

El desplazamiento del campo de presiones

Por RICARDO ORTEGA SAGRISTA

Ayudante de Meteorología de la Sección de Radiosondeos del Aeródromo de Barajas (Madrid).

Por estar íntimamente ligada la distribución de frentes con el campo de presiones y sus singularidades, son muchos los trabajos publicados sobre la evolución a lo largo del tiempo de dicho campo.

Merecen especial mención entre las distintas publicaciones el método gráfico utilizado por Dinkelacker y la teoría ampliamente desarrollada por Pettersen en sus estudios de las propiedades dinámicas y cinemáticas del campo de presiones; ambas han servido al doctor Angervo (Helsinki, 1936)

nos ayudará a hacernos cargo de la situación del campo en un plazo futuro.

El campo P , en una superficie de nivel determinada, se puede representar por una función:

$$P = P(x, y, t),$$

cuya forma analítica no se conoce; pero la sucesión de cartas del tiempo (isobaras e isalobaras) nos proporcionan un cuadro gráfico de su comportamiento para los distintos valores de t .

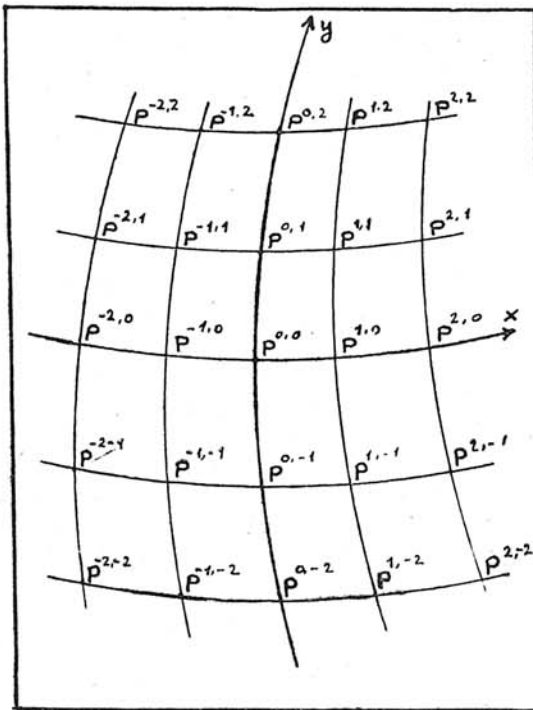


Fig. 1 A.

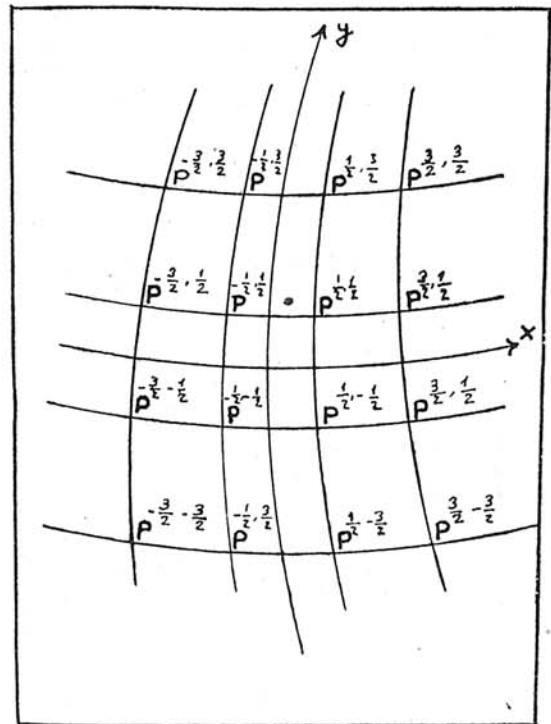


Fig. 1 B.

para aplicarlas a la práctica con gran acierto y éxito muy notable.

