

REPUBLICA ARGENTINA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION

METEOROS

BIBLIOTECA

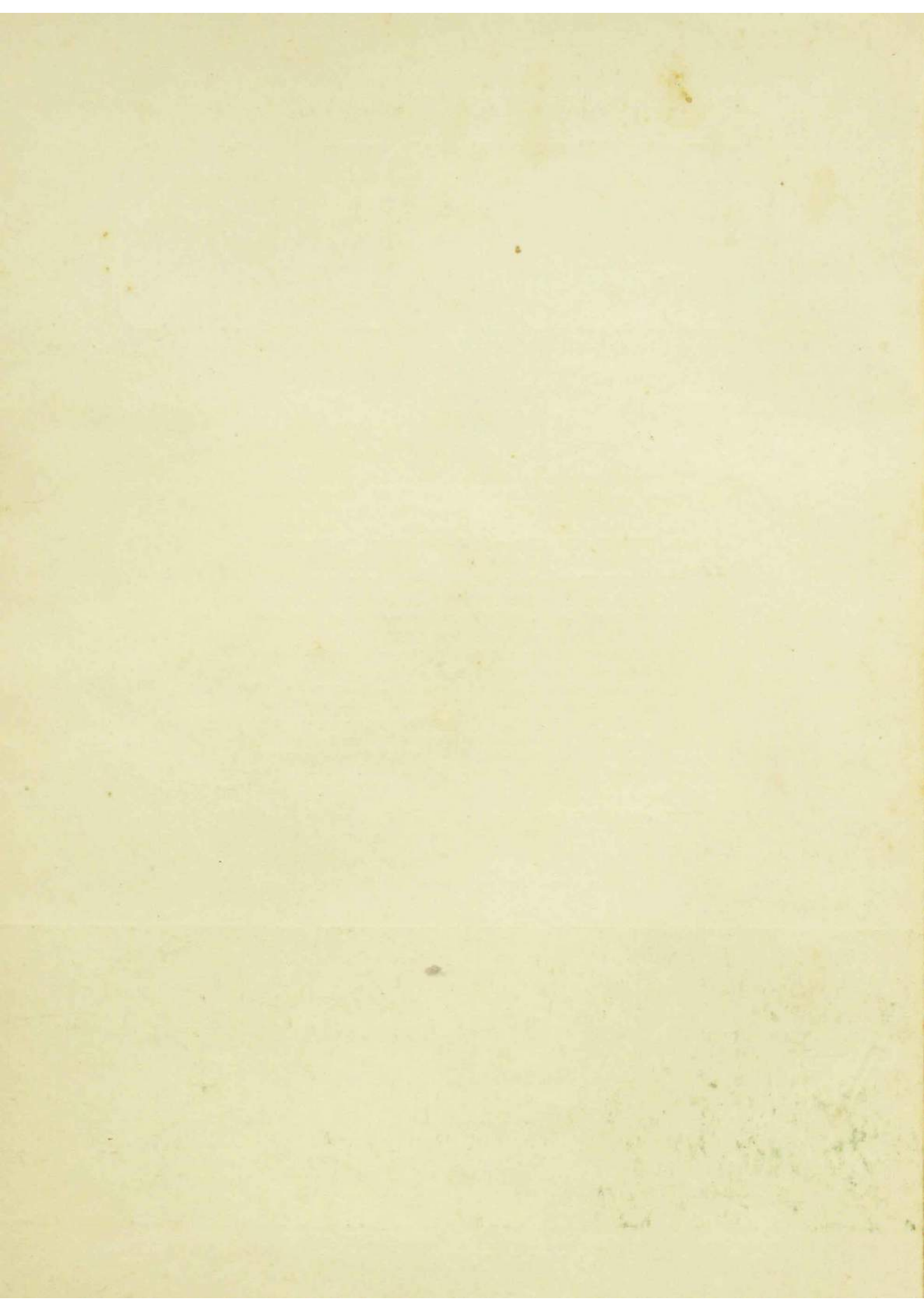
NACIONAL DE METEOROLOGIA
Ing. Alfredo G. Galmarini

SUMARIO

87 / LXXXIV

EDITORIAL	97
EMILIO A. M. MACHADO y ADOLFO A. MARCHETTI. — Contribución al estudio de las crecientes del río Paraná. Aplicación del método de Labrousse	99
ROBERTO ANTONIO RUGGIERO. — La floración del manzano y su relación con las temperaturas invernales en el Alto Valle del Río Negro	141
LEONIDAS SEAUCITAJS. — Sobre el uso de los magnetómetros QHM y BMZ en la campaña y en el observatorio magnético	155
G. DEDEBANT y E. A. M. MACHADO. — Efectos de ciertos filtros sobre la correlación	163
WERNER SCHWERDTFEGER y CÉSAR J. VASINO. — La variación secular de la continentalidad en la República Argentina	177
EDMUNDO A. DAMARIO y ANTONIO J. PASCALE. — El calentamiento del aire en la lucha contra las heladas primaverales para la protección de los montes frutales en el Valle del Río Negro	185
NOTAS Y COMENTARIOS: OTTO SCHNEIDER. - A propósito del Año Geofísico Internacional, 207. — R. M. QUINTELA: Trabajos recientes sobre termodinámica de la atmósfera	210
CRÓNICA	212
RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS	216

REVISTA DE METEOROLOGIA Y GEOFISICA
PUBLICADA POR EL
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
BUENOS AIRES — (REPUBLICA ARGENTINA)



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 V

JULIO-SEPTIEMBRE 1955

Nº. 3

ACCIÓN ACELERADA

LOS preparativos concernientes al Año Geofísico Internacional de 1957-58 van adquiriendo un ritmo intenso. En las reuniones de París y de Bruselas se ha llegado a programas casi definitivamente elaborados. Acaso se realice una última reunión antes de que la hora cero del día primero de julio de mil novecientos cincuenta y siete marque el arranque del predicho intervalo observacional. Virtualmente, pues, sólo resta pasar de la potencia del programa al acto de su realización, tránsito en el cual nos interesa de especial manera el papel reservado a la Argentina, con vistas a su oportuno y eficaz desenvolvimiento. El análisis del pensamiento de los assembleístas de París y de Bruselas lleva a la investigación de la fenomenología de la Antártida como uno de los puntos relevantes del esquema trazado, y al proyecto de un satélite artificial. Toda la amplia franja prevista en torno al meridiano de 70° W será asimismo objeto de activísima observación. Así, en el Grupo de Trabajo planificador de la investigación ionosférica se debatió la posibilidad de instalar en Tierra del Fuego un puesto de escucha para "silbidos atmosféricos", fenómeno de atracción creciente para los especialistas de la ionosfera, como interesante complementación del amplio programa presentado por la Argentina. Los problemas de electricidad atmosférica, química del aire y coordinación sinóptica preocuparán a los correspondientes grupos de meteorología. En glaciología hay enfoques de importancia al reanudarse la exploración en Groenlandia y la intensificación en Antártida, al ser elegida la Argentina como uno de los cinco centros mundiales de compilación de datos glaciológicos. El patrullaje fotográfico de la cromosfera solar en intervalos muy breves constituirá una iniciativa que asegurará por primera vez en la historia

de las ciencias cósmicas una vigilancia completa del astro con una densidad suficiente como para registrar todas las erupciones o alteraciones similares susceptibles de incidir en los procesos geomagnéticos, geoeléctricos, atmosféricos, ionosféricos y biológicos. El "ruido solar" recibirá por su parte la debida atención y algunas naciones habilitarán observatorios ad-hoc complementarios de los ya existentes. Un esfuerzo singular demandará el geomagnetismo, incidiendo el examen en las perturbaciones geomagnéticas, en especial las pulsaciones. La sismología se preocupará adecuadamente de la Antártida por su sismicidad local y su vinculación con una extensa región sudamericana. La fenomenología de las zonas áridas no dejará asimismo de ocupar a los teams de radiación solar. El Grupo de Trabajo que tiene a su cargo la selección de "días mundiales" asegura un puntual servicio de pronóstico de perturbaciones solares y de preaviso para los días de fecha abierta, y ha señalado la importancia, verbigracia, del eclipse solar a acaecer el 23 de octubre de 1957, el cual, aunque circunscripto a una de las regiones de más difícil acceso —el mar de Weddell— tendrá repercusión en las estaciones antárticas en los aspectos geomagnético y ionosférico. La oceanografía será, por su parte, tarea fecunda y connatural a la Marina. Por último, en esta rápida y no exhaustiva revista ha de recordarse la compilación, depuración y publicación de los datos a obtenerse durante el AGI, por intermedio de los subcentros regionales o continentales, uno de los cuales se hallará en nuestro territorio.

De lo expuesto surge como imperativo de la intervención argentina el ser amplia en lo geográfico, densa en lo científico y perentoria en lo temporal. Faltan apenas veintiún meses para la hora 0 del AGI. Ya los países de decantada experiencia en empresas de esta índole se hallan con los fondos económicos votados, el instrumental en uso o en avanzado estado de fabricación, y el personal científico y técnico adiestrándose en operaciones similares a las que habrá de afrontar en el período 1957-58, entrenamiento tanto más cuidado cuanto más lejano e inhóspito habrá de ser el destino de los equipos. Ninguna nación —pareciera ser el lema— quiere renunciar a la alta responsabilidad que le incumbe en esta gran cruzada científica.

¿Qué corresponde a la Argentina en el orden tan esencial de los preparativos? Sencillamente acelerarlos, dando despliegue al esquema ya trazado por la Comisión Nacional. Implica ello concitar los ánimos para un esfuerzo decisivo en beneficio del prestigio que el país mantiene en el ámbito de la ciencia y de la técnica, y en la necesidad de que siga gravitando en el bien común internacional. Involucra esta responsabilidad hallar plena resonancia en las altas esferas oficiales para la emisión del decreto-ley que otorgue los fondos mediatos e inmediatos destinados al desenvolvimiento del programa, imprescindibles para la adquisición urgente del instrumental, y la concomitante designación, adiestramiento y coordinación de todo el personal que deba actuar en tan trascendentes operaciones.

532.562(82)

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LAS CRECIENTES DEL RÍO PARANÁ APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LABROUSTE

Por EMILIO A. M. MACHADO * y ADOLFO A. MARCHETTI **

Resumen. — Se expone el método de Labrouste aplicado a la determinación de ondas de crecientes del río Paraná. Para el desarrollo de este método se impone el uso de los equipos Hollerith a tarjeta perforada. Se da el procedimiento empleado en los cálculos necesarios.

Summary. — It is explained the Labrouste's method applied to the determination of the decreasing waves of Paraná River. For the development of this method it is necessary the use of Hollerith equipment, with punched cards, the employed proceeding being given in the necessary ca. u. tions.

I. PREDICCIÓN DE ESTADOS HIDROMÉTRICOS

I. GENERALIDADES

La predicción de los estados hidrométricos tiene por objeto determinar con cierta anticipación las alturas hidrométricas máximas que pueden esperarse en un determinado lugar del curso de agua, a fin de hacer posible la toma de medidas tendientes a evitar los efectos perjudiciales de las ondas de traslación. En otras palabras, la predicción de crecientes constituye un servicio de protección, que se extiende principalmente hacia las zonas amenazadas por las inundaciones, a los diques y obras hidráulicas, así como al tránsito de embarcaciones. Para la protección del servicio fluvial también se tiene en cuenta la predicción de los estados hidrométricos mínimos y medios que influyen en el tránsito. No es posible realizar una planificación correcta de tránsito fluvial, y especialmente el plan de exploración económica de las usinas hidroeléctricas, sin el servicio de pronósticos de estados hidrométricos. Según sea el fin predominante en consideración, se habla de predicción de creciente o de predicción de bajante. Ambos tipos de predicciones pueden ser a corto o a largo plazo, según se formule con horas o días o con muchos meses de anticipación, respectivamente.

La predicción de estados hidrométricos puede estar basada en diferentes elementos hidrológicos o meteorológicos de observación. Las predicciones son formuladas en base a las precipitaciones en la cuenca imbrífera o a las alturas hidrométricas, pudiendo estar, en algunos casos, relacionadas con las condiciones del tiempo. El desarrollo de la predicción de estados hidrométricos está por ello íntimamente ligado con el pronóstico del tiempo. Mientras no sea posible a la meteorología predecir y valorar el desarrollo de las precipitaciones esperadas, la pre-

* Doctor en Matemáticas. Asesor Técnico de la Dirección de Investigaciones Meteorológicas e Instrucción, del Servicio Meteorológico Nacional.

** Ingeniero Civil. Director de los Servicios Técnicos Meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional.

dicción de los estados hidrométricos podrá hacerse en base a la utilización de observaciones hidrométricas solamente.

2. MÉTODO DE PREDICCIÓN A CORTO PLAZO

Los métodos de predicción a corto plazo son de estructura diferente según que el río tenga cuenca de pequeña extensión, y por lo tanto con escurrimiento total de corto intervalo de tiempo, o se trate de un gran río con cuenca de considerable extensión y de características hidrológicas y morfológicas muy variadas.

a) La predicción en base a las alturas hidrométricas registradas en las escalas del río puede realizarse con reglas empíricas o con curvas comparativas o de correlación de alturas y de tiempos de traslación entre hidrómetros.

b) Otro método más importante, por los resultados que de él se obtienen consiste en la predicción de las alturas máximas de las crecientes que tendrán lugar con el traslado de la onda a través de los hidrómetros ubicados aguas abajo del considerado como base, y la determinación de los momentos que ello ocurrirá. De tal manera, la cota H_n que alcanzará la creciente en una estación determinada será función de las cotas registradas en algunas estaciones básicas situadas aguas arriba del mismo y también de los estados del río en el momento de culminar la creciente en el hidrómetro base. Estos estados intervienen como factores $C_1 ; C_2 ;$ por lo que la altura $H_n = f(C_1 H_1 ; C_2 H_2 \dots)$. Esta función se determinará de acuerdo con las estadísticas registradas en un largo período de tiempo y se deducirán ecuaciones lineales o curvilíneas mediante correlación múltiple.

3. MÉTODO DE PREDICCIÓN A LARGO PLAZO

El problema de la predicción de crecientes a largo plazo ha despertado siempre gran interés entre los especialistas como lo prueba el hecho de haber sido tratado en congresos internacionales. Si a pesar de las numerosas investigaciones realizadas ningún método empleado nos permite aun prever las crecientes a largo plazo, ello es debido a que la gran complejidad de los fenómenos naturales que determinan el régimen de los cursos de agua hace que el problema sea particularmente arduo. Sin embargo, algunos estudios matemáticos efectuados en este campo han conducido a resultados notables. Es posible que los perfeccionamientos sucesivos de los procesos matemáticos y técnicos puestos a disposición de los investigadores permitirán llegar en un futuro próximo a conclusiones positivas y prácticas.

Los métodos de predicción a largo plazo se dividen en aquellos que utilizan las observaciones pluviométricas relacionadas o no con las observaciones meteorológicas y en los que están basados en observaciones hidrométricas.

a) La previsión basada en el conocimiento de las precipitaciones registradas en la cuenca de un río se hace teniendo en cuenta que las alturas hidrométricas registradas en cualquier momento y lugar del río son función del estado anterior del río y del aporte de las lluvias, nieves y también de la contribución de las fuentes subterráneas. Los mé-

todos basados en las informaciones suministradas en base a los datos pluviométricos y de temperaturas provenientes de estaciones convenientemente distribuidas en la cuenca y con densidad apropiada se denominan udo-hidrométricos.

b) El método de previsión en base a las alturas hidrométricas está relacionado con el procedimiento de la suavización de las curvas del régimen del río analizando las líneas de representación de las alturas en función del tiempo, registradas durante un período largo de observación.

c) Los numerosos estudios realizados demuestran que es posible obtener en un gráfico representativo de las alturas hidrométricas, mediante progresivas soluciones suavizadas, una sucesión de ondas aunque aparentemente la línea se desarrolle sin responder a una ley.

El método de suavizado de las curvas conduce a una solución completa de transformación de la curva en ondas elementales en aquellos casos en que el régimen del río está condicionado a relaciones climáticas y meteorológicas simples.

Si es posible realizar un análisis sucesivo de ese tipo, debe también ser posible, al contrario, construir en forma escalonada la línea original por medio de síntesis de ondas elementales y deducir de ahí una predicción sobre el desarrollo futuro de las alturas hidrométricas y alturas de las ondas de creciente.

La mayor parte de los procedimientos científicos para la previsión de crecientes a largo plazo están basados en el análisis y extrapolación de gráficos de observación y de datos registrados durante un período de muchos años.

Generalmente se busca extraer de los gráficos de alturas hidrométricas-tiempo una serie de curvas componentes con períodos constantes. El examen de estos diagramas, su extrapolación, y finalmente, la superposición de las partes extrapoladas proporcionan el gráfico de previsiones buscado.

No ha de sacarse de esas reflexiones la conclusión de que por medio de tal procedimiento sea posible obtener una predicción para un futuro lejano, puesto que la experiencia ha demostrado que, aun bajo las mejores circunstancias, el análisis conduce a una sucesión de ondas separadas, las cuales tienen sea diferente longitud, sea diferente magnitud en el período de oscilación. De ahí que sea necesario repetir en algunos casos el análisis a fin de interpretar la variación en la forma de las ondas elementales. La predicción es conocida, entonces, para una zona reducida y puede aceptarse en base a la suposición de constancia en la longitud de onda y amplitud del período.

II. CRECIENTES DEL RIO PARANA

1. GENERALIDADES

El estudio de las crecientes del río Paraná asume en nuestro país un significado social y económico de extraordinaria importancia para los intereses estatales y privados que suelen verse comprometidos en la zona ribereña que cruza las pobladas y ricas provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Presidente Perón, Corrientes y Entre Ríos.

Constituyen estas crecientes un problema complejo y de solución difícil, en el que intervienen la hidrometeorología y la hidráulica fluvial como base fundamental de estudio. Para su solución han de tomarse en consideración los estudios estadísticos de los elementos hidrometeorológicos observados en la cuenca imbrífera y a lo largo de todo su curso, comprendiendo también el de sus afluentes principales, elementos que permiten el conocimiento del régimen de un río.

Idea aproximada de la importancia que tiene en nuestro país el conocimiento analítico del régimen de crecientes del Paraná, por su incidencia en la economía y en el aspecto social, lo da el hecho de que en crecientes extraordinarias se inundan superficies de campo superiores a los 20.000 Km², habiendo cubierto la creciente excepcional de 1905 más de 35.000 Km².

Esas inundaciones de gran extensión y de muchos días de duración ocasionan desastres materiales y pérdidas de vidas, y dan lugar a graves entorpecimientos en los servicios públicos y en las actividades privadas, traducidos económicamente en centenares de millones de pesos y psicológicamente en temor e inseguridad por parte de los pobladores.

2. PREDICCIÓN DE LAS CRECIENTES

Conociendo, pues, con anticipación la marcha de las ondas de creciente es posible tomar las medidas de precaución que permitan salvar vidas y atenuar riesgos materiales.

Las investigaciones realizadas hasta hoy sólo se relacionan con las predicciones de corto plazo, a saber:

a) Método de correspondencia, por la observación del desarrollo de las crecientes en hidrómetros base de origen establecidos aguas arriba; prevista la amplitud y el período respectivo, se comunican los valores del caso a los puertos situados aguas abajo en el tramo considerado; así, para obtener la altura que alcanzarán las aguas del río Paraná en Corrientes, conocidas las alturas en los tributarios, Alto Paraná y el Paraguay, se emplea el método de correspondencia doble estableciendo base de origen en Posadas y en el Puerto Pilcomayo. En el tramo Corrientes-Rosario, en cambio, se utiliza el método por correspondencia simple, estableciendo relaciones de amplitud para las diversas crecientes entre bases de origen superiores y de predicción situadas aguas abajo. Juntamente con la amplitud la predicción anuncia el tiempo que tardará la onda de creciente en llegar al puerto de aguas abajo considerado. Para este río se han estudiado curvas complementarias de correlación entre hidrómetros para diversos tramos desde Puerto Eva Perón (Misiones) hasta Rosario utilizadas en el servicio de información durante muchos años, hasta que se realizó el estudio con la aplicación de la estadística matemática.

b) Otro método más exacto y científico está basado en la aplicación de la estadística matemática, utilizando los datos de observación de las alturas hidrométricas correspondientes a las escalas instaladas en el curso del río. Con los estudios realizados hasta hoy por el Servicio Meteorológico Nacional ha sido posible obtener fórmulas que permiten calcular alturas hidrométricas futuras que ocurrirán en diferentes escalas en base a las observaciones presentes de agua arriba, es decir, que se llega

a predecir el desarrollo de la creciente, su culminación y el tiempo de traslación de las ondas. En el cauce del río Paraná es posible formular los pronósticos con una anticipación de veinte a treinta días para Rosario a partir del día que llega la onda a Puerto Eva Perón o Posadas, tomados como base. Todos estos estudios y realizaciones referentes a la predicción de las crecientes pueden involucrarse dentro de la clasificación de pronóstico a corto plazo.

c) Respecto a la predicción de las crecientes en base a las precipitaciones registradas en la cuenca imbrífera, no es posible realizarlo en el caso del río Paraná por no existir un servicio pluviométrico que responda a tales necesidades, dada la extensión enorme, en gran parte desconocida, de la cuenca, situada en su mayor parte en territorio brasileño.

