

## Capítulo 3.- Trazado de mapas meteorológicos

### 3.1.- Introducción.

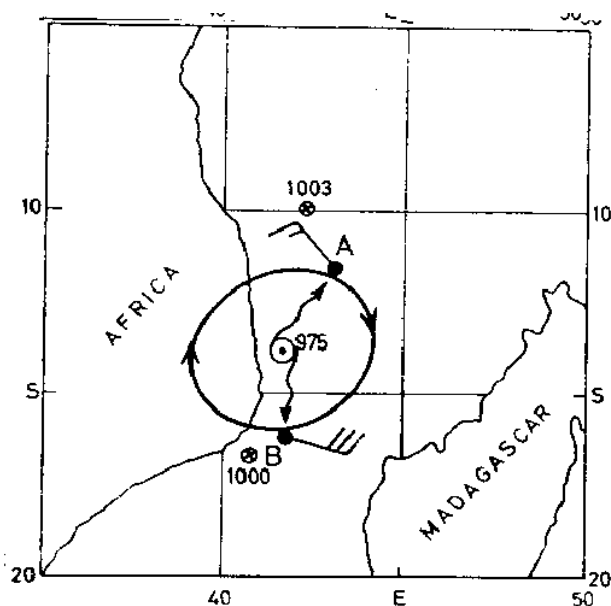
Es importante comprender que, incluso en el caso de que sólo conozcamos los datos meteorológicos observados por nuestros propios medios, y los de un segundo barco situado a cientos de millas de distancia, es posible construir un primitivo "mapa del tiempo", que proporciona cierta utilidad.

En la figura 3.1, a modo de ejemplo, se representa un caso real que tuvo lugar hacia finales de Diciembre de 1950, época en la que suelen presentarse los huracanes en el Indico sur.

Dos barcos navegaban por la costa oriental de Africa. El primero de ellos (A) con rumbo SSW, y el segundo (B) siguiendo el rumbo N.

El barco A observa un viento del NW de fuerza 4 y, simultáneamente, el B mide vientos del E de fuerza 7.

Intercambiadas entre ellos ambas observaciones, pudieron efectuar un esquema como el que se muestra en la mencionada figura, y que les hizo considerar que los vientos observados estuviesen originados por un ciclón situado entre ambos buques.



**Figura 3.1**

Con esa sospecha, ambos capitanes prestaron atención al oleaje: el barco B apreció un aumento de la mar de componente norte, y el A otro tanto procedente del SW al SSW. Para ambos barcos, la mar de fondo formaba ángulos superiores a 90° con sus respectivos vientos. Tales datos fueron suficientes para confirmar su primera sospecha, e incluso situar la posición del vórtice del huracán, como se indica en la misma figura.

Es importante señalar que, desde una estación meteorológica terrestre se estaba emitiendo la posición de dos centros de baja presión, señalados en la figura, de 1000 mb y 1003 mb, ignorando por completo el mínimo (de 975 mb) que estaba a medio camino entre ambos, y que sólo pudo ser advertido mediante la acertada observación de los capitanes de ambos buques.

El hecho que se relata es un buen ejemplo para comprender la importancia que tiene el trazado de mapas a bordo y la correcta observación de las variables meteorológicas. Obviamente, en la actualidad se cuenta con una red de observaciones bastante más extensa, que facilita la elaboración de mapas con mayor rigor y precisión. No obstante, es preciso tener en cuenta que en las áreas oceánicas, donde disminuye considerablemente el número de puntos de observación, cada uno de ellos posee un alto valor, por lo que las medidas han de ser efectuadas con un cuidado exquisito y la mayor exactitud posible.

### **3.2.- El principio sinóptico.**

La atmósfera está constituida por multitud de sistemas meteorológicos interrelacionados que se encuentran en continuo movimiento y cambiando de intensidad. Para poder observar y comprender su distribución espacial es preciso representar en un mapa adecuado la evolución atmosférica en diversos instantes, para lo que son necesarias multitud de observaciones simultáneas efectuadas sobre una amplia zona. La representación de todas estas observaciones en un mapa configuran *el mapa sinóptico*.

