

82
LXXIV

METEOROS

SUMARIO

EDITORIAL	121
OTTO SCHNEIDER y MARÍA ELENA SALUZZI. — Efecto de curvatura en la perturbación residual del geomagnetismo	125
ALBERTO CAGLILO. — Estudio microclimático de pendientes en el sudeste de la provincia de Buenos Aires	134
ENRIQUE LUIS SAMATÁN. — Tabla condensada para la determinación del punto de rocío	150
FEDERICO J. PROHASKA. — Rosa climática de los vientos fuertes de Buenos Aires	160
KURT WEGENER. — Verificación experimental de la constante solar	171
RAIMUNDO CELESTE. — Reconocimiento geotectónico en las inmediaciones de Salto Grande (Entre Ríos)	183
WERNER SCHWERDTFEGER. — Compensación global de la precipitación anual en relación con la producción artificial de lluvias	189
ROBERTO P. J. HERNÁNDEZ. — Proceso de reducción de observaciones de campañas magnéticas	198
BENITO S. COLQUI. — Posibles causas del descenso de la napa freática observado en la zona de Río Seco	206
ARTÍCULOS BREVES: KURT WÖLCKEN, Descripción de una violenta tempestad de polvo, 211. — FEDERICO J. PROHASKA, Estado de los hielos en la Bahía Escocia (Orcadas del Sud)	216
COMUNICACIONES: ARMANDO L. DE FINA, Nueva definición de clima ..	219
NOTAS Y COMENTARIOS: W. SCHWERDTFEGER, Meteorología Antártica, 221. — JUAN J. BURGOS, Nota adicional a "El evapotranspirómetro de Thornthwaite"	223
CRÓNICA	225
ACTUALIDADES	240
RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS	245

REVISTA DE METEOROLOGÍA Y GEOFÍSICA

DEL

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

BUENOS AIRES — (REPÚBLICA ARGENTINA)

MINISTERIO DE ASUNTOS TECNICOS
DIRECCION GENERAL DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL



Ministro
DR. RAÚL A. MENDE

Subsecretario
D. ENRIQUE OLMEDO

Director Nacional de Servicios Técnicos del Estado
GENERAL DE DIVISION OTTO HELBLING

Subdirector Nacional de Servicios Técnicos del Estado
ING. ROBERTO C. DUPEYRON



Director General del Servicio Meteorológico Nacional
CAP. DE FRAGATA (R.) CARLOS NÚÑEZ MONASTERIO

CONSEJO TÉCNICO DE METEOROLOGÍA
(Ley 12945, Art. 5º)

Director General del Servicio Meteorológico Nacional
CAP. DE FRAGATA (R.) CARLOS NÚÑEZ MONASTERIO

Jefe del Servicio Meteorológico del Ejército
MAYOR MANUEL JOSÉ OLASCOAGA

Jefe del Servicio de Meteorología Marítima
CAP. DE CORBETA LUIS MARÍA IRIART

Jefe del Servicio de Meteorología de Aeronáutica
CAPITÁN RODOLFO RAÚL MÁRQUEZ

Director del Servicio Público de Meteorología del SMN
ING. HÉCTOR LUIS SCHINELLI



DIRECCION Y REDACCION DE «METEOROS»
Director: DR. MARTÍN S. CAPPELLETTI

Asesores de la Dirección y colaboradores de la Redacción:
EL PERSONAL CIENTÍFICO Y TÉCNICO DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Secretario de Redacción: AMADO GARY (H.)



METEOROS

REVISTA TRIMESTRAL DE METEOROLOGIA Y GEOFISICA
DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. BUENOS AIRES



La responsabilidad por los artículos firmados corresponde a sus autores. La Dirección se reserva el derecho de aceptar originales y el de darles orden de publicación. La propiedad intelectual queda protegida por la ley 11.723. Reg. Prop. Int.: 347.584.

AÑO I

JUNIO DE 1951

Nº. 2-3

COOPERACIÓN

EL primer número de esta revista ha encontrado en los ambientes científicos del país y del extranjero el eco previsto. No en vano una institución tiene más de tres cuartos de siglo de vida intensa dedicada, generación tras generación, al servicio inmediato y permanente de los intereses del pueblo, a la par que de la ciencia y la técnica universales. En este sentido, el ejemplar inicial de la revista no es sino apenas un reflejo de la fecunda obra que realizan cotidianamente, en el amplio ámbito del país, y en las fases operativa y de investigación, los hombres del SMN y los que con esta institución colaboran.

Hablar de generaciones supone decir que, dentro de la continuidad histórica, en el itinerario del primer organismo meteorológico de la Argentina han de señalarse etapas diferentes a partir de 1872, caracterizadas cada una de ellas por el sello personal de los científicos y técnicos que ejercieron la Dirección e integraron, en unión con las concurrentes jerarquías, la gran "pirámide de trabajo" en que siempre se fundamenta y constituye toda organización digna de tal nombre. Ni ha sido siempre uno mismo, tampoco, el ritmo impuesto al quehacer cotidiano en la primitiva Oficina Meteorológica de fines del siglo pasado y el impreso por los Ministerios de Agricultura, de Aeronáutica, y últimamente por el de Asuntos Técnicos, de los que ha pasado a depender en el transcurso del tiempo el SMN. Pero nadie podrá dudar que en toda época — superando no pocas veces las contingencias más adversas — en el

seno del amplio organismo que hoy extiende su vitalidad hasta los confines del territorio patrio, se trabajó por el bien común de la Nación, porque ésa es, precisamente, la característica esencial de las instituciones meteorológicas: rendir los máximos beneficios al conjunto social que las crea, sostiene y estimula.

Es casi un axioma decir que la mitad de la riqueza argentina está en su clima, y que la otra mitad se halla en su suelo, sus instituciones y sus hombres. Siendo ello así, la reflexión nos lleva a meditar en la amplísima esfera de acción que se presenta a los actuales agentes del SMN y a los futuros. La voz de este momento es cooperación. Cooperación y armonía en todos los órdenes. ¿Con qué fin?

La finalidad es, sin duda, la que da cabal sentido a la vida, y el fin temporal del hombre de la hora presente no puede ser otro que el de contribuir al bien común de su país y, por extensión, al bien general de la humanidad. Este objetivo puede perseguirse incluso a través de la especulación y la aplicación científicas. Hay innumerables facetas que se entrecruzan, en efecto, a la inquietud meteorológica y geofísica: perfeccionamiento de la observación en tierra, mar y aire; transmisión de datos observacionales por medios más rápidos y seguros; perfeccionamiento del instrumental; coordinación de sistemas nacionales e internacionales de información sinóptica; bioclimatología humana; relevamientos microclimáticos de interés agropecuario; pronóstico agrometeorológico; estudio del régimen de evaporación de aguas superficiales; medición de la nieve en la alta cordillera; análisis del régimen de los glaciares; pronóstico de inundaciones; cartas magnéticas; problemas sismológicos; problemas de radiación solar; problemas de clima y suelo; electricidad atmosférica; posibilidades de la lluvia provocada artificialmente; estudio de la baja y alta atmósfera como "camino del aire" para el tránsito aéreo, creciente en velocidad, densidad y alcance; y numerosas otras preocupaciones afines.

Interesa, asimismo, la intervención cada día más eficiente de la Argentina en los grandes congresos mundiales, tales como los que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (UGGI) realizan a grandes intervalos para beneficio de la rama meteorológica y ciencias conexas, como síntesis de los contactos más frecuentes que en el campo operativo y de investigación ejercitan sus miembros a través de la visita, el trabajo en equipo, la comunicación directa, y el intercambio mediante la revista, el libro y otras publicaciones.

En este sentido no puede menos que suscitar la colaboración decidida y plena del mundo meteorológico local la distinción y honor que ha merecido la República Argentina en el Congreso de la OMM cele-

brado recientemente en París. Como se informa en la correspondiente sección de este número, el Congreso, en su reunión del 25 de abril acordó la Vicepresidencia de la Regional III^o al Director General del Servicio Meteorológico Nacional, y las Comisiones Técnicas de Meteorología Agrícola de los países asistentes a estas jornadas otorgaron la Presidencia mundial de dicha rama al Jefe de Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional.

Estas distinciones acrecientan la responsabilidad que de suyo pesa sobre las autoridades y cada uno de los integrantes actuales del SMN, y ha de ser sobrellevada con la satisfacción espiritual que a los hombres rectos les proporciona siempre el cumplimiento del deber, tanto más intensa esta satisfacción cuanto más libremente aceptado sea este deber. Y cabe descontar que no estará ausente del esfuerzo el alto patrocinio del Poder Ejecutivo de la Nación, para cuyo supremo titular la búsqueda de la verdad en los distintos campos de la ciencia y su aplicación intensiva a los diversos planos del quehacer práctico ha de ser una de las finalidades principales de la actividad intelectual y profesional argentina de los próximos años.

De la responsabilidad antedicha, y con igual ánimo de colaboración nacional e internacional, se siente partícipe METEOROS, para quien la función esencial de divulgar la verdad científica ha sido el principio rector de su creación y será el móvil de su futura trayectoria.

EFFECTO DE CURVATURA EN LA PERTURBACION RESIDUAL DEL GEOMAGNETISMO

Por OTTO SCHNEIDER * y MARIA ELENA SALUZZI **

Resumen. — Se analiza el estado característico del campo geomagnético durante los días posteriores a las grandes perturbaciones. La marcha exponencial del proceso de recuperación produce, por su curvatura, un efecto en la amplitud de las variaciones diarias, acusado particularmente por la componente horizontal. Con el fin de apreciar este efecto cuantitativamente, se estudia un conjunto de grandes perturbaciones registradas en el Observatorio de la Isla Año Nuevo, y una fuerte tormenta individual observada en el Observatorio de Pilar. Se demuestra que el efecto de curvatura incide ligeramente en las amplitudes de las variaciones diarias, solar y lunar, durante los primeros días después de las tormentas. La magnitud de este efecto hace necesario tomarlo en cuenta, en forma de correcciones adecuadas, cuando se quieren realizar estudios especiales de las variaciones diarias.

for **Summary.** — Geomagnetic post-perturbation after great magnetic storms is analyzed as for a possible curvature effect, which should be expected to affect the range of daily variations, specially those of the horizontal component, due to the exponential change of the field during recovery. A selected set of heavy perturbations as recorded at Isla Año Nuevo Observatory (New Year's Island) and one intense magnetic storm observed at Pilar Observatory are used to visualize the recovery and estimate the magnitude of the curvature effect. It is shown that this effect produces a slight alteration of the solar and lunar daily variations during the first few days after a storm. Its magnitude is great enough to make corrections recommendable, whenever special investigations on diurnal variations are undertaken.

INTRODUCCION

Por perturbación residual o "post-perturbación" se entiende el estado anormal del campo magnético terrestre durante el período subsiguiente a una tormenta, o fuerte perturbación del geomagnetismo; el término "post-perturbación" se debe a van Bemmelen (1), quien fué el primero en hacer una investigación global de este fenómeno. Sus rasgos generales se hallan descriptos en el manual de Chapman y Bartels (2); en el trabajo (3) se encuentran dos ejemplos tomados de observatorios geomagnéticos argentinos. Se manifiesta esta anomalía por un desplazamiento sistemático de los valores medios que asumen los elementos geomagnéticos durante ese período, recuperando sus valores normales lentamente en los días menos perturbados o tranquilos que siguen a la tormenta. Esta anomalía y recuperación es particularmente pronunciada en los elementos más afectados por la tormenta, o sea la componente horizontal en los observatorios de latitudes geomagnéticas bajas y medias. El fenómeno se atribuye al efecto magnético de una hipotética corriente eléctrica extra-terrestre, que circularía en el plano del Ecuador y sería alimentada, al principio, por una parte de los mismos corpúsculos solares ionizantes que

* Doctor en Filosofía (Geofísica), Universidad de Berlín. Asesor Técnico de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

** Profesora de Matemáticas. De la División Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional.

LA PRESENTE EDICIÓN DE « METEOROS »

A efectos de regularizar la aparición trimestral, la presente edición de la revista lleva los números 2 y 3.

provocan las tormentas geomagnéticas. La desaparición paulatina de los portadores de carga en dicho anillo, por recombinación, explicaría el proceso ya mencionado de la recuperación. Esta teoría, aunque incompleta en sus detalles, explica la distribución del vector de perturbación sobre la superficie terrestre y la simultaneidad universal de los efectos que son propios de la perturbación residual.

En la presente nota, nos proponemos destacar un aspecto particular de este fenómeno, a saber, su influencia en el análisis de las variaciones diarias (solar y lunar) en días tranquilos. Los estudios de estos últimos se basan, lógicamente, en observaciones pertenecientes a días que se hallan afectados, en mayor o menor grado, por la perturbación residual; en efecto, como la recuperación hacia el campo magnético normal es un proceso muy lento, los días seleccionados como tranquilos se hallan, por lo general, en un período posterior a una tormenta, y en consecuencia, acusan un ligero efecto de "post-perturbación". En la práctica común del análisis de marchas diarias, este hecho suele tomarse en cuenta en la forma de "correcciones por diferencias de medianoche" (non-cyclic variation), de la cual la perturbación residual constituye precisamente la mayor parte. Como estas correcciones son pequeñas en comparación con las amplitudes diarias, por lo menos las de la variación solar, la corrección se supone función lineal del tiempo durante cada día y se aplica en forma de incrementos constantes a los valores horarios consecutivos. Cuando el estudio de las variaciones diarias se efectúa en base a un análisis armónico de la marcha en cada día individual, esta corrección puede introducirse implícitamente, usando el método de las diferencias, con el cual la marcha lineal de medianoche a medianoche queda eliminada en forma automática (Bartels, véase la obra ⁽²⁾, cap. 16, 5; pág. 549).

Sin embargo, es necesario recordar que el movimiento del nivel medio de los valores geomagnéticos en los días tranquilos no es estrictamente lineal, puesto que la recuperación antes mencionada obedece a una ley aproximadamente exponencial, en consonancia con la hipótesis que admite la desaparición paulatina, por recombinación, de la corriente anular. Esta marcha característica del campo residual ya fué destacada y descripta por van Bemmelen ⁽¹⁾ y A. Schmidt ⁽⁴⁾.

OBSERVACIONES UTILIZADAS

Con el fin de conocer la posible diferencia entre la marcha real del nivel medio y la presunta marcha lineal de medianoche a medianoche, hemos analizado la perturbación residual en dos ejemplos característicos.

El primero se refiere a observaciones recogidas en el Observatorio de la Isla Año Nuevo (latitud: 54° 39' Sur; longitud: 64° 08' Oeste) y facilitadas al S.M.N. por gentileza del Ministerio de Marina. En este ejemplo se intentó obtener la marcha característica de la componente horizontal *H* en los días posteriores a una perturbación pronunciada. A tal fin, se usó como criterio de selección el carácter magnético internacional *C*, eligiéndose como muy perturbados los días con valores de $C \geq 1.8$. Definidos así los "días de tormenta", se contemplaron períodos de 10 días consecutivos, encabezados cada uno de ellos por uno de estos días de tormenta. A los períodos decádicos se impusieron las si-

guientes condiciones restrictivas adicionales:

- $C_0 > C_1$ (es decir, que el primer día debe ser siempre el más perturbado);
- $C_\lambda \leq 1.3$, para $\lambda = 4 \dots 9$, siendo λ el número de orden de los días;
- $C_0 - C_\lambda \geq 0.6$.

Esta selección obedeció al deseo de obtener la marcha de la perturbación residual en forma suficientemente nítida y acentuada, estableciendo una fuerte diferencia en el grado de perturbación entre el día inicial y los días consecutivos de cada período decádico; también se procuró de esta manera evitar que en el transcurso de un período decádico hubiera una nueva perturbación intensa cuyo efecto residual pudiera superponerse al de la tormenta inicial.

Con los datos de que se disponía al iniciar este estudio (años 1902 a 1906 y 1914 a 1917), y eliminando los períodos con observaciones incompletas, se logró reunir un total de 21 períodos decádicos, cuyas fechas de iniciación se consignan en la Tabla I, conjuntamente con los valores del carácter *C* del "día de tormenta".

TABLA I

Fecha	Año	1902		1905		1904		1905			1906		
	Día	11/4	6/4	15/10	1/11	25/9	5/1	3/2	1/4	16/11	11/4	22/9	22/12
Carácter C	1.8	2.0	1.8	2.0	1.9	1.9	2.0	1.9	2.0	1.8	1.8	2.0

Fecha	Año	1914		1915		1916			1917	
	Día	6/4	27/9	17/6	6/11	11/1	29/4	12/11	4/1	16/12
Carácter C	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	2.0	2.0

Luego, se aplicó el conocido "método de las épocas superpuestas" de Chree, para hallar tanto la marcha media del carácter *C* como la de los elementos magnéticos, en función del "tiempo de tormenta".

Comunicamos en primer lugar, a simple título ilustrativo, la marcha media de *C* durante los períodos seleccionados, según se advierte en la Tabla II.

TABLA II

Nº de orden de los días (i)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valor medio de <i>C</i>	1.91	1.18	0.85	0.63	0.67	0.58	0.53	0.50	0.45	0.70

La marcha media de los elementos magnéticos, a su vez, se representa en el gráfico de la Fig. 1, basado en los promedios de estos elementos, válidos para días de Greenwich. Esta definición de la escala del tiempo

se hizo necesaria porque es la que rige para los valores *C*. Ha de tenerse presente que las marchas medias así obtenidas no representan, estrictamente, la variación del efecto residual en función del "tiempo de tormenta", por no haberse tomado en cuenta la hora de iniciación de las tormentas dentro del día perturbado.

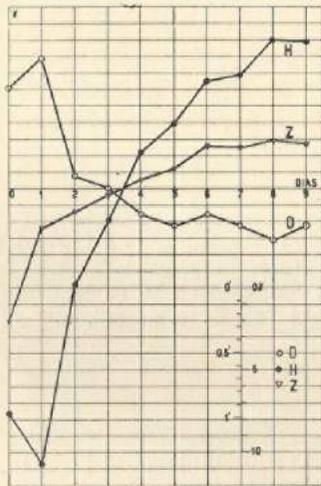


FIG. 1. — Marcha media de los elementos geomagnéticos en los días de tormenta y subsiguientes Observatorio Isla Año Nuevo, para las fechas de la Tabla I.

Como consecuencia de esta simplificación la amplitud del desplazamiento de los valores medios diarios aparece muy suavizada.

Con el fin de estudiar el mismo proceso en una forma más directa y libre de estas restricciones, se eligió como segundo ejemplo una de las más grandes tormentas magnéticas registradas en el Observatorio Geofísico de Pilar (Córdoba), del S.M.N. (latitud: 31° 40' Sur; longitud: 63° 53' Oeste). Nos referimos a la que comenzó poco antes de la hora 0 (tiempo del meridiano 60° W) del día 4 de Julio de 1941. En la elección de este caso se tuvo en cuenta el carácter tranquilo de los días precedentes y la marcha gradual del proceso de recuperación en los días posteriores. El origen de la escala del tiempo se fijó en la hora 0 (Tiempo Meridiano 60° W) del día 4 de Julio, y se calcularon pro-

TABLA III

No de orden de los días (λ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Promedio diario de H (24.000 γ + ...)	62	-127	-42	14	21	42	30	47	48	51	56
Carácter C	1.3	2.0	1.5	1.5	0.9	1.0	1.2	0.5	0.5	0.2	0.2

medios diarios de la componente *H*, sobre la base de valores horarios instantáneos. El resultado fué el que consigna la Tabla III.

A título ilustrativo se han insertado también, en esta tabla, los valores del carácter magnético internacional *C*, pero ha de tenerse presente que los mismos no son estrictamente comparables con los del segundo renglón de la tabla, por referirse a días de Greenwich.

REPRESENTACION DE LA PERTURBACION RESIDUAL POR UNA CURVA DE AJUSTE

La marcha de la componente horizontal en estos dos casos fué representada por una función de ajuste, de tipo exponencial, fijando como origen de la escala del tiempo el primer día posterior al "día de tormenta" ($\lambda = 1$). En esta forma el análisis queda restringido al proceso

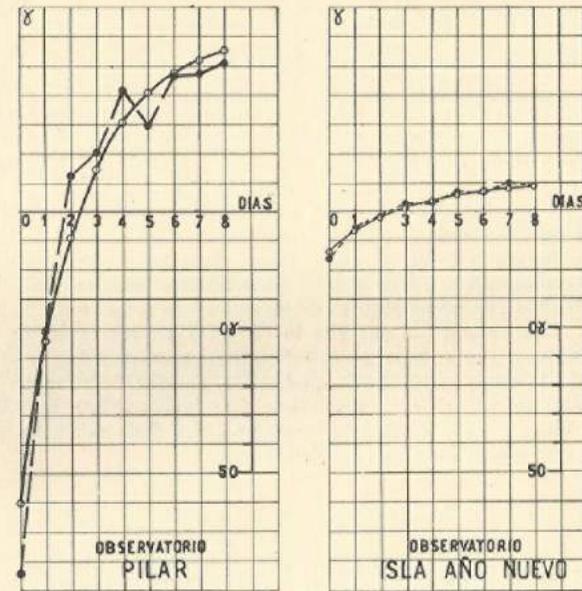


FIG. 2. — Marcha media de la perturbación residual de *H* y sus correspondientes curvas de ajuste, en los dos ejemplos citados en el texto: una tormenta individual de Pilar y promedio suavizado de 21 casos de la Isla Año Nuevo.

de recuperación propiamente dicha. En la Fig. 2 se representan, para Año Nuevo y Pilar, respectivamente, los tramos elegidos y sus correspondientes curvas de ajuste empírico.

El ajuste se efectuó con una expresión de la forma:

$$H(t) = -Ae^{-Bt} + C \quad [1]$$

siendo $H(0) = C - A$ el valor de la componente horizontal durante la fase principal de la perturbación y $H(\infty) = C$ el valor de H que correspondería al campo permanente. La magnitud de A caracteriza la intensidad de la perturbación y la de B la velocidad de recuperación, esta última puede expresarse por un "periodo de recuperación medio"

$$\tau = \frac{\log 2}{+B} \text{ siguiendo una sugerencia de Schmidt } (*).$$

Los valores numéricos obtenidos fueron los de la Tabla IV.

TABLA IV

	A (τ)	B (días ⁻¹)	C (τ)
Año Nuevo	24.78	0.55	10.56
Pilar	163.42	0.414	62.16

Para las consideraciones posteriores, podemos prescindir de los valores de la constante C , que evidentemente tiene un significado convencional, pues depende del nivel de referencia que se haya adoptado. En cuanto a la magnitud de los valores A , ponen de manifiesto la suavización a que hemos aludido en un párrafo anterior, en el caso del Observatorio de Año Nuevo. La concordancia aproximada de los valores B era de esperarse ya que la velocidad de la recuperación es de naturaleza mundial. Los periodos τ de recuperación media, resultan de 2.0 y 1.7 días para Año Nuevo y Pilar, respectivamente. Este resultado coincide, con suficiente aproximación, con valores análogos que pueden deducirse de estudios hechos por otros autores. Mencionaremos a este respecto el trabajo de Chapman y Price que cita la obra (2) en los capítulos XX y XXII; en rigor, este trabajo no se refiere estrictamente a la perturbación residual de la componente horizontal, pero permite apreciar en forma aproximada un valor de τ , resultando éste igual a 2.0 ó 2.2 días, según se utilice para su cálculo la forma analítica dada por estos autores o bien se extrapolen los datos empíricos.

EL EFECTO DE CURVATURA

A fin de poder analizar la forma en que los valores de A y B obtenidos inciden en la magnitud de la marcha diaria en los días de post-perturbación, hemos considerado conveniente referirnos a dichas marchas diarias en forma de coeficientes armónicos. Este procedimiento, además de ofrecer una apreciación cómoda de la magnitud que buscamos, permite también aplicar nuestros resultados directamente, como correcciones, a las marchas diarias cuando ellas ya se hallan expresadas en forma de coeficientes armónicos, como sucede, por ejemplo, en muchos estudios de la variación lunar. Los coeficientes armónicos reales son evidentemente resultantes de los que corresponden a las marchas diarias en sí (S ó L), más el aporte del efecto de curvatura que estamos estudiando. Con este objeto, consideramos una función del tipo [1], modifi-

ficada, para el presente fin en la siguiente forma:

$$h_{\mu}(z) = -A \exp \{ -Bc [(z/2\pi) + (\mu - 1/2)] + t_0 \}, \quad [2]$$

donde

$$-\pi \leq z \leq +\pi$$

$$\mu = 0, 1, 2, \dots$$

$$0 < t_0 < c.$$

El intervalo diario general queda, entonces, definido por su longitud c , su número de orden μ , y un tiempo inicial t_0 , que representa el desplazamiento de la medianoche del primer intervalo diario con respecto al comienzo de la post-perturbación.

En el desarrollo posterior hemos introducido el parámetro auxiliar

$$m = \mu + t_0/c, \quad [3]$$

y, por consiguiente, contemplaremos una función $h_m(z)$, análoga a la [2].

El análisis armónico ha de aplicarse al intervalo general $c(m-1) \leq t \leq cm$. Empleando como unidad del tiempo t un día, resulta $c=1$. Como dijimos al principio, suponemos ya eliminadas las diferencias de medianoche, mediante una corrección lineal, dentro de cada día. El efecto de curvatura para el intervalo diario general se manifestará, entonces, por el aporte que dan los coeficientes armónicos de una función del tipo:

$$g_m(z) = h_m(z) - [h_m(\pi) - h_m(-\pi)] z/2\pi, \quad [4]$$

si despreciamos términos aditivos constantes, los cuales no aportan a los coeficientes armónicos con excepción del de orden cero.

En la Fig. 3 se ha representado la función [4] para el primer intervalo diario del periodo de recuperación, en el caso de la tormenta del 4 de julio de 1941 (Pilar, H). Dada la coincidencia en este ejemplo, del origen de las escalas del tiempo (hora del meridano y "tiempo de tormenta"), tenemos $t_0 = 0$ y además $\mu = m = 1$.

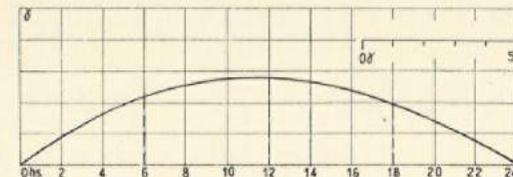


FIG. 5.—Aporte de la perturbación residual a la marcha diaria, durante el primer día de la recuperación después de la tormenta del 4 de julio de 1941; Pilar H. Los valores son los que resultan después de eliminar linealmente la parte principal de la marcha residual.

Este gráfico ilustra directamente el efecto de la marcha residual, previa eliminación de su parte lineal, sobre la marcha diaria de H durante el día contemplado.

Procediendo ahora al análisis armónico de la función [4] y tomando en cuenta las [2] y [3], obtenemos los siguientes coeficientes de

Fourier:

$$a_{m,\nu} = (-1)^{\nu+1} \frac{2A}{\pi} \cdot \frac{k}{\nu^2 + k^2} \cdot \operatorname{senh}(k\pi) \cdot \exp[-2k\pi(m-1/2)]$$

$$b_{m,\nu} = (-1)^{\nu+1} \frac{2A}{\pi} \cdot \frac{k^2}{\nu(\nu^2 + k^2)} \cdot \operatorname{senh}(k\pi) \cdot \exp[-2k\pi(m-1/2)] = a_{m,\nu} \cdot \frac{k}{\nu} \quad [5]$$

con $k = B/2\pi$.

Puede observarse en la Fig. 3, la asimetría de la curva, debida al aporte de los coeficientes $b_{m,\nu}$. En la Fig. 4 hemos representado los coeficientes $a_{m,\nu}$ en función de $m = \mu + t_0/c$, para el caso de $A = 100 \gamma$ y $B = 0,414$. Estos valores de las constantes son representativos de la recuperación después de una tormenta de intensidad regular; en cuanto a la magnitud de B , se adoptó el valor hallado anteriormente para el ejemplo de Pilar (Tabla IV).

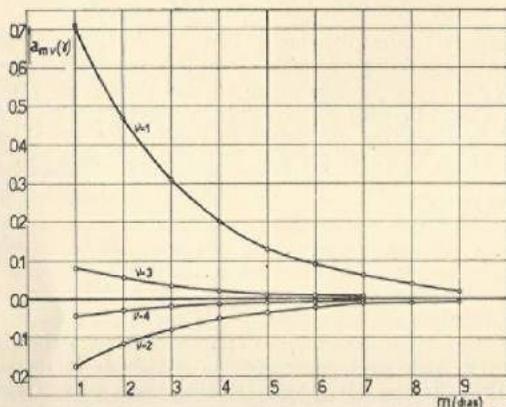


FIG. 4. — Coeficientes armónicos $a_{m,\nu}$ de la diferencia entre la marcha residual media y las marchas lineales de medianoche a medianoche para 9 días posteriores a una tormenta de regular intensidad.

Con los valores de A y B que figuran en la Tabla IV, para el caso de la tormenta del 4 de julio de 1941, de la componente horizontal H en Pilar, resultan los siguientes valores numéricos de los coeficientes armónicos, haciendo nuevamente $t_0 = 0$ o sea $m = \mu$. Los $b_{\mu,\nu}$ resultan prácticamente iguales a los $a_{\mu,\nu}$.

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos en la Fig. 4 y Tabla V demuestran que el efecto de curvatura es suficientemente marcado como para producir, en la marcha diaria, un aporte ficticio a la variación diaria de H , de una magnitud aproximada de 1γ en el primero y segundo día de recuperación después de la tormenta. Esta influencia se manifestará por un aumento de las amplitudes diarias obtenidas con las reducciones sucesivas (eliminación lineal de las diferencias entre las medianoches sucesivas). En los observatorios de latitudes bajas y medias como Pilar y La Qui-

TABLA V

Coefficientes armónicos correspondientes al efecto de curvatura en la perturbación residual; Pilar H; tormenta del 4 de julio de 1941. (Unidad: 1γ)

Número de orden de los días (μ)	$a_{\mu,\nu}$				$b_{\mu,\nu}$			
	Nº de orden (ν) de las armónicas				Nº de orden (ν) de las armónicas			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1.16	-0.29	0.15	-0.07	-0.08	0.01	—	—
2	0.76	-0.19	0.09	-0.05	-0.05	0.01	—	—
3	0.50	-0.13	0.06	-0.03	-0.03	—	—	—
4	0.33	-0.08	0.04	-0.02	-0.02	—	—	—
5	0.22	-0.06	0.02	-0.01	-0.01	—	—	—
6	0.15	-0.04	0.02	-0.01	-0.01	—	—	—
7	0.10	-0.02	0.01	-0.01	-0.01	—	—	—
8	0.06	-0.02	0.01	—	—	—	—	—
9	0.04	-0.01	—	—	—	—	—	—

ca (latitud: $-22^\circ 06'$) el aumento será, prácticamente, de la misma magnitud que los valores $a_{\mu,\nu}$, ya que en estos lugares la marcha diaria de H acusa un máximo alrededor de mediodía, de manera que está en fase con el aporte que proporciona nuestra función analizada. (Esta última circunstancia se verifica, si se considera la magnitud muy reducida de los coeficientes b en comparación con los a). En los días posteriores, el efecto de curvatura es despreciable para la mayoría de los problemas prácticos de geomagnetismo, y lo mismo puede afirmarse de las oscilaciones con 12,8 y 6 horas de período.

Sin embargo, debe tenerse presente que en algunos estudios teóricos sobre los factores que afectan la magnitud de la marcha diaria, diferencias del orden de 1γ y hasta de $0,1 \gamma$ pueden ser muy significativas, de manera que será oportuno, en tales casos, procurar una distribución uniforme del material con respecto a μ (número de días transcurridos desde la última perturbación pronunciada, hasta el día en cuestión). De lo contrario, se debe tratar de introducir correcciones adecuadas, para eliminar el efecto de curvatura.

Las consideraciones hechas aquí se aplican análogamente a las variaciones lunares; en este caso es aún más importante tomar en cuenta el efecto de curvatura, porque puede llegar a ser del mismo orden de magnitud que las propias oscilaciones lunares.

BIBLIOGRAFÍA

1. VAN BEMMELEN, W. — « Die erdmagnetische Nachstörung (La post-perturbación geomagnética) », en *Meteorol. Zeitsch* 12 (1895), pág. 321 a 329.
2. CHAPMAN, S., y BARTELS, J. — « Geomagnetism ». Oxford, 1940. Particularmente los capítulos 9.10; 16.4; 20.11; 21.8; 22.7; 24.13; 25.9.
3. SCHNEIDER, O. — « Los fenómenos geomagnéticos como índices de la acción solar en los procesos geofísicos », en « Ciclo de Conferencias Científicas » (de la Sociedad Científica Argentina), tomo III, año 1944, págs. 99 a 127. Véanse en particular las figuras 9 y 10.
4. ADOLF SCHMIDT. — Das erdmagnetische Aussenfeld (El campo geomagnético externo); en: *Zeitsch. f. Geophysik*, 1 (1924), p. 1-13.

ESTUDIO MICROCLIMATICO DE PENDIENTES
EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES (DIONISIA) *

Por ALBERTO CAGLILOLO **

Resumen. — En las pendientes orientadas a los cuatro rumbos y en la parte central de una loma, se instalan cinco abrigos meteorológicos, a 30 cm de altura sobre el suelo, dotados del instrumental corriente. Se efectúa luego el análisis de las temperaturas máximas y mínimas, humedad del aire y del suelo y viento, según la orientación, refiriéndose a las diferencias halladas entre las pendientes norte y sud. Algunas de las conclusiones más importantes derivadas del mencionado análisis, son las siguientes: 1) Las temperaturas más altas se producen, en la mayoría de los casos, en la pendiente norte. 2) La pendiente más húmeda es la orientada al sud, tanto en la humedad del suelo como del aire. 3) En la pendiente opuesta a la dirección prevalente del viento se verifica una disminución en el registro del mismo que puede llegar a un 22 %.

Al final del trabajo se comunica una observación aislada del proceso de inversión nocturna de la temperatura, comprobada en el mismo lugar.

Summary. — On the slopes situated in the four directions and at the central part of a hillock, five meteorological shelters are installed at a height of 30 cm above the ground, endowed with the current instruments. The analysis of the maximum and minimum temperatures, air moisture and also soil moisture and wind is made according to their direction, with reference to the calculated differences between North and South slopes. Some of the most important conclusions derived from the mentioned analysis are as follows: 1) In the North slope the highest temperatures are produced in most of cases. 2) The dampest slope is that which is situated to the South the same in soil moisture as well as in air moisture. 3) In the slope opposite to the prevailing wind direction a decrease is verified in its record which may reach up to 22 %.

At the end of the work an isolated observation is communicated of the process of nocturnal inversion of the temperature checked in the same spot.

I. — INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Este estudio tuvo como principal objeto cuantificar los elementos microclimáticos que pudieran ser la causa determinante en la distribución de los insectos transmisores de virus de la papa en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires. Esta distribución ha sido objeto de un estudio, aun inédito, realizado en la División Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional, durante los años 1939 a 1943 inclusive.

En una pequeña elevación natural del terreno, representativa de la zona quebrada del sudeste de la provincia, se comparan las cuatro pendientes orientadas a los rumbos N, S, E y W, pero se da preferencia para este análisis a las pendientes norte y sud, que son las más constantes en sus diferencias, no guardando la este ni la oeste un orden definido en sus valores, salvo lo que se desprende de la observación del

* Trabajo presentado, con ligeras variantes, al Primer Congreso Sudamericano de Investigaciones en Materias Agronómicas, realizado en «La Estanzuela», República Oriental del Uruguay, durante el mes de noviembre de 1949.

** Ingeniero Agrónomo, Jefe de Microclimatología Agrícola del S. M. N.

Cuadro III, en el cual se evidencia que la pendiente oeste es la más fresca de todas, pero estos valores se mantienen únicamente durante los meses de verano.

Se efectúa una síntesis de las diferencias halladas en los valores de las temperaturas máximas y mínimas diarias, a 30 cm sobre el suelo; mínimas a 5 cm sobre el mismo y en la superficie; humedad relativa y específica del aire a 30 cm y del suelo a 7 y 15 cm, de profundidad y, por último, los kilómetros totalizados por el viento cuando sopla de una misma dirección durante todo el día.

Si bien las conclusiones a que se arriba en el trabajo, son válidas para la localidad en que se ha desarrollado el mismo, creemos que con alguna tolerancia sus valores pueden significar un índice definido para los terrenos quebrados similares de la región y podrán orientar prácticamente en el problema de la producción de papa simiente así como para otros estudios de esta índole.

Como antecedentes generales hemos seguido a Geiger y Schmidt (1930), los cuales establecen las bases teóricas de los fenómenos microclimáticos; a Brunt (1945-46), que también estudió estos procesos, analizando cada una de las causas generadoras de los mismos; a Kalamkar, Ramdam y Ramdas (1934), que estudiaron las variaciones microclimáticas dentro y fuera de determinados cultivos y, los métodos de trabajo para el relevamiento de pequeñas extensiones, como ser valles y el estudio de los focos microclimáticos y su influencia en la vegetación de una pequeña zona considerada, los señalan los autores Wolfe, Wareham y Scofield (1943) y Balchin y Pye (1947).

II. — BREVE RESEÑA COROLOGICA DE LA REGION SUDESTE
DE BUENOS AIRES

La que llamaremos en el transcurso de este trabajo región sudeste de Buenos Aires está limitada al norte por las primeras ondulaciones naturales cercanas a Mar del Plata, al oeste por las que se extienden hasta la Copelina y La Brava, al sud por la zona donde el terreno comienza a hacerse llano (Iraizoz, Mechongué) y al este por las mismas costas del Atlántico comprendidas entre esos límites norte y sud.

Emergen en casi toda la región pequeñas lomas, que varían de 10 a 30 m de altura y tienen una longitud de 200 a 500 m. (término medio), originando pendientes que oscilan desde 2 a 10 %. Consisten generalmente en mantos calcáreos (tosca), sobre los que existe una capa arable de variado espesor. En la mayoría de los casos, el espesor de la capa citada disminuye desde las laderas a la cima; por esta razón, en terrenos de esta naturaleza, se cultiva principalmente en las pendientes suaves. Los terrenos varían de arcillo-arenosos o areno-humíferos a franco-arenosos, según se vaya aproximando a la costa. Cuando la potencia de la capa calcárea es muy grande y las posibilidades de explotación agrícola reducidas, se instalan en algunas de ellas las conocidas canteras, de las que se extraen piedras calizas que se utilizan en construcciones.

En esta región se ha implantado la principal zona de producción de papa por su especial aptitud de producir la simiente más apreciable de este tubérculo en el país, debido a sus particulares condiciones de clima (DE FINA 1939, BURGOS 1946). Otros cultivos de la región son el tri-

go, cebada cervecera, avena, ajo, lúpulo, etc., aunque grandes extensiones están dedicadas a campos de pastoreo naturales y alfalfares para la cría del ganado, que constituye otra de las principales actividades de la zona.

Las enfermedades más comunes de los cultivos de papa son el "tizón tardío" (*Phthophthora infestans* (MONTAGNE, DE BARY) y las comúnmente llamadas de degeneración, causadas por virus, en especial el "mosaico rugoso" y la "enrolladura de la hoja". La primera durante toda su evolución y las últimas, por lo menos en el momento de inoculación mediante los insectos vectores, están íntimamente relacionadas con las condiciones macro y micrometeorológicas que imperen durante la época de crecimiento del cultivo, especialmente con la radiación solar, temperatura y humedad del aire.

La vegetación ha sido definida por Parodi como parapetrófila e integra el distrito petrofítico de la Estepa Pampeana (HAUMAN et al. 1947). Los matorrales de curro (*Colletia cruciata*) constituyen una de las asociaciones climáticas típicas de la región, aunque son comunes las asociaciones de gramíneas xerófitas y de compuestas en forma predominante, pero profundamente modificadas por la acción del cultivo y de la ganadería.

Los elementos del clima de esta zona pueden apreciarse por las estadísticas climatológicas de sus valores promedios de la década 1928-1937, para Mar del Plata, distante 40 Km al norte del sitio en estudio.

CUADRO I.—Valores normales de enero y julio. Mar del Plata

Elementos meteorológicos	Enero	Julio
Temperatura media mensual	19.7	8.4
> máxima media	25.8	13.1
> mínima media	14.4	4.0
Humedad relativa (%)	68	81
Lluvia (mm)	64.9	64.1

Respecto a los vientos, el sector predominante es el NE en el verano (enero), siguiéndole en frecuencia el N y el S; en el invierno (julio), soplan del N y del SW casi en la misma proporción. La fuerza media oscila entre 2.2 a 3.0 de la escala Beaufort, es decir, de 7 a 18 kilómetros en la hora, para todos los meses del año.

En el Cuadro I se dan los valores únicamente para las épocas extremas porque el estudio se efectuó en verano e invierno y porque, para las necesidades de esta breve reseña climática, lo consideramos suficiente.

Según la nueva clasificación climática de THORNTHWAITE, el clima de esta región es sub-húmedo, húmedo, mesotermal, con deficiencia moderada de agua en verano, concentración estival de eficiencia térmica inferior al 48 % (Burgos, 1949).

III.—METODO

Una vez elegido el punto de estudio, que se buscó representativo de las elevaciones de la zona (fig. 1), se instaló en el mismo el instrumental meteorológico.

La elevación, situada aproximadamente a 38° Lat. S, 58° Long. W y 5 Km al noreste de Dionisia, está rodeada de terrenos quebrados semejantes, cultivados en su totalidad (fig. 2). Alcanza una altura de cerca de 15 metros (véase fig. 6) y sus pendientes caen suave y uniformemente en todas direcciones. Dos de sus pequeñas laderas se ha-



FIG. 1.—Vista de la loma en estudio tomada desde el ángulo SW.

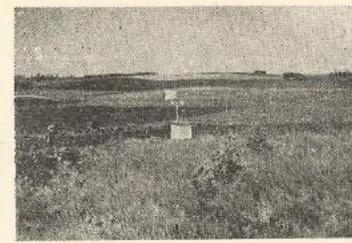


FIG. 2.—Fotografía tomada desde la pendiente S. Se observa la casilla sud y el terreno ondulado de los alrededores.

llaban cultivadas con papa en la época de iniciación del trabajo, mientras que en la planicie de su parte superior, con la tosca muy superficial, y en la pendiente norte, no se efectuó cultivo. El terreno de las pendientes tiene una profundidad de 50 cm y es arcillo-arenoso.

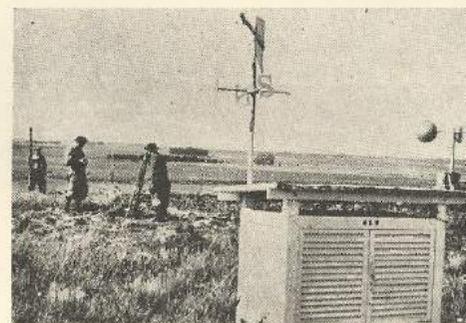


FIG. 3.—Efectuando la nivelación en dirección a la pendiente N. En primer plano, la casilla central.

Como tarea previa a la instalación de los abrigos meteorológicos se efectuó un relevamiento altimétrico (fig. 3). Se determinaron de esta manera las cotas de nivel de la loma, en las direcciones N-S y E-W, comparándolas con el punto más bajo cercano, representativo del suelo llano, cero arbitrario de nuestra nivelación (fig. 6).

