

LA ESCUELA COSTARRICENSE



EN ESTE NUMERO:

METEOROLOGIA
DESCRIPTIVA

POR

JOSE FIGUER DEL VALLE
Profesor de Estado

6951 - IMPRENTA NACIONAL - 1934

LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Organo de la Secretaría de Educación Pública

Director: MOISES VINCENZI

AÑO II

San José, C. R., 15 de julio de 1934

Nº 20

METEOROLOGIA ELEMENTAL

PRELIMINAR

La meteorología actual sufrió un enorme avance después de la guerra de 1914, siguiendo un camino paralelo los adelantos de la T. S. H. (Telegrafía sin hilos).

Cuando vino la paz, quedaron en pie para utilizarlos todos los métodos nuevos.

Los tratados de Meteorología dividen su estudio en tres partes: Meteorología Descriptiva, que estudia los factores variables meteorológicos que influyen en la compleja ecuación del tiempo y además los aparatos y el modo de emplearlos para conocer estos factores: Meteorología Climatológica, que estudia la influencia de los factores meteorológicos sobre el clima (presión, temperatura, precipitaciones, nubosidad); previsión del tiempo, que es una aplicación práctica de la parte anterior, y por último, nociones de oceanografía.

Siendo tan importante para la agricultura el conocimiento de la meteorología y siendo, como todo el mundo dice, Costa Rica, una nación esencialmente agrícola, creo necesario para el maestro el tener, por lo menos, nociones de esta ciencia. Los libros son caros y difíciles de encontrar y esta es la razón por la que publico este folleto.

José Figuer del Valle

Profesor de Estado

METEOROLOGIA DESCRIPTIVA

TEMPERATURA DEL AIRE

Antes se estudiaba la meteorología fundándose de un modo casi exclusivo en la presión atmosférica y se tenía la temperatura como un fenómeno secundario. Los trabajos de la escuela noruega han demostrado que las variaciones de temperatura influyen de un modo principal en las alteraciones atmosféricas, que tienen por causas, en la mayoría de los casos, el choque de masas de aire a diferentes temperaturas, siendo los fenómenos de la presión (depresiones y altas presiones), consecuencias de estos movimientos de circulación.

En las estaciones marítimas o en el mar, se toma la temperatura del agua del mar, llamando *caliente* o *tropical* al aire, si está más caliente que la superficie del mar y *frio* o *polar*, si tiene temperatura más baja que dicha superficie.

La temperatura en el suelo, refiriéndose al aire, así como la temperatura del aire en las altas regiones, tiene gran importancia en la meteorología moderna.

La temperatura, como es sabido, se mide con el termómetro.

Empléanse dos escalas: la Centigrada y la Fahrenheit (la Reaumur ya no se utiliza). La equivalencia entre las dos escalas y las fórmulas para pasar de una a otra son las siguientes:

$$F = \frac{18}{10} C + 32 = 1,8 + 32; \quad C = \frac{F-32}{1,8}$$

PRESION ATMOSFERICA

Se llama así la fuerza elástica del aire o la presión a que está sometido.

Se mide por el barómetro, expresándose en **milímetros** y en décimas de milímetros de mercurio.

En Estados Unidos y Colonias inglesas se mide el barómetro, por pulgadas y centésimas.

En Bélgica, Inglaterra, España y Francia, se expresan las medidas barométricas en milibares y décimas de milibar.

La equivalencia entre milímetros y pulgadas es:

$$1 \text{ mm.} = 394 \times \frac{1}{10^4} \text{ pulgadas} = 0,04 \text{ aproximadamente}$$

Ejemplo: 760 mm. = 29,92 pulgadas.

Para pasar de milibares a milímetros, basta tomar los tres cuartos del número que expresa la presión en milibares.

La presión atmosférica varía con la intensidad de la gravedad, la cual aumenta del Ecuador al Polo. También cambia la intensidad de la gravedad con la altitud media (disminuye tres diezmilímetros por cada mil metros); la gravedad normal se toma a los cuarenta y cinco grados de latitud y al nivel del mar. También cambia la presión durante el día, y a estas variaciones se llaman mareas barométricas.

VIENTO

La observación del viento se hace por su dirección y por su fuerza. Las observaciones a diferentes altitudes se realizan por medio de globos sondas y globos pilotos y se utilizan no sólo para informar a la aviación (quinientos a dos

mil metros), sino para explorar las altas regiones de la atmósfera, con objeto de seguir la evolución de las perturbaciones y la marcha progresiva de los sistemas de nubes que circulan en las corrientes de altitud media (dos mil a cinco mil metros).

DIRECCION DEL VIENTO

Se debe de indicar la dirección de donde viene. Es muy difícil determinarla de un modo preciso por sus continuas variaciones alrededor de una posición media. Por eso se refieren a *ocho* direcciones principales de la rosa de los vientos, y a *ocho* direcciones intermedias, o sea, *diez y seis* direcciones (diez y seis áreas de viento, o rumbos). El viento puede ser *verdadero* y *aparente*. Así, en un buque de vapor en movimiento, la dirección del viento aparente es la que toma el humo de la chimenea, que es la resultante del viento verdadero, que también se llama real, y de una velocidad igual y contraria al buque.

FUERZA DEL VIENTO

En realidad es una velocidad. Podríamos medir la fuerza del viento por la presión que ejerciera sobre una superficie fija, pero es mucho más cómodo medir la velocidad propiamente dicha en metros por segundo o en kilómetros por hora: un metro por segundo, igual a tres kilómetros y seis décimas por hora. Todos los países emplean la llamada escala de Beaufort.

HUMEDAD ATMOSFERICA

Se utiliza paralelamente a la temperatura del aire. Hay que distinguir la humedad *absoluta* y la *relativa* o *estado higrométrico*.

La humedad *absoluta* es la fuerza elástica del vapor de agua contenido en la atmósfera. En determinadas condiciones no puede contener más cantidad de vapor de agua y entonces se dice que el aire ha llegado a la saturación.

Se llama humedad *relativa* a la relación entre el peso del vapor de agua contenido en un volumen de aire, y el peso máximo que este aire podría contener a la misma temperatura si estuviese saturado.

ESTADO DEL CIELO. NUBES Y NUBOSIDAD

La observación del cielo es una de las cuestiones más importantes de la meteorología.

Modernamente la observación del cielo está fundada en tres circunstancias: 1º, en la nubosidad total; 2º en la clase de nubes y su movimiento; 3º, en la nubosidad parcial.

Tipos de nubes:

1º, son iguales en todos los países del mundo; 2º, no aparecen en el cielo de cualquier manera, sino formando grupos ordenados que se conocen con el nombre de *sistemas de nubes*.

Las nubes que aparecen en el buen tiempo simultáneamente en diferentes partes del cielo, transformándose a la vista del observador, se llaman *nubes locales*; y las que se forman durante la noche para elevarse y condensarse en cúmulus por la mañana, se llaman nieblas o estrátus bajos.

Clasificación de las nubes:

Cirrus (Ci), nubes filamentosas o fibrosas; *Cumulus* (Cu), nubes redondeadas o apelonadas; *Stratus* (St), nubes extendidas en capa uniforme; *Nimbus* (Ni), nubes negras sin forma determinada, que producen lluvia.

También se clasifican del siguiente modo: *Nubes de frente*, cuya altitud varía entre ocho mil y diez mil metros. Nubes de cuerpo que forman el centro del sistema y determinan cielo cubierto con lluvias. Nubes de cola, producen cielo muy nuboso con nubosidad decreciente y también algunos claros. Nubes de intervalo, nubes de buen tiempo (mil a dos mil metros de altitud), en forma de balas redondeadas.

Movimiento de las nubes

Sólo interesa el movimiento de las nubes en dirección y casi siempre coincide en las nubes bajas con la dirección del viento en el suelo.

Nubosidad parcial

Es la cantidad de nubes en un instante dado.

Precipitaciones

Se conocen con este nombre los fenómenos de condensación del vapor de agua en la atmósfera, lluvia, nevadas, granizo, pedrisco, etc.

El pedrisco está formado por masas duras y compactas de hielo opaco y transparente. Las piedras afectan formas y dimensiones variadas y los pedriscos tienen lugar en las regiones cálidas. No se conoce exactamente su origen; se atribuye a un rápido movimiento ascendente de las zonas en que el aire es ya muy frío por razón de su altitud.

El rocío y la escarcha, son condensaciones que se producen cuando los cuerpos sometidos a la irradiación nocturna llegan a temperaturas más bajas que el punto de saturación del aire.

Si la temperatura de saturación del aire es inferior a cero grados, al condensarse el vapor de agua atmosférico

pasa directamente del estado gaseoso al sólido, formando la escarcha, fenómeno frecuente en las noches de primavera y otoño. La *escarcha no es el rocío helado*, sino el agua que pasa del estado gaseoso al sólido directamente.

No hay que confundir la *helada* con la capa de hielo que se forma sobre un suelo frío por la lluvia caída a una temperatura sobre cero, ni tampoco con la mezcla pastosa de nieve y agua que se forma después de una nevada abundante y que se transforma en una capa de hielo cuando la temperatura desciende por bajo del cero, sino que la *helada* tiene lugar cuando las gotas de agua encuentran un cuerpo sólido de temperatura inferior a cero grados, congelándose bruscamente y formando una capa continua de hielo transparente.

Clases de lluvias

Primera clase.—Lluvia, propiamente dicha, continua y fuerte.