III. INVESTIGACION CON EL METODO DE LABROUSTE

En la publicación de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación referente al XVIII Congreso Internacional de Navegación (Roma 1953) fijada en la Sección I, Navegación interior, Cuestión I (S. I.-Q. I), aparece un informe de los señores E. Storrer, G. Henrard y A. Sterling, referente a la previsión de crecientes a largo plazo mediante el método de Labrouste y con aplicación de las máquinas de calcular a tarjetas perforadas. Las aplicaciones allí hechas comprenden dos casos particulares de sumas de ordenadas (ver más adelante el detalle del método). Y ha sido nuestra intención, al realizar el presente trabajo, aplicar dicho método y analizar las alturas hidrométricas de las estaciones Posadas, Corrientes y Rosario del Río Paraná, dando finalmente un método general de análisis de ondas mediante máquinas a tarjetas perforadas. El hecho de ignorar si existen o no períodos determinados y, por otra parte, siendo ésta la primera vez que se ensaya un trabajo de este tipo en el Servicio Meteorológico Nacional, han sido causa de que los cálculos analizados no se hayan efectuado en una forma tan orgánica como podría esperarse de la lectura atenta del método, según se lo expone más adelante. Asimismo, era interés nuestro verificar en la práctica la influencia que tienen las distintas combinaciones de Labrouste para el análisis de períodos propuestos. Agrégase a este ensayo una síntesis del procedimiento seguido en la División Compilación Mecánica, a la cual agradecemos la colaboración prestada y en especial a los señores Adalberto Mux y Eduardo Ottone Badía, habiendo corrido por cuenta de este último la redacción de la parte correspondiente a mecanización de los cálculos insertada en el presente trabajo.

El volumen de cálculos realizados sobre los promedios mensuales correspondientes al período 1910 a 1950 para las tres estaciones ya citadas es de tal magnitud que no es posible presentar aquí sino una síntesis, quedando el material elaborado a disposición de los lectores.

IV. SOBRE EL METODO DE LABROUSTE Y SU APLICACION A LA HIDROLOGIA

INTRODUCCION

El análisis armónico, o análisis de Fourier, es el instrumento fundamental para la descripción de fenómenos periódicos que se presentan a menudo en física, astronomía, meteorología, hidrología y otras disciplinas.

Se trata en esencia de ajustar una curva experimental por una suma de n términos de la serie de Fourier, es decir, hay que determinar los coeficientes del desarrollo

$$a_0 + \sum_{i=1}^n (a_i \cos i\theta + b_i \operatorname{sen} i\theta)$$

En otras palabras, se supone que la curva a analizar está formada por la superposición de sinusoides de período y amplitud variables. Además, en el desarrollo anterior puede también introducirse un ángulo de fase para cada componente. Se presentan en esencia dos problemas:

a) Supuesto conocido el período l , determinar los coeficientes a_i de la llamada armónica fundamental y las subsiguientes. Debemos observar que al variar i desde 1 a n las sinusoides irán teniendo sucesivamente períodos múltiples enteros, lo que hace que si l es el período fundamental, la primera armónica tendrá período $\frac{l}{2}$, etc.

Para la realización de este problema existen al efecto formularios que mediante simples operaciones aritméticas conducen al resultado buscado. Es interesante también el método descrito en METEOROS, año II, N^{os.} 1-2, 1952, por el Ing. Enrique Luis Samatán ya que la simplicidad de los cálculos lo hacen especialmente apto para el trabajo ordinario de los calculistas.

b) El segundo problema consiste no ya en la descomposición de una curva en armónicas de períodos conocidos, sino en la detección del período fundamental de una curva empírica y la posterior obtención de las componentes de la misma. Este problema se conoce con el nombre de *análisis periodal* y fué tratado entre otros y fundamentalmente por SCHUSTER.

Los métodos de a) pueden en general adaptarse a este caso, existiendo otros métodos tales como el periodograma de diferencias, semejante al de SAMATÁN, y el método de LABROUSTE que trataremos a continuación.

Debemos hacer notar que no hay ni puede haber diferencias esenciales entre uno y otro de los métodos, ya que todos se basan en las propiedades de la serie de FOURIER.

La dificultad fundamental de la aplicación de uno u otro método radica en la disponibilidad de los medios de cálculo. El método de LABROUSTE, método eficaz en cuanto a la detección de períodos, no ha tenido gran desarrollo por el volumen de operaciones necesarias en su aplicación. Al contar en el Servicio Meteorológico Nacional con un equipo Hollerith, se ha facilitado el trabajo, prácticamente imposible de hacer con calculistas.

V. EL METODO DE LABROUSTE

Hemos dicho que en todo estudio de fenómenos que se suponen periódicos es fundamento del método la determinación de las ondas sinusoidales que lo componen. Para ello es necesario conocer el período, fase y amplitud de las mismas. Analizaremos aquí el método de LABROUSTE y algunas de sus aplicaciones.

1. Dada una curva C representativa de un fenómeno, trataremos de sustituirla por un conjunto de curvas simples C' , de las cuales sea posible conocer su estructura matemática o carácter periódico.

Primeramente supongamos que la curva C está formada por ondas sinusoidales en número finito desconocido. Por otra parte, la curva C se conoce por los pares (x_i, y_i) de abscisas y ordenadas correspondientes, donde las x_i forman progresión aritmética, por ejemplo, iguales intervalos de tiempo.

La nueva curva C' se obtendrá reemplazando cada ordenada y_1 de la curva C por una nueva ordenada obtenida por adición de la ordenada y_1 con un número finito de ordenadas precedentes y_{1-k} e igual número de siguientes y_{1+k} . Sea por claridad de escritura y_0 la ordenada o la curva C a reemplazar; sea

$$R_m = k_0 y_0 + k_1 (y_1 + y_{-1}) + \dots + k_m (y_m + y_{-m})$$

la ordenada en C' correspondiente a la abscisa x_0 ; en ella los valores k_0, k_1, \dots, k_m son coeficientes convenientemente elegidos, como veremos más adelante.

Si hacemos:

$$\begin{aligned} Y_1 &= y_1 + y_{-1} \\ Y_2 &= y_2 + y_{-2} \\ &\dots\dots\dots \\ Y_m &= y_m + y_{-m} \end{aligned}$$

es:

$$R_m = K_0 y_0 + k_1 Y_1 + \dots + K_m Y_m \tag{1}$$

R_m se dice de orden n (número de valores Y_i).

Puede demostrarse que la senoide C' que se obtiene repitiendo la operación [1] para cada (x_i, y_i) es de período n y fase igual a la curva C ; pero su amplitud es igual al producto de la amplitud real por el factor de ampliación:

$$\rho_m = K_0 + K_1 \alpha_1 + \dots + K_m \alpha_m \tag{1'}$$

donde

$$\alpha_m = 2 \cos [2 \pi \cdot (m/n)] \tag{1''}$$

Dependiendo la amplitud de n (ρ_m función de n) puede lograrse que ρ_m como función de n (curva de selectividad) presente un máximo más o menos notable y que los puntos restantes diverjan poco del eje On . Por lo tanto, mediante [1] podremos aislar metódicamente todas las componentes de períodos diversos contenidos en una curva C dada.

VI. ANALISIS PRACTICO

1. GENERALIDADES

Este proceso involucra cálculos muy largos, ya que cada [1] amplifica sólo las componentes de un pequeño intervalo de períodos. Desde el punto de vista práctico, la forma más simple de obtener la transformación [1] consiste en efectuar una serie de operaciones elementales sucesivas cuyo resultado final sea equivalente a [1].

Deben distinguirse dos casos:

a) Las componentes sinusoidales son enteramente desconocidas (fases, amplitudes y períodos).

b) Si hay manera de lograr un período aproximadamente conocido, la elección de las series de combinaciones a efectuarse resultan inmediatamente del examen de una *colección de curvas de selectividad* representativas de los *factores de ampliación* [1'] como función de n . Muchos casos requieren el conocimiento a priori de diferentes tipos de componentes elementales susceptibles de utilizarse y también de sus propiedades, las cuales expondremos en rápida revista.

2. COMBINACIONES SIMPLES

Reemplacemos y_0 por

$$Y_m = y_m + y_{-m}$$

con

$$\alpha_m = 2 \cos [2 \pi (m/n)]$$

y las combinaciones de diferencias:

$$Z_m = \pm (y_m - y_{-m})$$

con factor

$$\beta_m = 2 \operatorname{sen} [2 \pi (m/n)]$$

Las curvas de la Fig. 1 representan la relación (1'') entre α_m y n para valores de $m = 1, 3, 5, 7, 9$. Se ve que α_m pasa por una serie de máximos y ceros cuando n crece desde 0 a $4m$. [$\alpha_m = \pm 2$ para $n = 2m/K$; $\alpha_m = 0$ para $n = 4m/(2k+1)$] y tienden hacia $+2$ cuando $n \rightarrow \infty$.

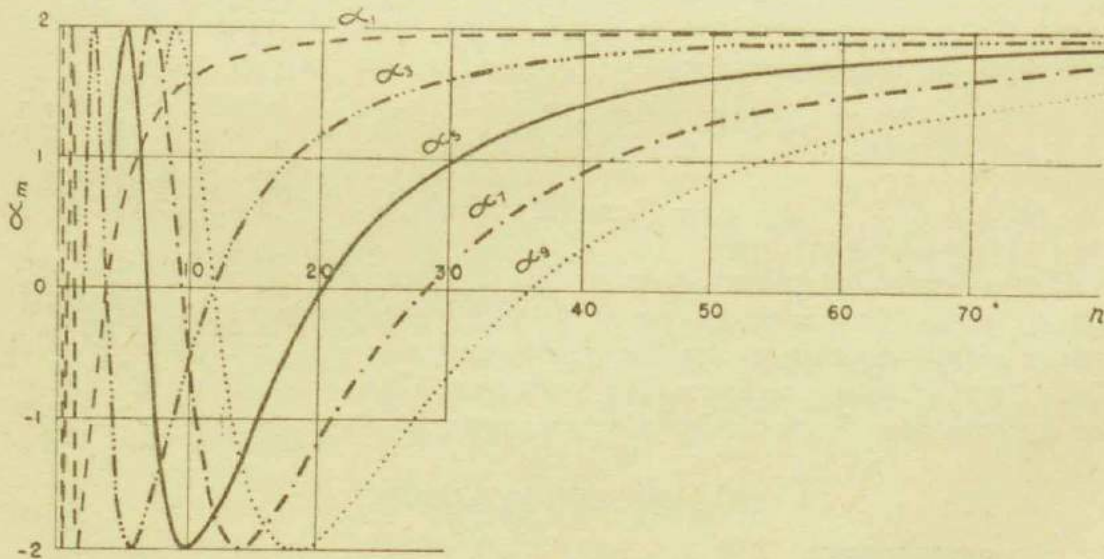


FIG. 1. — Gráfico de los valores de α_m correspondiente a las combinaciones simples γ_m .

Estas combinaciones simples permiten suprimir ciertas sinusoides o al menos reducirlas en una gran extensión, mientras que otras, por el contrario, son amplificadas (el factor de ampliación puede ser nega-

tivo o positivo). Por ejemplo, puede una curva incluir entre varios componentes a una de período $n = 20$; la combinación Y_5 detecta la última y así dará una curva simple (en Fig. 1 $\alpha_5 = 0$ para $n = 20$; en Fig. 2 $\beta_5 = \text{máximo}$ para $n = 20$).

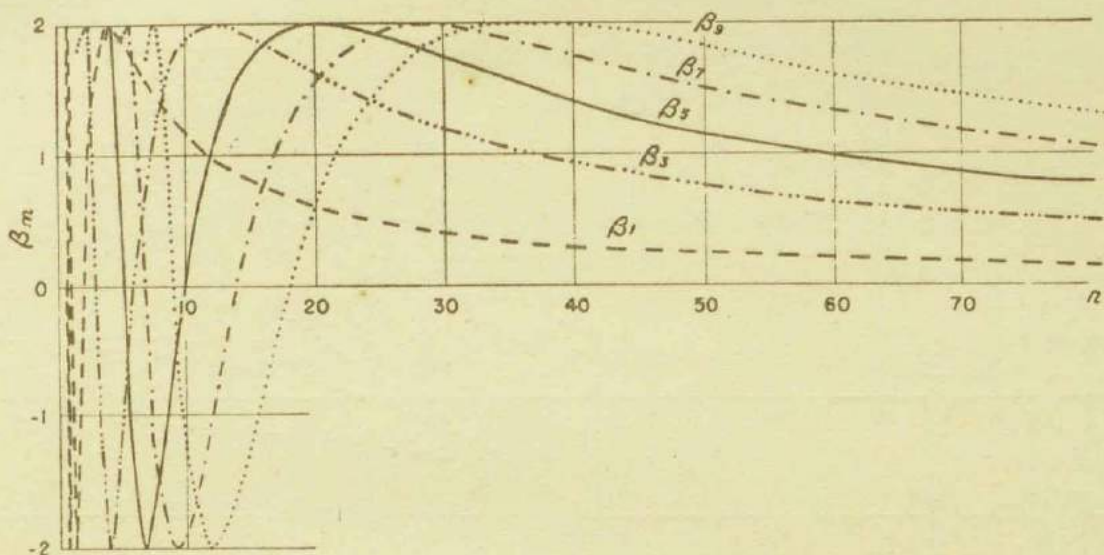


FIG. 2. — Gráfico de los valores β_m correspondientes a las combinaciones de diferencia Z_m

Las combinaciones Z_m , como puede demostrarse, transforman cada una de las componentes en una nueva senoide con una diferencia de fase de $\pi/2$ entre ella y la correspondiente componente inicial. Tórnase así necesario para restablecer la fase, hacer dos combinaciones sucesivas con distinto signo del tipo Z . Sean ellas $Z_m = + (y_m - y_{-m})$ y la otra en el resultado del tipo $Z'_p = - (y'_p - y'_{-p})$. El factor de ampliación β_m de una combinación Z_m se anula para $n = 2m/k$; presenta un máximo igual a ± 2 cuando $n = 4m/(2k + 1)$ y tiende a cero con $n \rightarrow \infty$. En la Fig. 2 se han dibujado los valores de β_m como función de n para $m = 1, 3, 5, 7, 9$. Puede verse que estas combinaciones tienen por efecto el decrecimiento de las componentes de período largo: ($n > 4m$) tanto más cuanto mayor es n . Por esta propiedad son muy importantes en el análisis sinusoidal.

3. COMBINACIONES COMPUESTAS

Las principales de adición son:

$$s_m = y_{-m} + y_{-(m-1)} + \dots + y_{-1} + y_0 + y_1 + \dots + y_{m-1} + y_m \quad [2]$$

$$S_m = Y_0 + Y_1 + \dots + Y_m \quad (Y_0 = 2y_0) \quad [3]$$

$$(s_m)_N = y_0 + Y_N + Y_{2N} + \dots + Y_{mN} \quad [4]$$

$$(S_m)_N = Y_0 + Y_N + Y_{2N} + \dots + Y_{mN} \quad [5]$$

$$(s_m)_{N/2} = y_0 - Y_{2N/2} + \dots + (-1)^m Y_{mN/2} \quad [6]$$

$$(S_m)_{N/2} = Y_0 - Y_{N/2} + Y_{2N/2} - \dots + (-1)^m Y_{nN/2} \quad [7]$$

a las cuales corresponden los siguientes factores de ampliación:

$$\sigma_m = 1 + \alpha_1 + \dots + \alpha_m \quad [2']$$

$$\Sigma_m = 2 + \alpha_1 + \dots + \alpha_m \quad [3']$$

$$(\sigma_m)_N = 1 + \alpha_N + \dots + \alpha_{mN} \quad [4']$$

$$(\Sigma_m)_N = 2 + \alpha_N + \dots + \alpha_{mN} \quad [5']$$

$$(\sigma_m)_{N/2} = 1 - \alpha_{N/2} + \dots + (-1)^m \alpha_{mN/2} \quad [6']$$

$$(\Sigma_m)_{N/2} = 2 - \alpha_{N/2} + \dots + (-1)^m \alpha_{mN/2} \quad [7']$$

En las cuatro últimas fórmulas N representa el entero (par en [6] y [7]) más próximo al período a extraerse.

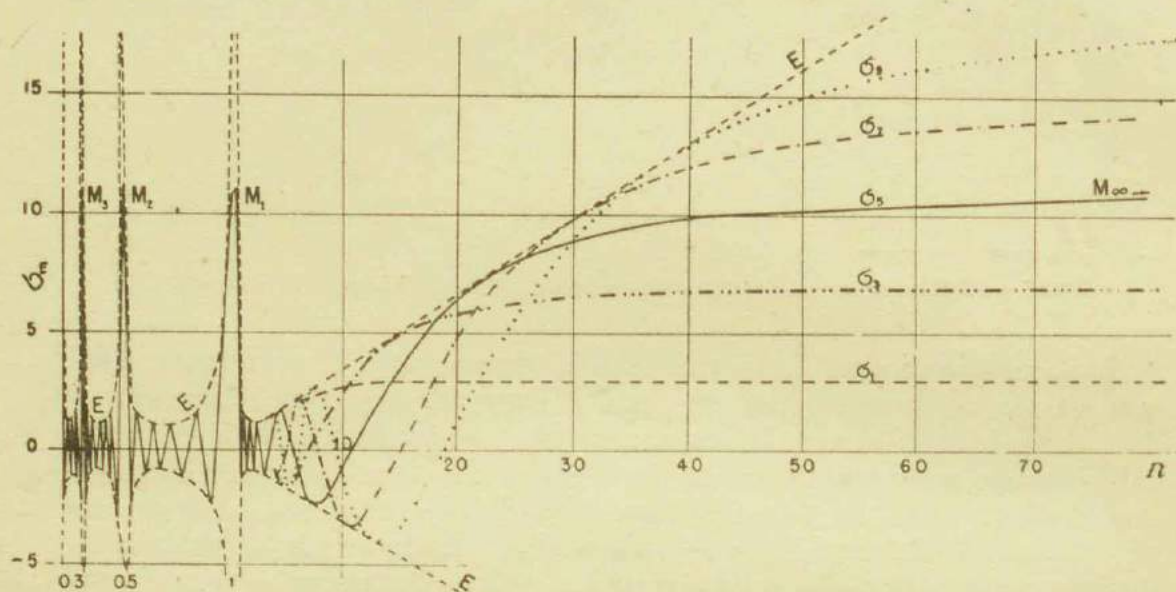


FIG. 3. — Valores de σ_m .

Puede verse que σ_m se anula para $n = (2m + 1)k$, ($k =$ entero), con la condición de que $\text{sen}(\pi/n) \neq 0$; si $\text{sen}(\pi/n) = 0$, lo que ocurre cuando $n = l/k$ y $n = \infty$, la función logra su máximo. La Fig. 3 representa las curvas σ_m para $m = 1, 3, 5, 7$ y 9 como función de n .

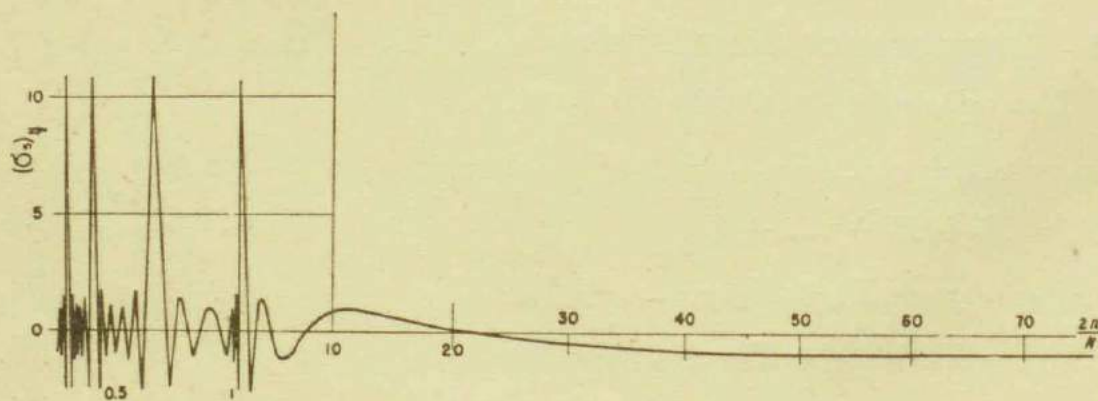


FIG. 4. — Valores de $(\sigma_m)_{N/2}$.

La Fig. 4 representa $(\sigma_m) N/2$; $m = 5$ entre $n = 0,25 N/2$ y $n = 80 N/2$. Ella muestra que las combinaciones $(s_m)_{N/2}$ permiten, como las $(s_m)_N$, *amplificar considerablemente* una componente que tenga un período igual o muy cercano a N y tiene, sobre la última, la ventaja de amplificar en igual proporción sólo las armónicas impares de N (máximo principal).

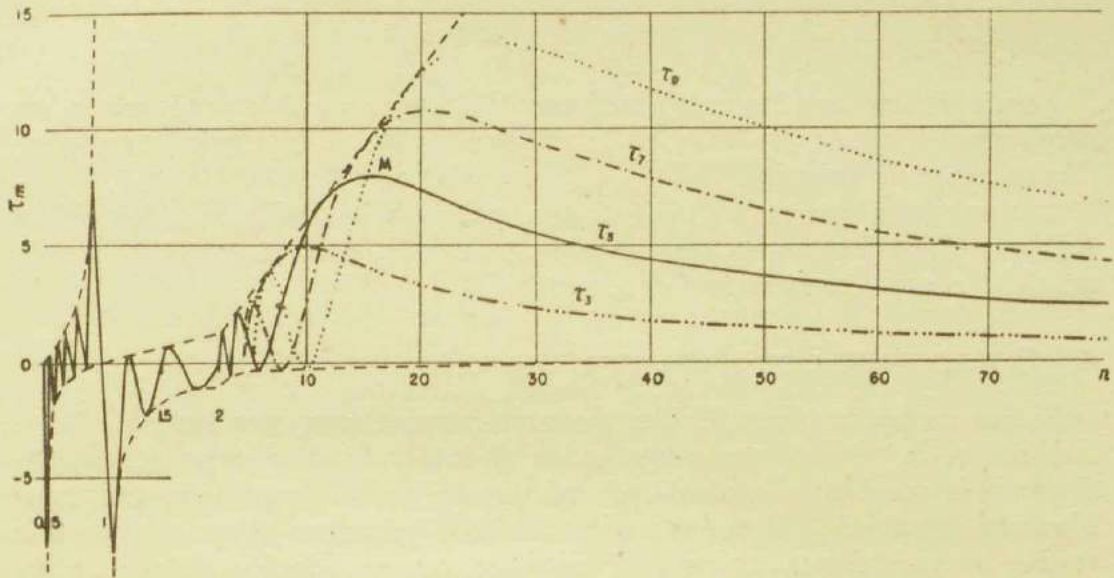


FIG. 5. — Valores de τ_m .

