ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

PRÓLOGO

El siguiente trabajo, desarrollado por el Meteorólogo y licenciado en Ciencias físicas, Sr. Morán, es el primero que se publica de una serie de cuatro en que se estudian las condiciones meteorológicas de un viaje de circunnavegación a realizar en la zona tórrida por un dirigible español.

Comprende el respectivo trozo, de huso limitado por los meridianos 40° y 160° E Greenwich, y aunque se trata de un trabajo que le fué encomendado al autor oficialmente, es tal su interés, que esperamos tenga una buena acogida por parte de los lectores de esta Revista, y muy especialmente por mi antiguo amigo y compañero el teniente coronel de ingenieros D. Emilio Herrera, a cuyo requerimiento responde el estudio completo de la zona tórrida, estudio distribuído entre cuatro de mis más entusiastas colaboradores, a quienes dí normas generales.

Empieza, a modo de introducción, fijando brevemente el concepto de la climatología del aviador, para el cual pierden utilidad los llamados valores climatológicos normales, tan interesantes para otras aplicaciones, pero inútiles siempre para el aviador, que puede elegir el momento de salida y surcar luego el espacio a velocidad mayor que la de la de los fenómenos peligrosos, con lo que el autor sienta la conclusión de que la climatología del aviador ha de estar ordenada sobre la base de situaciones isobáricastipos, para investigar el orden de sucesión

de estas situaciones y los fenómenos que puedan anunciar la rapidez de estos cambios. Se fija luego en la imposibilidad de llegar a realizar tal programa por escasez de datos de observación en la zona sobre que ha de versar el trabajo, y en la necesidad de dar gran cabida a deducciones teóricas, para no dejar lagunas de consideración en los resultados, necesidad que se compagina bien con la realidad por la regularidad que ofrecen los fenómenos de la zona tórrida, y termina esta introducción con unos razonamientos muy atinados acerca de la insuficiencia de las teorías generales de circulación para dar satisfacción a tales demandas, y acerca de las ventajas que ofrecen los mapas de isobaras de cada estación del año.

Entra luego a tratar con generalidad de las peculiaridades meteorológicas de la zona tórrida, comenzando por un esquema de los procesos atmosféricos y de los caracteres generales del clima, sus oscilaciones en temperatura, humedad y precipitaciones, así como en los aspectos del tiempo, utilizando para ello las observaciones existentes. Son notables, en esta parte del trabajo, las anotaciones encaminadas a explicar el mecanismo de los cambios aperiódicos de forma, de la zona de calmas, para llegar a fijar el síntoma anunciador de tales fenómenos.

Siguiendo con las generalidades relativas a la zona tórrida, dedica luego su atención a la región de los alisios, comenzando por sus confines, las desviaciones producidas por sus accidentes geográficos y la terminación de dichos confines, pasando después a la exposición de las características que esta región de los alisios presenta en cuanto a humedad, nubosidad, precipitaciones y visibilidad.

A los vientos superiores de la zona tórrida está dedicado otro capítulo, en el que compendia y utiliza razonadamente el autor multitud de trabajos de observación. En este capítulo descuella mucho uno de los méritos que el informante cree en su deber señalar, y es el concienzudo criterio con que el autor discute el valor de los datos que posee, abundantes, desde luego, debido a la laboriosidad y aplicación con que ha conseguido documentarse. De verdadero interés todo este epígrafe, termina con las reglas dadas por Abercromby para deducir el sentido del giro del viento que se superpone al alisio, observando la inclinación de los llamados fractocúmulos del alisio. Agrega unas notas relativas a las corrientes verticales.

Otro capítulo de generalidades de la zona tórrida está reservado a las perturbaciones atmosféricas que le son peculiares, o sean los tornados y los ciclones tropicales. De estos últimos expone, con bastante pormenor, todos los caracteres conocidos, y enumera las seis regiones del Globo en que tienen su origen, a saber: las Antillas, las costas de la India, Filipinas, Mauricio, costa NW. de Australia y Pacífico Sur, a partir de Queensland. De estas seis regiones, cinco, como se ve, están enclavadas en la zona objeto de estudio.

Sigue un capítulo destinado a las generalidades sobre los monzones, vientos de capital importancia dentro de la región a estudiar, y en este capítulo fija las influencias ejercidas por la latitud y el relieve para la producción de los monzones.

Terminada así una primera parte del trabajo, sigue un estudio más especial de la climatología, concerniente a la parte de zona tórrida que limitan los meridianos 40° y 160° E, tomando como punto de partida precisamente las perturbaciones tan notables que introducen los monzones y las influencias monzónicas en el régimen de los alisios, distinguiendo inmediatamente las características del monzón de verano y del monzón de invierno, así como las que revisten uno y otro en las regiones determinadas,

muy notables respecto a estas particularidades. También esta exposición revela un acopio de datos, fruto de esmerada discusión y de paciente laboriosidad. A la enumeración citada sigue la de otras anomalías que el régimen del alisio presenta en regiones enclavadas en el trayecto estudiado, y de vientos especiales que también tienen importancia en otras de las regiones comprendidas en el mismo trayecto.

Sigue el estudio de los vientos superiores, más circunscrito ya a la misma porción de la zona, y el análisis de su influencia en la aparición de los ciclones en cada una de las cinco regiones ya citadas.

Con tales preliminares, y a base de los datos recopilados, pasa el autor a razonar en el capítulo siguiente la época y ruta más favorable para la realización del viaje en dirigible, así como la altura del vuelo del mismo. Todo el contenido de este capítulo revela muy buen sentido, y visión exacta del problema. En dos de los mapas se traza la ruta proyectada, en cuyo pormenor no he de entrar. Respecto a la época, ha sido deducida, con gran acierto, por el autor, y es la correspondiente a la primera quincena de Febrero, que debe aprovechar el dirigible para su recorrido aéreo.

En lo que sigue de la Memoria hace ya un estudio meteorológico más detenido de las regiones situadas en la ruta, sin limitar la explicación a la época y latitud recomendadas, para que, como dice el autor, no resulte inútil el trabajo, si, por ventura, fuese necesario hacer el viaje en otro mes o por otro camino.

De cada una de las regiones estudiadas, que son: Pacífico, Filipinas, costa china, Indochina, India, Golfo de Bengala, Birmania, Mar Arábico y Arabia, registra las particularidades relativas a vientos, lluvias, tormentas, nubosidad y nieblas. En las que cuentan con servicios meteorológicos bien establecidos, este trabajo resulta, naturalmente, más completo. Tal sucede con Filipinas y la India, cuyos materiales disponibles son más abundantes, contando también con observaciones aerológicas. En muchas de estas descripciones especiales, son verdaderamente notables las relaciones encontradas entre los tipos del tiempo y las formaciones isobáricas que las rigen, denotando una vez más el Sr. Morán un laborioso afán por matizar, en todos sus detalles, el cuadro de conocimientos que presenta a nuestra consideración, como nuestros amables lectores podrán apreciar a continuación.

ENRIQUE MESEGUER.

Jefe del Servicio Meteorológico Nacional. Presidente de la Sociedad Española de Meteorología.

INTRODUCCIÓN

I

LA CLIMATOLOGÍA DEL AVIADOR

La información que antes de su partida debe recibir todo piloto aéreo, acerca de las condiciones meteorológicas de su ruta, difiere esencialmente de la contenida de ordinario en los resúmenes climatológicos.

Los llamados valores climatológicos normales, números en que se funden y compendian todas las observaciones de cada elemento, influvendo cada resultado en el promedio final proporcionalmente a la frecuencia con que dicho resultado se repite, sirven para caracterizar adecuadamente el clima en su influjo sobre las plantas, animales sedentarios, etc., necesariamente sometidos a todas las vicisitudes atmosféricas, y llenan, por lo tanto, los fines de la Agricultura y de otras ciencias e industrias. Pero resultan de todo punto inútiles para el aviador, que elige el momento de su salida, permanece corto tiempo en el aire, supera en rapidez a todos los meteoros perturbadores y dispone de las tres dimensiones del espacio para surcarlo, según la trayectoria más propicia y segura.

Al aviador le interesa solamente la situación meteorológica durante su vuelo, comprendiendo los datos correspondientes a todas las alturas que le son accesibles. En tanto no nos sea posible proporcionárselos con la debida continuidad en el espacio y en el tiempo, es preciso recurrir a la estadística, entresacando de sus caudales numéricos enseñanzas y normas que ayuden al aviador a valerse de los pocos avisos meteorológicos que reciba y de las propias observaciones, para formarse desde su puesto cabal idea del carácter del tiempo y de su probable evolución.

Vemos, pues, que aunque no es *el clima*, sino *el tiempo* lo que interesa directamente a los aviadores, éstos necesitan también del auxilio de la

climatología; pero de una climatología especial que estudie la marcha normal de los elementos meteorológicos que más interesan al aviador, no por décadas, meses, etc., sino por situaciones isobáricas típicas, y que dentro de cada tipo de tiempo establezca relaciones de causalidad o al menos empíricas entre unos fenómenos y otros, y que hasta escudriñe el orden de sucesión de las formaciones isobáricas, buscando aquellos elementos que, por su más precoz variación, sirvan de síntomas del cambio de régimen e indiquen la rapidez de la mutación y su sentido.

II

PLAN DE TRABAJO EN EL CASO PRESENTE

Este género de información climatológica, difícil y laborioso en todos los casos, es de todo punto irrealizable en el presente por falta de los elementos estadísticos necesarios. Existen, en efecto, en la zona que nos corresponde estudiar regiones vastísimas en que no disponemos ni de las más rudimentarias observaciones meteorológicas. Otras en que las tenemos tan heterogéneas, espaciadas e intermitentes, que es imposible toda labor de coordinación estadística. Y, por añadidura, todas las observaciones con que contamos se refieren al nivel del suelo, menos las de la India, Filipinas y Batavia.

En tales condiciones, si no hemos de contentarnos con presentar a los aeronautas las pocas conclusiones que se siguen con certidumbre de los datos que poseemos, declarándonos ignorantes de lo demás, se nos impone dar razón de las más de las regiones de la zona, procediendo por interpolaciones y conjeturas, y sólo guiados muchas veces por la situación de la comarca desconocida respecto a los grandes centros de acción de la atmósfera. Se nos plantea, pues, el problema teórico de averiguar el clima de un lugar, en función de sus condiciones geográficas, También al investigar los vientos superiores. sin más dato que el viento junto al suelo, surge otro problema teórico: el de establecer las causas y naturaleza del sistema circulatorio a que ambos vientos pertenecen, único recurso, aunque malo, que en este trance nos queda; porque, ¿cómo especular sobre la profundidad de una corriente aérea y sobre sus cambios de dirección y velocidad con la altura, sin saber siguiera si es una simple brisa, una monzón o un alisio?

Véase por qué nos es forzoso comenzar por un estudio teórico del clima de la zona tórrida. A continuación consignaremos, a grandes rasgos, las condiciones particulares de nuestra parte de zona que nos han de guiar en la elección de época para el vuelo, y de la latitud y sentido de marcha más convenientes. Seguirá un estudio climatológico especial de las regiones del trayecto. Y concluiremos con un resumen de las consecuencias más interesantes para los viajeros.

Como las cuestiones teóricas que abordamos están muy lejos de tener solución satisfactoria en la Meteorología actual, quede declarado, ante todo, el problemático valor de las deducciones que siguen. Y conste que el carácter excesivamente teórico de este trabajo lo impone la necesidad.

En cualquiera región del planeta distinta de la zona tórrida sería vano todo empeño de suplir la observación con la teoría. Pero en las comarcas intertropicales los meteoros se suceden con tal regularidad, que nos decidimos a intentar la interpretación teórica de ellos, seguros de que el conocimiento de la naturaleza y causas de cada uno resultará muy provechoso a los aeronautas, sobre todo, en aquellos fragmentos de su ruta en que les falten datos positivos de observación.

Parece de rigor partir de las teorías de la circulación general; pero ni podemos tomar el problema tan de lejos, ni creemos mucho en la utilidad de estas teorías, después de las modernas observaciones aerológicas. Todas las teorías clásicas de la circulación pretendían explicar, de una manera casi matemática, los movimientos de la atmósfera. Sin duda, los antiguos meteorólogos, alentados por la regularidad del régimen de vientos en la zona tórrida, creyeron posible reducir los meteoros a sus causas matemáticas; empeño natural si se considera que la acción solar, causa primera de todos los meteoros, oscila con exacta regularidad y según leyes conocidas.

El problema se abordaba por aproximaciones sucesivas, considerando primero la Tierra homogénea, sin rotación y en perpetua primavera, e introduciendo en la circulación resultante los efectos de la rotación, del desplazamiento, del ecuador térmico y de las perturbaciones continentales.

La razón del fracaso de todas esas teorías es doble, a mi juicio; en primer lugar, el procedimiento de aproximaciones sucesivas no es lícitamente aplicable sino cuando las hipótesis iniciales de simplificación dejan intactos los factores principales, las influencias preponderantes en el fenómeno, de tal suerte, que los demás elementos, de que al principio se prescinde, puedan introducirse, sucesivamente, como efectos secundarios o verdaderos términos correctivos; lo cual no se verifica, ciertamente, en este caso, pues la introducción del efecto de la rotación terrestre, más que modificar, destruye por completo el aspecto de la circulación en una Tierra inmóvil; y otro tanto puede decirse de la influencia continental.

El segundo defecto esencial de las teorías consiste en que, probablemente, no existe, en un sentido estricto, la circulación de conjunto que se busca. Pues para que las masas aéreas fuesen impulsadas con suficiente energía para describir esos ciclos inmensos alrededor de la Tierra, se precisaría una unanimidad de acción, una pobreza y regularidad de rasgos en la distribución isobárica que evidentemente no existen. Cuanto con más detalle se trazan los mapas de isotermas e isobaras, más absurda resulta la idea de que la Tierra se halla dividida por ciertos paralelos en zonas que se comportan meteorológicamente como grandes órganos de función uniforme. A las irregularidades geográficas que destruyen toda continuidad o uniformidad de conformación en la superficie de la Tierra se suma la tendencia de las masas aéreas a dividirse en ciclos independientes demostrada por Helmholtz; resultando que la circulación llamada general, no es sino el conjunto de las circulaciones parciales independientes que las condiciones locales y la tendencia indicada determinan. Y únicamente en algunos grandes rasgos conserva parecido esta circulación real a la teórica, pues al cabo la tendencia al mecanismo ideal se conserva y se destaca a través de la irregularidad de las causas perturbadoras.

Se hace preciso abordar el problema más de cerca, partiendo directamente de las condiciones iniciales que se encuentran en la realidad. Pero entonces no hay que olvidar que las condiciones observadas ya no representan un estado de reposo, sino de equilibrio. Por tanto, no es base suficiente el conocimiento de la distribución real de las temperaturas para edificar una teoría de la circulación general. Quien pretendiese, partiendo sólo de un mapa universal de isotermas, trazar el de vientos e isobaras, erraría notablemente, porque no contaría con los efectos dinámicos de reacción de los vientos sobre las presiones. En la superficie terrestre existen máximos dinámicos de presión sobre zonas calientes, como los máximos tropicales del Atlántico y del Pacífico, y mínimos dinámicos sobre zonas frías, como los mínimos circumpolares del hemisferio del Sur, y el mínimo del NE. del Canadá. Este último se intensifica precisamente en invierno, a pesar del mayor frío, porque entonces crece también la diferencia de temperaturas entre el polo y el ecuador, que es la causa motriz de las corrientes que lo producen.

Por tanto, el punto de partida ha de ser, no el mapa de isotermas, sino el mapa de isobaras en cada estación. El viento en las alturas sigue siempre las isobaras: he aquí la única regla meteorológica que no reconoce excepción. Es imposible que el viento se aparte de las isobaras en un régimen estable de presiones, porque toda desviación, si no es debida al rozamiento, implica un desequilibrio que destruirá la distribución actual isobárica. Si en nuestra zona hubiese suficientes datos para trazar un mapa de isobaras al nivel del mar y a distintas alturas. los utilizaríamos inmediatamente en la parte que nos está encomendada, ahorrándonos el estudio de conjunto. A falta de estos elementos, comenzaremos por describir, esquemáticamente, los rasgos generales comunes a toda la zona tórrida, y, después, en el estudio especial del cinturón de calmas y del de alisios, diremos cómo varían estos grandes órganos en situación y comportamiento, según las condiciones geográficas En todo este trabajo se expondrán paralelamente las observaciones y las teorías.

III

EXPOSICIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS PROCESOS ATMOSFÉRICOS DE LA ZONA TÓRRIDA

Para hacer una descripción esquemática de los meteoros de la zona tórrida, sobre todo de los que ocurren junto al suelo, dejando los vientos de altura para un examen especial, no hay inconveniente en suponer que las corrientes de esta zona forman un sistema convectivo completo, cuya causa es la diferencia de temperaturas entre las regiones polares y las próximas al ecuador. Los vientos inferiores (hacia el ecuador) son desviados por la rotación terrestre, tomando dirección NE. en el hemisferio Norte y SE. en el hemisferio Sur. Uno y otro soplan con gran regularidad y se llaman vientos alisios. El choque de ambos en las proximidades del ecuador anula junto al suelo sus componentes horizontales y determina un rápido ascenso de las masas aéreas, favorecido por su alta temperatura potencial y su gran humedad. Entre ambos alisios existe,

pues, un cinturón de calmas, de grandes lluvias y nublados, llamado «zona de las calmas ecuatoriales». A más altos niveles el resultado del encuentro de los alisios es su fusión en una fuerte corriente del E. reforzada, en virtud de la ley de las áreas al alejarse las masas del suelo. Por eso cuando dichas masas comienzan a derivar hacia el polo, la corriente de retorno o contraalisio es en el hemisferio Norte del ESE., si bien luego gira hacia la derecha hasta llegar a ser un WSW. y aun casi un W. exacto en el borde N. de la zona. El descenso de las masas no corresponde al punto más frío (región circumpolar) por dos causas: primera, la convergencia de los meridianos, por razón de la forma esférica y no cilíndrica de la Tierra, que, estrechando el cauce por que discurre el contraalisio, le obliga a descender mucho antes; segunda, el empuje que el mismo contraalisio experimenta hacia el ecuador, por parte de la acción desviadora de la rotación; como este viento tiene una considerable componente W. al desviarse hacia la derecha, o sea hacia el S. estorba el progreso de las masas aéreas hacia el polo, produciendo una acumulación de aire o zona de altas presiones tropicales, que limita los dominios de la circulación convectiva. El descenso del aire en estos máximos se revela por su gran sequedad.

IV

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA
DE LA REGIÓN INTERIROPICAL

En cada hemisferio los alisios alcanzan su máxima fuerza en invierno, como corresponde a la mayor diferencia de temperaturas que hay en esa estación entre altas y bajas latitudes; y a causa del predominante empuje del alisio invernal la zona neutra de lluvias se desplaza en los solsticios hacia el hemisferio más caldeado; esto es, en el mismo sentido que el Sol. Por lo mismo oscilan con el Sol los máximos tropicales. De donde resulta que los parajes de la zona tórrida se hallan expuestos unas veces a un régimen de alisios y otras a un régimen de calmas ecuatoriales, lo cual ocasiona grandes alternativas de sequedad y de lluvias. Según la amplitud de la zona de lluvias y la situación del lugar respecto a su posición media y a sus límites de oscilación se tendrán una sola estación lluviosa, o dos estaciones lluviosas alternando con dos secas, o una estación seca y otra lluviosa. Pero salvo estas fluctuaciones anuales y los trastornos que produce en determinados parajes el paso de los ciclones, el clima intertropical se caracteriza por su monotonía y uniformidad, pues no se observan de un día a otro las rápidas mutaciones que tan frecuentes son en nuestra zona templada.

La temperatura.—Experimenta insignificantes variaciones anuales (por eso nadie dice verano e invierno, sino estación de lluvias y estación seca). En tan bajas latitudes el día más corto es de diez horas y media, y la mínima altura del Sol a mediodía, de 44°; únese a esto que la inmensa extensión de la zona, tan fuertemente calentada, no permite hacia la parte central la llegada de corrientes aéreas de distinta temperatura (entre las isotermas anuales de 20° se halla comprendida cerca de la mitad de la superficie terrestre). Aún mucho menor es la oscilación térmica diurna, pues la radiación durante la noche, aunque favorecida por la riqueza del aire en vapor, es contrarrestada, en sus efectos, por la formación de rocíos o aún de nubes, que devuelven calor a la atmósfera y turban la serenidad del cielo, estorbando la continuación del enfriamiento.

Efectos del Sol. - En algunas comarcas intertropicales no se puede tomar el sol a cabeza descubierta sin riesgo de insolación mortal. El efecto se produce de una manera fulminante, aunque el astro no esté muy elevado sobre el horizonte ni sea muy alta la temperatura del aire, y varía mucho de unos lugares a otros, siendo menos frecuente en las Antillas que en la India, a las mismas latitudes, y, singularmente, raro en el mar. Esto manifiesta que el daño depende grandemente de la radiación del suelo, y acaso de la de los corpúsculos y vapores en suspensión en la atmósfera, siendo, por tanto, dudoso si se correrá peligro en una aeronave. Acaso allí sólo sean de temer irritaciones y quemaduras de la piel. Sin embargo, no debe callarse este riesgo que tanto encarece Hann (Klimatologie, pág. 381-382).

Trataremos ahora separadamente del régimen de las calmas ecuatoriales y del de los alisios.

V

ESTUDIO ESPECIAL DE LA ZONA DE CALMAS ECUATORIALES

Situación y forma. — Determinada esta zona por el encuentro de los alisios, su curso se marca más netamente en los océanos que en las tierras, porque en éstas los alisios presentan un régimen menos regular y, además, las lluvias son influídas por los relieves.