Con objeto de poder contar con las citadas observaciones simultáneas, se han establecido internacionalmente las denominadas *horas sinópticas*. Las principales son las 0000Z, 0600Z, 1200Z y 1800Z, que pueden ser ampliadas a intervalos de 3 horas interpoladas entre las anteriores. La transcripción de las observaciones a un mapa, mediante los conocidos símbolos de estación, pudiera parecer confusa a la hora de proceder a su análisis, sin embargo, este aparente desorden se resuelve muy fácilmente teniendo en cuenta que hay dos características fundamentales para analizar un mapa sinóptico:

a) *El campo bórico*, que se obtiene dibujando las isobaras, esto es, líneas que unen puntos que han informado de un mismo valor para la presión barométrica ( o bien que han sido obtenidos por interpolación entre los informados).

b) *Los frentes meteorológicos*, que son fronteras de separación entre masa de aire con distintas características termodinámicas.

Con los datos de observación que se reciben en un parte meteorológico es posible trazar muchas isolíneas en un mapa, pero las isobaras son las más importantes y significativas para conocer la evolución media que experimenta el tiempo meteorológico. Mediante las líneas isobáricas es posible localizar las áreas de alta y baja presión, y el tiempo se encuentra íntimamente relacionado con la distribución que tengan estas áreas. Para el marino posee

especial importancia la relación que existe entre la dirección y fuerza del viento, así como la orientación y espaciado de las isobaras.

Otras representaciones de gran importancia son aquellas que unen puntos o regiones en las que se da discontinuidad en alguna o algunas de las variables meteorológicas. Estas líneas separan masas de aire con distintas características, por ejemplo, distinta temperatura o distinta humedad. Una masa de aire se caracteriza por un tiempo bastante uniforme en su interior (*tiempo de masa*), pero si dos masas adyacentes poseen vientos de distintas direcciones, en su frontera se formará una *línea de convergencia* (discontinuidad dinámica). Si además de ello, las temperaturas de ambas masas de aire son diferentes, tendremos un *frente meteorológico*, o más apropiadamente, una *zona frontal*.

Ciertos fenómenos meteorológicos se encuentran muy vinculados a la existencia de los frentes, y el tiempo depende del tipo de frente formado (frío, cálido, ocluido). Los frentes se encuentran íntimamente relacionados con el desarrollo y movimiento de las depresiones.

Una vez han sido dibujadas las formas isobáricas, y los posibles frentes asociados, obtenemos un dibujo claro del mapa que permite realizar un adecuado análisis del tiempo.

### **3.3.- Trazado de los campos béricos.**

No entraremos aquí en la descripción de las distintas configuraciones béricas que podemos encontrar, ni en la relación que guardan con ellas los vientos, puesto que han sido estudiados con detalle en el curso de Meteorología Marítima. No obstante, y dada su importancia, invitamos al alumno a una atenta lectura de los mismos antes de proseguir este estudio. De ella deben extraerse unas ideas sencillas y claras:

- 1) En el hemisferio norte los vientos giran en torno a los centros de baja presión en sentido antihorario, y en sentido horario alrededor de los centros de alta presión.
- 2) Al contrario sucede en el hemisferio sur.
- 3) Las direcciones del viento, en relación a las isobaras, son marcadamente paralelas, formando un pequeño ángulo hacia el interior de las bajas presiones, tanto mayor cuanto más próximos nos encontremos de la superficie, y más acusado si ésta es tierra firme que si se trata de una superficie oceánica.
- 4) Las líneas isobáricas suelen trazarse a intervalos de 4 ó 5 mb. No es relevante el intervalo que se utilice, pero si es importante que sea *el mismo* para los distintos mapas trazados en las

horas sinópticas consecutivas y que sean objeto de análisis.

5) Donde las isobaras aparezcan más apretadas (mayor gradiente horizontal de presión) el viento tendrá mayor intensidad.

En la figura 3.2 se muestran varios ejemplos de campos béricos y de los vientos asociados a los mismos.