Las respectivas pendientes tienen, término medio, los siguientes valores en porcentaje de desnivel y en ángulo de inclinación con respecto a la horizontal:

% desnivel	Angulo
N 4,2	2° 30'
S 5,7	3° 30'
E 4,8	3°
W 4,0	2°

Se instalaron cinco abrigos meteorológicos, uno tipo B, central y cuatro más pequeños, del tipo A, satélites, ubicados en las pendientes expuestas hacia las cuatro direcciones, a los que denominamos Norte, Sud, Este y Oeste (figs. 4 y 5). Las casillas de las laderas se ubicaron tratando de seguir en lo posible la misma cota de nivel y sobre terreno con vegetación similar en todos los puntos, constituida principalmente por gramíneas y compuestas de la región. La casilla central se ubicó en la cota 2 m más alta, en la cima plana. Los abrigos distaban entre sí 80 m el Norte del Sud y 130 m el Este del Oeste. El Central se encontraba aproximadamente a la mitad del trayecto entre ellos (fig. 6).

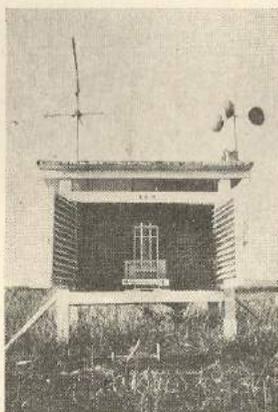


FIG. 4. — Casilla central. Se distinguen el anemómetro totalizador y los termómetros de mínima de radiación y superficie del suelo.



FIG. 5. — Casilla sud. Nótese a la derecha de la misma el evaporímetro de bola de porcelana.

Si bien por conveniencias del estudio la situación ideal de las casillas debía ser más distante, por razones de limitación del personal*, que debía efectuar las lecturas en forma casi simultánea, se resolvió no distanciarlas excesivamente.

Las casillas fueron adaptadas para situarlas a 30 cm sobre el suelo, altura media representativa de los cultivos de papa.

El instrumental utilizado fué el común, en uso en el Servicio Meteorológico Nacional, debidamente contrastado. La falta momentánea en el país de instrumentos adecuados para observaciones micrometeorológicas, hizo que se encontraran ciertas dificultades con la escala del instrumental corriente, por las pequeñas magnitudes a apreciar.

* El autor desea expresar su agradecimiento al auxiliar técnico de la División Agrometeorología, señor Julio A. Cattáneo, por la eficaz colaboración prestada durante el transcurso de las observaciones.

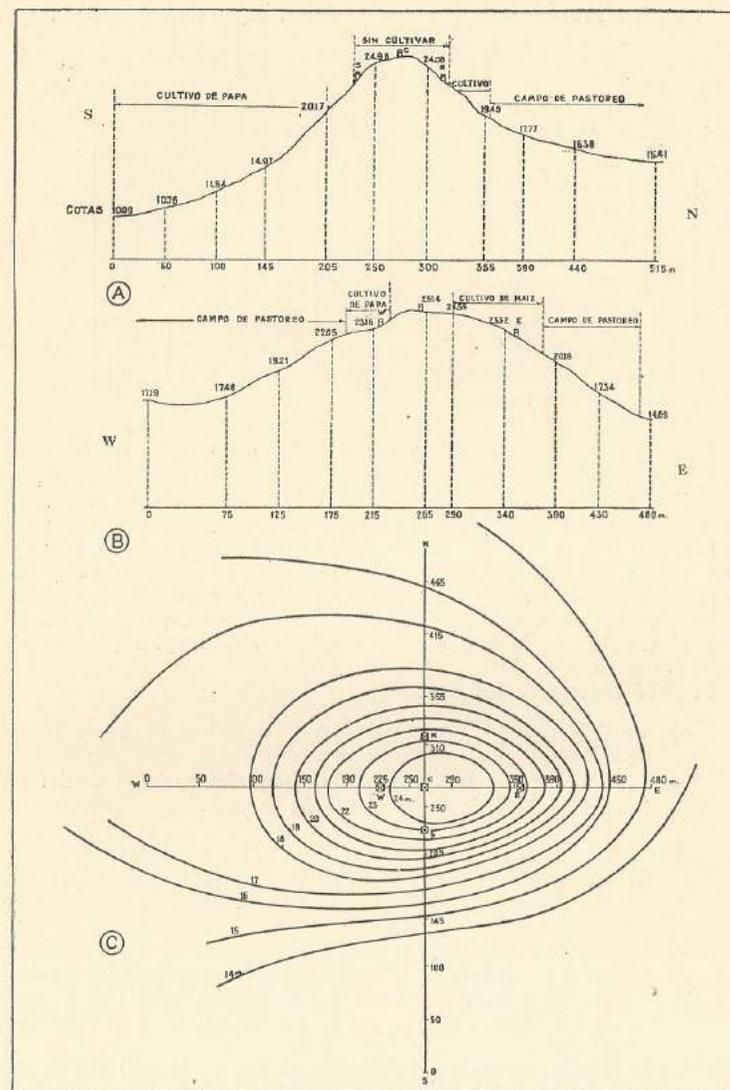


FIG. 6. — Perfil y curvas de nivel de la loma de campo «La Adelina», situado a 4 Km al NE de Dionisia, calculados de acuerdo a la nivelación efectuada el 18/XII/1947.

Referencias:
 A. Corte de la loma según la línea Norte-Sud.
 B. Corte según la línea Este-Oeste.
 C. Curvas de nivel de la loma.
 N: Casilla Norte; S: Sud; C: Central; E: Este; y W: Oeste.
 Escala vertical 10 veces mayor que la horizontal.

El equipo instrumental, por casilla, fué el siguiente:

CUADRO II. — Descripción de instrumenta, según casilla

Instrumento meteorológico	Central	Norte	Sud	Este	Oeste
Veleta de 2 m de altura	x ¹	x	x	x	x
Anemómetro totalizador (1.40 m)	x	x	x	x	x
Termómetro seco	x	x	x	x	x
> húmedo	x	x	x	x	x
> máxima	x	x	x	x	x
> mínima (abrigo)	x	x	x	x	x
> radiación (5 cm) ..	x	x	x	x	x
> superficie	x	x	x	x	x
Termógrafo semanal	x	—	—	—	—
Evaporímetro a bola de porcelana	— ²	x	x	—	—
Geotermómetro (10 cm profundidad)	—	x	x	—	—
Pluviómetro	x	—	—	—	—

1. x significa que poseía este instrumento.
2. — Significa que carecía del mismo.

Como puede observarse en las figs. 4 y 5. los anemómetros totalizadores se instalaron directamente sobre los techos de los abrigos, despreciando posibles pequeñas influencias del contorno de los mismos en las trayectorias de los filetes del viento.

Se efectuaban tres observaciones diarias: a las 9, 15 y 21 horas, tratando de que fueran simultáneas en todos los puntos para el registro de los valores instantáneos. Para cumplir este requisito, los observadores se ubicaban próximos a los abrigos opuestos y a una señal procedían a tomar la observación, desplazándose luego rápidamente hacia las restantes casillas.

Se llevó registro de los siguientes elementos:

- a) TEMPERATURAS (apreciación hasta el décimo de grado centígrado).
 1. Termómetro seco y húmedo (tres observaciones diarias).
 2. Máxima diaria (leída a las 21 horas).
 3. Mínimas diarias en el abrigo, a 5 cm sobre el suelo y en la superficie del mismo (leídas a las 9 horas).
 4. Geotermómetro a 10 cm de profundidad (tres observaciones diarias).
- b) HUMEDAD DEL AIRE.
 1. Relativa: por cálculo de la diferencia psicrométrica, a la presión media de 755 mm y hallando los valores en % de la saturación total en las tablas respectivas (tres cálculos diarios).
 2. Específica: se halló gráficamente por medio del diagrama adiabático, interviniendo la presión media de 1.000 milibares (= 750 mm), la temperatura y la humedad relativa del momento de la observación.
- c) EVAPORACIÓN.

En mm³ de agua evaporados (tres observaciones diarias).

d) VIENTO.

Se anotaba la dirección de procedencia en las cinco casillas, los kilómetros totalizados en las mismas y la velocidad del momento. Para este último dato se contaban los metros recorridos en un minuto, expresándolos luego en kilómetros por hora (tres observaciones por día).

e) NUBOSIDAD.

Grado (escala de 0 a 10) y forma de las nubes (tres observaciones diarias).

f) HUMEDAD DEL SUELO.

Siempre que las condiciones lo permitieron, es decir, de 4 a 6 días después de lluvias, se extrajeron muestras de suelo con barrenos calicadores, en el terreno correspondiente a las casillas Central, Norte y Sud y a 7 y 15 cm de profundidad.

Como la finalidad de este estudio es cuantificar los elementos microclimáticos que explican las diferencias halladas en la distribución de los insectos trasmisores de los virus de la papa según distintas exposiciones, las observaciones se limitaron a dos períodos del año; uno que abarca la época del desarrollo de los cultivos en verano y otro en invierno para establecer esas diferencias en la época de invierno de los citados parásitos. De tal modo, las observaciones se realizaron desde fines de noviembre a fines de febrero (período de verano) y en los meses de julio y agosto (período de invierno).

IV. — ESTUDIO ANALITICO DE LOS DIVERSOS ELEMENTOS

Pasaremos a dividir el presente trabajo, para el estudio comparativo ordenado de los diversos elementos meteorológicos, de la siguiente manera:

A) TEMPERATURAS *.

- a₁) Temperaturas máximas (casilla a 30 cm).
- a₂) Temperaturas mínimas (casilla a 30 cm).
- a₃) Temperaturas mínimas de radiación (5 cm sobre el suelo).
- a₄) Temperaturas mínimas de la superficie del suelo.

B) HUMEDAD RELATIVA Y ESPECÍFICA DEL AIRE.

- C) VIENTO (Cómputo parcial, cuando sopla de la misma dirección durante todo un día).
- D) HUMEDAD DEL SUELO. En % del peso del agua referido al peso total. Cálculos en base al desecado de muestras de tierra en estufa a 105°C.
- E) PROCESO DE INVERSIÓN NOCTURNA DE TEMPERATURA.

* No se han tomado en cuenta, para su análisis, ni las temperaturas instantáneas de las 9, 15 y 21 horas, ni los promedios diarios; porque si bien se encontraron diferencias apreciables (por ejemplo hasta 1° 8' entre la pendiente N y la S, a las 9 horas del 21/XII/47), éstas se atenúan hasta casi desaparecer en los promedios diarios y mensuales, efectuados en base a las citadas observaciones.

No se considerarán, por no dar datos significativos, ni la evaporación (por haber utilizado instrumentos poco sensibles para acusar pequeñas diferencias), ni las temperaturas del suelo a 10 cm de profundidad.

A) TEMPERATURAS.

a₁) Temperaturas máximas (casilla a 30 cm).

Como puede observarse en el Cuadro III, la pendiente N es la que registra mayores valores en las temperaturas máximas medias, tanto mensuales como por periodos completos de observación.

CUADRO III.— Promedios mensuales y por periodos de las temperaturas máximas diarias Dionisia, 1947-48

Casilla	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Periodo verano	Julio	Agosto	Periodo invierno
Norte	27.0	27.4	27.5	28.6	27.7	12.4	11.5	12.5
Sud	26.8	26.8	27.0	27.6	27.2	12.0	11.2	11.6
(N-S)	0.2	0.6	0.5	1.0	0.5	0.4	0.3	0.4
Central	26.4	26.2	26.3	27.6	26.6	12.2	11.2	11.7
Este	26.4	27.2	26.3	28.3	27.0	12.5	11.6	12.1
Oeste	26.3	26.0	26.4	27.6	26.6	12.3	11.6	11.9

Es sabido que la exposición al N, con un ángulo de inclinación que favorezca la incidencia normal de la radiación solar directa, aumenta (en el Hemisferio Sud), la temperatura del suelo y del aire cercano a él, si se compara con terrenos expuestos a otras direcciones.

CUADRO IV.— Diferencias mayores de 1° C entre las temperaturas máximas de las pendientes N y S y condiciones meteorológicas del día en que se observaron

Pendiente	Temperaturas máximas	Viento		Km recorridos (de 9 a 15 horas)	Nubosidad		H. relativa		Diferencia (N-S)	Fecha
		Dirección y velocidad (Km/h)			Grado y forma		9 hs.	15 hs.		
		9 hs.	15 hs.		9 hs.	15 hs.				
N	25.8	E-7	SSE-22	83	10 Sc	2 Cu	85	25	1.3	5/XII/47
S	22.5	ESE-22	SW-22	85			88	28		
N	32.9	NW-10	SSE-17	70	4 3 Ci 1 Ac	3 Ci	31	22	1.7	1/I/48
S	31.2	NW-12	SSE-14	77				38	24	
N	31.4	N-5	ESE-7	46	6 Cs	6 Cs	72	51	1.2	17/I/48
S	30.2	N-4	ESE-7	45			74	57		
N	24.4	SW-14	S-7	68	2 Cs	3 Cu	64	57	1.3	4/II/48
S	23.1	S-19	S-12	108			82	55		
N	21.7	WSW-14	SSW-17	80	6 Cu	4 Cu	72	48	2.1	6/II/48
S	19.6	SW-22	SSW-22	120			73	46		
N	35.2	NNW-5	ENE-12	23	claro	3 Cu	53	36	1.2	21/II/48
S	34.0	NNW-3	E-12	58			56	37		
N	35.0	NNW-10	SSW-12	59	9 Cs	9 Cs	81	46	1.6	25/II/48
S	31.4	NNW-5	SSW-7	75			81	49		

Si consideramos el ángulo de inclinación con la horizontal (aproximadamente 2° a 3°), los termómetros con que se ha trabajado y las características de la loma estudiada, podemos decir que las diferencias térmicas de los valores máximos son significativas.

Azzi, en su Ecología Agrícola, pág. 117, cita valores hallados para las colinas de Perugia, superiores a los encontrados por nosotros. En la obra antedicha, el citado autor menciona los siguientes datos, provenientes de diferencias de temperaturas de las pendientes comparadas con la observada en el plano horizontal:

Pendiente Sud	+1.0
> Oeste	-0.6
> Este	-0.7
> Norte	-4.0

Ahora bien, aun cuando no conocemos el ángulo de las pendientes estudiadas, ni si las temperaturas citadas corresponden a valores extremos o promedios, ni la época a que corresponden esas observaciones, las diferencias máximas de 5° resultan del orden común cuando se trata de colinas elevadas, con pendientes pronunciadas, como es el caso de Perugia, donde existen elevaciones de hasta 1.400 m.

CUADRO V.— Máximas diarias— Resumen estadístico

A. Periodo de verano, 11/IX/47 a 26/II/48. 92 observaciones

		t Mx N > S	t Mx N = S	t Mx N < S	Totales
Periodo verano 92 obs.	% sobre el total ... Frecuencia s/el total	72.8 (67)	7.6 (7)	19.6 (18)	100 92
Noviembre 19 obs.	% parcial ... Frec. parc.	57.9 (11)	10.5 (2)	31.6 (7)	100 19
Diciembre 27 obs.	% parcial ... Frec. parc.	74.1 (20)	11.1 (3)	14.8 (4)	100 27
Enero 24 obs.	% parcial ... Frec. parc.	66.7 (16)	8.5 (2)	25.0 (6)	100 24
Febrero 22 observaciones.	% parcial ... Frec. parc.	90.0 (20)	0 (0)	10.0 (2)	100 22

B. Periodo de invierno, 3/VII/48 a 27/VIII/48. 44 observaciones

		t Mx N > S	t Mx N = S	t Mx N < S	Totales
Periodo de invierno 44 obs.	% sobre el total ... Frecuencia s/el total	77.3 (34)	6.8 (3)	15.9 (7)	100 44
Julio 23 obs.	% parcial ... Frec. parc.	78.3 (18)	4.5 (1)	17.4 (4)	100 23
Agosto 21 obs.	% parcial ... Frec. parc.	76.2 (16)	9.5 (2)	14.3 (5)	100 21

Si pasamos ahora al Cuadro IV, en el cual figuran datos que provienen de observaciones directas, efectuadas en el mismo día en las pendientes N y S y que son valores mucho más representativos que los promedios, notamos que las mayores diferencias ($2^{\circ}1$) se producen en el verano, mientras que en el período de invierno éstas alcanzan la cifra de $0^{\circ}8$ como máximo. La causa, como se comprenderá, es la mayor radiación solar del período estival.

Si se consideran además (Cuadro V), las frecuencias de mayores temperaturas en la pendiente N que en la S, hallaremos que en la mayoría de los casos la pendiente N es más cálida (desde un 72,8 % a un 77,3 %, según los períodos de verano e invierno, sobre el total de 92 y 44 observaciones, respectivamente).

Así es como de las tres posibilidades: que en la pendiente N las máximas sean más altas que en la S; que sean iguales o que en la S sean superiores, se cumple en más del 70 % de las veces el primer caso.

Resumiendo, diremos que con las condiciones anteriormente mencionadas, tenemos diferencias en promedios mensuales de las temperaturas máximas de las pendientes N y S, que oscilan desde 0.2 a 1°C y que, en observaciones aisladas, llegan hasta 2°C a favor de la pendiente N.

Comprobamos además, según el Cuadro IV, que, para que se produzcan las mayores diferencias, debe haber una fuerte radiación solar y poca humedad y viento, contribuyendo, por el contrario, a uniformar los valores microclimáticos hasta hacerlos desaparecer, un alto grado de nubosidad, viento fuerte y elevada humedad del aire.

Hacemos notar, finalmente, que la pendiente más fresca, en algunos meses del período del verano, es la Oeste, de acuerdo a los valores promedios del Cuadro III.

Temperaturas mínimas.

- a_2) de casilla a 30 cm.
- a_3) de superficie del suelo.
- a_4) de radiación a 5 cm.

Geiger establece que la orientación no ejerce influencia sobre las temperaturas mínimas y fija como ley que "las curvas topográficas del mismo nivel serán al mismo tiempo isotermas durante la noche".

Acepta, sin embargo, que puedan haber diferencias en los valores térmicos, pero que cuando éstas se presenten dependerán de condiciones propias de humedad del aire o del suelo, cobertura, etc.

Admitiendo que la radiación sea la misma para los puntos de igual altura situados en las pendientes, las pequeñas diferencias encontradas en nuestro caso dependerían del factor humedad.

Contrariamente a lo que se podría suponer en un principio, si consideramos que puede haber un ligero excedente de acumulación de calor durante el día en la pendiente Norte, debería ser ésta la que registre las mínimas más altas, pero sucede a la inversa, porque el mayor porcentaje de humedad, tanto del aire como del suelo, de la pendiente Sud, puede llegar a moderar las temperaturas mínimas en esta exposición; de ahí se explicarían las mínimas ligeramente más altas en el abrigo, radiación y superficie del suelo de esta última pendiente.

CUADRO VI. — Promedios mensuales y por períodos de las temperaturas mínimas diarias Dionisia, 1947-48

A. Mínimas en abrigo a 30 cm sobre el suelo

Casilla	Nov.	Dic.	Enero	Febrero	Período de verano	Julio	Agosto	Período de invierno
Norte	12.8	11.7	15.7	12.2	12.6	3.2	2.0	2.6
Sud	12.9	11.7	15.9	12.7	12.8	3.3	2.2	2.8

B. Mínimas de superficie del suelo

Norte	15.0	11.2	13.5	11.6	12.5	2.2	1.1	1.7
Sud	13.6	12.0	13.7	11.9	12.8	2.5	1.6	2.0

C. Mínimas de radiación a 5 cm sobre el suelo

Norte	12.4	10.9	12.8	10.8	11.7	1.7	0.9	1.3
Sud	13.0	10.6	13.1	10.7	11.8	1.9	1.2	1.5

B) HUMEDAD RELATIVA Y ESPECÍFICA DEL AIRE.

Como es presumible, la pendiente más húmeda fué en todos los casos la Sud. Las diferencias en los promedios, si bien pequeñas, puesto que como se podrá observar en el Cuadro VII varían desde 2 a 3 % en la humedad relativa y 0.1 a 0.5 gr/Kg, son constantes.

CUADRO VII. — Humedad del aire. Promedios mensuales calculados en base a las 3 observaciones diarias

A. Humedad relativa

Casilla	Nov.	Dic.	Enero	Febrero	Período de verano	Julio	Agosto	Período de invierno
Norte	72	55	68	57	63	82	79	81
Sud	74	58	71	59	66	85	81	85

B. Humedad específica gr/Kg (1000 mb = 750 mm)

Norte	10.9	8.5	11.2	9.1	9.9	5.7	5.0	5.4
Sud	11.2	8.8	11.7	9.4	10.3	6.0	5.1	5.6

La mayor diferencia en los valores directos, 19 %, se produjo con completa calma de viento, factor éste que, como hemos dicho, cuando no actúa, se acentúan las diferencias microclimáticas. Se debe hacer notar también la hora en la cual se observaron estos valores, en su mayoría las más altas diferencias fueron a las 9 de la mañana, cuando aún el poder evaporante de los rayos del sol no alcanza su máximo y se mantienen, por lo tanto, los valores nocturnos de la humedad relativa.

C) VIENTO.

Se complica el análisis microclimático cuando entramos a considerar el factor viento. En realidad, el cómputo más sencillo, y que se llevó a la práctica, es el del kilometraje recorrido en cada uno de los puntos, cuan-

do proviene de una misma dirección durante todo el día. En el caso nuestro se ha tomado como representativa, para comparación, la casilla Central, en la cual no existen accidentes perturbadores, considerando como dirección prevalente la observada en la misma en las tres observaciones del día respectivo y, como valor índice de los kilómetros recorridos, los totalizados en la citada casilla.

Los anemómetros estaban ubicados aproximadamente a 1,40 m sobre el suelo para su fácil lectura y para considerar la capa de aire próxima al nivel de los cultivos.

CUADRO VIII. — Viento computado cuando sopla del mismo sector durante todo un día (desde las 9 a las 21 horas)

Dirección (casilla central)	Km recorridos desde las 9 a las 21 horas					Diferencia en % con la central				Fecha
	Central	S	N	E	W	S	N	E	W	
N	234	174	216	220	211	-26	-8	-6	-10	27/XI/47
NNW	207	183	216	217	206	-12	+4	+4	0	29/XII/47
N	140	134	165	—	161	-4	+18	—	+15	16/VII/48
NNW	208	212	247	207	265	+2	+19	0	+27	24/VII/48

Surge de la observación del cuadro anterior, la siguiente deducción: que siempre la pendiente opuesta a la dirección del viento registra menor kilometraje que la directamente expuesta. Estas diferencias, expresadas en % (atribuyéndole el valor 100 al dato de la casilla Central), son las siguientes en los respectivos casos:

- 1) 18 % entre el N y el S.
- 2) 16 % " " NNW (prácticamente el N) y el S.
- 3) 22 % " " N y el S.
- 4) 17 % " " NNW y el S.

Queremos expresar con esto que, en los dos casos en que el viento procedía de la dirección N, por ejemplo, la pendiente S acusa un 18 y 22 % menos de kilometraje recorrido que la N, diferencia microclimática proveniente de la intercepción y desviación de los filetes incidentes, valores considerables si se tiene en cuenta las características de la elevación (completamente despejada y sin vegetación arbórea ni arbustiva en la misma).

D) HUMEDAD DEL SUELO.

A pesar de que no se contaba con una larga ni sistemática serie de observaciones, los datos de humedad del suelo revelaron una ligera ventaja para la pendiente Sud.

Considerando que las pendientes son aproximadamente iguales, el escurrimiento y la penetración de las aguas de lluvia serán también iguales en ambas y las diferencias provienen entonces de una menor evaporación del agua de la capa superficial del terreno en la pendiente Sud, ocasionada por la mayor humedad del aire y temperatura menor que en la Norte. Es de hacer notar que a la profundidad de 15 cm estas diferencias tienden a hacerse nulas.

Las muestras extraídas del lugar correspondiente a la cima de la loma acusan siempre una mayor humedad, debido a que por la condición de planicie, el agua penetra con más facilidad en el subsuelo.

CUADRO IX. — Humedad del suelo en % de agua referido al peso total

	7 cm	15 cm	Fecha
Casilla central	25.2 — 32.3 31.6	22.0 34.8 36.8 35.8	16/I/48 28/VII/48 14/VIII/48 20/VIII/48
Promedio central	29.7	31.8	
Casilla norte	20.4 — 29.6 24.5	20.2 27.4 27.2 25.8	16/I 28/VII 14/VIII 20/VIII
Promedio norte	24.8	25.2	
Casilla sud	21.1 — 31.5 27.6	19.1 30.4 29.1 24.9	16/I 28/VII 14/VIII 20/VIII
Promedio sud	26.7	25.9	

E) PROCESO DE INVERSIÓN NOCTURNA DE LA TEMPERATURA.

Como complemento interesante del análisis de los elementos que caracterizan microclimáticamente las pendientes, exponemos a continuación un caso aislado del proceso de inversión nocturna de la temperatura, que se registró durante el transcurso de nuestras observaciones.

Con el objeto de poder registrar, durante una noche de heladas, la marcha de las temperaturas mínimas a lo largo de las pendientes, nos propusimos efectuar dicha observación una noche en la cual era factible que se produjese el fenómeno.

Las condiciones de enfriamiento por radiación del suelo se presentaron, después de ser frustradas dos tentativas anteriores, en la noche del 20 al 21 de noviembre.

A las 21 horas del día 20 se tomó la siguiente observación: nubosidad 1 Ci; viento SW a 12 Km/h; temperatura en el abrigo: termómetro seco 9.5°C; húmedo 8°C; humedad relativa 81 %.

Debido a las condiciones citadas, si bien no era del todo previsible una helada, se podía esperar un marcado descenso de la temperatura, suficiente para nuestros propósitos.

En la loma en estudio, se colocó al lado del abrigo denominado Central, un termómetro de mínima de radiación (a 5 cm sobre el suelo; lo mismo se hizo en el abrigo Sud (pues se deseaba determinar las temperaturas a lo largo de la pendiente Sud por la razón de que el bajo más pronunciado se halla en esa dirección). A 25 m de distancia entre sí,

siempre en dirección al bajo, se distribuyeron dos termómetros más de mínima, en los puntos denominados 1 y 2 (fig. 7).

A las 9 horas de la mañana siguiente se efectuaron las siguientes lecturas:

Mínimas de radiación (5 cm sobre el suelo)	
Casilla central	2° 3 C
Casilla sud	1° 6
Punto 2	-0° 1
Punto	-1° 0

Como se podrá observar, el aumento de temperatura desde las partes bajas a las altas es muy acentuado, existiendo en 7 m de desnivel y 87,50 m de distancia horizontal, una diferencia de temperatura de 3° 3 C. En el gráfico de la figura 7 se observan las cotas, distancias horizontales y temperaturas mínimas de radiación registradas.

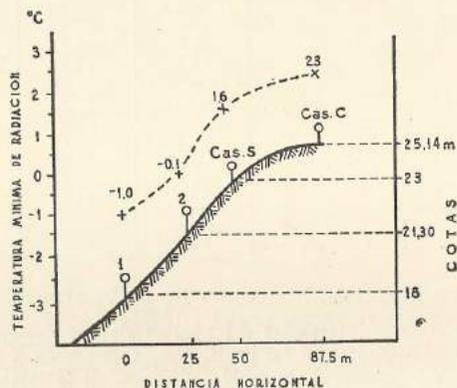


FIG. 7. — Gráfico del proceso de inversión.

Muchos estudios de esta índole, en los cuales se variarán los ángulos de pendientes, alturas y terrenos, permitirían, de acuerdo con los datos de temperaturas mínimas de los observatorios situados en lugares altos, calcular los valores aproximados que pueden alcanzar las mínimas en los bajos. Ciertamente es que nunca se podrá vaticinar con exactitud extrema estos valores, que pueden ser alterados por cualquier otro elemento meteorológico perturbador (lluvias, desplazamientos de masa de aire más cálidas, corrientes turbulentas, etc.), pero, de cualquier manera y considerando un número elevado de casos, sería posible obtener un índice comparativo bastante eficiente.

V. — CONCLUSIONES

Del análisis de las variaciones de los diversos factores meteorológicos, según se consideren las pendientes expuestas a los rumbos Norte y Sud de una pequeña loma de 15 m de altura, con pendientes similares en todas direcciones, completamente despejada de obstáculos y con vegetación her-

bácea y cultivos bajos, situada aproximadamente a 38° Lat. S y 58° Long. W.G., se desprenden las siguientes conclusiones:

- 1) Las temperaturas máximas diarias del aire a 30 cm sobre el suelo, son mayores en la pendiente expuesta al Norte que en la Sud, tanto en el verano como en el invierno (hasta 2° 1 C y 0° 8 C, según la época, en observaciones instantáneas).
- 2) Las temperaturas mínimas diarias de abrigo (30 cm sobre el suelo), radiación (5 cm) y en la superficie del mismo, son menores en la pendiente Norte que en todas las demás.
- 3) La pendiente más húmeda es la orientada al Sud, con valores promedios de 2 a 3 % en más de humedad relativa y 0,2 a 0,4 gr/Kg de humedad específica e instantáneos de hasta un 19 % de humedad relativa y 1,4 gr/Kg de específica, con respecto a la Norte.
- 4) Una loma de las dimensiones anteriormente citadas intercepta de un 16 a un 22 % del total del viento, si se relaciona la pendiente expuesta al mismo con la opuesta.
- 5) La humedad del suelo a 7 y 15 cm es mayor en la pendiente Sud que en la Norte.

Estos valores podrán variar en sus magnitudes, aumentando considerablemente si tomamos en cuenta una elevación mayor y más aún si se entra en el terreno de los accidentes topográficos relativamente grandes, sierras, por ejemplo. De todos modos, este estudio podrá orientar en el sentido de que son varios los factores que deben considerarse, además del clima general, para las investigaciones de necesidades de temperatura y humedad en vegetales e insectos y resistencia de los mismos a los valores extremos.

BIBLIOGRAFÍA

- AZZI, GIROLAMO. 1947. — « Ecología Agrícola ». Editorial Elite, Caracas.
- BALCHIN, W. G., y NORMAN PYE. 1947. — « A microclimatological investigation of Bath and the surrounding district ». *Quart. Jour. Royal Met. Soc.* VII-X-1947; 297-323.
- BRUNT, DAVID. 1946. — « Some factor in micro-climatology ». *Quart. Jour. Met. Soc.* 72; 185-192.
- BRUNT, DAVID. 1945. — Idem. 71; 307-308.
- BURGOS, JUAN J. 1946. — « Carta de plantación de la papa en la Región Pampeana de la República Argentina ». *Rev. Arg. Agronomía*. Tomo 13, Dic. 1946.
- BURGOS, JUAN J., y VIDAL, ARTURO. 1951. — « Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite ». *Meteoros. Rev. de Meteorología y Geofísica del S. M. N.* N° 1. Enero 1951.
- DE FINA, ARMANDO L. 1939. — « Numerosas plantas tropicales pueden vegetar en Mar del Plata ». *Min. Agric. Nac. Misc.* N° 50, 8 pp. Buenos Aires.
- GEIGER, RUDOLF. 1950. — « Mikroklima und Pflanzenklima. Handbuch der Klimatologie ». Tomo I. Parte D. Munich. Trad. D. BRAZOL.
- HAUMAN, L.; BURKART, A.; PARODI, L. R., y CABRERA, A. L. 1947. — « La vegetación de la Argentina. Geografía de la República Argentina (GAEA). Buenos Aires. VIII.
- WOLFE, J.; WAREHAM, R., and SCOFIELD, D. 1943. — « The microclimates of a small valley in Central Ohio ». *Transactions. American Geophysical Union.*
- RAMDAS, L. A. 1934. — « Micro-Climatology ». *Current Science*. Vol. II, N° 11, May 1934.
- KALANKAR, R. J. 1934. — « Micro-climatology in relation to crops ». *Current Science*. Vol. III, N° 2. August 1934; 80-81.

TABLA CONDENSADA PARA LA DETERMINACION DEL PUNTO DE ROCIO

Por ENRIQUE LUIS SAMATAN *

Resumen. — Se exponen los fundamentos de la tabla usada actualmente en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional para determinar el punto de rocío utilizando los datos del psicrómetro. Trátase de una tabla de extensión reducida que permite obtener el resultado sin interpolaciones mediante una simple operación de suma.

Résumé. — Dans cet article sont exposées les bases d'une table numérique utilisée actuellement dans les stations du Servicio Meteorológico Nacional (Rep. Argentine) pour la détermination du point de rosée en partant des données du psychromètre. Il s'agit d'une table de volume réduit qui permet d'obtenir le résultat sans interpolation au moyen d'une simple opération d'addition.

INTRODUCCION

Con la implantación de los nuevos códigos meteorológicos, que debían entrar en vigencia a principios del año 1948 pero que fueron postergados luego hasta 1949, se planteó en el Servicio Meteorológico Nacional la necesidad de contar con un procedimiento sencillo para la determinación del punto de rocío utilizando las temperaturas de los termómetros seco y húmedo.

Se descartaron en aquella oportunidad los gráficos y las reglas de calcular especiales por considerar que éstos no se ajustaban bien a los métodos de trabajo de las estaciones meteorológicas. Quedaban entonces como única solución las tablas numéricas.

Una tabla que diera el punto de rocío para cada par de valores de las temperaturas de los termómetros seco y húmedo tomadas de décimo en décimo de grado hubiera resultado de un costo elevado a causa de su gran extensión (un volumen de unas doscientas páginas para cada valor de la presión); además parecía difícil tenerlas preparadas a tiempo. Tomando como argumentos para entrar en la tabla la temperatura del termómetro seco (o del húmedo) y la diferencia psicrométrica, la tabla hubiera resultado más reducida pero las dificultades apuntadas hubieran subsistido.

Naturalmente, la extensión de la tabla puede reducirse espaciando los valores de los argumentos de entrada a la tabla; tomando por ejemplo los valores de las temperaturas cada dos décimos de grado, o cada medio grado, o cada grado. Pero esto implica para el observador el cálculo de interpolaciones incómodas en el trabajo diario y que son frecuentemente causas de errores.

En esa época presenté la tabla cuyos fundamentos se exponen en este artículo y que se halla actualmente en uso en la red meteorológica argentina. Esta tabla es de una extensión muy reducida y permite hallar

* Ingeniero Civil, Jefe de la División Estudios y Asesoramiento Científico del S. M. N.

el punto de rocío sin ninguna interpolación y sólo mediante una sencilla operación de suma.

FORMULAS PSICROMETRICAS ADOPTADAS

Las fórmulas adoptadas por el Servicio Meteorológico Nacional para los psicrómetros colocados en abrigo sin ventilación forzada son:

$$e(\tau) = e(t') - \frac{0.48 P}{610 - t'} (t - t') \quad [1]$$

$$e(\tau) = e'(t') - \frac{0.48 P}{689 - t'} (t - t') \quad [2]$$

La primera fórmula vale cuando el termómetro húmedo está cubierto de agua, la segunda cuando está cubierto de hielo.

En estas fórmulas:

$e(\tau)$ = tensión del vapor del aire ambiente que es igual a la tensión del vapor saturado sobre agua a la temperatura del punto de rocío.

$e(t')$ = tensión del vapor saturado sobre agua a la temperatura del termómetro húmedo.

P = presión atmosférica.

t = temperatura del termómetro seco.

t' = temperatura del termómetro húmedo.

τ = punto de rocío con respecto al agua.

$e'(t')$ = tensión del vapor saturado sobre hielo a la temperatura del termómetro húmedo.

Se ha admitido que, cuando el termómetro húmedo marca una temperatura inferior a 0°, el agua del psicrómetro está congelada y que, por consiguiente, vale la fórmula [2]; cuando la temperatura del termómetro húmedo es superior a 0° vale naturalmente la fórmula [1]. Se ha hecho la convención habitual de calcular los puntos de rocío utilizando siempre la tensión del vapor saturado con respecto al agua líquida, aún en los casos en que la temperatura del termómetro seco sea inferior a 0°.

DESCRIPCION DE LA TABLA

Nos ocuparemos por ahora del caso en que $t' > 0^\circ$ y en el cual la presión atmosférica es de 1000 milibares; más adelante aplicaremos los resultados al caso en que $t' < 0^\circ$ y a otras presiones.

Para $P = 1000$ mb la fórmula [1] se escribe:

$$e(\tau) = e(t') - \frac{480}{610 - t'} (t - t') \quad [3]$$

Multipliquemos ambos miembros por: $\frac{610 - t'}{480}$

$$\frac{610 - t'}{480} e(\tau) = \frac{610 - t'}{480} e(t') - (t - t') \quad [4]$$

Si se construye una tabla de los valores de $\frac{610-t}{480} e(t)$ y se entra en ella con la temperatura del termómetro húmedo t' , se obtiene $\frac{610-t'}{480} e(t')$; restando al valor hallado la diferencia psicrométrica

$t - t'$ resulta, de acuerdo con la fórmula [4], el valor de $\frac{610-t'}{480} e(\tau)$.

Si se busca este último valor entre los que da la tabla que se ha construido, se obtendrá en correspondencia una temperatura τ' que no diferirá mucho del punto de rocío τ . En efecto, de acuerdo con la forma de construir la tabla, τ' debe ser tal que $\frac{610-\tau'}{480} e(\tau')$ sea igual al primer miembro de la fórmula [4], es decir:

$$\frac{610-t'}{480} e(\tau) = \frac{610-\tau'}{480} e(\tau')$$

Como los coeficientes de $e(\tau)$ y $e(\tau')$ difieren poco, ya que la diferencia que puede existir entre t' y τ' es pequeña respecto del valor 610, también diferirán poco $e(\tau)$ y $e(\tau')$ y por lo tanto τ y τ' .

Diremos en esta oportunidad que si se hubiera adoptado en la fórmula psicrométrica un coeficiente constante para todos los casos en que $t' > 0^\circ$ y otro también constante para todos los casos en que $t' < 0^\circ$, como sucede en muchas de las fórmulas psicrométricas usadas, el procedimiento anterior daría para τ' exactamente el punto de rocío.

En nuestro caso debemos tratar de modificar la construcción de la tabla de los valores de $\frac{610-t}{480} e(t)$ de manera que el valor aproximado

τ' del punto de rocío difiera del valor exacto en una cantidad que pueda ser considerada despreciable en los casos que se presentan en la práctica.

En la tabla que hemos mencionado, para que el resultado fuera exacto, el coeficiente de $e(t)$ debe ser $\frac{610-t'}{480}$ cuando t representa la temperatura del termómetro húmedo pero debiera ser $\frac{610-\tau}{480}$ cuando, al entrar

nuevamente en la tabla, t representa el punto de rocío. Se puede pensar que el valor más conveniente para usar como coeficiente, es decir el valor que conduzca a un error mínimo, no es $\frac{610-t}{480}$ sino otro que también

dependerá de t pero según otra ley. Naturalmente dicho coeficiente deberá diferir poco del que se adoptó primero.

Supongamos que ese coeficiente sea $\frac{610-x(t)}{480}$ donde $x(t)$ es una función aún desconocida de t . El procedimiento usado al manejar la tabla conducirá a un valor aproximado τ' del punto de rocío que cumplirá la relación:

$$\frac{610-x(\tau')}{480} e(\tau') = \frac{610-x(t')}{480} e(t') - (t-t')$$

Restando miembro a miembro la relación [4] que contiene el valor exacto τ , resulta:

$$\frac{610-x(\tau')}{480} e(\tau') - \frac{610-t'}{480} e(\tau) = \frac{[t'-x(t')] e(t')}{480}$$

y, mediante transformaciones sencillas:

$$\begin{aligned} [610-x(\tau')] e(\tau') - (610-t') e(\tau) &= [t'-x(t')] e(t') \\ \frac{e(\tau')}{e(\tau)} &= \frac{610-t'}{610-x(\tau')} + \frac{t'-x(t')}{610-x(\tau')} \cdot \frac{e(t')}{e(\tau)} \end{aligned} \quad [5]$$

Llamaremos ϵ al error relativo que se comete sobre la tensión del vapor cuando se toma τ' en vez de τ ; es decir:

$$\epsilon = \frac{e(\tau') - e(\tau)}{e(\tau)} = \frac{e(\tau')}{e(\tau)} - 1$$

El valor de ϵ deducido de la fórmula [5] es:

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{610-t' - 610 + x(\tau')}{610-x(\tau')} + \frac{t'-x(t')}{610-x(\tau')} \cdot \frac{e(t')}{e(\tau)} \\ &= \frac{-t' + x(\tau')}{610-x(\tau')} + \frac{t'-x(t')}{610-x(\tau')} \cdot \frac{e(t')}{e(\tau)} \\ &= \frac{1}{610-x(\tau')} \left[(t'-x(t')) \left(\frac{e(t')}{e(\tau)} - 1 \right) + x(\tau') - x(t') \right] \end{aligned}$$

En esta expresión:

1) El denominador $610-x(\tau')$ puede considerarse constante porque es pequeño respecto de 610; lo tomaremos igual a 600.

2) Supondremos que la función $x(t)$ es lineal $x(t) = a + bt$.

3) Designaremos $\frac{e(t')}{e(\tau)} - 1$ con la letra δ ; este valor depende

de la temperatura y humedad del aire y lo haremos variar dentro de las condiciones ordinarias en la atmósfera.

Resultará:

$$\epsilon = \frac{1}{600} [\delta (t' (1-b) - a) - b (t' - \tau')]$$

La diferencia $t' - \tau'$ difiere poco de $t' - \tau$ porque τ y τ' tienen valores próximos; se podrá escribir:

$$\epsilon = \frac{1}{600} [\delta (t' (1-b) - a) - b (t' - \tau)] \quad [6]$$

Cuando el aire está saturado $t' = \tau$ y $\delta = 0$, resulta $\epsilon = 0$; no hay error al tomar τ' por τ . Trataremos que el error se anule también para una diferencia $t' - \tau$ bastante grande, que corresponda a aire bastante seco pero aún dentro de los casos observados. Se puede comprobar en

las tablas de tensión del vapor saturado que, aproximadamente, la tensión se duplica cuando la temperatura aumenta de 10° . Tomando el caso: $t' - \tau = 10$ que corresponde a humedades relativas que oscilan alrededor del 30 %, se tendrá:

$$\delta \sim 2 - 1 = 1$$

y reemplazando en [6]:

$$\varepsilon = \frac{1}{600} [t'(1-b) - a - 10b]$$

Ponemos como condición que en tal caso el error se anule, es decir que $\varepsilon = 0$; para que dicha condición se cumpla cualquiera sea t' , es necesario que ε no dependa de t' , es decir que se anule el coeficiente de t' :

$$1 - b = 0 \quad b = 1$$

Quedará entonces:

$$\varepsilon = \frac{1}{600} [-a - 10] = 0 \quad a = -10$$

Con estos valores de a y de b , el valor de ε para cualquier par de valores de t' y τ es:

$$\varepsilon = \frac{1}{600} [10\delta - (t' - \tau)] \quad [7]$$

Utilizando esta fórmula calcularemos ε para valores de $t' - \tau$ que varíen desde 0° hasta 10° , admitiendo que la razón $\frac{e(t')}{e(\tau)} = 1 + \delta$ aumenta al mismo tiempo en progresión geométrica desde 1 hasta 2, lo cual es casi completamente exacto. Para mayor sencillez del cuadro, damos los valores $10^3 \varepsilon$:

$t' - \tau =$	0	2	4	6	8	10
$\delta =$	0	0.149	0.320	0.516	0.741	1
$10^3 \varepsilon =$	0	-0.85	-1.33	-1.40	-0.98	0

El error relativo sobre la tensión del vapor del aire ambiente no pasa de 2.10^{-3} ; como la tensión del vapor no supera mucho los 50 mb, resulta que el error no llega a 0,1 mb que es del orden del error que proviene de la observación. Por comparación entre el resultado dado por la tabla y el que se obtiene aplicando la fórmula, se ha comprobado que en los casos observables, para aire muy seco ($t' - \tau > 10^\circ$), el error sobre la tensión del vapor no pasa de 0,2 mb. El error sobre τ depende del valor de τ porque está en relación directa con la derivada de la tensión del vapor saturado con respecto a la temperatura. Es grande para valores bajos de τ y es pequeño para valores altos; pero este error depende fundamentalmente del error sobre la tensión del vapor y si este último no es mayor que el que proviene de la observación, lo mismo sucederá con τ .