La situación no es simétrica respecto al ecua-

dor, sino que suele quedar al N. de él por causa de la desigual repartición de las tierras entre ambos hemisferios, pues existiendo más tierras en el hemisferio Norte, el ecuador térmico se desplaza hacia él, y, además (y esto es lo principal), los alisios del hemisferio Norte se debilitan, por hallar más resistencias en su ca mino, y no pueden impedir que los alisios del Sur invadan el hemisferio septentrional.

La anchura de la zona de calmas es muy variable, aun dentro de los océanos, aumentando por término medio en nuestro verano, pues entonces su borde meridional se desplaza hacia el N. menos que el septentrional, lo cual se debe a que el meridional se halla en todo tiempo muy cerca del ecuador, en una región en que la fuerza desviadora y el gradiente térmico son tan pequeños, que el alisio del SE. se extingue gradualmente, sin que sea posible precisar dónde deja de ser apreciable su presencia, es decir, que el límite S. varía poco en situación, mientras que el borde N. queda siempre bastante lejos del ecuador para poder experimentar sensibles cambios de latitud, según la fuerza del alisio NE.

A continuación inserto el cuadro formado por Kerhallet, con las observaciones de 92 barcos que cruzaron la línea entre los 106°W y los 147°W.

Límites de la zona de calmas ecuatoriales.

	Límite norte.	Límite sur.	Anchura de la zona.
	SERVICE THE PROPERTY.	Salar Maria	F 100 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11
Enero	6° 30′ N	3° 0′ N	3° 30′
Febrero	4 1	2 0	2 1
Marzo	8 15	5 50	2 25
Abril	4 45	2 0	2 45
Mayo	7 52	3 36	4 16
Junio	9 58	2 30	7 28
Julio	12 5	5 4	7 1
Agosto	15 0	2 30	12 30
Septiembre.	13 56	8 11	5 45
Octubre	12 20	3 32	8 48
Noviembre.	?	?	?
Diciembre	5 12	1 56	3 16

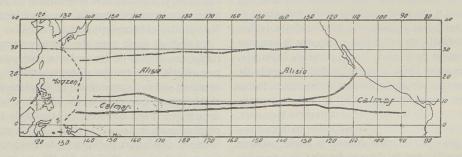
En este cuadro se echa de ver las particularidades explicadas y también el retraso con que la zona de calmas sigue al Sol. También puede afirmarse en términos generales (véanse los gráficos 1.º, A y B) que la zona de calmas se ensancha y se aleja del ecuador en la parte oriental de los grandes océanos.

Las discrepancias entre los gráficos del Pací-

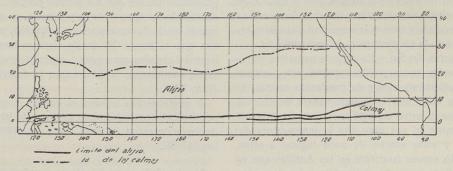
fico y los números de Kerhallet deben achacarse a que los primeros están trazados con promedios de gran número de observaciones, mientras que la información de los 92 barcos no era suficiente base para fijar las condiciones medias de sirazones de ellas y los síntomas que las anuncian.

Oscilación de la temperatura, humedad y precipitaciones.— Advirtamos, en primer término, que en los doldrums se notan alternativas de períodos calientes y períodos fríos (claro que la

A. Mes de Julio.



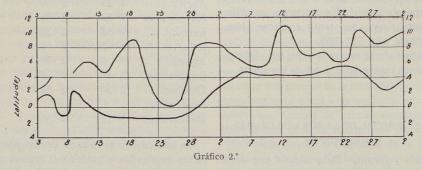
B. Mes de Enero.



Gráficos 1.º

tuación de la zona. Porque es de notar que ésta presenta variaciones aperiódicas de posición y de forma, según ha demostrado Durst en su trabajo *The doldrums of the Atlantic*. De él está tomado el gráfico 2.º, en el cual se aprecia que

diferencia entre unos y otros es de muy pocos grados). Los primeros son anunciados por un movimiento general de las nubes superiores de dirección N. o NE., que comienza a notarse a dos grados al S. de la posición normal de la



la forma instantánea de la zona no puede ser parecida a la de una cinta. Tales fluctuaciones irregulares y bruscas de los bordes son de la mayor importancia para nosotros, puesto que aumentan la anchura de la zona peligrosa para la navegación aérea. Procuraremos, pues, dar las zona, donde se anticipa dos días al máximo, y se propaga después hacia el Norte. Lo contrario se observa antes de los períodos fríos, que se caracterizan por un cambio en la dirección de las nubes superiores al E., SE. y S., que comienza en cuanto principia el descenso de la tem-

peratura, y se nota primero al N. La lluvia, muy frecuente siempre en estas regiones (en algunas épocas llueve el 50 por 100 de los días), disminuye considerablemente en los máximos y aumenta mucho en los mínimos de temperatura. Probablemente el frío de los días de más lluvia será un efecto de la evaporación parcial de ésta en las capas bajas; desde luego, la humedad relativa aumenta considerablemente en los días lluviosos.

Mecanismo de los cambios aperiódicos de forma.—Pues bien: resulta de las observaciones recopiladas por Durst, que durante los períodos fríos o de lluvias aumenta la fuerza del alisio del NE. Esto puede explicarse de dos maneras: suponiendo que la convección productora de la lluvia aumenta dinámicamente con la fuerza de los alisios, o suponiendo, por el contrario, que la convección, aunque iniciada por motivos dinámicos, es acelerada cuando el aire está muy húmedo por el calor latente de vaporización, hasta el punto de hacerse necesario un mayor aflujo de aire por la superficie, o sea un aumento de fuerza del alisio.

Esta última hipótesis es la más razonable, puesto que la zona de los doldrums no coincide con el máximo de temperaturas, ni tampoco del todo con el mínimo de presión, sino, precisamente, con el máximo de humedad *absoluta* y *relativa*, siendo de notar que el aumento de tensión del vapor acuoso *precede* a las lluvias, por lo cual no puede sospecharse que sea una consecuencia de ellas.

Por tanto, el sintoma anunciador de un ensanchamiento local de los doldrums será el aumento de la tensión del vapor en las regiones contiguas. El mecanismo del desplazamiento es el siguiente: Cuando uno de los alisios se carga de humedad más que el otro, tiende a montarse sobre él, a causa de la menor densidad del vapor, con lo cual la línea de separación en el mar avanza hacia el punto de donde viene el viento más húmedo.

Los aspectos del tiempo.—El nombre de zona de calmas no quiere decir que en ella falten en absoluto las corrientes de aire, si bien suelen ser flojas y de dirección variable. Así como tampoco hay que pensar que allá sean continuas las lluvias, ni siquiera las nubes densas y opacas, propias de una activa convección. En muchas ocasiones se pasa la linea con buen tiempo y cielo despejado. Esto prueba que la convección producida por el choque de los alisios busca para realizarse las condiciones locales más

propicias o de estratificación menos estable.

Así, por ejemplo, en las tierras la lluvia no se produce casi nunca de noche. Al alba, el cielo se halla completamente despejado; a mediodía aparecen en el horizonte algunas nubes que, conforme se elevan, van creciendo en tamaño y en espesor. De pronto se escucha el trueno y se levantan fuertes ráfagas de viento, acompañadas de una lluvia torrencial que dura varias horas, pero muy rara vez más de ocho seguidas. Después, las nubes desaparecen rápidamente y el Sol se pone en un cielo despejado, de purísimo azul; sin duda, la lluvia, al enfriar la tormenta, establece una sedimentación desfavorable para todo movimiento ascendente. Este proceso se repite a diario, con notable regularidad, durante casi toda la estación de lluvias (Tomlinson). De suerte que en las tierras la lluvia ecuatorial toma la forma de una serie de tormentas de calor; la convección se inicia allí térmicamente.

En cambio, sobre los mares no se observa correlación entre las variaciones diurnas de temperaturas y las lluvias, las cuales tienen también carácter tormentoso. Aparece en el horizonte un grupo de cúmulo-nimbos de enorme espesor, coronados de Ci-St, que avanzan con rapidez, acompañados de ráfagas de viento en ocasiones muy fuerte, y de lluvias torrenciales. A veces se observa lluvia sin viento, y otras el nublado trae viento sin lluvia. Las nubes proceden a la vez de muy distintas direcciones, y se dispersan, al final, hacia todos los puntos. Aquí la convección se inicia de seguro dinámicamente, como en las turbonadas de nuestras latitudes, si bien por distinto mecanismo, por lo cual en nuestras turbonadas el nublado presenta la forma de grandes rollos o cilindros horizontales nubosos, sumamente diferentes de los cilindros verticales o torres y montañas nubesas que aparecen en las tormentas marítimas del ecuador.

Para dar idea de la actividad con que, tanto en el mar como en la tierra, se siguen los procesos eléctricos, consigna Abercromby que durante la noche se están observando de continuo relámpagos de calor en los mares ecuatoriales. Y Bousignault dice que un observador de buen oído, en todo el año no dejaría, ni un instante, de percibir el ruído del trueno en la América ecuatorial.

VI

LA REGIÓN DE LOS ALISIOS

Confines.—La presencia de los continentes rompe la continuidad del cinturón de altas presiones tropicales, dividiéndolo en núcleos anticiclónicos aislados, sólo permanentes sobre los grandes océanos. Esta perturbación no es exclusivamente de origen término, sino que a ella contribuye el efecto dinámico de la desviación o reflejo que experimentan los alisios al estrellarse en las costas orientales de los continentes, sobre todo si éstas son montañosas y se extienden mucho en latitud. Bjerknes ha demostrado que las corrientes aéreas difícilmente escalan los litorales montañosos que encuentran a su paso, a no ser que lleven estratificación poco estable. En caso contrario tienden a bordear la costa, aunque hayan de dar un gran rodeo. (Bjerk. Formation de la pluie.)

De la conjunción de ambos efectos, térmico y dinámico, resulta que los alisios, en vez de correr paralelos en cada latitud, como la teoría convectiva exige, varían de dirección de unos meridianos a otros, presentando su conjunto en cada gran océano el aspecto correspondiente al borde ecuatorial de un remolino anticiclónico cuyo centro estuviese a unos 30º de latitud. Sirvan de ejemplo las componentes E. y aun SE. que se observan en el alisio del Pacífico Norte hacia su parte occidental (islas Marianas y Filipinas); aquí la desviación es producida por el choque del alisio con las grandes islas de Melanesia y con la costa china, y por cierto que al remolino que se forma se deberá acaso la relativamente grande precipitación que en esta zona del océano se observa. Análogamente en el Pacífico Sur bate el viento Australia y Nueva Guinea, con direcciones inclinadas al E. y aun al NE., y otro tanto ocurre en la costa E. del Africa del Sur.

Se comprende, pues, que el límite polar de los alisios no es precisamente el trópico, ni siquiera un paralelo, sino una línea sinuosa de situación variable con la época, y de unos océanos a otros, como muestran los gráficos adjuntos 1.º, A y B. Además, a compás de los desplazamientos de los anticiclones tropicales oceánicos, se comprende que el límite de los alisios debe mudar de posición de unos días a otros. Si se observa el gráfico 13 (1), se advertirá un marcado aumento de frecuencia de los vientos de componente W. según nos aproximamos al límite N. del alisio; este aumento es debido a las invasiones aperiódicas de la zona del alisio por el borde septentrional del anticiclón tropical, o bien por otro centro de acción atmosférica que produzca corrientes contrarias al alisio. Tal

explicación se confirma plenamente examinando cartas diarias de tiempo de un océano. *Importa*, pues, no contar con vientos alisios sino hasta donde dichas invasiones alcancen rara vez con sus efectos. Desde luego se advierte en los gráficos que el límite N. del alisio sigue también el movimiento del Sol, y está más lejos del ecuador por el Oriente que al occidente de los océanos (fig. 1.ª)

Caracteres generales de los vientos.—En toda la región de los alisios reinan estos vientos con notable regularidad. Su dirección en ambos hemisferios se inclinará más al E. por el occidente de los océanos; sobre las tierras, aparte de las irregularidades monzónicas, aumenta la componente polar, como corresponde al mayor rozamiento. La velocidad de los alisios en los mares es de 6 a 8 m/s en la parte central de la zona, valiendo algo menos en el Pacífico que en el Atlántico; más en el hemisferio Sur que en el del Norte; menos en verano que en invierno en cada hemisferio. La dirección también experimenta variaciones anuales, inclinándose más al E. en Enero y más al N. en Mayo el del hemisferio septentrional

La humedad ambiente.—Es muy grande en los océanos, donde alcanza la proporción volumétrica de vapor de agua un 3 y a veces hasta un 4 por 100. Es sabido que en estas condiciones basta un pequeño descenso de la temperatura, por debajo del punto de rocío, para producir importantes precipitaciones. En cambio, en el interior de los continentes la sequedad es tan grande, que, unida al excesivo calor, agosta las plantas, muchos animales se aletargan, como en las estaciones frías de las altas latitudes, y la llegada de las primeras lluvias se señala por una verdadera resurrección de la naturaleza.

Nubosidad.- No obstante la gran riqueza en vapor de los alisios marítimos, como quiera que estos vientos van aumentando de temperatura al progresar hacia el ecuador, la nubosidad es pequeña (si bien aumenta considerablemente al aproximarnos a la zona de calmas ecuatoriales), consistiendo en unos fractocúmulos especiales, llamados fractocúmulos del alisio. Sin duda, al calentarse las capas inferiores del alisio (que estando en contacto con el mar mantienen siempre una gran humedad relativa) se originan pequeñas columnas ascendentes (cúmulos). Pero en las capas superiores, donde la humedad ya no aumenta en la misma proporción que la temperatura, las nubes son evaporadas parcialmente por la fuerte insolación.

⁽¹⁾ El gráfico 13 aparecerá en la continuación del presente artículo.

La nubosidad crece conforme nos acercamos a las calmas ecuatoriales o a costas escarpadas expuestas al viento del mar.

Precipitaciones. — En tales costas el choque del alisio húmedo produce abundantes lluvias, si los relieves alcanzan cierta elevación. A este efecto se debe la distinción entre costa seca (la occidental) y costa húmeda (la oriental) en todas las islas altas batidas por el alisio; la «costa húmeda» se continúa siempre hacia la parte de barlovento por una capa de nubes de altura variable según la estación y la latitud.

Las lluvias de relieve caen tanto de día como de noche, pero suelen ser más copiosas de noche, al contrario que las de convección. (Algunas de convección—por ejemplo las de Batavia—tienen también el máximo de noche.)

En las tierras llanas los alisios se comportan como vientos relativamente secos, no produciendo precipitaciones, a no ser que encuentren en su camino obstáculos montañosos que los pongan en movimiento ascendente. Es más, un alisio fuerte y persistente estorba el movimiento ascensional del aire, oponiéndose a la formación de tormentas locales. Así, en los llanos del Orinoco reina la sequedad mientras sopla el alisio, que es el viento de mar. Al cesar el alisio, reemplazado por vientos variables, principalmente del W., se desata la lluvia, aunque en este sitio los vientos del W. no tienen nada de marítimos, puesto que en esa dirección las llanuras están separadas del mar por altas cordilleras. Según Hann se establece entonces, sin dificultad, el movimiento ascendente del aire húmedo, desaparecido el obstáculo que el alisio le oponía.

Son muy numerosos los autores que citan explícitamente como regiones secas las sometidas al régimen de fuertes alisios, a no ser cuando éstos chocan con grandes relieves. Claro que el simple rozamiento de las capas bajas con las tierras, puede, por disminución de la velocidad horizontal, forzar pequeñas convecciones, a las cuales podría atribuirse el aumento de nubosidad que se observa en las inmediaciones de las costas bajas. También podría contribuir a esta convección un pequeño efecto térmico. Pero es de presumir que en pleno océano las precipitaciones han de ser muy escasas en la región de los alisios, a no ser que las aumenten efectos especiales de arremolinamientos.

Las tormentas. – Queda dicho que en pleno régimen de alisios rara vez se producen, lo mismo en el mar que en los continentes. Aun en

los sitios donde caen abundantes precipitaciones de relieve, son rara vez acompañadas de fenómenos eléctricos. Así, la costa oriental intertropical de Sudamérica, tan rica en lluvias, es pobre en tormentas; y también lo son las islas Hawai y la de Nueva Guinea, cuando soplan con regularidad sus respectivos alisios. Por otra parte, es de notar que las tormentas tropicales, va ocurran en la estación corriente de lluvias, va acompañen a lluvias de relieve (monzones de la India), presentan un máximo en las épocas de transición, y son menos abundantes en la plenitud de la estación lluviosa de calmas o bien de la lluvia de relieve. Empero, si durante estas épocas de máxima precipitación se presentan algunos días despejados, el mal tiempo, después de este período, se restablece en forma de tormentas.

Acaso esta disminución de los fenómenos eléctricos con la constancia de las corrientes podría explicarse suponiendo que, al establecerse la corriente de relieve, o bien las convecciones propias de la estación de lluvias, han de vencer una resistencia mayor, y sólo localmente podrán abrirse camino al principio. Debido a esta estrechez y limitación de los cauces, las velocidades ascensionales alcanzan los valores necesarios para la formación de la tormenta, Pero más tarde, la corriente ascendente se generaliza y tiene menos velocidad a causa de su mayor anchura. Además, es sabido que de dos corrientes ascensionales de la misma velocidad media, la más eficaz para producir tormentas es la más irregular y turbulenta, que es la que más fuertemente electriza las nubes.

En los océanos, durante los alisios, las tormentas son menos raras sobre las corrientes marinas cálidas y cerca de tierra que en el resto del mar.

Peligros de las tormentas. — Acerca de las tormentas tropicales se ha hecho la observación de que, no obstante su gran aparato, producen notoriamente menos desgracias por fulminación que las tempestades de nuestras latitudes. Lo afirman contextes: R. Schomburg, de las de Guayana; Pechûel Losche, Loango; Pruyssinare, Alto Nilo; Holmes, Fidji; Symons, India, etc.

Humphreys prevé este resultado teóricamente haciendo notar que en las tempestades de calor en que las dos electricidades quedan separadas, pero superpuestas en la misma nube, deben brotar pocas líneas de fuerza de la base de la nube hacia el suelo; por lo cual las descargas entre esos dos puntos serán raras y de poca intensidad,

mientras que en las tormentas de nuestras latitudes, determinadas por la colisión de dos masas aéreas de distinto movimiento, las corrientes superiores, al truncar las nubes, separan las dos electricidades y dejan libre la de las bases para descargarse hacia tierra.

Sin embargo, no puede afirmarse que sea favorable esta circunstancia para un dirigible, que si se viese envuelto por un cúmulo-nimbo tormentoso sería atravesado por mayor número de líneas de fuerza (por las del interior de la nube) en una tormenta tropical que en una de las altas latitudes (1). En ambos casos es discutible el peligro de percances eléctricos, pero no hay duda que la turbulencia y agitación vertical que acompaña siempre a las tempestades acon-

seja, aparte de las otras consideraciones, que los aviadores procuren evitarlas todas.

Visibilidad. – Exageran los que encarecen la pureza del cielo y la transparencia del aire en estas regiones. En realidad, el cielo presenta muy a menudo un color blanquecino, que no se sabe si se debe a partículas nubosas o a polvo en suspensión, y son muy frecuentes las calimas.

Las nieblas no hallan en estos lugares de vientos persistentes y altas temperaturas condiciones adecuadas para desarrollarse extensamente; ni tampoco se lo permiten los escasos contrastes térmicos entre unas y otras masas aéreas. Sólo localmente se dan circunstancias propicias y se producen nieblas de poca extensión, que, generalmente, se disipan a poco de amanecer.

Trataremos de ellas al hablar de las regiones correspondientes.

(Continuará.)

⁽¹⁾ Simpson (G. C.) atribuye el menor riesgo de las tormentas tropicales a la mayor altura a que se encuentra en estas regiones el nivel de condensación.

se hallan hacia la latitud de 20° N. A ocho kilómetros de altura halla Napier Shaw para el mes de Julio un máximo de presión alargado, sobre Norteamérica, a la latitud de 20°, y otro que se extiende a la misma latitud, de Africa a Asia. Pues bien; la existencia de formaciones isobáricas cerradas en esas altitudes, corroborada por los estudios de Bemmelen acerca del movimiento de los cirros, y por los de Harwood sobre las corrientes monzónicas superiores, explica la existencia de vientos de todas las direcciones y también las diferencias locales que se encuentran en el curso de un mismo paralelo. A la vez, estas conclusiones nos previenen contra todo intento de generalización de los resultados obtenidos en determinadas regiones, indicándonos que el único camino para conocer los vientos a

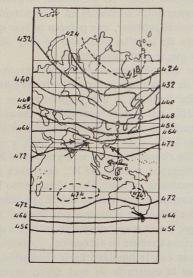


Figura 3. A.—Isobaras a 4.000 metros en Enero (T. de Bort).

una altitud dada es trazar las isobaras correspondientes a ella.

Esta tarea es imposible con los datos que poseemos. Unicamente podrían indicarse algunos rasgos generales. Parece que, tanto en verano como en invierno, el cinturón de altas presiones tropicales va acercándose al ecuador a medida que aumenta la altura, y está siempre dividido, lo mismo que junto al suelo, en anticiclones independientes, situados *precisamente sobre las masas continentales*. Por el borde oriental de cada anticiclón penetra un *alisio superior* y por el occidental sale el contraalisio (fig. 3.ª A y B).