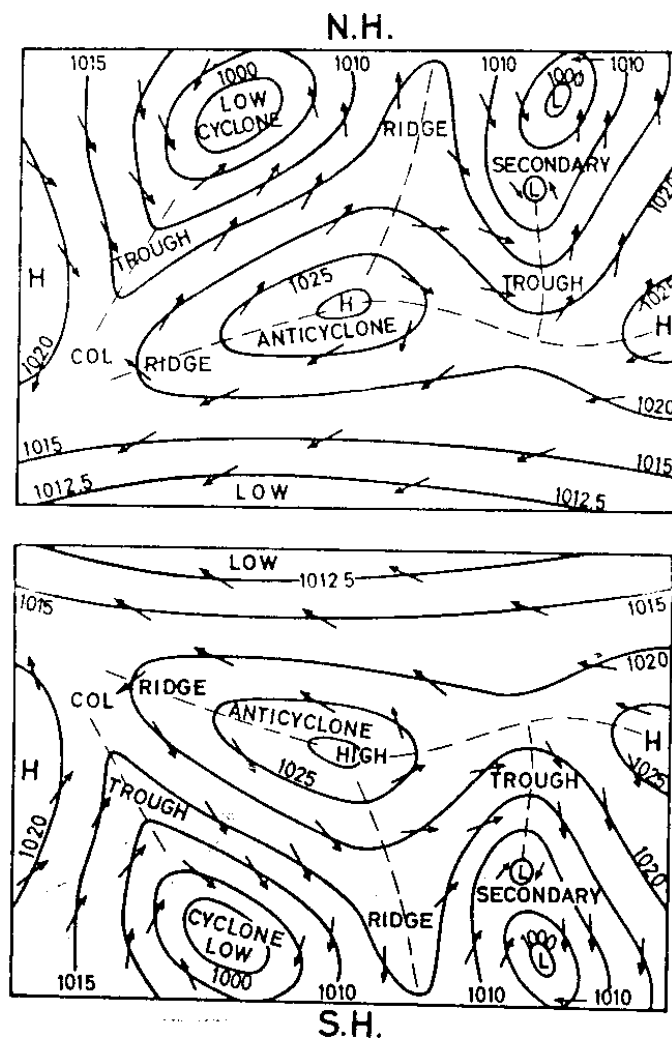


Figura 3.2

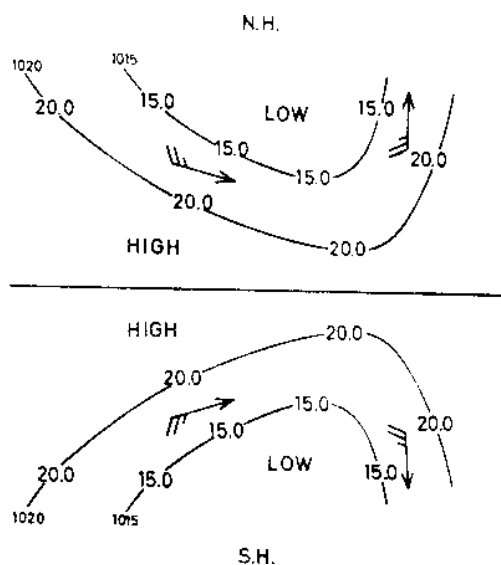
### 3.3.1.- Interpolación y extrapolación de isobaras.

En los partes, a veces, no se transmite la totalidad de la información que afecta a todas las líneas isobáricas, sino otros que corresponden a intervalos de presión más amplios que los antes citados de 4 ó 5 mb. En estos casos conviene trazar isoclinas intermedias (interpolación) que faciliten el posterior análisis del mapa.

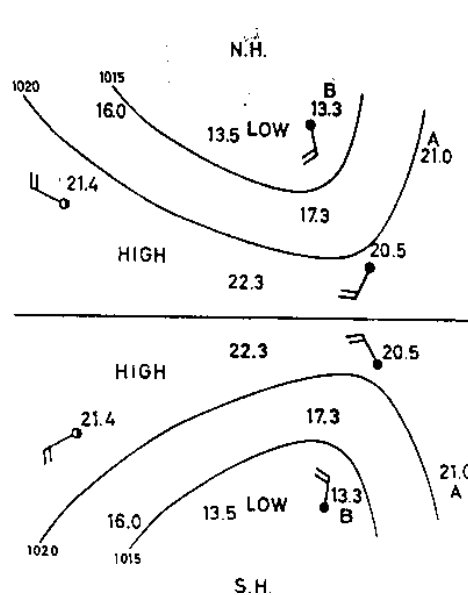
En otras circunstancias precisamos conocer datos béricos en lugares que se hallan fuera de la zona cubierta por las estaciones de observación. Pueden ser aproximadas mediante

correlación de los datos informados próximos a tales lugares (extrapolación).