El problema presenta serias dificultades cuando se trata de obtener una solución general; no obstante, en la mayoría de los casos es posible determinar los futuros cambios de presión en algunos puntos, lo que

Esta función podemos presentarla en forma de un desarrollo en serie de potencias:

$$P = P_0 + P_1 x + P_{01} y + P_{001} t + \frac{1}{2} (P_2 x + 2 P_{11} xy + P_{01} y + 2 P_{101} xt + 2 P_{011} yt + P_{002} t) \dots$$

Tomando ahora como origen de coordenadas el centro de cada máximo o mínimo y como ejes los de simetría o los geográficos que pasan por dicho punto, cada punto P^{ij} del campo (fig. 1) representa un valor de la función

$$P^{ij} = P(i, j, o).$$

Por haber tomado como origen de coordenadas un máximo o mínimo del campo:

$$\frac{\partial P}{\partial X} = P_2 x + P_{11} y + P_{101} t + \dots = 0;$$

$$\frac{\partial P}{\partial y} = P_{11} x + P_{02} y + P_{011} t + \dots = 0.$$

En los centros de alta, con la condición:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} < 0, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} < 0;$$

y en los centros de baja:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} > 0, \quad \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} > 0.$$

Las isobaras están representadas en cada momento t_0 por la función $P(x, y, t_0)$, con la condición de que el gradiente isobárico ∇P sea distinto de cero.

La distribución de los cambios de presión por unidad de tiempo (isalobaras) será:

$$P_t^{ij} = \frac{\partial P(i, j, o)}{\partial t},$$

con la condición de que el gradiente isalobárico $\nabla \frac{\partial P}{\partial t}$ sea distinto de cero.

Para calcular los coeficientes del desarrollo en serie son suficientes los siguientes valores:

$$\left[\begin{array}{l}
 P_2 = P^{1,0} - 2P^{0,0} + P^{-1,0} \\
 P_{02} = P^{0,1} - 2P^{0,0} + P^{0,-1} \\
 P_{101} = P^{\frac{1}{2},0} - P^{-\frac{1}{2},0}; \text{ o bien: } P_{101} = \frac{1}{2} (P_t^{1,0} - P_t^{-1,0}) \\
 P_{011} = P_t^{0,\frac{1}{2}} - P_t^{0,-\frac{1}{2}}; \text{ o bien: } P_{011} = \frac{1}{2} (P_t^{0,1} - P_t^{0,-1}) \\
 P_{201} = P_t^{1,0} - 2P_t^{0,0} + P_t^{-1,0} \\
 P_{021} = P_t^{0,1} - 2P_t^{0,0} + P_t^{0,-1} \\
 P_{102} = P^{\frac{1}{2},0} - P^{-\frac{1}{2},0}; \text{ o bien: } P_{102} = \frac{1}{2} (P_t^{1,0} - P_t^{-1,0}) \\
 P_{012} = P_t^{0,\frac{1}{2}} - P_t^{0,-\frac{1}{2}}; \text{ o bien: } P_{012} = \frac{1}{2} (P_t^{0,1} - P_t^{0,-1}) \\
 P_{01} = P^{0,\frac{1}{2}} - P^{0,-\frac{1}{2}} \\
 P_{03} = P^{0,\frac{3}{2}} - P^{0,-\frac{3}{2}} - 3P_{01}
 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l}
 P^{ij} = \text{Presión en milibares.} \\
 \\
 P_t^{ij} = \text{Tendencia barométrica.} \\
 \\
 P_t^{ij} = \text{Desplazamiento de la tendencia.} \\
 \\
 P^{ij} = \text{Presión en milibares.}
 \end{array} \right.$$

Velocidad de desplazamiento.— Si S_0 es una isolínea del campo (fig. 2) en un instante t_0 , y S_1 en el instante $t_0 + \Delta t$, el desplazamiento de un punto se efectuará a la velocidad

$$V_{\Delta t = 0} = \lim \frac{\Delta l}{\Delta t};$$

con lo cual el vector que representa la velocidad de desplazamiento del centro tiene por componentes:

$$x = - \frac{\partial^2 P / (\partial x, \partial t)}{\partial^2 P / \partial x^2},$$

$$y = - \frac{\partial^2 P (\partial y, \partial t)}{\partial^2 P / \partial y^2};$$

o sea:

$$\left. \begin{aligned} x &= - \frac{P_{101} t + \frac{1}{2} P_{102} t^2}{P_2 + P_{201} t}, \\ y &= - \frac{P_{011} t + \frac{1}{2} P_{012} t^2}{P_{02} + P_{031} t}; \end{aligned} \right\} [4]$$

o las siguientes, más sencillas, aunque menos exactas:

$$x = - \frac{P_{101} t}{P_2}, \quad y = - \frac{P_{011} t}{P_{02}}. \quad [5]$$

Cuando los valores

$$t_1 = - \frac{P_3}{P_{201}}, \quad t_2 = - \frac{P_{02}}{P_{021}}$$

son positivos, si t representa el valor positivo más pequeño, expresará el período de vida de la alta o baja correspondiente.