Segunda clase.—*Lluvia menuda* o llovizna, que es de corta duración y que cuando aparece en el buen tiempo se llama *chubasco*.

Tercera clase.—*Turbonada*, en la que cambia la temperatura y la dirección del viento.

La cantidad de agua condensada se mide por el pluviómetro de que hablaremos más adelante, y la nieve y el granizo por la altura que alcanza en el mismo aparato el agua fundida procedente de ambos fenómenos.

APARATOS PARA DETERMINAR Y MEDIR LOS FACTORES METEOROLÓGICOS

APARATOS DE LECTURA DIRECTA TERMOMETROS

Pueden emplearse los de mercurio y los de alcohol; éstos presentan la ventaja de que pueden utilizarse hasta ciento treinta grados bajo cero, o sea, menos ciento treinta grados, mientras que los de mercurio no son útiles más que para temperaturas que no alcancen a cuarenta grados bajo cero, o sea, menos cuarenta grados.

Para usar los termómetros, el método más conveniente es el llamado de *honda*, que consiste en atar el termómetro a una cuerda de unos setenta centímetros de longitud y colocándose el observador de cara al viento y a la sombra (si es posible), se hace girar el termómetro como una honda, durante dos minutos, y así se pone en contacto con una gran masa de aire. El depósito ha de estar seco y las observaciones han de ser rápidas.

Termómetro de máxima.—La observación ha de hacerse a las siete de la mañana.

Termómetro de mínima.—La observación se hará a las trece horas.

Barómetros.—Pueden ser de mercurio y aneroides.

Psicrómetro fijo.—Este aparato se compone de dos termómetros, uno de los cuales está húmedo y cuyo depósito se encuentra en el interior de una bolsa de muselina que se prolonga en forma de mecha sumergida en un tubo lleno de agua.

Anemómetros.—En los modelos más sencillos hay un contador de vueltas y uno de segundos. Estos aparatos sir-

ven para medir la velocidad del viento. Para utilizarlos, se lee en el contador de vueltas el número de metros al principio y al fin de la operación y se resta la segunda lectura de la primera y la diferencia se divide por ciento, que es el tiempo que se emplea en la operación.

Pluviómetro.—Sirve para medir la cantidad de agua caída de lluvia. Si el aparato no tiene probeta, se echa el agua en una probeta graduada en milímetros.

Nefoscopio.—Es un aparato destinado a observar el movimiento de las nubes. Consiste en un mástil o poste alrededor de cuyo pie se traza la rosa de los vientos.

Actinómetro.—Aparato destinado a medir la cantidad de calor que recibimos del sol.

APARATOS REGISTRADORES

Un aparato registrador se compone: de un órgano sensible cuyas deformaciones sean función del elemento que se trata de medir y registrar; de un órgano de transmisión que lleva al órgano inscriptor (pluma), las deformaciones del órgano sensible; está constituido por palancas y levas que además amplifican las deformaciones; de una hoja de papel que se mueve en una dirección fija. En estas condiciones la pluma inscribe una curva que representa las variaciones del elemento medido en función del tiempo.

Organos comunes a todos los aparatos.—Mecanismos de relojería; hoja de diagramas; pluma y tinta.

Bolómetro de Langley.—Este aparato permite conocer la temperatura del aire exterior sin necesidad de subir a consultar los instrumentos, que en las estaciones terrestres están instalados en un abrigo, sobre la azotea de la estación. Su funcionamiento se basa en la variación de un hilo de selenio en su resistencia eléctrica en función de la temperatura.

Barotermógrafo para aviones y globos sondas.—Este aparato registra sobre la misma hoja la gráfica de las variaciones de la temperatura y presión, de las que se deduce aproximadamente las altitudes. Así se obtiene la distribución vertical de las temperaturas (aplicación a las temperaturas balísticas para la artillería).

Anemocinemógrafo de Richard.—Es un instrumento automático y eléctrico que sirve para registrar la dirección y velocidad del viento.

SONDEOS AEROLOGICOS

Se llaman así los estudios de las variaciones y los valores de los elementos metereológicos en la alta atmósfera; los métodos empleados son los siguientes:

Primero.—*Las cometas* provistas de aparatos registradores que permiten observar la presión, temperatura, humedad, viento y potencial eléctrico. La cometa llega a una altura de tres mil metros, suficiente para la navegación aérea y la artillería de campaña.

Segundo.—*Los globos sondas*, libres, que elevan los aparatos registradores a alturas considerables; estos globos sondas están fabricados de caucho, tienen tres pies de diámetro y están henchidos con hidrógeno.

Tercero.—*Los globos pilotos*, libres también, pero que sólo permiten determinar las condiciones del viento (dirección y velocidad).

METEOROLOGIA CLIMATOLOGICA

La causa primera de todos los fenómenos meteorológicos y en particular de todas las perturbaciones, tiene su origen en el calor que del sol reciben las masas de aire que envuelven la corteza terrestre; las variables de que de-

penden este calentamiento es la base de la *clasificación de los climas*. Las modernas teorías de la meteorología dinámica prueban que las perturbaciones atmosféricas son causadas por la coexistencia y el choque de masas de aire o temperaturas diferentes.

Nociones de actinometría.—Si la tierra no tuviera atmósfera, la cantidad de calor recibida por una superficie determinada dependería de la altura del sol sobre el horizonte, siendo función de la latitud y de la estación; pero la atmósfera ejerce gran influencia por la absorción del calor que la atraviesa, la cual depende de la *composición de atmósfera* y de la oblicuidad de los rayos solares, de aquí que no llega al suelo sino una fracción del calor, que el sol nos envía; esta fracción se llama coeficiente de transparencia. El Polo Norte, aun en el solsticio de verano, recibe menos calor que el Ecuador.

Los continentes y los mares influyen en alto grado sobre el calentamiento de las masas bajas de la atmósfera. Si la tierra fuese un globo homogéneo cubierto por las aguas, las leyes de la meteorología serían sencillas; en el caso real los mares con su gran capacidad calorífica hacen de reguladores. El agua se calienta con dificultad y también pierde su calor con gran dificultad. Las variaciones de temperatura del aire en contacto con los mares son mucho más débiles que sobre los continentes.

Variaciones de la temperatura del aire.—1º, variación diurna, la *mínima*, tiene lugar un poco después de la salida del sol, y la *máxima*, hacia las catorce horas.

La *amplitud media* de la variación diurna cambia con la latitud, las estaciones, la altitud, la configuración del terreno y hasta con la nubosidad.

En los trópicos es casi constante e independiente de la

estación. En las latitudes medias varía mucho con la estación; es escasa en invierno (poco calor recibido y poca irradiación) y fuerte en verano.

En las regiones polares hay poca variación diurna, porque los períodos durante los cuales el sol es visible o invisible, son muy largos.

La amplitud disminuye con la altitud. Además hay que tomar en cuenta la influencia del lugar, así la amplitud diurna es más débil en el mar que en el interior de los continentes. Es más débil también en las regiones ricas en vegetación que en las desiertas. Por último, la nubosidad modifica la amplitud diurna, que es pequeña si el cielo está cubierto, pues entonces la temperatura sube poco durante el día y desciende poco durante la noche, sirviendo las nubes de pantalla.

Los climas.—Primero: *clima marítimo* o *regular*; las diferencias entre el mes más caluroso y el más frío, no exceden de diez grados centígrados.

Segundo.—*Clima moderado*: esta amplitud, está comprendida entre diez y veinte grados centígrados.

Tercero.—*Clima extremado*: en el que la amplitud de esta diferencia pasa de veinte grados.

Variación con la altitud en el aire libre.—El aire seco de las grandes altitudes se deja atravesar por el calor sin absorberlo.

Con el aire perfectamente seco el enfriamiento sería de un grado cada ciento un metros. Cuando está saturado de vapor de agua es de un grado cada doscientos metros.

En las regiones bajas (hasta diez kilómetros), que constituyen la *Troposfera*, los movimientos de las masas de aire son irregulares cerca del suelo, pero luego aparecen muy marcadamente verticales ascendiendo o descendiendo.

En esta zona las perturbaciones atmosféricas que turban la estabilidad de la atmósfera evolucionan. Más arriba se extiende la capa llamada *Estratosfera* en donde reina la isoterminia (igualdad de temperatura), y los movimientos del aire son horizontales.

Ciclones.—Se llama ciclón el fenómeno ocasionado por una lengua de aire caliente que se introduce en el aire polar.

Se llama *anticiclón móvil* el fenómeno que se forma entre dos familias de ciclones en el límite que se establece entre el lado derecho de una corriente polar y la corriente tropical que se desliza al Oeste de esa corriente polar.

Se llaman dorsales anticiclónicas las lenguas de aire polar que se observan entre dos ciclones de la misma familia.

PRESION ATMOSFERICA

Las presiones atmosféricas y sus variaciones son de un empleo constante en Meteorología. No conviene confundir los términos ciclones y depresiones, pues depresión es un campo débil de igual presión que permanece casi estacionario, y ciclón es un fenómeno esencialmente móvil. El fenómeno del ciclón es análogo a los torbellinos de polvo o de agua que se forman en el límite de dos corrientes opuestas de aire o agua. El ciclón *centro de baja presión* corresponde térmicamente a la lengua de aire caliente que se introduce en la masa de un aire frío y forma centro caliente. Este ciclón forzarán a las corrientes a moverse en sentido contrario, con lo cual disminuirá su velocidad. En este torbellino los vientos convergerán aparentemente hacia el centro del ciclón, es decir, hacia el vértice de la lengua de aire caliente, donde en consecuencia será mínima la presión. En un ciclón (o centro de baja presión), los vientos soplan convergiendo hacia el centro, en sentido contrario al de las agujas

de un reloj. En el hemisferio Sur, el sentido de rotación es inverso por ser inversos los movimientos iniciales de las dos corrientes.