En la figura 3.3 se muestra el trazado de unas líneas isobáricas en base a un parte recibido, según se trate de uno u otro hemisferio, y en la figura 3.4 se plantea la misma situación, pero con una mayor cantidad de datos recibidos, que hacen necesario efectuar la interpolación. Observemos como la información acerca de vientos posee una enorme utilidad para ello.



**Figura 3.3**



**Figura 3.4**

En la figura 3.5 se ilustra un caso práctico de interpolación de las isobaras de 1015 y 1020 mb conocidos los informes puntuales ( O ) de presiones de 1014, 1018, 1021, 1023 y 1024 mb.

Como podemos apreciar, la distancia entre cada dos puntos de valor conocido se divide proporcionalmente a su diferencia y ello permite aproximar los puntos ( X ) con el valor deseado. A continuación, habida cuenta de las ideas reseñadas, es posible efectuar el trazado de las mismas, que conduce a un mapa significativo. En el ejemplo representado por esta última figura, la isobara de 1020 mb podría plantear dos posibles trayectorias (trazo grueso y trazo discontinuo) en las proximidades del punto N. Si suponemos que se conoce la existencia de vientos suaves y variables en esa zona, el mapa correcto sería el efectuado con trazo continuo.

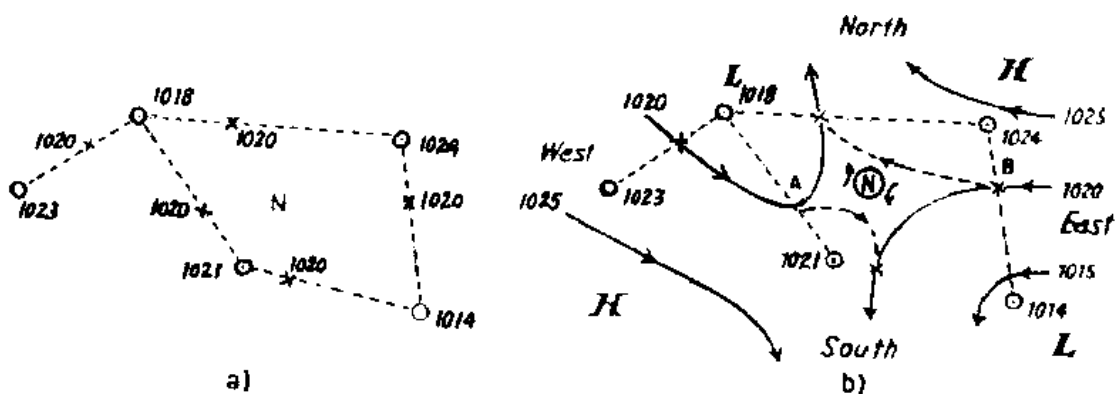
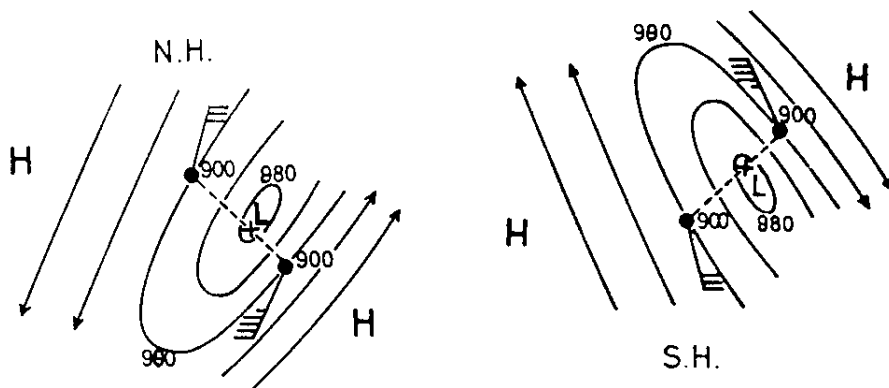


Figura 3.5

### 3.3.2.- El viento y las isobaras.

Ya se ha indicado la utilidad que posee la información acerca de la dirección e intensidad del viento para el trazado de isobaras. La intensidad es importante para dibujar el espaciado que han de tener las isobaras, y su dirección nos ayuda a establecer la trayectoria de las mismas. Así, en la figura 3.6 se representa un ejemplo de mapa trazado en base a la información procedente de dos barcos (en ambos hemisferios).