Como conclusión, los valores que deben ser calculados para construir la tabla están dados por la fórmula:

$$\frac{610 - x(t)}{480} e(t) = \frac{620 - t}{480} e(t)$$

El modo de operar es el siguiente: 1. Se entra en la tabla con la temperatura del termómetro húmedo. 2. Al valor obtenido en la tabla se le resta la diferencia psicrométrica. 3. Se busca este resultado (o el más próximo) entre los valores de la tabla; el valor correspondiente del argumento es el punto de rocío.

Cuando el termómetro húmedo está cubierto de hielo, vale la fórmula [2]. Procediendo como anteriormente se llega a:

$$\frac{689 - t'}{480} e(\tau) = \frac{689 - t'}{480} e'(t') - (t - t') \quad [8]$$

En este caso no es posible construir una tabla única en la cual se entre con t' y que dé el valor de τ porque en el primer miembro de la fórmula [8] interviene la tensión del vapor saturado sobre agua líquida mientras que en el segundo miembro interviene la tensión del vapor saturado sobre hielo. Habrá que construir una tabla $c(t)e'(t)$ en la que se entrará con la temperatura del termómetro húmedo y otra $c(t)e(t)$ en la que se buscará el punto de rocío; $c(t)$ es un coeficiente que depende de t y cuyo valor más conveniente se trata de hallar.

Admitiendo que:

$$c(t) = \frac{689 - a - bt}{480}$$

y razonando como en el caso anterior, llegaríamos a:

$$\varepsilon = \frac{1}{700} [\delta(t'(1-b) - a) - b(t' - \tau)]$$

donde

$$\varepsilon = \frac{e(\tau')}{e(\tau)} - 1, \quad \delta = \frac{e'(t')}{e(\tau)} - 1$$

y en la que se ha hecho la aproximación

$$689 - a - bt' \sim 700$$

(conviene recordar que t' tiene un valor negativo).

Es de notar que en δ aparece ahora la tensión del vapor saturado sobre hielo a la temperatura t' y sobre agua a la temperatura τ . Se comprueba en las tablas de tensión del vapor sobre agua y sobre hielo que $\delta = 1$ cuando $t' - \tau \approx 9$ de donde resultará repitiendo el razonamiento que se hizo antes:

$$b = 1 \quad a = -9$$

El coeficiente $c(t)$, es:

$$\frac{689 + 9 - t}{480} = \frac{698 - t}{480}$$

La precisión en este caso no es tan importante porque los valores de la tensión del vapor son muy bajos y la principal causa de error reside en la indicación y lectura de los termómetros.

Los valores que deberán ser calculados para construir las dos tablas son:

$$\frac{698-t}{480} e'(t) \quad \text{y} \quad \frac{698-t}{480} e(t)$$

en ambos casos para valores negativos de t .

El modo de operar es el siguiente: 1. Se entra en la primera tabla con la temperatura del termómetro húmedo. 2. Al valor obtenido en la tabla se le resta la diferencia psicrométrica. 3. Se busca este resultado (o el más próximo) entre los valores de la segunda tabla; el valor correspondiente del argumento es el punto de rocío.

Si la presión no fuera de 1000 mb valen todos los razonamientos anteriores, sólo cambia el valor del coeficiente en un factor constante; se utilizará $\frac{620-t}{0,48 P}$ o $\frac{698-t}{0,48 P}$ según que t' esté por encima o por debajo de 0° .

También se puede utilizar la tabla calculada para 1000 mb para otras presiones mediante una tabla auxiliar. En las fórmulas [1] y [2] se observa que si cambia la presión y se modifica simultáneamente en la misma proporción el valor de $t-t'$ no cambia el valor de la tensión del vapor y del punto de rocío dado por la fórmula. Llamemos $t-t'$ la diferencia psicrométrica a la presión P y $(t-t')^*$ una diferencia psicrométrica ficticia que daría el mismo resultado que la real si se supone que la presión es de 1000 mb:

$$(t-t')P = (t-t')^* \cdot 1000$$

$$(t-t')^* = (t-t') \frac{P}{1000}$$

Cuando la presión es menor que 1000 mb, la diferencia psicrométrica ficticia es menor que la real. La tabla auxiliar dará los valores de $(t-t')^*$ para cada valor de $t-t'$ y para distintos valores de P .

MODIFICACION DE LA TABLA

Para simplificar aún el trabajo en las estaciones meteorológicas y evitar los errores que pueden provenir del método de trabajo distinto según que t' esté o no por encima de 0° , se han introducido algunas modificaciones a la tabla anterior.

En vez de restar la diferencia psicrométrica, es decir restar la temperatura del termómetro seco y sumar la del termómetro húmedo, se puede incluir la suma de la temperatura del termómetro húmedo en la tabla de manera que la única operación que debe efectuarse es restar la temperatura del termómetro seco. Se evita así la operación previa de calcular la diferencia psicrométrica. Claro que la tabla así modificada — tabla de los valores de la temperatura equivalente isobárica — no servirá para extraer de ella el punto de rocío en la forma que se indicó anteriormen-

te. La solución consiste en construir la tabla inversa de la que da los valores de $\frac{620-t}{480} e(t)$ es decir la tabla que da los valores de t cuando

$$\text{se conoce } \frac{620-t}{480} e(t).$$

Como el valor dado por la tabla es un simple intermediario que sólo sirve para entrar en la tabla inversa, se le puede sumar una constante modificando simultáneamente los valores de entrada de la última tabla. Sumando a la tabla que corresponde a temperaturas negativas del termómetro húmedo una constante notablemente distinta de la que se suma a la tabla que corresponde a temperaturas positivas del mismo termómetro, las tablas que se refieren a uno y otro caso quedan automáticamente separadas por la gama de sus valores y pueden ser reunidas sin que haya temor de confusiones.

Por los mismos motivos expresados en el párrafo anterior, se puede cambiar el signo de los valores de la tabla y sumarles una constante apropiada para que todos sean positivos. Esto tiene la ventaja de transformar las restas en sumas.

Se han introducido estas modificaciones en las tablas usadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. Resulta así para cada presión un conjunto de dos tablas; en la primera se entra con la temperatura del termómetro húmedo, al valor hallado se le suma la temperatura del termómetro seco y con el resultado se entra en la segunda tabla.

Como ejemplo de lo expuesto se transcriben las tablas I y II para uso sinóptico correspondiente a la presión de 1000 mb. En ellas el punto de rocío está dado simplemente en grados enteros.

TABLA I

Termómetro húmedo	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-34	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.1	43.2	43.4	43.5
-35	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4
-32	40.4	40.5	40.6	40.7	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4
-31	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3
-30	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.9	39.0	39.1	39.2	39.3
-29	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2
-28	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.2
-27	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1
-26	34.0	34.1	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0
-25	32.9	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9
-24	31.8	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8
-23	30.7	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7
-22	29.6	29.7	29.8	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6
-21	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.1	29.2	29.5	29.4	29.5
-20	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.2	28.3	28.4
-19	26.2	26.3	26.4	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2
-18	25.0	25.2	25.3	25.4	25.5	25.6	25.7	25.9	26.0	26.1
-17	23.9	24.0	24.1	24.2	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	24.9
-16	22.7	22.8	22.9	23.0	23.1	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7
-15	21.4	21.6	21.7	21.8	21.9	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5

TABLA I (Continuación)

Termómetro húmedo	0.0	0.1	0.2	0.5	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-14	20.2	20.3	20.5	20.6	20.7	20.8	21.0	21.1	21.2	21.3
-13	19.0	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7	19.8	20.0	20.1
-12	17.7	17.8	17.9	18.1	18.2	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8
-11	16.4	16.5	16.7	16.8	16.9	17.0	17.2	17.3	17.4	17.6
-10	15.1	15.2	15.3	15.5	15.6	15.7	15.9	16.0	16.1	16.3
-9	13.7	13.9	14.0	14.1	14.3	14.4	14.5	14.7	14.8	14.9
-8	12.4	12.5	12.6	12.8	12.9	13.0	13.2	13.3	13.5	13.6
-7	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6	11.8	11.9	12.1	12.2
-6	9.5	9.6	9.8	9.9	10.1	10.2	10.4	10.5	10.7	10.8
-5	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2	9.4
-4	6.5	6.7	6.8	7.0	7.1	7.3	7.4	7.6	7.7	7.9
-3	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4
-2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8
-1	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0	3.2
0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6
0	100.0	99.9	99.7	99.5	99.4	99.2	99.1	98.9	98.7	98.6
1	98.4	98.3	98.1	97.9	97.8	97.6	97.5	97.3	97.1	97.0
2	96.8	96.6	96.5	96.3	96.1	96.0	95.8	95.7	95.5	95.3
3	95.2	95.0	94.8	94.6	94.5	94.3	94.1	94.0	93.8	93.6
4	93.5	93.6	93.1	92.9	92.8	92.6	92.4	92.2	92.1	91.9
5	91.7	91.5	91.4	91.2	91.0	90.8	90.6	90.5	90.3	90.1
6	89.9	89.7	89.6	89.4	89.2	89.0	88.8	88.7	88.5	88.3
7	88.1	87.9	87.7	87.5	87.4	87.2	87.0	86.8	86.6	86.4
8	86.2	86.0	85.8	85.6	85.4	85.3	85.1	84.9	84.7	84.5
9	84.3	84.1	83.9	83.7	83.5	83.3	83.1	82.9	82.7	82.5
10	82.3	82.1	81.9	81.7	81.5	81.3	81.1	80.9	80.7	80.4
11	80.2	80.0	79.8	79.6	79.4	79.2	79.0	78.8	78.6	78.3
12	78.1	77.9	77.7	77.5	77.3	77.0	76.8	76.6	76.4	76.2
13	76.0	75.7	75.5	75.3	75.1	74.8	74.6	74.4	74.2	73.9
14	73.7	73.5	73.3	73.0	72.8	72.6	72.3	72.1	71.9	71.7
15	71.4	71.2	70.9	70.7	70.4	70.2	70.0	69.7	69.5	69.3
16	69.0	68.8	68.5	68.3	68.0	67.8	67.5	67.3	67.0	66.8
17	66.5	66.3	66.0	65.8	65.5	65.3	65.0	64.8	64.5	64.3
18	64.0	63.7	63.5	63.2	63.0	62.7	62.4	62.2	61.9	61.6
19	61.4	61.1	60.8	60.6	60.3	60.0	59.8	59.5	59.2	58.9
20	58.7	58.4	58.1	57.8	57.5	57.3	57.0	56.7	56.4	56.1
21	55.8	55.6	55.3	55.0	54.7	54.4	54.1	53.8	53.5	53.2
22	52.9	52.6	52.4	52.1	51.8	51.5	51.2	50.9	50.5	50.2
23	49.9	49.6	49.3	49.0	48.7	48.4	48.1	47.8	47.5	47.1
24	46.8	46.5	46.2	45.9	45.6	45.2	44.9	44.6	44.3	43.9
25	43.6	43.3	43.0	42.6	42.3	42.0	41.6	41.3	41.0	40.6
26	40.3	39.9	39.6	39.3	38.9	38.6	38.2	37.9	37.5	37.2
27	36.8	36.5	36.1	35.8	35.4	35.1	34.7	34.3	34.0	33.6
28	33.3	32.9	32.5	32.2	31.8	31.4	31.0	30.7	30.3	29.9
29	29.6	29.2	28.8	28.4	28.0	27.6	27.3	26.9	26.5	26.1
30	25.7	25.3	24.9	24.5	24.1	23.7	23.3	22.9	22.5	22.1
31	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9	18.5	18.0
32	17.6	17.2	16.8	16.4	15.9	15.5	15.1	14.6	14.2	13.8
33	13.3	12.9	12.5	12.0	11.6	11.1	10.7	10.3	9.8	9.4
34	8.9	8.5	8.0	7.6	7.1	6.6	6.2	5.7	5.3	4.8
35	4.3	3.9	3.4	2.9	2.4	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0

TABLA II

Tabla I más term. seco	τ	Tabla I más term. seco	τ	Tabla I más term. seco	τ
0.0 a 0.3	0	35.9 a 37.6	36	100.4 a 100.7	-1
0.4 a 0.9	-1	37.7 a 41.3	35	100.8 a 101.3	-2
1.0 a 1.5	-2	41.4 a 44.8	34	101.4 a 101.7	-3
1.6 a 1.9	-3	44.9 a 47.8	33	101.8 a 102.2	-4
		47.9 a 51.5	32	102.3 a 102.5	-5
				102.6 a 103.0	-6
2.0 a 2.5	-4				
2.6 a 2.9	-5	51.4 a 54.0	31		
3.0 a 3.4	-6	54.1 a 57.2	30	103.1 a 103.5	-7
3.5 a 3.7	-7	57.3 a 59.7	29	103.4 a 103.6	-8
3.8 a 4.1	-8	59.8 a 62.6	28	103.7 a 103.9	-9
				104.0 a 104.2	-10
4.2 a 4.4	-9	62.7 a 64.9	27	104.3 a 104.5	-11
4.5 a 4.8	-10	65.0 a 67.5	26	104.6 a 104.8	-12
4.9 a 5.1	-11	67.6 a 69.6	25		
5.2 a 5.4	-12	69.7 a 72.0	24	104.9 a 105.0	-13
5.5 a 5.6	-13			105.1 a 105.2	-14
5.7 a 5.9	-14	72.1 a 73.8	23	105.3 a 105.4	-15
		73.9 a 76.0	22	105.5 a 105.6	-16
6.0 a 6.1	-15	76.1 a 77.6	21	105.7 a 105.8	-17
6.2 a 6.3	-16	77.7 a 79.6	20		
6.4 a 6.5	-17	79.7 a 81.1	19	105.9 a 106.0	-18
6.6 a 6.7	-18			106.1	-19
6.8 a 6.9	-19	81.2 a 82.8	18	106.2	-20
		82.9 a 84.2	17	106.3 a 106.4	-21
7.0 a 7.1	-20	84.3 a 85.7	16	106.5	-22
7.2	-21	85.8 a 86.9	15	106.6	-23
7.3	-22	87.0 a 88.4	14		
7.4 a 7.5	-23	88.5 a 89.4	13	106.7	-24
				106.8	-25
7.6	-24	89.5 a 90.7	12	106.9	-26
7.7	-25	90.8 a 91.7	11	107.0	-27
7.8	-26	91.8 a 92.8	10		
7.9	-27	92.9 a 93.7	9	107.1	-28
		93.8 a 94.7	8	107.2	-30
8.0	-28			107.3	-32
8.1	-30	94.8 a 95.4	7	107.4	-34
8.2	-31	95.5 a 96.3	6		
8.3	-33	96.4 a 97.0	5	107.5	-36
8.4	-35	97.1 a 97.8	4	107.6	-39
		97.9 a 98.4	3	107.7	-42
8.5	-37			107.8	-49
8.6	-40	98.5 a 99.1	2		
8.7	-44	99.2 a 99.6	1		
8.8	-50	99.7 a 100.3	0		

ROSA CLIMATICA DE LOS VIENTOS FUERTES EN BUENOS AIRES

Por FEDERICO J. PROHASKA *

Resumen. — El clima de Buenos Aires está determinado por el contraste mar-tierra y la eficacia de la radiación solar (33° lat. S y pequeña nubosidad en general). A estos factores, propios del lugar, se agregan influencias ajenas por frecuentes e intensas corrientes desde el S y N (Fig. 1) llevando aeromasas de las zonas polares y tropicales.

Las diferencias entre ellas y las desviaciones con respecto al promedio estacional de la temperatura y humedad muestran las Fig. 2, 3 y 4. La fuerte nubosidad en días con vientos del S (Cuadro III), suprime en gran parte la marcha diaria de la temperatura e impide su pronto ascenso, mientras en días con vientos del N (Cuadro II), la nubosidad no influye mayormente en la insolación normal, lo que acentúa el calor.

Los vientos con fuerzas ≥ 4 Beaufort de las otras direcciones se asemejan a unas de estas dos direcciones, excepto los del W y NW que tienen distintas características, pero que se observan muy raras veces.

Summary. — The two principal local factors determining the climate of the Buenos Aires region are the contrast between ocean and continent and the intensity of solar radiation (latitude 33 degrees south and little cloudiness in general). They are largely modulated by foreign influence, viz. frequent and intense air currents from the North and from the South (Fig. 1) carrying air masses from the tropical and the polar regions respectively.

The difference of temperature and humidity in tropical and polar air masses as well as their departures from seasonal normals are shown in Figs. 2, 3 and 4. Overcast skies on days with southerly winds (Cuadro III) suppress a great part of the daily thermic variation delaying the normal rise of temperature, while on days with northerly air currents (Cuadro II) cloudiness interferes little with the normal insolation, accentuating the heat.

Winds of ≥ 4 Beaufort and more from other directions show similar behaviour to that of the principal directions except winds from West and North-west which have their own particular features but are observed very rarely.

I. — GENERALIDADES

Al hablar del estado del tiempo en la Capital Federal es habitual en sus habitantes mencionar en primer lugar el viento. La sola indicación de su dirección caracteriza ya más o menos a aquellos elementos meteorológicos que hacen agradable o pesada la vida en esta metrópoli. Esto pone de manifiesto el papel decisivo que la advección desempeña en el clima de Buenos Aires.

En los breves límites del presente artículo no puede entrarse a discutir las rosas de viento de la temperatura, humedad y nubosidad, vale decir, la variación de estos elementos con la dirección del viento en general. En virtud de ello centraremos nuestra atención en los vientos de fuerzas elevadas, con los cuales se destaca más claramente el factor advección.

Como valor límite se ha elegido en el presente estudio la fuerza 4 de la escala Beaufort. Sobrepasando los 20 Km/h se puede suponer, por lo

* Doctor en Filosofía (Meteorología y Geofísica); Universidad de Viena. Jefe Sección Climatología del Servicio Meteorológico Nacional.

menos para la región de la Capital Federal, donde la fuerza media es de unos 10 Km/h, que el aire llevado por vientos de tal fuerza tiene características que ya no corresponden a las condiciones climáticas de la latitud y longitud locales. Además, los mapas sinópticos demuestran que la fuerza 4 registrada en el Observatorio Central corresponde a una fuerza 5 ó 6 en regiones libres de obstáculos, como por ejemplo, sobre el río de la Plata.

Como material para este estudio se utilizaron las observaciones tri-diurnas (08.00, 14.00 y 20.00 hs Meridiano 60° W de Greenwich), efectuadas en el Observatorio Central Buenos Aires (Villa Ortúzar) del Servicio Meteorológico Nacional, durante la década 1931-1940.

II. — MARCHA ANUAL

En estos 10 años, se observaron 1180 casos con vientos de fuerza ≥ 4 Beaufort, lo que representa un 11 % de las observaciones totales. En su distribución anual, se nota una mayor frecuencia en los 6 meses entre agosto y enero (68 %), con el máximo en octubre (159 casos en los 10 años), y escasa frecuencia en el semestre febrero a julio (32 %), con el mínimo en abril y mayo (cada mes con 46 casos). Esta marcha anual es muy similar a la marcha de la velocidad media del viento, en cuya explicación no podemos detenernos porque superaría los límites de este estudio. Es, además, en grandes rasgos uniforme para las distintas direcciones con mayor frecuencia, con la única diferencia que los vientos fuertes que soplan desde el mar (NE hasta S) tienen su máximo principal en los meses de agosto, setiembre y octubre, mientras los del interior (SW hasta N) son poco más frecuentes entre octubre y enero.

La distribución en las distintas direcciones es la siguiente: La dirección más frecuente durante casi todos los meses es SE con 308 ocurrencias; con las dos direcciones vecinas, el S y el E abarca este sector casi la mitad de todos los casos (584). La frecuencia que aparece en segundo lugar, es la del N, con 259 ocurrencias y es el más frecuente sólo en julio (por lo menos en la década contemplada). De las direcciones restantes tiene el NE como también el SW poco menos del 10 %, mientras el W y el NW son las direcciones que tienen raras veces fuerzas ≥ 4 Beaufort, no teniendo una marcha anual bien definida.

Esta distribución anual de la frecuencia en las distintas direcciones está representada en la Fig. 1. Es al mismo tiempo el tipo que corresponde a la época de mayor frecuencia, no teniendo una distribución uniforme o típica la otra mitad del año. De las curvas de la frecuencia total de la dirección del viento, sin considerar su fuerza, incluyóse en en la Fig. 1 sólo la curva de enero y la de julio, ya que la primera representa la distribución casi igual desde octubre a marzo y la segunda la de los meses de abril a setiembre.

De estas curvas surge que las direcciones prevalentes, durante el verano, son el E y el NE. Pero como es relativamente escasa la frecuencia de vientos de estas direcciones con fuerza ≥ 4 , resulta la gran regularidad con que durante esta época sopla una suave brisa del mar. Durante el invierno, prevalecen los vientos del sector N; aparte de esto, se nota una distribución muy regular en todas las direcciones.

El viento más fuerte que se observó en estos 10 años, fué del N con fuerza 7 en un mes de diciembre. Sin embargo, los vientos con mayor fuerza (≥ 6 Beaufort) se registran en general en agosto, y pertenecen al sector Sud.

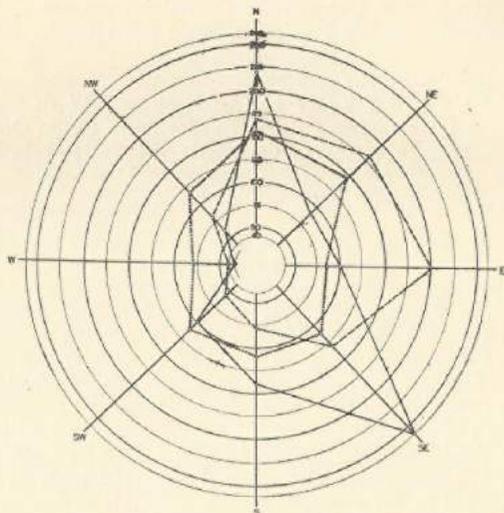


FIG. 1. — Frecuencia de la dirección del viento en tanto por mil. — Promedio anual con fuerza ≥ 4 Beaufort; - - - Promedio de enero; . . . Promedio de julio.

III. — MARCHA DIARIA

La marcha diaria de la frecuencia de los vientos con fuerza ≥ 4 Beaufort, según las tres observaciones diarias, muestra en el promedio anual de todas las direcciones un ascenso desde las 08.00 hs, hasta el máximo a mediodía (con 44 % de los casos), y un descenso hacia el mínimo (25 %) por la noche.

Pero ésta es la marcha característica sólo en los meses de menor frecuencia, en que aun las frecuencias de las distintas direcciones no se distinguen mucho entre sí. En la época en la cual estos vientos se registran con mayor frecuencia, las dos direcciones principales tienen una marcha distinta, que es, además, inversa entre sí. Los vientos del SE y E tienen su máximo por la noche y el mínimo por la mañana, mientras que con los vientos del N y NE ocurre lo contrario. Estos rasgos característicos se expresan en las mismas sumas anuales de las distintas direcciones, que figuran en el Cuadro I.

En este cuadro se nota el predominio absoluto de los vientos N y NE por la mañana y del SE y E por la noche. A mediodía las distintas direcciones no difieren mayormente entre sí, exceptuando los raros casos de vientos del W y NW. Resulta por lo tanto, que la marcha anual de todas las direcciones es sobre todo el efecto de la marcha inversa del N y SE.

CUADRO I. — Número de observaciones con viento ≥ 4 Beaufort

Direcciones	N + NE	E + SE	S + SW	W + NW	Total	En %
Horas 8	174	88	84	24	370	31
14	164	158	155	77	514	44
20	32	196	59	9	296	25

Considerando ahora la forma en que las distintas direcciones influyen sobre el estado térmico, higrico y néfico, limitamos la discusión sobre todo a las dos direcciones más frecuentes: el SE y N, que al mismo tiempo son también las direcciones que llevan consigo las masas de aire más diferentes. Para aumentar el material estadístico se agregó a los vientos del N, los del NE que tienen más o menos las mismas características y a los del SE, los vientos del S. De esta manera están contemplados más del 70 % de todos los casos.

La bien determinada marcha diaria de la frecuencia hace imposible comparar promedios diarios, y es menester considerar los valores en las distintas horas de observación. Este procedimiento tiene además la ventaja de dar una idea aproximada al mismo tiempo de la marcha diaria de los distintos elementos, cuando soplan estos vientos.

IV. — VIENTOS DEL NORTE Y NORESTE

La corriente del Norte, con fuerza ≥ 4 Beaufort provoca diferentes cambios en los otros elementos, según la estación del año. En los meses estivales, donde los vientos de esta dirección soplan con mayor frecuencia por la mañana, la temperatura varía en forma considerable, lo que se expresa en las desviaciones con respecto a la normal diciendo que son positivas o negativas y varían en estos 10 años entre $+8^{\circ}$ y -4°C . Por supuesto las desviaciones positivas son más frecuentes por lo cual el promedio de las 8 horas sobrepasa en un grado el valor normal correspondiente. En la observación de mediodía (a las 14.00 hs) predominan las desviaciones positivas y alcanzan valores hasta $+10^{\circ}\text{C}$. El promedio de todos los casos resulta de $+2.5$. En la época estival, estos vientos no se observan casi nunca por la noche, y los pocos casos ocurridos varían tanto, que el promedio de las desviaciones resulta nulo.

En el semestre invernal, que puede considerarse en la Capital Federal desde mayo hasta octubre, la ocurrencia de estos vientos es mucho menor; tienen la mayor frecuencia a mediodía y la disminución hacia la noche no es tan brusca como en verano. Las desviaciones de la temperatura a las 08.00, 14.00 y 20.00 hs con respecto al término medio, son en promedio, $+3.2$, $+3.6$ y $+4.8^{\circ}\text{C}$, respectivamente, vale decir, un considerable ascenso de la desviación positiva, desde la mañana hacia la noche. La desviación en casos singulares sobrepasa también en esta época los 10° .

Estas desviaciones positivas, sin embargo, sobre todo en el verano, pueden ser producidas no sólo por advección de masas de aire más calientes, sino que dependen en gran parte del efecto de la radiación. Para poder apreciar más o menos esta influencia es necesario observar al

mismo tiempo la marcha diaria de la nubosidad ya que este elemento puede impedir el efecto calorífico de la radiación.

CUADRO II.— Frecuencia de cielo claro y nubes altas con viento del N y NE con fuerza ≥ 4 Beaufort en %

Meseta	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Horas 8	56	81	44	71	29	33	33	46	65	52	67	45	52
14	57	50	27	67	40	36	48	40	42	54	67	42	48
20	100	—	0	—	33	33	44	50	33	100	—	40	48

Es instructiva al respecto una pequeña estadística de la frecuencia de las distintas clases de nubes. El Cuadro II reproduce para las tres observaciones el porcentaje de la frecuencia con que se observan, junto con estos vientos, cielo claro o nubes altas solamente. (Interesándose sólo por la marcha diaria de la temperatura, pueden sumarse estas dos observaciones, ya que es sabido que las nubes altas no impiden el calentamiento de la superficie terrestre, por los rayos solares). Este cuadro muestra que durante el verano, más de la mitad de los vientos fuertes del Norte van acompañados de buen tiempo, por lo cual la acción de la radiación no está mayormente impedida. Durante la época invernal, al contrario, predominan las nubes bajas y medias, por lo cual en esta época la ya débil radiación solar pierde gran parte de su influencia sobre el estado térmico.

Comparando esta marcha anual de la nubosidad con la desviación de la temperatura provocada por los vientos del Norte, resulta que, en el verano, donde la intensa radiación solar puede actuar además sin mayores obstáculos por la escasa nubosidad, la desviación positiva de la temperatura es relativamente pequeña, mientras que en el invierno, con más nubosidad, la desviación es mayor.

Esto significa que la temperatura en el verano no está mayormente aumentada por la advección del aire desde el N ya que la radiación desempeña el primer papel sobre el estado térmico, también en los días con fuertes vientos del N. Por eso la marcha diaria de la temperatura, en estos días, tiene las mismas características que en días claros. Esto lo demuestra el ascenso de la temperatura desde las 08.00 hs hasta las 14.00 hs comparándolo en el promedio de los días con vientos fuertes del N, con el ascenso en todos los días, en días claros y en días cubiertos. En los días seleccionados por el viento N, dicho ascenso es, en promedio, de 7° a 8°C; en los días claros, de 7.5°C; en todos los días, de 5.0°C, y con cielo cubierto, de 2.1°C.

Aunque la coincidencia exacta del ascenso en días con viento N con el valor en días claros es casual, el mismo orden de magnitud comprueba lo dicho anteriormente. Este hecho no debe sorprender. Considerando, en efecto, las isotermas del continente Sudamericano se nota que en esta estación (verano) no existe un acentuado gradiente térmico hacia el Norte. El gradiente gira en esta época hacia el NW donde se encuentra el centro del calor estival del continente. Por lo tanto, un aporte de aire desde el Norte no aumenta en esencia la temperatura.

En los meses invernales se nota mejor la influencia de la advección. Siendo el efecto de la insolación sobre el estado térmico mucho menor, por la considerable nubosidad y la menor altura del sol, las desviaciones positivas de la temperatura más acentuadas en esta estación, que en el verano, son un efecto de la advección. Esto indica asimismo que las desviaciones aumentan en el promedio en 1.5°C desde la mañana hasta la noche continuamente. Naturalmente, el ascenso de la temperatura desde las 08.00 hasta las 14.00 hs es menor en estos días que en el promedio de los días con cielo despejado, siendo el primero de 6.6°C y el otro de 8.6°C.

La variación diaria de la *tensión del vapor* es tan pequeña que es suficiente considerar el promedio diario. Durante los meses estivales, los fuertes vientos del Norte producen una desviación inesperada, siendo el promedio 1 mm Hg más bajo que lo normal. Esto puede explicarse sólo por el hecho de que en días con poco viento las capas bajas tienen un grado elevado de vapor de agua causado, en el verano, por la débil pero constante advección de aire húmedo de las brisas del mar. En días con fuertes vientos del N esta advección de aire húmedo no sólo está interrumpida sino que, por la turbulencia, el aire de las capas bajas se mezcla con las capas superiores más secas, por lo cual el contenido de vapor de agua en las capas cercanas al suelo disminuye.

En el invierno la advección de aeromasas del N produce un aumento en la tensión del vapor, de 1 a 3 mm Hg en promedio, aumentando la desviación positiva desde la mañana hasta la noche, similar a la de la temperatura. En casos extremos dicha desviación alcanza valores hasta de 10 mm Hg.

V.— VIENTOS DEL SUD Y SUDESTE

El 40 % de los vientos fuertes soplan durante el año desde estas dos direcciones, de los cuales el 12 % se registra entre febrero y julio y los 28 % restantes en la otra mitad del año. Como ya antes se mencionara, el máximo de la ocurrencia tiene lugar durante el invierno al mediodía y en el verano durante la noche.

Las desviaciones con respecto al término medio de la *temperatura* son más terminantes en esta dirección. Las desviaciones negativas más grandes tienen lugar en los meses de octubre y noviembre siendo de 5 a 6°C en promedio y de más de 11°C en casos singulares. Esto se explica sin dificultad por el hecho de que en estos meses la diferencia de la temperatura entre tierra y mar tiene su valor máximo en estas latitudes. En pleno verano las desviaciones negativas son menores y uniformes en las distintas horas del día, registrándose valores que para las 3 observaciones son, en promedio, de -3.8°C, -3.6°C y -3.4°C, respectivamente, es decir, que muestran una pequeña disminución hacia la noche, la cual se nota asimismo en todos los meses.

Distinto es el comportamiento de las desviaciones durante el trimestre invernal (junio-agosto), ya que los vientos fuertes de dicho sector provocan por la mañana una desviación positiva de 1.5° en el promedio, a mediodía una desviación negativa de unos 2°, y por la noche otra vez una desviación positiva. Esto no es otra cosa que una consecuencia del intercambio turbulento en las capas inferiores por los fuertes vientos que impiden

el enfriamiento de la superficie terrestre por irradiación, como ocurre en noches con poco movimiento de aire. Por la poca nubosidad invernal en esta región la irradiación nocturna enfría más la superficie terrestre que el aporte de aeromasas desde el S. El cambio de signo de la desviación durante el día no es más que otra expresión demostrativa de la pequeña amplitud diaria de la temperatura en estos días. Esta amplitud, que aun en el invierno se eleva a 12° en días claros sin viento, resulta prácticamente suprimida por la fuerte nubosidad que reina en los días con vientos del S. En el Cuadro III, que es similar al Cuadro II, se reproduce el porcentaje de la frecuencia con que se observaron nubes medias y bajas en esta ocasión. Este cuadro muestra la frecuencia y la regularidad excepcionalmente acentuadas durante el año y durante el día, de las nubes bajas y medias, que se presentan en el mismo promedio anual, con casi 90 %. Junto con la fuerte mezcla, esta gran nubosidad impide la mayor parte del ascenso normal de la temperatura por la mañana y del descenso por la noche, por lo cual la amplitud diaria no sobrepasa en estos días 2°C.

CUADRO III. — Frecuencia de nubes bajas y medias con viento del S y SE con fuerza ≥ 4 Beaufort en %

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Horas 8	89	100	71	86	100	86	100	95	82	91	94	79	89
14	88	64	100	80	67	100	100	94	93	85	100	87	88
20	74	67	90	100	100	88	100	100	90	95	81	69	89

Estas masas de aire disminuyen también el contenido de vapor de agua. Esto se expresa sobre todo en la estación cálida, donde en el promedio puede contarse con una desviación negativa de unos 2 mm Hg. Sólo en el trimestre invernal se hace notar un pequeño aumento de la tensión del vapor registrándose una desviación positiva de alrededor de 0.5 mm Hg que es un poco mayor por la mañana y por la noche y menor a mediodía. Se trata aquí también de un efecto producido por la mezcla de las capas más húmedas cerca del suelo con las más secas en la altura.

VI. — LAS RESTANTES DIRECCIONES

En cuanto a las direcciones restantes, se nota que los vientos del E con fuerza ≥ 4 Beaufort se comportan sólo en parte en forma similar a los del SE y S. Aseméjense en la marcha diaria de la frecuencia, en la de la nubosidad y en la pequeña amplitud diaria de la temperatura, pero difieren con respecto a su estado térmico. Estos vientos del E no producen grandes variaciones con respecto al término medio de este elemento y, como puede esperarse, tienen signos positivos a las 20 hs. que es la de su mayor frecuencia en los promedios invernales, y valores negativos a la misma hora, en la estación estival. Por la gran nubosidad los valores a mediodía exhiben durante todo el año signos negativos, mientras que en los casos raros en que se registran estos vientos, ya en la mañana las desviaciones son positivas en general. El promedio diario

de la temperatura se halla un poco por debajo de la normal, puesto que la desviación negativa de mediodía es más acentuada que la positiva de la mañana y de la noche, lo que se interpreta por la pequeña amplitud diaria de estos días originada por la advección de las masas de aire uniforme en su estado térmico y la supresión del efecto calorífico de la irradiación solar causada por la fuerte nubosidad.

También la tensión del vapor muestra valores que están dentro de la variación común de este elemento, siendo un poco más alta en los meses invernales y un poco más baja que el término medio, durante el verano por su menor contenido de calor. No interesaría publicar promedios o indicar datos extremos por la escasez de su ocurrencia.

Tampoco convendría darlos para los vientos del sector Oeste por ser demasiado raros para calcular promedios, y porque no se pueden considerar en conjunto las tres direcciones de este sector ya que muestran diferencias demasiado grandes. Lo único que las tres direcciones de este sector (SW, W y NW) tienen en común es la marcha diaria de su ocurrencia. Todas ofrecen el máximo de la frecuencia a mediodía y el mínimo por la noche.

En particular los vientos del SW no muestran mayores desviaciones negativas que los vientos del S, con la única excepción que en el invierno, donde los fuertes vientos del S y SE provocan una variación positiva de la temperatura por la mañana y por la noche, los vientos del SW ocasionan en cambio durante todo el año desviaciones negativas. Con vientos de esta dirección la tensión del vapor registra en general los valores más bajos y la nubosidad es similar a los vientos del S, vale decir, que predominan las nubes bajas.

Como se mencionó ya con anterioridad los vientos del W y NW son los que más raras veces tienen fuerzas ≥ 4 Beaufort. Sólo en el 3 % y el 6 % de los casos, respectivamente, o en menos del 1 % del total de las observaciones, se registran tales fuerzas en una u otra de estas direcciones. En cuanto a la temperatura, los vientos del W se asemejan más a los del SW, predominando sobre todo en la primera mitad del año desviaciones negativas, mientras los vientos del NW son más bien similares a los del N, pero con la diferencia de que las desviaciones positivas de la temperatura son en el verano mayores que en el invierno. Ya que se trata de vientos del interior del continente, la tensión del vapor, sobre todo con vientos del W, tiene valores más bajos que la normal. El número de casos resulta insuficiente para poder llegar a conclusiones en cuanto a la nubosidad que registran todas las combinaciones del cielo cubierto con nubes bajas hasta cielo despejado.

VII. — CONCLUSION

Como una representación gráfica resume mejor los distintos rasgos característicos, se da en las Figs. 2, 3 y 4 la desviación de la temperatura y humedad a las 14.00 hs. en promedios estacionales de verano e invierno. Se eligió esa hora por la mayor frecuencia, considerando todas las direcciones, y además esta hora señala la influencia de la nubosidad, o mejor dicho, la influencia de la radiación sobre el estado térmico.

De la Fig. 2, que representa las condiciones térmicas, se desprende que en el verano, las temperaturas en las primeras horas de la tarde difieren

en promedio, en el valor de casi 10°C , si se trata de vientos del NW o del S con fuerza ≥ 4 Beaufort, produciendo una desviación de la normal positiva y negativa casi igual. En invierno, la diferencia entre

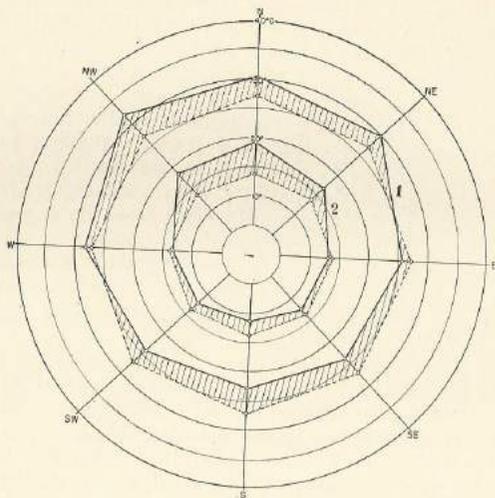


FIG. 2. — Temperatura a las 14.00 hs. según las distintas direcciones del viento con fuerza ≥ 4 Beaufort (—) y en el promedio general (- - -). 1: curvas de verano (124 casos); 2: curvas de invierno (148 casos).

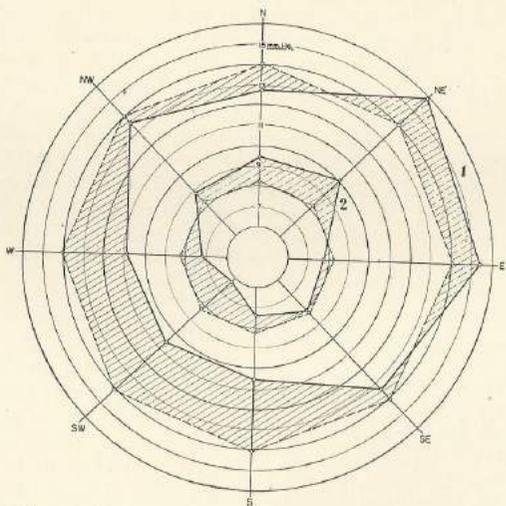


FIG. 3. — Tensión del vapor a las 14.00 hs. según las distintas direcciones del viento con fuerza ≥ 4 Beaufort (—) y en el promedio general (- - -). 1: verano; 2: invierno.

el viento más cálido y el más frío, es de 7.5°C . Pero en esta estación, las desviaciones positivas son el doble que las negativas. El viento más frío viene también del S, mientras que el más cálido llega del N.

En cuanto a la modificación que sufre la tensión del vapor (Fig. 3), el gráfico respectivo muestra que, sobre todo durante el verano, estos vientos producen una sensible disminución de este elemento. Es también el S el viento que provoca la mayor disminución en esta estación (de 3,6 mm Hg en promedio), mientras en las direcciones NE y E se registra un pequeño aumento. En el invierno, los cambios producidos son mucho más limitados. Las desviaciones positivas vienen producidas por los vientos del sector Norte (NW, N y NE) donde la última de estas direcciones da origen al aumento máximo en esa estación de casi 2 mm Hg. La dirección opuesta, el SW, provoca la misma desviación negativa, mientras que los rumbos restantes disminuyen la tensión del vapor en un grado inferior.

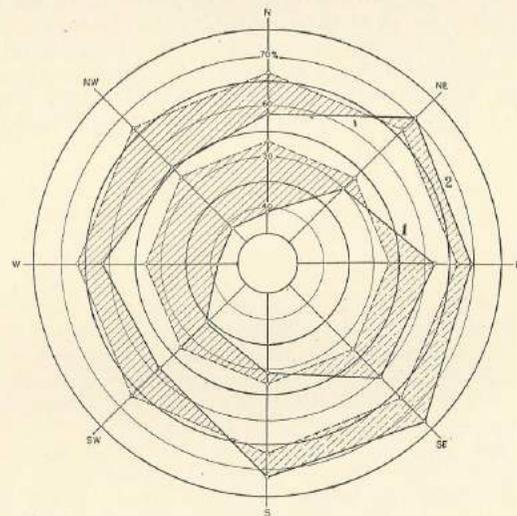


FIG. 4. — Humedad relativa a las 14.00 hs. según las distintas direcciones del viento con fuerza ≥ 4 Beaufort (—) y en el promedio general (- - -). 1: verano; 2: invierno.

Es útil también considerar cómo se modifica la humedad relativa. Observando la Fig. 4 se nota que estos vientos provocan más bien una disminución que un aumento. En el verano, sólo el E y SE aumentan en menos del 10 % el promedio de humedad relativa. Los vientos de todas las demás direcciones lo disminuyen, en especial los vientos del W, NW y N, con un 15 % en el promedio. En el invierno, las desviaciones no son tan grandes como en la estación estival, pero aun en esta época, las desviaciones negativas son más acentuadas que las positivas: -11 % el W y +6 % el SE. Sin embargo, todos los vientos que llevan aire desde el mar (del NE hasta el S) producen un aumento de la humedad relativa.