Cierto que acerca del anticición del Atlántico

se han realizado muchos estudios hasta grandes altitudes; pero los resultados no parecen aplicables al Pacífico, al menos con la necesaria seguridad. Si el persistente viento NW. que sopla sobre el alisio del Atlántico Norte fuese un viento intermedio o de transición entre el NE. de abajo y el SW. de arriba (que no lo parece, puesto que a menudo se le halla, sin que sea posible encontrar ni el NE. ni el SW.), ciertamente podría esperarse que corriese también un NW. sobre el alisio del Pacífico, y que el giro o transición del NE. de abajo para convertirse en el NW. de arriba se efectuase hacia la izquierda, o sea por el N., que es el camino más corto. Lo mismo habría que presumir si el NW. del Atlántico fuese, como dicen otros, una manga de alisio, que por proceder del descenso del contraalisio en el anticiclón tropical, conservase componente del W. (de la misma manera que el contraalisio, al partir del ecuador, conserva componente del E. por alimentarse del alisio que se eleva en la zona de calmas).

Con cualquiera de ambas hipótesis cabe anunciar, por simetría, vientos SW. en el hemisferio Sur, lo cual no cuadra mal, al parecer, con las observaciones del Atlántico Sur ni con las siguientes del Pacífico:

Isla de Samoa (14º lat. S.)

Capas bajas (hasta 1.000 m.)

E-7 m/s.

SE. débil.

SW.

Parece como si el alisio inferior, girando por el camino más corto (derecha), se transformase en SW. Acaso la altura a que este SW. se presenta es un poco excesiva (la de los cirros) para reputarlo simétrico del NW. del Atlántico. De todos modos, un caso aislado no autoriza para la generalización. La corriente del NW. podría obedecer a causas completamente distintas de las dos supuestas. Por ejemplo, ser de origen polar, procedente del macizo de la Groenlandia. Napier Shaw es tan partidario de la penetración de mangas de aire polar hasta el ecuador, que supone los anticiclones permanentes de los trópicos, originados (a semejanza de los errantes) por la unión de los bordes (oclusión) de un amplísimo pliegue del frente polar. Esta prolongación local del frente polar a las bajas latitudes, estaría relacionada con la génesis de los ciclones tropicales. La penetración de masas polares en las regiones tropicales ha sido demostrada por Ficker, fundándose en observaciones de nuestros observatorios de Canarias. Advirtamos que, según Shaw, las corrientes polares tienen siempre componente E., y se funden en la inmensa corriente E. que reina sobre el ecuador. (Cada anticiclón oceánico es una masa de aire caliente ocluída entre dicha corriente ecuatorial y dos de las mangas polares que la nutren. La manga oriental del anticiclón atlántico vendría en invierno del máximo de la Siberia, y la occidental de Groenlandia.) Pero no creemos improbable, ni quizás en pugna con las ideas de Shaw, que alguna vez una corriente polar lleve componente del W., en virtud de pe-

nas 647 y siguientes), niega toda posibilidad de especular *a priori* sobre los vientos de altura.

Después de lo dicho, no cabe que nos sorprendan los contradictorios resultados obtenidos acerca del espesor de la capa del viento alisio, que, según unos, aumenta hacia el ecuador, como quiere la teoría convectiva, y según otros, disminuye al alejarnos del núcleo anticiclónico tropical. Lo que nadie duda es que se encuentran grandes diferencias de espesor en un mismo paralelo, siendo mucho mayor en América que en Africa. En las islas Hawai (19°-30')

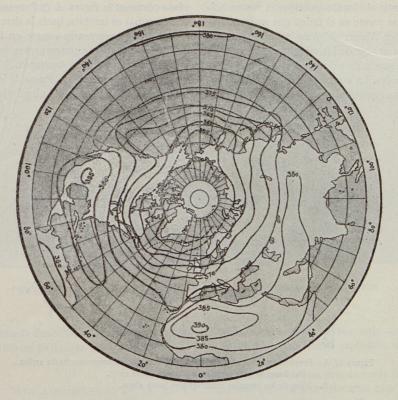


Figura 3.ª B.—Isobaras a 8.000 metros en Julio (Shaw)

culiares conformaciones isobáricas del trayecto.

Sea lo que quiera, creemos digna de mención la hipótesis de Shaw, siquiera porque está construída sobre el criterio de que las grandes corrientes que integran la circulación general, tienen un origen y un curso determinado por las circunstancias locales, pero conservan su individualidad a través de dilatadísimos trayectos. Este criterio modernísimo, y que se compagina muy bien con las influencias climatológicas de unos países sobre otros muy remotos, recientemente descubiertas (Hann, *Meteorologie*, pági-

es de tres kilómetros en invierno, también menor que en las Antillas, en la misma latitud y estación (1).

De todo lo cual se deduce que los aeronautas deberán atenerse a los vientos superficiales, a no ser cuando tengan *datos ciertos*,— no conje-

⁽¹⁾ Parece que, en efecto, el alisio es más superficial hacia el ecuador. Según Peppler su espesor medio es de 1.500 metros entre los 5° y los 20º de latitud, y de 3.000 metros entre los 20° y los 35°. La contradicción con la teoría convectiva se debe, en gran parte, a que ésta no tenía en cuenta la existencia de las capas intermedias.

turas teóricas—de que los vientos superiores son más favorables. Rara vez podrán observarlo por sí mismos, pues en la región de los alisios no suele haber más que las nubes bajas llamadas *cúmulos del alisio*. Sin embargo, la forma especial de estas nubes permite muchas veces averiguar cómo varía la dirección del viento con la altura, de la siguiente manera:

Según Abercromby, dichos fracto-cúmulos se presentan (véase la figura 5.ª) en forma de copetes, pero no verticales, sino convergentes hacia un punto que puede estar por encima o por debajo del horizonte; el cúmulo que tiene el mismo acimut que ese punto es el único que aparece vertical. Explica Abercromby ese aspecto por una inclinación *del eje* de los cúmulos, determinada por la diferencia de velocidades entre sus bases y sus cúspides. La convergencia hacia abajo resulta, por perspectiva, cuando los cúmulos están

nube que tiene la cúspide y, por tanto, el eje muy vagamente determinado, no creemos que se pueda sacar más partido que el explicado de la nota de Abercromby.

La figura 5.ª representa el aspecto de un grupo de cúmulos del alisio, convergentes hacia abajo por estar inclinadas hacia el observador.

En las figuras $4.^a$ A y B se advierte que el cúmulo que se ve vertical $(b_1 \ c_1)$ queda en ambas a la derecha del observador, que está en O., de espaldas al viento V. (Las bases de las nubes se proyectan en b, las cúspides en c). Pues bien, véase cómo en la figura A (nubes convergentes hacia arriba) es también hacia la derecha el giro del viento. Lo contrario ocurre en la figura B, en que las nubes son convergentes hacia abajo, y el viento gira hacia la izquierda.

Los vientos verticales.—Fuera de la región de las calmas ecuatoriales en ningún lugar de la

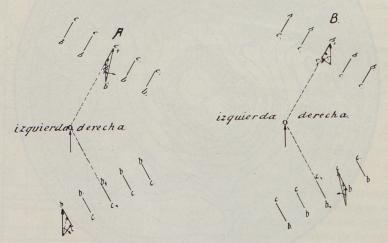


Figura 4.* A.— Proyección sobre el horizonte de los cúmulos convergentes hacia arriba (las bases se proyectan en *b* y las cúspides en *c*).

— B.—Idem de los cúmulos convergentes hacia abajo.

inclinados hacia el observador, y la convergencia hacia arriba en caso contrario. Dedúcese esta regla de giro del viento con la altura:

Si los cúmulos son convergentes hacia abajo, un observador, colocado de espaldas al viento de la base, tendrá el cúmulo vertical hacia la derecha cuando el viento gire hacia la derecha, y lo tendrá a la izquierda cuando el viento gire en sentido contrario.

Estas reglas tienen su justificación en la figura 4.ª A y B. A causa de la imposibilidad de realizar medidas angulares de precisión en una

zona tórrida está dotado el aire en condiciones normales de movimientos verticales rápidos. Es errónea la creencia de que así como el aire sube en el ecuador desciende en los trópicos de una manera brusca, o al menos apreciable. Para que el aire descienda de ese modo se precisa, lo mismo que para que suba, que exista una estratificación inestable, que no se aviene con las apacibles condiciones del tiempo en los trópicos.

Shaw hace notar que si el viento en un anticiclón varía con la distancia al centro, según ciertas leyes, que se compaginan muy bien con las observaciones, el aire descenderá con lentitud en todo el cuerpo del anticiclón, en lugar de hacerlo sólo en la parte central con velocidades a todas luces absurdas. Parece establecido que en la zona tórrida el aire está subiendo entre el ecuador y el paralelo 10°, con una velocidad de 0,5 cm/s, y bajando a partir de dicho paralelo con la misma velocidad. Estas componentes verticales crecen con la altura, valiendo 2 cm/s a los cuatro kilómetros. Pero siempre son de tal insignificancia que no se les puede atribuir ni las tormentas del ecuador ni la sequedad de los trópicos.

Resulta, pues, que a no ser en las tormentas o en los remolinos formados por el viento en las promedio) acompañados, a veces, de grandes lluvias, y sus efectos destructores en su trayectoria (que rara vez alcanza 20 kilómetros de longitud) superan, con mucho, a los de todas las demás perturbaciones atmosféricas. El fenómeno parece descender de las nubes en forma de tromba o cono invertido, que se prolonga hacia el suelo, alcanzándolo y abandonándolo alternativamente a veces; por eso la zona desvastada es, con frecuencia, discontinua. Pero en realidad no es que descienda la nube, sino que el efecto de succión del torbellino hace descender el nivel de condensación. En el centro del

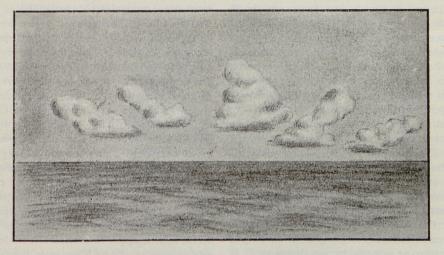


Figura 5.*—Fracto-cúmulos del alisio. Caso de convergencia hacia abajo (nubes inclinadas hacia el observador).

montañas, queda descartada la existencia de corrientes verticales peligrosas para el dirigible.

VIII

PERTURBACIONES ATMOSFÉRICAS DE LA ZONA TÓRRIDA. — GENERALIDADES SOBRE LOS CI-CLONES.

Además de las tormentas ya estudiadas y de otros fenómenos que, por su carácter local, serán tratados en las climatologías especiales de las regiones en que se presentan, como las tempestades de polvo, hay que considerar en esta zona los tornados y los ciclones tropicales.

Los tornados.

Son violentísimos remolinos atmosféricos de pequeño diámetro (rara vez alcanzan 1,5 kilómetro), pero de considerable altura, pues parece que se originan al nivel de los cirros. Avanzan con gran rapidez (60 kilómetros por hora en torbellino la presión es tan baja que algunas casas cerradas han hecho explosión al paso del vórtice.

Los tornados no son propiamente fenómenos tropicales, pues están confinados casi exclusivamente en algunos Estados de Norteamérica. Sin embargo, no faltan por completo entre los trópicos, particularmente en nuestro sector, en cuyo estudio especial completaremos esta breve descripción.

Los ciclones tropicales.

Características generales.—De estos meteoros, que corresponden a la misma situación isobárica que las borrascas de nuestras latitudes, no diremos más que las particularidades más esenciales para nosotros, que los diferencian de ellas, a saber:

1.a Aunque ambas clases de depresiones son

vastos remolinos aéreos en que los vientos giran en sentido contrario de las agujas de un reloj en el hemisferio Norte e inversamente en el meridional, este giro en las borrascas de nuestros climas no es más que una apariencia, mientras que en los ciclones las corrientes aéreas describen realmente ciclos completos alrededor del mínimo de presión, por lo cual un barco o aeronave que se dejase arrastrar por tales vientos llegaría al centro del ciclón después de dar varias vueltas en torno de él.

2.ª Los ciclones son incomparablemente más violentos que nuestras borrascas, y las lluvias que los acompañan mucho más abundantes y torrenciales, alcanzando con frecuencia de 25 a 40 cm. en una localidad. La velocidad del viento pasa de 50 m/s en muchas ocasiones, siendo corriente que arrastre o inutilice los anemómetros. Esta velocidad crece constantemente a medida que nos aproximamos a la región central. El diámetro de los ciclones es muy variable, oscilando entre 150 y 1.000 kilómetros. En general, es mucho menor que el de nuestras borrascas.

3.ª El descenso barométrico es mucho más considerable en el interior de los ciclones, alcanzando a veces 690 mm. la mínima presión, lo cual habría de mermar, no poco, la fuerza ascensional de un dirigible (1).

4.ª En el interior de los ciclones está muy netamente demarcada una región de calmas, en cuyo centro se nota un brusco descenso de la humedad, que permite ver el cielo casi despejado (ojo de la tempestad).

5.ª Los ciclones se desplazan siempre con relativa lentitud (de 15 a 20 kilómetros por hora) siguiendo, por lo general, trayectorias parabólicas de eje paralelo al ecuador y convexas hacia el W. El vértice suele hallarse a unos 25º de latitud, y a partir de él el rumbo que primitivamente es hacia el NW. en nuestro hemisferio tuerce hacia el N. y, por último, se transforma en NE. Rara vez se interna un ciclón en las tierras.

6.ª El descenso barométrico al aproximarse un ciclón no es rápido hasta después de la aparición de vientos fuertes, cuando ya el centro del meteoro no está lejos.

Altura de los ciclones.—La diferencia más esencial para nosotros es la que respecta a la altura. Mientras la de las borrascas extratropica-

les es muy grande, hasta el punto de que alcanzan la estratosfera, en la que quizá tienen su origen, los ciclones parecen meteoros de poco espesor. Eliot opina que no llegan a 2.000 metros, fundándose en que los engendrados en el golfo de Siam no pueden pasar al de Bengala sino por el itsmo de Kra, cuyas costas más altas no llegan a 400 metros. Pero, según Dallas, muchos ciclones cruzan del golfo de Bengala al mar de Omán a través de los Ghates de la costa Malabar, que pasan de los 1.000 metros. El fenómeno queda en suspenso y latente al trasmontar la cordillera y no se regenera sino ya a bastante distancia de la costa. Opina Dallas que al escalar el ciclón las montañas el movimiento de torbellino es transportado a las capas superiores, descendiendo de nuevo a la superficie, después de transpuesto el obstáculo. Redfield considera también los ciclones como fenómenos superficiales (de 1.600 metros de espesor), basándose en sus observaciones de nubes durante los huracanes de las Antillas, en que muchas veces advirtió que por encima de los nimbos ciclónicos flotaba un velo de altoestratos con dirección y velocidad completamente normales. Por el contrario, Viñes y Algué sostienen que el efecto del ciclón trasciende hasta el nivel de los cirros, insistiendo en que estas nubes siguen trayectorias divergentes a partir del centro del ciclón, como si a ese nivel se dispersasen en todos los sentidos las masas aéreas aportadas por la corriente ascendente. A esta opinión se adhiere Shaw en su nueva hipótesis sobre la naturaleza de los ciclones; este autor explica la muerte de los ciclones al encontrarse con altas montañas suponiendo que éstas aunque no de tanta altura como el ciclón, tienen la suficiente para privarle de una porción considerable de su sistema circulatorio, sin que lo que subsiste posea la energía bastante para regenerar, al otro lado de la montaña, la parte suprimida.

Parece, sin embargo, lo más probable que el fenómeno sea superficial, al menos en su parte de peligrosa violencia, y que las nubes observadas por Viñes y Algué no fuesen cirros, sino falsocirros de mucho menor altitud.

Lugares de origen.—Los ciclones se forman siempre en los mismos lugares de la Tierra. Hay seis zonas de origen situadas casi todas en las márgenes occidentales de grandes océanos, en regiones marítimas de alta temperatura, sembradas de pequeñas islas, a saber: la zona de las Antillas, las costas de la India, Filipinas, Mauricio, costa NW. de Australia y Pacífico Sur, a partir

⁽¹⁾ Las presiones más bajas observadas fueron: 686 milímetros en la bahía de Bengala, en 1885, y 688 milímetros en el mar de la China.

de Queensland. Opina Shaw que todas estas comarcas corresponden a un segundo frente térmico: al que separa el borde ecuatorial de los anticiclones tropicales calientes de la corriente fresca ecuatorial del E.; y si bien los torbellinos no se engendran precisamente en el sitio por donde las masas polares penetran hacia el ecuador (borde oriental de los anticiclones), es porque buscan lugares de temperatura más elevada que favorezca la convección, pues para que se forme un ciclón parece ser necesario que, sobre una extensión considerable de mar, se establezcan, simultáneamente, fuertes movimientos convectivos. Otros creen esencial la • producción de un remolino por encuentro de dos grandes corrientes opuestas, y, ciertamente, en todos los sitios donde se forman ciclones existen corrientes próximas de encontrada dirección, y en la costa oriental de Sudamérica, donde esa condición falta, no se forman ciclones, no obstante hallarse al W. de un gran océano.

Época.—La mayoría de los ciclones ocurren en los meses más calurosos de cada hemisferio, cuando la zona de calmas está próxima al lugar donde se engendran. Pero tampoco faltan en los meses de transición entre los alisios y las calmas o entre una y otra, monzón. La estación más exenta es el invierno.

Naturaleza de los ciclones.—No nos importan las teorías, imperfectas aún, acerca de la formación de los ciclones. Pero sí nos sería muy conveniente tener una idea de su naturaleza o mecanismo. Como todavía no está bien determinado, sólo diré que parece consistir en torbellinos horizontales en que el aire asciende rápidamente por convergencia en los bordes, y desciende con mucha lentitud en el eje. La fuerza centrífuga sólo deja penetrar en el vórtice el aire de la superficie, riquísimo en humedad y, por tanto, en energía latente. He aquí las alteraciones del tiempo que acompañan al paso de un ciclón:

Sintomas anunciadores. — Primeramente el cielo se cubre de un velo de cirros, tan tenue, que apenas se nota, a no ser por la formación de halos y coronas y coloraciones especiales de los crepúsculos. Hay calma absoluta y mucha humedad y bochorno. El barómetro sube o permanece estacionado a las horas en que le corresponde bajar. El mar empieza a revolverse, soplan brisas, se espesa el velo nuboso y comienza a descender lentamente el barómetro.

Llegada del ciclón.—A medida que la nubosidad y el viento aumentan se acentúa el descenso del barómetro, que pronto toma alarmante ra-

pidez. Por el horizonte aparece el oscuro frente nuboso, propio de las grandes precipitaciones; pronto se cubre el cielo y comienzan a caer lluvias torrenciales que refrescan el ambiente. El viento se hace huracanado y el mar presenta imponente aspecto.

La calma central.—Después de varias horas (o aun días) el viento cesa de repente, las nubes se abren, la humedad relativa disminuye y el aire experimenta notable elevación de temperatura; estos síntomas, que parecen indicar un movimiento descendente, significan la llegada de la calma central, cuyo paso dura, por lo general, de veinte a cuarenta minutos (la mayor duración registrada fué de ocho horas, y la menor de diez minutos). Para los marinos es esta zona muy peligrosa por la agitación del mar, removido formidablemente por el huracán en todos los puntos de alrededor. No siempre cesan en ella del todo el viento y la lluvia, a veces se observan vientos flojos de direcciones variables y breves chaparrones; otras veces el aire permanece saturado de humedad y el cielo cubierto; pero lo que nunca falta es un sinnúmero de pájaros y peces muertos y restos de naufragios que confirman la convergencia del aire hacia esta zona.

Fin del ciclón.—Súbitamente, como se estableció, se rompe esta tregua, desencadenándose el viento en dirección precisamente contraria a la que tenía en el momento de encalmarse. Caen de nuevo lluvias torrenciales y el huracán sopla tan furioso como antes; pero ahora el barómetro va subiendo rápidamente. Al cabo de varias horas la tempestad se amansa, el viento y la lluvia remiten, los nimbos desaparecen, quedando sólo los cirros, que pronto también se disipan, con lo que al cabo se restablecen las condiciones atmosféricas normales.

La mayoría de los detalles de esta descripción están tomados de la de Milham.

Semicirculo peligroso.—Los vientos más fuertes se hallan a la derecha de la trayectoria del ciclón en el hemisferio Norte y a la izquierda en el hemisferio Sur; lo cual, más que a la suma de las velocidades del viento y del ciclón en estos cuadrantes, parece debido a que en ellos tiene más valor el gradiente, pues como los ciclones giran alrededor de los anticiclones tropicales, dejan siempre las presiones más altas a su derecha en el hemisferio Norte y a su izquierda en el hemisferio Sur. Pero la razón de llamarse a esa mitad de los ciclones semicírculo peligroso parece ser que los vientos de este semicírculo tienden a arrastrar los barcos hacia la parte an-

terior del ciclón, donde fácilmente son alcanzados por el núcleo del mismo, mientras que las corrientes del otro semicírculo, llamado manejable, llevan los barcos hacia la parte posterior de la tempestad, donde les es más fácil huir de ella.

En capítulos especiales se tratará de los ciclones de cada región y en el final se darán normas para evitar sus peligros.

IX

GENERALIDADES SOBRE LAS MONZONES

Definición. - Además de los centros anticiclónicos permanentes que hemos considerado, existen en esta región otros centros de acción transitorios, originados por el desigual calentamiento de las tierras y de los mares en las estaciones extremas. En el verano, sobre los continentes, más caldeados que el mar, tienden a establecerse núcleos de bajas presiones, y lo contrario ocurre en el invierno por ser entonces las tierras las más frías. Los influjos de las formaciones isobáricas resultantes prevalecen en algunas comarcas sobre las tendencias de la circulación normal, originándose sistemas independientes de vientos, que soplan en direcciones contrarias en invierno y en verano, y que se llaman monzones. En otras regiones la perturbación continental no tiene bastante poder para invertir el sentido de las corrientes normales, sino a lo más para debilitarlas o reforzarlas, según la época del año, y entonces este efecto recibe el nombre de influjo monzónico.

Influjo de la latitud.— Nos hallaremos en un caso o en otro, según la latitud, porque de ella dependen por una parte las diferencias térmicas entre tierras y mares, y por otra los gradientes de la circulación normal, que han de ser contrarrestados e invertidos.