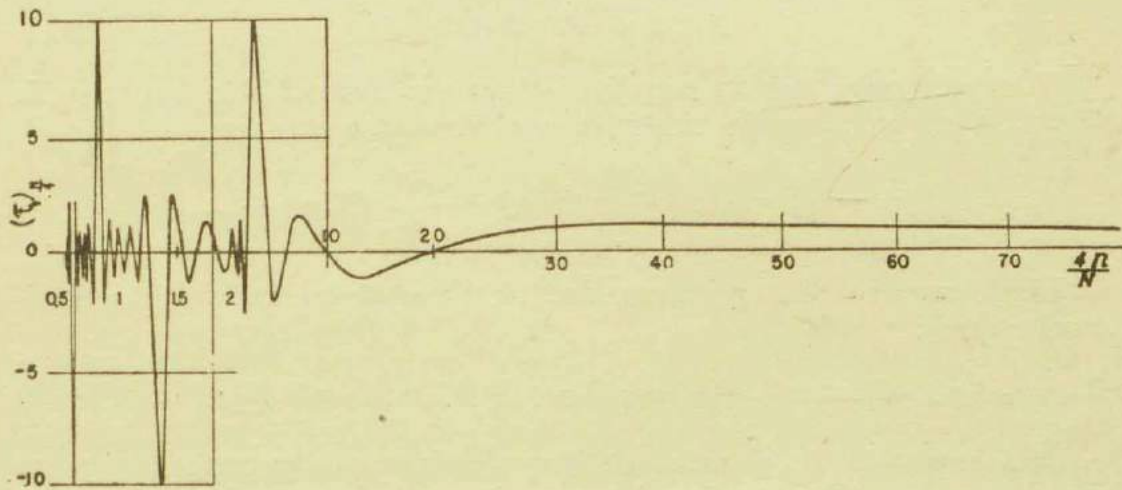


FIG. 6. — Valores de $(\tau_m)_{N/4}$

Con respecto a las *combinaciones compuestas de diferencias*

$$T_m = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_m \tag{8}$$

$$(T_m)_{N/4} = Z_{N/4} - Z_{3N/4} - \dots \pm Z_{mN/4} \tag{9}$$

los factores de amplificación son:

$$\tau_m = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_m \tag{8'}$$

$$(\tau_m)_{N/4} = \beta_{N/4} - \beta_{3N/4} + \dots \pm \beta_{mN/4} \tag{9'}$$

Las representaciones gráficas de éstos se ven en las Figs. 5 y 6 (τ_a) $N/4$ en esta última].

τ_m se anula para $n = m/k$ y para $n = (m+1)/k$. El máximo está dado por la relación:

$$(m+1) \cos 2\pi (m/n) = 1 + m \cos 2\pi (m+1)/n$$

con la condición

$$\text{sen } (\pi/n) \neq 0$$

Puede decirse que las combinaciones T_m hacen posible *predominar las componentes cuyos períodos están contenidos* en el intervalo correspondiente al bucle principal M .

Las combinaciones $(T_m)_{N/4}$ tienen propiedades análogas a las de las $(s_m)_{N/2}$ y pueden usarse concurrentemente con éstas en el análisis *para amplificar una componente de período N* .

4. COMPONENTES DE AMPLITUD VARIABLE

Si las componentes variables de una curva tienen una amplitud variable y si la variación es pequeña en el intervalo de tiempo correspondiente a la combinación usada, el método de análisis mediante una combinación lineal de ordenadas puede también aplicarse; hace ello posible seguir las variaciones, como funciones del tiempo, de los elementos periódicos.

Sea

$$y = f(x) \text{ sen } (\theta x + \Phi)$$

Y supongamos que la amplitud $f(x)$ es desarrollable en serie de TAYLOR en un intervalo simétrico con respecto a x_0 ; es:

$$f(x_0 + m) = f(x_0) + m f'(x_0) + \frac{m^2}{2} f''(x_0) + \dots$$

Limitémonos a los primeros dos términos como un valor aproximado; será:

$$Y_m = y_m + y_{-m} = 2 \cos m \theta \cdot f(x_0) \text{ sen } (\theta x_0 + \Phi) + 2 m \text{ sen } m \theta \cdot f'(x_0) \cdot \cos (\theta_0 + \Phi)$$

Esta expresión es la suma de dos términos; el primero representa una senoide similar al original con un factor de aumento $\alpha_m = 2 \cos m \theta$ ($\theta = 2\pi/n$); el 2º sumando es una senoide de período igual al original pero con una diferencia en fase de $\pi/2$ y con coeficiente de aumento $\alpha'_m = 2m \text{ sen } \theta f'(x_0)$.

Una combinación de orden $m = (2k+1)n/4$, en particular $m = n/4$, torna cero el primer término y máximo el segundo, pero supuesto $f'(x)$ pequeño, el último permanece también pequeño.

Una combinación de orden $m = Kn/2$, en particular $m = n/2$, hace máximo el primer término y cero el segundo; así, él da directamente la componente con un cambio de fase. Si se usan combinaciones que no cumplan exactamente la condición $m = n/2$, los dos términos se

conservan, el primero grande, pequeño el segundo y la solución será aproximada.

Si formamos ahora

$$Z_m = y_m - y_{-m}$$

será:

$$Z_m = 2 \operatorname{sen} m \theta \cdot f(x_0) \cdot \cos(\theta x_0 + \Phi) + 2 m \cos m \theta \cdot f'(x_0) \operatorname{sen}(\theta x_0 + \Phi)$$

con

$$\beta_m = 2 \operatorname{sen} 2 \pi (m/n)$$

pero con una diferencia en fase de $\pi/2$; el segundo término está en la misma fase y tiene $\beta'_m = 2 m \cos m \theta \cdot f'(x_0)$.

Una combinación de orden $m = Kn/2$ anula el primer término quedando un resto, el segundo término, cuya amplitud depende de $f'(x_0)$. La combinación $m = n/4$ da $\beta'_m = 0$ y β_m máximo, lo que hace que tengamos una senoide similar a la curva dada pero con una diferencia en fase. Las combinaciones múltiples se tratan por analogía con el caso de amplitud constante, siempre en la hipótesis de aproximación del desarrollo en serie de Taylor.

5. COMBINACIONES MÚLTIPLES Y CURVAS DE SELECTIVIDAD

Hemos visto que las combinaciones simples y compuestas permiten suprimir o reducir grandemente ciertas sinusoides mientras que otras se amplifican, pero ellas son en general insuficientes para separar las distintas componentes elementales que se presentan en C . Para ello pueden usarse las combinaciones múltiples (o combinaciones de combinaciones), esto es, una sucesión de combinaciones; las que sucesivamente van dando curvas C' , C'' , ... obtenidas por sucesivas transformaciones C' de C ; C'' de C' , ... Estas combinaciones múltiples se representarán simbólicamente por un producto π ; lo que nos recordará que el factor de aumento será igual al producto de los factores de aumento de las combinaciones sucesivas y que, además, es posible cambiar el orden de las combinaciones. Las propiedades del proceso de las combinaciones múltiples, como en el caso antes tratado considera los factores de aumento como funciones de n . Veremos que es posible por asociación de combinaciones simples en forma conveniente obtener combinaciones múltiples que aumentarán considerablemente un rango ondulatorio mientras que las otras componentes se tornan despreciables.

Las curvas que representan los factores de aumento como funciones de n dan así una representación gráfica de la *selectividad* de las combinaciones múltiples que se han usado. Para poder juzgar de las cualidades selectivas de una u otra combinación es necesario reducir las escalas adoptadas de manera tal que las ordenadas máximas de las curvas trazadas, que varían de acuerdo con la combinación múltiples elegida, tengan todas el mismo valor uno. Estas curvas así trazadas reciben el nombre de *curvas de selectividad* en el método de Labrouste.

6. PROPIEDADES DE LAS PRINCIPALES COMBINACIONES MÚLTIPLES

Las curvas de selectividad se reducen en general a una simple rama que puede, en ciertos casos, comprender sólo una estrecha banda del espectro de los períodos. Clasificaremos las combinaciones múltiples, siguiendo a Labrouste, en tres grupos principales:

- A) La región de máxima amplificación se encuentra hacia el infinito.
- B) Corresponde a valores finitos de n .
- C) Se compone de una serie de bandas estrechas (período fundamental y armónicas).

A) AMPLIFICACIÓN DE LAS COMPONENTES DE PERÍODOS LARGOS

En las Figs. 1 y 3 se advierte que cualquiera sea m , el último máximo de los factores α_m y σ_m (o Σ_m) tiene lugar en el infinito mientras que la posición de los otros máximos depende de m ; por lo tanto, las combinaciones del tipo

$$\pi(Y) = Y_m Y_p \dots Y_r$$

ó

$$\pi(\sigma) = \sigma_n \sigma_p \dots \sigma_r$$

ó

$$\pi(S) = S_m S_p \dots S_r$$

tienen factores de aumentos respectivos

$$\pi(\alpha) = \alpha_m \alpha_p \dots \alpha_r$$

$$\pi(\sigma) = \sigma_m \sigma_p \dots \sigma_r$$

$$\pi(\Sigma) = \Sigma_m \Sigma_p \dots \Sigma_r$$

que acusarán valores pequeños salvo para los n del último máximo.

Veamos la combinación

$$\pi(Y) = Y_m Y_p \dots Y_r \quad (m < p < \dots < r).$$

Es

$$\pi(\alpha) = \alpha_m \alpha_p \dots \alpha_r$$

cero, cuando n satisface a una de las relaciones:

$$n = 4m/(2k+1); n = 4p/(2k+1) \dots n = 4r/(2k+1)$$

y presenta un máximo absoluto cuando:

$$n = 2m/k = 2p/k' = \dots = 2r/k''$$

en particular cuando $n = 2/K$ y $n = \infty$ cualquiera sean m, p, \dots, r : si estos números son primos entre sí no hay máximo absoluto entre $n = 2$ y $n = \infty$, es decir, prácticamente en tdo el rango; el único máximo absoluto ocurre en infinito. Por lo tanto, $\pi(Y)$ amplifica con-

siderablemente los componentes de períodos largos ($n > 4r$) y una conveniente elección de m, p, \dots, r logra que los componentes de períodos $n < 4r$ sean comparativamente pequeños. Para tal elección tengamos en cuenta que cuanto más numerosos son los ceros y más uniformemente distribuidos se hallan a lo largo del eje n , $\pi(\alpha)$ no podrá tener valores grandes en estas zonas; por lo tanto $\pi(Y)$ reducirá mucho los componentes de períodos inferiores a un valor límite n_1 . Lógicamente ello tomando m, p, \dots en forma tal que los últimos ceros de α_m, α_p tengan lugar entre los dos últimos de los que están dados por $n = \frac{4}{3}r$ y $n = 4r$ con r determinado como combinación simple.

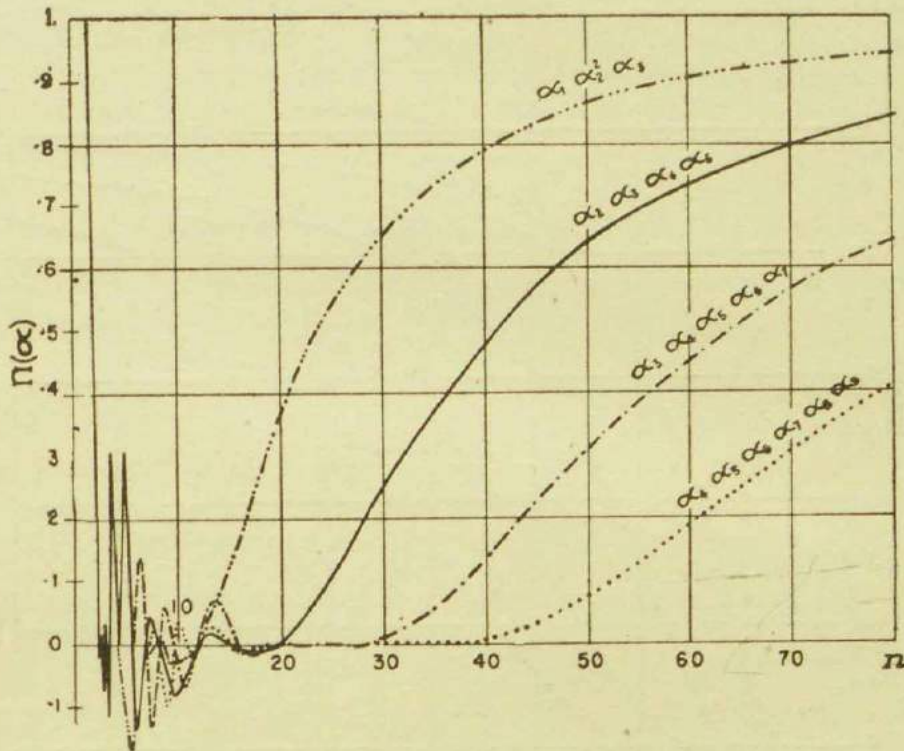


FIG. 7. — Valores de $\pi(\alpha)$.

Por lo tanto, debe ser

$$\frac{4r}{3} < 4m < 4p < \dots < 4r$$

tenemos así:

- $m = 2r/3$ para $Y_m Y_r$
- $m = 5r/9; p = 7r/9$ para $Y_m Y_p Y_r$
- $m = r/2; p = 2r/3; q = 5r/6$ para $Y_m Y_q Y_r$

Estos valores para una sola rama, en general deberán estar entre

$$n = 4r/(2k + 3) \quad \text{y} \quad n = 4r/(2k + 1)$$

Así tendremos:

$$\begin{aligned}
 m &= (2k + 2)r / (2k + 3) && Y_m Y_r \\
 m &= \frac{(6k + 5)r}{(6k + 9)} ; \rho = \frac{(6k + 7)r}{(6k + 9)} && Y_m Y_p Y_r \\
 n &= \frac{(4k + 3)r}{(4k + 6)} ; \rho = \frac{(4k + 4)r}{(4k + 6)} ; q = \frac{(4k + 5)r}{(4k + 6)} && Y_m Y_p Y_q Y_r
 \end{aligned}$$

El caso de las combinaciones $\pi(s)$ y $\pi(S)$ nos lleva a decir que tienen la propiedad de suprimir prácticamente todas las componentes de período inferior a $n_1 = (2r + 1)$ en la primera y $n_1 = 2r$ en la segunda.

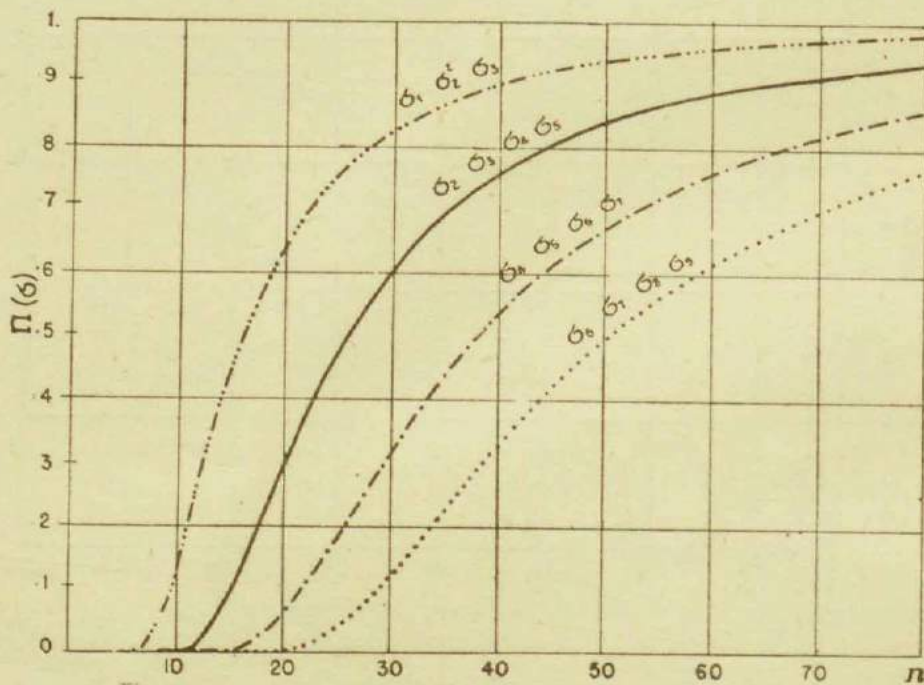


FIG. 8. — Valores de $\pi(\sigma)$.

Como en el caso anterior aquí $\pi(\sigma)$ (Fig. 8) se anula cuando $n = (2m + 1)/k$; $n = (2p + 1)/k$... $n = (2r + 1)/k$ (salvo si $n = 1/k'$); el último cero corresponde a $K = 1$, o sea, $n = 2r + 1$.

Por lo tanto, supuesta válida la condición $r = (n_1 - 1)/2$ los otros índices deben verificar:

$$\begin{aligned}
 (3r/4) &\leq m \leq (r - 1) && \delta_m \delta_r \\
 (2r/3) &\leq m \leq (p - 1) ; (5r/6) \leq p \leq (r - 1) && \delta_m \delta_p \delta_r \\
 (5r/8) &\leq m \leq (p - 1) ; (3r/4) \leq p \leq (q - 1) ; (7r/8) \leq q \leq (r - 1) && \delta_m \delta_p \delta_q \delta_r
 \end{aligned}$$

que, en general, podemos escribir:

$$m = [2(2k+1)r-1]/4(k+1) \quad \delta_m \delta_r$$

$$m = \frac{[2(3k+1)r-2]}{6(k+1)}; \rho = \frac{[2(3k+2)r-1]}{6(k+1)} \quad \delta_m \delta_p \delta_r$$

$$m = \frac{[2(4k+1)r-3]}{8(k+1)}; \rho = \frac{[2(4k+2)r-2]}{8(k+1)}$$

$$q = \frac{[2(4k+3)r-1]}{8(k+1)} \quad \delta_m \delta_p \delta_q \delta_r$$

relaciones particulares y generales que valen también para $\pi(S)$.

$\pi(s)$ se usa en el caso de n_1 (valor del período más largo) par y $\pi(S)$ en el caso impar; cuando no se sabe a priori la paridad se usa $\pi(s)$ por ser menores los cálculos necesarios que en $\pi(S)$.

B) AMPLIACIÓN DE LAS COMPONENTES DE PERÍODOS MEDIOS

Las Figs. 2 y 5 dan la variación de β_m y τ_m en función de n .
Los valores

$$\pi(\beta) = \beta_m \beta_p \dots \beta_r$$

y

$$\pi(\tau) = \tau_m \tau_p \dots \tau_r$$

correspondientes a las combinaciones múltiples.

$$\pi(Z) = Z_m Z_p \dots Z_r \quad (\text{N}^\circ \text{ par de combinaciones})$$

$$\pi(T) = T_m T_p \dots T_r \quad (\text{N}^\circ \text{ par de combinaciones})$$

se anularán cuando sean cero cada uno de los factores.

Por lo tanto, si m, p, \dots, r se eligen adecuadamente $\pi(\beta)$ y $\pi(\tau)$ (Figs. 9 y 10) permanecerán pequeños hasta el último cero, resultado análogo en este sentido a $\pi(Y)$ y $\pi(s)$.

Pero ahora tenemos un cero en infinito, así que el máximo ocurre en n finito.

Ahora bien $\pi(\beta)$ es cero cuando es:

$$n = 2m/k \quad \text{ó} \quad n = 2p/k \quad \text{ó} \dots \text{ó} \quad n = 2r/k$$

en tal forma que el último cero corresponde a $n_1 = 2r$.

Luego, la elección deberá hacerse de manera que:

$$\left. \begin{array}{l} (3r/4) \leq m \leq (r-1) \quad \text{para } Z_m Z_r \\ (5r/8) \leq m \leq (p-1) \\ (6r/8) \leq p \leq (q-1) \\ (7r/8) \leq q \leq (r-1) \end{array} \right\} \text{para } Z_m Z_p Z_q Z_r$$

y, en general:

$$\begin{aligned}
 m &= [(2k + 1)/2 (k + 1)]r && \text{para } Z_m Z_r \\
 n &= [(4k + 1)/4 (k + 1)]r \\
 p &= [(4k + 2)/4 (k + 1)]r \\
 q &= [(4k + 3)/4 (k + 1)]r
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} m \\ n \\ p \\ q \end{aligned}} \right\} \text{para } Z_m Z_p Z_q Z_r$$

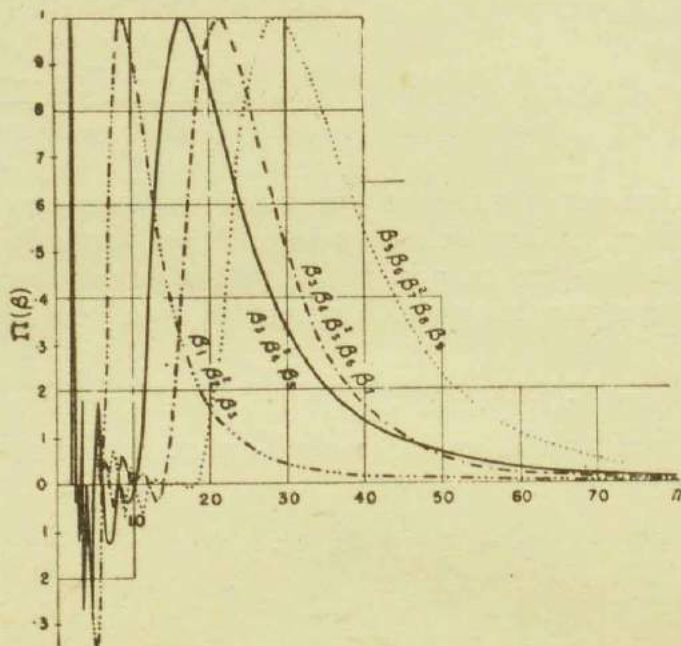


FIG. 9. — Valores de $\pi(\beta)$.