Con el único dato de la presión, la isobara de 900 mb podría trazarse como indica la línea discontinua, pero los vientos informados por ambos permiten asegurar que se encuentran situados a los lados de una depresión, y las diferentes intensidades proporcionan un esquema bórico como el indicado, más apretado en la zona que registra velocidades de vientos de 45 nudos.

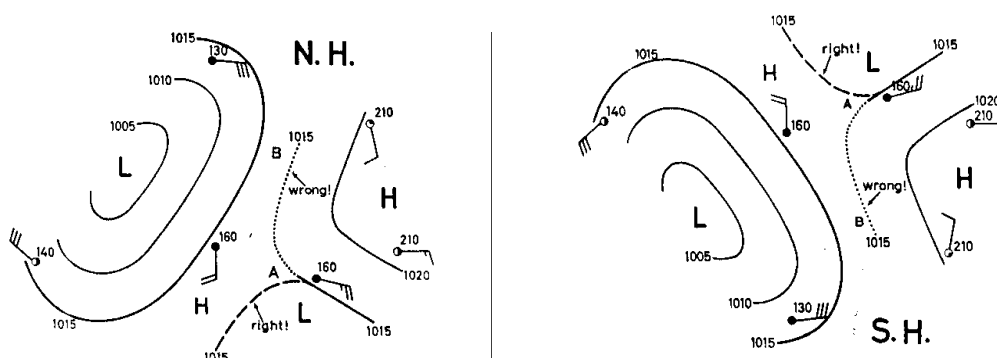


**Figura 3.6**

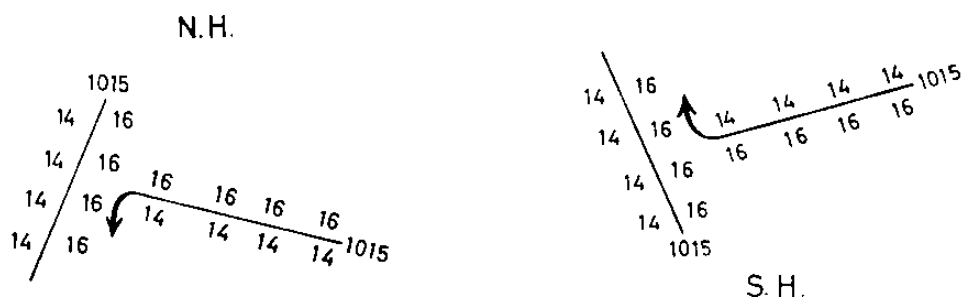
**3.3.3.- Reglas adicionales.**

Junto a lo expuesto para construir configuraciones b́aricas conviene tener en cuenta una serie de normas y principios de la mayor utilidad:

- a) Las isobaras son ĺneas continuas, que no presentan grandes singularidades ni bifurcaciones, dejando siempre a un lado altas presiones y al otro bajas presiones.
- b) Una isobara no puede cortar a otra, ni desaparecer entre otras isobaras. O bien alcanzan los bordes del mapa o se cierran sobre ś mismas.
- c) La curvatura de las isobaras siempre tiene lugar hacia el lado de las bajas presiones: en la figura 3.7a se indica una trayectoria confusa para la isobara de 1015 mb, en ambos hemisferios. Esta regla decide que la trayectoria correcta es la de trazo continuo, como se justifica en el esquema de la figura 3.7,b.



**Figura 3.7,a**



**Figura 3.7,b**

d) Cuando una discontinuidad dinámica origina una singularidad en una isobara, esta solo podrá curvarse angulosamente a la izquierda ( en el hemisferio norte) y a la derecha (en el hemisferio sur). La figura 3.8 ilustra esta regla, que está directamente derivada del sentido de la circulación ciclónica.



**Figura 3.8**

Finalmente, las isobaras precisarán de un *ajuste* o *afinado* en las proximidades de los frentes para conseguir que las trayectorias isobáricas y las posiciones de los frentes sean coherentes, como veremos en la sección posterior.

### 3.3.4.- *Trazado de isobaras en zonas especiales.*

La especial configuración y las singularidades que acontecen en zonas determinadas, originan que las líneas isobáricas posean ciertas características que conviene conocer y comentar.