DISTRIBUCION Y CIRCULACION GENERAL DE LAS PRESIONES EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

Se llama circulación general, a la consecuencia directa del movimiento de las masas de aire en la superficie de la tierra.

La diferencia de temperatura entre las regiones polar y ecuatorial, es el manantial de energía de la circulación general.

Las regiones circun-polares constituyen depósitos de energía o depósitos de alta presión, de las cuales tiende a escaparse el aire frío para ir por las proximidades del suelo del Polo al Ecuador; estas corrientes en las latitudes bajas forman el alisio. En cambio, en las regiones ecuatoriales, donde la temperatura es máxima, existe un frente permanente y continuo. De aquí se dedujo la existencia en el ecuador de un rápido movimiento ascendente de aire y por consiguiente de una corriente de retorno en las capas altas, dirigida desde el *ecuador* a los *polos*. Esta corriente se conocía con el nombre de *contraalisio* y se procuró demostrar su existencia por distintas observaciones (movimiento de *cirrus* en los trópicos, *cenizas* de los volcanes, etc.). Se admitía que al ocupar esta corriente latitudes altas iba enfriándose progresivamente, por lo cual descendía hacia el suelo para constituir una corriente general del Sudoeste que se desviaba más al Oeste (en el hemisferio Norte). En la zona de frente polar (treinta a sesenta grados de latitud), el contraalisio se elevaría sobre la masa del aire frío para

volver a descender en las zonas polares y alimentar el depósito de las altas presiones.

Monzones.—En estos vientos los cambios de la masa de aire se efectúan seis meses en un sentido y los otros seis en sentido contrario.

En invierno, el aire polar se concentra sobre el continente asiático y el alisio que se escapa de este depósito desciende directamente hacia el ecuador, dando origen al régimen del *monzón de Nordeste*.

Este alisio aunque no muy violento, atraviesa el ecuador y al ser desviado hacia la izquierda, se convierte en viento del Noroeste.

En esta estación el *alisio Noroeste* y el *Sudeste*, producen las perturbaciones llamadas *ciclones tropicales*, muy frecuentes de noviembre a marzo, con máximo en enero; durante el verano el fenómeno es inverso. Hay también monzones locales, como por ejemplo, los que en Venezuela llaman brisotes de Santa Marta, debidos al calentamiento del Continente Suramericano (Perú, Bolivia y Norte del Brasil). Se trata de una desviación de la corriente ecuatorial del Este. Alrededor de los pequeños continentes se observan idénticos fenómenos locales, como ocurre en la Península Ibérica.

Vientos diurnos.—A lo largo de las costas se producen localmente movimientos atmosféricos análogos, cuando la situación general es de calma y no predominan los vientos de alguna perturbación importante. Estos movimientos son las brisas diurnas y nocturnas. Por las noches, en las proximidades de las costas, la tierra se enfría más de prisa que el mar; resultando un deslizamiento del aire en el suelo, de la tierra al mar (brisa de tierra o terral). Mar adentro se producirá un movimiento ascendente con algún chubasco

local. Durante el día tiene lugar el fenómeno inverso: el continente se calienta con más rapidez que el mar, que queda frío, y por consecuencia se produce un movimiento del aire que va del mar hacia la costa en las capas bajas de la atmósfera (brisa del mar), con movimiento ascensional sobre el continente.

Estos fenómenos son esencialmente locales: su extensión es de cuarenta kilómetros tierra adentro y veinte kilómetros en el mar; en altitud, doscientos a quinientos metros y hasta novecientos metros en las costas de Cataluña.

Al cambio de régimen siguen dos períodos de calma: uno por la mañana después de salir el sol y otro por la tarde después de su puesta. En la zona tórrida este fenómeno se presenta muy bien definido bajo el viento de los alisios (costa occidental de Africa, costa de la América Central en el Pacífico).

Vientos locales.—Son verdaderos centros de acción móviles, entre ellos citaremos: Primero.—El *Faenh*, que se observa en *Suiza*. Este viento sur, que es caliente, pasa por encima de los Alpes y al elevarse se enfría y abandona el agua que contenía; luego en su descenso por la vertiente Norte de la montaña, se vuelve a calentar, y; como está seco se calienta con más rapidez que se enfrió; este viento determina la fusión de las nieves y la caída de las avalanchas.

Este mismo fenómeno se encuentra en *Groenlandia* y en las *Montañas Rocosas*; los americanos le llaman *Chinook*. Segundo.—Los vientos locales del *Mediterráneo*, como la bora, viento muy frío del Nordeste que sopla en las costas del Adriático (Iliria y Dalmacia).

El mistral, en las llanuras del Ródano, y sobre las costas de *Provenza*; tiene su centro en el Golfo de Génova.

La tramontana, viento huracanado y seco que sopla en las llanuras del Ampurdan y del Rosellon meridional.

El *siroco*, viento muy fuerte, caliente y seco y cargado de arena, se deja sentir en Sicilia, Italia y Grecia. En Egipto, el *siroco* se llama *simoun*.

En Australia, los vientos locales se llaman *briklayers* y soplan desde los desiertos interiores a la costa.

En el Golfo de México, los *Nortes* que soplan a través de Texas y de la Luisiana, son muy violentos, y en invierno llegan hasta Panamá. El aire polar se extiende sobre toda la *América Central* hasta el istmo de *Panamá*.

EL AGUA EN LA ATMOSFERA

La cantidad de calor que llega al suelo, al mismo tiempo que lo calienta, vaporiza el agua que se encuentra en la superficie del suelo húmedo, así como la de los ríos y mares. Este vapor de agua desempeña un gran papel en la meteorología. Al elevarse en la atmósfera forma las nubes que al condensarse provocan las lluvias o de un modo más general, las precipitaciones.

La condensación puede producirse: primero, por enfriamiento directo (caso de rocío); segundo, por expansión general, o sea por el movimiento ascensional del aire, con lo cual el vapor de agua se condensa formando nieves y lluvias. Las lluvias se clasifican del siguiente modo: lluvias ciclónicas; pueden ser de frente frío y caliente y ciclones de verano; chubascos locales y tormentas; lluvias orográficas; lluvias de niebla y brumas marinas.

METEOROLOGIA DINAMICA

Perturbaciones locales.—En esta parte estudiaremos las tormentas locales y las trombas o tornados, fenómenos de muy poca extensión pero muy violentos y a veces peli-

grosos. Los trabajos meteorológicos modernos demuestran que su nacimiento y evolución, casi siempre están relacionados con la meteorología general, y hoy en día pueden también preverse las situaciones favorables para su producción o formación. En esta cuestión la meteorología dinámica ha destruído las teorías antiguas basadas en la observación local.

Tormentas locales.—Son las perturbaciones de poca extensión acompañadas de precipitaciones abundantes y cortas y de manifestaciones eléctricas.

Según los estudios del Profesor Humphreys, se distinguen tres clases de tormentas. Primero, tormentas de calor; segundo, tormentas ciclónicas o borrascas; tercero, líneas de turbonadas.

Como vemos, bajo el nombre común de tormentas se **confunden meteoros, cuyo** único carácter común es el de presentar manifestaciones eléctricas. Solamente tienen carácter local las tormentas de calor. En todos estos meteoros las manifestaciones eléctricas son muy violentas: los Pamperos de la Argentina y del Uruguay, los Boe de Alemania, los Southerlybusters de Australia, los Thunderstorms incendiarios de California, etc., no son casos aislados, sino tormentas ciclónicas que acompañan a las depresiones móviles.

Una tormenta local se forma cuando existe un gran calentamiento sobre una región húmeda, el aire de la superficie se va elevando progresivamente, formando cúmulus, acentuándose cada vez más durante el día y los vértices se elevan en las masas cumuliformes que se amontonan y las bases se ennegrecen tomando las nubes el aspecto de cúmulus-nimbus en forma de yunque. De su vértice se escapan filamentos de *cirrus*, y entonces queda formada la nube; es-

talla la tormenta y durante la mayor parte del tiempo avanza en la dirección general del movimiento atmosférico, con velocidad variable según la región. En el termómetro, baja la temperatura y después de la lluvia sube. Estas tormentas van acompañadas casi siempre de lluvias, si bien hay tipos de tormentas sin lluvia (turbonadas secas, tempestades secas de simoun en los desiertos).

Sistemas tempestuosos fijos.—Calmas ecuatoriales.—Un ejemplo característico de estos regímenes tempestuosos se observa en el mar de las Antillas, en los parajes comprendidos entre las costas de Colombia, Istmo de Panamá y Honduras. Cuando se establece en los Estados Unidos un régimen polar, o mejor, un macizo polar fijo, desciende una corriente de aire frío directamente del Canadá hacia el Golfo de México y América Central. Cuando esta corriente es muy fuerte en esas regiones, determina las tempestades llamadas "*Northers*" por los norteamericanos. Se podrán considerar como sistemas tempestuosos fijos, casi permanentes los regímenes llamados *calmas ecuatoriales* que se forman en las depresiones barométricas que bordean el ecuador térmico. El ascenso del aire caliente ha sido lento, produciéndose lluvias finas y poco abundantes.