Con la notable constancia de la temperatura del mar contrasta la suma variabilidad anua de las temperaturas continentales. Dentro de la zona tórrida el mar está siempre más frío que la tierra y en cambio en las altas latitudes la temperatura media de las tierras es menor que la del mar; sólo en las latitudes intermedias se equilibran ambas temperaturas medias, y, por lo tanto, la diferencia oscila considerablemente en uno y otro sentido según la estación: en verano están mucho más calientes las tierras y en invierno los mares.

Además, en las latitudes medias son pequeños los gradientes de la circulación normal que se oponen al establecimiento del régimen alternativo o monzónico.

Influjo del relieve.-No hay que olvidar, sin

embargo, el influjo decisivo del relieve en la producción de las monzones, así como de las brisas, que tienen mecanismo análogo. En una costa llana, más caldeada que el mar, apenas sería posible, a no ser en las capas superiores, el intercambio convectivo de aire necesario para que se produzcan y mantengan los gradientes de presión; junto al suelo sólo se calentaría un delgado estrato que, oprimido por las masas superiores, no podría tomar un movimiento ascensional de conjunto; el ascenso se realizaría por delgados filetes aéreos, sin que naciesen los movimientos de conjunto precisos para vencer el rozamiento con las tierras. Por eso en las llanuras caldeadas el estrato inferior, imposibilitado de subir, se calienta más y más hasta alcanzar gradientes térmicos superiores al autoconvectivo (3,4° c. por 100 metros de elevación), como lo prueban los fenómenos de espejismo inferior, que nunca se observan en suelos de pronunciada pendiente. Análogamente cuando una llanura costera se enfría, la capa aérea en contacto con ella queda oprimida contra el suelo por su mayor densidad, sin que su escasa tendencia a desbordarse hacia el mar sea suficiente para vencer los rozamientos.

En cambio, cuando la costa es montañosa el influjo térmico del suelo penetra profundamente en la atmósfera, y, a la vez, la inclinación de las tierras favorece los movimientos convectivos verticales y, por lo tanto, los horizontales. En verano el influjo de los altos relieves es aún mayor si los declives costeros se continúan hacia el interior por amplias mesetas, pues éstas se calientan entonces casi tanto como si estuviesen al nivel del mar, y el aire marino a nivel de la meseta está ya más frío que el agua, con arreglo al gradiente vertical del aire libre, con lo cual se refuerza la diferencia de temperaturas entre el mar y la tierra al nivel de la altiplanicie. En invierno, en cambio, los gradientes térmicos que entonces tienen sentido contrario, resultan algo disminuídos por este enfríamiento del aire del mar a la altura de la meseta.

De acuerdo con estas teorías la observación denuncia las más fuertes monzones en latitudes medias sobre litorales montañosos continuados por altiplanicies. También se confirma que la monzón de verano es más poderosa que la de invierno, si bien esto se debe principalmente al calor latente del vapor de agua que queda libre por condensación al subir el aire marino hacia las costas.

(Continuará.)

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

(Continuación.)

X

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO ESPECIAL DE LA PAR-TE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160° E.

En ningún sector de la zona tórrida se halla tan perturbado como en éste el régimen de alisios y contraalisios. En primer término las monzones alcanzan aquí tal predominio, que invierten el sentido de la circulación normal en una dilatadísima extensión, borrando o desplazando notablemente la zona lluviosa de calmas ecuatoriales. Además, aun fuera del alcance de las monzones, que extienden su influencia por el lado del Pacífico hasta el meridiano 145º E., hallamos en el alisio del SE. interrupciones y anomalías inexplicables. Y, por último, de las seis regiones del mundo en que toman origen los ciclones tropicales, corresponden a esta zona nada menos que cinco: todas menos la de las Antillas.

Cierto que en ninguna parte del mundo se reunen como en ésta todos los requisitos necesarios para la producción de poderosas circulaciones monzónicas. Al norte del océano Índico, bordeado de cordilleras, y en cuyo fondo se encuentra el ingente macizo del Himalaya, continua o por una meseta como el Tibet, es natural que se produzcan las más profundas y extensas alteraciones en la conformación de las isobaras. Además, aquí los efectos monzónicos están favorecidos por la gran cantidad de energía latente, en forma de vapor, que en estas regiones acarrean las masas de aire.

Tal es la influencia de las monzones en los vientos, en las lluvias, en la nubosidad, en todos los elementos meteorológicos de las comarcas de esta zona, que, para dar una idea de su climatología, que nos permita escoger la época y la latitud más favorables para el vuelo, juzgamos suficiente, y a la vez indispensable, describir, a grandes rasgos, las principales características del sistema monzónico.

La monzón de verano. — Durante el mes de Abril la presión es baja en la parte meridional de Asia y, sobre todo, en la India, donde el tiempo es inestable y el viento versátil. A mediados de Mayo comienza a establecerse por las costas del norte de la India la monzón de verano. En esta época el mínimo de presión del sur de Asia está ya perfectamente desarrollado, teniendo su núcleo en el curso medio del Indo, y abarcando con sus isobaras marginales todo el litoral del continente comprendido entre la Arabia y Filipinas. Al mismo tiempo existe al norte de Australia un máximo de presión, también de origen térmico, y más al occidente, en el Índico Sur, hay un máximo dinámico.

Todo favorece, pues, la violencia de los procesos. Pero al principio la monzón está confinada a la India, y es floja y no produce grandes lluvias porque los gradientes no son continuos de N. a S. hasta el continente australiano, a causa de un pequeño cuello de altas presiones que separa la región de los alisios del SE. de la incipiente monzón. Estas altas presiones se hallan al S. del paralelo 10°, y en cuanto desaparecen, como ya las presiones disminuyen sin

solución de continuidad desde los 20° S. hasta los 25° N., el aire del hemisferio meridional invade el hemisferio Norte, yendo a chocar contra las costas de Asia. El fenómeno se nota primero en la India, comenzando por el S., en Ceylán, en forma de vientos muy fuertes de SW. acompañados de precipitaciones torrenciales, y se propaga y generaliza con rapidez, recibiendo en la India el nombre de *irrupción de la monzón*.

La monzón de verano sopla en toda la costa de Asia de muy distintas direcciones: del SW. o WSW. en el mar Arábigo; del SW. o aun del SSW. en el golfo de Bengala; en el de Siam mas ecuatoriales. El alisio SE. sigue absorbiendo humedad en su más largo recorrido oceánico, y la descarga al chocar con las costas, en especial con las montañosas de la India. Por eso son enormes las precipitaciones que caen en esta época en la costa Malabar a barlovento de la cordillera de los Ghates, y mucho mayores todavía las que la monzón produce al escalar la cordillera del Himalaya; y sin duda la energía que queda libre en tan abundantes condensaciones ha de acrecentar considerablemente la violencia de la monzón. No sólo se alimenta la monzón de la corriente que cruza el ecuador. Acaso contribuya

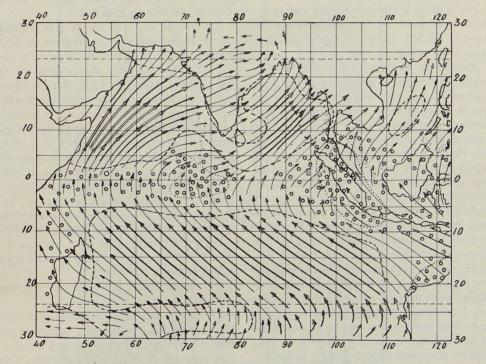


Figura 6.ª-Vientos del Índico en Julio y Agosto.

es de nuevo del SW., y en la costa oriental de Asia toma direcciones variables entre SW. y SE., si bien es corriente la opinión de que estos vientos no son monzones, sino que el primero lo ocasiona el paso de los tifones y el segundo es el alisio del SE., que en esta época llega hasta la latitud de Filipinas (Algué). Otros consideran este viento del SE. como un alisio del NE. desviado por la influencia monzónica (fig. 6.ª)

Como quiera que la succión producida por las bajas presiones asiáticas hace llegar hasta ellas el alisio del hemisferio Sur, en esta época no existe en el océano Índico la zona de las calen algo la que baja a lo largo del mar Rojo, procedente de la desviación de las corrientes W del Mediterráneo al chocar con el macizo montañoso meridional de Asia. Por cierto que esta corriente del NW. penetra a veces hasta cerca del ecuador, recibiendo el impropio nombre de monzón W. de la línea. Algunos autores (Shaw entre ellos) ha negado que el aire cruce en esta época el ecuador, sosteniendo que la única fuente de alimentación de la monzón es el viento NW. del mar Rojo. Pero después de las investigaciones de Dallas ya no puede ponerse en duda que la fuente principal es el alisio del SE.

Una de las razones que lo habían hecho dudar es que los vientos del SW. comienzan por el N., y que la violencia que repentinamente adquieren no va acompañada de mudanza alguna en la distribución isobárica, a no ser de una insignificante prolongación del núcleo de bajas presiones hacia las provincias de NW. de la India. Hoy está perfectamente explicado tal aumento súbito por la desaparición del pequeño máximo de presión que impide, durante las primeras semanas de monzón, el aflujo de aire del hemisferio Sur. La irrupción de la monzón va siempre acompañada de tormentas, que cesan cuando el viento se regulariza.

Por lo dicho se comprende cuán impropio es llamár a un viento de tan diversas direcciones monzón del SW. La denominación correcta es *monzón de verano*.

Monzón de invierno.-Hacia fines de Septiembre el mínimo de presión comienza a desaparecer de Asia, colmándose al mismo tiempo que se desplaza hacia el SW. Inmediatamente tiende a establecerse sobre estas regiones el máximo de presión que corresponde a su latitud. Pero los fríos exageran de tal modo este exceso de presión que se producen fuertes vientos-monzones de invierno-que en casi toda la costa tropical de Asia llevan direcciones aproximadamente opuestas a las de la monzón de verano. En el mar Arábigo y bahía de Bengala la monzón de invierno es un alisio reforzado que, algunos días de Febrero, alcanza violencia peligrosa, pero por regla general tiene bastante menos empuje que la de verano a causa de la sequedad de la monzón de invierno, que se debe a su procedencia continental y a que desciende de las altas mesetas. Hay que exceptuar el caso en que un largo trayecto marítimo le permite absorber abundante humedad, como ocurre con el viento que llega a las montañas de Ceylán después de atravesar el golfo de Bengala; pues entonces esta monzón ocasiona lluvias copiosas (recuérdense también las de Filipinas).

Como se ve en el mapa de isobaras y vientos de Enero (fig. 7.ª) también en esta época está profundamente trastornada la circulación normal. El máximo de presión asiático es muy poderoso y tiene una situación muy distinta de la del mínimo del verano, hallándose su centro hacia la Mongolia, desde donde gobierna la circulación de una gran parte del Pacífico y de casi todo el Índico. Por el S. encontramos en Australia septentrional un mínimo que se prolonga por debajo del ecuador hasta las Seyche-

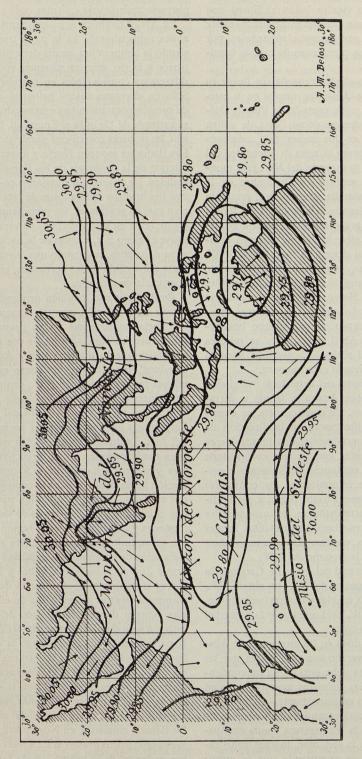
lles. El máximo del Índico austral se ha retirado hacia el S. Pues bien: la monzón del NE. rechaza hacia el S. los alisios del SE., pues como en ella se suman el alisio y la tendencia monzónica, la zona neutra o de encuentro con el otro alisio no puede estar como normalmente en las inmediaciones del ecuador, sino que ha de desplazarse hacia el emisferio meridional. Se halla, en efecto, entre los 10° y los 13° de latitud S., una zona de calmas donde ocurren corrientes ascendentes y lluvias. Pero como la monzón del NE., desde el momento en que cruza el ecuador, comienza a ser desviada hacia la izquierda, concluye por transformarse en un viento NW., llamado monzón NW.

La monzón del NW. invade más profundamente el hemisferio Sur por la parte de Madagascar que por la de Sumatra. A su vez el alisio del SE. tiene su límite septentrional en esta época, inclinado de NE. a SW. Por eso algunos autores asimilan la zona de calmas comprendida entre ambos, no a un cinturón más o menos regular y paralelo al ecuador, sino a un triángulo que tendría la base en Sumatra y el vértice opuesto hacia Mauricio. Pero tal comparación es algo exagerada, pues realmente el alisio del SE, no se detiene en Mauricio, sino que se hace sentir hasta cerca del paralelo 10° S.; y tampoco por la parte oriental del supuesto triángulo de calmas faltan vientos constantes del NW., y aun del W., que soplan entre Sumatra y el paralelo 10° S., a no ser en la inmediata proximidad de la isla.

Describamos ahora brevemente las monzones de Australia:

Esta isla no posee ni la extensión ni el relieve litoral necesarios para producir monzones propiamente dichas. Si no fuese porque la influencia continental de Asia se suma a la suya, sobre todo en la época de la monzón del NW., en Australia no hallaríamos más que las desviaciones y cambios de fuerza de los vientos costeros, característicos de una débil influencia monzónica.

Durante el verano austral las áridas llanuras de la parte tropical de la isla, calentadas perpendicularmente por el Sol, atraen el aire a lo largo de toda la costa. Pero en los bordes W. y NW., donde reinan en pleno vigor los alisios del SE., la influencia monzónica no alcanza a invertir el sentido de dichas corrientes, limitándose a disminuir apreciablemente su intensidad, lo cual contribuye a que se desplace más hacia el S. por esta parte la zona de calmas. En la costa NE. los alisios del SE. toman dirección E. y aun NE.,



F.gura 7.*-Isobaras y vientos del océano Índico en invierno.

especialmente a las horas de *brisa de mar*. En la costa oriental los vientos baten el litoral casi perpendicularmente, pues en esta parte no existe más gradiente de presión que el monzónico, por estar enclavada en plena zona de calmas tropicales.

Gracias a estos efectos monzónicos llueve en todo el litoral de Australia, menos en la parte NW. La lluvia en la costa hacia Puerto Darwin puede considerarse como lluvia de calma ecuatorial, pues en los meses más calurosos llega hasta este punto la zona de encuentro del alisio del SE. con la monzón del NW. Esta monzón comienza a sentirse en Diciembre en la costa norte de Australia, alternando al principio con calmas; su llegada se acompaña de lluvias casi diarias y de gran nubosidad y extraordinaria humedad del aire. A fines de Enero o principios de Febrero alcanza la monzón del NW. su máxima fuerza, penetrando profundamente en el continente australiano, con sus humedades y lluvias. Hacia Marzo principia a debilitarse esta monzón, siendo sustituída por calmas, vientos variables y tormentas, con tiempo bochornoso. A fines de Abril el ambiente se refresca al establecerse el alisio SE. - también llamado monzón-y empieza la estación seca.

Durante el invierno del hemisferio Sur el aire, muy enfriado sobre Australia, tiende a derramarse hacia el mar. En consecuencia, se observan ligeras modificaciones en la dirección de los vientos y, especialmente, una mayor fuerza en el alisio. A estas condiciones corresponde sequedad. En el equinocio de Septiembre empiezan a hacerse intermitentes los constantes vientos del invierno. Pronto llegan a predominar las calmas, acompañadas de insoportables calores que se resuelven en tormentas locales con huracanados vientos. Este régimen dura hasta que vuelve la monzón del NW.

En la costa oriental del golfo de Carpentaria alterna con la monzón del NW, un viento SW, seguido de calmas, nieblas y tiempo bochornoso. Este viento del SW. es el que trae más humedad a esta parte de la costa.

Se observa también en las monzones de Australia que las de verano son más fuertes que las de invierno. No se debe esto sólo a las condensaciones que a las primeras acompañan, sino también—y acaso principalmente—al mayor valor que en verano alcanzan los gradientes térmicos. Pues siendo la temperatura media de Australia superior a la del mar, la cual prácticamente no varía, se comprende que la mayor

diferencia entre ambas temperaturas ha de registrarse cuando más calientes estén esas tierras.

En África tampoco son importantes las monzones, especialmente en la parte tropical. Pues siendo la temperatura media del continente superior a la del mar, en ninguna época se dan diferencias considerables en sentido contrario. Sólo en el verano austral hallamos un mínimo de presión poco importante en nuestra zona, que se extiende de Uganda al Transvaal. El resto del año, las isobaras corren casi paralelas al ecuador. Las llamadas monzón Norte y monzón Sur del interior de la península de los Somalíes son, en realidad, los alisios, que desviados por el choque con los macizos montañosos de esta región corren casi en sentido de los meridianos. El alisio Norte reina en invierno; pero en verano le sustituye el alisio Sur, a causa de la oscilación de la zona de calmas, resultando una inversión completa del sentido de las corrientes, es decir, una apariencia de monzón.

En Malasia está también profundamente alterada la circulación normal, aunque aquí las influencias monzónicas no se producen en el mismo archipiélago, sino en las dos masas continentales que lo limitan: Asia y Australia. En términos generales, puede decirse que alternan en esta región la monzón NW., propia de nuestro invierno, y la llamada monzón E. o ESE., o SE., que no es sino el alisio del hemisferio Sur, atraído en nuestro verano hacia las costas del Asia. Tanto uno como el otro viento sufren tales modificaciones en su dirección, temperatura y humedad, a causa de la irregular conformación de las costas que van encontrando—algunas muy montañosas—, que bien puede decirse que el clima de la Melanesia es de los más heterogéneos y complicados de la región intertropical, sobre todo en lo que se refiere al comienzo y duración de las épocas de sequedad y de lluvia. Según Zollinger, las islas Celebes y Timor dividen el archipiélago en dos partes de contrarios comportamientos: al occidente de ellas, las lluvias ocurren durante la monzón del NW., y la estación seca durante la monzón del E. o SE. En la parte oriental del archipiélago la estación de lluvias corresponde, por el contrario, al dominio del SE., y la seca al del NW. Pero acaso sea más ajustado a la realidad decir que la estación de lluvias va retrasándose más y más conforme nos aproximamos a la parte oriental del archipiélago. En Batavia comienza en Noviembre, y en Banjoewangie, pocos grados al E., a fines de Diciembre, y dentro de la misma isla de Java se notan diferencias entre la vegetación del extremo E. y la del W. Además, como dice Junghuhn, varían tanto las épocas y la cuantía de las precipitaciones en estas islas de unos años a otros, como los rigores de nuestros inviernos de Europa.

Anomalias de los alisios. - Aun en los pocos sitios en que las influencias monzónicas los respetan (hay que advertir que a veces las monzones se extienden, por el N., hasta el Japón; por el E., hasta las islas Marianas, y por el S., de Australia a Madagascar), los alisios de nuestro sector presentan un régimen menos regular que los del Atlántico. En especial, los alisios del SE. sólo están perfectamente establecidos en invierno del hemisferio Sur. El resto del año, especialmente en verano, hay una banda de calmas y vientos NE. y N. que se extiende de las islas Carolinas a las de la Sociedad, en pleno dominio de los alisios del SE. Afectando esta interrupción del alisio a la parte oriental de nuestra zona, importa tener presente que allí hallaremos vientos variables y contrarios en los meses de Enero a Junio y de Octubre a Diciembre. De Junio a Octubre, el alisio del SE. barre toda la región de la anomalía, penetrando hasta los 8º de latitud N.

Los vientos especiales de la zona.—En esta parte, como en toda la zona tórrida, tienen gran importancia las brisas de mar y tierra y las de valle y montaña, debido a que por la escasa acción desviadora de la rotación terrestre en tan bajas latitudes bastan pequeños gradientes para producir grandes vientos. Las brisas marinas alcanzan vigor especial en Melanesia y Australia, y las de montaña en los valles de la India. Además encontramos particularidades, que conviene explanar, en los siguientes sitios:

En el canal de Mozambique penetraría libremente el alisio SE. de no impedirlo la isla de Madagascar, contra la cual se estrella con una dirección del ESE. o casi del E. Sólo cuando el límite S. de dichos alisios pasa por debajo de la isla—en nuestro invierno—, penetra el viento por el sur del canal, siendo encauzado hacia el Norte por las costas. Al mismo tiempo, por el norte del canal penetra un viento N. que no es sino la monzón del NW. desviada por la costa y por eso se le llama monzón N. El encuentro de ambas corrientes en el interior del canal origina grandes lluvias que pueden considerarse como prolongación de las de la zona de calmas. Por término medio las lluvias ocurren a nivel del cabo de San Andrés.

En el mar Rojo: En la parte norte reina siem-

pre una corriente del NW., de procedencia ya explicada. En la parte sur, durante la monzón del NE., reinan vientos SE., que algunos creen procedentes de la misma monzón; rechazado este viento SE. por la costa Africana, más montañosa, se aproxima a Arabia, disipándose en ligeras brisas por su costa, o bien entre los islotes de la costa africana. El hecho es que rara vez pasan el paralelo 18 estos vientos del SE. Soplan de Octubre a Mayo, pero su fuerza decae a partir de Febrero. De Octubre a Enero, en la parte sur del mar Rojo el tiempo es tan brumoso que hasta los objetos cercanos se velan frecuentemente. De Febrero a Mayo el tiempo es inestable, sobreviniendo a veces lluvias, sin duda debidas al choque de ambas corrientes NW. y SE., y también vientos fuertes que levantan espesas nubes de arena. A principios de Junio la corriente del NW. recorre ya todo el mar Rojo, dominando hasta Septiembre. Tambien entonces es el tiempo brumoso, sobre todo por la costa de Arabia.

