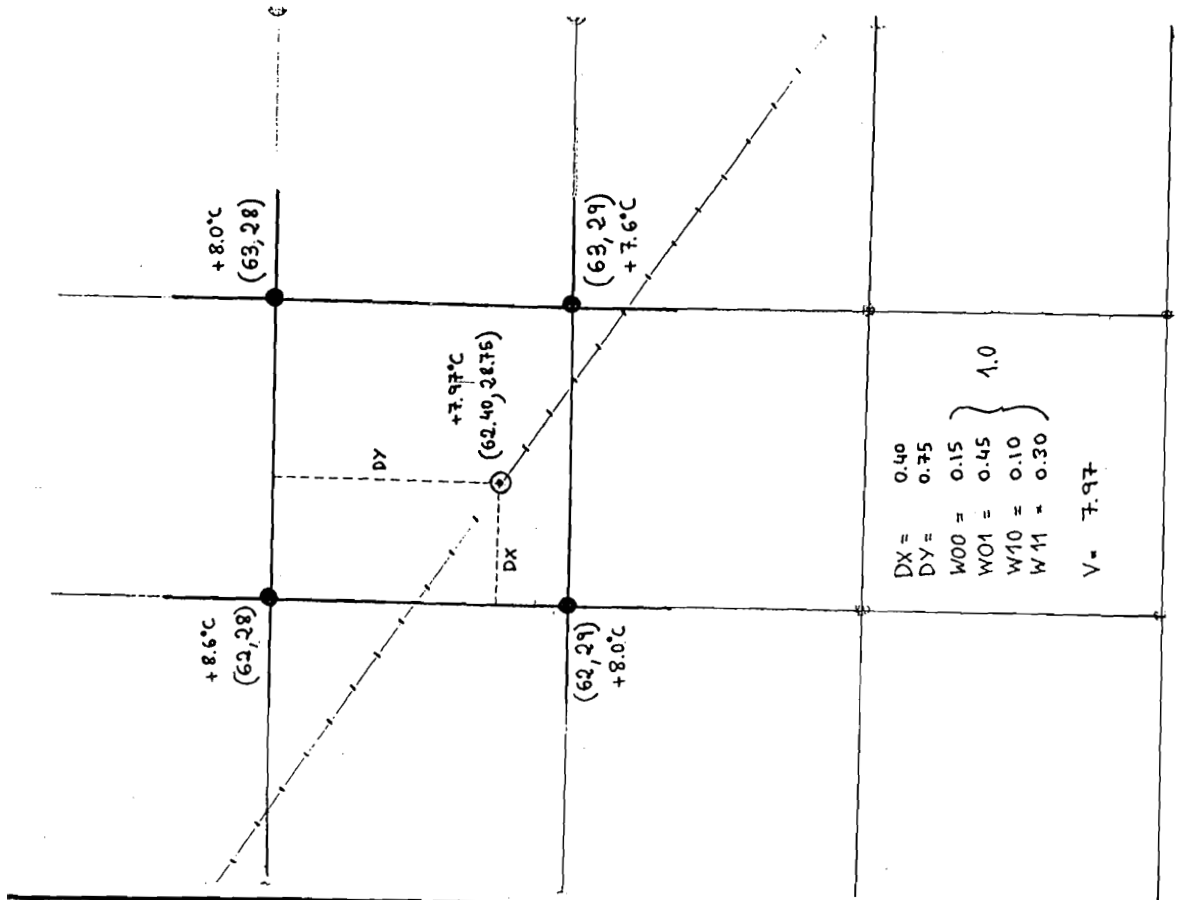


Figura 6