No nos será preciso incorporar un gráfico más para la nubosidad ya que los Cuadros II y III resultan suficientemente ilustrativos para el distinto comportamiento de este elemento durante el año, según la dirección del viento. En *verano*, con vientos N hay escasa nubosidad, mientras el cielo está nublado con advección de aire desde el S. En *invierno*, las diferencias no son tan grandes, ya que también con vientos N hay con mayor frecuencia nubes bajas y medias que altas, o cielo despejado.

De las consideraciones precedentes resulta que las perturbaciones observadas en el clima de Buenos Aires no proceden ante todo del contraste mar-tierra sino del contraste Norte-Sud, ya que sólo de estos dos sectores ocurren con mayor frecuencia empujes potentes de aeromasas de muy distinta procedencia. Además, surge de lo expuesto que los cambios en la dirección del viento causan realmente estados de tiempo típicos y muy distintos; pero del análisis se pone también de manifiesto que tales diferencias no son provocadas sólo por la advección, sino que incluso, y sobre todo en el verano, por la marcha característica de la nubosidad. En efecto, con afluencia de aeromasas cálidas, el pequeño grado de la nubosidad favorece la insolación solar y acentúa el efecto calórico, y con afluencia de aeromasas frías, la mucha nubosidad producida reduce la insolación, con lo que resulta aún más sensible el frío.

VERIFICACION EXPERIMENTAL DE LA CONSTANTE SOLAR

Por KURT WEGENER*

Resumen. — Las mediciones de la radiación solar realizadas en Pilar, La Quiaca y Mina Aguilar confirman la constante astronómica (2.4). Discútense los errores de la determinación de la constante convencional (1.94).

Summary. — The measurements of the radiation of the sun in Pilar, La Quiaca and Mina Aguilar agree with the astronomical constant (2.4). The error in the determination of the conventional constant (1.94) is discussed.

Entre los trabajos programados por la Dirección de Investigaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional para el período 1950-51, figura la verificación de la constante solar astronómica, tema que fué confiado al autor y que tuvo ocasión de cumplirse hace pocos meses en los siguientes puntos geográficos: Pilar (Prov. de Córdoba) (H = 338 m; Lat. 32° S), La Quiaca (H = 3.400 m; Lat. 22° S) y Mina Aguilar (H = 4.000 m; Lat. 23° S).

CONSTANTES ACTUALES

En la actualidad se emplean dos constantes solares: la astronómica, determinada por Abbot, Wilsing, y Müller y Kron (2.4 gr-cal cm⁻² min⁻¹), y la determinada en virtud de la Convención Internacional de 1913 (1.94 gr-cal cm⁻² min⁻¹).

La primera se apoya en la ley de Wien $\lambda_m T = 2870$, donde T es la temperatura absoluta de la superficie del cuerpo que emana la radiación, en nuestro caso el sol y λ_m es la longitud de onda de la radiación que corresponde al máximo de energía en el espectro del sol. Se obtuvo en promedio para la temperatura del sol el valor 6079° K.

La radiación de la superficie del sol podemos determinarla por la ley de Boltzmann-Stefan, la que expresa la energía irradiada J por una superficie de temperatura absoluta T : $J = G T^4$ siendo su unidad gr-cal cm⁻² min⁻¹, la que denominaremos B para simplificar y en honor a Boltzmann; siendo G una constante:

$$G = 0.826 \cdot 10^{-10}$$

La otra constante solar, llamada convencional, se apoya en mediciones terrestres. Una comisión en 1913 fijó su valor por convención en 1,94 B.

En el mes de diciembre alcanza su valor máximo de 2,0 B.

METODO DE NUESTRA VERIFICACION

Los trabajos realizados por el autor en Pilar, La Quiaca y Mina Aguilar se concretaron a medir la irradiación registrada por un termómetro de bulbo ennegrecido, introducido en un vaso de paredes internas

* Doctor en Filosofía (Universidad de Berlín). Asesor Técnico de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

también ennegrecidas, y expuesto al sol en las condiciones que pasaremos a explicar más tarde.

Cuando la temperatura es constante, el bulbo irradia y recibe la misma cantidad de calor, ya que corresponde a su temperatura absoluta T , a saber:

$$G \cdot T^4$$

De este modo, con la temperatura del termómetro puede medirse la irradiación que el bulbo recibe del vaso.

Si en estas condiciones practicamos en el vaso un orificio bastante grande en la dirección del sol y si el termómetro no acusa ninguna variación, llegamos a la conclusión de que el bulbo del termómetro recibe del sol la misma radiación que de las paredes del vaso, o sea $GT^4 B$.

Este estado lo podemos reproducir calentando un tubo en el que exponemos el bulbo ennegrecido de un termómetro, por el sol mismo, utilizando un espejo parabólico hasta que el termómetro expuesto reciba la misma radiación desde el sol que desde las paredes.

Un segundo termómetro incluído en el tubo, separado del primero por una pared a una distancia de 1 cm y no expuesto al sol, se calentará sólo a expensas de la radiación de las paredes. Si los dos termómetros indican la misma temperatura, la radiación del sol es igual a la de las paredes, y de los dos termómetros.

Este método se apoya sólo en la ley física descubierta por Boltzmann.

EL INSTRUMENTO

El instrumento fué construído en Buenos Aires por el autor con intervención de técnicos del Servicio Meteorológico Nacional.

Las partes y dimensiones del instrumento son las siguientes:

- 1) Bulbos de termómetros { Diámetro: 4 mm
longitud: 10 mm
- 2) Tubo en cuyo interior están los bulbos { Sección: $1\frac{1}{2}$ cm²
longitud: 17 cm
- 3) Espejo parabólico { Abertura: 28 cm (diámetro)
longitud: 26 cm
- 4) Se coloca un disco de papel rodeando al tubo. Si la dirección de la radiación no coincide con el eje del tubo, se proyectarán sombras de las paredes de éste en dicho papel.
- 5) La altura del sol se mide por un ángulo que se lee directamente en un semicírculo graduado. En oposición a la mayoría de los instrumentos este aparato da valores instantáneos de la radiación, obtenidos como estados de equilibrio entre el sol (más el aire interpuesto) y el termómetro expuesto.

RESULTADOS OBTENIDOS

Todo instrumento de radiación puede medir sólo la suma de la radiación del sol y la del aire existente entre el sol y el instrumento.

De modo que de la radiación medida ha de restarse la del aire para obtener exclusivamente la del sol.

Por la mañana, después de una noche despejada más o menos a la hora de la salida del sol, el suelo se halla enfriado debido al intercambio nocturno de radiación con el cielo.

A esta hora el suelo está en equilibrio de radiación con el cielo por ser constante su temperatura, siendo la energía irradiada $GT^4 B$, donde T es la temperatura absoluta del suelo.

Durante la tarde, entre las 14 h y 15 h, observamos la temperatura máxima, la cual decrece hacia arriba en 1° cada 100 m; el aire irradia menos que el suelo calentado.

Entre estos valores extremos se encuentra el valor E , más probable de la irradiación del cielo o del aire, el que se hace figurar en el encabezamiento de cada serie de observaciones.

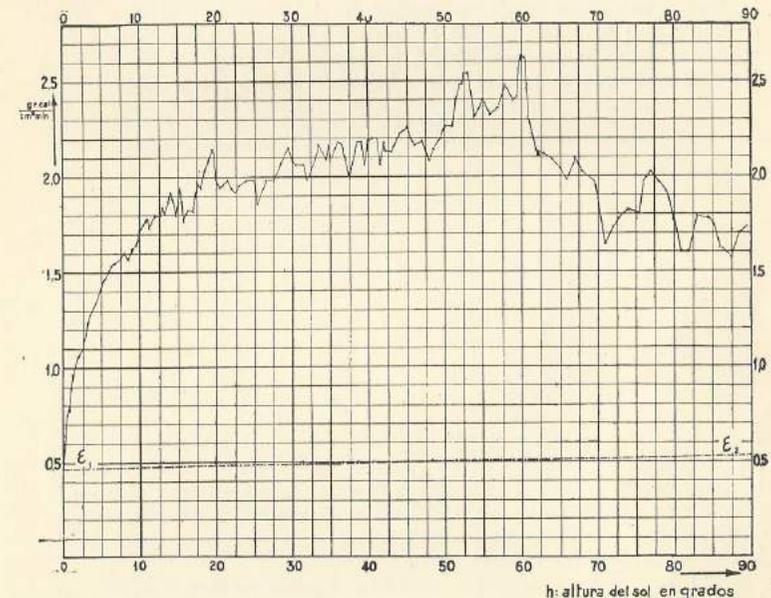


FIG. 1. — Relación entre radiación y altura angular del sol (28-11-50 La Quiaca).

El ejemplo adjunto, representado gráficamente, Fig. 1, da idea de la marcha de una de las series de observaciones. Las demás series se han tabulado, expresando en una columna la altura angular del sol y al lado los valores correspondientes de la radiación total.

1) En Pilar (Prov. de Córdoba) el tiempo era malo, generalmente con muchos cirrus.

Comparando las observaciones efectuadas allí con las de La Quiaca se ve inmediatamente que los valores observados en Pilar suben moderadamente y que los valores máximos de la radiación son relativamente pequeños. La absorción y el albedo son grandes en Pilar.

En el observatorio no hay humos de ciudad que afecten a las observaciones y suponemos que la "tierra" (arena) movida por el viento, generalmente fuerte, es la causante del aumento de la absorción y del albedo.

2) En los Andes el máximo de la radiación se observa cuando el sol se halla entre alturas de 20° y 60°. Suponiéndose que ello obedece al intercambio vertical del aire, como consecuencia del calentamiento de las capas bajas en contacto con el suelo, que transporta "tierra" y vapor de agua hacia arriba. En la tarde hay un segundo máximo de radiación pero menor que el de la mañana. La disminución de la radiación al mediodía puede alcanzar hasta 1 B.

3) Las variaciones de la radiación representadas por los valores instantáneos del instrumento son grandes; ellas se observaban en días despejados, no pudiéndose precisar las causas.

4) Los valores medidos, restándoles la radiación del aire, deben en cada caso ser menores que la constante solar, porque siempre hay reflexión (albedo) y absorción. Los valores del cuadro I representan los diez casos en los que el valor observado superó los 2,5 B.

CUADRO I

Fecha	Valor máximo	Radiación del aire	Diferencia
21/11/50	2.64 B	0.55 B	2.09 B
24/11/50	2.75	0.50	2.25
26/11/50	2.74	0.51	2.23
28/11/50	2.63	0.55	2.08
30/11/50	2.61	0.50	2.11
2/12/50	2.90	0.50	2.40
3/12/50	2.70	0.55	2.15
6/12/50	2.85	0.64	2.21
7/12/50	2.73	0.55	2.18
16/12/50	2.60	0.50	2.10

En los datos la radiación del aire está expresada con toda intención mediante grandes valores; no obstante, se advierte que la diferencia entre la radiación total y la del aire es superior a la constante convencional, la que, por lo tanto, no podrá ser utilizada como referencia en las observaciones, debiendo ser reemplazada por la constante astronómica, la cual satisface a las observaciones.

5) Los valores máximos en Mina Aguilar no son mayores que los de La Quiaca. Atribuimos este hecho a que el número de observaciones efectuadas en el primer lugar no es suficiente para sacar una conclusión sobre este punto. El suelo en La Quiaca es de tipo desértico y hay allí mucha "tierra". En Mina Aguilar, en cambio, existe una modesta vegetación de arbustos, pero las observaciones no muestran diferencias.

DISCUSION

En efecto, en todas las mediciones de la radiación del sol efectuadas por distintos investigadores en oportunidades anteriores, no fué tenida en cuenta la irradiación Boltzmann de la placa expuesta al sol ni la irradiación del aire, por lo cual resultó afectado el valor de la constante determinada conforme a la Convención de 1913.

El método seguido para determinar la constante solar convencional consiste en la extrapolación de una serie de observaciones de la radiación del sol hasta llegar a una masa cero de aire.

CUADRO II. — Pilar (Córdoba)

28/9/50 $\epsilon = 0.48$		1/10/50 $\epsilon = 0.46$		2/10/50 $\epsilon = 0.48$		6/10/50 $\epsilon = 0.46$		8/10/50 $\epsilon = 0.46$	
Altura del sol	B								
25	1.01	9	0.85	30	1.39	11	0.90	9	0.61
25	1.07	12	1.21	31	1.36	12	1.01	10	0.71
26	1.21	14	1.31	32	1.39	14	1.14	11	0.98
28	1.25	15	1.36	36	1.41	16	1.23	12	1.01
29	1.50	16	1.39	37	1.50	17	1.42	13	1.10
30	1.58	17	1.41	38	1.52	19	1.41	14	1.14
31	1.47	18	1.47	39	1.44	20	1.47	15	1.18
35	1.52	19	1.50	50	1.53	21	1.49	17	1.28
40	1.55	20	1.50	41	1.53	23	1.52	18	1.34
41	1.64	21	1.50	42	1.55	25	1.54	20	1.36
44	1.62	24	1.50	44	1.56	26	1.60	21	1.39
46	1.75	26	1.53			27	1.59	22	1.38
		27	1.56			28	1.60	23	1.59
		28	1.47			29	1.57	24	1.44
41	1.65	30	1.37					26	1.45
40	1.60	31	1.46					27	1.45
38	1.67	33	1.65					28	1.45
37	1.52	34	1.71					29	1.49
35	1.45	35	1.80			35	1.32	30	1.52
33	1.45	36	1.78			41	1.62	31	1.49
31	1.44	37	1.92			48	1.68	32	1.49
30	1.41	38	1.89			50	1.82	33	1.48
29	1.41	39	1.82			51	1.78	35	1.49
27	1.38	40	1.79			60	1.86	36	1.49
26	1.59	41	1.88					37	1.57
25	1.53	42	1.86					38	1.62
24	1.18	45	1.88					40	1.60
23	1.16	49	1.89					41	1.62
22	1.14	50	1.75					42	1.53
21	1.09	52	1.82					43	1.57
20	1.04	53	2.01					44	1.60
18	1.00	55	2.01					45	1.58
17	1.00	56	1.99					48	1.73
16	0.94	57	1.97					49	1.76
15	0.91	58	1.92					50	1.76
14	0.85	59	2.05					51	1.73
13	0.77							52	1.76
								53	1.78
								55	1.78
								56	1.88
								57	1.88
								60	1.86
								59	1.82
								58	1.76

Muchos cirrus

Despejado generalmente

Nubes altas (cirrus)

Algunos campos de cirrus

CUADRO V. — Mina Aguilar

13/12/50 0.50 < z < 0.60		14/12/50 0.49 < z < 0.50		15/12/50 0.48 < z < 0.55		16/12/50 0.47 < z < 0.50		16/12/50 0.47 < z < 0.50	
Altura del sol	B								
2	0.49	1	0.71	25	0.71	0	0.51	41 1/2	1.82
3	0.81	2	0.83	27	0.88	1/2	0.74	42	1.90
4	1.05	3	0.97	28	1.30	1	0.82	42 1/2	1.82
5	1.10	4	1.14	29	1.33	1 1/2	0.88	43	1.90
6	1.10	5	1.23	30	1.41	2	0.97	43 1/2	1.99
7	1.16	6	1.31	31	1.45	2 1/2	1.50	44	2.20
8	1.23	7	1.42	32	1.56	remolino		44 1/2	2.14
9	1.56	8	1.58	33	1.51	3	0.86	45	2.18
10	1.33	9	1.52	34	1.12	3 1/2	0.76	45 1/2	2.18
11	1.33	10	1.44	35	1.13	4	0.67	46	2.18
12	1.36	11	1.44	36	1.30	4 1/2	0.72	46 1/2	2.18
13	1.36	12	1.01	37	1.41	5	0.75	47	2.29
14	1.45	13	0.79	38	1.55	5 1/2	1.05	47 1/2	2.33
15	1.69	14	0.99	39	1.65	6	1.27	48	2.24
16	1.71	15	0.84	40	0.96	6 1/2	1.30	48 1/2	2.18
17	1.55			41	1.64	7	1.33	49	2.53
18	1.60	Cubierto		42	1.88	7 1/2	1.53	49 1/2	2.46
19	1.76			43	1.88	8	1.62	50	2.44
20	2.18			44	2.18	8 1/2	1.67	50 1/2	2.37
21	2.22			45	2.18	9	1.71	51	2.28
22	2.33			remolino		9 1/2	1.64	51 1/2	2.22
23	2.18			46	0.97	10	1.67	52	2.33
24	2.09			47	1.01	10 1/2	1.76	52 1/2	2.31
25	2.07			48	2.18	11	1.84	53	2.31
26	2.13			49	2.35	11 1/2	1.85	53 1/2	2.31
27	2.16			50	1.94	12	1.09	54	2.24
28	2.05			51	1.65	12 1/2	1.95	54 1/2	2.33
29	1.44			52	1.49	13	1.92	55	2.37
30	1.38			53	1.62	13 1/2	1.86	55 1/2	2.31
31	1.17			54	1.36	14	1.25	56	2.53
32	1.39			55	1.31	14 1/2	1.05	56 1/2	2.31
33	1.65			56	1.16	15	0.90	57	2.37
34	1.78			57	1.03	15 1/2	0.86	57 1/2	2.40
35	1.82			58	0.79	16	0.83	58	2.59
36	1.73					16 1/2	1.24	58 1/2	2.51
37	1.76			Muchas nubes		17	1.44	59	2.42
38	1.80					17 1/2	1.45	59 1/2	2.42
39	1.67					18	1.62	60	2.44
40	1.58					18 1/2	1.52	60 1/2	2.49
41	1.55					19	1.21	61	2.40
42	1.58					19 1/2	1.09	61 1/2	2.46
43	1.80					20	1.54	62	2.22
44	1.52					20 1/2	1.14	62 1/2	2.24
45	1.63					21	1.73	63	2.31
46	1.67					21 1/2	1.99	63 1/2	2.51
47	1.60					22	2.08	64	2.42
48	1.55					22 1/2	2.22	64 1/2	2.29

CUADRO V. — Mina Aguilar (Continuación)

13/12/50 0.50 < z < 0.60		14/12/50 0.49 < z < 0.50		15/12/50 0.48 < z < 0.55		16/12/50 0.47 < z < 0.50		16/12/50 0.47 < z < 0.50	
Altura del sol	B	Altura del sol	B	Altura del sol	B	Altura del sol	B	Altura del sol	B
49	1.62					23	2.20	65	2.22
50	1.52					23 1/2	1.99	65 1/2	2.05
51	1.47					24	1.53	66	2.12
52	1.56					24 1/2	1.47	66 1/2	2.01
53	1.56					25	1.30	67	2.09
54	2.29					25 1/2	1.04	67 1/2	2.12
55	2.26					26	0.91	68	2.09
56	2.13					26 1/2	0.84	68 1/2	2.18
57	2.03					27	0.79	69	1.92
58	2.55					27 1/2	0.76	69 1/2	1.80
59	2.51					28	0.91	70	1.72
60	2.15					28 1/2	1.44	70 1/2	1.69
61	2.18					29	1.92	71	1.61
62	2.22					29 1/2	2.16	71 1/2	1.67
63	1.75					30	2.35	72	1.69
64	1.92					30 1/2	2.42	72 1/2	1.64
65	1.84					31	2.49	73	1.57
66	1.55					31 1/2	2.46	73 1/2	1.60
67	1.47					32	2.54	74	1.41
68	1.39					32 1/2	2.49	74 1/2	1.39
69	1.36					33	2.42	75	1.45
70	1.28					33 1/2	2.42	75 1/2	1.27
71	1.33					34	2.40	76	0.96
72	1.78					34 1/2	2.33	76 1/2	0.90
71	1.86					35	2.24	77	1.34
70	1.57					35 1/2	2.22	77 1/2	1.60
69	1.42					36	2.51	78	1.67
68	1.64					36 1/2	2.35	78 1/2	1.62
67	1.44					37	2.20		
66	1.24					37 1/2	1.84	Campos de nubes (a.) pasaban por el sol	
65	1.64					38	1.95		
64	2.01					38 1/2	2.09		
63	2.26					39	2.09		
62	2.05					39 1/2	1.95		
remolino						40	1.86		
						40 1/2	1.86		
						41	1.75		

Sin nubes

Al proceder de tal modo, es necesario contar con la estabilidad de las capas de aire, condición que puede cumplirse con observaciones efectuadas en un buque ubicado en alta mar; pero no con las observaciones de las que se obtuvo la constante convencional, y que fueron efectuadas en tierra. Nuestras observaciones recientes demuestran con claridad que tal constancia del aire no existe en tierra, y que, por consiguiente, el método utilizado en la determinación de la constante convencional tiene que conducir necesariamente a valores erróneos.

Además, aun concediendo que exista constancia en el estado del aire, no se habría hallado la constante solar sino el valor de ésta menos el de la reflexión (albedo), la cual no se puede obtener por mediciones terrestres; por lo tanto, siempre el valor medido por este método es menor que la constante solar.

CONCLUSIONES

Como resultado de los trabajos practicados en Pilar, La Quiaca y Mina Aguilar durante los meses de noviembre y diciembre de 1950, podemos concluir:

1. Tenemos certeza en cuanto a la exactitud obtenida en las mediciones por nosotros realizadas, las cuales se representan en los cuadros I, II, III, IV y V, y en el gráfico de la Fig. 1.

2. Afirmamos que la diferencia con los valores de la Convención Internacional de 1913 radica en no haberse tomado en cuenta, por los investigadores anteriores, la irradiación Boltzmann de la placa expuesta al sol ni la irradiación del aire.

BIBLIOGRAFÍA

1. KURT WEGENER. — « Die Messung der Sonnenstrahlung und der Solar Konstante ». *Journal of Geophysical Research*, vol. 54, N° 1, March 1949.
2. ABBOT and ALDRICH. — « A supposed error in Smithsonian Solar Constant determinations ». *Journal of Geophysical Research*, Vol. 54, Dec. 1949, pág. 404-406.
3. KURT WEGENER. — « A supposed error in Smithsonian Solar Constant ». *Geofisica Pura e Applicata*, Vol. XVI (1950), Fasc. 1-2.
4. BERNHEIMER. — « Handbuch der Astrophysik Die Sonne ».
5. ROGER A. ALLEN. — U. S. Weather Bureau D. C. 1945. « Report on Statistical Research Projects for the period July 1943 to December 1944. A) Long range forecasting projects. D) Critical analysis of C. C. Abbot's long range forecasts ».

RECONOCIMIENTO GEOTECTONICO EN LAS INMEDIACIONES DE SALTO GRANDE (ENTRE RIOS)

Por RAIMUNDO CELESTE *

Resumen. — El presente trabajo trata de la geología, en líneas generales, de la región del Salto Grande y el estudio de la influencia directa de las líneas sismotectónicas (fallas del Paraná y Uruguay) en la sismicidad real de la zona. Se dan los valores sobre los que deberán basarse los cálculos de resistencia de materiales sometidos a una vibración determinada.

Summary. — The geological conditions of the Salto Grande region are described in broad lines, and the direct influence of tectonic features (Paraná and Uruguay faults) on the effective seismicity of the region is discussed. Probable maximum values of acceleration are estimated, as a guide for the planning of buildings and engineering structures in the region under discussion.

I. — INTRODUCCION

Geográficamente consideramos que la Mesopotamia no pertenece a la gran llanura Chaqueño Pampeana, pues, además de encontrarse separada de ésta por la gran falla del Río Paraná, presenta una notable similitud geológica con la región montañosa del Brasil meridional.

Según Windhausen, la región antes citada formó, en época pasada, una gran cubeta de sedimentación, cuyo centro de sedimentación sería la región de Ponta Grossa; podríamos considerar, entonces, que la Mesopotamia pertenece a los bordes de esa cubeta, la que en periodos siguientes comenzó un movimiento ascendente, presumiblemente a fines del Cretáceo o principio del Terciario.

El hundimiento pronunciado de la llanura Chaqueño Pampeana, en épocas posteriores a la efusión de las lavas de Serra Geral (Rético), dió motivo a que grandes mantos de arenas, arcillas y rodados se depositaran en la cubeta que creó dicha depresión; mientras que, por el contrario, la Mesopotamia fué sometida a un proceso inverso, la erosión, la que se confirma por lo débil de las capas sedimentarias del Terciario y Cuaternario, encontrándose el subsuelo, que en nuestro caso está compuesto por las areniscas y efusivas de Serra Geral, a pocos metros de la superficie o aflorando en otros casos, sobre la margen derecha del río Uruguay.

La prolongada sedimentación ocurrida en esta región, cuando aún se mantenía intacto el continente Gondawana, se vió interrumpida a fines del Triásico por el formidable proceso magmático que produjo la efusión de las lavas de Serra Geral, en una superficie aproximada al millón de kilómetros cuadrados.

Se insinuaba ya la senilidad del viejo continente; en toda su superficie se formaban grietas que fueron disgregando en numerosos bloques, que posteriormente se separaron en forma definitiva, y a partir de entonces cada bloque abandonó la fisonomía paleobiológica que le era común.

* Doctor en Ciencias Naturales. Jefe de la División Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional.

La región que nos ocupa, en su totalidad pertenece —según Tapia— al antiguo cono de deyección del río Uruguay, que por el tiempo que allí desembocaba, afectaba la forma de un gran delta, ya que la forma lenticular y la calidad de los sedimentos nos dicen que ella ha tenido lugar en un ambiente de poca profundidad y de aguas relativamente tranquilas. Las diversas islas que formaron el delta, por un proceso geológico ascensional, quedaron sometidas a la erosión y muestran en la actualidad el aspecto de pequeñas ondulaciones (cuchillas).

El río Uruguay, de ancho variable entre los 600 metros y 1200 metros, de aguas límpidas y curso sereno, forma frente a esta región un amplio codo, correspondiéndole a esta zona la cara cóncava del mismo. En su curso se ve de continuo interrumpido por los afloramientos de areniscas consolidadas de Sao Bento, lo que origina una serie de restingas, correderas y saltos, como los denominados Chico y Grande.

Aquí es donde el Superior Gobierno ha emprendido la magna tarea de construir en cooperación con el de la vecina República, un dique de embalse regulador, con esclusas para facilitar la navegación, una usina hidroeléctrica y un puente internacional.

La profundidad es variable e irregular, como ya lo observara M. Lugeon en su trabajo publicado en París en 1924, citando la existencia de numerosos ombligos, cuyos fondos se encuentran a cotas inferiores al nivel del mar.

Las formaciones geológicas observadas en las barrancas del río y en zanjones naturales, son los siguientes:

Terciario y Cuaternario	Areniscas conglomerádicas, arenas y arcillas. Depósitos actuales eólicos.
Cretácico	Calcáreo rosado.
Serie de Sao Bento	Areniscas consolidadas y lavas de Serra Geral.

Estas areniscas constituyen una roca de grano fino, muy dura, de amarillo hasta violeta con sus tonos intermedios. Su capacidad y color las confunde a veces con sus adyacentes, los meláficos.

Se presentan en algunos casos totalmente descubiertas y en otros —sobrepuestas las eruptivas de Serra Geral— se encuentran bastante dislocadas, preponderando dos líneas de fractura: Norte-Sud y Este-Oeste; la primera, la más importante y extensa, pero menos numerosa, siendo típica la que se extiende a lo largo del curso del río Uruguay, correspondiendo el labio hundido a la margen derecha (Argentina). Las segundas, más numerosas pero menos extensas y que son las que determinan los ombligos en el lecho del río y que se escalonan durante largo trecho de su curso y que, como viéramos anteriormente, fueron objeto del estudio por parte de M. Lugeon.

De manera, pues, que desde el punto de vista tectónico, interesa considerar la gran falla del río Uruguay, la que desde la desembocadura en el Río de la Plata se continúa por varios centenares de kilómetros ocupando el lecho del río; éste descansa sobre el labio derecho (labio hundido) recostándose sobre el labio levantado (margen uruguaya). La magnitud del rechazo es difícil de apreciar, aunque sin duda es variable, pues a la falla del Uruguay la acompañan numerosas fallas perpendiculares, todas ellas de diverso grado de corrimiento, notándose algunas que no presentan deslizamiento vertical, pero sí horizontal, que

más al Norte, cerca de Puerto Escaba, llega a ser de 1,70 m. En general se cree que el rechazo en Salto Grande es de unos 15 metros y más al Norte, cerca de arroyo Bizcocho llega hasta 50 metros.

Podemos afirmar que, tanto el basamento como los demás elementos geológicos, no se vieron sometidos a ninguna acción de compresión, sino que, por el contrario, las fuerzas han actuado en el sentido de la tracción, produciendo estiramientos y separación de los diversos bloques, acompañados, además, de hundimientos de variada magnitud. No se han observado indicios probatorios de que ese lugar hubiese sido afectado por fuerzas de compresión, lo que nos lleva a afirmar que la región ha sufrido movimientos de ascenso y descenso a partir probablemente del Cretáceo.

II. — ESQUEMA ESTRATIGRAFICO DE LA ZONA

- | | |
|---|---|
| I) Depósitos actuales, aluviones antiguos, Postpampeano. — Arenas finas, claras, limo, loess. | |
| II) Cuaternario | Sedimentación del Pampeano. — Hundimiento de la Mesopotamia. — Cese de sedimentación. |
| III) Terciario | Sedimentos enterrrianos. — Lavado de los sedimentos anteriores. — Deposición de las areniscas conglomerádicas de Salto. — Cono de deyección del río Uruguay. — Nuevas líneas de fracturas. — Fallas del Paraná y Uruguay. |
| IV) Cretácico | Deposición de sedimentos terrígenos calcáreos. — Movimiento epirogénico descendente. — Avance del mar con poca profundidad. |
| V) Jurásico | Erosión de las eruptivas de Serra Geral. — Clima desértico. |
| VI) Triásico | Eruptivas de Serra Geral. — Sedimentación de las areniscas de Sao Bento. — Clima árido. |

III. — ANTECEDENTES SISMICOS DE LA REGION

Desde el año 1822, fecha desde la cual se cuenta con datos sobre movimientos sísmicos ocurridos en la República Argentina, no se tiene noticia de ningún temblor sentido en la provincia de Entre Ríos, hasta el 27 de octubre de 1894, a pesar de haberse revisado prolijamente todo el archivo existente en el Departamento de Geofísica.

El Cuadro I incluye los temblores sentidos en la provincia de Entre Ríos.

IV. — SISMICIDAD DE LA ZONA

Sabemos que todos los grandes sismos destructores que se han registrado en la parte meridional de Sud América, han tenido sus focos en el macizo andino, más del lado chileno que del argentino, debido a que la cordillera constituye un poderoso obstáculo a la propagación de los movimientos sísmicos.

La estadística de registros sismológicos nos muestran que Mendoza, San Juan, la Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy han sido con frecuencia fuertemente sacudidas, pero la sismicidad de las regiones del litoral es pequeña, puesto que la frecuencia es mínima, aunque la intensidad de los sismos ha solido alcanzar los Grados IV y V de la Escala Internacional de Intensidades.

Así en Entre Ríos se alcanzó el Grado IV en 1948 cuando se produjo el terremoto con epicentro en la falla del Paraná, cerca de Esquina, (Provincia de Corrientes).

CUADRO I

Año	Mes	Día	Hora	Localidad	Forma en que se presentó el fenómeno
1894	oct.	27	5.00	Paraná	Tembor bastante intenso, de 25 segundos de duración.
				Diamante	
				Gualeguay	Sintióse temblor en todas las localidades anotadas al margen.
				Nogoyá	
				Victoria	Este temblor causó 5 muertos y numerosos heridos en San Juan.
				La Paz y toda la costa del Paraná	
				Gualeguay	En Mendoza también causó grandes daños. En Entre Ríos con consecuencias.
1906	abril	16	8.50	Paraná	Leve oscilación. Temblor fuerte en Santiago de Chile; repercutió en una extensa zona de nuestro país sin consecuencias graves en ninguna parte de la Argentina.
1921	oct.	28	22.00	Paraná	Sintióronse leves temblores de tierra. También sintióse temblor en Villa María (Córdoba), a la misma hora.
1922	nov.	11	24.00	Paraná	Sintióse temblor de bastante intensidad.
1936	mayo	21		Paraná	Ligero temblor sin consecuencias. Epicentro en San Luis. Repercutió en una extensa zona de nuestro país.
1948	enero	21	14.00	Villa Elisa	Intenso temblor que hizo trepidar los edificios y los objetos que se encontraban en su interior.
			13.50	Federación	En las primeras horas prodújose temblor sin consecuencia, el que también fué sentido en una extensa zona de las provincias del litoral y en el Uruguay y con epicentro en la falla del Paraná. No causó daños.
			13.45	Chajarí	Tembor de tres segundos de duración que causó alarma. Algunos edificios sufrieron pequeñas grietas y la caída del revoque de las paredes.
			13.45	San José de Feliciano	Tembor de tres segundos de duración. Fuerte sacudón. Hubo pánico.

La fractura del Uruguay es contemporánea a la del Paraná, ambas producto final de un movimiento alternativo de báscula de que fueron teatro esas regiones. Estos movimientos alternativos de oscilaciones, están generalmente contrabalanceados por otros de sentido inverso. Pero cuando no sucede así, es decir, cuando el movimiento ascensional es continuo, entonces se llega muy pronto al desequilibrio, por acumulación de presiones en los bloques constitutivos de la corteza terrestre, que se resuelve de una manera violenta, o sea en una fractura.

Sin embargo, el movimiento de la falla no deja para siempre establecido el equilibrio entre los bloques, como se ha comprobado en épocas ulteriores a la producción de un terremoto.

De modo que, aunque los datos estadísticos nos dicen que la sismicidad de Salto Grande es relativamente pequeña, las construcciones de la región deberán hacerse, teniendo presente, por lo que a los sismos se refiere, el Grado VII de la Escala Internacional, a fin de ajustarse a un mayor coeficiente de seguridad.

Dicha Escala Internacional de Intensidades expresa la aceleración máxima del movimiento del suelo en milímetros por segundo, y se reproduce en el Cuadro II para mayor ilustración.

CUADRO II

Grados de la escala	Aceleración máx. en mm/seg ²	Grados de la escala	Aceleración máx. en mm/seg ²
I	< 2,5	VII	250
II	5	VIII	500
III	10	IX	1000
IV	25	X	2500
V	50	XI	5000
VI	100	XII	> 5000

Para conocer numéricamente la intensidad del choque sísmico bastará determinar el "Grado de sacudimiento" expresado en función del valor de la aceleración de la gravedad; es decir, bastará conocer el valor relativo ϵ y la aceleración del movimiento sísmico horizontal, supuesto de carácter sinusoidal, con respecto a la aceleración g de la gravedad. El valor ϵg nos da la aceleración sísmica máxima. El movimiento sísmico está dado por la relación sinusoidal:

$$s = A \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$$

siendo

s = la amplitud del movimiento al tiempo t ;

T = el período de dicho movimiento, es decir, el período de vibración de las partículas del subsuelo;

A = amplitud máxima del movimiento.

se tiene

$$\frac{ds}{dt} = v = \frac{2\pi}{T} A \cos \frac{2\pi}{T} t = \text{velocidad}$$

$$\frac{d^2s}{dt^2} = a = -\frac{4\pi^2}{T^2} A \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t = \text{aceleración}$$

El valor de a será máximo cuando, evidentemente, se tenga

$$\operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t = 1$$

lo que nos da para la aceleración máxima la expresión

$$a = \frac{4\pi^2}{T^2} A$$

Investigando el valor absoluto de a se podrá determinar el "grado de sacudimiento" que expresa numéricamente la intensidad relativa de dicho fenómeno.

Supongamos, para ilustrar lo que estamos tratando, el caso del sismo que en las épocas modernas ha sido sumamente destructor, desde que más de 250.000 casas fueron destruidas o severamente dañadas en la región central del Japón. Nos referimos al terremoto del 1º de setiembre de 1923. Para el caso de la ciudad de Yokohama se tuvo:

Período de vibración del suelo	$T = 1,35 \text{ seg.}$
Aceleración máxima horizontal	$a = \frac{4\pi^2}{T^2} A = 3250 \text{ mm/seg}^2$
Grado de sacudimiento	$\varepsilon = \frac{a}{g} = \frac{3250}{9810} = \frac{1}{3} \text{ aprox.}$

Como se ve, la intensidad del sacudimiento fué de $\frac{1}{3}$. En general

dicho valor no sobrepasa a $\frac{1}{2}$ aún en terremotos destructores.

Con este valor de la intensidad relativa, se tiene un medio que sirve como elemento de juicio para emprender el cálculo de la resistencia que deben tener los materiales que han de utilizarse en las construcciones levantadas en regiones inestables solicitadas por movimientos verticales poco intensos, pero para valores relativamente grandes de la componente horizontal.

Para el caso de Salto Grande, ubicado en una zona cuyo grado de sismicidad le atribuimos el correspondiente al Grado VII de la Escala Internacional, es decir, a 250 mm/seg^2 , se tiene un "grado de sacudimiento"

$$\varepsilon = \frac{250}{9810} = 0.025.$$

Los terremotos que afectan el territorio argentino no alcanzaron, aun los más destructores, el valor $\varepsilon = 0,1$.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA COMPENSACION GLOBAL DE LA PRECIPITACION ANUAL, EN RELACION CON EL PROBLEMA DE LA PRODUCCION ARTIFICIAL DE LLUVIAS

Por WERNER SCHWERDTFEGER *

Resumen. — Interpretando como principio de validez general la compensación global de la precipitación anual se discuten las consecuencias con respecto a la producción artificial de lluvias en cantidades útiles, especialmente desde el punto de vista de la Meteorología Sinóptica, y se destacan las razones que inducen a dudar de su éxito. Puede calcularse que una desviación de poca monta de la circulación general, ocasiona importantes alteraciones del régimen pluvial, y que existen ciertas regiones pobres en lluvia que podrían verse beneficiadas con mayores cantidades mediante una variación favorable de las corrientes atmosféricas, sin que la compensación inevitable afecte otras zonas que las oceánicas. Se examina la cuestión considerando si ciertos procesos terrestres, como las erupciones volcánicas, ocasionarían, tal vez, variaciones de esta índole.

Summary. — The annual compensation of global rainfall is conceived hypothetically as a principle of general validity, for the purpose of a discussion of the consequences relative to the artificial production of useful amounts of rain, considering especially the synoptical point of view. There is concluded that a minor deviation of the general circulation induces important changes of the rainfall distribution, and that exist certain regions with little rain which could receive greater amounts by motive of a favourable variation of the air currents without the inevitable compensation affecting others than the ocean areas. Follows an examination of the question if terrestrial events, as volcanic eruptions, will involve variations of that kind.

I.— LA CAPACIDAD COMPENSATORIA DE LA ATMOSFERA

En el transcurso de los últimos años los ensayos prácticos tendientes a provocar o intensificar precipitaciones por medios artificiales, han causado mucha sensación. La discusión científica, empero, se ha restringido casi exclusivamente al punto de vista aerofísico, mientras que los demás aspectos y posibles consecuencias del conjunto de problemas no se han tenido en cuenta de una manera equivalente. Así las cosas, séame permitido entrar a considerar aquí algunos aspectos de la cuestión a los cuales no se les ha prestado hasta ahora, a mi criterio, la atención debida.

Comenzaré por tratar un aspecto que a primera vista parecería no guardar muy estrecha vinculación con el resto del tema.

Fácilmente se pone de manifiesto que la cantidad de precipitación caída durante un año (vale decir, dentro de un período natural) sobre cierta superficie, difiere tanto menos del promedio de muchos años cuanto más extensa sea dicha superficie. Tan importante realidad se pone bien en evidencia en la monografía que sobre las sequías presenta I. R. TANNEHILL (1), quien se ha servido para sus investigaciones del promedio de las lluvias en 42 estados, tomados por separado, en los Es-

* Doctor en Filosofía (Meteorología y Geofísica). Universidad de Leipzig. Meteorólogo en el S. M. N.

tados Unidos, y la del territorio íntegro; todo ello adoptando de propósito una posición contraria a los numerosos trabajos basados en los datos de ciertas estaciones, de por sí mucho más afectados por el azar. De las extensas tablas de Tannehill, extraemos como ejemplo, para el período 1886-1945, los valores que figuran en la Tabla I.

TABLA I

Superficie	Desviación en % con respecto al promedio de 60 años (1886-1946)	
	Año más seco	Año más húmedo
Territorio total de los Estados Unidos	- 15 % (1910,17)	+ 13 % (1905)
Territorio de los 12 estados centrales (entre Mississippi y los Rocky Mountains <i>en total</i>)	- 25 % (1917)	+ 25 % (1915)
Estos 12 estados tomados aisladamente, promedio	- 38 %	+ 43 %
Uno solo de estos 12 estados (Texas)	- 47 % (1917)	+ 49 % (1919)

Estos datos caracterizan en forma clara la *capacidad compensatoria* (Ausgleichsvermögen, en alemán) de la atmósfera en cuanto a la cantidad regional de precipitación caída. A cada "más" en una región corresponde un "menos" en otra, siempre que la energía total disponible para el mantenimiento de las circulaciones atmosféricas (y oceánicas) no varíe esencialmente ("constante" solar).

Extrapolando las variaciones de la cantidad anual de precipitación en toda la tierra, éstas se acercarán a cero. Si se quiere suponer que la reacción lenta de las grandes corrientes oceánicas en los procesos atmosféricos ocasione cierto retraso, podría hacerse referencia a la cantidad de varios años en vez de serlo a la de un año. Esto no afectaría al punto esencial de nuestras conclusiones.

Los datos de la tabla ponen de manifiesto un hecho que, probablemente, debe interpretarse como *principio meteorológico de validez general*. En la literatura meteorológica a disposición del autor, no se encuentra ninguna indicación al respecto. Tampoco encontramos alusión alguna al fenómeno en cuestión en un trabajo de BROOKS⁽²⁾, que trata de la variación secular de las precipitaciones en distintas partes de la tierra, y cuya figura 1 muestra también la compensación en el régimen pluvial global.

Como hipótesis de trabajo, podría formularse el siguiente principio: En un sistema cerrado de circulación atmosférica, en el período de un año o un múltiplo de éste, la *cantidad total de precipitación* queda determinada únicamente por la energía que el sistema recibe desde afuera, y crece con dicha energía.

Como energía tal merece atención exclusivamente la radiación solar. Para ser más exactos, hay que añadir que la consideración presente no toma en cuenta las posibles variaciones de la distribución de agua y tierra sobre la superficie del planeta, vale decir, cambios de las condi-

ciones marginales a que está expuesto el sistema. Se debería comprobar la admisibilidad de la hipótesis en cuestión, en base a modelos termodinámicos más simples, teóricamente. Las diversas consecuencias del principio anterior referidas a las consideraciones de los procesos atmosféricos de los planetas — con tal que esté presente H₂O — podrían llegar a tener cierta trascendencia⁽³⁾.

El desarrollo de estas ideas, empero, no es el objeto de la presente exposición. Para lo que sigue bastará, por el momento, constatar el resultado inequívoco de la tabla, vale decir, la existencia de la capacidad compensatoria aproximada en cuanto a la lluvia global anual, y comprobar, además, lo que es por otra parte más o menos obvio, que el "mecanismo" por medio del cual se establece la compensación es el juego variado de las distintas situaciones sinópticas que se ven en las Cartas del Tiempo.

II. — JUICIOS SOBRE LOS POSIBLES RESULTADOS DEL « SEMBRADO » EN LAS NUBES

Tenemos la impresión de que los climatólogos, por su parte, y los técnicos empeñados en la producción artificial de lluvias, por la suya, no han tomado suficientemente en cuenta el fenómeno de la compensación. Porque, de haberlo tomado, confiando en el éxito de sus proyectos y para evitar perjuicios a las zonas vecinas, deberían realizar sus experimentos sólo en aquellas regiones donde en los alrededores existe un exceso, no deseado, de lluvias.