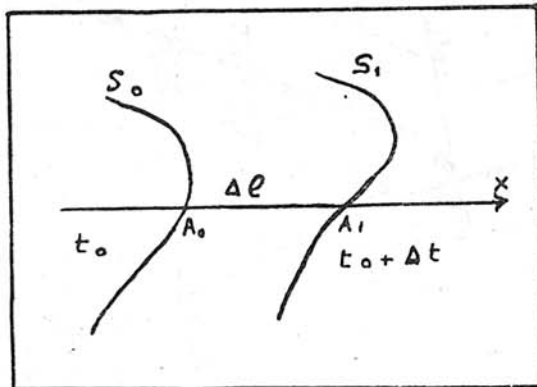


Fig. 2.

Si se trata de una depresión en forma de V o de una cuña de altas presiones (figura 3), las líneas medias de la depresión en V o de la cuña de altas presiones coinciden aproximadamente con las líneas de convergencia o divergencia; tomándolas como ejes Y con la dirección positiva hacia los centros, se tiene:

$$x = - \frac{P_{01}}{P_2} t_1, \quad y = - \frac{P_{02}}{P_{03}} - \frac{P_{021}}{P_{03}} t_1,$$

$$t_1 = \frac{\frac{1}{2} P_{02}^2 - P_{01} P_{03}}{P_{011} P_{03} - P_{02} P_{0210}}$$

Para t_1 positivo representa, aproximadamente, el tiempo que tardará en dibujarse un nuevo centro de baja o de alta, cuya extensión dependerá de los valores de x e y .

Finalmente, se deduce que el ángulo for-

mado por la resultante del desplazamiento y la dirección X está expresado por:

$$\frac{y}{x} = \text{tag } \beta = \frac{(\frac{\partial^2 P}{\partial y \partial t}) \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}}{(\frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t}) \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}};$$

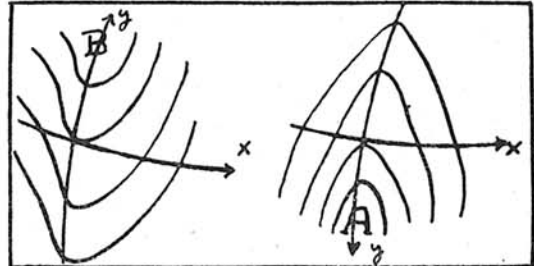


Fig. 3.

o bien:

$$\text{tag } \beta = \frac{(P_{02} + P_{021} t_1) P_2}{P_{03} P_{101} t_1};$$

y en función del ángulo α que forma el gradiente isalobárico con el eje X (fig. 4):

$$\text{tag } \beta = \text{tag } \alpha \frac{\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}}{\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}} = \frac{P_2 + P_{201} t_1}{P_{02} + P_{021} t_1} \text{tag } \alpha.$$

Reglas convenientes para la aplicación de la teoría.—Del acierto en la elección de los ejes de coordenadas depende en gran parte el buen resultado de los cálculos.

En general conviene tomar como ejes coordenados los de simetría; si las isobaras presentan la forma alargada, uniendo los puntos de máxima y mínima curvatura, y cuando éstas son circulares podemos utilizar las coordenadas geográficas que pasan

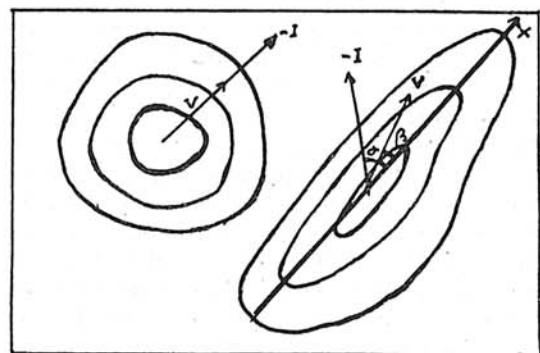


Fig. 4.

por el centro. El eje X se debe tomar a lo largo del gradiente isalobárico.

En cuanto a la elección de unidades, hay que tener en cuenta que las cartas de tendencias son trihorarias, y, por tanto, la uni-

dad de tiempo mejor es la de tres horas, o de lo contrario habrá que dividir por tres en aquellas expresiones en que interviene el factor t . La unidad de longitud en grados geográficos facilita mucho el cálculo gráfico sobre las cartas, y el número de grados por unidad depende del gradiente, es decir, del espacio que necesitemos cubrir con el sistema de coordenadas auxiliar (fig. 4).