NOCIONES DE ELECTRICIDAD ATMOSFERICA

Numerosas y antiguas experiencias (Franklin, Winkler, etc.), evidencian la presencia de cierta carga eléctrica en la atmósfera. Se ha medido la diferencia de potencial entre el suelo y diversos puntos de la atmósfera comprobándose que esta diferencia aumenta con la altitud y sufre variaciones diurnas, anuales y locales, como los distintos elementos de la meteorología. La carga positiva es máxima con cielo despejado. En el cielo nublado la carga es

negativa, y durante las tempestades está sometida a grandes cambios. La reciente teoría de la *ionización* del aire por las radiaciones *violeta* y *ultravioleta* ha permitido que se expliquen la mayor parte de estos fenómenos. En particular se ha demostrado que los polvillos en suspensión en la atmósfera se cargan positivamente y que las partículas de agua en las nubes se cargan negativamente. Habiéndose explicado así la electrización de la atmósfera, se ha admitido que la condensación se produce alrededor de los polvillos y de los *iones* que determinan un arrastre de cargas eléctricas con la formación de nubes a grandes tensiones (varios millones de *voltios* en las nubes tempestuosas). Se comprueba además que esta electrización es máxima en el caso de repetidos movimientos ascendentes.

Entonces se concibe que con tiempo tempestuoso haya en la atmósfera nubes cargadas con electricidad positiva debida a la condensación alrededor de los *polvillos*, y otras electrizadas negativamente por la condensación alrededor de los *iones negativos*. . . . Los fenómenos de influencia pueden explicar la carga mixta de ciertas nubes. Cuando la tensión llega a ser suficiente, se produce entre las dos nubes una chispa eléctrica que se llama *relámpago*. Si la nube muy cargada pasa cerca del suelo, tiene lugar una descarga llamada *rayo*.

El relámpago no se presenta con el aspecto de una línea en *zig-zag* conforme se dibuja comúnmente. La fotografía demuestra que la chispa sigue un camino de mínima resistencia de trayectoria sinuosa muy semejante a las *ramificaciones de una raíz*. Por lo demás el relámpago está compuesto de muchas chispas muy próximas y durante un tiempo muy corto (una milésima de segundo). Los relámpagos se ven a grandes distancias, citándose el caso de tor-

mentas que han tenido lugar en el Norte de Italia y han sido vistas desde el Sur de Alemania.

Los *relámpagos* llamados de *calor* (*fogonazos*), son considerados como reflejos de tempestades lejanas, pero puede ocurrir también que se trate de descargas silenciosas y por capas, que se produzcan en la atmósfera enrarecida de las grandes altitudes. A veces, y sobre todo en la zona tropical, el rayo reviste la forma de relámpago de bola. Se percibe una *bola* luminosa de unos treinta centímetros de diámetro, que se mueve lentamente, pasando por entre los objetos próximos al suelo y permanece visible durante algunos segundos, para desaparecer después por medio de una explosión. Este curioso fenómeno no se ha explicado de un modo satisfactorio. Según un sabio moderno, en la trayectoria del relámpago, hay *ionización* del aire, y en este caso, el relámpago en *bola* sólo sería parte o *forma terminal* que afectaría *excepcionalmente* el relámpago ordinario.

Durante el período tempestuoso se observan pequeños penachos luminosos, conocidos con el nombre de *fuego de San Telmo*, en las puntas de los árboles, en los extremos de los mástiles de los buques y en las cimas de las montañas. Entonces todos los objetos puntiagudos aparecen rodeados de una luminosidad azulada como la de una llama.

Uno de los efectos del rayo es el de calentar algunas veces hasta el rojo, los cuerpos conductores. Los cuerpos malos conductores se rompen o se deterioran.

El trueno es el ruido que produce la chispa del relámpago. Cuando el relámpago salta cerca del observador, ésta empieza por oír chasquidos agudos, propios de las pequeñas chispas que se ramifican alrededor del tronco de descarga, en seguida oye el violento golpe seco de la parte principal de la chispa, y después el redoble que sigue, debido a

las ramas secundarias, así como los ecos de las nubes próximas o en los objetos terrestres. Se puede medir aproximadamente la distancia en kilómetros a que se encuentra una nube tempestuosa de la cual salte el relámpago, tomando el tercio del número de segundos transcurrido desde la observación del relámpago a la audición del trueno.

Auroras boreales.—Son descargas eléctricas que se producen en las altas regiones de la atmósfera. Parece verosímil que dependan de las condiciones magnéticas de la tierra y del sol. En las altas latitudes se manifiestan principalmente durante los meses de marzo y octubre, por la aparición, cuando el cielo está despejado, de arcos de estrías luminosas blanquecinas, amarillas, verdes y rojas. El brillo de las estrías centellea frecuentemente, y se producen una especie de vibraciones dirigidas en el sentido de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Se ha estimado en *doscientos kilómetros* la altitud de las capas donde tiene lugar el fenómeno, que todavía no se ha explicado de un modo satisfactorio.

Las perturbaciones atmosféricas y la telegrafía sin hilos (T. S. H.).—Varios autores han puesto en evidencia la correlación entre los fenómenos meteorológicos y las perturbaciones que influyen sobre los receptores radiotelegráficos conocidas con el nombre de *parásitos atmosféricos*. Además se ha observado que estos fenómenos se producen en particular en las montañas elevadas. Resumiendo las observaciones hechas por eminentes meteorólogos, el aire polar, origen de las perturbaciones meteorológicas, lo es también de las electromagnéticas. En cambio, el aire ecuatorial se caracteriza a la vez por su estabilidad meteorológica y también electro-magnética. Se puede admitir, además, que la producción de los *parásitos atmosféricos* resulta favore-

cida por la rápida evaporación de las capas de nieve de las grandes altitudes y por la *ionización* de la nieve bajo la acción de los rayos *ultravioleta* que producen al mismo tiempo su activa volatilización. Así se explicarían ciertos parásitos observados en tiempo frío y seco, después de una nevada que presenta gran superficie a la acción de los rayos solares.

Tornados americanos y trombas marinas.—La palabra tornado se aplica propiamente a las violentas tempestades que se registran en la zona tropical de la costa occidental de Africa (Senegal, Golfo de Guinea). Estos meteoros son, como hemos indicado, muy violentos y van acompañados de lluvias torrenciales.

Los norteamericanos emplean por extensión el nombre de *tornado*, para designar remolinos de pequeñas dimensiones que evolucionan en el cuerpo de un sistema tempestuoso. En Europa se conocen con el nombre más vago de *trombas terrestres*. Parece, sin embargo, más conveniente reservar el nombre de *tornados* para el meteoro terrestre y dar el nombre de *trombas* para las mismas perturbaciones cuando se producen en el mar.

Los *tornados* se presentan en forma de un fenómeno dinámico, debido al rápido ascenso de una columna de aire caliente y muy húmedo en el cuerpo de una tempestad o de una línea de turbonadas. El diámetro del meteoro es de unos centenares de metros, y su dirección en el hemisferio Norte es hacia el Este o el Nordeste, y su velocidad sesenta kilómetros por hora, y rara vez duran más de una hora. La violencia del viento es enorme y en forma de torbellino, arranca árboles, destruye edificios, etc. Pero estos perjuicios son debidos también a la formidable depresión que acompaña el torbellino. Los techos de las casas se levantan

tan y las paredes revientan por efecto de la presión interior cuando le pasa el tornado por encima; también puede haber pedriscos y gran intensidad de manifestaciones eléctricas. Es muy curioso el que los tornados o trombas terrestres tengan predilección por determinadas regiones. Así, en Europa, son más bien raros. En cambio en los Estados Unidos, son frecuentes en el valle del Mississippi (Kansas, Iowa, Illinois). Se cita el caso célebre del 19 de febrero de 1884, en que se observaron cuarenta tornados seguidos. Son más raros en el centro de Estados Unidos.

En *Australia* son frecuentes los tornados sobre todo al Sudeste del continente (Victoria), debiéndose al recalentamiento de las mesetas desiertas del interior, así como en el Mississippi tienen origen en la situación de esta región respecto a la formidable caldera constituida por el Golfo de México. No hay reglas para la previsión de los tornados.

Trombas marinas.—Son tornados marinos observados especialmente en las costas o en sus proximidades en la región de las calmas ecuatoriales. Empiezan formándose una bolsa debajo de una nube tempestuosa. Esta bolsa desciende formando un tubo, progresivamente hacia el mar, cuyas aguas saltan a borbotones hasta formar una columna que se une con el tubo descendente. Aunque aparentemente estos torbellinos absorben el agua del mar, están formados casi en su totalidad por agua dulce. Por consiguiente hay que admitir que son debidos a la condensación rápida del vapor de agua atmosférico. Se han observado trombas múltiples separadas por un pequeño espacio (junio de 1922, en el lago Victoria Nianza; marzo de 1923, en las calmas ecuatoriales del Atlántico).

Las trombas se observan en los mares calientes y en

calma; también son frecuentes en invierno en el Noroeste del Atlántico, en la trayectoria de la corriente del golfo. Algunos pretenden que en el centro del tubo de vacío de la tromba existe una corriente descendente de lluvia.

PREVISION DEL TIEMPO

Existen un gran número de refranes populares sobre la previsión del tiempo, repetidos por agricultores y marinos. Sin negar que algunos tengan parte de verdad, otros no son más que supersticiones. Además, estos refranes varían mucho con las regiones, lo cual demuestra que tienen su origen en observaciones locales, resultando peligroso el aplicarlos en todas las ocasiones y lugares.