Claro es que nuestra consideración no tiene ninguna importancia para experimentos muy aislados, como son los efectuados hasta la fecha en la Argentina, pero los ensayos en los Estados Unidos se realizaron en escala mucho mayor. Por lo visto, este aspecto ha sido a veces discutido en ciertos periódicos de Norteamérica, pero no se lo ha tenido en cuenta con la debida seriedad en la práctica. En realidad, en el caso de que se consiguiera producir lluvias en escala respetable, sembrando en las nubes "hielo seco", yoduro de plata u otras sustancias, podrían resultar consecuencias serias en las zonas vecinas. La única región del territorio argentino en la cual no existiría tal peligro es en la Patagonia, dado que linda por el Oeste con un país abundante en lluvias; por el Este con el océano y por el Norte con una zona cuyas precipitaciones (escasas) se originan casi exclusivamente en las masas aéreas provenientes de las provincias muy húmedas del Noreste del país.

Ahora bien, probablemente el peligro de que los experimentos emprendidos hasta hoy día ocasionen daños serios, no es muy grande. Puesto que las explicaciones y declaraciones en pro de los ensayos de la producción de lluvias por medio de sustancias que favorecen la coagulación, ya se han divulgado por la prensa en todas partes del mundo, nos limitaremos aquí a citar tres opiniones opuestas; a nuestro juicio suficientemente fundadas:

En primer lugar, debe ser de interés general la afirmación que hace poco han emitido cuatro especialistas norteamericanos, en respuesta al requerimiento del presidente de la Sociedad Meteorológica Americana y con particular referencia a los trabajos bien conocidos de LANGMUIR, SCHAFFER y colaboradores⁽⁴⁾.

Dicha manifestación termina textualmente con las siguientes palabras: "Es opinión ponderada de este Comité, que la posibilidad de producir artificialmente cantidades útiles de lluvia, no ha sido demostrado hasta ahora, siempre que los datos existentes se interpreten en base a principios científicamente aceptables".

En igual sentido habían expuesto su criterio dos años antes los peritos argentinos BURGOS y DE FINA⁽⁵⁾, y para las consideraciones que han de seguir, tiene particular importancia la conclusión final a que llegan: "La obtención de lluvias artificiales de alguna monta en los desiertos de cielo nuboso o durante tiempo nublado en regiones azotadas eventualmente por sequías, también resulta prácticamente imposible en la actualidad, puesto que se desconoce el medio de originar corrientes de aire ascendentes de apreciable poder, duración y extensión; fuentes únicas e irremplazables de las lluvias de alguna importancia".

Sin duda alguna, los trabajos intensos y especializados de los últimos años han producido — aunque no sea lluvia — conocimientos muy valiosos con respecto a la física de las nubes, disciplina relativamente joven. Una reseña compendiada, la ha dado, no hace mucho, el renombrado meteorólogo escandinavo T. BERGERON, publicada en el primer número de la nueva revista científica de Suecia⁽⁶⁾. BERGERON llega a la conclusión siguiente: "La discusión puede resumirse constatando que cualquier siembra ya sea natural o artificial, será en general poco provechosa para hacer llegar agua a la superficie terrestre, en especial en niveles bajos, siempre que no haya condensación por levantamiento sistemático que atraviesa las nubes; esta afirmación vale hasta para nubes que contienen agua precipitable, pero no en estado de coagulación ("releasable but not released"). Habiéndose demostrado por otra parte, que las nubes convectivas y frontales deben ser en general eliminadas de la lista de dichas nubes, la posibilidad principal que queda debe consistir en el sembrado de nubes formadas por un movimiento estacionario ascendente, suficientemente intenso, y que sobrepasa la isoterma 0°, pero no la de -5° (ó -10°). Tales condiciones se presentan sólo, por regla general, en sistemas muy especiales de nubes orográficas..."

Convendría consignar que tales "sistemas muy especiales" en el sentido de Bergeron, se encuentran tal vez en el extremo Noroeste del territorio argentino, pero no en el centro y Sur del país, regiones particularmente necesitadas de lluvia. Además para evitar equivocaciones, hay que señalar explícitamente que los autores de los criterios ya citados han usado deliberadamente, sin duda alguna, las frases: "cantidades útiles" y "lluvia artificial abundante", y también que la exposición presente se refiere siempre a precipitaciones realmente aprovechables, en contraste con los chaparrones aislados, que probablemente puedan obtenerse, en circunstancias favorables, de un cúmulus estival bien potente.

III.—PAPEL DE LA FRECUENCIA Y PERSISTENCIA DE CIERTAS SITUACIONES SINÓPTICAS

Los juicios citados por una parte, y el hecho de la compensación regional de la atmósfera expuesta en el párrafo I, por otra, hacen parecer razonable la idea de que, considerando los problemas de la producción artificial de precipitaciones, hay que tener en cuenta no solamente el

punto de vista aerológico-físico, sino también el de la meteorología sinóptica. Precisamente en zonas pobres en lluvias, sólo situaciones sinópticas bien definidas van acompañadas por abundantes lluvias que abarcan toda una región. *Únicamente por medio de estas situaciones sinópticas lleva a cabo la Naturaleza la formación de precipitaciones sobre vastas zonas.* Siendo ello así, cabría preguntarse si el hombre es capaz de lograr el mismo efecto bajo otras condiciones, interrogante ante el cual nuestra respuesta no puede ser otra que ésta: muy improbable!

En efecto, la frecuencia de ciertas situaciones bien típicas, con su variabilidad de mes a mes y de año en año, desempeña el papel primordial en la marcha temporal de las lluvias, y no hay duda de que las variaciones seculares de las lluvias están vinculadas directamente a las de la circulación atmosférica general, lo que, en este aspecto, significa lo mismo que variaciones de la frecuencia y distribución regional de ciertas situaciones sinópticas.

En Europa existiría la posibilidad de ejemplificar esto en base a una serie de más de 80 años de cartas diarias del tiempo, o también en base a un "calendario de situaciones generales del tiempo", como lo ha elaborado F. BAUR, para más de 60 años. En América del Sur, no existen hasta ahora composiciones de esa índole, pero podemos formarnos una idea del "mecanismo" tomando como sustituto las series de los promedios mensuales de la presión, o más fácilmente aún, la desviación de estos valores con respecto al promedio de muchos años como, por ejemplo, en el procedimiento que pasamos a describir.

Una situación sinóptica poco frecuente en las latitudes templadas del sector sudamericano, pero bien definida cuando se presenta, está caracterizada por un anticiclón en el Sur de la Patagonia y la región de las Malvinas, el cual se mantiene casi estacionario durante varios días. Sobre el flanco septentrional de este anticiclón reina una corriente proveniente desde el Este o Sudeste, que muchas veces ocasiona intensa nubosidad y lluvias en el Noreste de la Patagonia y Sur de la provincia de Buenos Aires; ello particularmente en el otoño, cuando el agua del mar se halla relativamente caliente. Sin entrar en una investigación especial de todos los casos particulares, podemos suponer en forma aproximada que las situaciones de esta índole se han presentado en realidad en los meses con pronunciada desviación positiva de la presión en las Malvinas, mientras que ésto no hubiera ocurrido (o lo hubiera hecho con magnitud mucho menor) en los meses con marcada desviación opuesta. Por consiguiente, debería existir una relación directa entre la desviación de la presión sobre las Malvinas y la cantidad mensual (simultánea) de precipitaciones en el Este del territorio de Río Negro, y correspondientemente, una relación inversa entre presión y lluvias en las Malvinas mismas, esto último a raíz del hecho de que llueve sólo raras veces en la zona central de anticiclones estacionarios, según lo dice la experiencia general.

En testimonio de la realidad de estas relaciones, hemos separado los 120 meses de marzo, abril y mayo de los años 1901 a 1940 en cuatro clases de treinta casos cada una, teniendo en cuenta la desviación del promedio de la presión de cada mes en las Malvinas (Cabo Pembroke), con respecto al promedio de los cuarenta años. Para cada una de las cuatro clases, se han compuesto las correspondientes sumas mensuales de

lluvias caídas, en tres estaciones del Este de Río Negro con un registro suficientemente largo, a saber: Patagones, Conesa y Zorrilla (promediando los datos de las tres, para compensar así en algo el efecto aleatorio de los aguaceros locales), e igualmente las sumas de las lluvias en las propias Malvinas (sólo 30 años, incompletos). Para justificar lo correcto de este procedimiento desde el punto de vista estadístico, debemos señalar que ni para las desviaciones de la presión sobre las Malvinas, ni para las sumas mensuales de lluvias en el Río Negro y Malvinas, existe una tendencia hacia la persistencia (Erhaltungsneigung) de marzo a abril y de abril a mayo (véase Tabla II).

TABLA II

Clase		A	B	C	D	
Número de casos		30	30	30	30	
Desviación de la presión en las Malvinas		< -2.2	-2.2 a 0	0.1 a 2.4	> 2.4	mb
Este de Río Negro	Suma de lluvias en Río Negro superior a la normal (> 20 mm)	8	11	17	25	casos
	Frecuencia en %	27	37	57	82	%
	Promedio de las sumas mensuales	15	17	25	42	mm
	« Sequía », suma < 10 mm	16	12	6	3	casos
	Frecuencia en %	53	40	20	10	%
	« Lluvias admisibles », > 30 mm	5	4	10	19	casos
	Frecuencia en %	17	13	33	63	%
Malvinas	Número de casos	23	17	20	25	casos en total
	Suma mensual de lluvias superior a la normal (> 65 mm)	17	10	7	7	casos
	Frecuencia en %	74	59	55	30	%
	Promedio de las sumas mensuales	76	73	57	54	m

Estos valores no necesitan mucha explicación: La alta presión sobre las Malvinas está vinculada con una gran frecuencia de lluvias superiores a la normal en el Este de Río Negro (muy probablemente en una zona mucho más extensa; empero, la presente estadística no se refiere más que a las tres estaciones antes citadas), e inferiores sobre las Malvinas mismas.

Con toda claridad se observa también en estos datos el principio de la compensación regional, con su importancia inmediata en varios problemas en que están considerados los regímenes de las lluvias. Las desviaciones positivas de las sumas mensuales de las lluvias caídas en el Este de Río Negro, alcanzan en efecto una magnitud tal que permitiría aplicar el concepto antedicho de "cantidades útiles".

IV.—DOS CONCLUSIONES ESENCIALES

Con lo expuesto en los tres párrafos anteriores llegaremos ahora a dos puntos decisivos de nuestra consideración:

1) Una desviación de poca monta de la circulación en la región respectiva, como se ejemplifica en la clase D de la Tabla II, tiene ya por consecuencia una alteración importante del régimen pluvial.

2) Existen regiones necesitadas de lluvia que podrían obtener mayores cantidades por medio de una variación favorable de las corrientes atmosféricas, sin que la compensación inevitable afecte otras zonas que las vastas del océano. Aquí, pues, considerando las posibles consecuencias de las variaciones de la circulación sobre ciertas zonas, los beneficios positivos por un lado no se equilibrarían con los daños posibles, por el otro. Este último punto de vista merece particular interés, puesto que, aceptándose la validez del principio de compensación, podría llegarse a conclusiones de mayor alcance en la paleoclimatología.

V.— SOBRE LAS CAUSAS TERRESTRES DE LAS VARIACIONES DEL CLIMA Y DEL TIEMPO

Es conocido que las variaciones de la circulación general y las variaciones del clima, ambas vinculadas inevitablemente (lo que significa para una región singular alteraciones temporarias de la frecuencia y persistencia de ciertas situaciones sinópticas), pueden tener lugar a causa de efectos terrestres y extraterrestres. Para nuestro propósito van a interesarnos mayormente los primeros, sobre todo los grandes erupciones explosivas de los volcanes, productores de inmensas cantidades de ceniza que se mantienen suspendidas en el aire atmosférico durante mucho tiempo; quizás también incendios excepcionalmente extendidos de bosques o matorrales, y hasta cambios del contenido de CO₂ en el aire. Así, pues, siempre aquellos procesos que influyen en la absorción de la radiación solar en la atmósfera sobre vastas zonas, lo que por su parte no puede quedar sin consecuencias para la circulación general. Reacciones de la primera índole se han mostrado después de las siete explosiones volcánicas más grandes de los años 1875 a 1914 (Krakatoa, Katmai, etc.) de tal manera que las corrientes zonales del Oeste sobre el océano Atlántico septentrional presentaron una intensificación notable durante el primer trimestre después de la erupción (^{7, 8}).

Entonces, nos quedaría por considerar la cuestión de si los procesos terrestres de magnitud menor, no catastróficos, podrían ejercer una influencia decisiva en la formación de ciertas situaciones sinópticas en regiones limitadas y para intervalos menores de tiempo, sin que se presenten variaciones de la circulación general durante meses enteros, en el sentido de los trabajos de Defant y Brooks, ya citados. En vista de esto resulta importante el siguiente hecho, experimentado en la Meteorología sinóptica: que de tanto en tanto se presentan situaciones sinópticas que podrían caracterizarse por el lema: "La evolución del tiempo ha llegado a una disyuntiva".

Se trata de situaciones en las cuales, aparentemente, una variación de muy poca monta en uno u otro sentido, influye en la evolución poste-

rior en forma muy heterogénea. Tendríamos, por ejemplo, tal situación cuando, en latitudes templadas, un sistema anticiclónico con aire frío en las capas bajas y medias muestra, por intensos movimientos subsidentes en la troposfera media, la tendencia a transformarse en un anticiclón más caliente, casi estacionario, que se extiende hasta niveles más altos. No parece imposible que, intensificándose o acelerándose esta transformación por un cambio de la absorción del calor en las capas medias, en un momento propicio, todo el sistema podría ser capaz de resistir más la descomposición y podría así mantenerse quizás durante varios días, hasta sucumbir frente a otra onda bórica más intensa que se propaga, en las latitudes medias, en las corrientes generales del Oeste.

Un criterio bien basado, con respecto a este problema, necesitaría una serie de investigaciones circunstanciales de índole sinóptico-estadística y climatológica. Deberían aprovecharse datos en cuanto a la fecha de intensidad aproximada de las erupciones de los volcanes andinos y de los mayores incendios de bosques en el Oeste de la Patagonia durante los últimos decenios, para correlacionarlos con las variaciones de los elementos meteorológicos en las distintas regiones del país. Para hacerlo en forma eficaz, sería trabajo preliminar muy útil, el efectuar una composición sumaria de los registros pluviométricos de los años pasados, en el sentido de la obra de Tannehill antes mencionada, y mejor aún, refiriéndose a zonas limitadas por factores meteorológicos, en vez de serlo por jurisdicción política.

Sólo después que tales trabajos hubiesen confirmado la existencia positiva de los efectos supuestos, entraría en consideración la cuestión de si sería posible imitar y realizar los procesos terrestres mencionados por medios artificiales, en forma eficazmente gobernable. Por lo menos, podría así formarse juicio acerca de la posibilidad de ejercer influencia voluntaria sobre el régimen pluvial de ciertas zonas a la manera como la propia naturaleza lo hace muy raras veces en las regiones pobres en lluvias. Surgirá entonces claramente la posibilidad o la imposibilidad de influir en la circulación atmosférica de tal modo que el déficit inevitable, se produjera con preferencia sobre la parte líquida de la superficie terrestre, o bien sobre las zonas de lluvias superabundantes, por ejemplo, el Sur de Chile.

Investigaciones de esta clase resultarán con seguridad valiosas para la orientación acertada de los trabajos futuros, ya que el éxito de los experimentos realizados hasta hoy acerca de la producción artificial de lluvias en situaciones que desde el punto de vista sinóptico no se prestan para formar lluvias abundantes, aparece cada vez más dudoso cuando se considera el problema más a fondo. Y tan sólo después de obtener resultados positivos de una serie de investigaciones y experimentos de la índole explicada, debería permitirse dar esperanzas a las poblaciones de regiones secas. Hasta ese instante, aun en el caso más favorable, habría que recorrer teórica y experimentalmente un camino largo y difícil.

BIBLIOGRAFÍA

1. TANNEHILL, I. R. 1947. — « Drought, its causes and effects ». Princeton, 1947.
2. BROOKS, CH. P. E. 1919. — « The secular variation of rainfall ». *Quart. Journal Royal Met. Soc. London*. Vol. 45.

5. RUSSEL, H. N. 1935. — « The atmosphere of the planets ». *Supplement to Nature*, No. 3406. London, 9. II. 35.
4. HAURWITZ, GARDNER EMMONS, WADSWORTH y WILLET, en el *Bulletin of the American Met. Soc.* Vol. 31. Noviembre 1950, pág. 346/47. (El subrayado es nuestro).
5. BURGOS, J. J., y DE FINA, A. L. 1948. — « Las experiencias estadounidenses de laboratorio y en la atmósfera tendientes a provocar lluvia ». Pub. N° 7 del Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Investigaciones Agrícolas, Instituto de Suelos y Agrotecnia. Setiembre 1948.
6. BERGERON, T. 1949. — « The problem of artificial control of rainfall on the globe. I. General effects of ice-nuclei in clouds. II. The coastal orographic maxima of Precipitation in Autumn and Winter ». « *Tellus* », Estokolmo. Vol. I, No° 1 y 3.
7. DEFANT, A. 1924. — « Die Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation über dem nord-atlantischen Ozean 1881-1905 ». « *Geografiska Annaler* », Vol. 6.
8. BROOKS and HUNT. 1929. — « The influence of explosive volcanic eruptions on the subsequent pressure distribution over western Europe ». *Meteorological Magazine*. London. Vol. 64.

PROCESO DE REDUCCION DE OBSERVACIONES DE CAMPAÑAS MAGNETICAS (*)

Por ROBERTO P. J. HERNANDEZ **

Resumen. — Expónese un nuevo método para la reducción, a un nivel de referencia de las observaciones magnéticas tomadas en campaña, a través de todo el territorio argentino, por personal técnico del Servicio Meteorológico Nacional.

Ante la necesidad de depurar los valores aislados que se observan de cada elemento magnético para hacer posible su utilización en las cartas respectivas —finalidad inmediata de los relevamientos— se aclara el alcance que debe darse a tal depuración, estableciéndose como primera corrección la que depende de la marcha diaria del elemento de referencia. Se introduce, previa justificación, un nuevo criterio de reducción, considerando como nivel más representativo para asegurar la máxima homogeneidad de los datos reducidos, el que corresponde al promedio de los valores de las horas nocturnas.

La reducción consiste en aplicar a una marcha diaria ideal, calculada analíticamente, para la estación de campaña en función de sus coordenadas, la discrepancia resultante de la marcha real del elemento respectivo, registrada en el Observatorio Geofísico más próximo y la ideal calculada también analíticamente para el mismo.

Summary. — A new method is described for reduction of magnetic field observations, such as are obtained in the regular surveys throughout the Argentine territory, carried out by the staff of the Servicio Meteorológico Nacional.

The general requirements for processing field observations are discussed, and it is pointed out that in the preparation of isomagnetic charts the correction for daily change is of special importance. It is considered that the level most appropriate for securing maximum uniformity of the reduced data is the mean value which would result from a continuous record at night hours.

The reduction is performed by applying a correction to the ideal daily variations as supposed valid for the field station according to its coordinates; this correction is derived from the discrepancy, at the nearest geomagnetic observatory, between the actual daily variation for the individual day and magnetic element under consideration, and the ideal one, as would be normally expected according to the coordinates of the observatory.

I.—INTRODUCCION

Las campañas magnéticas realizadas por la División Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional, en el curso de los años 1948 y 1949 y destinadas primordialmente a la actualización de las cartas magnéticas a la época 1950.0, plantearon nuevamente el problema de los métodos empleados para la reducción de los valores individuales observados, tendientes a depurarlos para su utilización en las cartas.

Es evidente que dicha depuración debía abarcar todos aquellos factores que inciden sobre cada observación particular, haciendo que la misma no represente el carácter del campo en ese lugar. No se nos escapa, en-

* Trabajo presentado a la consideración de la V Asamblea de Consulta de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, con el objeto de discutir el concepto en que se funda y generalizar su aplicación a todas las tareas de campañas magnéticas que se realizan en los países de América.

** Profesor en Matemáticas y Cosmografía. A cargo de la Sección Geomagnetismo de la División Geofísica, del Servicio Meteorológico Nacional.

tonces, que debíamos aplicar, sucesivamente, correcciones por marcha diaria, marcha anual, ciclo de las manchas solares, post-efecto del campo de perturbación, etc. Pero, no olvidamos, tampoco, que las observaciones de campaña tienen una finalidad inmediata y es la confección de las cartas magnéticas respectivas.

Para este objeto específico "los levantamientos básicos deben revelar la tendencia general e índole del campo geomagnético, como también la naturaleza y extensión de las anomalías mayores. No comprenderán el estudio minucioso de los detalles del campo" (Resolución 16, punto 3.1 de la IV Reunión de Consulta del I. P. G. e H.).

En consecuencia, teniendo por mira esa finalidad inmediata —sin despreciar las múltiples derivaciones mediatas donde habrán de respetarse las exigencias máximas— el problema se presentaba en su primer grado de aproximación, en el sentido de determinar la corrección necesaria para reducir los valores individuales en base al factor, cuya magnitud incidiera, fundamentalmente, en los límites de la precisión exigida.

Es indudable que tal factor es la marcha diaria. Luego, la reducción que se propone se apoya en ese principio, aunque advertimos, desde ya, que el método que sugerimos consigue, aun cuando en forma "suavizada" nivelar algunos de los otros factores mencionados.

Limitado el problema total al aspecto de la marcha diaria, quedaba sin embargo planteada una nueva cuestión, respecto a la seguridad que la media diaria aportaría, al tomarla como el nivel más representativo para asegurar la máxima homogeneidad de los datos reducidos. Tal inquietud nacía de la circunstancia conocida del efecto de la ionización de la alta atmósfera, producida por una radiación solar de carácter ondulatorio (radiación ultravioleta de longitud de onda aún más corta que la similar que alcanza las capas bajas de la atmósfera), la cual se manifiesta magnéticamente en días tranquilos y a través de la amplitud de las variaciones diarias de los elementos magnéticos y aun en un determinado tipo de perturbaciones, menos conspicuas que las originadas por la radiación corpuscular.

Pensamos entonces que, siendo esos efectos notables sólo en el hemisferio diurno —ya que la radiación ultravioleta se propaga en forma rectilínea— afectarían considerablemente los valores de la media diaria de todos los elementos magnéticos, mientras que los promedios de los valores correspondientes a las horas nocturnas conservarían una mayor uniformidad. En ese caso, adoptando como nivel de reducción el que corresponde al promedio de los valores de las horas nocturnas, se obtendría una mayor homogeneidad en los valores finales.

Por otra parte, apoyaba nuestra posición el recuerdo del trabajo de J. Bartels: "Geomagnetic data in variations of solar radiation: Part I Wave-radiation" (Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity - June 1946).

Los ejemplos que destaca la Fig. 1 (1a, 1b, 1c) nos parecieron suficientemente elocuentes para decidimos por la segunda de las posiciones enunciadas. Se ha representado en esos gráficos la marcha diaria de la componente Horizontal —registros del Observatorio Geofísico de Pilar (Córdoba)— para algunos días internacionales tranquilos, o de muy bajo carácter C. En los mismos se han trazado, además, los niveles correspondientes a la media diaria y a la media de los valores de las

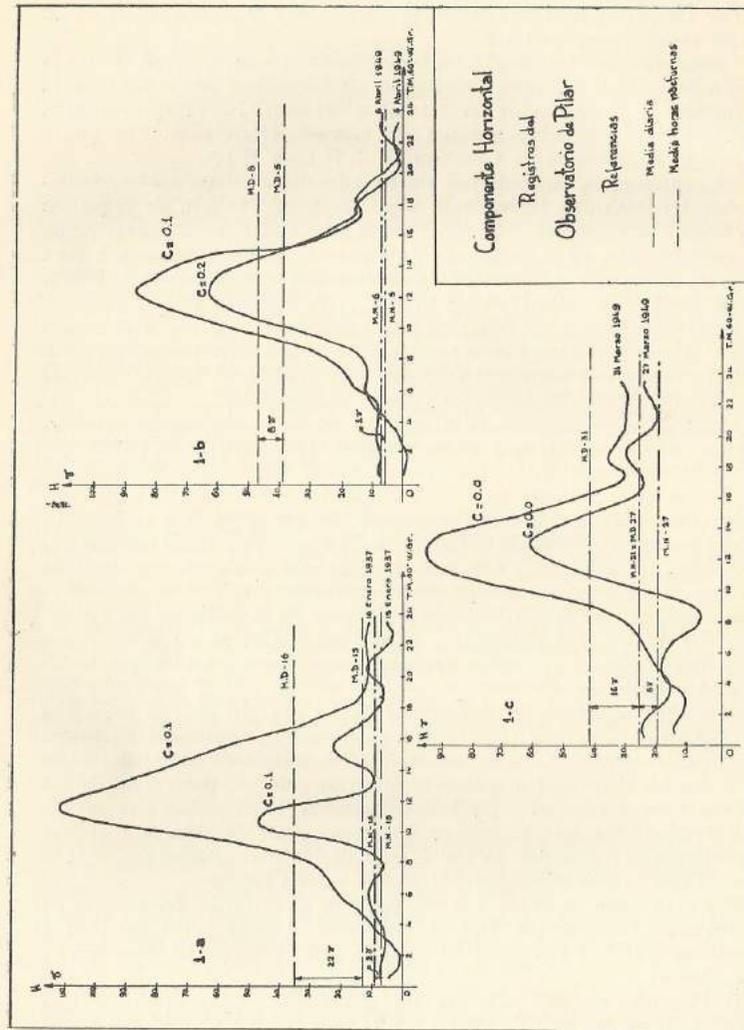


FIG. 1. — Comparación de marchas diarias.

horas nocturnas, con trazos distintos. Surge de la simple observación, que mientras la diferencia de las medias nocturnas entre los pares de días comparados no excede de las 6γ , las diferencias entre las medias diarias alcanzan el valor de 22γ . En particular, la Fig. 1a en la cual se ha reproducido la marcha de H para dos días consecutivos tranquilos, de carácter magnético $C = 0, 1$, indica una diferencia de medias nocturnas de 2γ , contra 22γ de la diferencia de las medias diarias.

II. — DESARROLLO

Establecido de esta manera el nivel a usarse como referencia para las reducciones —el indicado por el promedio de los valores correspondientes a las horas nocturnas— pensamos en un primer momento aprovechar simultáneamente los registros de los tres Observatorios que mantiene esta División Geofísica —Pilar, La Quiaca e Islas Orcadas—, a los efectos de llevar a cabo la reducción del valor observado en una estación, no directamente por comparación con el Observatorio más cercano, sino confeccionando previamente, por interpolación de los datos de dichos Observatorios, curvas probables que indicaran la marcha de cada elemento en los distintos puntos del país.

Este primer intento se vió facilitado por el aporte que para el conocimiento del campo magnético terrestre significó la publicación de "Description of the Earth's Main Magnetic Field, and its Secular change 1905-1945" (Pub. 578 de la Carnegie Institution of Washington).

En base a las tablas contenidas en la misma, pueden obtenerse los valores de los desvíos que corresponden a las componentes Norte y Este, respecto de la marcha diaria para días tranquilos, en función de las coordenadas geográficas de cada punto de la Tierra y para cada mes del año. Conocidos los Δ_N y Δ_E , pueden obtenerse los Δ_D , Δ_H y Δ_I , los cuales permiten representar la marcha diaria, para los días tranquilos, de cada elemento geomagnético en la ubicación y épocas que se necesiten. Dichas curvas, que no dan, naturalmente, valores absolutos, indicarían la marcha diaria de D , H e I que debiera esperarse para ellos en el punto de referencia, si no existieran perturbaciones de ninguna naturaleza. Como se individualizan así, condiciones ideales de campo, llamaremos a esas curvas, marchas ideales de los respectivos elementos.

En estas condiciones sintetizamos el método que proponemos, en los siguientes términos: En una estación de campaña —sea por ejemplo, La Paz, Mendoza— se ha observado un determinado día. Para ese día, poseemos el magnetograma de las tres componentes, proporcionado por el Observatorio Argentino más cercano —en ese caso Pilar—. Por el método analítico antes relatado podemos construir las curvas representativas de la marcha ideal de cada elemento, que debía esperarse tanto en Pilar como en La Paz.

Cada curva real de Pilar podrá compararse con su ideal respectiva, desprendiéndose de ello las correcciones a aplicar a la segunda para obtener la primera. Naturalmente, si dichas correcciones se vuelcan sobre la curva ideal correspondiente de La Paz, se obtendrán para la misma, muy probables condiciones reales, que permitirán reducir cada valor individual observado al nivel de referencia elegido.

Este es el planteo del método. En seguida pasamos a exponer en forma detallada, el desarrollo del mismo, referido a un caso concreto, tal como lo aplicamos prácticamente y de acuerdo al gráfico de la Fig. 2, siguiendo la numeración de las etapas en idéntica forma a la usada en aquella.

I. - Es la copia del magnetograma respectivo, registrado en el Observatorio Geofísico de Pilar, para la fecha de trabajo en la Estación La Paz (Provincia de Mendoza). Tomamos este magnetograma por cuanto el Observatorio de Pilar, es, de los argentinos, el más próximo a la estación de campaña aludida. Esta Estación fué relevada el 6 de Junio de 1948.

Para las referencias sucesivas designamos la curva del magnetograma, que representa la variación diaria real —de la componente horizontal, en este caso— por M_{RP} (Marcha real Pilar).

II. - Es la curva ideal que debió corresponder para H , en Pilar y para esa misma fecha, obtenida conforme a las consideraciones formuladas anteriormente, es decir, por métodos analíticos que dan los desvíos de H en función de las coordenadas geográficas de Pilar. Designamos dicha curva por M_{IP} (Marcha ideal Pilar).

III. - Es la curva obtenida por proceso analítico idéntico al anterior, en función de las coordenadas geográficas de la estación de campaña La Paz. Representa entonces, la marcha ideal de la componente horizontal que debió haberse producido en La Paz el día que se trabajó en la misma. Como las anteriores, la designaremos, de acuerdo con su significado, por M_{IE} (Marcha ideal estación).

Con la determinación de estas tres curvas de referencia queda cumplida la primera etapa de nuestro planteo, siguiendo luego la comparación.

1. — Se determina el promedio de los valores correspondientes a las horas nocturnas —desde una hora después de la puesta de Sol, hasta una hora antes de la salida— obteniéndose así el nivel de la marcha nocturna real de ese día. M_{RP} alcanza ese nivel en el punto N_{RP} en el instante $T_{RP} = 16^h 40^m$ T. M. 60° W. Gr.

2. — Análogamente se obtiene el nivel de la marcha nocturna ideal de M_{IP} , que se alcanza en el punto N_{IP} , correspondiente al instante $T_{IP} = 20^h 40^m$ T. M. 60° W. Gr.

3. — Este instante presenta un desfase de 4 h respecto del T_{RP} , de tal modo que: $T_{IP} = T_{RP} + 4h$.

4. — No solamente los puntos N_{RP} y N_{IP} presentan un desfase en tiempo sino que también acusan una diferencia de amplitud. Para determinarla consideramos que al aplicar a T_{RP} el desfase anterior, se obtiene sobre la curva real el punto A , que representa el nivel que adquiere M_{RP} para el mismo instante en que M_{IP} está pasando por el nivel de la marcha nocturna ideal. Pero en tal caso presenta una diferencia de 6 γ con el nivel de la marcha nocturna real, es decir que:

$$N_{IP} = A = N_{RP} - 6 \quad \therefore \quad N_{RP} = N_{IP} + 6 \gamma$$

Luego, al nivel de la marcha nocturna ideal habrá que aplicar una corrección de 6 γ para obtener sobre M_{IP} , el nivel real.

5. — Como en 1 y 2, determinamos el nivel de la marcha nocturna ideal de M_{IE} , que alcanza el mismo en N_{IE} para el instante T_{IE} .

De acuerdo a las consideraciones generales que hemos formulado oportu-

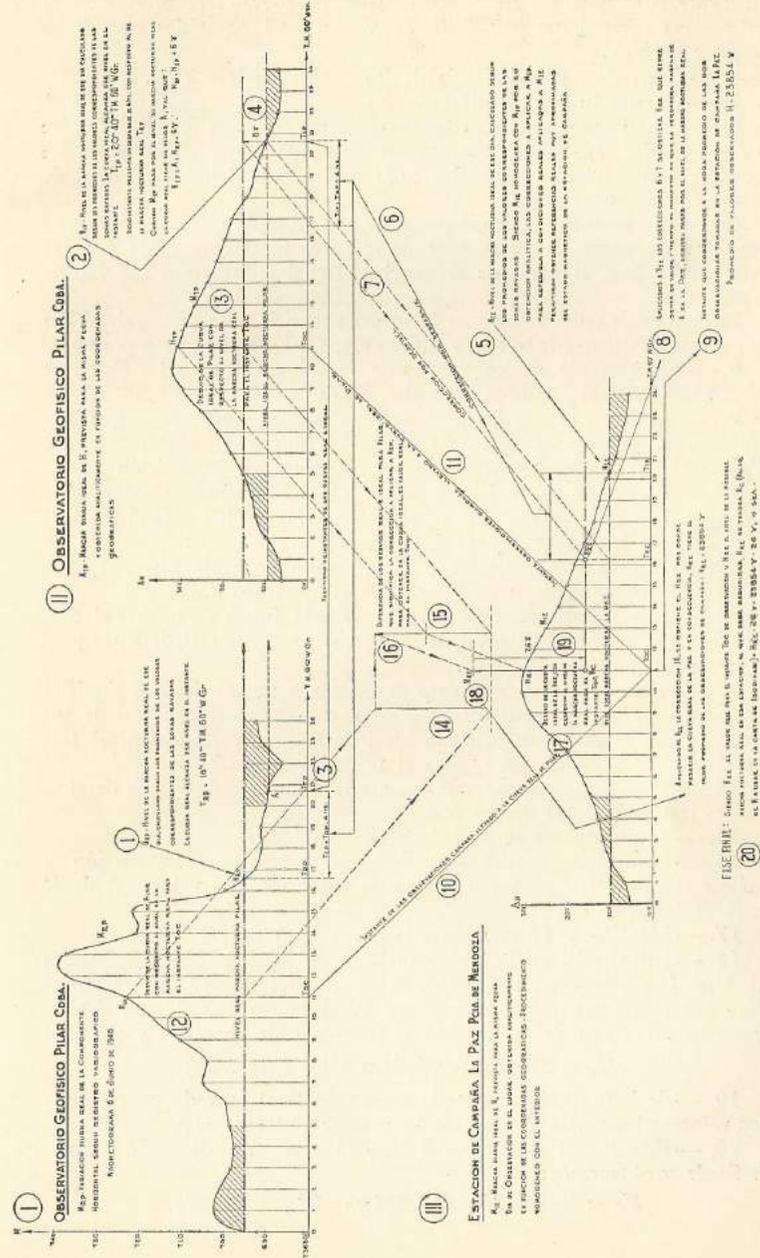


FIG. 2. — Representación gráfica del método de reducción.

tuamente, obtendremos condiciones reales para N_{IE} , si aplicamos al mismo las correcciones por desfase y amplitud obtenidas para N_{IP} , respecto de N_{RP} .

6. — Corrección por desfase de T_{IE} , obteniéndose T_{RE} .

7. — Corrección por desnivel de N_{IE} .

8. — Como consecuencia de las correcciones sucesivas 6 y 7 aplicadas a N_{IE} , resulta N_{RE} que representa, en valor y tiempo el momento en que la probable marcha verdadera de H en La Paz alcanzaría el nivel de la marcha nocturna real.

Como consecuencia de los 8 pasos de esta segunda etapa, hemos conseguido determinar, sobre la base de la curva ideal construida para la estación La Paz, el nivel de referencia, al cual reduciremos los valores observados.

El introducir estos valores en la forma necesaria para conseguir el fin enunciado constituye la tercera y última etapa del método que exponemos.

9. — El promedio de los valores de H , observados en La Paz, fué $H = 23854 \gamma$ para una hora promedio, $T_{OC} = 11^h 00^m$ T. M. $60^\circ W$. Gr.

En ese instante, la marcha ideal de H , daría un punto H_{IE} que, naturalmente, deberá ser corregido para determinar el probable punto $H_{RE} = 23854 \gamma$, por el cual pasaría la curva real de la estación.

10. — Llevamos sobre I, el instante T_{OC} , obteniéndose sobre M_{RP} el punto H_{RP} que representa el valor real de H en Pilar para el instante promedio de las observaciones de campaña.

11. — Análogamente, llevamos T_{OC} , resultando sobre M_{IP} , el punto H_{IP} (Valor ideal de H en Pilar, para el momento T_{OC}).

12. — El segmento de ordenada rayado más fuerte representa el desvío de H_{RP} , respecto del nivel de la marcha nocturna real de Pilar para el instante T_{OC} .

13. — Como antes, el segmento de ordenada que se destaca, significa el desvío de H_{IP} , respecto del nivel de la marcha nocturna real de Pilar, es decir, el desvío de la curva ideal de Pilar respecto del nivel real (que se obtuvo por 3 y 4), para el mismo instante T_{OC} .

14. — Para indicar más notablemente la diferencia de ambos desvíos, hemos transportado el desvío real.

15. — Idénticamente se traslada el desvío ideal.

16. — Diferencia de dichos desvíos que representa la corrección a aplicar al valor H_{IP} para obtener, de la curva ideal, el valor real de H para el instante T_{OC} .

17. — Idéntico a 13 respecto a la curva ideal de La Paz.

18. — Insistiendo en la homogeneidad de M_{IE} y M_{IP} , aplicamos al H_{IE} la corrección 16 (que da sobre H_{IP} el H_{RP}), obteniendo el H_{RE} que representa, según dijimos en 9, el punto por el cual debiera pasar la curva real de la estación si fuera posible obtenerla y tal que:

$$H_{RE} = 23854 \gamma \text{ (verdadero valor observado)}$$

19. — Se indica gráficamente la corrección final buscada para reducir los valores observados al nivel de la marcha nocturna real.

20. — Fase Final: Aplicamos al H_{RE} la corrección de -26γ antes indicada y obtenemos:

$$H_C = H_{RE} - 26 \gamma = 23854 \gamma - 26 \gamma = 23828 \gamma$$

siendo, justamente H_C el valor que utilizamos para la confección de nuestras cartas magnéticas.

Naturalmente, dicho valor es objeto de una ulterior reducción, ya más simple, por variación secular, que nos permite hallar el valor de H para la época — en este caso 1950.0 — de referencia de nuestras cartas. Calculamos dicha variación secular por interpolación parabólica entre los distintos valores obtenidos en anteriores ocupaciones de la estación.

RECONOCIMIENTO

Quiere el autor hacer propicia esta oportunidad para agradecer al Dr. Otto Schneider, ex-Jefe de la División Geofísica del S. M. N., su orientadora crítica y el aporte de su valiosa experiencia en ocasión en que el suscripto se hallaba preparando el presente trabajo.

POSIBLES CAUSAS DEL DESCENSO DE LA NAPA FREÁTICA
OBSERVADO EN LA ZONA DE RÍO SECO
(PROVINCIA DE CORDOBA)

Por BENITO S. COLQUI *

Resumen. — Después de determinar la formación geológica de la zona en cuestión, se analizan las posibles causas del escurrimiento subterráneo observado, señalando una de ellas como probable y, consecuentemente, los medios para reparar su obra.

Summary. — After having determined the geological formation of the zone under discussion, observed subterranean seepage and possible causes are analyzed, pointing out some as probable and consequently the means to repair its work.

La localidad de Villa de María (Departamento de Río Seco) se encuentra al norte de la ciudad de Córdoba, sobre la ruta que une a ésta con Santiago del Estero.

Hace poco más de diez años se notó que el nivel del agua en los pozos de la zona disminuía año a año, llegando a desaparecer en la mayoría de ellos y siendo menester ahondarlos hasta alcanzar distintos niveles en los cuales se conseguía no ya el agua en abundancia como primitivamente, sino la escasamente indispensable para las necesidades de los pobladores. Simultáneamente con el ahondamiento de los pozos, las vertientes existentes en la zona fueron disminuyendo su aporte hasta que finalmente se secaron.

Este fenómeno se ha observado en muchos kilómetros a la redonda y abarca también varios pequeños poblados aparte de Río Seco, próximos a él. Lugares aislados hay en las cercanías que parecían haber escapado al proceso general indicado, pero que, examinados más cuidadosamente, deben ser incluidos nomás en la nómina de los afectados por el fenómeno, dándole así al mismo carácter de general y sin excepciones. Así por ejemplo, en el lugar denominado El Prado, sito a unos cuatro kilómetros al N-NO del pueblo, los ocupantes del mismo se proveían de abundante agua que extraían de un pozo de 6,50 m de profundidad y que siempre tuvo su pelo de agua al nivel de la boca. Desde hace unos ocho años comenzó a sufrir el mismo proceso que los restantes de la zona hasta llegar a secarse por completo, como así también un arroyo que pasaba a pocos metros de él. Infructuosas resultaron las profundizaciones efectuadas en el mismo hasta los 14,50 m, pues se llegó a un lecho formado por roca. Para conseguir el líquido elemento fué menester excavar otro pozo a unos mil metros más hacia el Norte del primero, en un lugar donde un gran algarrobo coposo permitía presumir la presencia de agua a una profundidad que debía variar entre los diez y los quince metros. En efecto, a los once metros se la encontró y actualmen-

* Geólogo de la División de Hidrometeorología, Servicio Meteorológico Nacional.

te alcanza una altura de ochenta centímetros, no haciendo variar esa cota el volumen del agua extraída. Cabe hacer notar que este lugar presenta una marcada diferencia en su morfología con la del pueblo pues se encuentra situado en un pequeño valle formado por dos elevaciones al costado de una de las cuales corre la ruta nacional N° 9. El pozo ha sido excavado directamente sobre el "thalwegh" que determinan las citadas elevaciones, de modo tal que serían las últimas reservas disponibles, de seguir las actuales condiciones.

Investigando las posibles causas de escurrimiento, y teniendo en cuenta que el mismo ha comenzado a notarse poco antes del último decenio, interesa examinar el promedio de lluvias caídas en la zona durante las últimas cuatro décadas (por ser de las que se dispone). Tenemos así:

De 1910 a 1919:	611,1 mm de promedio
» 1920 a 1929:	614,7 » » »
» 1930 » 1939:	640,4 » » »
» 1940 » 1949:	628,1 » » »

No se evidencia pues como causa determinante la escasez de lluvias, pues para que así fuera, las diferencias en el volumen de las precipitaciones tendrían que ser más pronunciadas. Abona más aún tal criterio el hecho de que aumentando regularmente la escasez del agua subterránea año a año, las variaciones que se registran en las precipitaciones anuales son desacordes con aquel fenómeno, por lo que se deduce que no siguen una misma ley, por lo tanto no pueden ser la una causa determinante de la otra, al menos en su totalidad. Las precipitaciones registradas en el último decenio son las siguientes:

Año 1940 — 649,9 mm	Año 1945 — 526,2 mm
» 1941 — 730,4 »	» 1946 — 549,7 »
» 1942 — 677,9 »	» 1947 — 663,6 »
» 1943 — 603,7 »	» 1948 — 544,8 »
» 1944 — 692,5 »	» 1949 — 641,8 »

Digamos también que es característica de estas precipitaciones la fuerte intensidad, irregularidad y escasa duración.