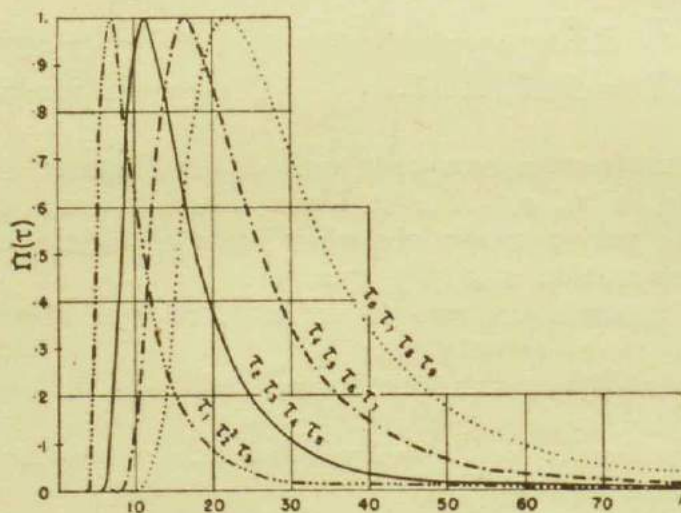


FIG. 10. — Valores de $\pi(\tau)$.

El caso $\pi(T)$ se trata fácilmente teniendo en cuenta que τ presenta, desde $n = 2$, m máximos cuyas amplitudes crecen con n . Las combinaciones sucesivas tienen por efecto decrecer la amplitud de los máximos comprendidos entre $n = 2$ y el último cero, los cuales se hacen despreciables comparados con el máximo principal (Fig. 10).

Por lo tanto, $\pi(T)$ hace posible, mejor que $\pi(Z)$, suprimir prácticamente los períodos cortos y nos da así un campo de aumento limitado a un rango pequeño de períodos en correspondencia con el máximo principal.

Es claro que $\pi(T)$ se anula cuando

$$n = m/k \quad \text{ó} \quad n = p/k \quad \text{ó} \dots \text{ó} \quad n = r/k$$

y

$$n = (m + 1)k \quad \text{ó} \quad n = (p + 1)k \quad \text{ó} \dots \text{ó} \quad n = (r + 1)k$$

que nos da como condiciones ideales las de $\pi(Z)$.

COMBINACIONES MIXTAS

Pueden también formarse combinaciones asociando elementos del tipo s ó S y Z ; por ejemplo:

$$\pi(s Z) = s_m s_p \dots s_r Z_m Z_p \dots Z_r$$

$$\pi(S Z) = S_m S_p \dots S_r Z_m Z_p \dots Z_r$$

Las curvas de selectividad se ven en la Fig. 11.

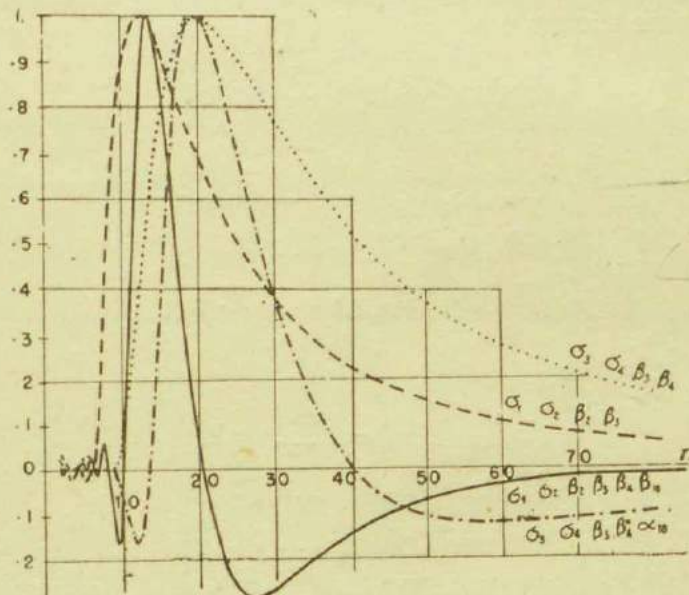


FIG. 11. — Curvas de selectividad mixtas del tipo $\pi(SZ)$.

Teniendo en cuenta el diferente comportamiento de los $\pi(s)$ y $\pi(Z)$ podemos decir que sus combinaciones permiten como $\pi(\tau)$ obtener un campo de aumento para un intervalo limitado de períodos intermedios.

COMBINACIONES

$$Y \pi(Z); Y \pi(T); Y \pi(s, Z); Y \pi(S, Z); Z' \pi(Z); Z' \pi(T); Z' \pi(s, Z); Z' \pi(S, Z).$$

A veces es conveniente, para aumentar la selectividad de una combinación, introducir un valor cero en la curva de selectividad, en las proximidades del máximo, lo cual se logra asociando a uno de los tipos precedentes de combinaciones múltiples, una combinación Y ó Z elegida de tal forma que su factor de aumento sea suficientemente grande para los valores de n correspondientes al máximo de la curva dada de selectividad y se anule para un valor mayor que, sin embargo, esté suficientemente próximo al máximo.

Podemos formar, por ejemplo, la combinación de Y_{10} con $s_3 s_4 Z_3 Z_4$ y Z_{10} con $s_1 s_2 Z_2 Z_3 Z_4$ (Fig. 11).

C) AMPLIACIÓN DE UNA COMPONENTE Y ARMÓNICAS

Sabemos que

$$(\mathcal{S}_m)_N (\mathcal{S}_m)_N, (\mathcal{S}_m)_{N/2} (\mathcal{S}_m)_{N/2} \text{ y } (\mathcal{T}_m)_{N/4}$$

amplifican considerablemente las componentes de períodos comprendidos en un pequeño intervalo alrededor de $n = N$.

Ellas pueden clasificarse en dos grupos:

$(\mathcal{S}_m)_N$ y $(\mathcal{S}_m)_N$, además del período N , aumentan sus armónicas; las otras, aumentan sólo las armónicas impares y reducen relativamente o suprimen las pares.

En las combinaciones

$$\begin{array}{l} (\mathcal{S}_m)_N \quad (\mathcal{S}_p)_N \quad \dots \quad (\mathcal{S}_r)_N \\ (\mathcal{S}_m)_N \quad (\mathcal{S}_p)_N \quad \dots \quad (\mathcal{S}_r)_N \\ (\mathcal{S}_m)_{N/2} \quad (\mathcal{S}_p)_{N/2} \quad \dots \quad (\mathcal{S}_r)_{N/2} \\ (\mathcal{S}_m)_{N/2} \quad (\mathcal{S}_p)_{N/2} \quad \dots \quad (\mathcal{S}_r)_{N/2} \\ (\mathcal{T}_m)_{N/4} \quad (\mathcal{T}_p)_{N/4} \quad \dots \quad (\mathcal{T}_r)_{N/4} \end{array}$$

el máximo relativo de

$$\begin{array}{l} (\sigma_m)_N \quad (\sigma_p)_N \quad \dots \quad (\sigma_r)_N \\ (\Sigma_m)_N \quad (\Sigma_p)_N \quad \dots \quad (\Sigma_r)_N \\ (\sigma_m)_{N/2} \quad (\sigma_p)_{N/2} \quad \dots \quad (\sigma_r)_{N/2} \\ (\Sigma_m)_{N/2} \quad (\Sigma_p)_{N/2} \quad \dots \quad (\Sigma_r)_{N/2} \\ (\tau_m)_{N/4} \quad (\tau_p)_{N/4} \quad \dots \quad (\tau_r)_{N/4} \end{array}$$

se hace despreciable y las curvas de selectividad se reducen prácticamente a ramas muy agudas para el período y las armónicas que tienen por respectivas amplitudes:

$$\begin{array}{ll} (2m+1) (2p+1) \dots (2r+1) & \text{para las tres primeras} \\ 2(m+1) 2(p+1) \dots 2(r+1) & \text{para las dos siguientes} \\ (m+1) (p+1) \dots (r+1) & \text{para la última.} \end{array}$$

Así, podemos obtener combinaciones muy selectivas que permiten aislar una componente cuyo período se conoce al menos aproximadamente.

Las condiciones óptimas de elección están dadas por:

$$\begin{aligned}
 (2r/3) \leq m \leq (r-1) & \quad \text{para } m \text{ y } r \\
 (3r/5) \leq m \leq (p-1) & \\
 (3r/4) \leq p \leq (r-1) & \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} (3r/5) \leq m \leq (p-1) \\ (3r/4) \leq p \leq (r-1) \end{matrix}} \right\} \text{ para } m, p \text{ y } r \\
 (4r/7) \leq m \leq (p-1) & \\
 (4r/6) \leq p \leq (q-1) & \\
 (4r/5) \leq q \leq (r-1) & \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} (4r/7) \leq m \leq (p-1) \\ (4r/6) \leq p \leq (q-1) \\ (4r/5) \leq q \leq (r-1) \end{matrix}} \right\} \text{ para } m, p, q, r
 \end{aligned}$$

D) COMBINACIONES RESULTANTES R_m

Podemos decir que es posible expresar todas las asociaciones de combinaciones bajo la forma general (1); restringida al caso de un número par para las combinaciones Z y T .

Aun cuando las combinaciones tipo A, B, y C son por sí suficientemente selectivas, es necesario a veces efectuar mezclas de dos tipos de ellas, para dar una combinación resultante R_m . Debemos en este caso saber cómo elegir la combinación.

TABLA I. — Valores de N_{MAX} para pocas combinaciones múltiples

m	1	2	3	4	5	6	7
p	2	3	4	5	6	7	8
q	3	4	5	6	7	8	9
r	4	5	6	7	8	9	10
$\beta_m \beta_p$	6.6	10.4	14.3	18.2	22.2		
$\beta_p \beta_r$			20.7	24.6	28.5	32.5	36.5
$\beta_m \beta_p \beta_q \beta_r$	8.9	12.6	16.4	20.4			
$\beta_m \beta_p \beta_q \beta_r$	11.7	15.3	19.0	22.9	26.5	30.5	34.5
$\tau_m \tau_p$	5.6	8.2	10.9	13.6	16.2		
$\tau_p \tau_r$			15.1	17.8	20.5	23.1	26.0
$\tau_m \tau_p \tau_q \tau_r$	7.1	9.7	12.3	15.0			
$\tau_m \tau_p \tau_q \tau_r$	8.9	11.4	13.9	16.6	19.2	21.9	24.6
$\sigma_m \sigma_p \beta_m \beta_p$	9.9	15.1	20.4	26.0	31.0		
$\sigma_p \sigma_r \beta_p \beta_r$			29.0	34.5	39.5	44.5	50.0
$\sigma_p \sigma_q \beta_m \beta_p$	13.5	18.4	23.6	29.0			
$\sigma_m \sigma_r \beta_m \beta_q$				32.0	37.0	42.5	48.0
$\sigma_m \sigma_q \beta_p \beta_q$	12.5	17.8	23.1	28.5			
$\sigma_m \sigma_q \beta_p \beta_q$				31.5	37.0	42.5	47.5
$\sigma_m \sigma_p \beta_q \beta_r$	15.8	21.0	26.0	31.5			
$\Sigma_m \Sigma_p \beta_m \beta_p$	9.2	14.4	19.7	25.0	30.5		
$\Sigma_p \Sigma_r \beta_p \beta_r$			28.5	33.5	39.0	44.0	49.5
$\Sigma_p \Sigma_q \beta_m \beta_p$	12.4	17.4	22.8	28.0			
$\Sigma_p \Sigma_r \beta_m \beta_q$				31.0	36.5	41.5	47.0
$\Sigma_m \Sigma_p \beta_p \beta_q$	12.1	17.2	22.5	28.0			
$\Sigma_m \Sigma_q \beta_p \beta_r$				31.0	36.5	41.5	47.0
$\Sigma_m \Sigma_p \beta_q \beta_r$	15.5	20.5	25.5	31.0			

Cuando dos combinaciones múltiples se asocian, deben elegirse de manera tal que los máximos de sus respectivas curvas de selectividad coincidan lo más posible. Para obtener esto, conviene disponer del trazado de curvas de selectividad, las que darán inmediatamente el valor del período correspondiente al máximo. La tabla I da los valores de n_{max} para unas pocas combinaciones múltiples.

7. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SELECTIVIDAD

La selectividad de R_m depende del orden m , o sea, del número de términos Y que la forman (ecuac. 1); m es también igual a la suma de los índices de las sucesivas combinaciones elementales que la constituyen. Así, para

$$R_m = S_1 S_2 Z_2 Z_3 (s_2)_{12/2} (s_3)_{12/2}$$

será

$$m = 1 + 2 + 2 + 3 + 2 \times \frac{12}{2} + 3 \times \frac{12}{2} = 38.$$

Este valor de m es de gran importancia por dos razones:

a) *Puntos perdidos.* — Al formar R_m cada ordenada se reemplaza por la combinación de $(2m + 1)$ ordenadas de la curva primitiva; por lo tanto, R_m tiene la desventaja de suprimir m puntos en cada extremo de la curva resultante. Dedúcese de ello, en primer lugar, que está limitado el uso de curvas cada vez más selectivas por el número de puntos disponibles, y en segundo que el grado de selectividad, depende del número de puntos perdidos. *Es correcto comparar el grado de selectividad de dos combinaciones R y R' cuyos factores de aumento son ambos máximos para el mismo período, sólo si ellas son del mismo orden.*

En resumen, hemos dado cierto número de combinaciones de uso general, pero es evidente que de acuerdo con las circunstancias puede ser mejor, después de detectar las componentes mediante pruebas preliminares, adoptar otras combinaciones, la elección de las cuales depende del número de componentes y su vecindad en la escala de frecuencias así como de la ley de la amplitud y del número de puntos que pueden usarse. De tal modo, para perder el menor número de puntos posible, las combinaciones $\pi(Y)$ pueden reemplazarse por $\pi(S)$ y $\pi(Z)$ por $\pi(T)$; si deseamos hacer pequeñas las componentes de un período menor que un valor dado n_1 , puede elegirse $Y_m Y_{n1/4}$ en vez de $s_m' s_{n1/2}$ en el grupo A, ó $Z_p Z_{n1/2}$ en vez de $T_p' T_{n1-1}$ en B.

Cuando ciertas componentes han sido dejadas de lado, a menudo es posible hallar combinaciones de un orden inferior, que permitan suprimirlas. Como hemos visto, una combinación Y ó Z superpuesta a una combinación no muy selectiva, hace posible eliminar una componente dada. Por último, una componente de amplitud grande que sea difícil de suprimir completamente puede eliminarse si se la conoce, mediante simple vista.

VII. METODO DE ANALISIS PRACTICO

El análisis de una curva debe comenzar con el estudio de las componentes mediante combinaciones, no muy selectivas. Deben distinguirse dos casos, según que estas combinaciones pertenezcan a las clases A ó B de las combinaciones múltiples dadas anteriormente.

Sabemos que las curvas de selectividad del grupo A presentan una rama abierta, el máximo hacia el infinito (Fig. 7 y 8), mientras que las del grupo B comprenden una zona selectiva con el máximo en un valor finito de n (Fig. 9 y 10). El propósito final es separar cada uno de los períodos de la curva en un intervalo abierto y en una zona selectiva.

1. MÉTODOS DE ANÁLISIS MEDIANTE INTERVALO ABIERTO

Sabemos que las combinaciones del tipo $\pi(s)$ ó $\pi(S)$ posibilitan el aumento de las componentes de períodos mayores que $n_1 = 2r - 1$ ó $n_1 = 2r$ en tal forma que hacen prácticamente despreciables las de períodos más cortos; de aquí la posibilidad de suprimir casi todas las componentes de la curva dada, con excepción de *aquellas de períodos mayores que la que se ha aislado*. Entonces, hacemos pruebas mediante diferentes combinaciones de orden decreciente r , comenzando con un orden que deba cubrir todas las componentes. La componente aislada a la cual se reduce la curva dada por una conveniente combinación está, como lo sabemos, en su fase inicial; su amplitud real se obtiene dividiendo la amplitud leída en la curva transformada por el factor de aumento. Hay ahora, dos posibles maneras de aislar las otras componentes:

a) Cuando se ha encontrado una primera componente y se ha reducido a su amplitud real, se la elimina de la curva restándola y el análisis subsiguiente se reduce a aplicar el mismo proceso a la curva recién obtenida. Todas las componentes se separan así una a una y sólo se han usado combinaciones del tipo $\pi(s)$ ó $\pi(S)$.

La descomposición de la curva puede considerarse completa cuando nos queda una curva no periódica o que contiene sólo períodos demasiado cortos o demasiado largos para ser analizados.

b) El análisis continuará ahora sobre la curva inicial como se explica en el párrafo siguiente.

2. MÉTODO DE ANÁLISIS MEDIANTE ZONA SELECTIVA

Las combinaciones son separadas groseramente mediante combinaciones del grupo B cuyas curvas de selectividad se superponen más o menos unas a otras; cada componente debe explicarse entonces mediante combinaciones más y más selectivas de manera de aislar las distintas componentes mejor y mejor. Un examen de los resultados obtenidos por las combinaciones previas nos ayudará en la elección de las siguientes.

Puede decirse que se trata aquí de un análisis experimental y metódico, ya que si una combinación da con mayor precisión el período

de una de las componentes, se usa una combinación más selectiva, la elección de la cual se fija por los resultados obtenidos, y así se prosigue hasta llegar a una combinación final R tal como las mencionadas en D . Nos queda sólo verificar que las sumas de las componentes reproduce la curva inicial o difiere de ella en pequeños valores (errores posibles) o en un resto no periódico o con período demasiado largos o demasiado cortos para poder determinar en el análisis.

OBSERVACIONES

El método del intervalo abierto es el más simple, el más seguro y el más metódico y puede utilizarse para el reconocimiento de las componentes. Si se aplica de manera que el orden r de la última combinación varía en forma suficientemente lenta, hará que predominen las componentes de mayor período y entonces será posible, aumentando la selectividad progresivamente, aislarlas, sin peligro de lograr una mezcla de componentes y de esta unión un pseudoperíodo en lugar del real. Hay una contraparte a estas ventajas, la que a menudo hace necesario aplicar el método de la zona selectiva, el que separa definitivamente las componentes; ofrece especialmente dos desventajas:

1) Una combinación $\pi(S)$ ó $\pi(s)$ de orden superior, efectuada sobre datos erróneos (por ejemplo, cuando los puntos $(x; y)$ no están bien definidos, como en el caso del eje temporal en aparatos autorregistradores), trae como consecuencia exagerar considerablemente el error. Para remediar este inconveniente se pueden asociar combinaciones Z con la S . Esta combinación también permite eliminar las componentes cuyos períodos son demasiado largos.

2) El uso exclusivo de combinaciones de adición necesita, como hemos visto, la supresión sucesiva de las componentes aisladas que deben restarse de la curva inicial. El resultado es una pérdida de puntos que aumenta con cada sustracción y que constituye una seria desventaja. Sin embargo, el método de sustracción hace posible ver las sucesivas componentes mucho más fácilmente por una progresiva simplificación de la curva dada, así que es más práctico para la primera detección de las componentes.

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS

Como se expone en la parte correspondiente al Programa de Cálculos, se calcularon cincuenta y nueve valores entre combinaciones simples y múltiples. A título de ejemplo se insertan algunas tablas (Tablas 1 á 4) que permiten apreciar la forma en que se obtienen los resultados de las operaciones. Por otra parte, se han dibujado a la fecha los polígonos representativos de los valores y_0 é y_1 (Fig. 12); y_3 é y_4 (Fig. 13); y_5 é y_7 (Fig. 14); y_8 é y_9 (Fig. 15); y_{16} é y_{24} (Fig. 16) de las combinaciones simples y el de los valores originales correspondientes a la estación Posadas. Estos valores no son suficientemente significativos por sí solos, ya que eliminan una serie de armónicas de períodos cortos, amplificando todos los períodos superiores a 50 (en nuestro caso meses).

Pero sí permiten apreciar en forma clara las modificaciones que experimenta el polígono original como consecuencia del reemplazo de las or-

denadas simétricas. En cuanto a las combinaciones múltiples, aparte de algunas hechas a título de ejemplo, se han planeado las que interesaban para detectar ciclos de 8 años (96 meses). Refiriéndonos al caso particular del río Paraná, puede decirse, en términos generales, que existe un período de ese número de años, pero que por su pequeña amplitud sólo será de utilidad en casos particulares de predicción de crecientes, por su reducida influencia como componente de la curva del fenómeno en conjunto.

Quedaría por hacer aún un análisis exhaustivo de los datos elaborados, e incluso interesaría estudiar la correlación existente entre las distintas curvas para estaciones diversas, problemas que los autores dejan planteados.

BIBLIOGRAFÍA

- LABROUSTE, H., y Sra. de LABROUSTE. — « Harmonic Analysis by means of lineal combination of ordenatas. Terrestrial mag. and atmosf. electricity ». Vol. 41. 1936.
« Tables numériques pour l'analyse des graphiques ». Paris, 1930. Presses Universitaires.
- REPOSSINI, JOSÉ. — « Memoria sobre el río Paraná ». M. Obras Públicas de la Nación. Bs. As., 1913.
- SOLDANO, F. N. — « Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina ». Tomo I. Buenos Aires, 1947.
- RAFFO, JOSÉ M. — « Pronóstico de las crecientes del río Paraná » en METEOROS, Año I, Nº 1, 1951.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PERMANENTE DE CONGRESOS DE NAVEGACIÓN. — *Actas*, Secc. 1. (SI-Q1) Roma, 1953.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROLOGÍA CIENTÍFICA. — *Actas*, Tomo I. Oslo, 1948.