#### a) **Zona ecuatorial.**

Si las isobaras cruzan el ecuador, sobre todo en los solsticios, los vientos de superficie (particularmente entre los 10° N y los 10°S) pueden formar un fuerte ángulo con las mismas, llegando incluso a ser perpendiculares. Así ocurre con los alisios de SE en el Indico meridional,

cuando recurvan hacia el NE (*flujo monzónico*). Al dibujar las isobaras hay que tener presente que, aunque la circulación del viento cambia al cruzar el ecuador, las bajas presiones han de quedar del mismo lado de una isobara.

#### **b) Zonas costeras o terrestres.**

Recordemos que sobre tierra firme aumenta el rozamiento de los vientos con la superficie (*viento antitriptico*) por lo que el ángulo que forma con las isobaras se hace más acusado. Una buena aproximación es considerar un valor en torno a los 45°, aunque teniendo en cuenta los factores que aumentan el rozamiento (bosques, montañas, etc.) y elevan dicho valor.

#### **c) Ciclones tropicales.**

Es frecuente que en el centro de los ciclones existan presiones de 980 y hasta 920 mb. En estos casos no es posible dibujar las isobaras con el intervalo habitual de 4 ó 5 mb, por lo que se indica en el círculo central (vórtice) el valor más bajo informado, y se pasa a dibujar la primera isobara que pueda ser adecuadamente representada, mediante un trazo grueso.

La fórmula de Fletchner proporciona, de forma aproximada, la máxima velocidad de vientos, en nudos, en función de la presión mínima del ciclón,  $p$ , en mb:

$$v_{\max} = 16\sqrt{1010 - p}$$

relación que es válida para zonas oceánicas, suficientemente alejadas de las perturbaciones ocasionadas por la costa.

### **3.4.- Trazado de frentes.**

Puesto que las zonas frontales son regiones en las que cambian las direcciones de los vientos, y éstas se encuentran relacionadas con la orientación de las isobaras, es fácil comprender la conexión que existe entre frentes e isobaras.





Muchos analistas trazan primero las posiciones frontales, apoyados en el informe que indican los partes meteorológicos, como por ejemplo bruscos cambios en la dirección o intensidad del viento, o en la temperatura del punto de rocío, o en la humedad relativa. Una vez esbozado el frente, comienza el trazado de las isobaras, ajustando ambos hasta que resulten concordantes entre sí.

Recordemos que hay tres tipos de frentes: *cálido* (cuando una masa de aire cálido se

desplaza sobre una zona ocupada por otra de aire frío), *frío* (cuando es la masa fría la que se mueve en una región de aire cálido), y *estacionario* ( en donde ambas masas de aire, fría y cálida, son adyacentes, pero no desplaza una a la otra).

Además de estos tres tipos básicos, existe una cuarta clase de frente, el *ocluido*, que tiene lugar cuando un frente frío, que se desplaza a mayor velocidad, alcanza a otro cálido que va por delante del primero, y obliga a ascender el aire cálido.

Los frentes se representan según se indica en la Tabla 3.I.

| FRENTE       | SIMBOLO   | COLOR     | COLOCACION DE LAS MASAS DE AIRE |
|--------------|---|-----------|---------------------------------|
| FRIO         |  | AZUL      | cálido/frío                     |
| CALIDO       |  | ROJO      | frío/cálido                     |
| ESTACIONARIO |  | ROJO-AZUL | frío/cálido                     |
| OCLUIDO      |  | MORADO    | frío/cálido/frío                |