En el golfo de Aden: Al comenzar la monzón de verano los vientos, que son muchas veces del S., y aun del segundo cuadrante, se debilitan mucho por la noche y se refuerzan de día. A mediados de Junio comienzan los vientos del tercer cuadrante que tienen gran fuerza algunos días, pero siempre menos en la parte occidental que en la oriental, y siempre menos de noche, cuando al cesar son sustituídos por fuertes ráfagas de brisas terrales, que levantan grandes nubes de polvo. En Noviembre comienza la monzón del NE., cuya dirección dominante es ENE. y E., y que a fines de Diciembre y principios de Enero produce con frecuencia lluvias y fuertes ráfagas. A fines de Enero, en Febrero y en Marzo los vientos del ENE y E. continúan, con fuerza creciente hacia el estrecho de Babel-Mandeb, con tiempo generalmente sereno y agradable. (A veces llueve, pero poca cantidad.)

Vientos superiores de la zona.—Las observaciones que poseemos son demasiado escasas para formarse una idea completa de la circulación de conjunto. No obstante, parece demostrado que las monzones no representan un tipo puro de circulaciones convectivas, puesto que por encima de los anticiclones que impulsan la monzón de invierno no existe circulación ciclónica. El anticiclón invernal asiático se alimenta por arriba de las corrientes generales del W. y no de aflujos aéreos desde todos los puntos de alrededor. A la altura de los cirros aún no se nota en Zikawei ninguna corriente del E. o SE. que vaya a llenar el máximo de presión de Asia.

En el mar de la China los A-Cu corren del SSW. y SW. y en Cochinchina del WSW. y W.

Durante la monzón de verano sí que parece haber una circulación anticiclónica sobre el ciclón superficial, pues en Hong-Kong los cirros marchan del NE. y NNE. y en el mar de la China los A-Cu corren de NNE. y NE. (a veces del SE).

En la India los resultados obtenidos para cada una de las tres estaciones del año son los conmás compleja, suponiendo que existe en las alturas, sobre la depresión de la superficie, un anticiclón (cosa muy natural, puesto que dicha depresión es de origen térmico), por cuyo borde meridional circula la corriente superior del E. lo cual se divide, según dicho autor, en tres ramales: uno marcha hacia el N. prosiguiendo el giro anticiclónico, otro desciende inmediatamente sobre el mar Arábigo para alimentar las

Invierno.

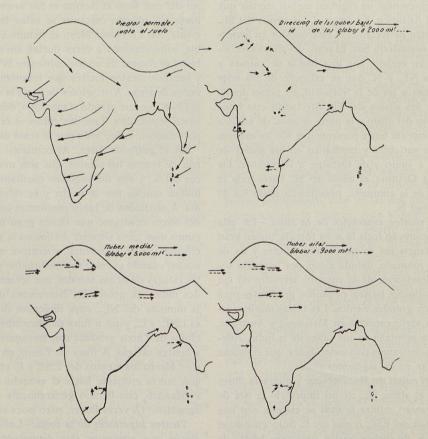


Figura 8.a

signados en las figuras 8, 9 y 10. Resulta que por la parte norte de la península la monzón de invierno es un viento muy superficial, mientras que en la parte sur se hallan vientos del E. a casi todas las alturas. Harwood interpreta en conjunto estas corrientes como un sistema de alisio y contraalisio, perturbado en las capas superficiales por la influencia monzónica.

En cuanto a las contracorrientes de la monzón de verano, Harwood las juzga de índole mucho

masas que de nuevo invaden la India, y el tercero regresa hacia los puntos de origen de la monzón, sirviéndole de verdadera corriente de retorno. (Véase el esquema de circulación superior, según Harwood, figura 11).

En el hemisferio Sur, fuera de las observaciones de Batavia, ya citadas, existen las de Mauricio, donde parece imperar en las alturas un contraalisio del NW. Consignaremos también las siguientes direcciones de nubes, observadas por

XI

Abercromby en el Indico Sur durante la monzón del NW.

Latitud. 1º 2º 10º 13º (calmas.) Alisio del SE. Viento. NW. NW. NW. S. (variable.) SE. y E. Nubes b. NE. NNW. ? SE. S. y SE. Cirros. E. E. o ESE. SE. »

He aquí un caso en que el viento rola hacia la derecha en el hemisferio Sur. Todas estas direcciones, por encima de la perturbación monLOS CICLONES.—REGIONES Y ÉPOCAS

De las cinco regiones ciclónicas de la zona, tres corresponden al hemisferio Sur, y por eso nos ocuparemos muy brevemente de ellas.

En el océano Índico Sur, a la altura de Madagascar, entre los meridianos 40 y 90, y especialmente entre los de 50 y 70, se engendran ciclones en los meses de verano (Diciembre a Abril). Al

Estación Iluviosa.

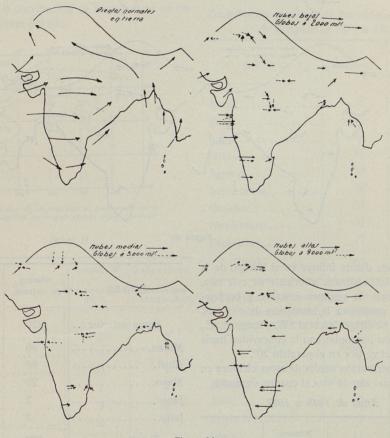


Figura 9.*

zónica, pueden atribuirse a contraalisios o a alisios profundos. La misma interpretación cabe aplicar a los movimientos superiores de las nubes en Filipinas. (Fig. 12 A y B.)

Del Pacífico no hemos hallado datos, ni en él se han realizados observaciones aerológicas, según Hann. retroceder los alisios del SE. empujados por las monzones del NW. en la primavera meridienal, queda entre ambos vientos una región de calmas y perturbaciones atmosféricas, ocasionadas por el choque de ambas opuestas corrientes. Esta región se corre hacia el S. conforme avanza el verano, llegando a la punta norte de Mada-

Estación calurosa.

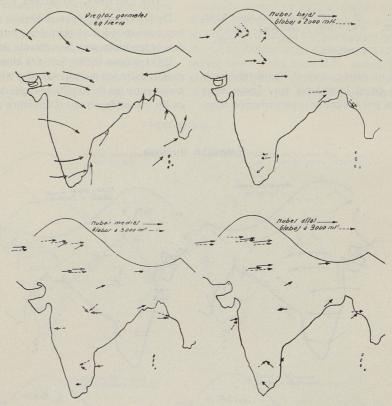


Figura 10.

gascar, desde donde influye en el tiempo de la banda oceánica situada al oriente de esta isla, determinando un régimen instable y bochornoso, muy propicio a la formación de ciclones. Casi todos se dirigen hacia el SW. y luego al SE., describiendo parábolas con la concavidad hacia Oriente y el vértice en el paralelo 20°.

De la distribución media de estos ciclones en los meses del año da idea el cuadro siguiente:

Años de 1848 a 1917.

MESES	Número de ciclones.	Tanto por 100
Octubre	7	1
Octubre	TO SECURE OF SEC.	The state of the s
Noviembre	33	6
Diciembre	58	11
Enero	113	22
Febrero	115	22
Suma y sigue	326	Consider to

Número de ciclones.	Tanto por 100
326	
98	19
68	13
25	5
3	1
2	0
522	i barene Basana
	326 98 68 25 3 2

De unos años a otros varía bastante el número de ciclones, en indudable correspondencia con los períodos de once años de manchas solares. (A más manchas más ciclones.)

Los ciclones australianos.—Los clasificaremos en dos grupos: los de Australia occidental y los de Queensland.

Los primeros, únicos que se producen en el borde oriental de un gran océano, pertenecen propiamente al océano Índico, llegando algunos hasta las islas de Cocos o Keeling. Se engendran entre los 17º y los 22º latitud S. en los meses calurosos. Sus trayectorias, parabólicas, tienen el vértice hacia el trópico, por el meridiano 115º E., y se dirigen desde allí hacia Carpentaria. Es poco duradera su fase de violencia peligrosa.

Los de Queensland se forman entre las latitudes 16° y 21° S., generalmente en el mar, en la inmediación de la costa, y retroceden apenas penetran en ella. Son menos frecuentes que los anteriores.

He aquí la distribución de unos y otros en los distintos meses del año:

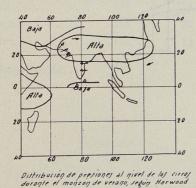


Figura 11.

MESES	Australia W. En cuarenta años.	Queensland. En cuarenta y cuatro años.
Noviembre	1	0
Diciembre	4	1
Enero	10	7
Febrero	7	3
Marzo	8	3
Abril	6	9
Totales	36	23

Los ciclones del Pacífico Sur.—Parecen estar relacionados con la interrupción que sufren los alisios SE. en la parte occidental del océano durante los meses del verano austral, pues son desconocidos al este de las islas Pomotú. Fuera de los del NE. de Australia, ya de intento considerados aparte, los únicos que quedan dentro de

nuestro sector son los de las islas Salomón, cuya frecuencia mensual es la siguiente:

Años de 1789 a 1891: Diciembre, 1; Enero, 1; Marzo, 2.

En alta mar, el número máximo de ciclones encontrados en nuestra zona durante este período en cada cuadrícula de 5º es de cuatro, correspondiendo al este de Australia entre las latitudes 10º y 20º S.

Las otras dos regiones ciclónicas serán estudiadas aparte en sus capítulos correspondientes. Nos limitaremos ahora a insertar los cuadros siguientes, que dan idea de la distribución y frecuencia de estos ciclones:

Distribución mensual de los ciclones del golfo de Bengala de 1877 a 1912.

MESES	Número.	Tanto por 100
Abril	7	2
Mayo	21	6
Junio	42	12
Julio	65	18
Agosto	55	15
Septiembre	70	19
Octubre	51	14
Noviembre	37	10
Diciembre	17	5
Total	365	

Distribución mensual de los ciclones del mar Arábigo de 1890 a 1912.

MESES	Número.	Tanto por 100
MLSLS	Numero.	- Tanto por 100
Enero	2	5
Abril	2	5
Mayo	5	11
Junio	11	23
Julio	3	7
Agosto	0	0
Septiembre	2	5
Octubre	10	21
Noviembre	8	17
Diciembre	2	5
Total	45	

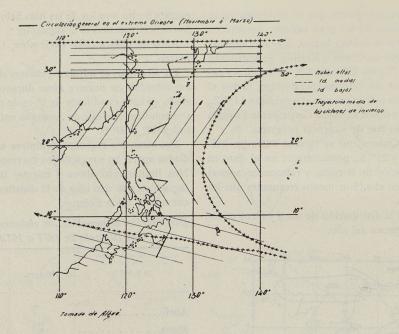


Figura 12, A.

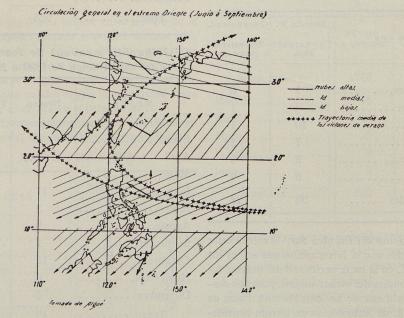


Figura 12, B.

Distribución de los tifones del Pacífico Norte de 1880 a 1918.

MESES	Número.	Tanto por 100
Enero	18	2
Febrero	7	1
Marzo	11	1
Abril	21	3
Mayo	45	5
Junio	59	8
Julio	123	15
Agosto	148	18
Septiembre	168	20
Octubre	112	13
Suma y sigue	712	es para la de nando el es

MESES	Número.	Tanto por 100
Suma anterior	712	TYSTS 1
Noviembre	78	9
Diciembre	46	5
Total	836	

Hay que advertir que de los siete ciclones observados en Febrero en el Pacífico Norte, cuatro no se hicieron sentir en Filipinas, sino en el Japón, y otro apareció en Formosa como una honda depresión que se movió hacia el NNE., presentando vientos huracanados sólo en su parte oriental. Los otros dos ocurrieron en Febrero de 1901. Sin duda hubo durante aquel mes circunstancias tan excepcionales, que no se han repetido ni una sola vez en treinta y ocho años de observación.

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

(Continuación.)

XII

ELECCIÓN DE LA ÉPOCA Y DE LA RUTA. ALTURAS DE VUELO

De todo lo expuesto hasta aquí se deducen, a mi parecer, las siguientes normas: La zona de las calmas ecuatoriales, tanto por su excesiva nubosidad (bote de betún (1) la llaman los franceses), como por la frecuencia con que en ella ocurren tempestades eléctricas acompañadas de corrientes verticales y horizontales, muy fuertes, irregulares y turbulentas, debe ser a toda costa evitada por los aeronautas. Aparte de que cruzar el ecuador o aproximarse a él más de lo preciso sería alargar innecesariamente la ruta.

Sin embargo, los aeronautas no han de alejarse tanto del ecuador que penetren en las regiones en que el alisio empieza a ser flojo y a alternar en su dominio con otros vientos, o a correr excesivamente superficial; pues el aumento de recorrido que se les sigue de un descenso prudencial en latitud, es insignificante comparado con el que les supondría el encontrar frecuentemente vientos contrarios en las capas bajas, o bien en las altas cuando tuviesen que remontarse para salvar cualquier obstáculo.

La época y el sentido de la marcha se eligen ellos solos. Puesto que el viaje ha de hacerse por la zona de los alisios es preciso aprovechar la componente E. de los mismos marchando con rumbo a W. La estación más propicia es el invierno, en que las calmas ecuatoriales están más alejadas, los alisios son más fuertes y los ciclo-

nes se presentan rara vez. Pero lo que sobre todo impone esta estación es el obstáculo que en el verano opondrían al viaje las monzones asiáticos del W., y en la primavera y otoño la gran abundancia de tormentas y aun de ciclones en muchas comarcas de la zona.

Entre todos los meses del invierno me parece Febrero el más a propósito para salvar la parte de zona tórrida de que nos ocupamos, por ser el único casi completamente libre de ciclones en el Pacífico, y exento del todo en el golfo de Bengala y mar Arábigo, y a la vez el mes más seco, el más claro, el menos tormentoso y el de tiempo más estable en casi todos los puntos de la zona. Como el mes de Enero es el que más comparte con él estas cualidades, sería conveniente que los diez días que ha de permanecer el dirigible en este sector perteneciesen a la primera quincena de Febrero.

En los mapas 13 y 14 está trazada la ruta que propongo. Empieza en el meridiano más oriental del sector con una latitud de 18°, y la conserva hasta el archipiélago filipino. En este trayecto no sería prudente, según indica la marcha de las isonefas y la situación de la zona de lluvias, aproximarse mucho más al ecuador. Además, comparando las rosas de frecuencia de esta latitud con las que están inmediatamente al S., se advierte que en las de 18° son en conjunto más frecuentes los vientos del E. y también los del SE., que podrían ayudar al motor del aparato a compensar cualquiera derivación hacia el S. ocasionada por los vientos del NE.

Antes de llegar a la Indochina conviene bajar

⁽¹⁾ Pot au noir.

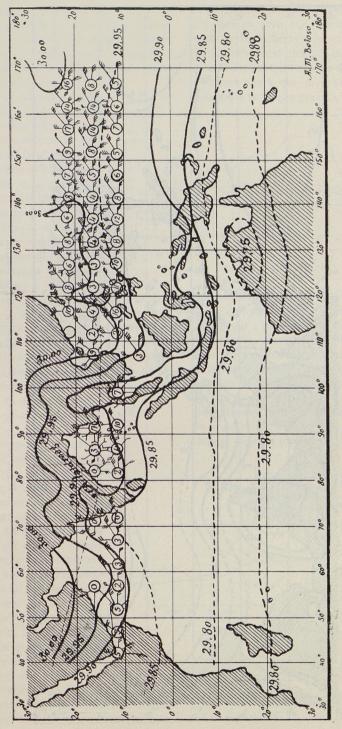


Figura 13.—Isobaras y vientos. Mes de Febrero.

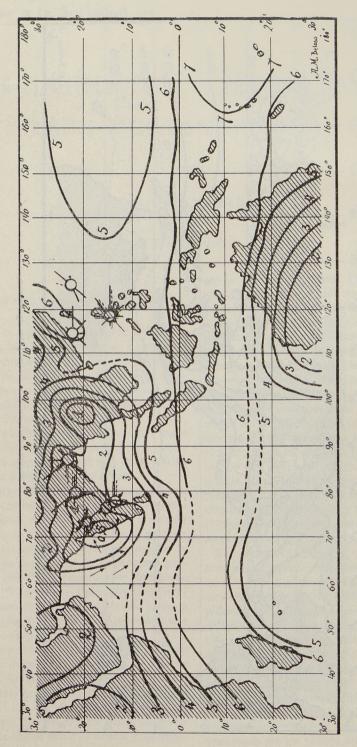


Figura 14,-Isonefas y vientos superiores. Mes de Febrero.

hasta la latitud de 14º o 13º para cruzar las cordilleras de esta península por la parte meridional en que son más bajas y estrechas. Aunque no tenemos datos directos de vientos superiores en esta región es de temer que aquí la monzón del NE. sea por el N. un viento tan superficial como en la India, por lo cual, si los aeronautas

se mantuviesen a la latitud de 18º hallarían vientos adversos al pretender alcanzar la altura necesaria para trasmontar las cordilleras. Para aproximarse al ecuador bastará dejarse llevar por la corriente del NE., tan fuerte en el mar de la China. El punto en que conviene torcer el rumbo, así como la latitud más favorable para cruzar el archipiélago filipino, se decidirán según la situación atmosférica del momento y con arreglo a los avisos de los Servicios meteorológicos de Filipinas y del Japón.

Próximamente por el paralelo $14^{1/2}$ se cruzará el golfo de Bengala y se penetrará en la India por Nellore, marchando por el valle del Penner con rumbo al W. Pero si los avisos del Servicio indostánico anuncian vientos de componente SE. a alturas superiores a las de los Ghates (cosa corriente en esta época) no habrá

18

inconveniente en dejarse llevar en esa dirección para ir ganando en latitud.

No nos atrevemos a proponer a los aeronautas que atraviesen el mar Arábigo con rumbo al golfo de Aden; aunque considerando la fuerte componente N. de la monzón en este mar, esto sería lo menos difícil, y además presentaría la ventaja de que por el estrecho de Bab-el-Mandeb se podría enfilar el mar Rojo aprovechando los vientos del SE. que soplan allí hasta el paralelo 18°. Pero los vientos contrarios que empiezan en este paralelo, las perturbaciones locales que el choque de las

dos corrientes determina y la mala visibilidad tan común en el mar Rojo, harían difícil continuar el vuelo a lo largo de dicho mar. Y, por otra parte, penetrar en Africa por el S. del paralelo 18º supondría salvar las montañas elevadísimas de Eritrea. Juzgamos, por tanto, preferible penetrar por el desierto de Arabia,

marchando en derechura al punto en que el meridiano 40° E. corta al trópico. Para seguir tal rumbo no son muy propicios los vientos del mar Arábigo, pero por dentro de la Arabia el curso de las isobaras nos hace esperar que las corrientes no sean siempre desfavorables.

En todos los trayectos de la ruta se volará a la menor altura que permitan los relieves, a menos que se tengan grandes indicios de encon-

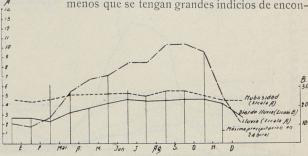


Figura 15.—Ujelang-Marshall.

trar por encima vientos más favorables. Sobre el mar convendrá volar a unos 500 metros.

Respecto a posibles necesidades de aprovisionamiento, esta ruta presenta la ventaja de pasar cerca de ciudades como Manila y Madras.

Haremos, pues, un estudio meteorológico más detenido de las regiones situadas en esta ruta. Pero no nos concretaremos a la época y la latitud indicadas, para que no resulte inútil nuestro trabajo, si, por ventura, fuese necesario hacer el viaje en otro mes o por otro camino.

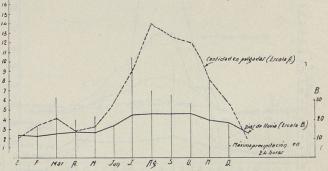


Figura 16.—Saipan (Marianas).

XIII

EL EXTREMO ORIENTE Y EL MAR DE LA CHINA

A) Pacifico.

Los gráficos 15, 16, 17 y 18 contienen los más interesantes datos de las islas menos apartadas de la ruta, y las cartas 13 y 14 los datos de alta

mar. Para suplir lo mucho que falta me remito a lo consignado sobre los climas intertropicales oceánicos en general, añadiendo las siguientes notas:

Vientos.—Sufren grandes variaciones con la estación. En verano, por efecto combinado del

15

13 12

10

8

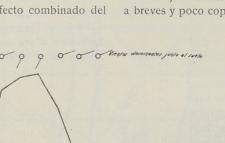


Figura 17.—Sumay (Guam. Marianas).

mínimo de Siberia y del máximo del Pacífico, que en esta época deja nuestra zona al SW., son muy frecuentes al occidente del meridiano 150 E. y a la latitud de las Marianas, los vientos del SE. y del E. (monzón E. de las islas Marianas) y también los del SW, que no se sabe si serán mon-

20 19 17 16 15 14 12 11 10 (Escola A) 3 (Escala B) 2 24 hora Ag. Jun Mar. A.

tico situado al W. de la zona y a las depresiones

que existenen estos meses hacia la parte sur de Filipinas.