PASO 1

Estación	Año	Mes	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅

TABLA 1. — Tipo de planilla de resultados del paso 1.

PASO 2

ESTACION	AÑO	Mrs	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	Z ₈	Z ₉	Z ₁₀
51	10	1	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	10	2	244	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	10	3	244	76	41	-	-	-	-	-	-	-	-
53	10	4	100	132	110	51	-	-	-	-	-	-	-
53	10	5	97	40	140	170	91	-	-	-	-	-	-
53	10	6	124	0	44	160	134	87	-	-	-	-	-
53	10	7	82	52	48	78	170	222	88	-	-	-	-
53	10	8	72	40	36	44	140	174	115	34	-	-	-
53	10	9	43	10	38	104	40	37	153	26	14	-	-
53	10	10	98	4	52	36	8	5	20	101	156	20	-
53	10	11	53	68	6	57	7	42	29	40	111	109	48
53	10	12	40	2	41	47	74	17	38	21	44	41	66
51	11	1	20	109	43	58	77	14	28	0	21	140	5
52	11	2	127	41	126	72	2	69	24	92	184	129	200
53	11	3	86	17	71	28	60	34	152	220	137	244	238
54	11	4	142	10	43	63	107	170	220	177	222	262	242
54	11	5	126	69	46	7	133	285	112	240	102	428	120
54	11	6	66	8	24	48	179	171	300	220	262	264	201
54	11	7	118	36	26	102	130	239	220	320	126	145	145
54	11	8	142	70	222	100	223	25	241	304	201	141	72
54	11	9	168	176	130	282	229	274	313	122	179	140	171
54	11	10	108	32	240	203	202	223	120	28	31	32	72
54	11	11	226	60	10	240	221	127	22	24	2	17	22
54	11	12	306	102	62	201	151	22	72	12	24	22	22

TABLA 2.— Tipo de planilla de resultados del paso 2.

PASO 8

Año	Mes	ESTACION	(S _v) _{9%}	(S _v) _{9%}	ESTACION	(S _v) _{9%}	(S _v) _{9%}	ESTACION	(S _v) _{9%}	(S _v) _{9%}
24	1	01	101	101	04	101	101	01	101	101
24	2	01	102	102	04	102	102	01	102	102
24	3	01	103	103	04	103	103	01	103	103
24	4	01	104	104	04	104	104	01	104	104
24	5	01	105	105	04	105	105	01	105	105
24	6	01	106	106	04	106	106	01	106	106
24	7	01	107	107	04	107	107	01	107	107
24	8	01	108	108	04	108	108	01	108	108
24	9	01	109	109	04	109	109	01	109	109
24	10	01	110	110	04	110	110	01	110	110
24	11	01	111	111	04	111	111	01	111	111
24	12	01	112	112	04	112	112	01	112	112
25	1	01	113	113	04	113	113	01	113	113
25	2	01	114	114	04	114	114	01	114	114
25	3	01	115	115	04	115	115	01	115	115
25	4	01	116	116	04	116	116	01	116	116
25	5	01	117	117	04	117	117	01	117	117
25	6	01	118	118	04	118	118	01	118	118
25	7	01	119	119	04	119	119	01	119	119
25	8	01	120	120	04	120	120	01	120	120
25	9	01	121	121	04	121	121	01	121	121
25	10	01	122	122	04	122	122	01	122	122
25	11	01	123	123	04	123	123	01	123	123
25	12	01	124	124	04	124	124	01	124	124

TABLA 3.— Tipo de planilla de resultados del paso 8.

PASO 17

AÑO	MES	ESTACION	T_2	ESTACION	T_3	ESTACION	T_5
25	1	51	1102	54	2702	133	1295
26	2	51	3293	54	2884	133	1133
26	3	51	140	54	72	133	642
26	4	51	488	54	805	133	186
26	5	51	324	54	965	133	254
26	6	51	903	54	1231	133	696
26	7	51	1023	54	1391	133	1093
26	8	51	857	54	1143	133	1345
26	9	51	502	54	734	133	1191
26	10	51	120	54	19	133	493
26	11	51	819	54	332	133	494
26	12	51	1239	54	1676	133	1106
27	1	51	872	54	2847	133	1150
27	2	51	40	54	247	133	500
27	3	51	615	54	719	133	121
27	4	51	1055	54	1514	133	631
27	5	51	926	54	1396	133	1297
27	6	51	354	54	316	133	1184
27	7	51	144	54	468	133	774
27	8	51	462	54	378	133	316
27	9	51	455	54	423	133	476
27	10	51	7	54	16	133	241
27	11	51	128	54	404	133	336
27	12	51	312	54	440	133	560

TABLA 4.—Tipo de planilla de resultados del paso 17.

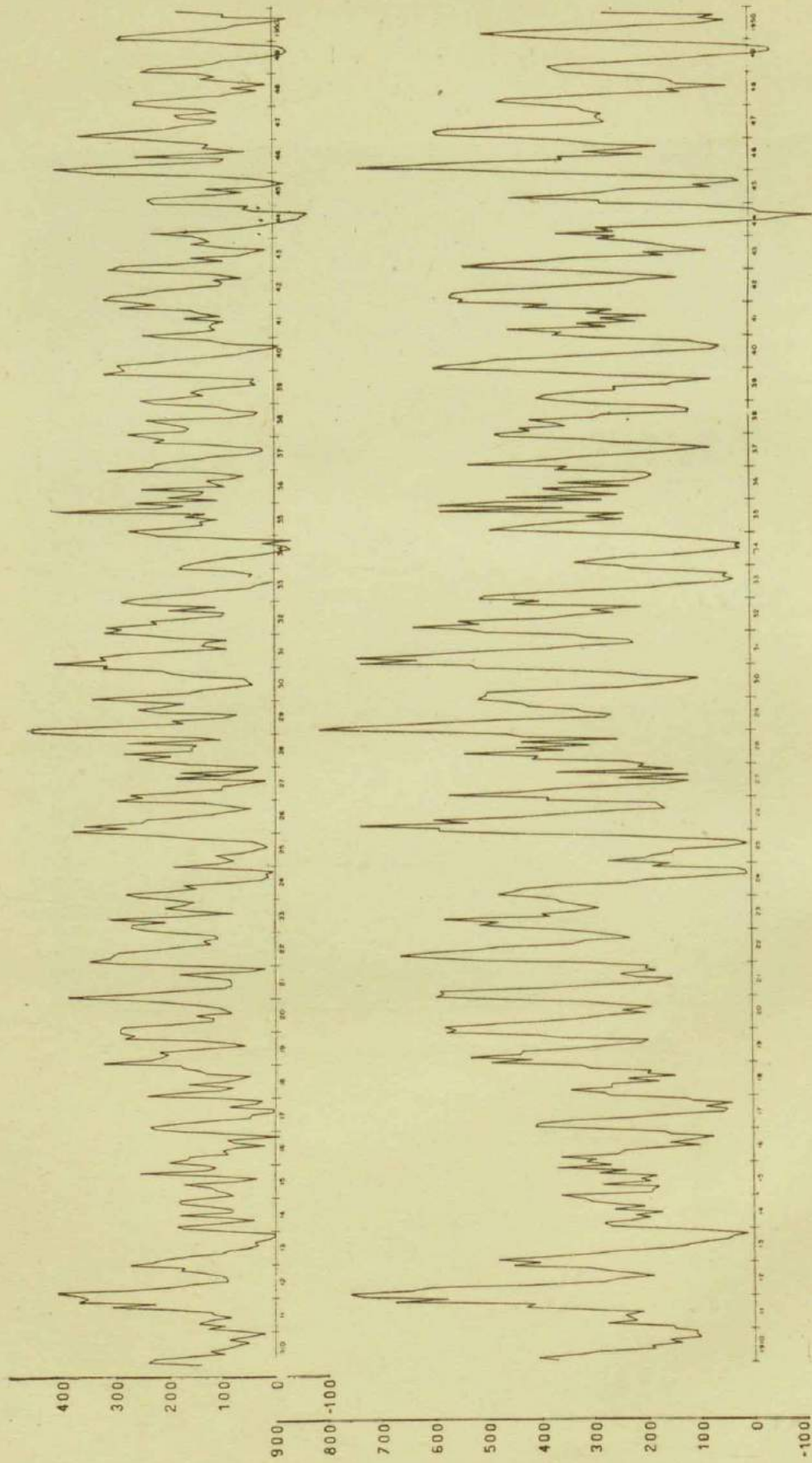


FIG. 12. — Valores 40 e y1.

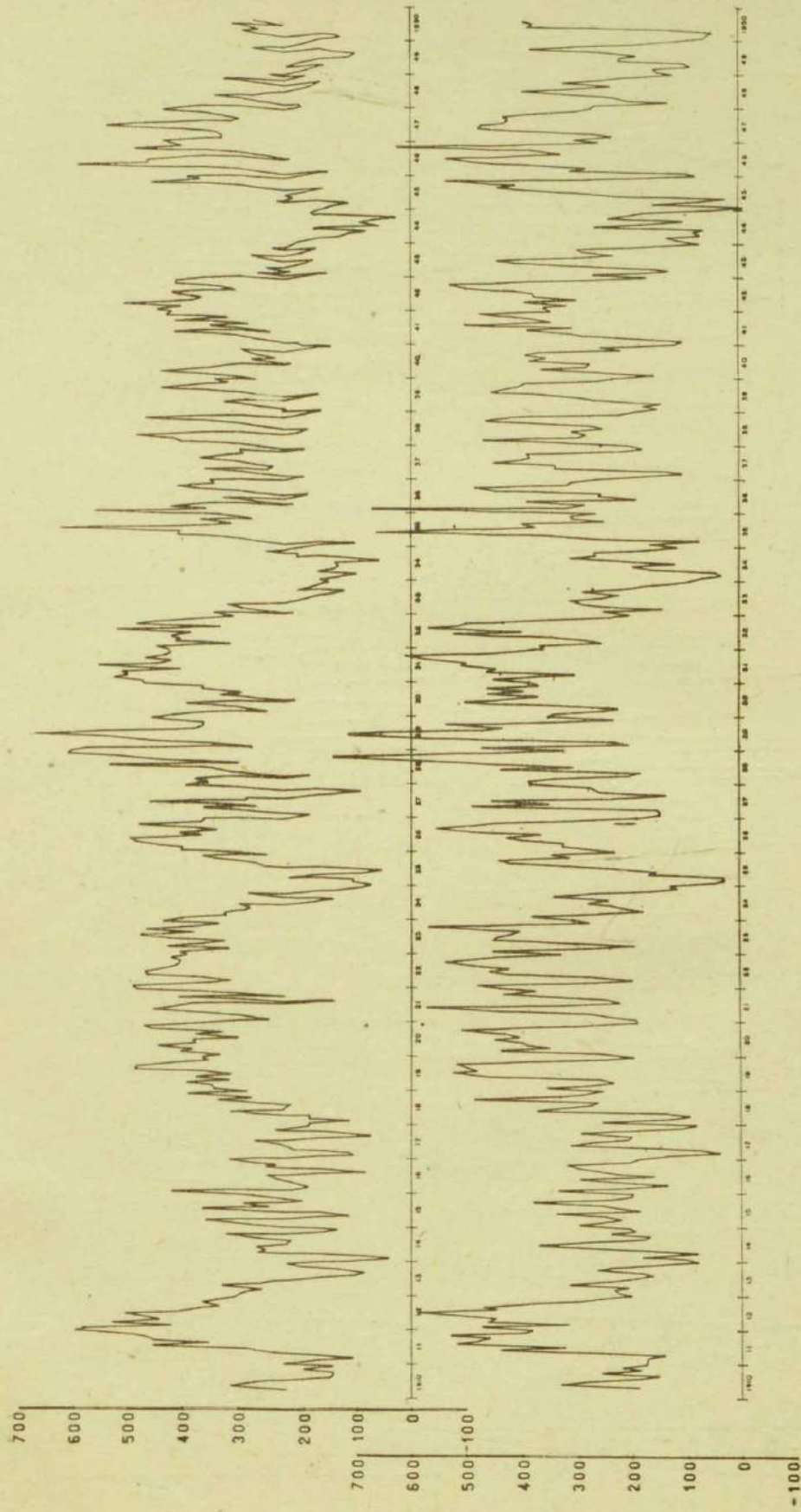


FIG. 13. — Valores y_2 e y_A .

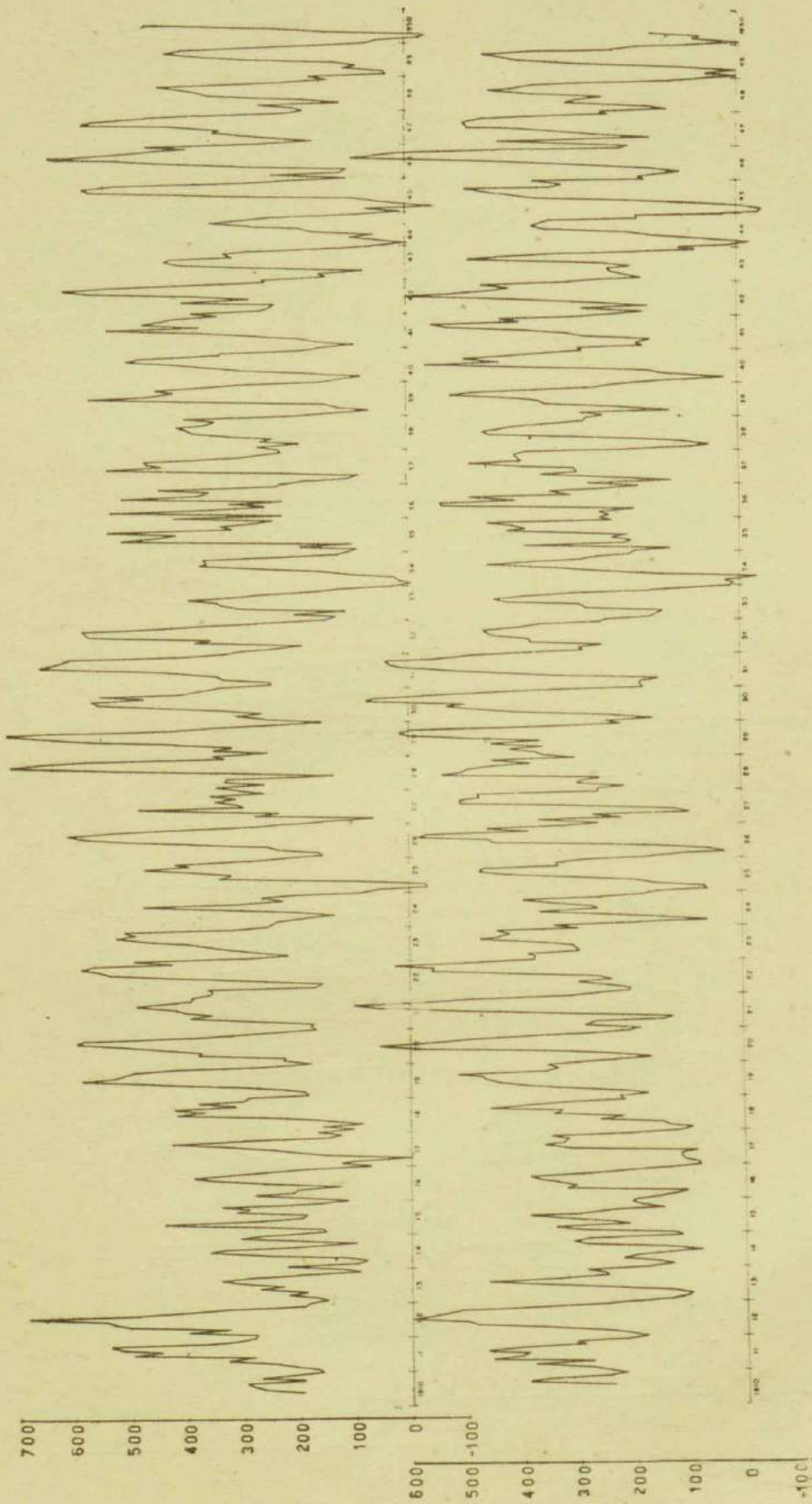


FIG. 14. — Valores y_0 e y_1 .

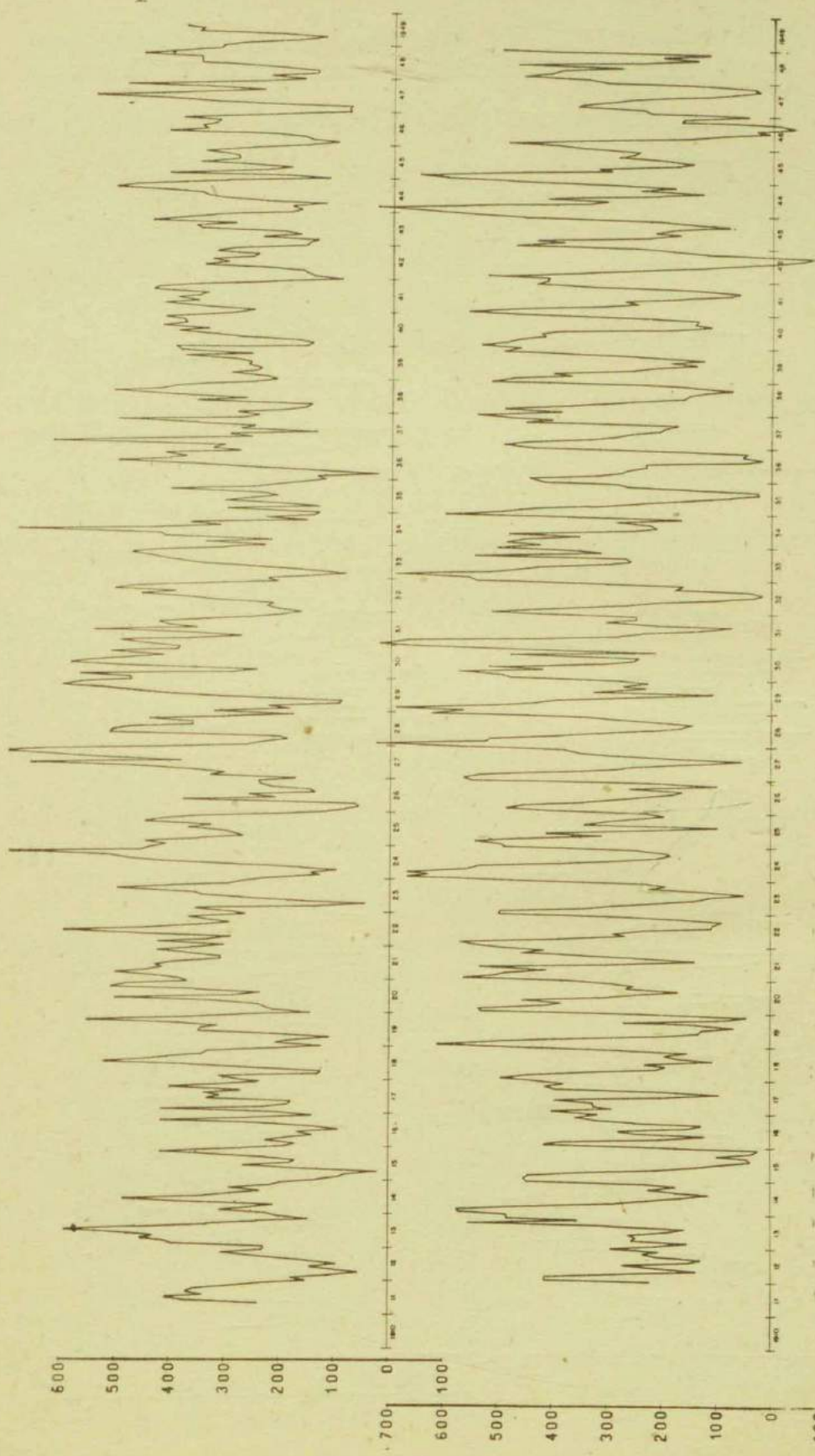


FIG. 15. — Valores y_8 e y_9 .