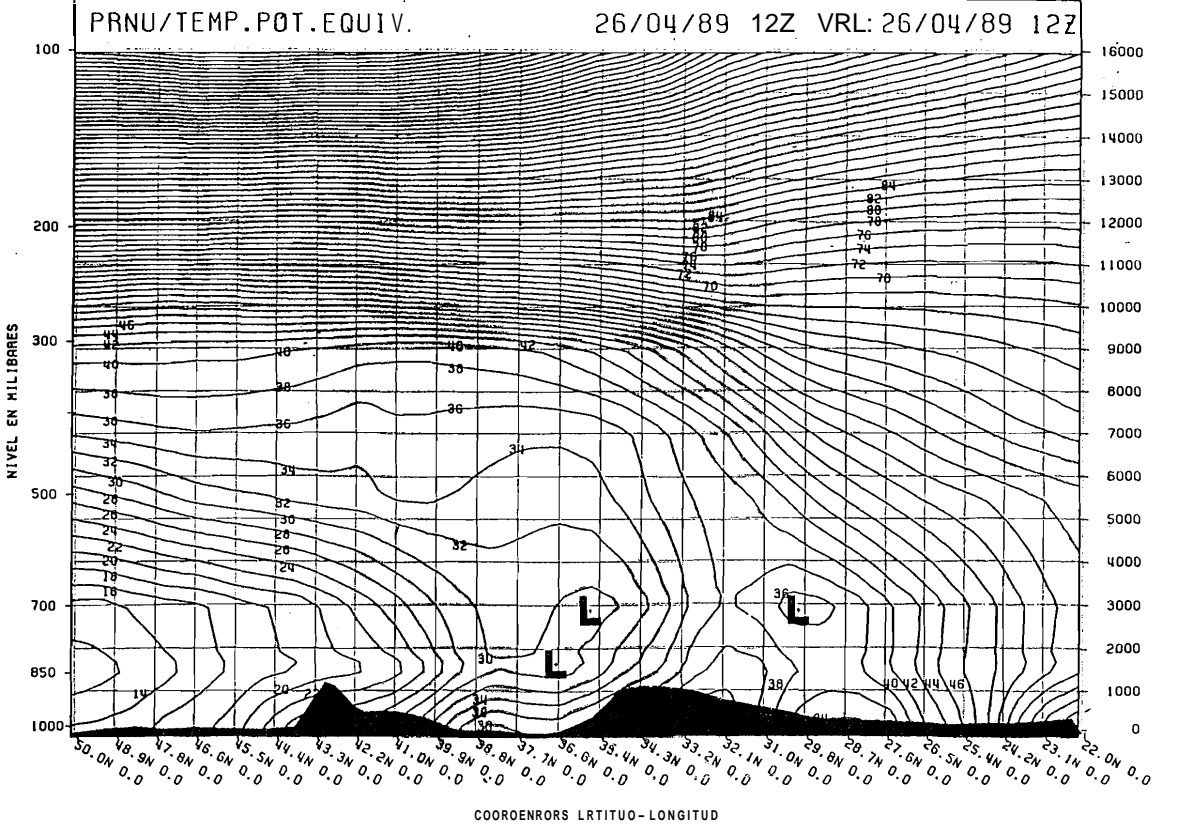
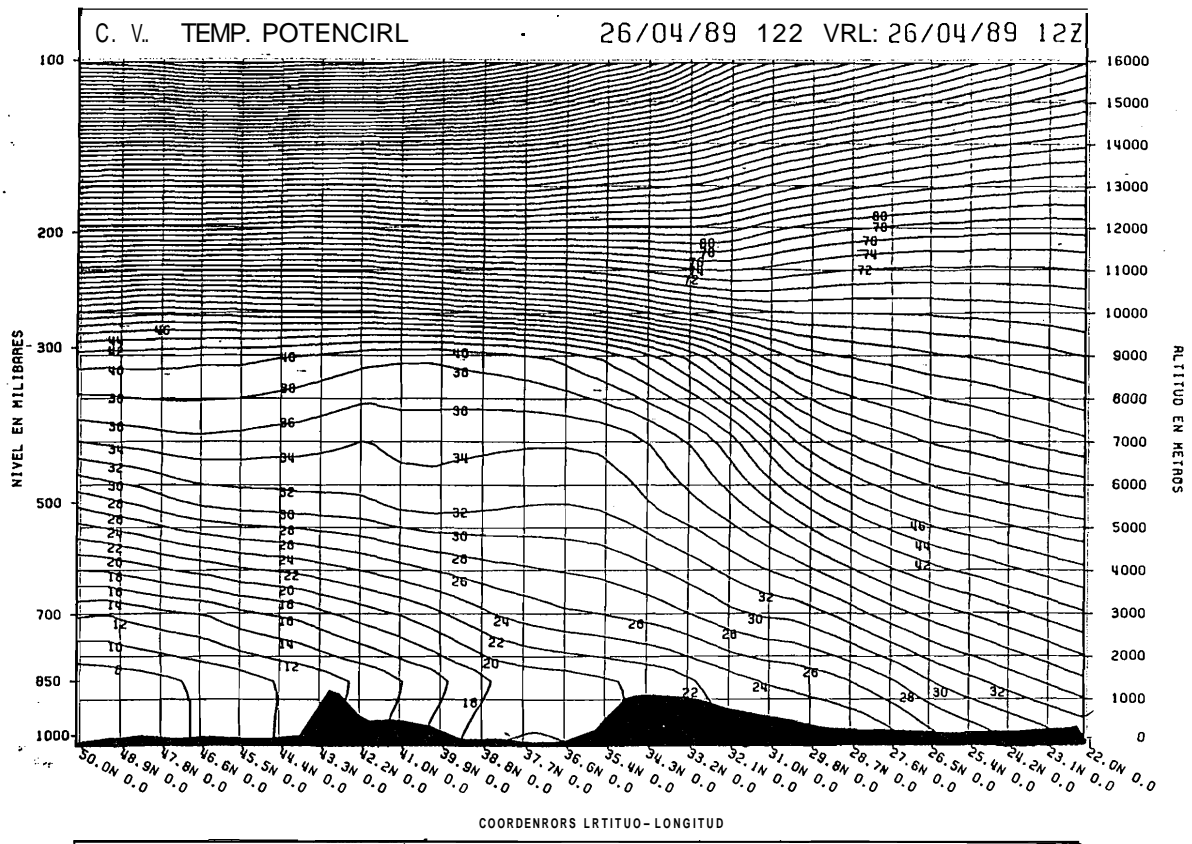