El día 27 de Diciembre de 1946, llovieron 87,1 mm en el término tres horas, provocando la precipitación una inundación que abarcó todo el pueblo hasta que las aguas se retiraron siguiendo el curso del río vecino.

Eliminada como causa fundamental la falta de lluvias, analicemos el problema con criterio geológico.

Las muestras extraídas de los diferentes estratos del perfil de un pozo de 30 m de profundidad señala:

1º) Una primera capa de loess marrón parduzco, algo consistente y en el que no se notan fragmentos de rocas ni arena. Espesor del estrato: 6,85 m;

2º) Una capa de 2,40 m de espesor formada por arena muy gruesa en la que predominan granos angulosos. Frecuentes fragmentos de rocas cristalinas de un tamaño medio de un centímetro de diámetro. Accidentalmente fragmentos de las mismas rocas de hasta dos centímetros. Estas arenas y las que luego se encontraron, tienen los caracteres de ser produc-

tos detríticos del granito vecino y que han sufrido poco transporte, como lo revelan sus contornos angulosos:

3°) Manto de 1,00 m de espesor. Loess pardo-rojizo de cierta consistencia; cuesta algún trabajo disgregarlo entre los dedos. Contiene granos de arena y se nota una relativa abundancia de laminitas de muscovita;

4°) Capa de 1,00 m de espesor. Arena con granos de tamaño hasta de cuatro milímetros; fragmentos dislocados que llegan hasta un centímetro y con elevada proporción de loess, tanto que puede decirse que éste y los fragmentos están presentes por partes iguales;

5°) Espesor del estrato 0,80 m. Arena pardo-rojiza en general gruesa, siendo el término medio de los granos de cuatro milímetros, destacándose fragmentos que llegan hasta cinco y ocho milímetros. No contiene loess;

6°) Manto de 0,55 m de espesor. Arena gruesa con tamaño medio de tres milímetros, encontrándose fragmentos aislados hasta de un centímetro. Contiene poco loess;

7°) Tiene la capa 0,60 m de espesor. Material loésico pardo-oscuro, algo consistente, con abundantes restos de vertebrados. Aisladamente se encuentran algunos fragmentos de rocas cristlinas;

8°) Espesor del estrato 1,60 m. Arena con granos de tamaño heterogéneo, predominando dos categorías: arena de grano mediano con un diámetro medio de hasta tres milímetros, y, en menor proporción, fragmentos angulosos de cinco a ocho milímetros. Contiene elevada proporción de loess y fragmentos muy angulosos de diferentes rocas;

9°) Espesor del manto 0,40 m. Material semejante al anterior pero con mucho menos loess;

10°) Capa de tres metros de espesor. Arena gruesa con granos de término medio de dos a cinco milímetros en forma predominante, y también con fragmentos de granito de aristas vivas de hasta dos centímetros de diámetro máximo. Material que tiene todas las características de ser un detrítico granítico. Aisladamente se ven huesos de pequeños vertebrados roedores; y

11°) Estrato de un espesor superior a los 11,60 m, pues el fondo del pozo no descubrió su límite inferior. Arcilla plástica de excelente calidad, denominada comúnmente "ALPA - JABON" (voz indígena que significa tierra de jabón); encuéntrase este manto frecuentemente atravesado por vetas de color blanquecino. Presumiblemente formaría un potente y continuo manto en toda la zona. No se han observado afloramientos de la misma en ningún lugar.

Estos depósitos revelan por sus características, ser típicos de la parte más moderna de FORMACION PAMPEANA que rellena las depresiones del relieve de esta región.

En el perfil del pozo que se acaba de citar, se ha señalado en último término un potente manto de arcilla que se presume de continuidad ininterrumpida por habérselo encontrado en todos los pozos excavados en la zona. De existir entonces fallas (que no han sido encontradas en ocasión del presente estudio), su acción de drenaje estaría anulada en parte por la plasticidad de la arcilla que con su presencia determinaba el límite inferior de la napa que primitivamente surtía de agua a la zona.

Quedaría en esta forma eliminada la presencia de fallas como causa determinante del escurrimiento subterráneo.

Resta ahora considerar la posibilidad de un agotamiento progresivo de la napa, por superar la cantidad de agua extraída de ella a la que se aporta por los medios naturales.

El porqué esta napa o napas no se agotaron antes, siendo Río Seco un pueblo muy antiguo y sin un aumento sensible en industrias fuertemente consumidoras de agua, podría tener su razón de ser en lo que a continuación se consigna.

PROFUND ESPESOR	FORMACION	ESTRATOS	DESCRIPCION
0,00 - 0,05	PAMPEANA	ESTRATOS	Loess marrón pardusco
0,05 - 0,25			Arena muy gruesa predominantemente con granos angulosos
0,25 - 0,40			Loess pardo rojizo con muscovita
0,40 - 0,60			Arena con elevada proporción de loess
0,60 - 0,80			Arena pardo rojiza sin loess
0,80 - 1,00			Arena gruesa con poco loess
1,00 - 1,20			Material blando pardo oscuro
1,20 - 1,40			Arena de granos de tamaño heterogéneo y con elevada proporción de loess
1,40 - 1,60			Material semejante al anterior con menos loess
1,60 - 1,80			
1,80 - 2,00	FORMACION		Arcilla plástica sin pedregos de bentonita ta (ALPA JABON)
2,00 - 2,20			
2,20 - 2,40			
2,40 - 2,60			
2,60 - 2,80			
2,80 - 3,00			
3,00 - 3,20			
3,20 - 3,40			
3,40 - 3,60			
3,60 - 3,80			
3,80 - 4,00			
4,00 - 4,20			
4,20 - 4,40			
4,40 - 4,60			
4,60 - 4,80			
4,80 - 5,00			
5,00 - 5,20			
5,20 - 5,40			
5,40 - 5,60			
5,60 - 5,80			
5,80 - 6,00			
6,00 - 6,20			
6,20 - 6,40			
6,40 - 6,60			
6,60 - 6,80			
6,80 - 7,00			
7,00 - 7,20			
7,20 - 7,40			
7,40 - 7,60			
7,60 - 7,80			
7,80 - 8,00			
8,00 - 8,20			
8,20 - 8,40			
8,40 - 8,60			
8,60 - 8,80			
8,80 - 9,00			
9,00 - 9,20			
9,20 - 9,40			
9,40 - 9,60			
9,60 - 9,80			
9,80 - 10,00			

Se han encontrado numerosos bancos de calizas que por efectos de la erosión han aflorado a la superficie. Lluvias aisladas, pero copiosas en su mayoría, habrían arrastrado en suspensión con sus aguas, gran cantidad de cal, material cementante por excelencia, depositándola luego sobre la mayor parte de la superficie de la zona, impermeabilizando así progresivamente la primer capa del suelo. Esto unido al sensible declive del terreno, contribuye a que el agua de las lluvias no tenga el tiempo suficiente para dar su mismo aporte a las napas que antiguamente, pues se desplaza rápidamente por la superficie y escapa siguiendo el curso del

río a donde la conduce el antedicho declive. Un caso concreto para fundamentar lo expuesto: en la propiedad del observador del freatímetro, sita a unos tres kilómetros y medio al Norte del pueblo se procedió a construir una represa cuyo diámetro es de aproximadamente unos cien metros por cuatro de profundidad en el centro, estando el c. de g. de este casquete esférico a unos sesenta y cinco metros del pozo de donde se surte abundante y permanente agua con una altura de 4,80 metros. Cabe destacar que es éste el único pozo de la zona que dispone de abundante agua. Una idea del tiempo que tarda en filtrar el agua en el terreno lo da el hecho de que desde el momento en que se comienza a llenar la represa hasta que empieza a llegar el agua al pozo transcurren doce horas.

De resultar acertado el enunciado anterior, como solución al problema, estaría el construir diversas represas, o una sola-común, aunque no ya tan indicada, eliminándose así las dos presuntas causas del agotamiento de la napa:

1º) Porque al construirla, excavándola desde el centro se haría desaparecer la capa impermeabilizada por las calizas, permitiendo un contacto más directo con suelos ávidos de agua; y

2º) El contacto se prolongaría hasta su total resumen por el fondo de la represa, deducida únicamente el agua evaporada.

Un estudio de suelos de la zona, dirá la última palabra, con respecto a las especulaciones derivadas del problema tratado.

Hay una iniciativa en el pueblo de construir un dique de contención para las escasas aguas que trae el río, pero resulta elemental que es menester primero hacer un prolijo estudio geológico de la zona, en prevención de posibles fallas que harían inútil la obra.

ARTICULOS BREVES

Descripción de una violenta tempestad de polvo

Por KURT WÖLCKEN*

Resumen. — Se describe una violenta tempestad de polvo observada en el oeste de la provincia de Buenos Aires. El fenómeno se vinculó con el pasaje de un frente frío que tenía carácter de línea de turbonada. La masa de aire frío tuvo un espesor de sólo 500 m.

Summary. — A description is given of a violent duststorm, of "haboob" type, which occurred in the western part of the province of Buenos Aires. The duststorm was related with the passage of a cold front with the characteristics of a squall line. The thickness of the cold airmass was only 500 meters.

Habiendo recorrido gran parte del mundo he conocido personalmente tempestades y tormentas de todas clases, desde los tifones del Asia Oriental y las tempestades de nieve de las regiones árticas hasta las turbonadas del África Occidental. Sin embargo, quedé sorprendido por la intensidad de la tempestad de polvo ocurrida en la tarde del 18 de enero de 1951 en el W de la provincia de Buenos Aires, a unos 30 km. al norte de la ciudad de Coronel Suárez.

Los días anteriores habían sido muy calurosos, habiéndose registrado en la estación meteorológica de Guaminí y Coronel Suárez las siguientes temperaturas máximas:

ENERO 1950
Temperatura máxima del aire

	Días			
	16	17	18	
Guaminí	41.0	39.5	37.0	°C
Coronel Suárez	37.2	37.4	36.0	°C

El día 18 era también caluroso, con alguna nubosidad (4/8 a 5/8) de Cí y viento leve del NW. A las 16.50 hs. hallándome en viaje en automóvil cerca del pueblo de Ombú (véase Fig. N° 1) pude observar un banco de nubes en dirección WSW, aparentemente vinculado con un frente frío aunque la atmósfera brumosa no permitía distinguir bien a esa distancia. La visibilidad horizontal era en ese momento de alrededor de 7 km. Veinte minutos más tarde, al acercarnos a la estación Zentena

* Doctor en Filosofía (Geofísica y Meteorología), Universidad de Göttingen. Segundo Jefe Sección Central de Análisis y Pronósticos del Tiempo, Servicio Meteorológico Nacional.

del ferrocarril, el fenómeno resultaba bien visible. El aparente "banco de nubes" consistía en polvo, tenía color gris oscuro amarillento y la forma típica y el aspecto clásico de los "haboob" del Sudán (Africa), tal

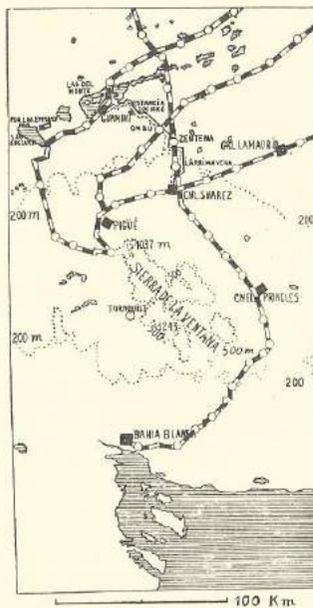


FIG. 1.—Ubicación de las localidades.

como lo muestran las fotografías publicadas en el artículo de L. J. SUTTON, *Qu. Journ. Royal Met. Society*, 1931, pág. 143-161. La forma era la de "cabeza de turbonada" según W. SCHIMDT ("Schmidt'scher

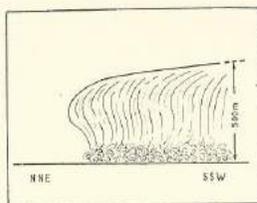


FIG. 2.—Croquis de la tempestad de polvo que se acerca.

Böenkopf"), con estrias verticales, notándose un movimiento desde arriba hacia abajo que daba al fenómeno el aspecto de cataratas de polvo que se acercaban. El croquis, Fig. 2, trata de complementar la descrip-

ción verbal. Empezó a aumentar un poco el viento del NW, el ambiente era lúgubre como presagiando un cataclismo.

Las dos personas que me acompañaban, buenos conocedores de la zona, describieron el fenómeno como dando la impresión de una peligrosa bestia fabulosa, mitológica, que estaba por devorar todo lo que encontraba en su camino. El coche fué detenido momentos antes de ser alcanzado por la tempestad, a las 17.20 hs, para evitar un posible vuelco. El cambio del tiempo que se produjo fué sumamente brusco y realmen-

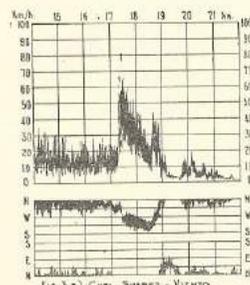


FIG. 3 a) CHEL SUAREZ - VIENTO

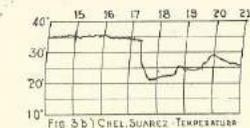


FIG. 3 b) CHEL SUAREZ - TEMPERATURA

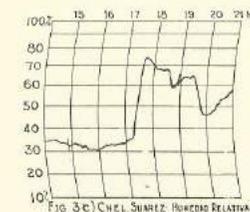


FIG. 3 c) CHEL SUAREZ - HUMEDAD RELATIVA

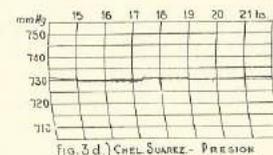


FIG. 3 d) CHEL SUAREZ - PRESION



FIG. 3 e) EPEQUEN - PRESION

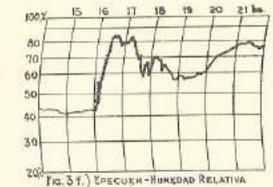


FIG. 3 f) EPEQUEN - HUMEDAD RELATIVA

FIG. 3.—Registros de los elementos meteorológicos en Coronel Suárez (lat. 37° 20' S; long. 61° 57' W; altura 254 m), y en Epequen (lat. 37° 04' S; long. 62° 52' W; altura 110 m).

te impresionante. La atmósfera, llena de tierra levantada por el viento turbulento se oscureció muy rápidamente y en los momentos culminantes quedó, sin exageración alguna, tan oscura como en plena noche y sin luz lunar. El polvo redujo la visibilidad horizontal a tal punto que desde el volante no se percibía el extremo del capot del automóvil. Durante 20 minutos la visibilidad fluctuaba entre uno y treinta metros. El viento cambió su dirección instantáneamente al sector SW y fué muy arrachado y muy fuerte. Algunos minutos después del comienzo de la

tempestad empezó a llover a través del polvo en forma más bien débil, pero con gotas grandes, y se notó además un considerable descenso de la temperatura y aumento de la humedad relativa.

En la ciudad de Coronel Suárez, a 30 km. de distancia, el pasaje del frente frío con la tempestad de polvo tuvo casi igual intensidad que en campo abierto. Los registros de la estación meteorológica de dicha localidad, a cargo del señor G. AUTHIER, son altamente elocuentes, por lo cual reproducimos los de mayor interés, Fig. 3. En tales registros se advierte que la máxima ráfaga de viento alcanzó el respetable valor de 80 Km/h y se produjo en los primeros momentos de la tempestad. El termógrafo indica una repentina bajada de la temperatura de 13°, desde 34° a 21°, y el higrógrafo marca una brusca subida, por lo menos de 40 % para la humedad relativa. Sorprende, a primera vista, que el barógrafo indique solamente una subida de apenas 2 mm Hg. La forma del trazo hace suponer que este instrumento tuvo un poco de fricción, especialmente visible al efectuarse la marca a las 15 hs. H. O. A. (18 hs. T. M. G.), pero esa falla es en realidad mucho menos pronunciada de lo que parece y lo comprueban los registros barográficos de Guaminí y Epecuén, donde los barógrafos registraban perfectamente y donde las características báricas del pasaje del frente fueron muy similares. Podemos aceptar, pues, una subida instantánea de 2 mm Hg como mayor aproximación. Suponiendo ahora que dicha variación de la presión obedece únicamente al cambio de temperatura, que rige la ley hidrostática y que en la altura de la superficie superior de la masa fría la presión quedó constante, se puede calcular el espesor de la capa de aire frío introducida. Es evidente que las condiciones supuestas para el cálculo no se dieron por completo en la realidad, y que por lo tanto no se puede esperar más que una primera aproximación.

De la fórmula:

$$h = \frac{RT^2}{g\rho_0} \cdot \frac{\Delta\rho_0}{\Delta T}$$

se obtiene con los valores

$$\frac{R}{g} = 29,3; T = 300^\circ \text{K}; \Delta\rho_0 = 2 \text{ mm}; \rho_0 = 750 \text{ mm Hg}; \text{ y } \Delta T = 13^\circ \text{C};$$

el resultado

$$h = 3516 \cdot \frac{2}{13} = 540 \text{ m.}$$

valor que coincide suficientemente con la estimación visual de 500 metros.

En cuanto a la situación sinóptica, representada en la Fig. 4, donde se incluyó además la posición del frente frío a las 9.00 y a las 20.00 hs, es tan simple que no requiere mayores explicaciones. La evolución meteorológica es bien típica para la zona y lo único extraordinario fué la intensidad de la tempestad de polvo. Deben haber cooperado varios factores. Exceptuando la Sierra de la Ventana, la región es completamente llana, dedicada a ganadería y en segundo término a la agricultura.

En los últimos 20 días había habido en Coronel Suárez solamente 2 mm de lluvia. En consecuencia, el suelo se hallaba muy seco y existía mucha tierra suelta; de manera que esa tierra fué fácilmente levantada por el viento. Como lo confirman las observaciones de varias estaciones situadas al NE del frente, ya un viento moderado, de 20 km/h, bastaba para levantar la tierra y reducir la visibilidad considerablemente aunque no a menos de 1000 m. Tomando en cuenta que el avance del aire frío (la temperatura bajó en 13°C) sobre suelo muy caliente creó gradientes fuertemente superadiabáticos y no restringidos como normalmente lo suelen ser a la capa de 2 m de espesor adyacente al suelo sino abarcando tal vez 200 m. o más, es evidente que el flujo era turbulento en sumo grado, lo cual, sumado a la mayor velocidad media del viento, explica las enormes cantidades de polvo que contenía la masa de aire frío. En Coronel Suárez la temperatura de la superficie del suelo era 40°C a las 15 horas.

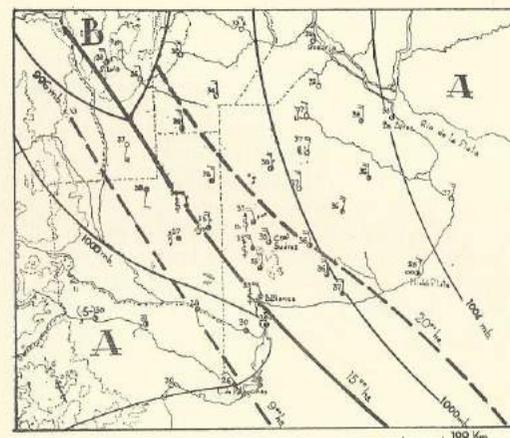


FIG. 4. — Situación sinóptica del 18 de enero de 1951 a las 15 horas H. O. A. (18.00 T. M. G.). (En las estaciones figuran únicamente el viento, la temperatura, la nubosidad y el estado del tiempo del momento).

En el límite superior de la masa fría (500 m) debe haber existido una fuerte inversión de temperatura que suprimió en ese nivel los movimientos verticales e impidió la dispersión del polvo a mayores alturas.

Otro factor favorable habría sido el hecho de que las sierras (altura media 800 m), actuando como considerable obstáculo para esa masa fría que solamente tiene 500 m. de espesor, la obligaron a desviarse horizontalmente hacia la izquierda y hacia la derecha, resultando una intensificación del flujo en las estribaciones de las sierras y otra aceleración adicional al descender de allí hacia Coronel Suárez.

Conversando con los habitantes de la zona y con el jefe de la estación meteorológica de Cnel. Suárez, llegué a la conclusión de que la máxima intensidad se produjo a 30 km al NW de esa ciudad, es decir, la descripción dada al principio corresponde a ese máximo. En la ciu-

dad misma, la fuerza del viento fué casi igual a la experimentada en el viaje, pero el oscurecimiento un poco menos pronunciado. Sin embargo, el fenómeno fué tan inusitado en su rigor que en Coronel Suárez hubo algunas escenas de pánico. En la estancia "Cochicó", la tempestad de polvo se manifestó todavía muy fuerte, mientras que en Guaminí y en Lago Epecuén no sobrepasó notablemente de la intensidad habitual.

Sobre el estado de los hielos en la Bahía Escocia

(Islas Orcadas del Sud)

Por FEDERICO J. PROHASKA *

El conocimiento de las condiciones relativas a la formación de los hielos en las aguas polares y subpolares tiene gran importancia, no sólo para la navegación sino también para el clima en general. El típico clima oceánico se transforma en un clima continental en el momento en que se congela el mar. Previamente al análisis climático de estas regiones hay que conocer los movimientos del pack-ice de año a año, y en su término medio.

Para el clima de las Islas Orcadas del Sud tiene influencia decisiva el estado de los hielos en las bahías meridionales. De ahí que juzguemos de interés el publicar una pequeña estadística de los hielos en la Bahía Escocia, situada al Sud del Observatorio Meteorológico del Servicio Meteorológico Nacional, que está ubicado en la Isla Laurie (Latitud 60° 44' S, Longitud 44° 44' W).

En el promedio de los 48 años de observación, las fechas medias en que se cierra y se abre la bahía son el 28 de mayo y el 12 de diciembre, respectivamente. Por lo tanto, la bahía se halla obstruida en término medio 6 meses y medio. Sin embargo, el comienzo y el fin están sujetos a grandes variaciones, lo que se expresa en la variación media que es de ± 20 días para el principio y ± 48 días para el fin. Como el promedio con su desviación no representa suficientemente la variabilidad del elemento, se reproduce en los Cuadros I y II la distribución del principio y fin del hielo en los distintos meses.

CUADRO I.—Comienzo del hielo en la Bahía Escocia

Mes	Marzo	Abril		Mayo		Junio		Julio	
Fecha	15-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31
Nº de casos	1	—	5	8	16	7	4	4	2

* Doctor en Filosofía (Meteorología y Geofísica), Universidad de Viena. Jefe Sección Climatología del Servicio Meteorológico Nacional.

Del Cuadro I se desprende que el comienzo del congelamiento varía en 4 meses. (La primera fecha en que cerró la Bahía fué el 30 de marzo de 1903, y la última el 25 de julio de 1910). Pero sólo en la cuarta parte de los casos se cerró antes del 15 de mayo o después del 15 de junio, lo que significa que en el 50 % de los casos la Bahía Escocia se cierra con pack-ice entre el 15 de mayo y el 15 de junio, con mayor frecuencia en la segunda mitad de mayo.

El comienzo del deshielo es aún más variable, ya que ocurre dentro de un intervalo de 7 meses, como lo demuestra el Cuadro II. Se destacan dos máximos, el principal en enero y el secundario en la primera mitad de noviembre, y alrededor de ellos se agrupan el 70 % de los casos. La fecha más temprana en que se abrió la Bahía Escocia fué el 6 de agosto de 1919 y la fecha más tardía el 24 de marzo de 1934.

El principio y fin del período de pack-ice no guarda ninguna relación entre sí, de modo que no se pueden hacer conjeturas acerca del probable fin basándose en el comienzo, tardío o temprano, del congelamiento.

CUADRO II.—Fin del hielo en la Bahía Escocia

Mes	Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo	
Fecha	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-28	1-15	16-31
Nº de casos	1	1	1	4	1	4	7	2	3	3	7	7	2	2	1	1

Resulta de ello, que la duración del período en que la bahía está cerrada varía en una escala que se extiende de 49 días hasta 542 días. En el verano 1928/29, por ejemplo, la capa de hielo no se abrió, mientras que en año 1943 la bahía sólo estuvo helada por pocas semanas al principio y al final del invierno.

CUADRO III.—Número de días en que la Bahía Escocia estuvo cerrada.

Días	< 50	51-100	101-150	151-200	201-250	251-300	301-350	> 350
Nº de casos ..	1	5	7	8	18	6	1	1

La duración media de la capa de hielo es de 198 días, pero, como lo demuestra el Cuadro III la duración más frecuente oscila entre 201 y 250 días. Es muy pequeña la probabilidad de que la Bahía Escocia no se abra por lo menos durante dos meses estivales y no se cierre durante dos meses invernales.

Dada la importancia de las fechas exactas de las condiciones del hielo de cada año para una ulterior discusión climática, se publica el Cuadro IV del cual se extrajo esta breve estadística.

CUADRO IV

Estado de los hielos en la bahía Escocia de la Isla Laurie
(Islas Orcadas del Sud). Lon. 44°44' S Lat. 60°44' W

Años	Primer hielo visto	Bahía Escocia cerrada	Bahía Escocia abierta	Días que estuvo cerrada por hielo	Ultimo hielo visto
1903	Falt. datos	Marzo 30	Nov. 23 de 1903	238	Enero 14 de 1904
1904	Abril 29	Mayo 8	Febrero 6 de 1905	274	Febrero 16 de 1905
1905	Abril 20	Mayo 17	Sept. 25 de 1905	127	Febrero 15 de 1906
1906	Mayo 14	Mayo 31	Enero 1 de 1907	215	Enero 26 de 1907
1907	Mayo 9	Junio 6	Enero 17 de 1908	224	Enero 23 de 1908
1908	Mayo 4	Julio 7	Agosto 27 de 1908	51	Nov. 26 de 1908
1909	Febrero 28	Mayo 24	Nov. 5 de 1909	165	Dic. 6 de 1909
1910	Marzo 18	Julio 25	Nov. 18 de 1910	116	Enero 30 de 1911
1911	Abril 18	Junio 30	Sept. 23 de 1911	85	Enero 29 de 1912
1912	Abril 15	Junio 9	Enero 27 de 1913	231	Enero 30 de 1913
1913	Mayo 27	Junio 5	Dic. 28 de 1913	206	(¹)
1914	(¹)	Junio 13	Enero 20 de 1915	221	Febrero 17 de 1915
1915	Abril 20	Mayo 2	Enero 14 de 1916	257	Febrero 6 de 1916
1916	Febrero 26	Abril 19	Nov. 10 de 1916	205	Enero 4 de 1917
1917	Mayo 29	Junio 10	Octubre 30 de 1917	142	Nov. 7 de 1917
1918	Abril 5	Julio 25	Octubre 19 de 1918	86	Enero 31 de 1919
1919	Mayo 11	Mayo 18	Agosto 6 de 1919	80	Enero 17 de 1920
1920	Abril 19	Julio 4	Febrero 17 de 1921	228	Febrero 17 de 1921
1921	Abril 13	Mayo 13	Dic. 12 de 1921	213	Dic. 28 de 1921
1922	Abril 18	Mayo 14	Nov. 11 de 1922	181	Nov. 12 de 1922
1923	Abril 13	Julio 8	Marzo 11 de 1924	246	(¹)
1924	(¹)	Mayo 18	Dic. 16 de 1924	212	Enero 17 de 1925
1925	Febrero 1	Junio 8	Dic. 26 de 1925	201	Febrero 5 de 1926
1926	Mayo 1	Junio 8	Enero 11 de 1927	216	(¹)
1927	(¹)	Mayo 24	Febrero 25 de 1928	276	Marzo 6 de 1928
1928	Abril 9	Mayo 15	—	—	—
1929	—	—	Nov. 5 de 1929	542	Enero 17 de 1930
1930	Abril 16	Mayo 16	Febrero 14 de 1931	273	(¹)
1931	(¹)	Abril 21	Enero 19 de 1932	272	(¹)
1932	(¹)	Mayo 27	Octubre 23 de 1932	149	Enero 24 de 1933
1933	Abril 21	Mayo 25	Marzo 24 de 1934	303	(¹)
1934	(¹)	Abril 30	Octubre 21 de 1934	174	Dic. 17 de 1934
1935	Mayo 19	Junio 30	Enero 19 de 1936	203	Febrero 10 de 1936
1936	Febrero 26	Mayo 22	Sept. 27 de 1936	128	Oct. 25 de 1936
1937	Junio 4	Julio 3	Sept. 22 de 1937	81	Oct. 14 de 1937
1938	Mayo 2	Mayo 18	Enero 11 de 1939	238	Febrero 1 de 1939
1939	Mayo 5	Mayo 27	Nov. 2 de 1939	159	Enero 28 de 1940
1940	Abril 16	Mayo 23	Dic. 1 de 1940	192	Enero 4 de 1941
1941	Junio 8	Junio 16	Enero 18 de 1942	215	Enero 26 de 1942
1942	Marzo 30	Abril 26	Enero 11 de 1943	260	(¹)
1943	(¹)	Mayo 18	Sept. 16 de 1943	49 (²)	Abril 3 de 1944
1944	Mayo 27	Junio 27	Enero 7 de 1945	194	Febrero 4 de 1945
1945	Marzo 15	Abril 19	Enero 3 de 1946	259	Marzo 3 de 1946
1946	Abril 3	Mayo 26	Nov. 4 de 1946	162	Marzo 10 de 1947
1947	Mayo 1	Mayo 28	Octubre 4 de 1947	129	(¹)
1948	(¹)	Mayo 10	Nov. 5 de 1948	180	Enero 19 de 1949
1949	Marzo 13	Mayo 5	Enero 28 de 1950	267	Febrero 23 de 1950
1950	Abril 30	Mayo 14	Dic. 5 de 1950	205	Dic. 30 de 1950

(¹) Durante estos veranos las Islas estuvieron rodeadas de hielos flotantes.

(²) Durante este invierno la Bahía estuvo cerrada desde el 18 de mayo al 14 de junio y desde el 25 de agosto al 16 de septiembre.

COMUNICACIONES

Nueva definición de clima

Por ARMANDO L. DE FINA *

En 1947, en el número correspondiente al mes de julio, el autor de este breve artículo publicó en la "Revista Meteorológica" de Montevideo (Uruguay) una nota, en la cual destacaba la falta de una buena definición de clima, que fuera lo suficientemente precisa, clara y general.

En dicha nota, titulada "Propuesta de una nueva definición de clima", el autor sometió a consideración de los estudiosos, con carácter de ensayo, la definición siguiente:

Clima es el conjunto de las diversas modalidades diarias y anuales del tiempo frecuentes en un punto de la superficie terrestre.

Al lanzar la precedente propuesta de definición, el autor solicitó a los lectores le bajaran llegar sus puntos de vista, para así proceder a una ulterior modificación de la misma, si fuera necesario. Con dicho motivo, fueron recibidas varias observaciones y sugerencias por parte de distintas personas. Además, la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos "Gaea" se interesó particularmente por el problema, dedicando a su discusión dos sesiones de comunicaciones, a fines del año 1947.

Ahora, considerando las sugerencias recibidas y la propia crítica acerca de la primera definición, el autor da, con carácter formal, la nueva que enuncia en seguida.

Clima es el conjunto de las diversas modalidades diarias y anuales que el tiempo presenta, con diferentes frecuencias, en un lugar.

Respecto a la primitiva se introducen dos modificaciones principales. Una es que, en la nueva definición no se excluyen las modalidades diarias y anuales del tiempo poco frecuentes. Ello es muy importante, cuando se considera el clima, con relación a los cultivos arbóreos longevos. Así por ejemplo, un lugar puede presentar, aparentemente, condiciones climáticas satisfactorias para el cultivo del olivo, pero basta que cada ocho o diez años, en la madrugada de un día invernal, la temperatura permanezca algunas horas a -20°C para que las plantaciones resulten totalmente destruidas. Muéstrase entonces el clima, en verdad,

* Ingeniero Agrónomo, Profesor titular de Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata.

inadecuado al referido cultivo, puesto que es arrasado cuando comienza a producir.

El otro cambio consiste en hacer más general la definición. Cabalmente, en la nueva se admite el concepto de clima tanto para lugares de la superficie terrestre como para los de la atmósfera libre. Esta innovación se hace imprescindible, ante el aumento creciente de los sondeos aerológicos y de los estudios minuciosos de las rutas aéreas, como, asimismo, ante la habilitación cada vez más numerosa de líneas regulares de transporte aéreo.

NOTAS Y COMENTARIOS

Meteorología Antártica.—Hace algunos meses apareció una publicación de suma importancia, editada por el U. S. Weather Bureau (Monthly Weather Review, Supplement N° 48), ofreciendo en forma completa y extensa el material meteorológico de Little América III, 78° 30' S, 165° 50' W, 55 m, base occidental de la expedición norteamericana en los años 1940-41.

El cuerpo de la obra lo constituyen unas 120 páginas de tablas numéricas, impresas en caracteres muy pequeños, 20 páginas de gráficos (sondeos, rosas de viento, etc.) y 10 páginas de texto explicativo. Presenta el conjunto bajo su firma el meteorólogo Arnold Court.

Debe destacarse una parte sustancial de la obra. Son los 190 radiosondeos efectuados entre el 25 de abril de 1940 y el 15 de enero de 1941, cubriendo así, por primera

vez, un período invernal pleno con mediciones de esta índole a una distancia de sólo 1280 km del polo Sur. A este material valiosísimo se suman los resultados de más de 200 sondeos de viento, de los cuales muchos de los efectuados durante el verano alcanzaron la estratosfera. Bien es cierto que la variabilidad muy grande de las corrientes del aire en la altura no puede menos que introducir cierta incertidumbre en cuanto a que los promedios sean representativos. Para evitar esto, Court ha completado sus estadísticas con los datos de las expediciones anteriores, 1929-30, y 1934-35. Por nuestra parte, a fin de dar idea de los conocimientos así alcanzados en cuanto a las condiciones aerológicas de la Antártida, hemos compuesto los Cuadros I y II como resumen de las tablas 6 y 10 (b) de la obra comentada (*n* = número de observaciones).

CUADRO I.—Verano *

Alt. (km)	Pres. mb	Temp. —°C	n	Direc. y velocidad del vector resultante		Velocidad media escalar m/seg	Persis- tencia %	No de sondeos n
				*	m/seg			
16	100	38	23					
15	116	39	25					
14	134	40	27					
13	155	41	30					
12	180	42	30					
11	209	44	30					
10	242	47	31	299	3.9	8.0	49	23
9	282	51	32	295	2.6	10.5	25	48
8	328	49	34	288	5.8	15.5	37	74
7	382	45	35	281	5.4	15.6	40	98
6	442	37	35	285	1.5	11.9	15	125
5	510	31	36	281	4.0	9.9	40	139
4	586	25	36	267	4.0	7.8	38	156
3	671	19	36	258	1.4	6.7	21	177
2	766	14	36	175	1.3	6.7	19	216
1	875	9	36	165	1.6	6.5	25	274
0.5	932	7	35	135	2.2	6.6	53	303
S	990	8	36	138	2.0	5.2	38	319

* Los datos de temperatura y presión corresponden al período de diciembre 1940/enero 1941. Los de viento a los veranos de 1929-30, 1934-35, 1940-41.

CUADRO II.—Invierno *

Alt. (km)	Pres. mb	Temp. —°C	n	Direc. y velocidad del vector resultante		Velocidad media escalar m/seg	Persistencia %	No de sondeos n
				°	m/seg			
16	75	82	2					
15	90	80	2					
14	107	79	9					
13	128	77	24					
12	153	75	40					
11	182	73	46					
10	216	71	53					
9	255	69	58					
8	301	64	62					
7	353	58	64					
6	414	52	66					
5	482	45	67					
4	558	38	69	315	1.1	9.6	11	91
3	645	32	70	288	1.2	8.5	14	135
2	742	28	70	198	1.4	7.6	18	165
1	853	26	70	203	2.8	8.0	35	235
0,5	914	27	70	176	1.9	8.0	34	244
S	975	37	70	163	1.2	3.3	36	263

* Los datos de temperatura y presión corresponden al período julio-setiembre 1940; los de viento, a los inviernos 1929/34/40.

Al analizar la información presentada por Court son muchos los puntos que llaman la atención y merecen una discusión detallada, pero aquí sólo nos referiremos brevemente a algunos de ellos. Así, la tropopausa se encuentra bien definida entre los 8 y 9 km de altura en verano y, en cambio, mal definida cerca de los 9 km en la estación fría y oscura. Ya se ha hablado de un «desaparecer» de la tropopausa durante el invierno antártico, pero esto puede decirse exactamente sólo en cuanto a la inversión térmica, mientras que el gradiente vertical de la temperatura muestra un cambio determinado (de -6% km a -2% km más o menos) en la gran mayoría de los sondeos. Las temperaturas estratosféricas muy bajas del invierno están bien aseguradas, excluyéndose totalmente las dificultades del error radiativo. Por el contrario, el incremento continuo de la temperatura con la altura, en el verano, alcanzando -33°C en el promedio de 17 mediciones en 20 km, todavía debe contemplarse como problemático. Court, en su texto explicativo, no entra en la discusión de esta cuestión. Comparando sus datos con los conocidos de Spitzbergen, en latitud igualmente alta del hemisferio Norte, los cuales no sobrepasan los -40°C , podría suponerse la existencia

de un error por la radiación. Pero hay que tomar en cuenta también que en el verano antártico la energía proveniente del sol es mayor que en el verano ártico en la proporción de 7 %, a causa de la menor distancia del astro radiante. Por consiguiente, sin más mediciones e investigaciones profundas que las existentes hasta la fecha, no será posible emitir un juicio definitivo.

Análoga situación encontramos en cuanto a las corrientes a mayor altura. La selección de días con buen tiempo y además la poca persistencia de los vientos en todas las alturas alcanzadas, dificultan más aún la discusión de los datos. Como resultado seguro podrá aceptarse el cambio del signo de la componente meridional, a una altura de 4 km en verano y algo por debajo de 3 km en invierno.

En las capas superiores a aquellos niveles predominan las corrientes dirigidas hacia el polo, estableciéndose así la convergencia que tiende a compensar las pérdidas de masa, ocasionadas por la divergencia en las capas inferiores. Haciendo la comparación con la región del polo Norte, sorprende el hecho que hasta los sondeos más altos sobre Little América en primavera y verano (18 km) no muestran ningún rastro de corrientes del Este, vale decir, del gran torbellino anticiclónico de verano

que correspondería dinámicamente a las temperaturas relativamente altas. Podría argumentarse que ello obedece a la latitud muy alta o a la selección por buen tiempo. Sólo un mayor número de sondeos, efectuados con los métodos modernos del radar, que seguramente se obtendrán en futuras expediciones a la Antártida, aclararía esta cuestión interesante y otras más.

Por razones de espacio no discutiremos detalladamente los demás capítulos de este fecundísimo Suplemento. Digamos, sin embargo, que el tercer capítulo contiene las observaciones de cada 6 horas y frecuencias de los fenómenos meteorológicos, el cuarto los datos de presión, el quinto los de la temperatura en superficie. Aquí compartimos la desilusión del autor por el fracaso en cuanto a los termógrafos y termómetros de mínima, inclusive su calibración. Merecen, empero, todo el interés los datos expuestos en forma extensa, como también los nuevos promedios compuestos a raíz

meses anteriores de mayo. Por otra parte llama mucho la atención el gran retraso de las temperaturas más bajas y el muy poco de las más altas. A esto corresponden también los extremos absolutos, 59.4°C bajo cero el 5 de setiembre de 1940 y $+5.9^\circ\text{C}$ el 7 de diciembre de 1940.

Presenta el capítulo sexto los datos horarios del viento en superficie y los resúmenes respectivos, con promedios, frecuencias, etc. El séptimo ofrece datos del crecimiento diario de la cubierta de nieve, facilitando y preparando de tal modo la discusión de los datos de temperatura bajo la superficie que presenta en la parte octava y última de la obra. Se trata de valores extensos de 15 distintos niveles entre la superficie y 41 metros por debajo de ella, material extraordinario para futuros estudios en cuanto a la física de la nieve y el hielo.

Digamos, en resumen, que la información presentada por Court es altamente

CUADRO III

Mes	I	II	III	IV	V	VI
t_m	-7.1	-14.3	-20.9	-28.3	-32.5	-28.8

Mes	VII	VIII	IX	X	XI	XIII	Año
t_m	-37.7	-38.2	-39.6	-25.3	-16.4	-7.2	-24.7

de las mediciones de los años 1911/12, 29/30, 34/35 y 40/41. Para la temperatura media mensual, se han calculado los datos conforme al Cuadro III.

Cada uno de los cuatro meses de junio tienen un promedio algo más alto que los

constructiva para la ciencia en general, y ha de haber suscitado — y seguirá suscitando — el vivo interés y beneplácito de todos los meteorólogos en particular. —

W. SCHWERDTFEGER.

Nota adicional a "El evapotranspirómetro de Thornthwaite".— Serie agrometeorológica. Publicación N° 2, Buenos Aires, 1950. — En un artículo anterior nos ocupamos de la descripción de este valioso instrumento para los estudios relativos al ciclo del agua en la naturaleza, sobre la base de un croquis esquemático que nos facilitara su autor, en oportunidad de la visita que hicimos al Laboratorio de Climatología de la Universidad de Johns Hopkins, en Seabrooks U. S. A., en 1947.

Los detalles que expusimos de su instalación y funcionamiento corresponden a los que conocimos en aquella oportunidad, además de alguna bibliografía adicional aparecida posteriormente. Sin embargo, hallándose en prensa nuestra publicación de referencia recibimos del Dr.

THORNTHWAITTE nuevas sugerencias que importaban modificaciones valiosas en la construcción del instrumento, así como detalles de su instalación que dan una mayor seguridad a su rendimiento.

La corrección más importante a efectuar en nuestra publicación anterior corresponde a la manera de rellenar el tanque evaporante. Dado que lo que se pretende medir es un elemento físico del clima, como es la evapotranspiración potencial y no el efecto de la naturaleza del suelo, se debe elegir cuidadosamente el material de relleno del tanque, procurando que el mismo sea de una permeabilidad natural y alta capilaridad. Por lo tanto, es necesario y por demás conveniente que tal material sea siempre el mismo o por lo menos semejante, un suelo areno-arcilloso con una hu-

medad equivalente de alrededor del 18 % y un coeficiente de marchitez aproximadamente del 8 %, para las medidas que corresponden al tanque descrito. En esta forma tendremos, con una razonable seguridad, que la tensión de la humedad del suelo en las capas más superficiales, nunca será superior a 100 mb., equivalente a un $pF = 2$, algo superior al límite de la humedad equivalente.

Se aconseja, asimismo, el uso de tensiómetros fijos en el material del suelo del tanque evaporante, para medir las variaciones que experimente su humedad y poder deducir así si el pasaje del agua del tanque de alimentación es permanente y regular.

En cuanto a la construcción del instrumento en sí debemos agregar que en vez de disponer la entrada del agua al tanque evaporante por un costado y a 10 cm de su fondo, como lo habíamos previsto, resultará de mayor utilidad que el caño penetre directamente por el fondo, con el objeto de permitir el drenaje total del mismo en caso de ser ello necesario.

Otras modificaciones a tenerse en cuenta son las que corresponden a la forma y dimensiones de los tanques de alimentación y de escurrimiento. En climas secos donde la evapotranspiración es muy intensa convendría disponer de un tanque de alimentación de mayores dimensiones que el que aconsejamos en nuestra publicación, y, en lugares en los cuales los excesos de agua son muy considerables, debería aumentarse el tamaño del tanque de escurrimiento.