Muchos de ellos son la interpretación popular de un principio científico; por ejemplo: "hace mucho frío para que nieve", "hace un tiempo excesivamente espléndido para que dure".

Otros se basan en un fenómeno real de observación, pero que no lleva en sí de un modo fatal, el que se realice la predicción anunciada, y esto ocurre con los numerosos pronósticos de lluvia. Los dolores reumáticos, la humedad de las casas, la falta de tiro en los hornos, las chimeneas que revocan, los velos de cirrus, las coloraciones del cielo, indican evidentemente una aportación de masas de aire caliente y húmedo y un incremento del estado higrométrico; pero no son prueba de que la lluvia sea segura.

Los refranes referentes a los vientos, son muy numerosos, pero están muy lejos de ser infalibles. Así, el antiguo dicho de que los vientos giran como el sol, o sea, de Este a Oeste, pasando por el Sur, sólo es verdadero al Sur de un ciclón; si el observador está al Norte del ciclón verá que los vientos giran pasando por el Norte.

De una manera general, todas las previsiones basadas en la observación local, tanto en el mar como en tierra (barómetro, estado del cielo, estado del mar), conducen unas veces a error y otras a impresiones de lugar y tiempo. En suma, estos métodos aproximados consisten en adivinar la carta del tiempo en lugar de trazarla experimentalmente. Se concibe que en esta forma las conclusiones se basan a menudo sobre hipótesis inexactas. Además, en general, esta previsión es a cortísimo plazo.

Supongamos, por ejemplo: un observador que se encuentra en una zona de buen tiempo. No tendrá medio de apreciar lo que vaya a durar su situación. Si en un momento dado la observación local le indica un cambio de tiempo (por ejemplo, baja barométrica, velo de cirrus), tampoco podrá conocer de antemano el grado de violencia del meteoro que atravesará, ni la duración de este fenómeno. Hasta muy tarde no podrá darse cuenta de su posición con respecto al meteoro, posición de la cual dependerá la intensidad de los vientos y el sentido de sus variaciones en dirección.

Por lo que se refiere a los estados del cielo, la previsión local parece de igual modo científicamente imposible. En efecto, cuando un sistema de nubes pasa por un lugar, se observan en él las diferentes fases del fenómeno de paso; esta traza local del sistema de nubes es al fenómeno integral considerado en el espacio, como la curva del barómetro registrador, es a la carta de isóbaras (líneas de igual presión).

A primera vista parece como si hubieran de poderse prever las sucesivas transformaciones del cielo, pero prácticamente, el observador aislado no podrá apreciar la duración de las fases sucesivas del paso, ni tampoco el intervalo que haya de trascurrir entre dos pasos sucesivos. De la

misma manera, como puede afirmarse que "siempre llegará un día en que el buen tiempo suceda al malo", se pueden anunciar también las sucesivas transformaciones del cielo, pero sin precisar el momento en que se producirán estos cambios (lluvias, claros, turbonadas, retorno al cielo despejado). A este respecto hemos indicado ya que la observación de las nubes altas no puede tomarse como indicación de mal tiempo o lluvia.

En resumen, tanto en el mar como en tierra, conviene desechar la leyenda de que es posible una previsión del tiempo tomando como base la observación local. La previsión del tiempo no es posible más que en una estación central donde se materialicen gráficamente los fenómenos. Allí, se fija en el espacio la distribución de los valores que toman las diferentes variables del tiempo y se ve el fenómeno en su conjunto, procediendo a su análisis.

Entre las previsiones especiales hay que distinguir las de los ciclones tropicales, de las tormentas trombas o tornados, heladas, olas de calor o frío y nieblas.

Durante el período caluroso y en la época de inversión de los monzones, el encargado de la previsión deberá ponerse en guardia tan pronto como aparezca en la región tropical una variación anormal. La dificultad está en prever el fenómeno antes de que nazca.

Los sondeos aerológicos prestan gran ayuda en este caso, tanto para presentir la formación de la tempestad, como para indicar luego su trayectoria probable. Una vez que haya entrado el ciclón en movimiento, se podrán aplicar las nociones teóricas ya expuestas.

Un ejemplo clásico de los ciclones, son los que tienen su centro en el Atlántico Septentrional al Este de Terranova, se prolongan hacia el Sudoeste en forma de V, bor-

deando la costa americana de Hateras a Cuba. El paso de la débil bajada provoca tormentas desde las Bermudas hasta las Bahamas. El mismo régimen de los alisios es alterado en el mar de las Antillas por influencia de estas ondas a pesar de su poca amplitud; vemos, pues, que en el mar se mueven las zonas tormentosas extendiéndose su influencia hasta las bajas latitudes y hasta gran distancia del centro de perturbación.

La previsión de las tormentas presenta en determinados casos un interés especialísimo. Tal sucede con las regiones pobladas de grandes bosques, donde el rayo provoca frecuentemente incendios cuando la sequía ha preparado el terreno para su propagación. A este respecto los norteamericanos crearon un sistema especial de avisos y vigilancia en sus distritos forestales (California, Carolina y Tennessee).

Las heladas, al igual que las olas de frío pueden preverse fácilmente, puesto que tienen lugar a la llegada de un fuerte núcleo polar que produzca la invasión de un continente por el aire frío que se extienda hasta las latitudes bajas (Nortes del Golfo de México). En determinadas regiones habrá que tener en cuenta influencias esencialmente locales. Las olas de calor se presentan en la orilla de un anticiclón cuando se promueve una fuerte aspiración de aire tropical hacia el sector caliente de un ciclón o hacia una zona fija de bajas presiones.

Como la previsión de brumas y nieblas lleva aparejada la previsión de la visibilidad, resulta delicada especialmente en tierra. Es necesario tener en cuenta la situación general de la atmósfera (Barómetro), así como las influencias locales, diurnas y estacionarias (efectos orográficos, nieblas de los valles, brumas bajas nocturnas y matinales).

La utilidad de las previsiones especiales ha aumentado con el desarrollo de la navegación aérea. Todos los servicios meteorológicos se esfuerzan en proporcionar a los aviadores y aeronautas, detallados informes acerca del tiempo que encontrarán a lo largo de las grandes rutas aéreas.

INTERCAMBIO INTERNACIONAL DE LOS INFORMES METEOROLOGICOS

En meteorología las primeras tentativas de cooperación internacional, datan de 1853. Sin embargo, antes de la guerra de 1914, no se adoptó ninguna organización general uniforme. Únicamente existían algunos acuerdos aislados entre ciertos servicios meteorológicos para el intercambio de algunos informes por telégrafo. Así, por ejemplo, en 1886 comenzó la transmisión cotidiana a París de las observaciones norteamericanas, en virtud de un acuerdo adoptado por el Comité Meteorológico Internacional reunido en París en setiembre de 1885.

La primera conferencia reunida en 1919 también en París, estableció el reglamento para la organización meteorológica internacional. En esta conferencia se decidió que cada país transmitiese por telegrafía sin hilos, el resultado de las observaciones meteorológicas realizadas en sus estaciones, se acordó el detalle de los informes suministrados las horas y las claves empleadas. Finalmente, fijó la longitud de onda de las estaciones emisoras. Esta organización fué definitivamente reglamentada en las conferencias internacionales de telegrafía meteorológica de Londres (1920 y 1921), a las cuales fueron invitados representantes de todas las naciones de Europa. En la actualidad funciona de una manera muy regular asegurando la difusión de todos los informes meteorológicos. Paralelamente a estas *emi-*

siones nacionales, se decidió que la torre Eiffel emitiese tres horas después de cada observación un resumen de los informes sinópticos de Europa, Norte de Africa y Atlántico Oriental. Estos telegramas son conocidos con el nombre de *meteos Europa*. Las observaciones de Europa son repetidas por otras emisoras (Alemania, Gran Bretaña, Rusia, España, Italia, etc.).

En España, el servicio meteorológico español emite todos los días, tres series de observaciones sobre la situación atmosférica de la Península, Canarias y Marruecos, sucesivamente de las estaciones de Caranbanchel (2650 m.), y Prado del Rey (13870 m.), ambas con el indicativo E. G. C. Las horas de emisión 8 h., 20; 15 h., 20; 19 h., 20. El servicio meteorológico de Cataluña, por telefonía sin hilos y valiéndose de la estación Radio-Barcelona (E. A. G. I. 344, 8m.), da diariamente dos partes: uno a las once horas y otro a las veintiuna, detallando el estado del tiempo en Europa y principalmente en el Mediterráneo Occidental, con una previsión para las doce horas siguientes. Entre once horas y once y treinta horas, algunas estaciones regionales dan un *meteo aviación*.

En México, la estación de Chapultepec da el *meteo-México*. Expone la situación de los diferentes puertos de las costas americanas del *Pacífico*, del golfo y de varias ciudades del interior. Una parte redactada en lenguaje vulgar de la previsión del tiempo.

Chile emite un *meteo-Chile* por la estación de Valparaíso.

Uruguay por la estación del *Cerrito*.

Brasil reasume las observaciones de la América del Sur por los *meteos-lópez*; estación de *Río Janeiro*.

Todos los países han generalizado las emisiones de in-

formes y previsiones meteorológicas por T. S. H. o radio-telefonía.

También existen estaciones radiotelegráficas a bordo de los buques.