Lluvias.—Ya dijimos que en alta mar nunca faltan por completo las lluvias en los dominios del alisio, si bien están por lo general limitadas a breves y poco copiosos chaparrones que ape-

> nas turban el régimen normal de intensa insolación v cielo despejado o empedrado de pequeños cúmulos. Sin embargo, en esta parte de nuestro sector es de esperar mayor nubosidad y lluvia a causa de la disminución de fuerza que experimenta el alisio al acercarse a las costas de Asia o. mejor dicho, a las masas aéreas estancadas por dichas costas u obligadas por ellas a tomar parte en circulaciones independientes del alisio. Pero he aquí que los únicos datos de alta mar

que tenemos, que son las isohietas universales de Hann, asignan a esta parte del Pacífico una precipitación anual mayor que la del Atlántico occidental. (Nuestra zona más de dos metros al año, el golfo de Méjico uno.) Cierto que como no especifican la distribución anual, nos queda-

30

Wasdar (Escala A

mos en la duda de si estas mayores precipitaciones serán producidas por los tifones, o por los trastornos que sufre la situación y extensión de las zonas de calmas bajo el influjo monzónico, o por otra causa. En el primer caso cabría asegurar que durante el mes de Febrero, en que prácticamente no hay tifones ni tampoco calmas en nuestra zona por encima del paralelo 10º N., las lluvias habrían de ser escasas, a no ser en la proximidad de las islas. Mas es el caso que aun en los islotes más bajos de formación madrepórica, como los Marshall, la cantidad de agua

recogida es grande durante todos los meses del año, si bien, desde luego, mucho menor en invierno. (Véase los gráficos 15 a 18.) Lo cual difícilmente se explica por efecto exclusivo del relieve.

Que la influencia orográfica existe y es grande aun para altitudes pequeñas, lo prueban las amplias diferencias de precipitación observadas entre islas tan próximas como Ujelang (45,2 milímetros en Febrero) y Jaluit (216,7), y aun entre puntos distintos de una misma isla (estación de

Lelahafen 403,4 en Marzo, Missión 692,2, ambas en la pequeñísima isla de Kusaie). Pero teniendo presente la considerable cuantía de estas precipitaciones, aun de las menores, con relación a los relieves (las Carolinas tienen montañas de 400 a 600 metros, pero las Marianas y de Marshall son mucho más bajas) no nos decidimos a considerarlas como exclusivamente orográficas. Téngase en cuenta que, por ejemplo, en las islas de Andamán y Nicobar, que son bastante altas, llueve menos que en los más bajos islotes de Oceanía. Creemos que existen aquí

otras causas (quizá influjo de corrientes marinas o bien la existencia de bajas presiones hacia Filipinas) que han de producir lluvias abundantes aun en alta mar.

Confirma esta suposición el hecho de que la influencia del relieve en el número de días de

lluvia no guarda relación con las diferencias correspondientes de las cantidades recogidas. Así durante Febrero llueve trece días en Ujelang y otros tantos en Ialuit, a pesar de que en ésta cae entonces cinco veces más agua que en aquélla. Además, las precipitaciones de las islas menos regadas durante los meses menos lluviosos (las de Guam, en las Marianas; Lamotrek, en las Carolinas; Ujelang, en las Marshall) son casi iguales en los distintos archipiélagos y precisamente del orden de magnitud de 50 milímetros en el mes de Febrero, lo cual parece indicar que éste, o algo menor, es el orden de magnitud de las lluvias

oceánicas cuando no están exageradas por los relieves. Los aeronautas han de contar con esa pluviosidad del Pacífico como una molestia que les es preciso arrostrar. Acaso volando a 18º de latitud hallarán el menor estorbo posible. En todo caso la lluvia de Febrero suele repar-

tirse entre muchos días, tomando rara vez proporciones de torrencial y nunca, que sepamos, la forma de tormenta.

Tormentas.—Según los pocos datos que tenemos son muy poco abundantes, y suelen ocurrir en los meses cálidos y en ambos cam-

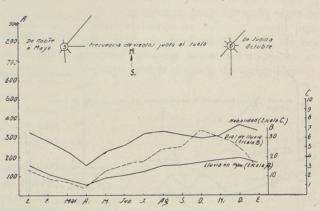


Figura 19.—Filipinas. Aparri (Luzón).

bios de estación. (Véanse los datos de Guam.)

Nubosidad.—Grande en todo tiempo, aunque ligeramente mayor en verano, parece aumentar a medida que nos aproximamos a Asia. Así, en las Marshall y Gilbert es de unas 5/10 en Febrero, mientras que en las Carolinas y Marianas es

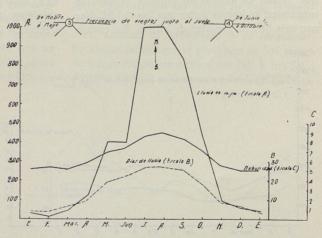


Figura 20.-Filipinas. Baguio (Luzón).

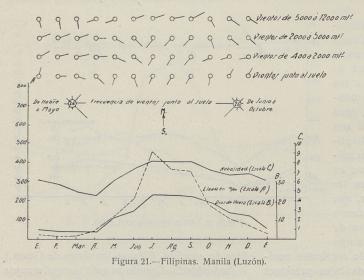
mucho mayor, como lo demuestran los gráficos.

B) Filipinas.

Vientos.—En los meses de invierno predomina el NE., que aquí no es un alisio, sino una verdadera monzón, debida al máximo continen-

tal de presiones, a cuyas fluctuaciones obedecen inmediatamente sus cambios de dirección e intensidad, y no al máximo tropical del Pacífico, demasiado alejado en esta época para ejercer influjo en estas comarcas. En los meses de verano predomina el SW. alternando con vien-

vientos del segundo y aun del primer cuadrante en esta estación sin que se perturbe el mínimo continental. El P. Algué, que considera esencial esta cuestión por servir de base a un método para predecir los tifones, ha demostrado que los vientos del segundo cuadrante predominan so-



bre los otros en todos los casos en que no existen tifones ni collas que puedan ejercer influencia sobre el archipiélago. En el mes de Agosto, en que son más raras esas depresiones, son también excepcionales los vientos del SW. En conclusión: Si los vientos soplan por largo tiempo en el mar de la China o en el archipielago, del SW., son señal de que al norte del observador existe una depresión, de cuya proximidad darán idea las lécturas del barómetro.

tos SE. o del S. En los meses de transición (Marzo y Abril) son los más frecuentes los del E.

En las figuras 19 a 22 coleccionamos unas cuantas

Los vientos del segundo y tercer cuadrantes que reinan en verano no parecen verdaderas monzones; ya hemos dicho que los del SE. tienen más bien el carácter de alisios. En cuanto estrellas de frecuencia para ambas épocas, tomadas del P. Coronas.

Vientos superiores.—Con datos consignados en el libro del P. Algué sobre las nubes del archipiélago filipino hemos dibujado las rosas de frecuencia de la figura 14. También copiamos

A9 Figura. 22-Filipinas. Legaspi (Luzón).

5. 0

las direcciones resultantes para los distintos meses, así como los gráficos en que el P. Algué compendia sus ideas acerca de la alta circulación en esa zona para las dos estaciones (8 A y B). Se advierte que en invierno las direcciones de las nubes bajas (menos de 2.000 metros) y aun de las intermedias (2.000 a 5.000) son propicias para el vuelo, especialmente en Febrero. A mayores alturas los vientos son menos favorables; pero no consideramos necesario, ni acaso posible, que el dirigible las alcance.

a los del SW., si fuesen debidos al mínimo asiático, subsistirían, una vez establecidos a mediados de Mayo, durante los restantes meses de verano, a no ser que dicho mínimo experimentase sensibles alteraciones. Pero, por el contrario, se observa con suma frecuencia que soplan

No poseemos datos de globos pilotos de esas islas, lo cual es una deficiencia de bastante importancia, puesto que los globos dan la verdadera dirección media de los vientos, y las nubes sólo la de las corrientes que las arrastran habitualmente, que pueden no ser las normales.

800

700

600

500

400

200

IDO

Lluvias.—El régimen de este archipiélago es mixto de intertropical y monzónico. Al W. encontramos una estación seca de invierno y primavera y una estación lluviosa de verano y otoño. Mas al E. y NE., durante el invierno, las monzones del NE. producen grandes lluvias que varían mucho con la exposición y altura de cada lugar, como corresponde a su carácter orográfico, resultando al cabo en todo el archipiélago dos estaciones de muy diferente precipitación; los meses más secos son los de Febrero, Marzo y Abril. El efecto de la lluvia monzónica es sencillamente prolongar la estación húmeda en la parte oriental de las islas, donde puede decirse que en ningún mes del año deja de llover. Clasificaremos las precipitaciones según su época

a) Lluvias de verano y otoño o lluvias ciclónicas.—Estas son las más copiosas en todo el archipiélago, y son debidas a los vientos del SW., que soplan en verano al paso de las depresiones que tienen su travectoria al norte del archipiélago, y muchas veces permanecen estacionarias durante varios días, determinando el predominio de los vientos del tercer cuadrante, que son los que más humedad aportan. Se comprende que estas lluvias no se limitarán al litoral occidental, sino que, como quiera que al paso de cada depresión los vientos pueden rolar cerca de 180°, siendo fuertes y húmedos de cualquier dirección que vengan, también ocasionarán lluvias en las otras costas. Esto unido a las enormes precipitaciones que produce de vez en cuando el paso del centro de un ciclón, hace que esta época sea la más lluviosa en todos los

puntos del archipiélego. No obstante, las lluvias de esta especie son más abundantes en la parte NW. que en la SE.

b) Lluvias de invierno o monzónicas.—Son las producidas por la monzón húmeda del NE. Caen, sobre todo, de Diciembre a Febrero y, según los navegantes, desde 120 a 150 millas de la costa el tiempo se enturbia, siendo peor cuanto más nos acercamos a las islas. No hay que creer que estas lluvias son continuas; en Borongan, que es el punto del archipiélago en

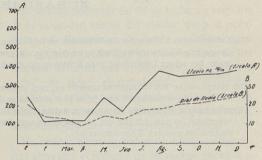


Figura 23.-Filipinas, Basco.

que más días llueve en Febrero, hay, por término medio, ocho días de ese mes en que no cae lluvia. En la isla de Basco (fig. 23), al N., sólo llueve catorce días de Febrero. En otros puntos de la costa, aún menos (Aparri, once). Más adelante explicaremos las causas de esas intermitencias.

c) Lluvias de primavera o de tormentas. Se llaman así porque se producen en los meses de transición de los vientos del NE. a los SW., y vienen siempre en forma de grandes tormentas. (Continuará.)

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

(Continuación.)

Tormentas.—Queda dicho cuál es la época normal de su aparición. En el gráfico 24 puede verse su distribución mensual. El mínimo corresponde al mes de Febrero, en que sólo se han observado 16 tormentas en Manila durante nueve años. Hay que advertir que en seis de esos nueve años no se observó ninguna tormenta durante Febrero, ocurriendo en cambio siete en el año 1890 y seis en el 1892. De las 16 observadas en total en Febrero sólo una fué de extraordinaria intensidad, cuatro de intensidad corriente y 11 débiles o lejanas.

En Mayo ocurre el máximo número de tormentas, siendo raros los días de este mes y los finales de Abril en que no se registra alguna, al menos lejana.

Las tormentas de Filipinas se observan rara vez de siete a once de la mañana. Próximamente a las once empiezan a desarrollarse, siendo máxima su intensidad en Abril y Mayo en que van acompañadas de lluvias torrenciales y fortísimas ráfagas de viento. El fenómeno crece en violencia hasta mediodía o una hora después. Esta distribución diurna corresponde a Manila, estación de tierra, y no hay que olvidar que en el mar suelen invertirse las horas de máximos y mínimos de tormentas.

La mayoría de las tormentas de Filipinas aparecen en verano y otoño y por el primer cuadrante. En Febrero por el cuarto, siendo las más raras las que vienen por el segundo.

Nubosidad.—Es siempre grande, pero su oscilación anual varía, según el régimen de lluvias, de unas partes a otras del archipiélago. Tam-

bién la media anual es muy variable con la situación (Vigán, al W. de Luzón, 4,4; Tacoblán, en el canal entre Samar y Leyte, 7.1). Los gráficos 20 a 23 muestran la distribución mensual en algunas estaciones.

Nieblas.-Sobre tan importante punto nada

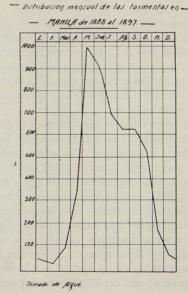


Figura 24.

dicen el P. Algué ni el P. Coronas, ni existe ningún estudio particular que sepamos. De los pocos datos que hemos podido haber a mano deducimos la impresión de que el fenómeno es muy frecuente, como corresponde a la gran humedad relativa del aire en estas regiones. También se echan de ver las grandes variaciones locales naturales en este fenómeno, pues mientras en Manila parece raro, en Baguío se presenta casi diariamente en el mes de Febrero. Aunque no tanto como en Baguío también son muy frecuentes las nieblas durante este mes en Vigán y Dagupán y algo menos en Aparri. Parece que en la mayor parte de estos puntos se observan casi exclusivamente en los crepúsculos, lo mismo que las brumas y calimas, que son también muy comunes en estas comarcas.

Acerca de las condiciones del tiempo en que más son de temer las nieblas, véase lo que se dice en el capítulo de Hong-Kong.

Formaciones isobáricas que rigen el tiempo en esta región durante la época de la travesía.— En los meses de invierno el anticición siberiano se encuentra en su plenitud y es el factor que más influye en el tiempo del mar de la China. El máximo del Pacífico está alejado hacia América y el mínimo invernal del N. no alcanza con sus efectos a la zona tórrida. Así que puede decirse que el tiempo en Filipinas resulta de la actuación del máximo asiático y de las pequeñas depresiones que en esta época se forman y cruzan por la parte sur del archipiélago.

El tiempo será tanto mejor y más seco cuanto menores sean los gradientes de presión que producen los vientos del NE., que son los que ocasionan las lluvias al chocar con la costa. Se puede esperar buen tiempo cuando el máximo asiático esté débil o alejado y no haya depresiones al sur de las islas.

Si el máximo está muy desarrollado, llegando a producir gradientes hasta el paralelo 13º, habrá lluvias hasta el paralelo 6º. Y si el gradiente se exagera por mayor desarrollo del máximo, o bien por existir depresiones al S. los vientos del N. y NE. podrán hacerse tempestuosos, acompañándose de lluvias muy abundantes. A este régimen se le llama temporal del N. o nortada, y a veces trasciende hasta la parte oeste del archipiélago determinando lluvias aún más copiosas (nortada sucia).

Si el máximo está debilitado, pero hay depresiones por el S. entre las islas Visayas y Mindanao, puede darse el caso de que haya nortada al S. del paralelo 20°, reinando buen tiempo al N.

A fines de Enero y en Febrero el núcleo de altas presiones tiende a desplazarse hacia el E. y ESE. y los vientos a rolar hacia el E.; pero las nortadas no desaparecen definitivamente, no

siendo raro que sigan los golpes de nortada hasta mediados de Febrero.

Estas normas, tomadas del P. Serra, podrán servir a los aeronautas para escoger, según los datos que reciban al aproximarse al archipiélago, la latitud más propia para cruzarlo. Pero lo mejor será guiarse por las indicaciones que el Servicio Meteorológico filipino puede hacer en el momento de la travesía.

C) Hong-Kong.

Clima. — Aunque este Observatorio queda bastante al norte de la trayectoria, dada la escasez de datos de la costa china, no queremos dejar de consignar algunas de sus particularidades climatológicas

En Hong-Kong, como punto casi tropical, son apreciables ya las cuatro estaciones. El invierno es frío y dura de principio de Diciembre a fin de Marzo. Sigue hasta Mayo una primavera húmeda y nebulosa. De Junio a Septiembre se extiende el verano, muy caluroso, en que caen grandes chaparrones al paso de los tifones y también de las áreas de baja presión, que marchan por el N. y NE.; éstas producen tormentas. El otoño es seco y agradable.

Los meses de Enero y Febrero son generalmente los más secos. A veces traen nieblas y brumas. La monzón del NE. está entonces en su plenitud, alcanzando a menudo velocidades de 15 metros por segundo. En Febrero el viento es aún más fuerte que en Enero.

El tiempo de Hong-Kong en relación con las situaciones isobáricas.—Insertamos a continuación, por juzgarlas de sumo interés, algunas de las reglas que se siguen en Hong-Kong para pronosticar el tiempo:

El tiempo será bueno en Hong-Kong cuando haya pequeños gradientes. Un crecimiento rápido de la presión sobre China, que produzca gradientes más que moderados en Hong-Kong, determina lloviznas y descenso de la temperatura, en especial de otoño a primavera; pero a los pocos días de establecerse esta perturbación el tiempo mejora, sin cambio aparente en el curso de las isobaras.

Cuando la presión baja en China se eleva la temperatura en Hong-Kong; pero no se puede decir, en general, si sobrevendrán o no precipitaciones.

Las depresiones en fase de formación producen cuando están al SW. chubascos y turbonadas, que vienen del segundo cuadrante. Cuando en los mapas de tiempo los vientos aparecen convergentes hacia la costa se producen lluvias y, por el contrario, hará buen tiempo cuando los vientos sean divergentes.

En invierno y primavera, cuando sopla la mon-

zón del NE., un descenso marcado del barómetro en China anuncia niebla a lo largo de la costa.

El gráfico 25 compendia los puntos más interesantes de la climatología de Hong-Kong, incluso los vientos superiores.

Ciclones del Pacífico. – El Padre Algué los clasifica en tres grupos: 1.º Ciclones de invierno, que se presentan en los meses de Diciembre a Marzo. 2.º Ciclones de transición, que aparecen de Abril a Mayo y en Octubre y Noviembre. 3.º Ciclones de verano o de los meses de Junio a Septiembre.

Nosotros sólo nos ocuparemos de los del primer grupo, y esto muy brevemente, por considerar

remotísima la probabilidad de que los aeronautas encuentren en el mes de Febrero un meteoro de esta clase (véanse los cua-

dros de frecuencia).

Según que los ciclones crucen o no el meridiano 123 E, el P. Algué los llama ciclones del mar de la China o del Pacífico Norte. Estos últimos describen en invierno trayectorias parabólicas, cuyos elementos medios son los siguientes:

Inclinación media de

la rama meridional. hacia el NNW. Idem íd. de la segun-

da rama hacia el NNE. Latitud media del vér-

tice de 15 a 19°

Los ciclones invernales del mar de la China jamás siguen una parábola, como no sea que tengan el punto de retroceso en el interior del continente asiático Todos ellos penetran en las tierras, haciéndolo los de Febrero por Annam. Los gráficos muestran las trayectorias de ambos tipos de ciclones observadas en los últimos años; como se ve, los del Paci-

fico caminan por un área de bajas presiones que separa el máximo de Asia del del Pacífico, dirigiéndose después al mínimo del estrecho de Behring (gráfico 26).

XIV

INDOCHINA (MENOS BIRMANIA)

El clima de esta vasta península, según los escasísimos datos que de él poseemos, es bastante pa-

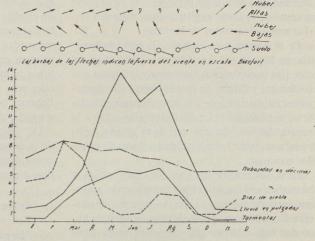


Figura 25.—Hong-Kong.

recido al de la India, como corresponde a la vecindad y análoga conformación de ambos países.

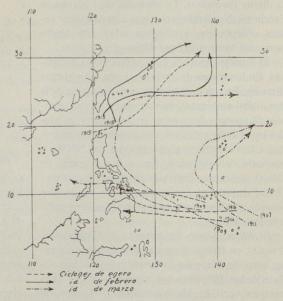


Figura 26. - Trayectorias de algunos ciclones del Pacífico Norte en los meses de invierno.

Así, pues, en la Indochina, como en la India, la temperatura es, en general, elevada, sobre todo de Marzo a Mayo o Junio. Después, la monzón de verano trae grandes

lluvias que refrescan bastante el ambiente.

La diferencia más importante entre ambos países estriba en que, hallándose la cesta oriental de la Indochina directamente expuesta a los vientos del Pacífico, la pluviosidad y la nubosidad son en ella mucho mayores que en la parte oriental de la India, registrándose bastantes lluvias aun en los meses de invierno.

En *el Annam*, por ejemplo, la humedad media no baja de 82 por 100 en ningún mes del año. Los meses menos lluviosos y nublados son Diciembre y Enero, en que el cielo suele despejarse casi diariamente a la hora de mediodía. La brisa marina sopla en Hue desde las 10^h a la puesta del Sol, durante casi todo el año, templando un tanto los sostenidos ardores de aquellas comarcas.

La Cochinchina es también muy cálida y húmeda, pero su humedad experimenta mayores oscilaciones que la del Annam. En la estación llamada seca, de Noviembre a Abril, la humedad baja a 58 por 100 y la temperatura suele oscilar diariamente entre unos 35 y 17°. En la estación lluviosa, de Mayo a Octubre, la humedad es de 89 por 100 y la temperatura se mantiene entre 20 y 30°. En esta época estallan casi a diario tormentas. La monzón de invierno se inicia en Noviembre con una tempestad, a veces violentísima, y mientras reina este viento son muy frecuentes los relámpagos de calor.

El Tonkin presenta ya un clima más extremado. En los meses de invierno hasta se registran heladas. En esa estación es cuando mayor es la humedad ambiente, pues aunque no caen grandes lluvias son frecuentes las lloviznas y las nieblas y el cielo está casi continuamente encapotado. Los vientos soplan entonces del NNW., a menudo con violencia. En verano, a partir de Mayo, descargan terribles tormentas, acompañadas de verdaderos diluvios, pues no es raro que de una sola tormenta se recojan cien milímetros de lluvia.