Sólo nos queda ahora sustituir los valores (presiones, tendencias, desplazamiento del campo de isobaras) de cada punto P_{ij} en las distintas funciones [3], con lo cual obtendremos los coeficientes P_{ij} , que, llevados a las expresiones [4], nos darán las componentes del vector desplazamiento para cada valor de t .

Trayectorias más frecuentes sobre Europa.—Comparando las series de cartas meteorológicas, se deduce que en una gran parte del hemisferio Norte hay en invierno dos áreas de altas presiones, que por lo común ocupan, la una, toda la región comprendida entre las Azores, Madera, Península Ibérica, hasta las Bermudas; la otra, Siberia, y luego un mínimo, situado entre Islandia y Groenlandia. Pues bien: estos grandes centros de acción no ocupan siempre los mismos puntos en una estación dada, sino que cambian más o menos de lugar alrededor de su posición media. Si estos cambios son suficientemente considerables y de duración persistente, resulta una alteración en la marcha de los frentes que cruzan el continente.

La influencia de las trayectorias de las depresiones en el clima de Europa es de mucha importancia; cuando llegan a la costa por el Golfo de Gascuña, para pasar de allí a las Islas Británicas y a la península escandinava, se nos presentan por su borde oriental, y se observan inviernos sumamente benignos, con vientos predominantes del Suroeste. Por el contrario, si el camino de las depresiones cortan a Europa de Noroeste a Sureste o de Oeste o Este, su borde meridional es el que pasa por nuestros países, trae consigo un aire que ha barrido la superficie del mar a la altura de las Feroe o de las Orcadas, ocasionando veranos secos e inviernos rigurosos, con vientos dominantes entre el Oeste y Norte.

Las trayectorias más frecuentes (fig. 5) que influyen sobre el clima de nuestra

Península presentan la siguiente distribución: en invierno son las señaladas con los números 1, 2 y 3, procedentes del Atlántico, y la 4, que se forma en el Mediterráneo; durante el verano subsisten casi exclusivamente las 1 y 4, y durante la primavera y el otoño el orden de preferencia es el señalado con los números 4, 1, 5, 6, 7, 2.

Las rutas 1, 2 y 3 influyen principalmente en la región cantábrica durante el invierno, llegando a veces hasta la cuenca del Duero; la 5 actúa sobre Extremadura, An-

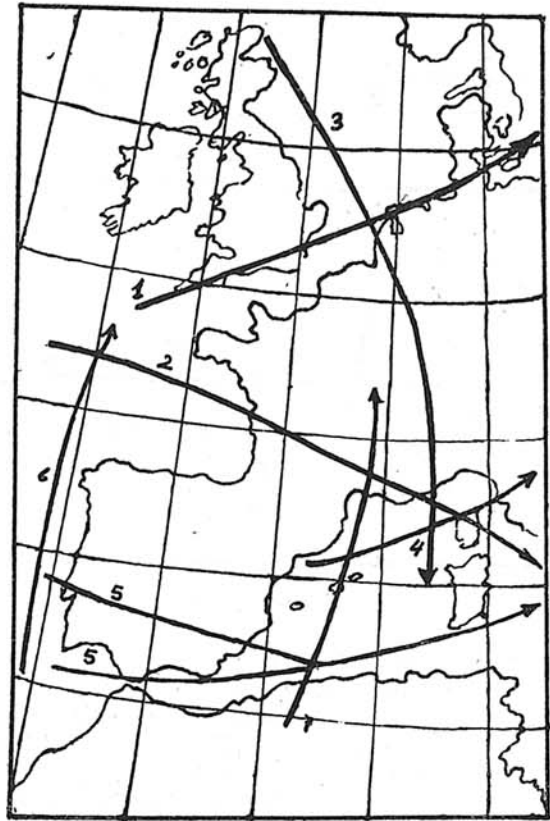


Fig. 5.

dalucía, Estrecho y Levante, procedente del golfo de Cádiz, donde tiene lugar su formación, llegando durante la primavera y otoño hasta la región central; también suele llegar hasta la mitad occidental del centro de nuestra Península la señalada con el número 6, que suele barrer las costas de Portugal. Las rutas 3 y 4, así como la 7, producen perturbaciones principalmente sobre Baleares y costas de Levante, penetrando durante la primavera y el otoño hasta la cuenca del Ebro.