APENDICES

NOCIONES DE OCEANOGRAFIA

El estudio de los océanos se practica sobre todo por medio de sondeos. Estas operaciones pueden tener por objeto estudios geográficos (determinación de la profundidad de los mares geológicos, naturaleza y composición de fondo), o físicos (temperatura y composición de las aguas intermedias). Los manuales de navegación describen los aparatos empleados por los marinos.

EL AGUA DEL MAR

El agua del mar no sólo contiene sales minerales, sino que también existen en ellas seres muy pequeños, vegetales o animales que constituyen lo que se llama *Plankton*.

Se llama salinidad a la proporción en peso de las sales contenidas en el agua. Estas sales son principalmente cloruro de sodio y otros varios, sulfatos y yodo, que es fijado por los vegetales. Para un kilogramo de agua de mar, en general se da la composición siguiente:

	Gramos
Agua pura	965.0
Cloruro sódico	26.5
Cloruro de magnesio	3.5
Sulfato de magnesio	2.5
Sulfato de calcio	1.5
Cloruros, bromuros y yoduros	1.0
El peso de las sales es	35.0

La densidad media del agua del mar es 1.028 y varía con la salinidad. La salinidad varía con la evaporación y con la afluencia de agua dulce (ríos, lluvias, fusión de los hielos, iceberg). Es mayor en las regiones tropicales y en las proximidades de las costas recalentadas del desierto (Atlántico tropical a lo largo de la costa del Sahara).

Por estas razones en el Mediterráneo llega a 38 milésimas y sube hasta 40 en las costas de la Tripolitana. La máxima en el Mar Rojo (44). Por el contrario, en los mares cerrados, sometidos al régimen climatológico continental y que reciben grandes cantidades de agua dulce, la salinidad es mínima. En el mar Negro es de 10 milésimas y en el Báltico sólo de 5.

En un mismo paraje la salinidad puede variar con las corrientes marinas. Algunos llaman *isosálicas* las líneas que unen los puntos que tienen la misma salinidad.

La característica térmica del agua del mar, es su gran calor específico que desempeña el papel de regulador, haciendo que la temperatura sea casi constante. El agua del mar posee además un poder absorbente muy pequeño para el calor radiante.

Por estas dos razones, las variaciones diurnas y anuales de la temperatura del agua del mar en la superficie de los mares son muy pequeñas. La variación diurna en alta mar, es de un grado, incluso en las regiones intertropicales; la máxima diaria es a las 16 horas. La variación anual, por término medio no pasa de tres a cinco grados (ocho grados en el Atlántico, al Norte de Las Azores). En el Atlántico el máximo anual es en agosto, y en las proximidades del ecuador llega a alcanzar veintisiete grados. Las mayores temperaturas se encuentran en el Golfo de México (31 grados), y en el Mar Rojo (32).

Color del agua del mar.—En pequeñas cantidades es azul y este color se acentúa cuanto más salada es. Así las corrientes calientes de *Kurosivo* y del *Gulf Stream* son muy azules. El color del agua del mar se modifica por los cuerpos que lleva en suspensión, ya sean limos (aguas verdes de la Mancha), o animalúculos o vegetales (mar Rojo, mar Encarnado, Golfo de California). También influye en el color del mar el estado del cielo y la agitación.

La transparencia del agua del mar varía con la limpidez y la agitación. El límite medio es de cuarenta a cincuenta metros, aunque en determinados parajes sea mayor (mar Jónico, Golfo Juan). Cuando el mar está movido, se puede examinar la transparencia usando el *anteojo de calafate*, consistente en una caja cuyo fondo es una placa de vidrio; al hundirla se suspende la agitación y se puede ver dentro del agua a algunos metros (de 3 a 5).

La fosforescencia es un fenómeno que se produce de un modo especial en los mares tropicales; es debido a la presencia de *Plankton* en el agua (radiolarios rizopopodos silíceos), y unas algas particulares llamadas diatómeas, que en ciertas condiciones de temperatura y de vida son organismos fosforescentes. En los días de calma de la zona tórrida, como consecuencia de la superabundancia de *Plankton* el agua toma un tinte lechoso. La fosforescencia se activa por la agitación local (batida de remos, estela de buques, paso de grandes peces).

LOS HIELOS FLOTANTES

Los hielos arrastrados por las corrientes marinas hasta las latitudes medias, tienen muy distintos orígenes. Hay que distinguir entre los campos de hielo *icefields* o *icefloes* por una parte y los *iceberg* por otra.

Los primeros están formados por hielos de agua salada y proceden de la desintegración de los bancos polares (pack). Los segundos son trozos desprendidos de los inmensos glaciares que cubren los continentes ártico y antártico (Groenlandia, Antártida, etc.), y están constituidos por agua dulce.

Como consecuencia de la catástrofe del *Titanic*, hacia fines de 1912, se convocó una conferencia en Londres, a la cual fueron invitadas las naciones marítimas. El 20 de enero de 1914 se llegó a un acuerdo encaminado a salvaguardar la vida de los navegantes.

LOS MOVIMIENTOS DEL MAR

Unos son periódicos (mareas, olas de leva), otros son irregulares o accidentales (cabrilleo, macareo, olas sísmicas); por último los que resultan de la traslación general (corrientes).

Las olas sísmicas son producidas por una sacudida submarina que generalmente va acompañada de temblor de tierra continental o erupciones volcánicas.

En 1775, la ola sísmica de Lisboa, junto con el temblor de tierra, causó 25000 víctimas. En Mesina (1908), Chile (1922) y Japón (1923), la ola sísmica produjo verdaderas catástrofes. En el Pacífico son muy frecuentes y ellas explican la desaparición de ciertas islas de la Polinesia. Cítase la ola de traslación provocada por las sacudidas submarinas del volcán Krakatoa (Estrecho de la Sonda); se propagó con velocidad de trescientas cincuenta a cuatrocientas millas por hora.

LAS CORRIENTES MARINAS

Los movimientos de traslación del agua pueden clasificarse en los siguientes grupos:

Primero.—*Corrientes periódicas* (corrientes de marea, regulares y locales, más o menos violentas según la marea, y más o menos caprichosas según la forma de la costa (torbellinos del Malstrom, de Caribdis, de Blanchard).

Segundo.—*Corrientes occidentales*, generalmente superficiales y temporales producidas por la acción de los vientos fuertes. Estos fenómenos en casos determinados se suman a las mareas. Así, en los puertos de la Mancha, cuando soplan vientos del Sudoeste, se nota una mayor altura de las pleamares. En Prest, el agua invade los muelles cuando se acentúan las grandes mareas por los vientos duros del Oeste. En Tolón donde ordinariamente la amplitud es muy poca, se producen mareas de viento cuando reina fuerte brisa de levante.

No son los vientos según la meteorología moderna las causas de las corrientes oceánicas, sino la variación de peso específico, que a su vez depende de la salinidad.

Principales corrientes.—Al Norte del ecuador se encuentra una corriente ecuatorial llamada ecuatorial del Norte, se dirige hacia el Oeste y atraviesa el océano, desde las islas de Cabo Verde hasta las Antillas.

El Gulf Stream.—Su origen es el Golfo de México que forma un recinto cerrado con dos aberturas: el canal de Yucatán, muy profundo, y el de la Florida, poco profundo.

Tiene tres ramas: la corriente principal, o sea el Gulf Stream propiamente dicho; la rama Noroeste; y la rama

oriental. El Este de Terranova tiene otra división en tres ramas: la Nordeste, Este y Sudeste.

En el Atlántico se encuentra la corriente de los mares del Sur con tres ramas: la corriente de Benguela; de Georgia y contra-corriente de Falkland.

En el Pacífico están las que origina el *Kuro-Sivo* o río Negro del Japón; la corriente de *California*; la de *Kamtchatka* y otras que proceden de varias *islas de Oceanía*.

El Océano Indico.—Tiene la corriente de *Mozambique* y la de las *Agujas*. Con respecto al *Gulf Stream* podemos decir que ejerce benéfica influencia desde el punto de vista climatológico, pues eleva la temperatura media, lo mismo en su trayectoria que en las costas que baña. En general, las corrientes marinas ejercen también su acción en la formación de los ciclones atmosféricos.

Alturas de Costa Rica - 1934

Por VICTOR GONZALEZ R.