Figura 7

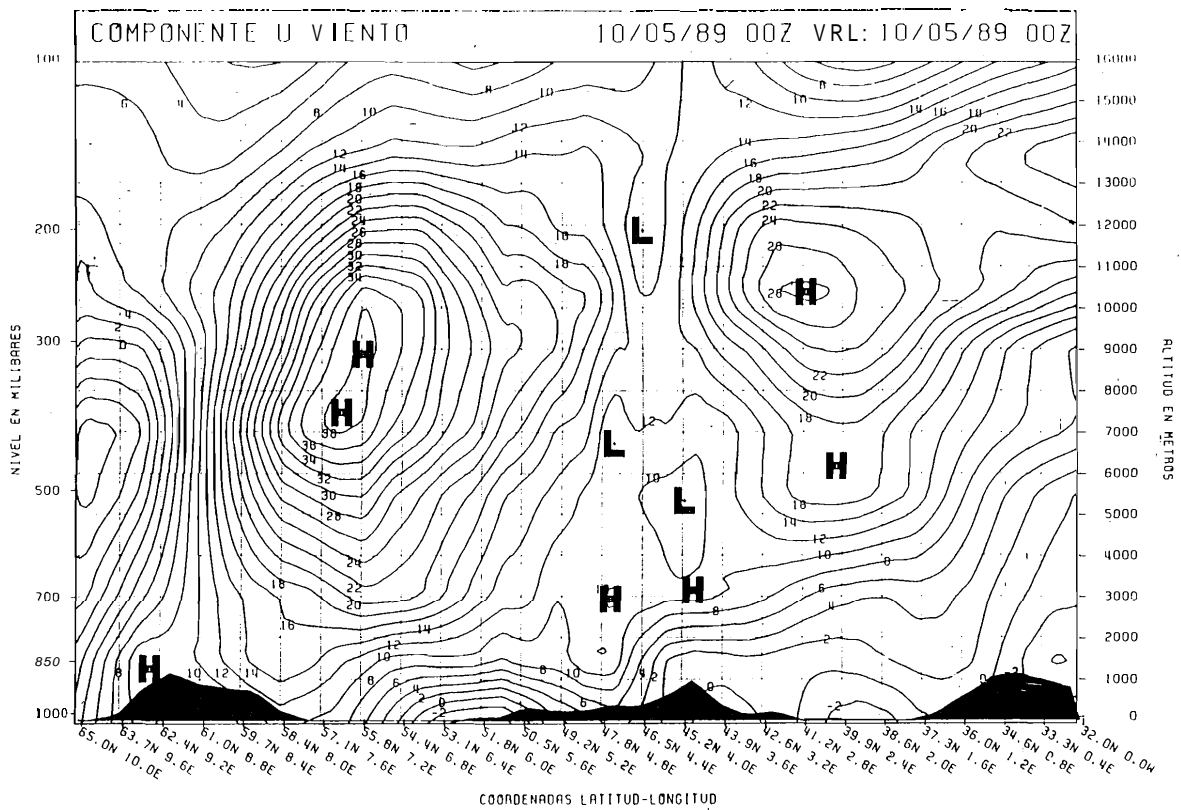