El Siam. Según las noticias de Campbell y Friedel, en Bangkok no hay propiamente ninguna estación fría, pues el termómetro no baja jamás de los 12º. Pero los mayores calores ocurren en Abril. En Mayo comienza ya la monzón de verano, que al principio sopla del SSW., y de Junio en adelante del SW. En Septiembre este viento es ya muy débil e intermitente y en Octubre predominan vientos de la región del Norte. En Noviembre se fija la monzón del NE., que adquiere su máxima potencia en Diciembre; en Enero su fuerza se reduce a la mitad y en Fe-

brero es ya un viento muy débil. A fines de este mes comienzan a tomar importancia unas brisas muy fuertes del S. y SSW., que reciben los nombres locales de *Kite y Junk*.

La estación lluviosa del Siam es la de la monzón de verano, con dos máximos en las épocas de cambio de monzón. El mismo curso siguen la frecuencia de tormentas y la nubosidad. La nubosidad media anual del Siam es de 4,4. La máxima media mensual es de 6,9 en Septiembre y la mínima de 1,9 en Diciembre. La estación seca se divide en *fresca*, de Noviembre a Febrero, con máxima oscilación térmica diurna, y *cálida*, de Febrero a Abril.

Del interior del Siam tenemos observaciones de la estación de Djeng Mai, situada al final del curso montañoso del Me-Ping. Las lluvias medias mensuales en cuatro años fueron allí:

Enero	0	mm.
Febrero	2	>>
Marzo	8	»
Abril	26	>>
Mayo	165	>>
Junio	135	>>
Julio	170	>>
Agosto	231	>>
Septiembre	246	>
Octubre	201	>>
Noviembre	46	>
Diciembre	6	.>
Total	1.236	*
* *		

Perturbaciones: En el Siam no se conocen ciclones ni borrascas, pero en Mayo pasan con frecuencia líneas de turbonada procedentes del mar. En la costa oriental de la Indochina se dejan sentir algo los efectos de los ciclones del Pacífico.

En cuanto a los *vientos superiores* no es muy aventurado suponer que en la época del vuelo han de ser más favorables por el S. que por el Norte, lo mismo que en la India, pues todo induce a pensar que los sistemas monzónicos de ambos países tienen la misma naturaleza y fuentes de alimentación. Ya los A-Cu corren del SW. en el mar de la China y del W. y NW. en la Cochinchina.

La zona de Birmania la estudiaremos al mismo tiempo que la India. LA INDIA. EL GOLFO DE BENGALA. BIRMANIA

Estaciones. - Aunque el clima de la India es muy variado, como corresponde a una región tan extensa y de condiciones topográficas tan diversas y complicadas, puede decirse, en general, que son tres las estaciones del año en toda la India, a saber: el invierno, la estación calurosa y la estación de lluvias. Desde Enero o Febrero, que son los meses más fríos, comienzan las temperaturas a subir, llegando a ser elevadísimas en el mes de Mayo o Junio. Pero entonces la irrupción de la monzón de verano refresca el ambiente con sus abundantes lluvias, dando comienzo la tercera estación. En algunas provincias, como las del NW., las lluvias cesan en Septiembre y dan tiempo a que se produzca una segunda estación de calor. En otros lugares, como los valles del Assan y Cachar, los chaparrones primaverales son tan frecuentes que neutralizan la estación calurosa.

Vientos.—Son flojos junto al suelo en todo el país, salvo en las costas, especialmente en la occidental, y en algunas regiones excepcionales del interior. Las monzones mismas sólo son violentas en el mar. He aquí algunas de sus particularidades:

Monzón de invierno.—Es la más débil de las dos en las comarcas interiores. Su dirección se inclina más al E. en Enero y Febrero que en Noviembre y Diciembre. En la costa occidental, al norte de Bombay, no es raro que tome dirección N. y aun NW.

En la India septentrional y central saltan con alguna frecuencia vientos contrarios a la monzón, soplando varios días, durante los cuales aumenta la nubosidad y llueve, sobre todo, en las provincias del Norte.

En el golfo de Bengala es muy floja la monzón NE. en la parte del norte y a menudo se interrumpe durante muchos días. Pero mar adentro, al sur de las bocas del Godavari, es ya más fija, y a la latitud de Madrás raya en violenta, llegando a producir marejadas. Más al S., frente a Ceylán, ocasiona hasta el mes de Enero verdaderas tempestades.

En el interior de las tierras la dirección de la monzón está muy modificada a nivel del suelo por los accidentes locales, observándose frecuentemente direcciones paralelas a las cadenas montañosas: por ejemplo, en la región Carnática, entre los Ghates y las costa, es casi del N. la dirección predominante.

Período de transición.—Al NW. de la Bahía, junto a las costas de Orissa y Bengala, puede decirse que la monzón invernal cesa a fines de Enero. En cambio en Birmania, a lo largo de la costa de Aracam, continúan soplando por varias semanas vientos flojos, y en el centro y sur de la bahía dura la monzón hasta bien entrado Marzo, si bien cada vez más floja y desvíada hacia el E.

En la costa de Bengala comienzan a observarse vientos del S. a fines de Enero, en forma de brisas marinas; pero poco a poco van extendiéndose estas brisas a lo largo de la costa, a la vez que se internan en el mar y en las tierras.

Al cambiar la monzón, los vientos del E. y NE. rolan hacia el SE. en el este y sur de la península. En cambio en la India Norte, llanuras del Ganges y colinas al sur de este río, el giro del viento es hacia la izquierda; en la primavera corren unos vientos del W. que al principio aparecen sólo a ciertas horas, como brisas terrales de las provincias montañosas, y más tarde se generalizan y refuerzan siendo cada vez más calientes y secos. El choque de esta corriente del W. con la anteriormente descrita del E. y SE. engendra las tempestades de polvo y las tormentas, tan comunes aquí en los meses primaverales.

Monzón de verano. —En Mayo, cuando aun soplan en el mar Arábigo vientos del NW. y del W., aparece en la bahía de Bengala el SW., pero presentando poca fijeza y frecuentemente interrumpido por calmas. La irrupción de la monzón de verano o llegada de las lluvias comienza propiamente por la costa oeste de Ceylán y Travencore en la India, y por la de Tenasserim en la península birmana, corriéndose hacia el N. rápidamente hasta abarcar en dos semanas todas las costas del Arábigo y de la Bahía.

La invasión de las provincias interiores se hace por dos ramales: uno, procedente del Arábigo, escala los Ghates con dirección del W. o SW. y se establece en la península, donde reina hasta fines de Agosto. En las épocas de su menor intensidad sopla del NW.

Otro ramal de procedencia más meridional va a chocar con el núcleo oriental del Himalaya y tuerce su curso, reflejándose por delante de la cordillera en forma de viento E. o SE. Entre esta corriente y las del W. que reinan más al S. queda una zona de vientos variables, que es por donde caminan de E. a O. las depresiones que por esta época tienen origen en las bocas del Ganges.

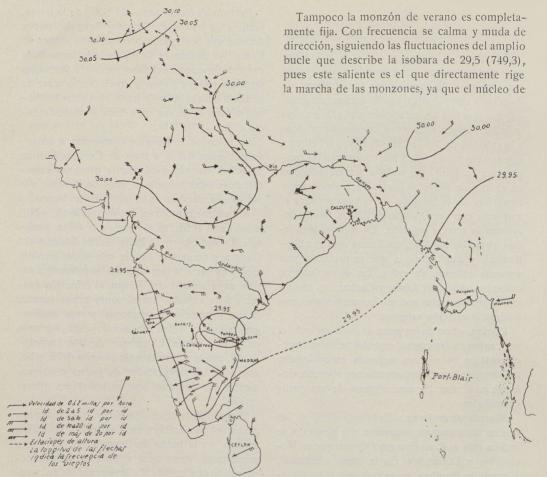


Figura 27 A.—Mes de Febrero. Presiones y vientos normales a ocho horas.

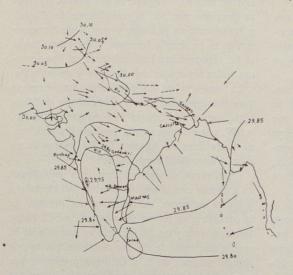


Figura 27 B.—Mes de Febrero. Presiones y vientos normales a dieciséis horas.

mínima presión queda demasiado apartado de su curso (Blandford). Estas interrupciones duran varios días y aun semanas y traen buen tiempo.

Fin de la monzón de verano.-Hacia últimos de Septiembre la depresión barométrica se desplaza en dirección a la Bahía, llegando frente a Madrás a fines de Octubre o Noviembre. En consecuencia, primero deja de penetrar la monzón en la parte NW. de la India, y más tarde, también por el S., los vientos se tornan variables, soplando del cuarto y del primer cuadrante y alguna vez del SW. o del SE. En Noviembre la proximidad de la depresión produce en el Carnático la estación más lluviosa. En Diciembre reinan las calmas al SF., de la Bahía hacia Sumatra; pero hacia la parte de Ceylan sopla ya con notable fijeza la monzón del NE.

Brisas. — Para darse cuenta de la importancia que toman en la India véase el gráfico (27), que representa las isobaras y vientos normales del mes de Febrero a ocho y a diez y seis horas. Aunque en este mes son mucho menos sensibles las brisas que en las épocas de cambio de monzón, podrían experimentarlas fuertes los aeronautas si acertasen a cruzar la India durante un período de tregua monzónica.

En Calcuta se establece durante la primavera un régimen anómalo de brisas, soplando a las horas de calor un viento del W., que es la brisa terral retrasada, y a las horas de frío un viento del S., que es la brisa del mar. Queda explicado el importante papel que este régimen desempeña en el establecimiento de la monzón de verano.

Acaso de mayor importancia que las brisas de mar son aún las de montaña, que soplan, como es sabido, hacia las cumbres por el día y montes abajo por la noche. Corren estas brisas por los valles como ríos aéreos, y en algunos puntos de confluencia son tan poderosas que representan serio obstáculo para los caminantes. Alcanzan violencia especial en la proximidad de las cumbres las ascendentes y las descendentes en los valles que desembocan en llanuras. En la provincia gangética es temible la brisa llamada *Dadu*, que llega a abatir las tiendas de los exploradores.

Pero fuera de esos casos excepcionales, las brisas sólo se señalan en la época de la monzón por pequeñas alteraciones de los vientos reinantes. Además el alcance vertical de las de mar no pasa de 500 metros.

Vientos superiores.—Las figuras 9, 10 y 11, así como las estrellas de frecuencia (mapa 14), manifiestan que los vientos son favorables en el invierno sobre la India meridional. Según investigaciones teóricas de Blandford el plano neutro entre las corrientes del E. y las contracorrientes del W. se halla a una altura variable con la estación y que disminuye de Noviembre a Febrero. La inversión de los gradientes en la altura

es debida a la mayor densidad del aire superficial del N. a causa de su más baja temperatura y de su pobreza en humedad. El plano neutro de la monzón de verano alcanza su mayor altura en Junio.

Es interesante comparar las observaciones de nubes con las de globos pilotos, pues resultan discrepancias que no son debidas a defectos de observación sino a diferencias reales entre el viento en régimen nuboso y en régimen de cielo despejado, propicio para los sondeos con globos; por tanto, las flechas llenas de las figuras 8.ª a 10 representan la dirección resultante en tiempo nuboso y las flechas de puntos la del buen tiempo.

Los valores medios de la monzón de invierno son de poca confianza, pues esta monzón experimenta variaciones amplísimas, sobre todo por la parte septentrional de la península. En Bangalore presenta ya bastante regularidad, girando el viento en los 500 primeros metros del ENE. al E. SE., probablemente por influencias locales. De tres a siete kilómetros retrocede de nuevo hasta el E. o NE. Más arriba existe una capa de muy variable altura (6,9 kilómetros en promedio, pero a veces más de 17), en que el viento rola hacia el SW. o W. Aquí no cabe, por tanto, hablar de una corriente débil del E., ni se puede atribuir la profundidad de la monzón a la presencia de los Ghates, ya que hacia Bombay la monzón alcanza una altura de unos cuatro kilómetros (Süring).

La velocidad de la monzón de invierno crece poco con la altura en Bangalore:

```
a 1.000 metros es de 5,6 m/s.
a 2.000 — - 5,6 —
a 5.000 — - 5,8 —
```

Los grandes aumentos de velocidad con la altura se observan más al N. cuando se alcanzan las contracorrientes de componente W., cuyas velocidades llegan a más de 20 metros por segundo.

(Continuará.)

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

(Continuación.)

Lluvias.—Ofrece la India, en cuanto a esto, los mayores contrastes de la tierra. Sobre todo en la parte N., en que al E. registra Cherrapungi más de 14 metros al año y al W. Jacobabad sólo 106,8 milímetros. También en la parte meridional se dan grandes diferencias, pero aquí las Iluvias mayores ocurren al W. (unos siete metros).

Por regla general cuanto más abundantes son las lluvias en una comarca, con más regularidad siguen su curso anual, sin alternativas de años de seguías e inundaciones.

Distribución en estaciones.—En casi todo el país llueve mucho más en el verano, durante la fuerza de la monzón. Pero al SE., en el Carnático, Ghates orientales y costa de Ceylán, la estación lluviosa es de Octubre a Diciembre, al comenzar la monzón del NE., si bien puede decirse que en Ceylán no deja de llover en todo el año.

En primavera las lluvias de carácter tormentoso son muy abundantes al N., en el Assam, y también al S., excepto en la costa de Bombay, acompañándose a veces de granizo.

Durante el invierno, fuera de la parte SE., las lluvias son escasas y ocurren, sobre todo en las provincias del Norte, al paso de mínimos de presión.

En toda la India experimenta la cuantía de las lluvias notables variaciones de unos años a otros.

Nubosidad.—Es tan pequeña que, salvo Ceylán, el Carnático, Assam y alguna otra provincia, su promedio se mantiene en todas partes inferior a 5 y en algunas, como el Punjab, no llega a 2. Claro que varía mucho con la época, ascendiendo a 9 durante la monzón del SW. al oeste de los Gahtes occidentales.

El mes más nuboso es Julio, menos en la costa SE. y en Ceylán que son Noviembre y Diciembre, y en la costa Malabar que es Junio.

En Birmania los meses más claros son Enero, Febrero y Marzo, con un promedio de nubosidad de 0,5 en Tompo y de 3 en Mergui.

Visibilidad: nieblas y calimas.—Tampoco el aire de la India es ordinariamente muy diáfano. El cielo presenta casi siempre un matiz pálido, no viéndosele bien azul sino en los intervalos de buen tiempo que ocurren durante la estación de lluvias. En las estaciones secas enturbia casi constantemente el aire un polvillo arrastrado a las alturas por la convección diaria, siendo cosa corriente que el Sol deje de ser visible antes de penetrar bajo el horizonte. A veces la calima alcanza tan grande espesor y densidad, que desde Simla, por ejemplo, no se divisan las montañas de enfrente, distantes cinco millas. En las llanuras septentrionales es tan persistente la calima que son raros los días en que se ve el Himalava desde una distancia de 20 millas.

En la India meridional la atmósfera es más transparente; pero rara vez se registran las cifras más elevadas de visibilidad.

La niebla ocurre casi exclusivamente en las provincias más húmedas y en las mañanas de invierno. A veces es densa sobre los ríos, y al norte de la Bahía llega a imposibilitar la navegación. De ordinario se disipa un par de horas después de salir el Sol; pero en el Assam persiste a veces hasta mediodía, y en algunas oca-

siones amanece claro, y a poco de salir el Sol es cuando se forma la niebla, que tarda varias horas en desaparecer (niebla de condensación por mezcla, en que el Sol interviene para agitar las masas).

Ni en la climatología de Blandford, ni en el atlas climatológico de la India de Eliot, se consignan datos estadísticos de frecuencia de nieblas.

Tormentas.—Ocurren casi siempre en la estación calurosa y durante los cambios de monzón, estallando con preferencia al atardecer de días bochornosos. Algunas son indudablemente tormentas de calor, presentándose en días calurosos y casi encalmados.

Otras son tormentas de frente térmico local. Antes de la tormenta sopla un viento húmedo

del mar, cuya fuerza disminuye gradualmente hasta que al fin se calma. Una hora después se ve avanzar el nublado, y al mismo tiempo comienzan a soplar fuertes ráfagas en la misma dirección de marcha de las nubes que es, desde luego, distinta de la del viento primitivo. Que tales ráfagas tienen marcada componente descendente se advierte en las nubes de polvo que levantan, pues es sabido que los vientos no levantan polvo en proporción a su fuer-

za, sino según la inclinación con que inciden contra el suelo. Este viento descendente es frío, y tan violento, que llega a veces a tronchar los árboles; y es claro que al precipitarse por debajo del aire marino, ya caldeado, le obliga a subir brúscamente, produciéndose la tormenta.

De ordinario, ésta avanza desde el W. o NW., recibiendo en Bengala el nombre de *nor'wester*. El sentido de desplazamiento es, pues, el de la brisa terral de las comarcas montañosás del N., que sopla por encima del viento inferior del mar. La superposición de ambas corrientes se manifiesta en los días de tormenta por una inclinación de los cúmulo-nimbos hacia el E. Cuando tal inclinación se observa en días de buen tiempo, *es indicio de tendencia tormentosa*.

Las tempestades de polvo.—Son realmente de la misma naturaleza que las tormentas, de las cuales se diferencian en que no van acompañadas de lluvias. Pero el cambio de dirección del viento y el descenso de temperatura que acompañan al fenómeno son prueba de que el mecanismo es idéntico en ambos casos, si bien en

éste la lluvia se evapora antes de llegar al suelo y, como consecuencia, la nube de polvo toma mayores proporciones. Tanto unas como otras suelen sobrevenir al N. o al E. de un área de bajas presiones; entre uno y otro tipo se dan muchos intermedios, y no es raro que después de una tempestad de polvo se presente un *nor'wester* acompañado de abundante lluvia.

La nube de polvo originada en un lugar por la corriente descendente puede ser transportada, sin disiparse, a largas distancias, ocasionando las llamadas *tempestades de polvo derivadas* para distinguirlas de las *primitivas* en que el polvo se ha elevado en la misma localidad. Es importante para el aviador, como hace notar el doctor Hankin, saber distinguir unas de otras a distancia, puesto que en las primarias existe una

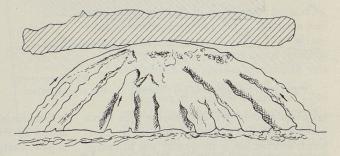


Figura 28.—Tempestad negra de polvo vista de lejos (Hankin).

peligrosísima corriente descendente, que en las derivadas o ha desaparecido o está muy debilitada, desempeñando un papel accesorio. Pues bien, el color del polvo sirve a veces para esta diferenciación, ya que en las tempestades primitivas siempre es amarillo, mientras que en las derivadas puede ser gris, amarillo o negro, según la densidad de la nube, de cuyo color toman su nombre las tempestades (grises, amarillas, etc.)

Tempestades negras de polvo.—Son producidas por el paso de una nube de polvo de tal densidad y espesor que ocasiona una obscuridad absoluta, tan grande como la producida por las más opacas nieblas de Londres (Dr. Honkin). Al acercarse presenta la masa de polvo el aspecto de una inmensa cúpula de 10 o más millas de diámetro y de varios centenares de metros de altura. Lo más singular es que la superficie de esta cúpula aparece como plegada, presentando los pliegues color gris, mientras que en los espacios intermedios se ven sombras de bellos matices amarillos y pardos (fig. 28).

La figura 29, tomada de Honkin, representa

el perfil vertical de una tempestad de esta clase. Las flechas F indican el movimiento ascendente del aire desviado por los vientos que arrastran el polvo. La flecha D manifiesta cómo éste es desviado a su vez en la parte anterior de la nube. Y las flechas E representan los restos de

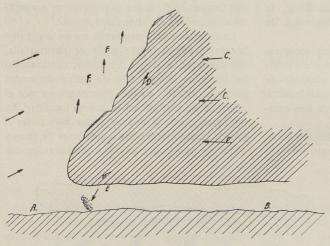


Figura 29.—Perfil vertical de una tempestad de polvo negra (Honkin).

la primitiva corriente descendente, que ahora produce sólo insignificantes polvaredas en el borde anterior de la tempestad, por lo cual el aire por debajo de la nube se halla relativamente libre de polvo. Junto al suelo los vientos no son fuertes, pero un poco por encima de los árbo-

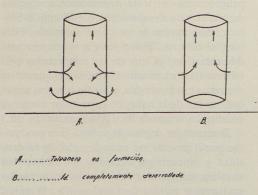


Figura 30.—Circulación vertical en las grandes tolvaneras de la India (Honkin).

les alcanzan a menudo velocidades de 17 metros por segundo.

Tornados.—Son muy raros, aunque a ser cierto que tienen la misma naturaleza que los torbellinos de polvo o tolvaneras, tan frecuentes en el NW. de la India, sólo podría decirse que son raros los que alcanzan violencia destructora.

Las tolvaneras más grandes tienen de 20 a 100 metros de diámetro y más de 800 metros de altura. Parece que sólo en el momento de su formación poseen la facultad de levantar el polvo, y que en su interior no hay corrientes horizontales; de donde se infiere que la marcha de

los vientos en una tolvanera naciente y en una del todo formada ha de ser la que representan las figuras 30 *A* y *B*, en las cuales no está representado el movimiento de torbellino. Los vientos de la parte exterior del vórtice son fuertes, pero inofensivos.

Los tornados de la India tienen de 200 metros a un kilómetro de diámetro. Los pocos observados han ocurrido de Marzo a Mayo, y precisamente en la provincia de Bengala, ocasionando terribles destrozos en una zona de varias millas de longitud, generalmente interrumpida por regiones indemnes.