A

	Metros
Alajuela	950
Alajuelita	1140
Aquiaries	675
Antonio San (Escasú)	1260
Antonio San (Nicoya)	50
Antonio San (Belén)	912
Antonio San (Puriscal)	1180
Antonio San (Desamparados)	
Angeles Los (S. R. de H.)	1517
Angeles Los (S. Ramón)	1130
Ana Santa	975
Aserrí	1317
Arcángeles (Escasú)	1437
Abejonal (Dota)	1887
Atenas	740
Amo El (Gte.)	206
Animas Las (Gte.)	191
Arancibia, F. C. al P.	6
Achiote Rancho (Poás)	2245
Agua Caliente (Ctgo.)	1304
Agujas Las (Ptnas.)	3
Alcatraz Isla	185
Angostura de Turrialba	532
Arenal de Cartago	1180
Angeles de Cartago	2525

Metros

Alto de Ochomogo	1539
Alto del Tablazo	1820
Alto Estrella	1213
Alto Roble	2839
Alto Baraja	3000
Alto Conquista	289
Alto Quizá	2456
Alto Villegas	1370
Alto Guardia	1200
Alto Pito	834
Alto Cruz	1698
Alto División	2758
Alto Mano Tigre	729
Alto de la Palma	1554
Alto Palma-Atenas	1130
Alto del Carrizal	1350
Alto de Guararí	1515

B

Balsa, F. C. al P.	423
Boruca	530
Buenos Aires	355
Barranca, F. C. al P.	30
Boca Banano (Limón)	3
Boquerón (Atenas)	731
Barba	1295
Barbacoas	
Balsa (San Ramón)	1210
Barba Laguna	2755
Blanco, Pico	2935
Bárbara Santa (Heredia)	1286

	Metros
Berlín (San Ramón)	1210
Birris, Sitio (Ctgo.)	2900
Buena Vista, Pobl. de Alaj.	929
Boruca Cerros	2307
Buena Vista, Cerros	3480
Baraja Cerros	1670
Bustamante Cerros	2420
Barroeta (Atenas)	737
Blas San (Gte.)	840
Barranca, Cementerio	11
Bernardo San, Camino de Coronado a Sta. Clara	1440

C

Curridabat	1225
Cartago	1436
Cebadilla, F. C. al P.	
Copey	1863
Ciruelas, F. C. al P.	810
Cascajal, F. C. al P.	114
Ceiba, F. C. al P.	131
Coyolar, F. C. al P.	179
Concepción, F. C. al P.	285
Corralillos (General)	1687
Cairo, F. C. al P.	94
Pto. Coco (Limón)	4
Carlos San	161
Colorado	471
Cañas Dulces (Gte.)	650
Cruz La (Gte.)	246
Corralillos (Alaj.)	957

	Metros
Crifo Alto	1100
Concepción (Naranjo)	1210
Chacarita La (Pta.)	6
Caldera, F. C. al P.	5
Cañas Las (Gte.)	96
Concepción (San Ramón)	1300
Concepción (Cartago)	1357
Concepción (Alajuela)	
Cachí (Cartago)	975
Concordia (Sarapiquí)	1900
Candelaria (San Ramón)	1100
Corralillos (Cartago)	1644
Carrizal (Alajuela)	1350
Cervantes (Cartago)	1485
Cidra (Paraíso)	
Capellades (Cartago)	1650
Cruz Sta. (Turrialba)	1390
Cañas Gordas (Osa)	1170
Coto (Pueblo Nuevo)	10
Concepción (S. R. de H.)	1500
Cot (Cartago)	1843
Coronado San Isidro (T. de P. N.)	1420
Cebadilla, F. C. al P.	537
Cambalache, F. C. al P.	22
Cabezas, F. C. al P.	7

CAMINO DE SAN JOSE A EL GENERAL

EXCURSION RUDIN

	Metros
San José	1168
Polvorero	1460
Alto Tablazo	1820
Río Conejo	1559
Pob. El Tigre	1529
Pob. Las Ramadas	1249
Los Frailes	1562
Alto Abejón	1848
Río Cachimba	1500
San Marcos	1404
Río Garita	1475
Sta. María	1530
Alto Copey	1940
Copey	1786
Ojo de Agua	2580
Calera de las Vueltas	2950
Dos Amigos	2946
Ojo de Agua Pob.	2849
Tres Picos Alto	3120
Jabancillo	3016
Cerros La Placa	3331
Cerros Muerte	3402
Cerros Páramo	3040
Cerros Jilguero	2962
Cerros División	2362
Lagunilla	1900
Alto Palmital	1505
Río Buena Vista	856

	Metros
Río General	839
Casa Méndez	735
El General	667
Quebrada Hermosa	604
Río General	574
Río Peñas Blancas	568
Río San Pedro	552
Río Convento	552
Volcán	407
Río Angel	388
Quebrada Achiote	292
Térraba	345
Boruca	530

CAMINO DE SAN ISIDRO CORONADO A JERICO

SANTA CLARA

Quebrada Honda	1500
Río Macho	1700
Las Nubes	2250
Quebrada Santa Rosa	1920
Río Blanco	1900
Río General	2100
Camino Cartago (cruce)	2440
Casa de Pérez	2040
La Esperanza	1870
San Luis	1600
San Bernardo	1440
La Paz	1030
Jesús María	620
San Lucas	420
Jericó	240

D

	Metros
Dos Amigos	2946
Desamparados	1182
Domingo Santo	1160
Desengaño	1880
Desamparaditos (Puriscal)	1125
Desmonte (San Mateo)	488
Dota	1700
Dulce Nombre (Cartago)	1280
Domingo Sto. (Roble)	1408

E

Escasú	1144
Escobal, F. C. al P.	379
Electriona, F. C. al P.	980
Escasú (Cerro)	2110
Esparta	229
Eulalia Santa (Atenas)	820
Esquipulas (Palmares)	1130
Esperanza Ranchos de La (Camino San Isidro a Sta. Clara)	1870

F

Francisco San (Cartago)	1338
Frailles (Cartago)	1562
Florencia (Cartago)	810
Francisco, Guadalupe	1150
Filadelfia, Guanacaste	46
Francisco San, Heredia	1180
Fraijanes, Alaj.	1700

G

	Metros
Guadalupe de Goicoechea	1220
General	667
Gutte Noffnung de Limón	40
Guápiles	300
Grecia	1100
Guayabo, F. C. del N.	520
Garita La (Alajuela)	600
Guadalupe de Cartago	1360
Gabriel San de Goicoechea	
Getrudis de Grecia	1096
Guácimos de Atenas	774
Guatuso, Comandancia	60
Gloria La, F. C. al N.	941
Gabriel San de Aserrí	1354

H

Heredia, T. de P. N.	1152
Humo Pto.	5
Higuito, Desamparados	1235
Hacienda Vieja, F. C. al P.	261
Hatillo	1135
Hervidero (Cartago)	
Hidalgo, F. C. al P.	115

I

Infiernillo, F. C. al N.	975
Isidro San, Grecia	1106
Isidro San de Conejo	1323
Isidro San de Heredia	1360
Isidro San, Coronado	1420

J

	Metros
Juan Viñas	1025
Juan San, Poás	1390
Juan San, Tibás	1198
Juan San, San Ramón	
Juan San, Sta. Bárbara	
José San de la Montaña	1639
José San, Alajuela	84
José San, Atenas	
Joaquín San, Heredia	1070
Jaris	852
Jesús María, F. C. al P.	16
Jesús, Atenas	
Jerónimo, Moravia	1356
José San (Capital)	1180
Juntas, F. C. al N.	73
Juanillo, Puriscal	1130
Juanillo, Naranjo	1485
Jicotea, Pobl.	740
Jesús María, F. C. al P.	17
Jesús María, Ranchos, camino de Coronado a Santa Clara	420
Jericó, Sta. Clara	240

L

Luis San de Turrubares	330
Limón	3
Liberia de Guanacaste	151
Lagarto de Guanacaste	123
Laguna del Volcán Poás	2525

	Metros
Lechería del Volcán Poás	2180
Lomas, F. C. al N.	266
Laguna de San Carlos	1772
Llano Dulce Nombre (Cartago)	
Luis San, Ranchos, camino San Isidro a Sta. Clara	1600
Legua de Aserri (Altos)	1650
Legua de Aserri (Bajos)	1052

N

Naranjo	1187
Nicoya	140
Nubes Las (Coronado)	1900
Nuestro Amo, F. C. al P.	
Nosara	700

M

Mano Tigre, General	654
Marcos San, Tarrazú	1400
María Sta., Dota	1530
Matina, F. C. al N.	17
Miguel San, Aserri	1240
Mercedes, F. C. al N.	102
Mateo San	320
Miguel San, Naranjo	1090
Mercedes, Puriscal	1180
Matambú, Guanacaste	320
Mata Limón, F. C. al P.	7
Mastate, F. C. al P.	192
Marichal, F. C. al P.	255

	Metros
Mata de Plátano	
Miramar	350
Montes de Oca	1350
Moravia, San Vicente	1250
Maderal, San Mateo	640
Miguel San de Desamparados	1228
Mina Montezuma	640
Mina Trinidad	566
Muñoz, F. C. al P.	133
Miguel Sur San, Santo Domingo	1260

O

Ojo de Agua, F. C. al P.	836
Orotina, F. C. al P.	228
Orotina, General	2849
Orosi, Guanacaste	1110
Ojo de Agua, Aserrí	1940
Orosi, Cartago	1600

P

Paraíso, Cartago	1400
Puriscal	1127
Palmitos, Naranjo	1080
Palmares	1088
Piedades, Puriscal	1262
Pavas	
Puntarenas	
Pozón, F. C. al P.	154
Planta Purificadora	157
Pacayas, Cartago	1170

	Metros
Palmar, General	570
Pedro Unión San, Sarchí	
Pacuaca, Villa Colón	850
Pedro San, Puriscal	330
Plan Rivera, Barba	1967
Pedro San de Mojón	1212
Pedro San, Poás	1175
Picagres	750
Piedras Negras	617
Pizote, San José	1742
Potrero Cerrado, Cartago	2150
Pablo San, Turrubares	250
Pablo San, Tarrazú	1500
Puriscal, Santiago	1200
Pascuas, F. C. del N.	1550
Palmares, General	624
Peralta, F. C. al N.	332
Pablo San, Dota	1506
Palmira, Alfaro Ruiz	1976
Pan de Azúcar, F. C. al P.	18
Paz La, camino de Coronado a Sta. Clara	1030

Q

Quebrada, F. C. al N.	400
Quebrada Honda, F. C. al N.	1040
Quebrada Grande, Zaragoza	970
Quirimán, Guanacaste	210
Quebradas, F. C. al P.	346