**Tabla 3.I**

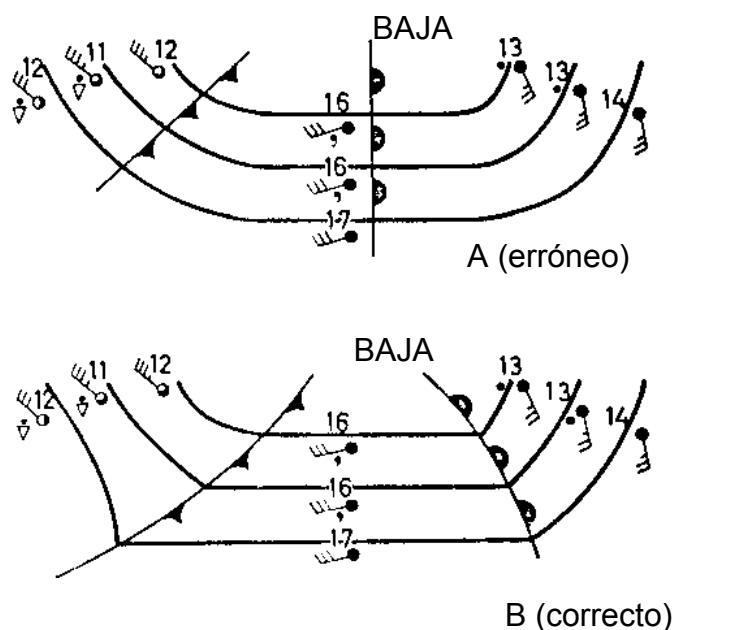
Aunque no se trata de frentes propiamente dichos, los mapas meteorológicos suelen contener también información acerca de las *líneas de inestabilidad* (bandas de unos cientos de millas a lo largo de las cuales existen fenómenos de ligera inestabilidad convectiva), *frentes intertropicales* (impropiamente denominados porque no constituyen frentes, sino zonas de baja latitud donde se encuentran los alisios procedentes de ambos hemisferios), y *líneas de convergencia* (donde se encuentran flujos de aire de análogas características termodinámicas, pero que definen una línea de confluencia horizontal de vientos).

Sobre las superficies oceánicas, los vientos discurren paralelos a las isobaras, por tanto cuando las isobaras aparecen cruzadas sobre un frente, este será móvil (*frente activo*), mientras que si las isobaras están dispuestas paralelamente al frente no tiene lugar empuje de una masa de aire sobre la otra y el frente será estacionario.

La velocidad con que se propaga un frente móvil es, aproximadamente, igual a la componente perpendicular al frente de la velocidad del viento en la masa fría, que está situada tras el frente (para frentes fríos) o por delante del mismo (para frentes cálidos). Esto significa que, para isobaras igualmente separadas, cuando sean perpendiculares al frente en la masa fría

del mismo, éste se moverá a mayor velocidad que si forman un ángulo agudo con el frente.

Cuando las líneas isobáricas interceptan el frente experimentan un brusco cambio en su dirección, lo que ha de ser tenido en cuenta para trasladarlo a los mapas. En la figura 3.9 se representa un par de esquemas béricos y los frentes asociados. En A los frentes cálido y frío han sido detectados, pero es incorrecto el marco de presiones en que se colocan, pues las isobaras cruzan los frentes sin variar su dirección. En B, en cambio, se recoge el mapa correctamente trazado, donde se han ajustado las isobaras y los frentes entre sí.



**Figura 3.9**

Aunque no entra en nuestro propósito estudiar las características de los distintos tipos de frentes, su origen y tiempo característico, dado que todo ello ha sido estudiado adecuadamente en un curso anterior, conviene destacar algunas de ellas. Así, en la figura 3.10 se representa un mapa de superficie correspondiente a una borrasca en fase de oclusión, con sus frentes característicos, junto a tres secciones verticales que muestran las áreas de precipitación estable (zonas sombreadas), los chubascos propios de la masa fría y las lloviznas de la cálida. En las dos primeras secciones, que corresponden a la oclusión, se representan los modelos de nubes y áreas de precipitación.