Una llave esclusa intercalada entre el tanque de control de nivel freático y el tanque evaporante, para desagotar a este último, y un visor constituido por un tubo vertical de material plástico o de vidrio, de pequeño diámetro, intercalado también como la llave anterior entre ambos tanques, para indicar rápidamente cualquier variación anormal en el tanque que controla el nivel freático, asegurarán una mayor eficiencia en el rendimiento de este instrumento. —

JUAN J. BURGOS.

CRÓNICA

Visión Sintética del Nacimiento, Vida y Extinción de la Organización Meteorológica Internacional *

Al extinguirse por voluntad de sus miembros la prestigiosa Organización Meteorológica Internacional (OMI) para dar nacimiento a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo que proseguirá la activa trayectoria de la primitiva entidad bajo una nueva personalidad jurídica en el campo del derecho internacional, esta revista quiere destacar —aunque sólo sea en la brevedad de una nota— la línea genética seguida por la OMI a través de sus setenta y tres años de vida, recordar a sus precursores y conductores, y poner de relieve sus grandes iniciativas, tendientes todas ellas a suscitar la leal cooperación de las naciones para el logro de la plena eficacia y el permanente progreso de los servicios meteorológicos. El organismo sucesor hereda un pasado histórico digno de proyectarse y superarse en el futuro.

En esta visión retrospectiva pueden distinguirse cinco etapas bien caracterizadas por su creciente actividad y en la que sólo se advierten dos momentos de relativa pausa: son los dramáticos interregnos de las dos últimas grandes guerras, en que las naciones, lejos de encontrarse unidas en el ámbito de trabajo universal creado por la OMI, se aíslan espiritualmente y sólo se encuentran —diríamos— en el impacto material de las luchas de tierra, mar y aire. A pesar de ello la ciencia y la técnica progresan, y a cada armisticio, la gran familia meteorológica, fiel a sus respectivas patrias y leal al manto aéreo que a todos desvela y cobija, no desespera de vivir para siempre en armonía en torno a un definitivo ideal de intercambio y cooperación.

CONFERENCIAS PRELIMINARES

El primer intento de cooperación internacional en Meteorología tuvo lugar en Bruselas en 1853. La iniciativa se debió a Mateo F. Maury, quien logró concertar en aquella época una conferencia en base a un programa por cierto nada ambicioso. Tratábase, simplemente, de coordinar voluntades en el orden internacional para

reunir las observaciones meteorológicas obtenidas por los barcos en navegación.

Esta primera conferencia de meteorología netamente marítima produjo los resultados previstos, pero fué menester aguardar 19 años, hasta agosto de 1872, para que se llevara a cabo la primera conferencia de meteorología en Leipzig. Celebróse ésta con la participación de cincuenta y dos directores de institutos meteorológicos

* Fundamos esta síntesis retrospectiva en datos originados en el Secretariado de la OMI, Lausana.

y otros hombres de ciencia interesados en el estudio de la atmósfera. Citaron a la reunión los señores Bruhns de Leipzig, Wild de St. Petersburgo y Jelinck de Viena. Proponíanse lograr el concurso internacional para dilucidar ciertas cuestiones meteorológicas y climatológicas, en particular problemas relativos a las observaciones inherentes a las estaciones terrestres, en tanto que la reunión de Bruselas había versado de modo exclusivo sobre observaciones hechas en el mar.

La conferencia de Leipzig llevó al convencimiento de que si la meteorología habría de desenvolverse en el plano internacional era imprescindible contar con un organismo de amplia acción y de carácter semi-oficial. De conformidad con ello la Conferencia decidió convocar para el año siguiente a un Congreso de representantes de los Gobiernos que se interesaran en este movimiento de coordinación operativa y científica.

FASE PREPARATORIA

La fase preparatoria se caracterizó por el propósito de crear un órgano permanente, de naturaleza semi-oficial a la par que internacional, responsable de la continuidad del programa de trabajos durante los intervalos que mediarían entre las sucesivas conferencias. Ambos aspectos, el del establecimiento de un órgano internacional con personalidad jurídica reconocida, y la continuidad de su labor, han ido creciendo en importancia con el transcurrir del tiempo y han solicitado el interés general hasta hoy.

El Congreso Meteorológico Internacional convocado por la Conferencia de Leipzig celebró sus reuniones en Viena en septiembre de 1873 bajo la presidencia de los señores Bruhns, Buys-Ballot y Jelinck. Asistieron representantes de treinta y dos Estados.

El Congreso instituyó un Comité Permanente de siete miembros facultados para tomar las medidas tendientes a asegurar la ejecución de las resoluciones adoptadas por el Congreso, y, además, para preparar un nuevo Congreso Internacional de Meteorología, a realizarse cinco años después, y al que asistirían delegados oficiales de los Estados.

El Comité Permanente instituido por el Congreso realizado en Viena fué el precursor del Comité Meteorológico Internacional y llevó a cabo cuatro reuniones: en Viena en 1873, en Utrecht en 1874, en Londres en 1876, y nuevamente en Utrecht en 1878.

La Organización Meteorológica Internacional (OMI) fué en realidad instituida por este Comité Permanente en Utrecht,

en 1878. El Comité esbozó un plan relativo a la organización de la meteorología internacional, siendo el proyecto motivo de amplia discusión. En esta reunión, la cuestión de los Estados autorizantes con derecho al voto sobre la base de la importancia de cada uno demostró ser uno de los puntos sujetos a mayores controversias. El Comité Permanente resolvió la cuestión proponiendo que cada Estado, cualquiera fuera su importancia, tuviera un voto. El Comité Permanente establecido en Viena, en uso de sus facultades, convocó a un segundo Congreso Internacional de representantes de Estados para el año siguiente.

PRIMER PERÍODO

El primer período de la OMI abarca de 1879 a 1914 y se caracteriza por la definitiva orientación de sus métodos de trabajo. Durante esta etapa la meteorología se hallaba todavía en su infancia, las comunicaciones radioeléctricas y la aeronavegación se abrían en sus magnas perspectivas, y su posible contribución a la meteorología, así como los beneficios que la meteorología podría prestar a la aviación, no se habían definido cabalmente. La principal conquista de la Organización en esta primera época fué ampliar su estructura y determinar gradualmente su programa y método de acción.

El segundo Congreso Internacional de Meteorología, convocado por el Comité Permanente creado por el primer Congreso, tuvo lugar en Roma en abril de 1879 con la asistencia de cuarenta representantes de Estados.

Este segundo Congreso consideró el informe del Comité Permanente referente a las actividades cumplidas, analizó el proyecto del Comité a fin de establecer una organización meteorológica internacional, y, al clausurar su tercera reunión, adoptó una resolución de cuatro puntos.

Por el primer punto se disponía la creación de un Comité Meteorológico Internacional para tratar los problemas inherentes a las relaciones internacionales hasta la reunión del próximo Congreso. Compondríase el Comité de nueve miembros elegidos por el Congreso, con la salvedad de que no podrían formar parte del Comité simultáneamente dos representantes de un mismo Estado. Toda vacante producida por renuncia o muerte sería llenada por el Comité mediante elección complementaria de un nuevo miembro, sujeto a la salvedad anterior. El Comité elegiría sus propios funcionarios y distribuiría el trabajo entre los miembros.

Sus funciones eran: velar por la ejecución de las resoluciones dictadas por el Congreso, convocar a los Congresos si-

guientes, preparar el temario a someter al Congreso, mantener informados a los representantes sobre sus deliberaciones y decisiones, y, por último, al expirar cada período, someter al nuevo Congreso el informe pertinente.

En el punto segundo de la resolución final de su tercera reunión, el Congreso de Roma expresó la opinión de que debería convocarse a otro Congreso a lo sumo dentro de los cinco años.

Por el tercer punto recomendábase la coordinación entre los distintos institutos centrales para la comunicación recíproca de información relativa a investigaciones de las leyes generales de la meteorología; se recomendaba, asimismo, que las publicaciones que aparecieran en cada país deberían ser distribuidas libres de cargo a todos los institutos y personas que tomaran parte en dichas investigaciones. El Congreso trazó un programa de investigaciones de interés general.

En el cuarto punto de la resolución final de la tercera reunión, el Congreso de Roma expresaba sus puntos de vista con respecto a una propuesta hecha en Viena por el profesor Buys-Ballot y adoptada por el Comité Permanente. La proposición recomendaba el establecimiento de un fondo internacional, a ser mantenido mediante pequeñas contribuciones de los Estados participantes en el Congreso. La propuesta del fondo fué hecha para financiar trabajos de investigación conjunta o la organización y mantenimiento de empresas colectivas, tales como las de establecer estaciones meteorológicas en ciertas islas o en regiones remotas. El Congreso de Roma rechazó las propuestas, pero interesa hacer notar que problemas de esta naturaleza, que aún ocupan la atención de algunas organizaciones internacionales, ya habían llegado a plantearse en términos claros en época tan temprana.

Al primer Comité Meteorológico Internacional lo integraron los siguientes miembros: señores Buys-Ballot, Cantoni, de Brito Capello, Hann, Mascart, Mohn, Neumayer, Scott y Wild. Celebró su reunión inicial en Roma en abril de 1879 mientras sesionaba el Congreso, y fueron elegidos como funcionarios los señores Wild (Presidente) y Scott (Secretario).

Las reuniones posteriores del Comité tuvieron lugar durante el período de los diez años siguientes: en 1880 en Berna, en 1882 en Copenhague, en 1885 en París, y en 1888 en Zurich.

No fué sino hasta 1891 cuando el Comité Meteorológico Internacional convocó a una nueva conferencia en la que los directores de los servicios meteorológicos independientes de todos los países del mundo estuvieron invitados. Esta Conferencia de Di-

rectores tuvo lugar en Munich y asistieron éstos en número de treinta.

La organización comprendida en adelante la Conferencia de Directores y el Comité Meteorológico Internacional, junto con su cuerpo ejecutivo de funcionarios, que luego se transformó en el Consejo Ejecutivo del Comité. La Conferencia de Munich decidió ampliar la composición del Comité aumentando sus miembros a diez y siete. Estableció también la primera de las comisiones técnicas permanentes de la organización: la Comisión de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica.

Fué ésta una innovación importante, seguida por la creación de otras comisiones durante esta primera etapa del desarrollo.

La Conferencia próxima, efectuada en París en 1896, creó una comisión aerológica, conocida por Comisión para la Aerostación Científica, y una comisión sobre radiación, llamada más tarde Comisión de Radiación Solar, fusionándose en 1919 con una Comisión Solar que el Comité Meteorológico Internacional había creado en 1903.

El Comité llevó a cabo otras reuniones entre los años 1894 y 1915 (siendo presidente entre 1894 y 1907 el profesor Mascart, y desde 1907 en adelante sir Napier Shaw).

Estas reuniones tuvieron lugar en Upsala (1894), St. Petersburgo (1899), París (1900), Southport (1905), Innsbruck (1905), París (1907), Berlín (1910) y Roma (1915).

En su reunión de 1907 el Comité Meteorológico Internacional creó tres nuevas comisiones técnicas, la Comisión de Meteorología Marítima, la Comisión de Telegrafía Meteorológica y la Comisión de la Red Mundial. Esta última se transformó en Comisión de la Red Mundial y Meteorológica Polar, produciéndose en 1921 su fusión con la Comisión de Meteorología Polar creada por el Comité Meteorológico Internacional de 1913. Por último, en 1913 el Comité creó la Comisión de Meteorología Agrícola.

La organización había ya tomado su forma. En vísperas de la guerra de 1914 comprendía nueve comisiones técnicas permanentes, cuyas actividades eran coordinadas por el Comité Meteorológico Internacional y por la Conferencia de Directores.

Ya en 1905 se notó la necesidad de dictar una reglamentación capaz de regir la organización existente, teniendo en cuenta su desarrollo histórico y las resoluciones emanadas de las Conferencias de Directores, del Comité Meteorológico Internacional y de las Comisiones Técnicas. La Conferencia de los Directores llevada a cabo en Innsbruck en 1905, que fué continuación de la Conferencia de París de 1896, requirió del Comité Meteorológico Internacional la preparación de un proyecto de reglamenta-

ción a ser sometido a la aprobación de la próxima conferencia, que tendría lugar en Utrecht en 1915.

El Comité preparó un proyecto en 1907 sobre la base de las propuestas adelantadas por el Prof. Mascart poco antes de retirarse; pero la guerra impidió la adopción de un reglamento.

SEGUNDO PERÍODO

El segundo período de la vida de la OMI abarca de 1919 a 1939 y se caracteriza por la gran expansión de sus actividades, acompañada por nuevos esfuerzos para consolidar su estructura y adquirir carácter oficial.

Después de la interrupción del trabajo de organización debida a la guerra, se intentó reconstruir una organización meteorológica eficiente, capaz de afrontar las exigencias del tránsito aéreo que había comenzado a desarrollarse, y aprovechar las ventajas de los métodos de telecomunicación, cuya aplicación se había extendido grandemente durante el curso de las hostilidades. Se proyectaron las medidas más importantes a tomarse durante este período, aparte del fomento del intercambio de informaciones meteorológicas mediante la telecomunicación y de la organización del servicio meteorológico internacional de la aviación. Se adoptó una reglamentación técnica para uniformar los códigos meteorológicos a la luz del nuevo desarrollo de la meteorología sinóptica y para la publicación de estadísticas climatológicas, así como para promover el desenvolvimiento de las publicaciones meteorológicas internacionales y, en materia de organización interna, para establecer un Secretariado responsable de estas publicaciones, y para dictar estatutos por los cuales se establecieran, entre otras cosas, comisiones de trabajos regionales.

El 3 de junio de 1919, después de las consultas efectuadas entre los directores de los servicios meteorológicos de Francia, Inglaterra e Italia, el presidente del Comité Meteorológico Internacional desde 1907, sir Napier Shaw, dirigió una invitación a once de sus colegas, la mayoría de los cuales habían sido miembros del Comité Meteorológico Internacional antes de la guerra, para que tomaran parte en una conferencia semioficial con vistas a reconstituir la organización. La conferencia tuvo lugar en Londres entre el 3 y el 9 de julio de 1919, y decidió convocar a una conferencia oficial a llevarse a cabo poco tiempo después.

El 30 de septiembre de 1919 celebróse en París una Conferencia de Directores, convocada oficialmente por el Gobierno de la República Francesa, en la que

actuó como presidente el Sr. Angot, Director del Servicio Meteorológico de Francia.

El temario de la Conferencia de París incluyó la adopción del anteproyecto de reglamentación preparado por el Comité Meteorológico Internacional de 1907, cierto número de problemas técnicos generales (horas de observación, unidades de medida, meteorología sinóptica, climatología, aerología), cooperación entre los servicios nacionales para el uso de las observaciones hechas en el mar (con fines estadísticos y la preparación de cartas sinópticas), y, por último, la designación de comisiones para continuar el estudio de los problemas científicos y técnicos y la discusión, mencionada por primera vez antes de la guerra, sobre disposiciones para la edición de publicaciones internacionales.

Después de discutir su programa, la Conferencia de París de 1919 adoptó una Reglamentación según la cual se conservaba provisionalmente el carácter privado de la organización y se dejaba asentada formalmente la composición de la entidad en tres tipos de órganos: la Conferencia de Directores, el Comité Meteorológico Internacional y las Comisiones Técnicas. Se reconstituyen al mismo tiempo cinco comisiones técnicas permanentes: la Comisión de Telegrafía Meteorológica (presidente, Tte. Cnel. Gold), la Comisión de Meteorología Marítima (presidente, Sr. van Everdingen), la Comisión de Radiación Solar (presidente, Sr. Maurer), la Comisión de la Red Mundial (presidente, sir Napier Shaw) y la Comisión Exploradora de la Alta Atmósfera (presidente, Sr. Bjerknes), y se crean dos nuevas comisiones: la Comisión de Meteorología Agrícola (presidente, Sr. Angot) y la Comisión para la Aplicación de la Meteorología a la Navegación Aérea (presidente, Tte. Coronel Saconnéy).

A la Conferencia siguió una reunión del Comité Meteorológico Internacional, que fué también reconstituido por la Conferencia, elevándose a veinte el número de sus miembros. A su vez el Comité reconstituyó la Comisión de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica, creada en Munich en 1891.

La Conferencia de París decidió incluir en su temario, asimismo, la creación de una Oficina Meteorológica Internacional Permanente con fondos internacionales a su disposición. La Comisión de Meteorología Marítima reconstituida se había reunido mientras estaba sesionando la Conferencia y había expresado la opinión de que una oficina de esta naturaleza sería muy útil para la aplicación de las observaciones hechas por los barcos en el mar

a la estadística y al pronóstico. La Conferencia resolvió dar traslado del problema al Comité Meteorológico Internacional.

El problema de constituir un «Fondo Internacional» había surgido ya en el Congreso de Roma en 1879, pero sin resultado positivo. Apareció de nuevo y con insistencia en la reunión del Comité Meteorológico Internacional llevada a cabo en Londres en 1921.

El tópico principal del temario de la reunión de Londres fué la consideración de los informes de las comisiones técnicas que habían llegado en el período cumplido. La Comisión de Exploración de la Alta Atmósfera proponía en su informe que la organización se hiciera cargo de la publicación de los datos aerológicos que había sido emprendida antes de la guerra por un instituto nacional, cuyo director era el presidente de la Comisión. En otras palabras, interesaba que las observaciones hechas anualmente durante los períodos conocidos como «días aerológicos internacionales», fueran publicadas por una oficina central de la organización. La suma requerida para este propósito fué estimada por la Comisión de Exploración de la Alta Atmósfera y por el presidente del Comité en 100,000 francos oro.

Después de una discusión vivaz sobre la forma en que los diferentes países deberían contribuir a la financiación de dicho propósito, el Comité Meteorológico Internacional decidió consultar a los directores de los Servicios Meteorológicos, antes de acercarse por vía diplomática a los Gobiernos de los distintos Estados en solicitud de su contribución pecuniaria.

En la reunión de Londres de 1921, el Comité Meteorológico Internacional adoptó un nuevo código internacional para la transmisión de mensajes meteorológicos y decidió establecer una Comisión para el Estudio de las Nubes, fusionar la Comisión de la Red Mundial, y convocar a una Conferencia de Directores en 1923.

La Conferencia siguiente, precedida por reuniones de las comisiones técnicas que sometieron informes a la Conferencia, tuvo lugar en Utrecht en septiembre de 1923. Aparte de estos informes, el programa de la Conferencia incluyó importantes temas relativos a la cooperación internacional entre los miembros de la organización y con otras entidades internacionales recientemente creadas. La Conferencia de Utrecht marcó el comienzo de un nuevo intento para determinar las funciones de la Organización, desarrollar uniformidad en el modo de operar en los servicios, y extender el servicio meteorológico en la marina y la aviación, así como el uso de la meteorología a otras actividades humanas tales como la agricultura, que comenzaban a mostrar

interés en la meteorología. En cuanto a su estructura interna, la Conferencia reeligió a los miembros del Comité Meteorológico Internacional, renovó las comisiones técnicas existentes y creó la Comisión para la Investigación de las Ondas de Explosión; resolvió asimismo designar una comisión para estudiar el establecimiento de un Bureau Meteorológico Internacional.

El Comité Meteorológico Internacional que sesionó en Viena en septiembre de 1926, bajo la presidencia del Prof. van Everdingen, tomó nota de la decisión de la Comisión facultada para estudiar el establecimiento de un Bureau Meteorológico Internacional. El Comité Internacional de la Liga de las Naciones sobre Cooperación Intelectual, se había interesado en la labor de la Comisión de la OMI y había sugerido las ventajas de entablar relaciones con la Liga de las Naciones ofreciendo al mismo tiempo al Bureau Meteorológico Internacional la hospitalidad del Instituto Internacional de Cooperación Intelectual en París para los primeros años de su existencia.

No obstante, a despecho de las recomendaciones urgentes del representante francés, Gral. Delcambre, presidente de la Comisión para el Establecimiento de un Bureau Meteorológico Internacional, el Comité Meteorológico Internacional no se sintió inclinado a crear un Bureau como lo sugería la Comisión antedicha, pero, en cambio, decidió fundar un Secretariado permanente bajo la dirección del presidente del Comité. Al mismo tiempo se determinaban las funciones del Secretariado y el Comité recomendó que se estableciera su oficina central de operaciones en un país pequeño centralmente ubicado, como Bélgica, Holanda o Suiza.

Además, el Comité exhortó a los directores de los Servicios Meteorológicos y principales meteorólogos de todos los países representados en la Conferencia de Directores, a solicitar de sus Gobiernos y organizaciones privadas el apoyo al pedido de fondos necesarios para la labor de tal Secretariado.

A pesar de lo limitado de sus funciones, la creación del Secretariado significó un verdadero progreso en la estructura de la Organización. El Bureau del Comité Meteorológico Internacional, que había actuado como secretaría antes de que se creara este Secretariado permanente, se había lamentado repetidas veces de su exceso de labor y consideró bienvenida la perspectiva de ser relevado de ciertas tareas administrativas tales como la de organizar las reuniones del Comité y publicar sus actas. El Secretariado estableció su oficina central en De Bilt, en los Países Bajos, bajo la dirección del Dr. H. G. Cannegieter,

Subdirector del Instituto Meteorológico de los Países Bajos, a quien lo sucedió, como Jefe del Secretariado, el Jefe del Servicio de Pronóstico del Instituto Meteorológico Checoslovaco, Dr. G. Swoboda, el 1º de agosto de 1958.

Una nueva Conferencia de Directores tuvo lugar en Copenhague, en septiembre de 1929. Fue precedida por reuniones de casi todas las Comisiones, que elevaron sus informes.

La Conferencia de Copenhague, que tomó ciertas resoluciones importantes relacionadas con materias técnicas, adoptó, entre otras cosas, nuevas formas internacionales de códigos meteorológicos y desarrolló un sistema de radiodifusoras colectivas para el envío de observaciones meteorológicas a través de Europa y hacia América mediante estaciones inalámbricas de alta potencia. Pero las cuestiones relativas a la constitución resultaron la principal preocupación de la Conferencia. Se discutió el problema de la oficina central permanente del Secretariado, decidiendo finalmente la Conferencia que la oficina central tendría su asiento en Suiza. Estableció, incluso, la competencia de las comisiones técnicas siguientes: Comisión de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica; Comisión de Radiación Solar; Comisión de Exploración de la Alta Atmósfera; Comisión de Información Sinóptica del Tiempo (antes Comisión de Telegrafía Meteorológica); Comisión de Meteorología Marítima; Comisión de la Red Mundial y Meteorología Polar; Comisión de Meteorología Agrícola; Comisión para la Aplicación de la Meteorología a la Navegación Aérea; Comisión de Investigación de las Ondas de Explosión; Comisión de Estudio de las Nubes.

Resolvió también establecer una Comisión para el Año Polar y una Comisión Climatológica. El Comité Meteorológico Internacional fué reelegido y el número de sus miembros aumentado de 20 a 21.

Pero la cuestión constitucional que fundamentalmente interesaba a la Conferencia de Copenhague era el reconocimiento oficial de la Organización. La Conferencia declaró en una resolución que tenía la esperanza de que los Gobiernos se incorporarían a la existente Organización Meteorológica Internacional, y al final de esa sesión adoptó estatutos por los cuales se daba a la Organización una estructura cuatripartita (Conferencia de Directores, Comité Meteorológico Internacional, Secretariado y Comisiones de la organización), los cuales serían comunicados a los Gobiernos por vía oficial. Los estatutos estipulaban, también, el nombramiento de un Consejo Ejecutivo, por votación del Comité.

La reunión siguiente del Comité Metro-

rológico Internacional llevada a cabo en Locarno, en octubre de 1931, trató principalmente sobre la preparación del « Año Polar Internacional, 1932-1935 ». Los distintos países fueron invitados a realizar un esfuerzo especial para organizar durante dicho período estaciones meteorológicas capaces de suministrar observaciones sobre fenómenos magnéticos, eléctricos y meteorológicos en las regiones árticas. Además, los estatutos de la Organización Meteorológica Internacional, adoptados en Copenhague, fueron ligeramente modificados.

El Comité Meteorológico Internacional volvió a reunirse en De Bilt en octubre de 1935 para considerar los informes de las comisiones técnicas que habían sesionado en el período fenecido. Aprobó las resoluciones de las Comisiones, creó la Comisión de Bibliografía, y proyectó una Conferencia de Directores para septiembre de 1936.

La Conferencia de Directores se llevó a cabo en Varsovia en la fecha indicada. Fue una de las más importantes celebradas por la Organización Meteorológica Internacional entre ambas guerras. En particular, introdujo modificaciones de fondo en los códigos de transmisión de mensajes meteorológicos y dictó nuevos códigos; acrecentó considerablemente el número de difusión de mensajes colectivos planeados por primera vez en Copenhague, y con respecto a la estructura funcional de la Organización, adoptó medidas tendientes a aumentar la eficiencia y a otorgar a la entidad un carácter más oficial.

La labor de la Comisión para la Aplicación de la Meteorología a la Navegación Aérea dejó algo que desear. La Comisión se vió trabada en su acción, puesto que tenía como rival a la Comisión Internacional para la Navegación Aérea (ICAN), cuerpo más activo, capaz de tomar decisiones rápidas y, sobre todo, de carácter oficial; era ésta una organización interestatal, creada por la Convención para la Reglamentación de la Navegación Aérea el 15 de octubre de 1919, y que venía operando con todo éxito desde 1922. La Conferencia de Varsovia trató de llegar a una cooperación más estrecha entre la OMI y la ICAN en el campo de la meteorología aérea. Con este motivo la Conferencia decidió disolver a la Comisión de Aplicación de la Meteorología a la Navegación Aérea y crear una nueva Comisión con un estado legal especial: la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica (CIMAé). La personalidad jurídica acordada a la CIMAé, cuyos miembros eran designados por los Ministerios de Aeronáutica de los distintos países, y los poderes que en el plano del derecho internacional se le otorgaban, eran tales que el organismo podía tomar rápidas decisiones en estrecha cooperación con

la Comisión Internacional de Navegación Aérea. Este vínculo entre la ICAN y la OMI, por intermedio de la CIMAé, demostró ser sumamente satisfactorio.

Fue designado presidente de la CIMAé, el Sr. Roberto Bureau, del Servicio Meteorológico francés.

Además, se llegó a reconocer que los Directores de los Servicios Meteorológicos de cada región meteorológica, deberían cooperar en la discusión de los problemas peculiares, con la finalidad de asegurar la aplicación de las resoluciones de la OMI en su respectivo ámbito. La Conferencia de Varsovia decidió crear comisiones regionales con el propósito de realizar tal cooperación. Las dos primeras comisiones regionales de la Organización —la Comisión Regional I (África) y la Comisión Regional II (Lejano Oriente)— se establecieron en esa época.

Asimismo, los estatutos de la OMI fueron modificados para incluir disposiciones especiales relacionadas con la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica recientemente creada, y otorgar una mayor representación a las redes meteorológicas en las Conferencias de Directores. En virtud de esta representación más amplia, y merced a otros cambios mediante los cuales los Gobiernos podrían ser informados de la convocatoria a las Conferencias e invitados a designar a los Directores de los servicios meteorológicos para representarlos y votar en su nombre, la Conferencia de Directores tuvo la esperanza de incrementar su autoridad y al mismo tiempo poder cumplir con el deseo largamente sentido de ser reconocida oficialmente por los Gobiernos.

Por último, al igual que todas las conferencias anteriores, desde la de Munich de 1891, la conferencia celebrada en Varsovia en 1935 creó nuevas comisiones técnicas y fijó la competencia de las comisiones constituidas con anterioridad. Además de la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica, ya mencionada, se crearon estas dos comisiones: Comisión de Proyección de Cartas Meteorológicas y Comisión Radioatmosférica. Y se mantuvieron las que siguen, ya existentes: Comisión Climatológica, Comisión Internacional del Año Polar, Comisión para el Estudio de las Nubes, Comisión Aerológica (anteriormente: Comisión para el Estudio de la Alta Atmósfera), Comisión de Meteorología Agrícola, Comisión de Meteorología Marítima, Comisión de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica, Comisión de Información Sinóptica del Tiempo, Comisión de Bibliografía.

Además, se reelegió el Comité Meteorológico Internacional y aumentó el número de miembros a veinticinco, en la proporción

siguiente: quince por Europa, tres por América, dos por África, cinco por Asia y Australia.

Luego de clausurada la Conferencia, el Comité eligió como presidente al Sr. Hesselberg, Director del Servicio Meteorológico de Noruega, y propuso diez candidaturas, de los cuales serían elegidos seis por correspondencia, para integrar el Comité Ejecutivo.

Nuevas reuniones del Comité Meteorológico Internacional tuvieron lugar en Salzburgo en 1937 y en Berlín en 1939. En su reunión de Salzburgo, en setiembre de 1937, el Comité introdujo algunos cambios en el código de Varsovia, así como también en el plan de radiodifusoras de colectivos; asentó los principios generales a seguir por la Comisión de Meteorología Aeronáutica (CIMAé) en la preparación de normas generales para la actividad del servicio meteorológico internacional destinado a la aviación, y, tomando en cuenta a las empresas independientes de aerolíneas comerciales que operaban a través del Atlántico Norte, aceptó la propuesta de la CIMAé, a fin de estudiar la posibilidad de un sistema de barcos meteorológicos estacionarios para la protección de los vuelos transoceánicos. En la misma reunión, el Comité consideró otras propuestas hechas por las comisiones técnicas y regionales, y, con respecto a la organización interna, ratificó la Comisión de la Regional III (Sudamérica) que había sido establecida por correspondencia. Creó una cuarta comisión regional (América del Norte y Central) y, por último, resolvió convocar a una Conferencia de Directores en Washington en 1941, precedida por sesiones de las comisiones técnicas en Toronto.

En su reunión siguiente, llevada a cabo en Berlín en junio de 1939, el Comité Meteorológico Internacional trató los informes de las Comisiones que se habían presentado en el período fenecido, y consideró también dos propuestas trascendentes, una relacionada con el servicio meteorológico para la aviación, y la otra, con la preparación de una convención meteorológica universal que regulara la futura situación jurídica de la organización. Debe mencionarse, de paso, que en la sesión de Berlín se creó una quinta comisión regional, para el Pacífico Sudoeste.

Con respecto al servicio meteorológico internacional para la aviación, la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica había trazado un proyecto de reglamentación general para la provisión del servicio meteorológico internacional para la aviación de todo el mundo; al preparar estos cuerpos jurídicos, la Comisión se apoyó en un texto proyectado por tres expertos de la Comisión Internacional de Navegación

Aérea y en normas formuladas por las Conferencias de Aviación Internacional (conferencias a las que asistían representantes de los ministerios de aeronáutica de Estados de Europa Central y del Oeste). Estas reglamentaciones tratan: en una primera parte, lo relacionado con la organización general de un servicio meteorológico; en una segunda parte, lo referente a las observaciones en tierra, mar y aire con fines de protección; en una tercera parte, lo concerniente a medidas de protección (medidas para ser aplicadas antes del despegue, durante el vuelo y en el momento del aterrizaje). Las partes restantes tratan de las radiotransmisiones, climatología y cuestiones de procedimiento. En su reunión de Berlín de 1939, el Comité Meteorológico Internacional aprobó estas reglamentaciones y recomendó que las respectivas reparticiones las aplicaran inmediatamente de recibidas. Al mismo tiempo formuló ciertos principios para la protección del vuelo a larga distancia, y en particular de los vuelos transoceánicos; estos principios no habían sido incluidos en la reglamentación general por no haber sido ensayados suficientemente en la práctica.

Con respecto a la cuestión de proyectar una convención meteorológica internacional, el Dr. Hesselberg, Presidente del Comité Meteorológico Internacional, había preparado, en colaboración con el Director del Servicio Meteorológico francés, un anteproyecto preliminar de convención, para darle a la Organización Meteorológica Internacional un estado interstatal. A pesar de todos los primeros esfuerzos, inclusive los más recientes de la Conferencia de Varsovia de 1935, la OMI no había tenido aún éxito en su gestión tendiente a conseguir un reconocimiento oficial. El Presidente del Comité, al reabrir la discusión sobre el estado legal de la organización, hizo hincapié en las siguientes consideraciones:

« En vista de la creciente importancia práctica de la meteorología, sería de desear que los Gobiernos de los distintos países tuvieran mayor influencia en la labor de la organización.

« Las resoluciones de la organización deberían obligar más a los países.

« La organización debería poder contar con recursos adecuados, de manera que su labor de cooperación no se viera trabada por dificultades económicas.

« Era anormal que una de las comisiones de la organización, la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica, tuviera un estado jurídico de carácter más oficial que la organización misma.

« Había organizaciones similares (la Comisión Internacional de Navegación Aérea, la Unión Internacional de Geodesia y Geo-

física, y otras) que tenían una situación legal más oficial que la OMI, circunstancia ésta que ofrecía sus desventajas.

« Los Gobiernos no tenían suficiente control sobre la elección de los representantes de sus respectivos países. »

En el anteproyecto preparado por el Dr. Hesselberg, los distintos organismos de la OMI continuarían con diferentes designaciones; un anexo del convenio contendría en detalle los reglamentos relativos a las comisiones técnicas. El Comité consideró este anteproyecto artículo por artículo, y designó una Comisión para finiquitar su examen en general y presentar un proyecto de Convención integral a la Conferencia de Directores que tendría lugar en Washington en 1941.

Por desgracia, a los pocos meses el estallido de la guerra hizo imposible esta labor, y la organización tuvo que conservar aún por cierto tiempo su estado legal no oficial.

En conclusión, debe hacerse notar que la transferencia del Secretariado a Lausana, preparada cuidadosamente desde 1938, tuvo lugar en noviembre de 1939. Dado que las comunicaciones entre el Presidente y el Comité y los centros meteorológicos quedaron prácticamente interrumpidas poco después de iniciadas las hostilidades, tocó al Secretariado mantener, en estrecha colaboración con el Presidente, los contactos necesarios para continuar las gestiones financieras y administrativas de la organización de una manera reglamentaria, y llevar a cabo, con un mínimo de personal, la publicación demorada de varios documentos oficiales importantes, preparar los anexos dispuestos en el proyecto de convención de Berlín, proyectar los textos de otras normas con el propósito de facilitar la operación de la Organización y del Secretariado después de la guerra, etc. Aunque el intercambio de datos y publicaciones meteorológicas estaba suspendido entre la mayor parte de los países, y las comisiones de la organización habían cesado en todas sus actividades, muchos servicios meteorológicos informaron al Secretariado que estaban deseosos de reanudar sus relaciones internacionales y sus funciones en la organización, una vez cesadas las hostilidades. Esto lo confirmó el hecho de que durante el período 1939-1945, la contribución de los miembros llegó con regularidad, decayendo el pago en sólo un 10 % sobre el promedio del año anterior a la guerra.

TERCERO Y ÚLTIMO PERÍODO

Abarca la última etapa de 1946 a 1950. La segunda guerra mundial impidió que la organización funcionara normalmente, pero en los campos científico, técnico y operativo acrecentó el papel de la meteo-

rología. Las necesidades apremiantes de la guerra dieron ocasión al desarrollo de una multitud de nuevos códigos y nuevos métodos meteorológicos, lo cual causó una diversidad excesiva en materias en las que la Organización Meteorológica Internacional debía tratar de mantener con toda firmeza la uniformidad más estricta. Además, la aviación se había desarrollado enormemente, y los vuelos intercontinentales o transatlánticos llevados a cabo por fuerzas aéreas militares, se habían convertido en práctica corriente. Todo anunciaba la probabilidad de que en su desarrollo la aviación civil seguiría estrechamente a la aviación militar. Finalmente, la organización del mundo para asegurar la paz dió nacimiento a las Naciones Unidas y a los organismos especializados. La labor que se presentaba a la Organización Meteorológica Internacional consistía en establecer la uniformidad en los códigos y métodos meteorológicos, tomando en cuenta, a la vez, las nuevas necesidades de la aviación civil y la existencia de las organizaciones internacionales recientemente creadas. Además, se tuvo la sensación de que la creación de las Naciones Unidas transformaría a la Organización Meteorológica Internacional en uno de sus organismos especializados, y satisfaría así su constante ambición de adquirir un estado legal interstatal. Esta fué la aspiración de los meteorologistas durante el tercer período.

CONFERENCIA EXTRAORDINARIA DE DIRECTORES (LONDRES, 1946)

En febrero de 1946 se convocó en Londres a una Conferencia Extraordinaria de Directores.

Aun cuando se adoptaron numerosas resoluciones técnicas importantes, la conferencia se dedicó principalmente a una primera reanudación de contactos de post-guerra entre los Directores de los Servicios Meteorológicos, y a la consideración de las medidas necesarias para restituir a la OMI en su funcionamiento, afianzar su cooperación con otras organizaciones internacionales y reanudar el estudio constitucional y otras cuestiones cuya finalización había sido impedida por la guerra.

En lo que respecta a materias técnicas, la Conferencia recomendó el uso de ciertos códigos nuevos, temporariamente, hasta que los códigos fueran examinados como un todo, por la Comisión de Información Sinóptica del Tiempo (que, se supuso, tendría lugar en fecha próxima, preferentemente antes del 1° de julio de 1946). Esta Comisión fué también instruída para preparar, en colaboración con la nueva Comisión Regional creada recientemente para Europa, un plan de emisión de men-

sajes colectivos del tiempo, continentales, para todos los países de Europa. Para aquellos mensajes que fueran destinados al uso de los servicios meteorológicos de otros continentes, la Conferencia de Londres consideró como muy urgente organizar en Europa uno o dos centros emisores de poder adecuado. A fin de llenar las necesidades de la aviación y navegación marítima, de los pronósticos del tiempo en general, y estudios meteorológicos y climatológicos era necesario tener una cantidad representativa y regular de observaciones de superficie, de los océanos. La Conferencia recomendó a este propósito:

« (1) Que las naciones marítimas tomen las medidas necesarias, tan pronto como sea posible, para el restablecimiento y ampliación de sus informes sinópticos y climatológicos desde los barcos en alta mar, de acuerdo con el sistema internacional, interrumpido durante la guerra;

« (2) Que se establezcan embarcaciones estacionarias de informes meteorológicos y se mantengan en las regiones oceánicas más importantes, donde los informes no pueden obtenerse de otra manera, con la frecuencia y regularidad necesarias, y que aseguren una red mínima de informes de la alta atmósfera. »

El propósito de las recomendaciones precedentes, fué el establecer redes sobre estaciones oceánicas fijas. La Conferencia de Londres recomendó también a los servicios meteorológicos y autoridades competentes, desarrollar, hasta donde fuera posible, una red de Estaciones Polares, en las regiones árticas y antárticas.

Otras resoluciones técnicas versaron sobre la recuperación del material meteorológico perdido durante la guerra, y la publicación de las observaciones meteorológicas reunidas durante el mismo lapso. Fué también promovida la cuestión de continuar con los días aerológicos internacionales remitida a la Comisión Aerológica, para su decisión. Una actitud similar se adoptó con respecto a la importantísima cuestión del uso de máquinas de computar con fines meteorológicos, que fué remitido para su estudio a la Comisión Climatológica (y que concernía a todas las demás comisiones).

Por último, considerando la creciente importancia de los servicios meteorológicos en las actividades humanas, la Conferencia recomendó la creación de Institutos Meteorológicos nacionales e internacionales, la apertura de cursos culturales, no profesionales, de meteorología en general, así como el intercambio de meteorologistas entre los distintos países, a fin de estimular la difusión de los conocimientos relativos a los recientes avances en la meteorología, y el empleo de meteorologistas ex-

tranjeros bien calificados, por aquellos países que sufren en la actualidad de falta de personal competente.

En materia constitucional, la Conferencia de Londres de 1946, requirió del Comité Meteorológico Internacional, la preparación de un proyecto de Convención Meteorológica Internacional (los esfuerzos de pre-guerra habían sido frustrados por acontecimientos incidentes), e instruyó al Comité para rever la composición y funciones de las comisiones técnicas de la OMI, en debate libre en la Conferencia. Al mismo tiempo, la Conferencia resolvió disolver las comisiones existentes (menos la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica, que fué tratada en resolución por separado), y crear las siguientes comisiones:

- Comisión Aerológica;
- Comisión de Bibliografía y Publicaciones;
- Comisión Climatológica;
- Comisión Hidrológica;
- Comisión de Instrumental y Métodos de Observación;
- Comisión de Meteorología Agrícola;
- Comisión de Meteorología Marítima;
- Comisión de Proyección de Cartas Meteorológicas;
- Comisión de Información Sinóptica del Tiempo.

Con respecto a la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica, la Conferencia decidió crear una comisión nueva de meteorología aeronáutica, con la misma constitución que las demás comisiones técnicas (por lo tanto, sin el estado legal especial de que gozó anteriormente), siendo su función la de resolver los problemas generales del servicio meteorológico para la aviación. Empero, durante la organización de la nueva comisión, la primera Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica fué requerida para preparar, en colaboración con la Organización de la Aviación Civil Internacional Provisional (PICAO), un convenio sobre la relación entre las dos organizaciones.

La Conferencia consideró que la OMI debería continuar colaborando con otras organizaciones internacionales cuya labor se relacionara con problemas meteorológicos tal como la Organización Internacional Provisional de Aviación Civil (PICAO), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, y otras. La forma de colaboración sería precisada en cada caso por un acuerdo con la respectiva organización.

Además, estando ansiosos por dar a la OMI un estado más oficial en concordancia con las resoluciones de las conferencias de Varsovia (1935) y Berlín (1939), la Conferencia recomendó que el Comité Meteorológico

Internacional, al preparar el proyecto de constitución de la OMI, debería considerar la posibilidad de relacionarla con las Naciones Unidas sin hacer perder a la OMI su carácter universal y su independencia.

La Conferencia de Londres decidió, además, establecer seis comisiones regionales: Comisión Regional I (África); Comisión Regional II (Asia); Comisión Regional III (América del Sur); Comisión Regional IV (América del Norte y Central); Comisión Regional V (Pacífico Sudoeste); Comisión Regional VI (Europa).

Por último, la Conferencia autorizó al Presidente del Comité Meteorológico Internacional para convocar la próxima reunión regular de la Conferencia de Directores en Washington en 1947, precedida por una reunión de las comisiones técnicas en Toronto.

Cabe recordar que ya en 1937 estas dos ciudades habían sido elegidas como lugares de reunión por el Comité Meteorológico Internacional de Salzburgo.

COMITÉ METEOROLÓGICO INTERNACIONAL (PARÍS, 1946)

En la Conferencia de Londres la representación de Francia invitó al Comité Meteorológico Internacional, a la Comisión Internacional de Meteorología Aeronáutica y a la Comisión de Información Sinóptica del Tiempo, a reunirse en París en el próximo verano. La invitación se hizo extensiva a la Comisión Regional de Europa. Estas tres Comisiones se reunieron en París el 11 de junio de 1946, y el 1º de julio de 1946 sus sesiones fueron seguidas por una reunión del Comité, llevada a cabo también en París. El Comité tomó nota de los informes presentados por aquellas Comisiones y, de conformidad con las instrucciones de la Conferencia de Londres, dió comienzo a la preparación de un proyecto de convención meteorológica internacional en base al proyecto trazado en Berlín en 1939.

Durante la guerra, el Dr. Hesselberg, trabajando en común con el jefe del Secretariado, había modificado ligeramente el proyecto original y agregado un número de anexos importantes.