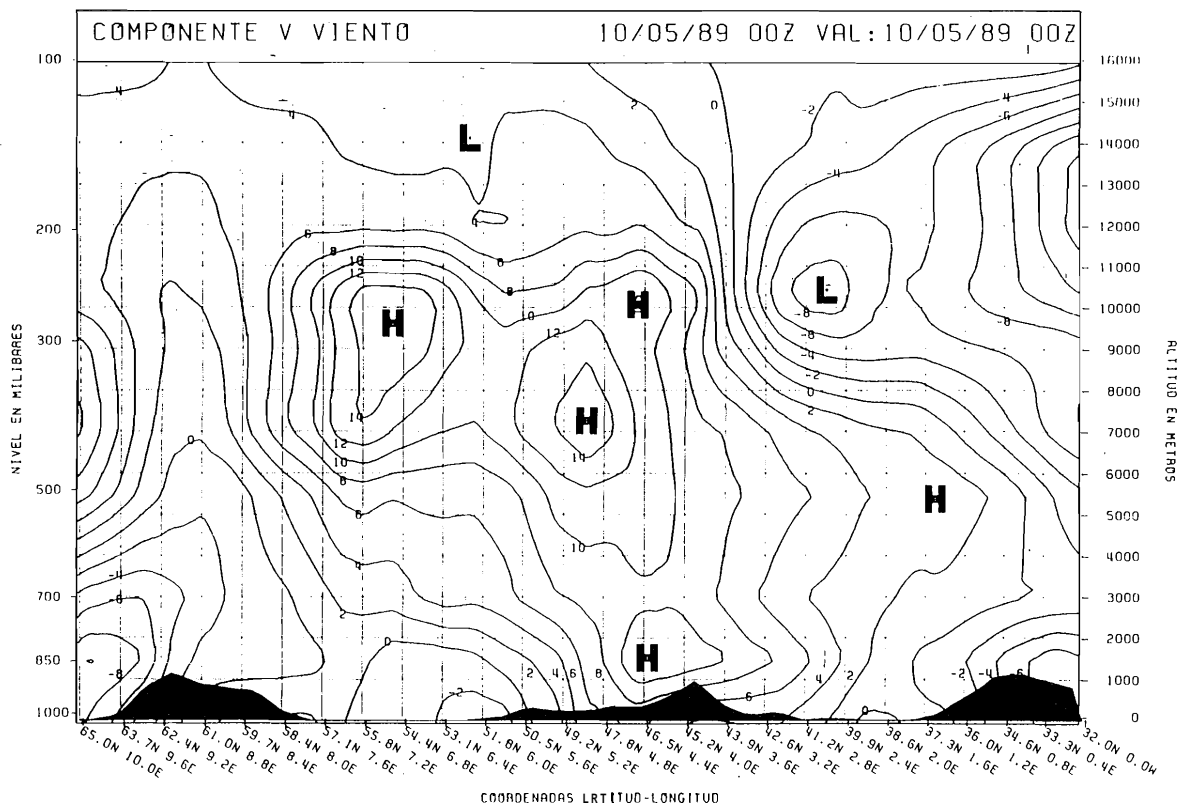


Figura 8

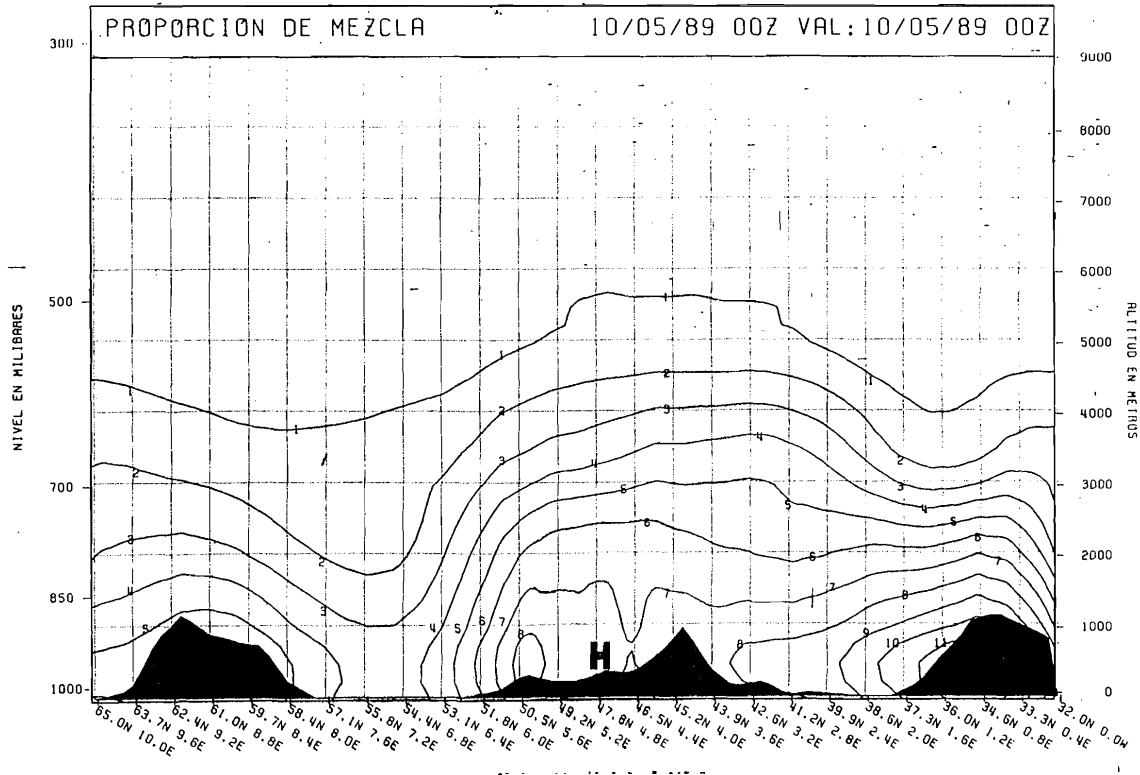