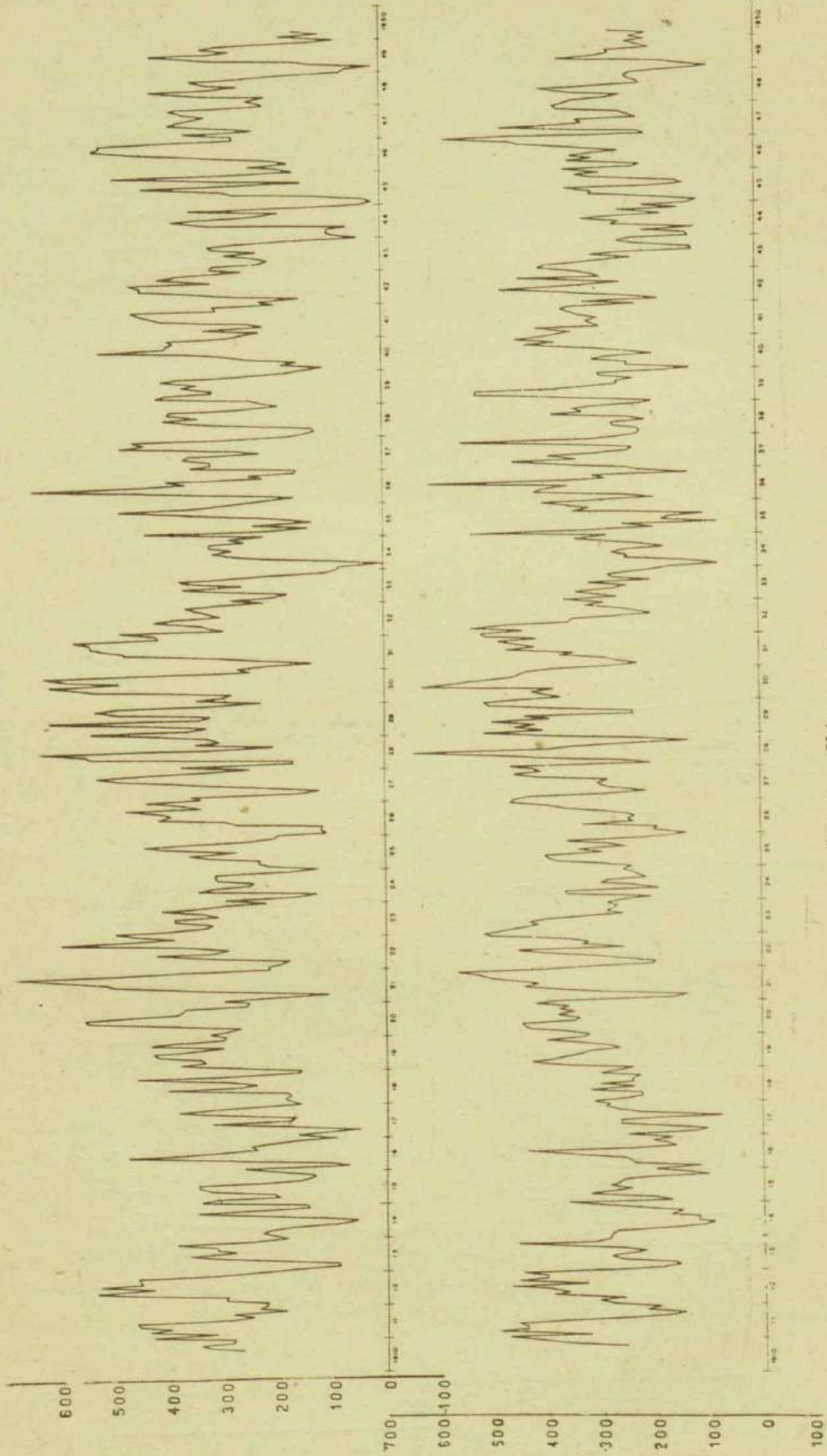


FIG. 16. — Valores D_{18} e g_{24} .

APÉNDICE

1. PROGRAMA DE CALCULO DEL METODO DE LABROUSTE EN EL EQUIPO I. B. M. DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

PASO 1: Calcular para cada punto los siguientes valores:

$$Y_1 = y_{+1} + y_{-1}$$

$$Y_3 = y_{+3} + y_{-3}$$

$$Y_5 = y_{+5} + y_{-5}$$

$$Y_7 = y_{+7} + y_{-7}$$

$$Y_9 = y_{+9} + y_{-9}$$

Por utilizarse en pasos siguientes fueron calculados además los siguiente términos pares:

$$Y_2; Y_4; Y_6; Y_8; Y_{10}; Y_{16}; Y_{24}$$

PASO 2: Calcular en la misma forma que el paso anterior las diferencias:

$$Z_1 = y_{+1} - y_{-1}$$

$$Z_3 = y_{+3} - y_{-3}$$

$$Z_5 = y_{+5} - y_{-5}$$

$$Z_7 = y_{+7} - y_{-7}$$

$$Z_9 = y_{+9} - y_{-9}$$

Por utilizarse en pasos siguientes fueron calculados además los siguiente términos pares:

$$Z_2; Z_4; Z_6; Z_8; Z_{10};$$

PASO 3: Calcular para cada punto los siguientes valores:

$$S_1 = y_{-1} + y_0 + y_{+1}$$

$$S_3 = y_{-3} + y_{-2} + y_{-1} + y_0 + y_{+1} + y_{+2} + y_{+3}$$

$$S_5 = y_{-5} + y_{-4} + \dots + y_0 + \dots + y_{+4} + y_{+5}$$

$$S_7 = y_{-7} + y_{-6} + \dots + y_0 + \dots + y_{+6} + y_{+7}$$

$$S_9 = y_{-9} + y_{-8} + \dots + y_0 + \dots + y_{+8} + y_{+9}$$

PASO 4: Calcular los siguientes valores S_i , determinados así:

$$S_1 = s_1 + y_0$$

$$S_3 = s_3 + y_0$$

$$S_5 = s_5 + y_0$$

$$S_7 = s_7 + y_0$$

$$S_9 = s_9 + y_0$$

PASO 5: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}(s_1)_8 &= y_0 + Y_8 \\ (s_3)_8 &= y_0 + Y_8 + Y_{16} + Y_{24}\end{aligned}$$

PASO 6: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}(S_1)_8 &= (s_1)_8 + Y_0 \\ (S_3)_8 &= (s_3)_8 + Y_0\end{aligned}$$

PASO 7: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}(s_1)_{s/2} &= y_0 - Y_4 \\ (s_3)_{s/2} &= y_0 - Y_4 + Y_8 - Y_{16}\end{aligned}$$

PASO 8: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}(S_1)_{s/2} &= (s_1)_{s/2} + y_0 \\ (S_3)_{s/2} &= (s_3)_{s/2} + y_0\end{aligned}$$

PASO 9: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}T_1 &= Z_1 \\ T_3 &= Z_1 + Z_2 + Z_3 \\ T_5 &= Z_1 + Z_2 + \dots + Z_5 \\ T_7 &= Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_7 \\ T_9 &= Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_9\end{aligned}$$

PASO 10: Calcular los valores:

$$\begin{aligned}(T_1)_{s/4} &= Z_2 \\ (T_3)_{s/4} &= Z_2 - Z_6 \\ (T_5)_{s/4} &= Z_2 - Z_6 + Z_{10}\end{aligned}$$

PASO 11: Considerando como originarios los valores Y_{16} , calcular:

$$Y_{16} Y_{24} = Y'_{24} = Y_{16-16} + Y_{16+16}$$

y con los Y'_{24} resultantes, calcular

PASO 11 b:

$$Y_{16} Y_{24} Y_{19} = Y''_{19} = Y'_{24-24} + Y'_{24+24}$$

PASO 12: Considerando como originarios los valores Y_1 , calcular:

$$Y_1 Y_3 = Y'_3 = Y_{1-1} + Y_{1+1}$$

PASO 13: Con los valores Y'_3 como originarios, calcular:

$$Y_5'' = Y'_{3-5} + Y'_{3+5}$$

PASO 14: Con los valores S_1 como originarios, calcular:

$$s_1 s_3 = s_3' = s_{1-3} + s_{1-2} + s_{1-1} + s_{10} + s_{1+1} + s_{1+2} + s_{1+3}$$

PASO 15: Con los valores Z_1 como originarios, calcular:

$$Z_1 Z_3 = Z_3' = Z_{1+5} - Z_{1-5}$$

PASO 16: Con los valores Z_3' , calcular:

$$Z_3'' = Z'_{3+5} - Z'_{3-5}$$

PASO 17: Calcular:

$$T_3' = T_1 + T_2 + T_3 = 3 Z_1 + 2 Z_2 + Z_3$$

PASO 18: Con los valores S_1 calcular:

$$Z_1' = s_{1+1} - s_{1-1}$$

PASO 19: Con los valores $(s_1)_8$ calcular:

$$(s_2)_{s'} = (s_1)_8 + (s_1)_{16} + (s_1)_{24} = (s_3)_8 + y_0$$

PASO 20: Calcular:

$$(T_3')_{s'_4} = Z_6 - Z_{10}$$

2. SINTESIS DEL PROCEDIMIENTO EMPLEADO

OBJETO: Obtención de valores mediante el análisis armónico.

DATOS BÁSICOS: Valores mensuales de la diferencia respecto a la normal, de la altura del río, observados en la estación Posadas (051), Corrientes (054) y Rosario (133), en el período abarcado por los años 1910 a 1950 inclusive. Estos valores ya habían sido volcados en fichas para la ejecución de un trabajo, siendo el diseño de las mismas el que se ilustra en Fig. 17.

The image shows a punched card with the following structure:

- Columns:** Labeled with months: ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO, SET, OCT, NOV, DIC.
- Rows:** Multiple rows of data points, each row corresponding to a specific month.
- Header:** "PROCEDIMIENTO" and "Ficha original (Fichas)".
- Sub-header:** "Trabajo N° 2/50".
- Markings:** A circled number "1" is present on the right side of the card.

FIG. 17. — Ficha "X".

Son 41 fichas por estación, una por cada año.

OPERACIONES: Las indicadas en las instrucciones, variando el orden o secuencia de las mismas, cuando lo aconsejó la necesidad de simplificar.

PROCESO PREPARATORIO: Como para la ejecución de los cálculos necesitamos contar con una ficha por cada valor mensual, se procedió a:

- 1º Clasificación cronológica de las fichas de cada estación.
- 2º Reproducción de los valores del mes de enero de cada estación en fichas del diseño que se ilustra en Fig. 18. Sucesivamente los valores de los meses restantes, con un total de 492 fichas, conteniendo cada una los valores de las tres estaciones, en el mes y año correspondiente. Esta ficha lleva perforados también los números de código de las estaciones y su identificación (ficha 00).

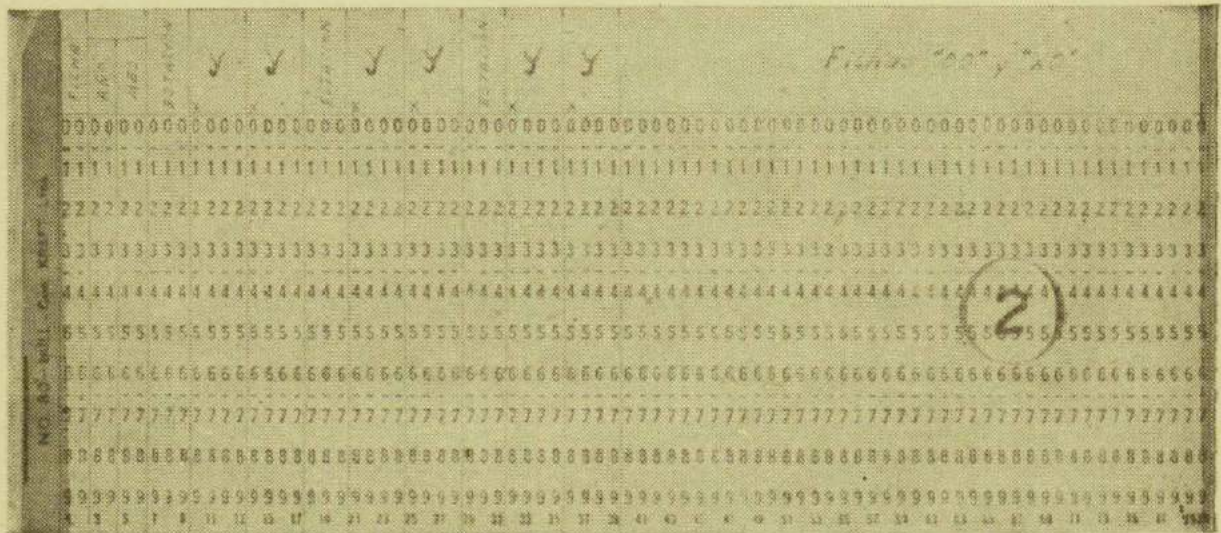


FIG. 18. — Fichas "00" y "X0".

- 3º Reproducción de las fichas "00", originando un grupo idéntico denominado "X0".

Nota: Los valores se denominan "Y", pudiendo ser negativos, en cuyo caso está perforada una "X" de control en la primera columna.

Paso 1 y Paso 2: Disponiendo de los grupos de fichas "00" y "X0", ya clasificados en orden cronológico, para resolver ecuaciones del tipo: $Y_n = y_{+n} + y_{-n}$ y $Z_n = y_{+n} - y_{-n}$. Necesitamos aparear las fichas "00" con las "X0" de manera que las "00" serán las que representen los y_{+n} y las "X0" los y_{-n} , lo que efectuamos con una intercalación, previa la extracción de las fichas de principio y fin de grupo, de acuerdo a la serie a calcular:

Ejemplo: Sea la serie de $Y_1 = y_{+1} + y_{-1}$ y $Z_1 = y_{+1} - y_{-1}$; comenzando los valores en el mes de enero de 1910: y_{+1} corresponde a la ficha "00" de fecha 10-3, es decir, marzo 1910, e y_{-1} a la ficha "X0" de fecha 10-1 (enero de 1910). Por lo tanto, del grupo de

fichas "00" extraemos las fichas de enero y febrero de 1910 y del grupo de fichas "X0" las de noviembre y diciembre de 1950.

Ya intercaladas las fichas, se pasan por la tabuladora, con la reproductora sumaria conectada, de manera que por cada par de fichas, la tabuladora de los valores de Y y Z correspondientes de las tres estaciones, perforando la reproductora sumaria una ficha sumaria con esos mismos valores, del tipo que se ilustra a continuación; la fecha se la reproduce posteriormente y corresponde al y_0 , es decir, al valor central de la serie, en el caso del ejemplo, febrero de 1910.

Terminada la tabulación y obtenidas las sumarias correspondientes, se pasan las fichas por la clasificadora, de manera de separar los grupos "00" y "X0", se extraen las fichas de acuerdo a la serie a efectuar y se intercalan nuevamente, pasándose luego por la tabuladora y obteniéndose las sumarias correspondientes, a las que luego se les reproducirá la fecha.

Una vez efectuadas todas las tabulaciones, tenemos las sumarias (Fig. 19) que, listadas en la tabuladora nos dan, por pasada, las planillas con los valores "Y" y las correspondientes a los valores "Z" que se solicitaban.

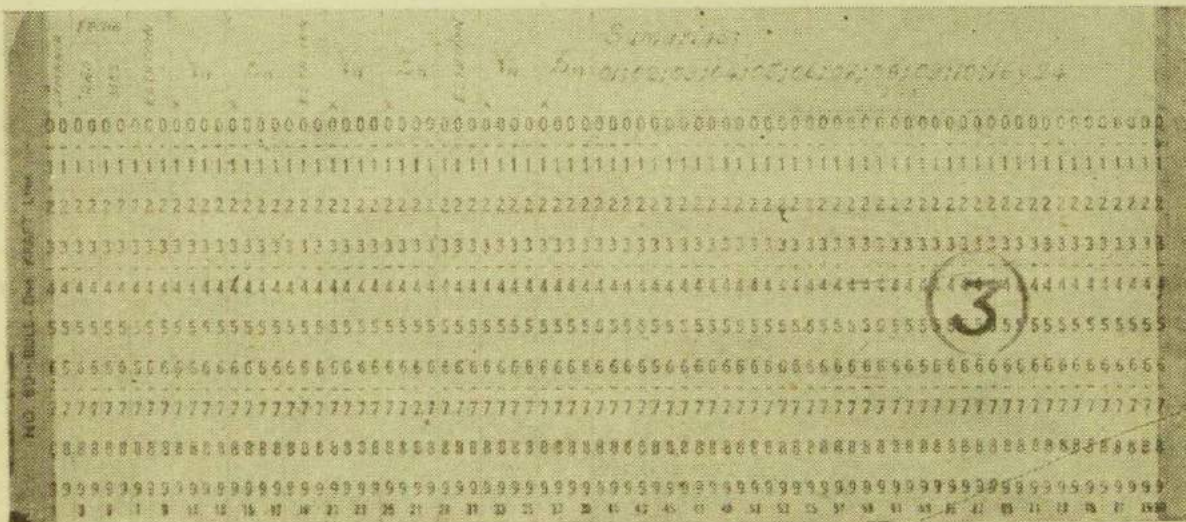


FIG. 19. — Sumarias de los valores "Y" y "Z".

Paso 3 y Paso 9: Necesitamos resolver ecuaciones de este tipo $s_3 = y_{-1} + y_{-2} + y_{-3} + y_{+1} + y_{+2} + y_{+3}$; observemos que esta es igual a $Y_3 + Y_2 + Y_1$ del paso 1 más el Y_0 que corresponde, luego para el caso del ejemplo necesitamos agrupar por intercaladora según fecha, las sumarias "01", "02", "03" y las fichas primarias "00" las que, pasadas por la tabuladora, nos darán sumarias con los valores s_3 , que en una pasada en listado por la tabuladora nos darán las planillas de valores correspondientes; en nuestro caso, agrupamos las fichas sumarias del paso 1 necesarias para que todos los valores solicitados surjan en una sola pasada, por lo que la ficha sumaria también los posee perforados y en una pasada posterior en listado por la tabuladora nos proporciona las planillas solicitadas (Sumarias 30).

Observemos que el paso 9 requiere las mismas fichas sumarias que se utilizaron para el paso 3, menos la ficha primaria "00" y la operación solicitada: $T_n = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$; luego, con breves modificaciones en el tablero de la tabuladora y mediante una pasada de las fichas a las que previamente se han pasado por la clasificadora para separar las fichas "00", obtenemos las fichas sumarias con todos los valores T solicitados; estas fichas sumarias, listadas en la tabuladora, nos dan las planillas correspondientes (Sumarias 31).

Las fichas sumarias obtenidas son del tipo ilustrado en Fig. 20.

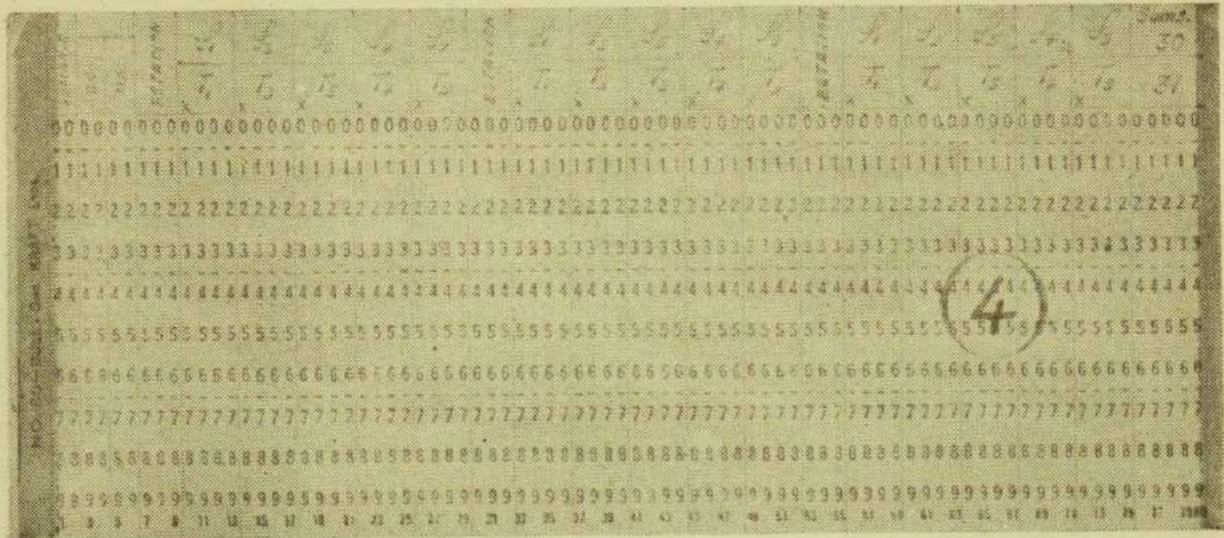


FIG. 20. — Fichas sumarias 30 y 31.

Paso 4: Se solicita el cálculo de valores $S_n = s_n + Y_0$; los s los acabamos de calcular; luego con las sumarias correspondientes y las fichas "00" hacemos una intercalación por igualdad de "fecha" y en una pasada por la tabuladora obtenemos las planillas con los valores solicitados.

Paso 5: En este paso se calculan los valores $(s_1)_s = y_0 + Y_8$ y $(s_3)_s = y_0 + Y_8 + Y_{16} + Y_{24}$, para lo cual intercalamos a igualdad de fecha las sumarias 08, 16, 24 y las fichas "00", y en una pasada por la tabuladora obtenemos las fichas sumarias correspondientes, las que listadas a su vez en la tabuladora nos dan las planillas con los valores mencionados (Sumarias 32).

Las fichas sumarias se ilustran en Fig. 21:

Paso 6: Se trata de calcular los valores $(S_1)_s$ y $(S_3)_s$ iguales a $(s_1)_s + y_0$ y $(s_3)_s + y_0$ respectivamente; debemos entonces intercalar las sumarias obtenidas en el paso anterior con las fichas "00" por igualdad de "fecha" y en una pasada por la tabuladora obtenemos las sumarias ilustradas anteriormente, las que listadas en la tabuladora nos dan las planillas pedidas (Sumarias 33).

Paso 19: Debemos calcular aquí los valores $(s_2')_s = (S_3)_s + y_0$; luego debemos intercalar las sumarias obtenidas en el paso 6 con las

fichas "00" a igualdad de "fecha"; posteriormente se pasan por la tabuladora y se confeccionan las correspondientes planillas.

Paso 7: Se de los valores pide el cálculo $(s_1)_{8/2} = y_0 - Y_4$ y $(s_3)_{8/2} = y_0 - Y_4 + Y_8 - Y_{16}$ para lo cual intercalamos a igualdad de "fecha" las fichas "00" con las sumarias 04, 08 y 16, las que pasadas por la tabuladora nos dan las sumarias que a su vez, listadas en la tabuladora, nos permite obtener las correspondientes planillas (Sumarias 34 - Tipo 5).