El Comité se reunió bajo la presidencia de sir Nelson R. Johnson, Director del Servicio Meteorológico Británico y nuevo presidente del Comité.

Procedió a revisar por completo los códigos usados en la transmisión de los mensajes meteorológicos y recomendó la adopción de nuevos códigos uniformes en los que se incorporaban los progresos hechos durante la guerra. El sistema de telecomunicaciones meteorológicas fué también re-

visado íntegramente: el Comité recomendó la ampliación de las conexiones europeas de teleimpresión, la creación de cuatro estaciones transmisoras en Europa para la emisión de colectivos de observaciones tomadas en superficie y en alta atmósfera, el intercambio de mensajes entre Europa y Norteamérica mediante dos estaciones transmisoras poderosas ubicadas en esos continentes, y determinó también el orden de fecha en los mensajes colectivos y en los intercontinentales. Además, el Comité efectuó ciertas recomendaciones sobre el mejoramiento y ampliación de las redes de estaciones de observaciones meteorológicas; en particular, recomendó ciertos principios para la clasificación y densidad de estaciones de la red sinóptica, la creación de estaciones de radiosondeo, particularmente en altas latitudes, el mejoramiento de la red de información marítima en el Atlántico Norte y el Océano Ártico (incluidos barcos meteorológicos), la recolección de datos aeronáuticos de reconocimiento meteorológico y la transmisión de observaciones meteorológicas desde los aeroplanos (en particular de los aviones de transporte), principalmente sobre regiones oceánicas y desiertas. El Comité formuló también ciertas reglas para el canje de análisis de datos meteorológicos, para la construcción de cartas de pronósticos y para el intercambio de la predicción.

Fuera de esto, el Comité Meteorológico Internacional, en su reunión de París, creó un subcomité para la preparación de un vocabulario meteorológico y precisó las funciones y propósitos de la nueva Comisión de Meteorología Aeronáutica, cuya creación había sido sugerida por la Conferencia de Londres. El Comité decidió, en particular, que la Comisión considerara los problemas de meteorología aeronáutica en estrecha colaboración con la División Meteorológica de la Organización Provisional Internacional de Aviación Civil (PICAO), con arreglo a las disposiciones elaboradas por el Comité para el desenvolvimiento de la colaboración entre las dos organizaciones. Estas disposiciones prevén las representaciones recíprocas de ambas organizaciones en todas las reuniones llevadas a cabo por sus organismos y determinan también la respectiva competencia en la preparación de las reglamentaciones de enlace. Además, se estableció en las disposiciones que, en lo relativo a las cuestiones de meteorología general, la PICAO debería continuar aceptando las recomendaciones de la OMI. El Comité decidió que la Comisión de Meteorología Aeronáutica de la OMI entraría a actuar a partir del 1º de agosto de 1946, y sus funciones serían las precisadas en la reunión de París.

Con vistas a un proyecto de convención meteorológica internacional, el Comité preparó tres textos que serían sometidos a discusión de los gobiernos y servicios meteorológicos de los diferentes países: un proyecto de convención meteorológica mundial, denominado « Proyecto París, 1946 »; un proyecto de reglamentación general de la Organización Meteorológica Mundial (anexa a la Convención); notas de las reglamentaciones técnicas de la Organización Meteorológica Mundial.

Tal como fuera planeado, las Comisiones se congregaron en Toronto en agosto de 1947; sus reuniones fueron seguidas por la Conferencia de Directores, abierta en Washington el 22 de septiembre de 1947.

CONFERENCIA DE DIRECTORES (WASHINGTON, 1947)

Las doscientas veinte resoluciones adoptadas por esta Conferencia versaron sobre una amplia escala de materias, algunas de las cuales habían sido discutidas previamente durante la reunión de París por el Comité Meteorológico Internacional, en julio de 1946. Dichas resoluciones se referían a las principales actividades de la Organización Meteorológica Internacional: redes de estaciones meteorológicas, códigos, telecomunicaciones, provisión del servicio meteorológico, cartas y símbolos, unidades y diagramas, estadísticas climatológicas, publicaciones y documentos, instrumentos y métodos de observación, instrucción técnica y ejercitación, estudios e investigaciones, problemas constitucionales y administrativos.

En conexión con el desarrollo de las redes de estaciones meteorológicas y su labor y equipamiento, la Conferencia recomendó:

A los fines de la meteorología sinóptica, la organización de vuelos de reconocimiento aéreo meteorológico, en las regiones donde no pueda obtenerse por otros medios información meteorológica adecuada; el complemento de las redes de estaciones de radiosondeo mediante una red amplia de estaciones para efectuar ascensiones verticales de aviones; la toma simultánea de las observaciones del viento de altura cuatro veces diarias, por los barcos meteorológicos estacionarios y dos (en el Atlántico Norte, también cuatro) sondeos diarios de temperatura, presión y humedad; retomar a partir de 1948 el programa de los días aerológicos internacionales que existían antes de la guerra; introducir tiempos patrones para la observación de la alta atmósfera a partir del 1º de enero de 1948, o tan pronto fuera posible a partir de dicha fecha; recomendar una serie de medidas y métodos a ser usados por cada país para

la colección de información adicional de regiones oceánicas, con el fin de incluir el suministro de las observaciones hechas voluntariamente por barcos de cada país marítimo, bajo la clasificación de barcos seleccionados, barcos suplementarios y otros barcos; una clasificación análoga de estaciones costeras y buques fanales destinados a observaciones de olas; la creación de estaciones de radar en posiciones estratégicas a fin de extender la superficie efectiva de observación llevada a cabo por las estaciones meteorológicas; la creación de dos estaciones radioatmosféricas polares de investigación, en cada hemisferio, para completar el sistema de estaciones radioatmosféricas del mundo. Con propósitos climatológicos y su aplicación práctica: el establecimiento de una red de estaciones agrometeorológicas en cada país, incorporadas a la red de estaciones meteorológicas existentes; con propósitos de un servicio meteorológico para la aviación: el establecimiento, por parte de los servicios meteorológicos respectivos, de buques meteorológicos estacionarios en el Atlántico Sud, y, antes de una gestión final sobre este punto, examinar la posibilidad de emplear la información de las estaciones meteorológicas de islas convenientemente situadas en el océano; la adopción de las medidas necesarias para asegurar las redes de extensión tan grandes como fuera indispensable para responder a las necesidades de las rutas aéreas nacionales y de la aviación privada, y reorganizar la red sinóptica existente de manera de tornarla más adecuada a los propósitos de la aeronáutica en general.

En cuanto a los códigos para la transmisión de los mensajes meteorológicos, la Conferencia de Washington recomendó el uso de un gran número de nuevos códigos que incluyan: formas tipos de mensaje para observaciones de superficie; una forma adicional de mensaje para ser usado por las estaciones de montaña; formas de mensajes para viento y otras observaciones de alta atmósfera; una forma de mensaje para informes sobre cambios repentinos; formas de mensaje para pronósticos de ruta y vuelo y para los pronósticos meteorológicos terminales de los aviones; una forma de mensaje para informes meteorológicos dados por aviones de transporte y para información de sus posiciones; formas de código para informes sobre hielo y observaciones de olas; una forma de código para la emisión de mensajes climatológicos; formas del código de análisis meteorológicos internacionales.

Al adoptar las nuevas formas tipos de mensajes para las observaciones de superficie, la Conferencia de Washington recomendó también un plan internacional para

la asignación regional de grupos de números de sección o bloque, a las diferentes regiones de la Organización Meteorológica Internacional y para la asignación de números a las estaciones meteorológicas dentro de cada región.

La Conferencia decidió que los nuevos códigos y especificaciones adoptados en Washington (1947), juntamente con los códigos y especificaciones adoptados en París (1946) y no modificados por las decisiones tomadas en Washington, entrarían en vigencia a partir del 1º de enero de 1949, con excepción del código de mensajes de los transportes aéreos, que entraría en vigor en fecha que se acordaría con la Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO).

Con respecto a la cooperación internacional, la Conferencia de Washington extendió considerablemente las bases de la colaboración con la ICAO disponiendo como norma que las reuniones de la Comisión de Meteorología Aeronáutica de la OMI y de la División Meteorológica de la ICAO, deberían llevarse a cabo en forma concurrente y en el mismo lugar, de manera que la colaboración en materias relacionadas con el suministro del servicio meteorológico para la aviación civil, fuera eficiente y no muy costoso. Relacionado con esto, la Conferencia recomendó que las reglamentaciones adoptadas por las dos organizaciones para asegurar la provisión del servicio meteorológico, deberían ser uniformes y, en su primera aplicación práctica en escala regional, que estas reglas uniformes deberían ser aplicadas en todos los países de América. En una afirmación ulterior sobre el espíritu de la cooperación activa, la Conferencia exhortó a los países de América a extender sus servicios meteorológicos nacionales, equipándolos con instrumentos adecuados y personal competente y proporcionar facilidades de telecomunicación, para la colección y distribución de los informes. La Conferencia refirmó también la importancia de la coordinación y uniformación de las organizaciones y servicios meteorológicos. « Es posible —afirmó la Conferencia— lograr beneficios máximos en el servicio meteorológico tan sólo si la organización meteorológica nacional de cada país se ocupa de la supervisión, coordinación e integración de las observaciones y servicios meteorológicos dentro del país, y está representada en las conferencias de aviación en las que se traten materias meteorológicas ».

Asimismo, para favorecer las reuniones de conjunto con la ICAO, la Conferencia de Washington formuló un procedimiento por el cual los intereses aeronáuticos podrían estar representados en toda Comisión de la OMI fuera de la Comisión de Meteoro-

logía Aeronáutica y por el cual la OMI podría estar representada en todo cuerpo aeronáutico fuera de la División Meteorológica de la ICAO.

Además, la Conferencia consideró que la colaboración establecida entre la Comisión Hidrológica de la OMI y las organizaciones y asociaciones científicas interesadas en hidrología y ciencias afines, debería continuar mediante el intercambio de información sobre las actividades y participación en las reuniones. Se adoptaron también otras resoluciones concernientes a la cooperación regional en hidrología y al estado legal de los servicios hidrológicos y meteorológicos.

Análogamente, la Conferencia consideró que en cada país resultaría esencial una estrecha unión entre meteorología y agricultura, y que podría llevarse a cabo por una representación conjunta de agricultura y meteorología en un cuerpo autorizado, así como también por el nombramiento de representantes de meteorología en cuerpos de agricultura y viceversa.

La Conferencia recomendó, además, que la OMI invitara a la Asociación Internacional de la Pesca de Ballenas a lograr la cooperación de los barcos pesqueros que operan en el Antártico, con vistas a realizar la transmisión de informes meteorológicos.

Otras medidas tomadas por la Conferencia de Washington consistieron en la adopción de Reglamentaciones Generales para la Provisión del Servicio Meteorológico para la Aeronáutica Internacional, en reemplazo de las reglamentaciones adoptadas con anterioridad por el Comité Meteorológico Internacional de Berlín, en 1939; adoptáronse incluso recomendaciones relativas a los métodos para acelerar el intercambio de las observaciones requeridas en la provisión del servicio meteorológico para la aviación, para la aplicación de las Reglamentaciones Generales de la Provisión del Servicio Meteorológico para la Aeronáutica Internacional, para la organización nacional de los servicios meteorológicos para la aviación del país, y para una delimitación rigurosa de la labor meteorológica de los barcos estacionarios.

La Conferencia adoptó otras decisiones concernientes al servicio meteorológico para buques. Estas resoluciones se refieren a la cantidad de avisos emitidos para la navegación costera por radiotelegrafía y por telegrafía, así también como el uso de avisos visuales de tempestad para la navegación costera; la cantidad de emisiones marítimas por radiotelegrafía, de avisos de tempestad para la navegación en alta mar; la cantidad de boletines meteoroló-

gicos radiotelegráficos para la navegación en alta mar; la obligación de enviar informes meteorológicos con indicación de la presencia de hielo y icebergs, como la prescribe la Convención Internacional de Protección de la Vida en el Mar; esta obligación no quedaría satisfecha con sólo transmitir el informe de hielo en el mar, en conexión con el informe sinóptico del tiempo.

En materia de telecomunicaciones, la Conferencia de Washington recomendó: una nueva clasificación de emisiones colectivas de informaciones meteorológicas, dividiéndolas en emisiones continentales, subcontinentales y nacionales o territoriales; una serie de medidas para asegurar el intercambio de información meteorológica entre Norteamérica y Europa, entre Norteamérica y Sudamérica y para mejorar las emisiones subcontinentales en el Sudeste de Asia; el establecimiento de un plan de amplitud mundial para la transmisión de los informes meteorológicos de barcos a centros de colección, y para la rápida transmisión a otros Servicios así como también a los buques.

Con respecto a cartas y símbolos meteorológicos, las resoluciones aprobadas por la Conferencia favorecieron la adopción de proyecciones y escalas tipos, el uso de ciertos colores apropiados en las cartas meteorológicas y de símbolos adecuados para la representación de datos meteorológicos en las cartas. La conferencia recomendó también la representación de los valores medios de las observaciones meteorológicas.

Además, la Conferencia de Washington aprobó importantes resoluciones sobre unidades y diagramas a ser usados en meteorología. Con fines meteorológicos adoptó valores para ciertas funciones físicas y constantes relacionadas con las propiedades físicas de los gases y del vapor de agua, así como también ciertas definiciones y especificaciones de los parámetros del vapor de agua en la atmósfera. Estableció una relación de conversión entre dos unidades básicas geopotenciales, a saber: metros geodinámicos y metros geopotenciales. Recomendó ciertas propiedades de los diagramas para la representación detallada y análisis de la presión, temperatura y sondeos de humedad.

En materia de estadística climatológica, la Conferencia emitió una opinión sobre los usos de la sinopsis y observaciones horarias para la derivación de valores medios climatológicos, y recomendó la preparación de estadísticas climatológicas con el fin de conocer las necesidades más urgentes de la meteorología aeronáutica, así como también el uso de una serie universal de

tarjetas basadas en el sistema de unidades C. G. S., para la perforación de las observaciones meteorológicas con fines estadísticos.

Muchas de las resoluciones adoptadas por la Conferencia versaron sobre las publicaciones y documentos que caracterizan la literatura meteorológica. La Conferencia de Washington recomendó en particular se editaran varios manuales técnicos de la OMI; que la publicación del «*Reseau Mondial*» se reanudara por el Servicio Meteorológico Británico; que la Institución Smithsonian continuara con la publicación de los volúmenes de «*World Weather Records*», y que se preparara un proyecto corregido del Atlas de Nubes publicado por la «*Meteorologie Nationale de France*»; que cada país publicara anales climatológicos y listas bibliográficas de documentos editados en países que se ocuparan de meteorología, o publicaciones que fueran de interés para los meteorólogos; que cada Servicio Meteorológico publicara documentos inéditos a causa de la guerra, o imprimiera copias fotográficas de ellos, e hiciera distribución amplia de documentos meteorológicos editados durante la guerra; que los servicios meteorológicos adoptaran ciertas medidas con vistas a desarrollar el intercambio y transmisión de documentos y publicaciones, por ejemplo mediante microfilms; tales publicaciones, manuscritos, microfilms, films cinematográficos, fotografías y cuadros, se catalogarían en un índice; que se introdujeran ciertos cambios y agregados referentes a meteorología, en la clasificación Decimal Universal, y que las publicaciones oficiales se editaran en un idioma de carácter universal, y que contuvieran también resúmenes en inglés o en francés.

La Conferencia de Washington adoptó también gran número de resoluciones referentes al mejoramiento en la tolerancia y la uniformación de los instrumentos meteorológicos y en cuanto a los métodos para las observaciones. Gran parte de estas resoluciones serían incorporadas a la Guía para la Práctica Meteorológica Internacional de Instrumentos y Métodos de Observación, guía que se publicaría por el Secretariado de la OMI.

En lo que atañe a la instrucción y práctica profesionales la Conferencia de Washington adoptó recomendaciones dirigidas a establecer cursos avanzados de meteorología agrícola en los Colegios de Agricultura, la introducción de cursos de meteorología marítima en las escuelas de la marina mercante; la certificación de idoneidad de observadores meteorológicos no profesionales para atender aeródromos y estaciones ubicadas sobre rutas aéreas en forma no permanente; favorecer los vuelos

de familiarización por pronosticadores de aviación, a través de las rutas para las cuales han de dar los pronósticos.

Además, la meteorología, como toda ciencia en curso de evolución, exige investigaciones exhaustivas. De acuerdo con ello, la Conferencia adoptó varias resoluciones recomendando tales estudios y experiencias.

En materia de constitución, lo más importante tratado por la Conferencia fue la propuesta, ya considerada en conferencias anteriores, de transformar la Organización Meteorológica Internacional en una Organización Meteorológica Mundial dotada de personalidad jurídica interestatal. Las ventajas de aumentar de este modo la capacidad jurídica de la organización existente en el plano internacional, fueron ampliamente reconocidas. Por otra parte, se insistió en afirmar que tal medida no disminuiría el carácter universal de la organización ni sacrificaría su independencia. Luego de una larga discusión, que se extendió a varias sesiones, se proyectó una Convención Meteorológica Mundial, la cual fue aprobada.

Otra medida de igual importancia, fue la decisión tomada por la Conferencia para poner a la Organización Meteorológica Mundial en relación con las Naciones Unidas.

Se estableció contacto con las Naciones Unidas y un grupo de la Conferencia elaboró un proyecto de acuerdo. Este proyecto se hizo circular entre todos los miembros para su aprobación, antes de ser enviado a las Naciones Unidas como base de discusión y negociación.

Al final de la Conferencia treinta y uno, veintisiete, y cuarenta y dos delegados pusieron, respectivamente, sus firmas a la Convención de la Organización Meteorológica Mundial, al Protocolo relativo a España, y al Acta Final.

Algunas de las comisiones que se reunían por primera vez desde su creación, expresaron el deseo de que les definieran sus atribuciones y obligaciones. La Conferencia aprobó esta propuesta y decidió reglamentar el funcionamiento de las Comisiones a la brevedad.

La Conferencia creó dos nuevas comisiones técnicas. A la primera, Comisión para Meteorología Polar, se le asignó el desarrollo y coordinación de las actividades meteorológicas en el Ártico y en el Antártico. A la segunda, conocida por Comisión de Meteorología Radioeléctrica, se le atribuyó la coordinación de todas las actividades radioeléctricas relacionadas con la meteorología y el estudio de la aplicación del radar al pronóstico del tiempo.

Otra medida importante fue tomada por la Conferencia al decidir que cada Comi-

sión Regional estableciera su propia sub-comisión de Telecomunicaciones, con vistas a una organización eficiente de las telecomunicaciones en cada región. A una subcomisión de Unión de Telecomunicaciones, subordinada a la Comisión de Información Sinóptica del Tiempo, se la hizo responsable de la coordinación interregional y de la supervisión central y general del sistema de telecomunicaciones.

La Conferencia eligió nuevos miembros para integrar el Comité Meteorológico Internacional, cuyo número fue llevado al existente antes de la guerra: veinticinco.

Un informe del Consejo Ejecutivo atrajo la atención sobre la creciente amplitud de las actividades del Secretariado.

La Conferencia aceptó la recomendación del Consejo Ejecutivo de aumentar las contribuciones para el período siguiente, llevándolas al triple del monto de las contribuciones normales aprobadas en Salzburgo en 1937. Este incremento representa un aumento del 50 % sobre las contribuciones vigentes.

El Acta Final de la Conferencia de Washington documenta asimismo las tres resoluciones siguientes:

I

«*Habiendo formulado la Conferencia una Convención para la Organización Meteorológica Mundial, manda que tan pronto como sea practicable, después de la entrada en vigencia de dicha Convención, el Presidente del Comité Meteorológico Internacional convoque a la Conferencia de Directores de la Organización Meteorológica Internacional a una sesión extraordinaria, con el propósito de tomar las medidas necesarias para transferir a la Organización Meteorológica Mundial las funciones, actividades, activo y obligaciones de la Organización Meteorológica Internacional y tomar las disposiciones para la disolución de la Organización Meteorológica Internacional.*»

«*La Conferencia manda, asimismo, que esta sesión extraordinaria de la Conferencia de Directores de la Organización Meteorológica Internacional tenga lugar simultáneamente con la primera reunión del Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, a ser convocado por el Presidente del Comité Meteorológico Internacional de acuerdo con las disposiciones del artículo 12 de la Convención de la Organización Meteorológica Mundial.*»

II

«*La Conferencia ordena que, por lo menos con seis meses de anticipación a la primera reunión del Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, el Consejo Ejecutivo de la Organización Meteorológica Internacional prepare y someta a los miembros de la Organización Meteorológica Mundial el temario provisional para la reunión y los documentos necesarios y recomendaciones relativas a ello, incluyendo:*

- «*(1) Propuestas para el programa, presupuesto y contribución de los miembros para el primer año de la Organización;*
- «*(2) Proyecto de reglamento general a ser aprobado por el Congreso;*
- «*(3) Resoluciones y reglamentaciones técnicas de la Organización Meteorológica Internacional a ser adoptadas por la Organización Meteorológica Mundial;*
- «*(4) Disposiciones para transferir a la Organización Meteorológica Mundial las funciones, actividades, activo y obligaciones de la Organización Meteorológica Internacional;*
- «*(5) Proyecto de acuerdo con las Naciones Unidas.*»

III

«*La Conferencia acuerda que durante el período comprendido entre la entrada en vigencia de la Convención de la Organización Meteorológica Mundial y la primera reunión del Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, la Organización Meteorológica Internacional continuará sus funciones habituales a través de sus cuerpos ya establecidos y conforme al orden financiero existente, a fin de asegurar la necesaria continuación en la cooperación universal de los servicios meteorológicos.*»

«*La Convención de la Organización Meteorológica Mundial entró en vigencia el 23 de marzo de 1950, treinta días después de haber sido depositado el trigésimo instrumento de ratificación o adhesión en el Departamento de Estado de los Estados Unidos de Norteamérica.*»

«*La sesión extraordinaria siguiente de la Conferencia de Directores y la primera reunión del Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, previstas en la Resolución I anteriormente reproducida, tuvieron lugar recientemente en París, y a ellas asistió como representante de la República Argentina el Director General del Servicio Meteorológico Nacional, en virtud de haberse ratificado con anterioridad por el Congreso de la Nación la Convención suscripta en Washington en 1947.*»

ACTUALIDADES**Elección de Autoridades en el Primer Congreso de la Organización Meteorológica Mundial****REGIONAL III**

Entre el 15 de marzo y el 30 de abril realizáronse en París las reuniones programadas por la Organización Meteorológica Internacional para dar por extinguida a la entidad y poner en funciones a la nueva estructura, la Organización Meteorológica Mundial, de acuerdo con lo dispuesto por la Convención suscripta en la Conferencia de Directores realizada en Washington en 1947.

Uno de los actos del Congreso fué la elección de las autoridades que velarán por los intereses científicos, técnicos y operativos de la OMM en los órdenes internacional y regional, así como el nombramiento de los titulares para las Comisiones Técnicas.

Nuestro país estuvo representado en el Congreso por el Director General del Servicio Meteorológico Nacional, Capitán de Fragata (R.), D. Carlos Núñez Monasterio, quien actuó en la asamblea como Miembro del Comité de Designaciones, y al ser puestos a votación los distintos cargos fué electo Vicepresidente de la Regional III (Sudamérica).

La Presidencia de la Regional III recayó en el Ing. D. Francisco Xavier Rodrigues de Souza, Director General del Servicio Meteorológico del Brasil.

Al pronunciarse la asamblea respecto de los titulares de las distintas Comisiones Técnicas, la Presidencia de la Comisión Mundial de Meteorología Agrícola se otorgó al Ing. Agrón. D. Juan Jacinto Burgos, Jefe de la División de Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina.

Incluyendo las precitadas designaciones, reproducimos a continuación el ordenamiento integral de las autoridades de la OMM.

Presidente

DR. F. W. REICHELDERFER (EE. UU.)

Vicepresidente 1º

DR. A. VIAUT (FRANCIA)

Vicepresidente 2º

N. P. SELICK (RHODESIA)



Asistentes al Primer Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, París 1951.

PRESIDENTES Y VICES DE LAS REGIONALES

Regional I

Presidente: D. A. DAVIES (Africa Orient. Ingl.)
Vicepresidente: H. FAHMY (Egipto)

Regional II

Presidente: V. V. SOHONI (India)
Vicepresidente: A. A. ZOLOTUKHIN (Pakistán)

Regional III

Presidente: F. X. R. DE SOUZA (Brasil)
Vicepresidente: C. NÚÑEZ MONASTERIO (Argentina)

Regional IV

Presidente: A. THOMPSON (Canadá)
Vicepresidente: F. PENA AGUIRRE (Méjico)

Regional V

Presidente: M. A. F. BARNETT (Nueva Zelandia)
Vicepresidente: C. DEL ROSARIO (Filipinas)

Regional VI

Presidente: J. LUGEDN (Suiza)
Vicepresidente: J. LAMBOR (Polonia)

PRESIDENTES DE LAS COMISIONES TECNICAS

Comisión de Bibliografía y de Publicaciones: M. MÉZIN (Francia)
Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación: J. PATTERSON (Canadá)
Comisión de Aerología: J. VAN MIEGHEM (Bélgica)
Comisión de Climatología: C. W. THORNTWHAITE (EE. UU.)
Comisión de Meteorología Agrícola: J. J. BURGOS (Argentina)
Comisión de Meteorología Sinóptica: W. BLEEKER (Holanda)
Comisión de Meteorología Aeronáutica: A. H. NAGLE (EE. UU.)

DELEGADOS PARTICIPANTES EN EL PRIMER CONGRESO
DE LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL

El Primer Congreso se desarrolló con la intervención de los representantes de los Servicios Meteorológicos de los siguientes países y territorios:

Africa Ecuatorial Francesa: E. BRUZON; *Africa Occidental Inglesa:* J. R. CLACKSON; *Africa Occidental Francesa:* J. THOMAS; *Africa Occidental Portuguesa:* A. SILVA DE SOUSA; *Territorios del Africa Oriental Inglesa e Islas del Océano Índico:* D. A. DAVIES, E. G. DAVY; *Africa Oriental Portuguesa:* J. A. SOARES; *Argentina:* C. NÚÑEZ MONASTERIO; *Australia:* E. W. TIMCKE, J. MILLAN, M. L. JOHNSTON; *Bélgica:* E. LAHAYE, J. VAN MIEGHEM, O. GODART; *Bielorusia R. S. S.:* A. BOULAVKO; *Islas Bermudas:* W. A. MACKY; *Brasil:* F. X. DE SOUZA, J. C. I. SCHMIDT, M. ORSINI DE CASTRO, L. RATISBONA; *Birmania:* M. PO E.; *Canadá:* A. THOMPSON, J. PATTERSON, O. G. STONER; *China:* T. C. CHENG, C. H. HSUEH, H. F. TCHENG; *Congo Belga:* N. VANDER ELST; *Checoslovaquia:* J. SUP, F. SUTRA; *Dinamarca:* V. LAURSEN; *República Dominicana:* T. F. FRANCO; *Egipto:* K. H. SOLIMAN, F. M. ALÍ, R. S. MIKHAIL, A. W. IRELAND, M. HAMDY; *España:* L. DE AZCÁRRAGA, M. LOJENDIO, A. J. BARASOAIN; *Estados Unidos de América:* F. W. REICHELDERFER, D. M. LITTLE, R. W. CRAIG, M. M. GOODMANSON, N. R. HAGEN, N. A.

MASTON, J. M. CATES, MISS d'ALPUGET, MISS HUDSON, MISS MAY, T. C. S. MAC KILLIP, C. F. VAN THULLENAR, H. E. NICHOL, S. PETERSEN; *Finlandia*: J. KERANEN; *Francia*: A. VIAUT, J. R. RIVET, P. MILLET, P. ROUSSEAU, S. HESSEL, X. GUIGNOLET, J. LESCENE; *Gran Bretaña*: SIR NELSON JOHNSON, H. T. SMITH, E. BILHAM, P. BRACELIN, R. S. B. BEST, MISS HARVEY, A. W. IRELAND; *Grecia*: E. VOURLAKIS, M. PARADOPULOS; *Haití*: A. CAUVIN; *Hungría*: F. DESI, L. ALBERT, A. CSAPLAK; *India*: V. V. SOHONI, S. BASU; *Indonesia*: H. P. BERLAGE; *Irlanda*: M. DOPORTO, S. L. TIERNEY; *Islandia*: MRS. T. GUNDMUNDSSON; *Israel*: M. GILEAD, N. ROSENAN, S. KADDAR; *Italia*: D. LIBRI, A. FANTOLI, A. MASTRANGELI, G. RONCALI; *Malasia*: C. A. LEA; *Marruecos*: C. ROUX, J. RANDET; *México*: F. PEÑA-AGUIRRE, A. CONTRERAS-ARIAS; *Noruega*: TH. HESSELBERG, P. THRANE; *Nueva-Zelandia*: M. A. F. BARNETT; *Pakistán*: M. ASLAM; *Paraguay*: T. FARINA SÁNCHEZ; *Países Bajos*: W. BLEEKER; *Perú*: A. JOCHAMOWITZ, V. F. PEZET; *Polonia*: J. LAMBOR, W. MILATA; *Portugal*: H. AMORIM FERREIRA, A. SILVA DE SOUSA; *Rhodesia*: N. P. SELICK; *Rumania*: R. A. CERNEA, MILC. M. STAN, V. MANGIU, C. STOICA; *Suecia*: A. ANGSTROM, E. BJORKDAL; *Suiza*: J. LUGEON, E. THALMANN; *Tailandia*: C. V. BUNNAG; *Túnez*: J. RIVET; *Ukrania R. S. S.*: T. K. BOGATYR, F. NICOLAIEVA; *Unión Sud-Africana*: T. E. W. SCHUMANN, J. LE ROUX, J. FOURIE; *U. R. S. S.*: CH. POGOSJAN, V. RACHMANOV, N. SYSSOEV; *Venezuela*: M. E. VEJAR, R. HERNÁNDEZ RON, A. MI. CHELANGELI, E. ROHLI; *Yugoeslavia*: M. PEROVIC, B. VOJNOVIC, M. CADEZ.

Asimismo, estuvieron representados en el Primer Congreso las siguientes entidades científicas y organismos con personalidad jurídica internacional:

ONU: SZ. SZEMING, P. DE BELLAIGUE; UNESCO: F. MALINA; OACI: E. P. WARNER J. H. HEIERMAN; OMS: MRS. T. C. JARVIS; FAO (O.A.): J. LUGEON; IATA: G. BOISSEL, R. RODA, TH. H. A. CHRISTIE, W. OSMUN, A. CLARK, K. WOOD, A. VAN DER AA, S. OLHEDE; Consejo Internacional de Uniones Científicas: R. FRASER; Comisiones Técnicas de la OMI: M. MÉZIN, A. H. NAGLE, E. PAPILLON, C. E. N. FRANKCOM, S. PETERSEN.

Información Meteorológica de la Antártida Argentina.—A partir del 10 de junio pasado el Servicio Meteorológico Nacional dió comienzo a la información relativa al estado del tiempo reinante en la Antártida Argentina, comunicación que se transmitirá en el Boletín cotidiano cuando se originen fenómenos violentos o de singular interés e importancia en dicha región austral.

Novena Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica.—Durante los días 21 de agosto al 1º de septiembre próximo se celebrará en Bruselas una nueva reunión universal de este organismo científico en la cual intervendrán las siete ramas en que se di-

vide: Geodesia y Gravimetría, Sismología, Meteorología, Magnetismo y Electricidad Terrestres, Hidrografía, Oceanografía Física y Vulcanología.

Las sesiones tendrán lugar en la Universidad de Bruselas, sita en los alrededores de la ciudad. El Secretario del Comité Belga de la Organización es el Dr. C. Chailier, del Observatorio de Uccle.

Después del alentador resultado de la última reunión celebrada hace tres años en la capital de Noruega, con la participación de delegados argentinos, cabe esperar de la próxima asamblea un nuevo y potente impulso de las ciencias geofísicas, las cuales, por su índole eminentemente universal, exigen de singular manera la coordinación internacional de los métodos de trabajo y planes de acción.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

R. Schütze.—*Wetterflieger in der Arktis* (Buenos Aires, 1950) (91.02) (98).

Describe este libro los vuelos diarios y las exploraciones extraordinarias de una escuadrilla alemana de vuelos de reconocimiento meteorológico, durante los años 1940 a 1945. Se trata de vuelos en la zona polar, entre Noruega, Islandia, Groenlandia, Spitzbergen y Nowaja-Semlja, la instalación de estaciones permanentes (de invierno) en islas lejanas, los primeros ensayos con estaciones automáticas, descensos en paracaídas sobre la isla de los Osos, etc. Tiende el libro a dar una impresión realista de la grandiosa y violenta naturaleza en las zonas polares, la abnegación y el idealismo de los aviadores meteorólogos y el valor de su trabajo para la meteorología sinóptica, especialmente en tiempos de guerra. Toda la descripción se basa en anotaciones diarias del piloto Rudolf Schütze, aviador de gran destreza, fallecido en acción en 1945. La composición del libro, que ofrece también 18 fotografías, en parte en colores naturales, interesantes desde el punto de vista geográfico o meteorológico, la ha procurado su compañero de vuelos en años anteriores, el Dr. W. Schwerdtfeger.—W. S.

K. Keil.—*Handwörterbuch der Meteorologie* (Frankfurt, 1950) (05(43) = 3: 551.5).

En esta obra, amplia y sólida, el autor, conocido por sus esfuerzos en favor de la colaboración internacional en la Meteorología, y particularmente del intercambio de publicaciones científicas y editor de la «*Meteorologische Rundschau*», ofrece un diccionario técnico-meteorológico de gran utilidad. En más de 600 páginas y con muchos gráficos, tablas y notas bibliográficas, el libro contiene definiciones y explicaciones de unos 3.500 conceptos y términos técnicos de esta ciencia, redactados de tal manera que las aprovechan también las disciplinas vecinas y la enseñanza respectiva. Para dar una idea de la prolijidad de este diccionario en idioma

alemán, mencionaremos que la palabra castellana «*garúa*» está detallada con un texto explicatorio de 6 renglones, que aparece el concepto «*sudestada*», el meteorólogo W. Knoche, el factor de aridez Gorczinski, la definición de 57 tipos de isolíneas, etc. Además, todo el libro o, mejor dicho, el hecho de que una editorial publique un diccionario especializado de tanto tamaño y perfección, da a conocer la importancia y popularidad que ha alcanzado en Alemania la Meteorología como ciencia y simultáneamente como parte de la vida pública.—W. S.

F. Bergsten.—*Contribution to Study of Evaporation in Sweden.* (Meddelanden. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut) (551.575: 551.524.32).

Wallen y otros investigadores que se ocuparon del problema de la evaporación eran de opinión de que las fluctuaciones de la temperatura en verano, afectaban muy poco a la evaporación. El propósito del estudio de Bergsten es el de aclarar esta relación, de gran importancia en la economía del agua, aprovechando la situación favorable, en tal sentido, que proporciona el aumento considerable de la temperatura media de verano en Suecia en los años recientes. Se detalla el método seguido y el material utilizado y se esbozan el programa y los principios generales que han regido la investigación. Como resultado, parece evidente un incremento de la evaporación en relación con el ascenso de temperatura a partir de 1930 y también un cierto paralelismo entre la evaporación y la precipitación.—R. M. Q.

G. Kuiper y otros.—*The Atmosphere of the Earth and Planets* (Chicago 1948) (551.51).

Recopilación de trabajos presentados al «*Fiftieth Anniversary Symposium*» del Yerkes Observatory en Septiembre de 1947 con la supervisión de Gerard P. Kuiper, quien, en la introducción, describe el panorama general sobre el estado actual del conocimiento de la atmósfera terrestre y de otros planetas. Rossby, en el capítu-

lo II, se ocupa de la naturaleza de la circulación general de las capas bajas de la atmósfera, introduciendo nuevas ideas al respecto. Los fenómenos relacionados con el mecanismo de la «extinción» de la radiación en la atmósfera están tratados por Van de Hulst. El capítulo IV describe minuciosamente los estudios de la alta atmósfera utilizando cohetes, ocupándose también de los resultados científicos obtenidos.

Se dan los resultados obtenidos por Whipple y colaboradores en el estudio de la variación estacional de la densidad de la alta atmósfera, efectuado en el Harvard College Observatory. El análisis espectral de la radiación está desarrollado en el capítulo siguiente por P. Swings.

Un estudio intensivo de la atmósfera terrestre por arriba de los 300 Km efectúa L. Spitzer del Observatorio de la Universidad de Princeton, interesándose especialmente en su naturaleza, temperatura y escape de moléculas. La evolución de la atmósfera terrestre desde el punto de vista geológico, está encarada por R. Chamberlin.

Trabajos sobre espectrografía infrarroja del sistema solar (A. Adel), observaciones espectroscópicas de los planetas efectuadas en el Monte Wilson (T. Dunham) y atmósferas planetarias (G. Kuiper) son los temas que cierran esta interesante y moderna publicación. — R. M. Q.

V. Conrad y L. W. Pollak. — *Methods in Climatology* (Cambridge, 1950) (551.850 (02)).

La primera parte corresponde esencialmente al contenido de la primera edición exponiéndose los métodos de representación de los fenómenos climáticos y solución de problemas climatológicos de interés general. Está ampliada con la adición de nuevos tópicos.

La segunda parte es completamente nueva; contiene, aunque en forma resumida, una exposición del uso de métodos mecánicos de computación en climatología y geofísica. También presenta un capítulo de período-grafía, con los fundamentos de la teoría general de ciclos. El último capítulo versa sobre el método de autocorrelación de Fuhrich, que parece ser superior a los anteriores. — J. A. B.

REVISTAS

A. E. Douglass. — *Precision of ring dating in tree ring chronologies. Univ. of Arizona Bull.* 17 (3) 1946.

Su autor, creador de la dendrocronología moderna en los EE. UU., pone de relieve en esta publicación la precisión que se obtiene en el fechado de los anillos de los

árboles y en la construcción de series cronológicas, mediante el uso de métodos y procedimientos que la práctica le ha aconsejado. Estas determinaciones están basadas en la «sensibilidad» de los anillos de los árboles a las variaciones climáticas. Los datos arqueológicos, aunque de gran utilidad, no poseen, por causas que el autor enumera, la precisión de los datos dendrocronológicos.

Existen tres factores que son indispensables para el logro de un máximo de exactitud: a) clasificar el lugar donde se hallan los árboles para obtener buenos resultados en la elección de los ejemplares dendrocronológicos; b) alisar correctamente la superficie de las muestras extraídas, para poder observar claramente los anillos individuales; c) el «crossdating», o sea la comparación entre grupos de anillos de diferentes árboles, para corregir errores y determinar efectos climáticos.

Los árboles preferentemente usados en estos estudios son el *Pinus ponderosa* Laws. y el *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britton o Douglas fir, que registran cronologías climáticas muy semejantes.

Considera más adelante el autor, con detenimiento, cada uno de los tres factores enumerados, la forma de realizar los cortes, los materiales usados para efectuarlos, aumentos necesarios para su observación y análisis, y la manera de obtener «microfilms» de las principales muestras.

Una vez realizados los cortes es necesario llevar a cabo la lectura de los anillos. Buenas superficies llevan directamente a la correcta observación y enumeración de anillos, tan necesaria para la precisión de fechado. De cualquier manera, el estudioso encuentra ciertas dificultades en la lectura, como ser los anillos dobles, los falsos anillos, los microanillos y los anillos perdidos.

El «crossdating» es la parte más vital en la exactitud de los datos finales; constituye la llave de la dendrocronología. Hay que individualizar los anillos, de suerte que varios de ellos de la misma fecha, en diferentes árboles, deben ser comparados y analizados.

Se ha llegado de este modo, y mediante la intercomparación de árboles nuevos con árboles viejos, prehistóricos algunos de ellos, a la confección de dendrocronologías de hasta el año 176.

Douglass hace a continuación una reseña histórica del «crossdating», desde sus orígenes hasta llegar a los más modernos métodos para realizarlo, o sea los «skeleton count» y los «skeleton plot».

Con todos estos métodos se ha logrado una precisión notable en las conclusiones a que llega esta nueva ciencia, lo cual permite augurarle un rápido y brillante porvenir. — CARLOS A. VICENTE.

K. C. Chakravorty. — *Discussion on a method of predicting night minimum temperature in winter.* India Meteorological Department Scientific Notes XI (135): 39-46, 3 Tabl., 1950.

Después de mencionar a los principales autores de la India y otros países que han investigado este problema y las respectivas fórmulas a que llegaron, Chakravorty sugiere, dadas las condiciones meteorológicas de su país, una sencilla fórmula empírica, similar a la de Boyden: $T_2 = 1/2 (T_1 + D) + C$, o la de Mackenzie: $T_2 = 1/2 (T_1 + D) + C$, para demostrar si pueden o no utilizarse los registros del termómetro seco y las temperaturas del punto de rocío a 14.00 horas T. C. G. en el pronóstico de la mínima nocturna:

$$T_2 = 1/2 (T' + D') - C,$$

en que T_2 es la mínima nocturna, T' y D' el termómetro seco y punto de rocío, respectivamente, a 14.00 T. C. G. de la tarde anterior; C representa una constante que depende del lugar y, también, del porcentaje de nubes bajas (N_h) y promedio de la fuerza del viento (V) durante la noche.

Se dan como usuales limitaciones de su aplicación los cambios de masas atmosféricas del lugar, lo mismo que un cambio apreciable en la temperatura del punto de

rocío, en el intervalo de 14.00 h de la tarde a 05.00 h de la mañana siguiente.

El autor analiza los datos pertinentes para aplicar la fórmula en los observatorios de Nueva Delhi, Bareilly y Bamrauli, seleccionando un 40 % de los datos disponibles. Para cada una de las estaciones se tabulan aparte los datos correspondientes a T' , D' , T_2 , N_h y V . Al substituir los valores T' , D' y T_2 para cada caso en la fórmula dada: $T_2 = 1/2 (T' + D') - C$, se obtuvieron los valores C para diferentes combinaciones de N_h y V , se ún aparecen en la Tabla I.

Como ilustración del método, la Tabla III aporta datos de Nueva Delhi, Bareilly y Bamrauli para días consecutivos y al azar, durante el año 1948, fuera del período analizado. La comparación de los valores calculados y valores actuales de mínimas, señalada en la Tabla III, evidencia que este método de pronóstico, sujeto a unas pocas limitaciones ya indicadas, podría haber sido correcto dentro de $\pm 2^\circ$ F en todos los casos, aun cuando algunos de éstos van asociados a una apreciable subida o caída térmica (5° F o más) en un período de 24 horas.

El autor ensayó su método en el pronóstico de mínimas nocturnas para algunos meses de invierno en Delhi, pudiendo predecir la correcta mínima con un margen de 3 grados en el 80 % de los casos. — MARIA CAMPANY.

SE TERMINO DE IMPRIMIR EL DIA
14 DE JULIO DE MIL NOVE-
CIENTOS CINCUENTA Y UNO, EN
LOS TALLERES GRAFICOS PALUMBO,
LA MADRID 311-325, BUENOS AIRES,
REPUBLICA ARGENTINA

DIRECCION GENERAL
DEL
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

PASEO COLON 317 — BUENOS AIRES
(REPUBLICA ARGENTINA)

Precio
del ejemplar:
4 pesos m/n

PALUMBO
BS. AIRES