R

Rafael San de Heredia	1311
Rafael San de Oreamuno	1450

	Metros
Rafael San de Ojo Agua	844
Rafael San de Esparta	200
Rafael San de San Ramón	1030
Rafael San de Cedros M. de O.	1341
Rita Santa, F. C. al P.	670
Ramadas del General	1554
Rodeo El	780
Río Grande, F. C. al P.	489
Ramón San	1050
Rosa Santa, Guanacaste	353
Río Segundo, Alajuela	1000
Rosario, Atenas	900
Roble El, F. C. al P.	6
Rioja, F. C. al P.	14
Rincón Salas, Tacaes	
Repasto Cac., Turrialba	713
Rosario de Aserri	1502

S

Salitral, Santa Ana	1090
Sánchez, F. C. al N.	1250
Sanatorio	2310
Santiago, F. C. al N.	1116
Sipurio, Limón	60
Sarapiquí y Azufre, Confluencia	1656
Siquirres, Limón	60
Sarapiquí	835
Santiago Este, Alajuela	1078
Sabanilla, Mojón	1045
Santiago, Palmares	1126
Sarchí, Grecia	1088

	Metros
Santiago, Puriscal	1230
Santiago, San Ramón	
Santa Ana, Alajuela	990
Salinas, F. C. al P.	9
Sitiales	738
Sabanilla, Alajuela	1200
Sardinal, Guanacaste	20
Sabanilla de Acosta	1120
Sánchez, F. C. al P.	778
Siquiaries, F. C. al P.	709

T

Turrialba	624
Tucurrique	905
Turrúcares, F. C. al P.	644
Tres Ríos	1463
Térraba	345 y 367
Tigre El, General	1529
Tacares, Grecia	815
Toro Amarillo, F. C. al N.	276
Tierra Blanca, Cartago	2090
Torito, F. C. al N.	490
Tornos, F. C. al P.	393
Tuís	690
Tarbaca	1686
Térraba	
Tigre (Pob.), Puntarenas	179

V

Vara Blanca	1683
Villa Colón	903
Viejo Pto. (Sarapiquí)	121

Y

	Metros
Yas El	1210

Z

Zarcelero	1835
Zaragoza (Palmares)	1141
Zapote, Llano de Alajuela	1689
Zapote, General	632

Cerros

Cerro La Muerte	3300
Cerro Páramo	3050
Cerro Gilguero	2967
Cerro Macho Mora	2930
Cerro Las Vueltas 2033, 1033, 2500 y	2974
Cerro La División	2362
Cerro Chirripó Grande 3500, 3000 y	3837
Cerro Chirripó Pequeño	3784
Cerro Pico Blanco	2904
Cerro Cruz Obispo	2775
Cerro Turrubares 1626, 1025 y	1825
Cerro Santa Elena	715
Cerro Buena Vista	3480
Cerro Tablazo	1844
Cerro Concordia	2577
Cerro Carpintera	1880
Cerro Santa Rosa	318
Cerro El Hacha	614
Cerro San Miguel	436
Cerro Ciénega	1320

	Metros
Cerro Conventillos	1200
Cerro Aguacate	1021
Cerro Ojo de Agua	3300
Cerro Quirimán	450
Cerro Cruces	375
Cerro Góngora	1500
Cerro Gallito	1934
Cerro Redondo (Gallito)	1820
Cerro Ujum	3200
Cerro Guardia	1200
Cerro Baraja	1670
Cerro Lajas	962
Cerro Ochomogo	1600
Cerro Pito	834
Cerro La Cruz	1698
Cerro Pando	2000 y 3162
Cerro Colorado	148
Cerro Herubrí	1000
Cerro Kuabata	2230
Cerro Matama	1375
Cerro Pelón	1900
Cerro Pan de Azúcar, Guanacaste	1000
Cerro Zurquí	1890
Cerro Sta Elena, Guanacaste (varios puntos)	543-705 652-419
Cerro Pelado, Guanacaste	720
Cerros San Blas, Península Nicoya	1000
Cerros Habana, Península Nicoya (varios puntos)	790-623 846-500
Cerro El Rey, Puntarenas	1325
Cerro Bustamante	2000

	Metros
Cerro La Hoz	609-500 y 250

Volcanes

Volcán Miravalles	1400
Volcán Irazú	3452
Volcán Irazú el Cráter	3110
Volcán Rincón de la Vieja	1500
Volcán Turrialba	3290
Volcán Tenorio	1786
Volcán Barba	2967
Volcán Poás	2575
Volcán Orosi	1570

Puentes

Puente río Chinchilla, camino a Cot	1675
Puente río Cañas, camino Aserri	1240
Puente río María Aguilar, camino Alajuelita	1120
Puente río Poás, camino a San Pedro	1050
Puente río San Rafael, camino a Santa Ana	1110
Puente río Torres, camino a La Uruca (Sab. Uruc.)	1124
Puente río Espino, camino a Zarcero	1655
Puente río Grande, camino San Miguel (Palm.)	1039
Puente río Grande, camino Acosta	1023
Puente río Agua Caliente, camino a Orosi	1075
Puente río Reventazón, camino a Palomo	790
Puente río Colorado, camino a Atenas	50
Puente río Seco, camino Nozara a Nicoya	60
Puente río Pilas Blancas, Nozara a Nicoya	180

	Metros
Puente río Agra, camino a La Palma	328
Puente río Barranca a los Hervideros	1070
Puente río Virilla, camino San José-Heredia	1075
Puente río Pirro, camino Heredia-San José	1164
Puente río Macarrón, camino a Sarapiquí	1432
Puente río Ciruelas, camino Barba a Sarapiquí	1353
Puente río Virilla, camino S. José a Sto. Domingo	1096
Puente Las Chorreras en Concordia	1780
Tanque Presión cañería San Pedro Mojón	1320
Tanque "Los Cedros", cañería San Pedro Mojón	1341
Puente Ciruelas, F. C. al P.	810
Puente río S., F. C. al P.	835
Puente Quebra Honda (San Isidro a Sta. Clara)	1500
Puente río Macho (San Isidro a Sta. Clara)	1700
Puente Qba. Sta. Rosa (San Isidro a Sta. Clara)	1920
Puente río Blanco (San Isidro a Sta. Clara)	1900
Puente río General (San Isidro a Sta. Clara)	2100
Puente río Grande y río Tarrazú (confluencia)	1006
Puente sobre el río Para (camino Yerbabuena)	1350
Puente sobre el río Virilla, llamado de Amón	1025
Puente sobre el río Virilla, llamado Las Rojas	1070
Puente sobre el río Tibás, llamado puente Zamoras	1110
Puente sobre el río Bermúdez (San Isidro de Coronado a la Y Uruca)	1195
Puente sobre el río Bermúdez, llamado Quintana	1130
Puente sobre el río Bermúdez (de Santo Domingo a San José)	1100
Puente sobre el río Bermúdez, camino Sta. Rosa	1085

Fincas particulares

	Metros
Manuel Madrigal, Gallito de Heredia	1880
Ezequiel Villalobos, San Antonio de Escasú	1600
Rafael Coto, Sanatorio	2375
Enrique Pinto, Nuestro Amo	860
Emilio Piza, Nuestro Amo	820
Félix Delgado, La Angostura	1280
N. Jiménez, San Juan Desamparados	1140
J. M. Barrantes, San Joaquín de Heredia	1165
J. Xirinach, Toro Amarillo	276
Filadelfo Chaves, Turrubares	217
O. Sittenfeld, Peralta	1060
Manuel Acosta, Mont. Acosta Heredia	2140
F. J. Alvarado, La Verbena	1140
Nápoles, Paquita	1560
F. Arias, Rinc. Arias, Grecia	915
Rohrmoser Hnos., Setillal	1282
Finca Irazú, Vol. V. Cartago	2680
Carlos Salazar, San José de la Montaña	1540
Próspero Gómez U., San José de la Montaña	1800
R. Barquero, La Vieja (Laguna)	1147
R. Alvarado, Santiago de Palmares	1232
Sixto Rodríguez. Patio en Zaragoza	1100
G. Morales, San Miguel Naranjo	1128
J. M. Peralta, "El Hollo", Grecia	1042
Carlos González R., Sta. Eulalia, Atenas	820
P. Rodríguez, El Pilón	690
A. González, San Luis Turrubares	420
A. Herrero, "La Argentina", Grecia	825
L. Sanahoya, Crifo Alto	975
Finca Las Animas, Guanacaste	252

	Metros
Finca Tenorio, Guanacaste	164
Fraijanes, Alajuela	1700
G. Niehaus, Nac. Río Rosales	1542
Wilson, Hacienda Catalina	480
Próspero Gómez, "La Margarita", San Miguel Santo Domingo	1207
Carlos Gutiérrez, "La Isabel", Turrialba	738
Fca. Jilguero, en Turrubares	1826

Confluencias de ríos

Dos brazos del río Pará	1500
Pará Grande y Pará	1320
Quebrada Laja con Pará Grande	1350
Ríos Pará y Poró	1360
Ríos Pará y Paracito	1285
Ríos Virilla y Pará	1220
Ríos Virilla y río San Francisco	1025
Ríos Virilla y río Ipís	1020
Ríos Tibás y río Lajas	1220
Ríos Tures y Quebradas	1140

(Todos éstos están al N. E. de Santo Domingo)

Cruces de caminos

- 1300 caminos de Itavos y Tejarcillos (de San Isidro de Coronado a San José).
- 1200 caminos, Canoas y el de San Miguel Norte.