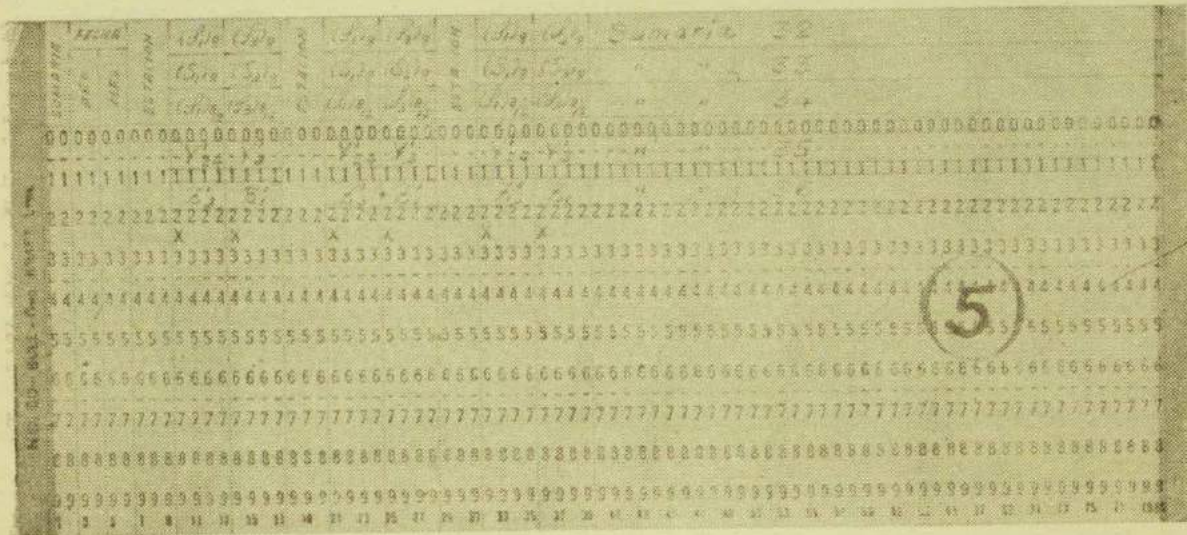


FIG. 21. — Fichas sumarias 32, 33 y 34.

Paso 8: En este paso se piden los valores $(S_1)_{8/2}$ y $(S_3)_{8/2}$ iguales respectivamente a $(s_1)_{8/2} + y_0$ y $(s_3)_{8/2} + y_0$ respectivamente, lo que se consigue intercalando a igualdad de "fecha" las sumarias del paso anterior con las fichas "00" las que pasadas luego por la tabuladora nos dan las planillas.

Paso 10 y Paso 20: Calculamos simultáneamente en este paso los valores $(T_1)_{8/4} = Z_2(T_3)_{8/4} = Z_2 - Z_6$; $(T_5)_{8/4} = Z_2 - Z_6 + Z_{10}$ y $(T_3')_{8/4} = Z_6 - Z_{10}$ para lo cual intercalamos a igualdad de "fecha" las sumarias 02, 06 y 10, las que pasadas luego por la tabuladora nos dan las planillas de valores solicitados.

Paso 11 y Paso 12: Para ejecutar los pasos señalados debemos reproducir las sumarias 16 y 01, ya que las operaciones son: $Y_{16} Y_{24} = Y_{24}' = Y_{16-16} + Y_{16+16}$ y $Y_1 Y_3 = Y_3' = Y_{1-1} + Y_{1+1}$ que son operaciones similares a las efectuadas en el paso 1; una vez reproducidas, se extraen de cada grupo las fichas necesarias para obtener los desplazamientos de "fecha" requeridos, se intercalan y se pasan por la tabuladora, obteniéndose las sumarias "35" (tipo 5), las que listadas en la tabuladora nos dan las planillas de valores.

Paso 11 b y 13: Se deben calcular los valores $Y''_{19} = Y'_{14-24} + Y'_{24+24}$ y $Y_5'' = Y'_{3+5} + Y'_{3-5}$ utilizándose las sumarias "35" como base, de las

cuales se harán tres reproducciones, contando así con las originales con cuatro juegos que, intercalados con los desplazamientos de "fecha" correspondientes y pasados por la tabuladora, nos dan las planillas de valores solicitados.

Paso 14: Se pide el cálculo de los valores $s_3' = s_{1-3} + s_{1-2} + s_{1-1} + s_{1_0} + s_{1_{+1}} + s_{1_{+2}} + s'_{1_{+3}}$ para lo cual tomamos las sumarias "30" que poseen los valores base, es decir, los s_1 , las reproducimos y previa extracción de fichas para el desplazamiento de "fecha" pasamos por tabuladora para obtener las sumarias auxiliares $s_{1_3} = s_{1_{+3}} + s_{1-3}$; en la misma forma obtenemos en otras dos pasadas las sumarias s_{1_2} y s_{1_1} . Con estas mismas sumarias y las fichas reproducidas procedemos a una intercalación, luego de la cual las fichas son pasadas por la tabuladora obteniéndose las correspondientes planillas de valores.

Paso 15 y Paso 18: Calculamos simultáneamente los valores $Z_3' = Z_{1_{+3}} - Z_{1_{+3}}$ y $Z_1' = s_{1-1} - s_{1-1}$ y para lo cual necesitamos las sumarias 01 y sus reproducidas del paso 11, además necesitamos las sumarias "30" y sus reproducidas del paso 14; previa la extracción de fichas necesarias para el desplazamiento de "fecha" se efectúan las intercalaciones y pasadas luego por la tabuladora, nos permite obtener las sumarias "36" (Tipo 5), las que pasadas luego por la tabuladora nos dan las planillas correspondientes.

Paso 16: Con las sumarias "36" del paso anterior debemos calcular $Z_3'' = Z'_{3_{+3}} - Z'_{3_{-3}}$ para lo cual las reproducimos, extraemos las fichas necesarias para el desplazamiento de "fecha", intercalamos y pasamos por la tabuladora, obteniendo las planillas de valores pedidos.

Paso 17: Debemos ahora los valores $T_3' = T_1 + T_2 + T_3 = 3Z_1 + 2Z_2 + Z_3$ para lo cual necesitamos las sumarias 01, 02, las reproducidas de las 01 y las sumarias "31", intercalándolas a igualdad de fecha y pasándolas luego por la tabuladora que sumará de la "31" los valores $T_3 = Z_1 + Z_2 + Z_3$; de la "02" los valores Z_2 y de las "01" los valores Z_1 , lo cual será igual a lo solicitado.

551.586:634 (826.2)

LA FLORACIÓN DEL MANZANO Y SU RELACIÓN CON LAS TEMPERATURAS INVERNALES EN EL ALTO VALLE DEL RÍO NEGRO

POR ROBERTO ANTONIO RUGGIERO *

Resumen. — Se estudia la floración de setenta variedades de manzano (*Pyrus malus* L.) y su relación con las temperaturas otoño-invernales de los años 1935, 1936 y 1937 en el Alto Valle del Río Negro. En las variedades de la colección se analizan el comienzo y la duración de la floración, estableciéndose una correlación entre la cantidad de "horas de frío" hasta comienzo de floración y la duración de la citada fase.

Summary. — In this work is studied the flowering from seventy varieties of apple tree (*Pyrus malus* L.) and its relationship with the Autumn-Winter temperatures of the years 1935, 1936 and 1937 in the region of the Alto Valle of Río Negro (High Valley of the Black River). The beginning and duration of the flowering are analyzed in the mentioned varieties, and a correlation is established between the amount of "hours of coldness" till the start of flowering and the duration of the quoted phase.

I. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Los árboles de follaje caduco necesitan durante su período de inactividad fenológica determinadas condiciones de duración e intensidad de frío para poder reiniciar en forma ventajosa su actividad en la primavera siguiente, siempre que las condiciones ambientales de esa estación llenen las exigencias específicas y varietales requeridas. Cuando la temperatura durante el invierno es insuficiente para satisfacer las exigencias en frío de los vegetales se producen anomalías fenológicas de importancia. En términos generales, puede establecerse que las especies y variedades de floración temprana son las de menor exigencia en frío, en tanto que las de floración tardía tienen un requerimiento mayor.

Ya COVILLE (1920) había señalado la importancia de la influencia del frío como factor estimulante en el crecimiento de los vegetales. WELDON (1934) estudió el problema de la foliación atrasada en árboles frutales de hojas caducas y concretó en una publicación sus quince años de trabajo sobre el tema. Según cita ESTRADA (1935), en 1924 en Ontario (California), una conferencia de técnicos dictaminó la causa de la foliación atrasada que se venía observando desde hacía muchos años en las diversas especies frutales, especialmente en el duraznero. Los hombres de ciencia de California y particularmente el pomólogo W. R. Chandler, observaron que el atraso de la foliación estaba relacionado con alta temperatura, fuerte insolación y bajo porcentaje de humedad durante los tres meses precedentes al despertar de la vegetación. CHANDLER y sus colaboradores (1937) estudiaron las exigencias en frío de los

* Ingeniero Agrónomo, Jefe de la Sección Coordinación Agrometeorológica del Departamento de Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional.

árboles frutales de follaje caduco en California, llegando a determinar que las mismas son variables para las distintas especies y variedades, citando en su trabajo anomalías producidas en el manzano por falta de frío invernal.

En nuestro país, la causa del fenómeno de la "foliación atrasada" fué señalada por primera vez, a la luz de los antecedentes referidos, por BURGOS y LEDESMA (1942), quienes estudiaron las anomalías fenológicas producidas en los árboles frutales en el año 1939 en todo el territorio, como una consecuencia de la falta de frío del invierno precedente. Con posterioridad, los mismos autores reactualizaron el problema en diversos trabajos; así, BURGOS (1943) hizo una revisión general de la influencia del invierno sobre los frutales de hojas caducas y de las consecuencias de la deficiencia en frío, y LEDESMA (1950) estudió las anomalías fenológicas en la floración, brotación, fructificación, longevidad y rendimiento de los árboles originadas por esta causa. LEDESMA (1951) en un trabajo exhaustivo, estudió la floración del duraznero en Buenos Aires y las irregularidades fenológicas registradas durante el año 1941/42, llegando a la conclusión que la falta de frío invernal provoca en esta especie en Buenos Aires: *a*) atraso en la fecha de comienzo de floración, deficiencia que es más notable en las variedades de mayor exigencia en frío, y *b*) la duración de la floración se prolonga, especialmente en las variedades de menor exigencia en frío. A similares conclusiones hemos arribado en este trabajo, estudiando la floración de las distintas variedades del manzano de la colección pomológica de la Estación Experimental de Cinco Saltos (Río Negro).

El manzano es la especie de mayor exigencia en frío entre los frutales de gran cultivo, siendo por ello que su cultivo comercial se localiza en las regiones frías del país, estando comprendida su exigencia entre 900 y 1000 horas con temperaturas inferiores a 7,0°C durante el invierno (MAGNESS y TRAUB-1941). Se considera esta temperatura porque, según NIGHTINGALE y BLAKE (1934), es casi nula la actividad de crecimiento en el manzano cuando la temperatura ambiente es inferior a ese nivel térmico, computándose el número de horas inferiores a 7,0°C como aprovechables para satisfacer las exigencias en frío de las especies de follaje caduco.

Todo lo dicho anteriormente sirve para explicar el comportamiento de esta especie en su relación con el termoperiodismo anual, según el concepto de BURGOS (1952), de donde se puede inferir que esta especie termocíclica requiere termoperíodo anual amplio, es decir, termofases anuales positiva y negativa que acusen mucha diferencia entre sí, lo que satisface su exigencia con una suficiente cantidad de temperaturas bajas en invierno durante su inactividad fenológica y una adecuada suma de altas temperaturas en el verano para la maduración del fruto.

II. MATERIAL Y METODO

La base numérica de este trabajo se tomó de un informe inédito de PROVERBIO (1951), a quien agradecemos la autorización de su uso, del que se extractaron: *a*) fecha media de comienzo de floración, valor promedio de quince años de observaciones, *b*) fecha de comienzo de floración de los años 1935, 1936 y 1937, y *c*) duración de la floración

en los mismos años. Los datos fenológicos consignados en ese informe fueron tomados del Archivo de la Estación Experimental de Cinco Saltos (Río Negro) y corresponden a los de una colección de setenta variedades de manzano, colección de suma importancia pues se encuentran en ella la mayor parte de las variedades actualmente bajo cultivo en el Alto Valle del Río Negro y, por consiguiente, de interés comercial para el país.

Al consultar los registros fenológicos del citado informe nos llamó la atención el hecho de que, durante el año 1936, la fecha de comienzo de floración en todas las variedades se adelantaba con respecto a los años precedente y posterior y que la duración de la floración en los años 1935 y 1937 era prolongada con respecto a la del año 1936, especialmente en las variedades de menor exigencia en frío. Como nuestras observaciones eran similares a las conclusiones obtenidas por LEDESMA (1951) por falta de frío invernal, nos inclinamos a verificar si efectivamente los años predichos habían contado con una termofase anual negativa atenuada, lo cual quedó comprobado, según lo consignan los cuadros I y II. En términos generales, el año 1936 fué más frío que 1935 y 1937.

Dado que era necesario correlacionar los datos fenológicos con los meteorológicos y no disponiendo Cinco Saltos, en esa época, de estación meteorológica que los pudiera proporcionar, se utilizaron los correspondientes a los de la Estación Meteorológica de Cipolletti (Río Negro), sometida a la misma influencia macroclimática, y distante de aquélla 9 km en dirección SSE. Los valores horarios calculados para tal estación se extrajeron del Archivo del Servicio Meteorológico Nacional.

CUADRO I. — *Indices de termofase negativa anual desde el 1º-IV al 31-VIII de la Estación Meteorológica de Cipolletti (Río Negro).*

Temperatura (°C)	Año 1935	Año 1936	Año 1937	
Media	8,9	8,5	9,5	
Máxima absoluta	29,6	30,6	34,1	
Mínima absoluta	-8,3	-10,9	-8,9	
Media mensual {	Abril	12,5	14,4	14,9
	Mayo	11,2	8,8	9,3
	Junio	6,1	5,5	8,9
	Julio	6,4	6,9	6,2
	Agosto	8,4	6,9	8,0

El cuadro I consigna la temperatura de los tres años a partir del 1º de abril hasta el 31 de agosto. Se han tomado dichos extremos porque, respectivamente, pueden representar el principio del descanso invernal y el comienzo de la actividad de las yemas en los manzanos, en el Valle del Río Negro. Durante el período correspondiente al año 1936, la temperatura media y la temperatura mínima absoluta acusan valores inferiores con respecto a los años restantes; la temperatura máxima absoluta, en cambio, es más baja en el año 1935 con relación a los otros dos años, en los cuales los valores máximos se produjeron durante el mes de abril, con medias mensuales sensiblemente mayores que en 1935. En el año 1936 las restantes medias mensuales acusan valores más bajos.

En el cuadro II se muestra el número de horas por debajo de $7,0^{\circ}\text{C}$ acumuladas en los distintos meses a partir del 1^o-IV al 31-VIII. Se considera esta temperatura porque, según lo ya dicho, la actividad de crecimiento en el manzano es casi nula cuando la temperatura ambiente es inferior al nivel térmico citado, computándose el número de horas con temperaturas inferiores a $7,0^{\circ}\text{C}$ como aprovechables para satisfacer las exigencias en frío de las especies de follaje caduco.

Cabe consignar que el promedio de número de horas con temperaturas inferiores a $7,0^{\circ}\text{C}$ acumuladas a partir del mes de abril hasta agosto en el Alto Valle es, según datos meteorológicos de Cipolletti, de 1.557 horas (valor promedio de 16 años: 1931-1946). El año 1936 es el único de los años estudiados que supera ese valor medio.

Con el fin de estudiar la floración de las distintas variedades del manzano en el Alto Valle y su relación con las temperaturas invernales, se analizan el comienzo y la duración de floración y se establece una correlación entre la cantidad de 'horas de frío' hasta comienzo de floración y la duración de la citada frase.

CUADRO II. — Número de horas por debajo de $7,0^{\circ}\text{C}$ en los distintos meses a partir de abril hasta agosto y el total del período, de la Estación Meteorológica de Cipolletti (Río Negro).

Años	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
1935	177	180	398	411	312	1478
1936	60	276	451	410	410	1607
1937	88	273	342	458	305	1466

III. ANALISIS DE LA FLORACION EN RELACION CON LAS TEMPERATURAS INVERNALES

1. COMIENZO DE FLORACIÓN

Para analizar el comienzo de floración de todas las variedades de la colección se las ha agrupado en el cuadro III, donde se consignan: a) la fecha media de comienzo de floración de cada variedad, valor promedio de quince años de observaciones fenológicas, b) la fecha de comienzo de floración de los años 1935, 1936 y 1937, y c) los días de adelanto o atraso, según los años, con respecto a la fecha media de comienzo de floración. La Fig. 1 ilustra tales valores.

En el año 1936, el único de los tres años estudiados que excede el número medio de "horas de frío" invernal, se producen adelantos en las fechas de comienzo de floración en todas las variedades con respecto al valor medio, adelanto que es más pronunciado en las variedades de floración tardía, aquéllas de mayor exigencia en frío invernal. Vale decir que cuando la cantidad de "horas de frío" invernal es inferior a la normal se produce un atraso en el comienzo de la floración, conclusión similar a la establecida por otros autores. El número de días de adelanto en la fecha de floración es poco constante y varía de 3 a 8 días en las variedades con fecha media de floración temprana (Sharpe's Early, Champion, Ben Davis, Ballarat Seedling, etc. . .) y de 6 a 14 días en las de floración tardía (Rome Beauty, Northern Spy, Whatmore, Saint Lawrence, etc. . .).

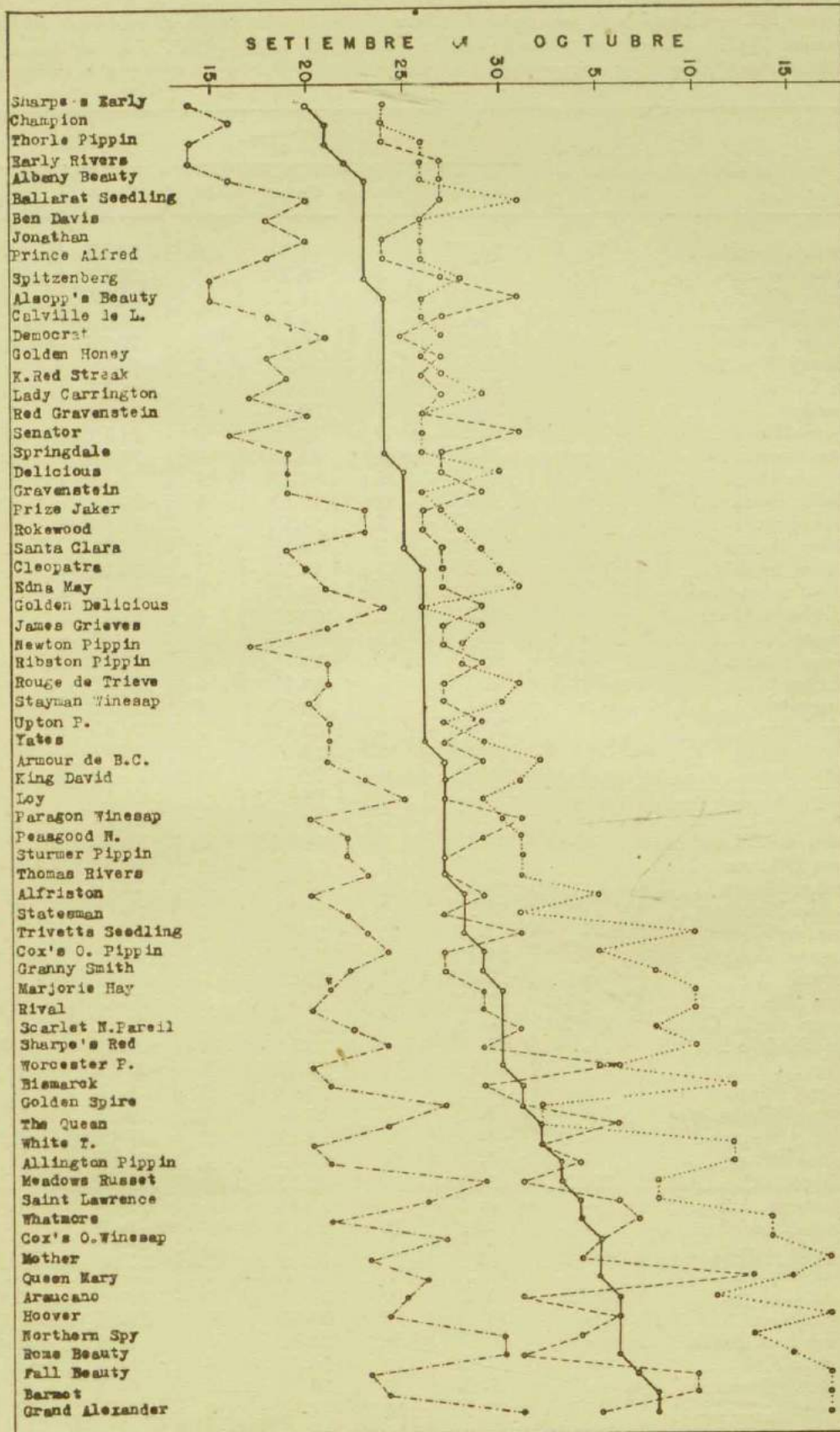


FIG. 1. — Comienzo de floración del manzano en Cinco Saltos (Río Negro). Fecha media de comienzo de floración (línea llena). Fecha comienzo de floración de los años 1935 (línea punteada), 1936 (línea de punto y raya) y 1937 (línea quebrada).

CUADRO III. — Colección de manzanos de Cinco Saltos. Fecha media de comienzo de floración. Fecha comienzo de floración de los años 1935, 1936 y 1937. Días de atraso o adelanto según los años, con respecto a la media.