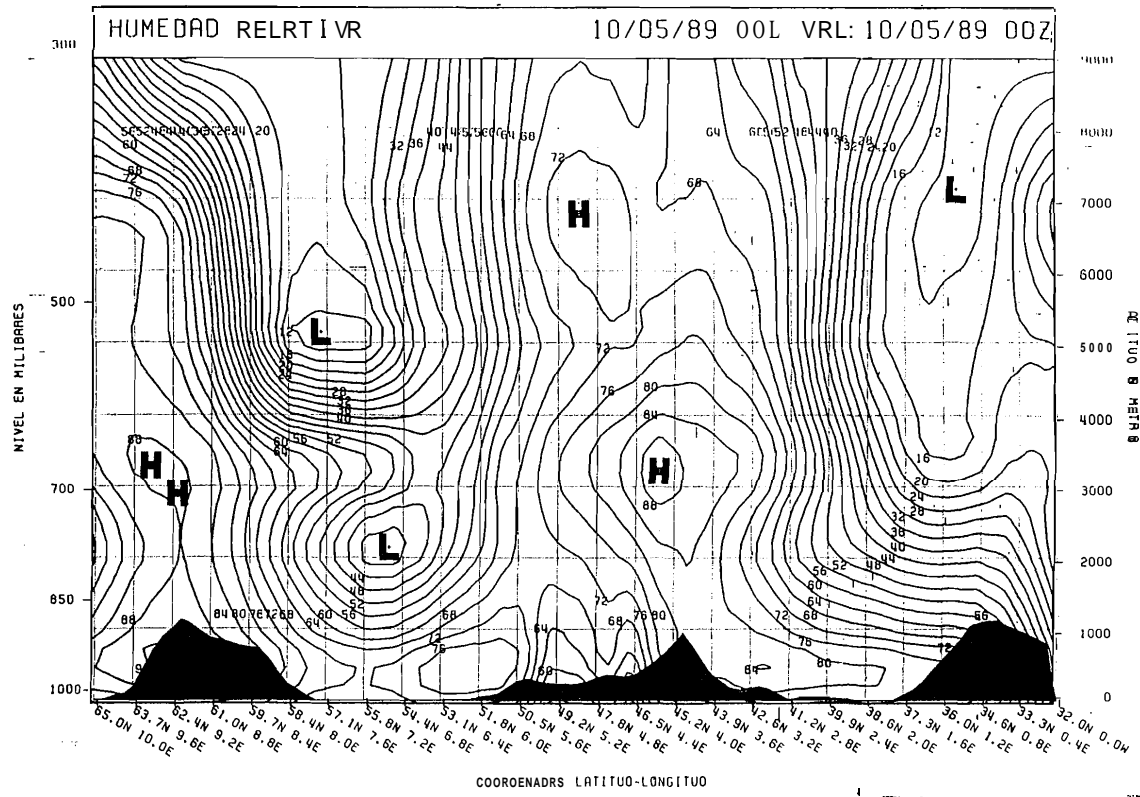


Figura 9