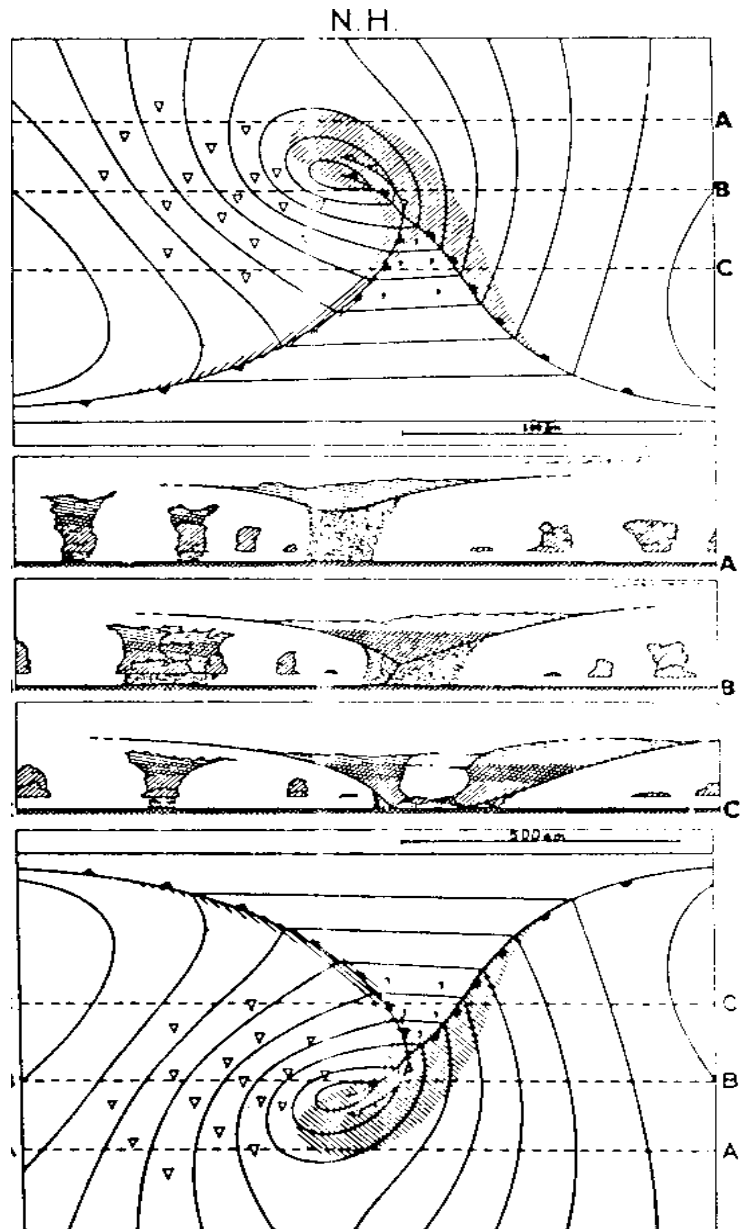


Figura 3.10

P3.1.- Trasladar a la carta, y completar, el mapa de superficie codificado que sigue:

10001 33388 02512 99900 81694 05727 81135 81074 04350 20820 85029  
03515 10000 99911 66400 02853 03351 66200 03351 03742 66450 03742  
04240 04349 66262 04349 04440 04230 04225 66400 04225 04919 05318  
66670 05318 05620 05727 66271 05318 04909 99922 44984 04851 04153  
03951 04248 04743 04851 44996 03451 03549 03945 04140 04836 44000  
05925 05532 05218 05515 05925 44000 03153 03546 04038 04634 05247  
05057 04062 03457 03153 44012 03045 04527 04926 04819 04910 05505  
06110 06325 05943 05853 44016 36002 06620 06545 06060 05464 44016  
03040 03435 04220 04610 04602 35004 44024 03029 03918 04006 03605  
03115 02920 19191.

Interpretación:

Parte de análisis correspondiente al día 25 a las 1200 GMT con posiciones expresadas en unidades de grados.

Sistemas de presión:

Depresión que se rellena de 994 mb, centrada en 57°N 27°W, recurvando a la derecha al rumbo 110° a 35 nudos de velocidad.

Depresión, sin especificar, de 974 mb situada en 43°N 50°W, con poco cambio que se mueve al rumbo 80° a 20 nudos.

Anticiclón de 1029 mb, estacionario, en 35°N 15°W.

Sistemas frontales:

Frente frío en superficie, sin especificar, desde 28°N 53°W hasta 33°N 51°W.

Frente cálido en superficie, sin especificar, desde 33°N 51°W hasta 37°N 42°W.

Frente frío en superficie, de intensidad moderada, que va desde 37°N 42°W hasta 43°N 49°W.

Frente cálido, moderado, con poco cambio en su actividad frontal que se extiende desde 43°N 49°W hasta 42°N 25°W.

Frente frío, sin especificar intensidad ni carácter, que se extiende desde 42°N 25°W hasta 53°N 18°W.

Oclusión fuerte, sin especificar carácter, de 53°N 18°W hasta 57°N 27°W.

Frente cálido, intenso, con área de actividad frontal reduciéndose, desde 53°N 18°W hasta 49°N 9°W.

Isobaras:

Se informan puntos para las isobaras de 984, 996, 1000, 1012, 1016 y 1024 mb.

Final del parte.

De conformidad con lo anterior, su trazado sería el indicado en la figura a).

Como en el anterior trazado no se informa de la totalidad de isobaras, a intervalos de 4 mb, el mapa debe ser completado interpolando las isobaras correspondientes, con lo que el mapa definitivo sería el indicado en la figura b).