Estos fenómenos parecen engendrarse siempre al S. o SE. de una depresión oval que pasa por la parte norte del país con el eje mayor orientado de N. a S. En el extremo S. corren contiguos vientos secos y cálidos del NW. y vientos frescos y húmedos del S. y el frotamiento y los contrastes térmicos y de humedad entre ambas corrientes es lo que da origen a los tornados.

De las particularidades meteorológicas de las regiones de la ruta darán idea los gráficos 31 a 39, en que se compendian valores normales

de varias estaciones próximas a ella, y los mapas 40 y 41 tomados del atlas de Eliot.

El tiempo en relación con las isobaras. Aunque la época elegida para el viaje es la de tiempo más estable en toda la India, de vez en cuando se presentan en ella perturbaciones, que son las que producen las lluvias observadas en esta estación. Algunas de estas perturbaciones no pueden re-

ferirse a cambios en la situación isobárica, y se cree que son debidas a una prolongación hacia el N. de la región de tiempo instable que en esta época se encuentra sobre el ecuador.

Otros períodos de mal tiempo obedecen a anomalías monzónicas, que son muy frecuentes al SE. de la península a fines de Febre-

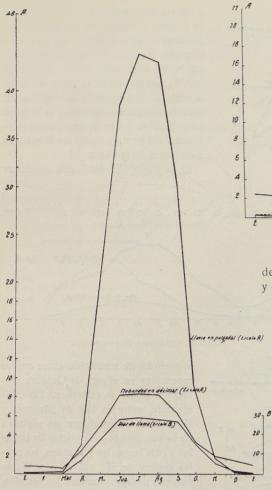


Figura 31.—Moulmein.

11 A

28

18

16

14

12

10

Muborida o en décimas (Escala R)

8

6

A

20

10

E F Mar R. M. Jun J. Rg S. B. M. B. E.

Figura 32.—Rangoon.

de la Bahía, marchando casi siempre hacia el N., y ocasionando precipitaciones en Birmania y en

las islas Andaman y Nicobar. También pasan por la India en estos meses máximos secundarios de presión, que tienen una influencia mucho menor en el tiempo.

Ciclones de la bahía de Bengala.—No todas las perturbaciones atmosféricas que reciben en la India el nombre de ciclones alcanzan la violencia y poder destructor de los meteoros designados corrientemente con esa denominación; muchos ciclones de la India apenas son más temibles que las borrascas de nuestras latitudes, y este es el caso más frecuente en los ciclones de verano, pero no en los de las épocas de cambio de monzón.

Todos los ciclones de la Bahía se en-

ro. (Monzones retrasadas o «latemonzoons»). gendran allí mismo, sin que se haya dado un

Por último, en muchas ocasiones, sobreviene el mal tiempo al paso de áreas de baja presión que pueden clasificarse en tres grupos: 1.º Las que procedentes del mar Arábigo cruzan la India por su parte norte; éstas rara vez ocasionan lluvias en la zona que nos interesa. 2.º Las que se forman al SE. de la Bahía produciendo precipitaciones en la parte meridional de la península y dirigiéndose unas veces hacia el N. y otras hacia el W., hasta penetrar en el mar Arábigo. 3.º Las que se originan al SE.

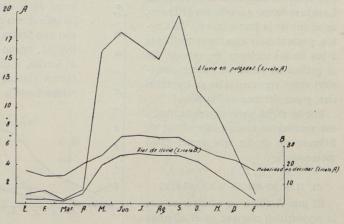


Figura 33.-Port Blair.

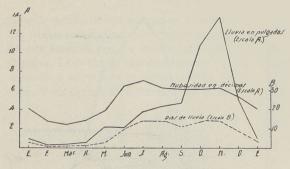
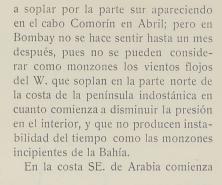


Figura 34.-Madrás.

solo caso de que un ciclón haya venido del mar Arábigo, aunque sí se han registrado algunos procedentes del golfo de Siam. Los meses de invierno están casi exentos de estas perturbaciones; en Febrero no se ha observado ni una sola, y en Enero se han visto solamente dos.

Una de ellas, que apareció a final de Diciembre, fué excepcional en muchos sentidos, pues en primer término se engendró a menos de 8º de latitud, caso único, y además pasó al mar Arábigo



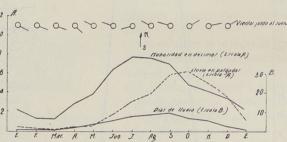


Figura 36. - Cuddapah (a ocho horas).

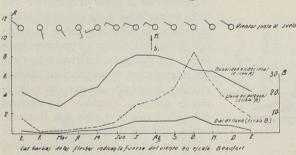


Figura 35.-Nellore (a ocho horas).

por cima de alturas de 2.000 metros. La otra se formó a mediados de Enero, en el sur de la Bahía, al este de Ceylán, presentando caracteres análogos a los de los ciclones de verano. En el gráfico 27 (véase el número anterior) están representadas su trayectorias, y una del mes de Marzo.

Por lo dicho se comprende que si los aeronautas cruzan este sector en Febrero no tienen que temer estos meteoros.

XVI

EL MAR ARÁBIGO Y LA ARABIA

El mar Arábigo se caracteriza por la regularidad con que en él alternan las monzones. La del SW. comienza el período de transición entre ambas monzones en el mes de Octubre con vientos flojos y variables. En Noviembre, entre la isla de Masirah y Rasal-Had, se establece un régimen de brisas, siendo muy cortas las terrales y más largas las virazones, las cuales soplan de SE. o S. Al S. y W. de Masirah desaparecen casi las terrales, siendo frecuentes hasta Diciembre brisas de mar muy fuertes del NE. En Diciembre, Enero, Febrero y parte de

Marzo sopla la monzón NE. precisamente a lo largo de la costa, variando de dirección según las inflexiones de ella. En alta mar corre esta monzón con fuerza moderada en dirección NE., con tiempo bueno y despejado, sin tempestades ni lluvias, y dura hasta Marzo, en que se establecen vientos flojos de otras direcciones que reinan hasta la llegada de la monzón de verano.

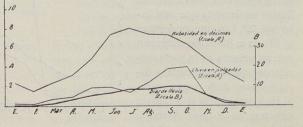


Figura 37.—Bellary.

18

16

12

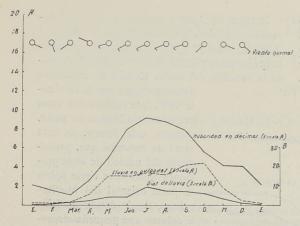


Figura 38. - Chitaldroog (a ocho horas).

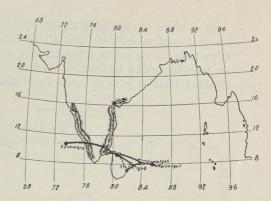
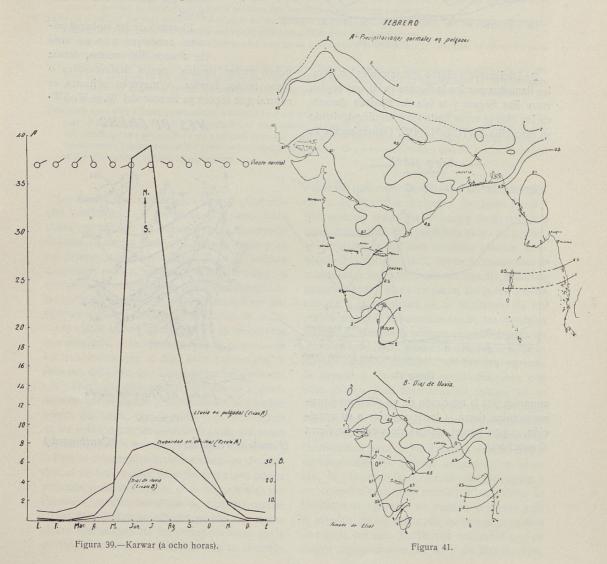
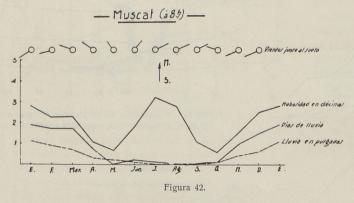


Figura 40.—Trayectorias de los ciclones del mar Arábigo y Bahía de Bengala en los meses de Enero y Marzo.



En cambio, en las proximidades de Arabia la atmósfera está, en general, brumosa, sobre todo cuando reinan brisas terrales, siendo muy frecuentes las nieblas alrededor de Ghubbet Hashish y en el golfo de Masirah.



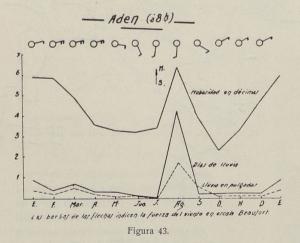
De Diciembre a Marzo son temibles los terrales llamados por los indígenas Belat, que soplan entre Ras Segxer y la isla de Masirah durante varios días (a veces hasta siete seguidos), siendo su dirección del N. o N.-NW. Generalmente se El clima de la parte de Arabia que nos interesa es desértico. Incluímos datos de Muscat y Aden (gráficos 42 y 43). El gráfico 44 representa las isobaras y líneas de flujo en Arabia durante la estación del vuelo. Resulta de modernas

investigaciones que la corriente NW. que reina sobre estas regiones se alimenta en parte, durante esta época, de una rama de monzón que, procedente del núcleo de altas presiones asiático, se vierte sobre la parte oriental del Mediterráneo, desde donde se dirige a colmar una pequeña depresión que existe al sur del mar Rojo.

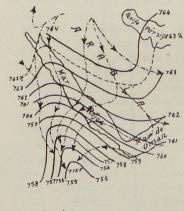
El curso de las isobaras parece aconsejar que se vuele a unos 500 metros, donde

deben reinar vientos menos desfavorables o acaso menos fuertes. A mayores altitudes es natural que soplen ya vientos del W. o W.-SW•

MES DE ENERO



anuncian por la aparición de un débil arco brumoso sobre tierra la tarde anterior a su aparición, o por breves ráfagas de viento de tierra al anochecer.



/sobaras Lineas de flujo del viento

Figura 44.

(Tomada de Weickman.)

(Continuará)

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA PARTE DE ZONA TÓRRIDA COMPRENDIDA ENTRE LOS MERIDIANOS 40 Y 160 E

POR

FRANCISCO MORÁN

(Conclusión.)

Ciclones superiores.—Mucho más raros que en la Bahía, de la cual proceden algunos, faltan en absoluto en Agosto y Febrero, y aun en Enero sólo se han registrado dos: uno fué más bien una borrasca extratropical, que vino por el golfo Pérsico; el otro cruzó desde la Bahía por encima de la costa Malabar. (Ya se le describió; véase la figura 27.)

Vientos del Arábigo. — Dallas ha recopilado los resultados de las observaciones de dirección de nubes superiores sobre el Arábigo, realizadas por barcos desde 1858 a 1877. La figura 45 representa la complicada circulación superior en los meses de plenitud de cada una de las monzones y en ambas épocas de cambio de monzón. Se advierte que durante el monzón de invierno (Diciembre a Febrero) las nubes altas giran en sentido anticiclónico sobre este mar, lo cual desmiente una vez más la existencia de ciclones sobre los anticiclones que rigen la circulación monzónica del invierno. De Marzo a Mayo se observa una especie de convergencia de los vientos superiores, que corren del SW. por la parte suroeste del mar, del S. por la parte sur, del E. por el centro y del NW. por el golfo Pérsico y Arabia. De Junio a Agosto la circulación es muy irregular; al norte del paralelo 12º corren vientos del primer cuadrante; del 12º al 8º del segundo y entre el 8º y el ecuador del tercero. De Septiembre a Noviembre hay vientos del NW. en el golfo Pérsico, y más al sur, del N. y NE. frente a Africa hay un verdadero laberinto de corrientes.

No hemos hallado trabajos sobre nubes medias e inferiores, que serían mucho más útiles para nosotros.

RESUMEN

Consejos generales para algunos casos de peligro.

El estudio climatológico que precede nos ha conducido a proponer sin vacilaciones una determinada época y ruta como las más favorables desde el punto de vista meteorológico para realizar el vuelo a través del sector de zona tórrida que nos incumbe.

Pero no debemos, con esto, dar por terminado nuestro trabajo, pues para decidir si el vuelo proyectado es meteorológicamente realizable falta todavía examinar hasta qué punto son de suyo propicias la época y ruta escogidas. Pudiera suceder, en efecto, que aun siendo mejores que las demás, como yo creo, presentasen todavía dificultades y peligros imposibles de vencer con nuestros medios actuales.

Nadie más indicado para juzgar esto que los propios aeronautas que quieren hacer la expedición, pues nadie conoce mejor que ellos los recursos de su técnica, las condiciones de su aparato y el alcance de sus propias fuerzas. Por esto yo creo que nuestra misión está limitada, después de haberles proporcionado los elementos de juicio sobre las condiciones meteorológicas de la ruta, a indicarles nuestro parecer

acerca de la suficiencia y utilidad práctica de los anteriores datos estadísticos y nuestra modesta impresión personal acerca de la posibilidad del viaje. Por último, deberíamos recapacitar sobre las adversidades atmosféricas, que son de temer, indicando la manera de luchar con cada una; pero como los aeronautas, una vez que conozcan

nidas por el método de los promedios, serían únicamente adecuadas en el caso de que se tratase de establecer un tráfico regular a lo largo de la ruta, y no en este caso, en que por ser único el viaje parece que los promedios hayan de perder todo valor. Tal sucedería, en efecto, como lo dijimos en un principio, si nosotros

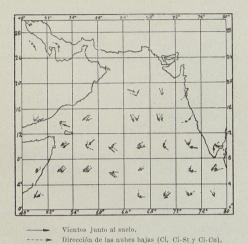


Figura 45 A.—Circulación atmosférica sobre el mar Arábigo. Diciembre a Febrero.

Idem de los cirros.

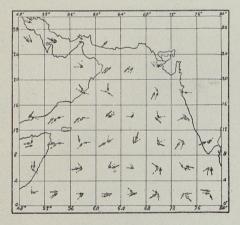


Figura 45 B.—Circulación sobre el mar Arábigo. Marzo a Mayo. (Las observaciones las mismas de la figura 45 A.)

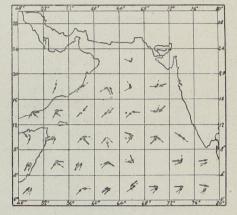


Figura 45 C.—Circulación sobre el mar Arábigo. Junio a Agosto. (Las observaciones las mismas de la figura 45 A.)

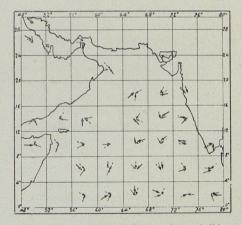


Figura 45 D.—Circulación sobre el mar Arábigo. Septiembre a Noviembre. (Las observaciones las mismas de la figura 45 A.)

el mecanismo de cada perturbación, saben sobradamente la maniobra que correponde hacer para librarse de ella, poco tendremos que decir sobre este asunto.

Respecto a la utilidad de los datos climatológicos contenidos en este trabajo, podría caber la duda de si las consecuencias estadísticas obte-

hubiésemos razonado únicamente sobre promedios de los elementos meteorológicos aislados en lugar de considerar las situaciones generales atmosféricas medias y su evolución en el transcurso del año, que es mucho más regular—y más importante para nuestros fines—que la de cada elemento por sí solo. Cierto que, con

todo, el carácter del tiempo ha de discrepar en no pocos trayectos de la ruta del descrito como normal, y que la escasez de datos nos ha impedido emanciparnos de los promedios abordando el estudio, que preconizábamos, de los tipos de tiempo en correlación con las formaciones isobáricas; pero ha de tenerse en cuenta que este estudio, aunque constituye la preparación ideal para darse cuenta durante el vuelo del estado y cambios del tiempo, no nos proporciona criterio para juzgar hasta qué punto son de temer discrepancias entre el tiempo real en un caso y el normal. Para esto, así como para la elección de época y de ruta, se precisa de los promedios. Una evaluación cuantitativa de la variabilidad del carácter del tiempo en cada región de tránsito sería imposible e inútil. Baste decir que debido a la extraordinaria longitud y duración del viaje a través de comarcas sometidas a influjos atmosféricos tan distintos y, en cierto modo, independientes, es de creer que, en suma, el tiempo presentará su carácter normal, manteniéndose la validez de las consecuencias estadísticas.

Este carácter es, a mi parecer, lo bastante bueno y favorable para que por él no se desista de la aventura. Hemos visto que las condiciones más propicias de los distintos elementos climatológicos y de las diferentes regiones de la ruta, lejos de ser incompatibles unas con otras, como podría temerse, parecen agruparse todas hacia el invierno y en particular en el mes señalado de Febrero. Claro que esto no quiere decir que hayan de faltar los contratiempos atmosféricos. La sola longitud del crucero lo hace imposible. Vientos contrarios, chaparrones del alisio, grupos de nubes, algunas nieblas, acaso alguna tormenta, habrán de arrostrar los aeronautas. Pero el que se lanza a tamaña empresa ya sabe que no puede estar a salvo de esas contrariedades, que fueron sufridas en mayor o menor medida por los realizadores de todas las grandes travesías aéreas, y que por sí solas no serán ruinosas si ocupan sólo una pequeña proporción de las horas del viaje y no ocurren en puntos críticos o presentan inusitada violencia.

En cuanto a los vientos, queda dicho que hay una parte de la ruta, al remontarse hacia la zona templada, en que lo normal es que sean contrarios y hagan preciso todo el esfuerzo de los motores.

La nubosidad y las lluvias del Pacífico molestarán menos procurando no acercarse a los archipiélagos, pues los relieves, aun los bajos, hacen que aumente la cantidad de nubes y que descienda el nivel de sus bases.

He aquí algunos datos de altura de nubes en Filipinas, únicos que poseemos en toda la zona:

8 a 12	12 a 16	16 a 20
11200 m.	11180 m.	9500 m.
10500 »	12900 »	11500 »
5600 »	5800 »	7900 »
» »	» »	3900 »
4900 »	4200 >	4900 »
2400 >	» »	2300 »
1200 »	1600 »	1600 »
1800 »	1800 »	1800 »
3300 »	2100 »	4000 »
	11200 m. 10500 » 5600 » * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	5600 » 5800 » » » » » 4900 » 4200 » 2400 » » 1200 » 1600 »

(Estos datos se refieren a los meses de invierno, y son alturas medias obtenidas de gran número de observaciones fotogramétricas.)

Al acercarse a Filipinas conviene recibir noticias del Servicio Meteorológico filipino para evitar en lo posible los daños de la nortada, si la hay, o si no para pasar por donde sea más conveniente. Sobre la Indochina y la India hay que pasar a pequeña altura para evitar vientos contrarios. Será preciso, pues, seguir líneas de valles transversales de las cordilleras que bordean las costas de ambas penínsulas.

Por muchas razones es preferible aprovisionarse en Madrás, en caso necesario, a hacerlo en Calcuta. Recordemos que por el Norte los vientos son adversos desde pequeñas alturas; que allí son más frecuentes las nieblas y calimas y alcanzan más a menudo con sus efectos depresiones análogas a las que visitan Europa; y por último, que allí, desde mediados de Febrero, son ya de temer los norwesters, y más tarde las tempestades de polvo, tolvaneras, etc.

Si los aeronautas divisan una tormenta deben huir de ella sin pretender saltar por encima—cosa imposible—ni bordearla de cerca—cosa imprudente—; en los nublados de la India se ha observado que las bandadas de patos silvestres, que en perfecta alineación vuelan por los bordes de la nube, son dispersadas bruscamente con frecuencia por pujantes surtidores de corriente ascendente que de cuando en cuando se destacan hacia las márgenes del nublado. Un autor relaciona estos incidentes con la pérdida del dirigible americano *Shenandrah*.

Si el aparato se viese rodeado por la tormenta debería recoger inmediatamente la antena radiotelegráfica, y al propio tiempo salir cuanto antes de la nube

Rarísimo sería que el dirigible hallase a su paso un ciclón. No obstante, conviene indicar algún medio de conocer de lejos la presencia v situación de esos meteoros. Es lástima que la observación de la marcha del barógrafo no sea aplicable por los aeronautas, pues descartado ese recurso apenas queda otro signo anunciador que los cirros radiantes. Casi siempre que los cirros convergen hacia un punto del horizonte es de sospechar que hacia aquel punto existe un ciclón. Pero es preciso distinguir la convergencia real de la aparente, que es debida a un efecto de perspectiva, y se observa siempre que los cirros están dispuestos en bandas paralelas. Cuando las bandas son largas no cabe confusión, porque si la convergencia es aparente se nota a la vez hacia dos puntos opuestos del horizonte, y en cambio hacia el cenit es donde quedan más separadas las franjas nubosas. Aun siendo éstas cortas se puede distinguir la convergencia verdadera de la falsa por dos reglas: primera, es falsa la convergencia si se acentúa notablemente en las franjas que pasan cerca del cenit, y segunda, si las nubes parecen venir de su punto de convergencia ésta es real, pues los cirros paralelos nunca avanzan longitudinalmente (Algué) (1). Advirtamos, por último, que si las nubes convergentes no son cirros, sino falsocirros, anuncian perturbaciones locales (vientos fuertes, chaparrones, etc.) y no ciclones.

Si el dirigible encuentra un ciclón debe huir de él y de su trayectoria probable, especialmente del semicírculo peligroso. Si al fin entrase en el meteoro procurará elevarse hasta donde los vientos amainen, o al menos cedan lo suficiente para no dificultar la huída; en este caso se conocerá la situación del centro colocándose de espaldas al viento; el centro queda hacia la izquierda, pues a partir de alturas relativamente pequeñas, el viento debe seguir exactamente las las isobaras haciéndose nulo el ángulo de inclinación.

⁽¹⁾ Más conforme con la teoría sería decir que es extremadamente difícil, aunque no imposible ese modo de propagación.