Variedad	Fecha media	1935		1936		1937	
		Fecha	At.	Fecha	Ad.	Fecha	At.
Sharpe's Early	20-IX	24-IX	4	14-IX	6	24-IX	4
Champion	21-IX	24-IX	3	16-IX	5	24-IX	3
Thorle Pippin	>	26-IX	5	14-IX	7	24-IX	3
Early Rivers	22-IX	26-IX	4	14-IX	8	27-IX	5
Albany Beauty	23-IX	26-IX	3	16-IX	7	27-IX	4
Ballarat Seedling	>	1- X	8	20-IX	3	27-IX	4
Ben Davis	>	26-IX	3	18-IX	5	26-IX	3
Jonathan	>	26-IX	3	20-IX	3	24-IX	1
Prince Alfred	>	26-IX	3	18-IX	5	24-IX	1
Spitzenberg	>	28-IX	5	15-IX	8	27-IX	4
Alsopp's Beauty	24-IX	26-IX	2	15-IX	9	1- X	7
Calville de L.	>	26-IX	2	18-IX	6	27-IX	3
Democrat	>	27-IX	3	21-IX	3	25-IX	1
Golden Honey	>	26-IX	2	18-IX	6	27-IX	3
K. Red Streak	>	27-IX	3	19-IX	5	26-IX	2
Lady Carrington	>	29-IX	5	17-IX	7	27-IX	3
Red Gravenstein	>	26-IX	2	20-IX	4	26-IX	2
Senator	>	26-IX	2	16-IX	8	1- X	7
Springdale	>	26-IX	2	19-IX	5	27-IX	3
Delicious	25-IX	30-IX	5	19-IX	6	27-IX	2
Gravenstein	>	26-IX	1	19-IX	6	29-IX	4
Prize Jaker	>	27-IX	2	23-IX	2	26-IX	1
Rokewood	>	28-IX	3	23-IX	2	26-IX	1
Santa Clara	>	29-IX	4	19-IX	6	27-IX	2
Cleopatra	26-IX	30-IX	4	20-IX	6	27-IX	1
Edna May	>	1- X	5	21-IX	5	27-IX	1
Golden Delicious	>	26-IX	0	24-IX	2	29-IX	3
James Grieves	>	29-IX	3	21-IX	5	27-IX	1
Newton Pippin	>	28-IX	2	17-IX	9	27-IX	1
Ribston Pippin	>	28-IX	2	21-IX	5	29-IX	3
Rouge de Trieve	>	1- X	5	21-IX	5	27-IX	1
Stayman Winesap	>	30-IX	4	20-IX	6	27-IX	1
Upton P.	>	27-IX	1	21-IX	5	29-IX	3
Yates	>	29-IX	3	21-IX	5	27-IX	1
Armour de B. C.	27-IX	2- X	5	21-IX	6	29-IX	2
King David	>	1- X	4	23-IX	4	27-IX	0
Loy	>	29-IX	2	25-IX	2	27-IX	0
Paragon Winesap	>	30-IX	3	20-IX	7	1- X	4
Peasgood Nonesuch	>	1- X	4	22-IX	5	29-IX	2
Sturmer Pippin	>	1- X	4	22-IX	5	27-IX	0
Thomas Rivers	>	1- X	4	23-IX	4	27-IX	0
Alfriston	28-IX	5- X	7	20-IX	8	29-IX	1
Statesman	>	1- X	3	22-IX	6	27-IX	-1
Trivetts Seedling	>	10- X	12	23-IX	5	1- X	3
Cox's O. Pippin	29-IX	5- X	6	24-IX	5	27-IX	-2
Granny Smith	>	8- X	9	22-IX	7	27-IX	-2
Marjorie Hay	30-IX	10- X	10	21-IX	9	29-IX	-1
Rival	>	10- X	10	20-IX	10	29-IX	-1
Scarlet Non Pareil	>	8- X	8	22-IX	8	1- X	1
Sharpe's Red	>	10- X	10	24-IX	6	29-IX	-1
Worcester Pearmain	>	5- X	5	20-IX	10	6- X	6
Bismarck	1- X	12- X	11	21-IX	10	29-IX	-2

CUADRO III (Continuación)

Variedad	Fecha media	1935		1936		1937	
		Fecha	At.	Fecha	Ad.	Fecha	At.
Golden Spire	1- X	2- X	1	27-IX	4	1- X	0
The Queen	2- X	2- X	0	24-IX	8	6- X	4
White T.	>	12- X	10	20-IX	12	2- X	0
Allington Pippin	3- X	12- X	9	21-IX	12	4- X	1
Meadows Russet	>	8- X	5	29-IX	4	1- X	-2
Saint Lawrence	4- X	8- X	4	26-IX	8	6- X	2
Whatmore	>	14- X	10	21-IX	13	7- X	3
Cox's O. Winesap	5- X	14- X	9	27-IX	8	5- X	0
Mother	>	17- X	12	23-IX	12	4- X	-1
Queen Mary	>	15- X	10	26-IX	9	13- X	8
Araucano	6- X	11- X	5	25-IX	11	1- X	-5
Hoover	>	17- X	11	24-IX	12	6- X	0
Northern Spy	>	13- X	7	30-IX	6	4- X	-2
Rome Beauty	>	15- X	9	30-IX	6	1- X	-5
Fall Beauty	7- X	17- X	10	23-IX	14	10- X	3
Barmot	8- X	17- X	9	24-IX	14	10- X	2
Grand Alexander	>	17- X	9	1- X	7	5- X	-3

En los años 1935 y 1937 se verifica en general un atraso en la fecha de comienzo de floración, atraso que se acentúa en las variedades de floración tardía, según puede verse en la Fig. 1. El atraso de la floración se generaliza durante el año 1935, salvo Golden Delicious y The Queen, y variable de 3 a 8 días en las variedades tempranas y de 5 a 12 días en las tardías. El atraso o adelanto de la fecha de comienzo de floración es, en general, de mayor amplitud en las variedades de floración tardía.

En el año 1937 el atraso en las variedades de floración tardía no fué tan pronunciado como en 1935, y su causa puede buscarse en las temperaturas primaverales superiores (Cuadros IV y V), pues si bien en las variedades tempranas el atraso oscila entre 0 y 7 días, en las tardías se llegan a producir adelantos en las fechas de comienzo de floración con respecto a la media de hasta cinco días (Rome Beauty, Araucano).

CUADRO IV. — *Temperaturas de los diez días anteriores a la floración de la primera variedad.*

Temperatura (°C)	1935	1936	1937
	14-IX a 24-IX	4-IX a 14-IX	14-IX a 24-IX
Media	8,8	8,5	12,1
Máxima absoluta	20,0	20,2	28,1
Mínima absoluta	-3,7	-5,0	-1,7

Observando el cuadro III se puede establecer que el tiempo transcurrido entre el comienzo de floración de la primera variedad en flore-

cer y la última, es menor en los años con mayor cantidad de horas de temperaturas inferiores a $7,0^{\circ}\text{C}$, circunstancia que se ha resumido en el cuadro VI.

CUADRO V. — *Temperaturas durante el comienzo de la floración.*

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	1935 24-IX a 17-X	1936 14-IX a 1 ^o -X	1937 24-IX a 13-X
Media	9.9	12.9	13.8
Máxima absoluta	24.1	26.6	28.6
Mínima absoluta	-2.7	-0.6	0.1

CUADRO VI. — *Fechas extremas de comienzo de floración del manzano en Cinco Saltos durante los años 1935, 1936 y 1937.*

Años	Comienzo de floración		Intervalo (días)
	Primera variedad	Última variedad	
1935	Sharpe's Early	Grand Alexander	23
	Champion	Fall Beauty-Hoover	
	Set. 24	Oct. 17	
1936	Sharpe's Early	Grand Alexander	17
	Thorle Pippin		
	Early Rivers	Oct. 1 ^o	
1937	Sharpe's Early	Queen Mary	19
	Thorle Pippin		
	Prince Alfred	Oct. 13	
	Jonathan-Champion		
	Set. 24		

Del análisis de la Fig. 1 y de los cuadros III, IV, V y VI surgen las siguientes conclusiones:

a) Cuando la cantidad de "horas de frío" invernal es inferior a la normal se produce un atraso en el comienzo de la floración, proporcional a la exigencia varietal, el que se acentúa en las variedades de floración tardía. Durante el año 1937, con temperaturas primaverales superiores a las de 1935, el atraso en las variedades de floración tardía no fué muy pronunciado.

b) En años cuya cantidad de "horas de frío" invernal es superior a la normal la floración se adelanta, lo que se acentúa en las variedades de floración tardía.

c) El número de días entre el comienzo de floración de la primera variedad en florecer y la última, es menor en los años con mayor cantidad de horas de temperaturas inferiores a $7,0^{\circ}\text{C}$.

2. DURACIÓN DE LA FLORACIÓN

Para estudiar la relación entre la duración de la floración y la época en que ella ocurre en las variedades del manzano de la colección de Cinco Saltos durante los años 1935, 1936 y 1937, se ha trazado la Fig. 2. En el eje de abscisas se consigna la fecha de comienzo de floración y en el de ordenadas la duración de la floración en días. Cada punto representa el valor promedio de la duración de la floración de las variedades que florecen el mismo día.

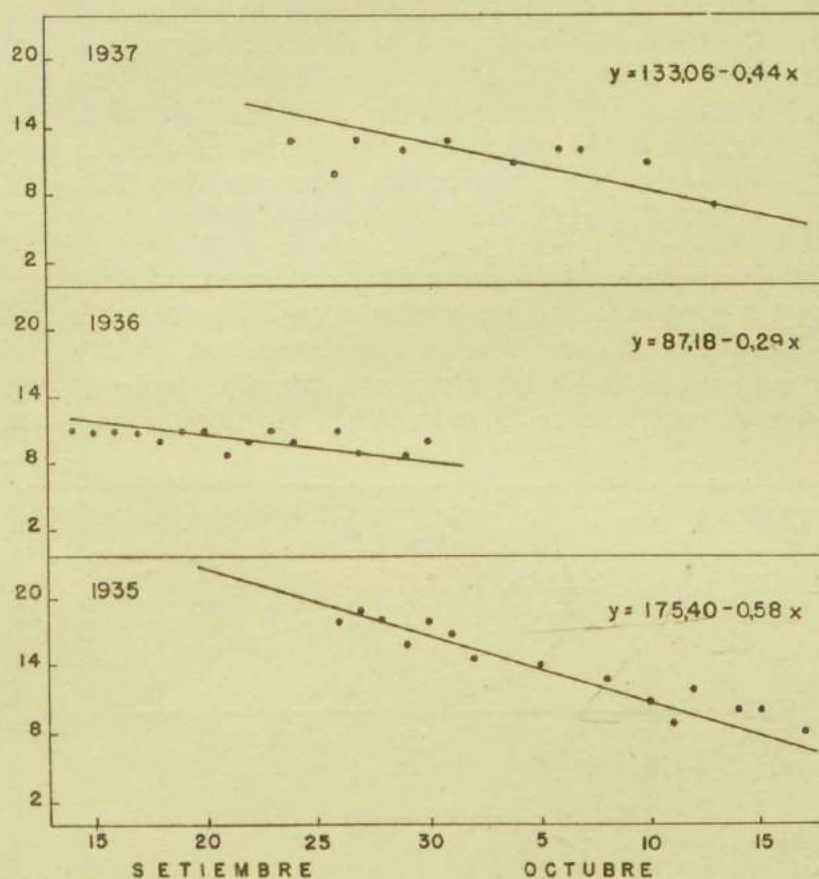


FIG. 2. — Duración de la floración en días durante los años 1935, 1936 y 1937 de la colección de manzanos de Cinco Saltos, según la fecha de iniciación de la fase.

Se advierte en el gráfico que la duración de la floración disminuye de las variedades muy precoces a las muy tardías, siendo ello bien notable durante los años con cantidad de "horas de frío" invernal inferior a la media, tal como en 1935 y 1937. El año 1936, con "horas de frío" superior a la media, acusa muy pocas variaciones. La duración de la floración en el año 1935 oscila entre 8 días (duración de la floración promedio de las variedades que tienen comienzo de floración el día 17-X) y 19 días (duración de la floración promedio de las variedades que tienen comienzo de floración el día 27-IX), lo que hace una diferencia de 11 días, mientras que en año 1937 la duración de la floración fluctúa entre 7 y 13 días, con 6 de diferencia. En el año 1936

es aún menor la amplitud, pues apenas existe una diferencia de dos días solamente.

Para observar cómo varía la duración de la floración de las distintas variedades del manzano según la fecha de comienzo de esta fase en los tres años analizados, hemos convenido en considerar cuatro grupos de variedades en la siguiente forma:

- Grupo A). Reúne a las variedades cuya fecha media de comienzo de floración está comprendida entre los días 19-IX y 23-IX, variedades que podemos considerar precoces.
- Grupo B). Incluye a las variedades cuya fecha media de comienzo de floración está comprendida entre los días 24-IX y 28-IX.
- Grupo C). Reúne a las variedades cuya fecha media de comienzo de floración está comprendida entre los días 29-IX y 3-X.
- Grupo D). Incluye a las variedades cuya fecha media de comienzo de floración está comprendida entre los días 4-X y 8-X, variedades que podemos considerar tardías.

Los días de duración de la floración para las variedades de cada uno de estos cuatro grupos se han representado gráficamente en la Fig. 3. La duración de la floración en 1936 fué menor que en 1935 y 1937 para casi todas las variedades de la colección. Además, desde el grupo A al C, orden en el cual decrece la precocidad, se observa que la duración

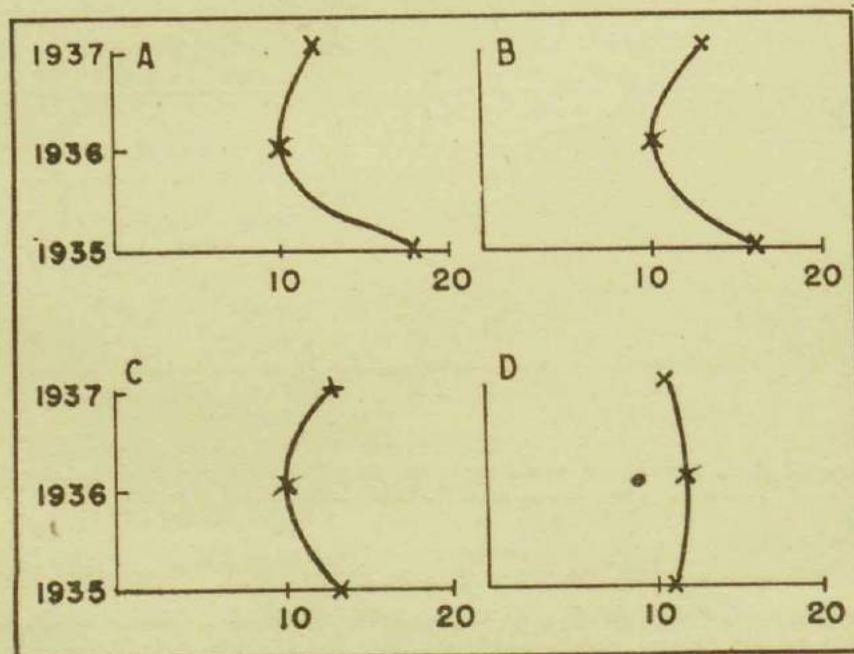


FIG. 3. — Duración de la floración, en días, durante los años 1935, 1936 y 1937 de la colección de manzanos de Cinco Saltos.

de la floración acusa las mayores diferencias, que se van haciendo menores a medida que la citada fecha media adelanta. Las variedades tardías (D) acusan muy pocas diferencias en la duración, con cualquier cantidad de horas invernales de frío, probablemente porque en ese momento han acumulado ya suficiente frío, acompañado por la mayor temperatura del aire que permite un cumplimiento rápido de la fase.

CUADRO VIII. — Coeficiente de correlación entre el número de horas con temperaturas inferiores a 7.0°C hasta comienzo de floración y la duración de la floración.

Variedad	r	Variedad	r	Variedad	r
Sharpe's Early	-0,47	Santa Clara	-0,11	Marjorie Hay	-0,45
Champion	-0,11	Cleopatra	-0,10	Rival	-0,06
Thorle Pippin	0,36	Edna May	-0,56	Scarlet N. Pareil	-0,62
Early Rivers	0,27	Golden D.	0,15	Worcester P.	0,29
Prince Alfred	-0,55	James Grievés	0,00	Sharpe's Red	-0,02
Albany Beauty	0,19	Newton Pippin	0,04	Bismarck	-0,55
Ben Davis	0,14	Rouge de Triève	-0,03	Golden Spire	-0,02
Ballarat Seed	-0,50	Ribston Pippin	-0,09	The Queen	0,24
Jonathan	-0,18	Stayman W.	-0,12	White T.	0,06
Spitzenberg	0,07	Upton P.	-0,17	Allington Pippin	0,10
Alsopp's B.	0,48	Yates	0,05	Meadows Russet	0,00
Calville de L.	0,20	Armour de B. C.	-0,10	St. Lawrence	0,27
Democrat	-0,04	King David	-0,01	Whatmore	-0,37
Golden Honey	0,28	Loy	-0,32	Mother	-0,45
K. Red Streak	0,07	Paragon W.	0,18	Queen Mary	-0,05
Lady Carrington	-0,51	Peasgood N.	-0,01	Cox's O. W.	-0,54
Red Gravenstein	-0,20	Thomas Rivers	-0,30	Rome Beauty	-0,69
Senator	0,07	Sturmer Pippin	-0,22	Hoover	-0,47
Springdale	-0,28	Alfriston	0,09	Northern Spy	-0,14
Delicious	0,36	Trivetts Seed	-0,63	Araucano	-0,57
Gravenstein	0,09	Statesman	-0,15	Fall Beauty	-0,31
Prize Jaker	-0,39	Cox's O. Pippin	-0,12	Barnot	0,33
Rokewood	-0,32	Granny Smith	-0,15	Grand Alexander	-0,58

CUADRO VII. — *Agrupamiento de las variedades del manzano de la colección de Cinco Saltos según la duración de la floración.*

	Años	« Horas de frío »	Duración de la floración (días)				
			— 5	5-11	12-18	19-25	+ 25
Número de variedades	1935	1478	0	16	45	8	0
	1936	1607	0	52	17	0	0
	1937	1466	0	17	50	2	0

Para considerar el comportamiento de la colección en relación con las temperaturas invernales, se han agrupado las variedades del manzano según la duración de la floración (cuadro VII).

En el año 1936, la mayor parte de las variedades, 52 sobre un total de 69, lo que representa el 82,6 %, tuvieron una duración de la floración entre 5 y 11 días, mientras que en las restantes la floración fué más prolongada, entre 12 y 18 días. No se registraron duraciones mayores. El 65,2 % de las variedades en el año 1935 y el 72,5 % en el año 1937 tuvieron una duración de la floración entre 12 y 18 días, habiéndose producido duraciones mayores aún, especialmente en el año 1935, donde ocho variedades acusaron duraciones en su floración entre 19 y 25 días.

Se ha tratado de establecer si existe correlación matemática entre la cantidad de "horas de frío" hasta comienzo de floración y la duración de la citada fase, de las variedades de la colección de manzanos de Cinco Saltos durante los tres años anteriormente citados, para lo cual se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Los valores obtenidos de r para todas las variedades se han incluido en el cuadro VIII.

Dividamos nuevamente el conjunto de variedades en cuatro grupos, de la misma manera que cuando analizábamos la duración de la floración y vemos que (cuadro IX) entre el número de horas inferiores a 7,0°C a partir del 1° de abril hasta el comienzo de la floración y la duración de esta fase existe correlación negativa, pues a medida que aumenta la cantidad de "horas de frío" disminuye la duración de la floración.

CUADRO IX. — *Coefficiente de correlación y « horas de frío » de la colección de manzanos. Valores promedios.*

Variedades con fecha media de comienzo de floración entre los días	Promedio horas inferiores a 7,0°C a partir del 1°-IV hasta comienzo de floración	Valores promedios de r
A) del 19-IX al 23-IX	1.658	—0.08
B) del 24-IX al 28-IX	1.671	—0.09
C) del 29-IX al 3- X	1.697	—0.10
D) del 4- X al 8- X	1.718	—0.29

Del análisis de las Figs. 2 y 3 y de los cuadros VII, VIII y IX, podemos deducir las siguientes conclusiones:

a) La duración de la floración disminuye de las variedades muy precoces a las muy tardías. Las primeras variedades en florecer son las que acusan las mayores diferencias en la duración de la floración, mientras que no se observan oscilaciones en las muy tardías.

b) La duración de la floración aumenta en los años cuya cantidad de "horas de frío" invernal es inferior a la media (1935, 1937). Con un número de "horas de frío" invernal mayor a la media (1936) la duración de la floración, además de ser pequeña, acusa muy pocas oscilaciones.

c) La correlación entre la cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7,0°C hasta comienzo de floración y la duración de esta fase es negativa.

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones parciales de los capítulos 1º) comienzo de floración y 2º) duración de la floración, las podemos agrupar de la siguiente manera:

a) Cuando la cantidad de "horas de frío" invernal es inferior a la normal se produce un atraso en el comienzo de la floración proporcional a la exigencia varietal, y que se acentúa en las variedades de floración tardía. Durante el año 1937, con temperaturas primaverales superiores que en 1935, el atraso en las variedades de floración tardía no fué muy pronunciado.

b) En años cuya cantidad de "horas de frío" invernal es superior a la normal la floración se adelanta, lo que se acentúa en las variedades de floración tardía.

c) El número de días entre el comienzo de floración de la primavera variedad en florecer y la última, es menor en los años con mayor cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7,0°C.

d) La duración de la floración disminuye de las variedades muy precoces a las muy tardías. Las primeras variedades en florecer son las que acusan las mayores diferencias en la duración de la floración, mientras que no se observan oscilaciones en las muy tardías.

e) La duración de la floración aumenta en los años cuya cantidad de "horas de frío" invernal es inferior a la media (1935, 1937). Con un número de "horas de frío" invernal mayor a la media (1936) la duración de la floración, además de ser pequeña, acusa muy pocas oscilaciones.

f) La correlación entre la cantidad de horas con temperaturas inferiores a 7,0°C hasta comienzo de floración y la duración de esta fase es negativa.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BURGOS, J. J., y N. R. LEDESMA. 1942. — « Anomalías fenológicas en los árboles frutales durante el año 1939 ». *Rev. Arg. Agr.*, 9, 295-309. Buenos Aires.
- BURGOS, J. J. 1943. — « La influencia del invierno sobre los frutales de hojas caducas ». *Almanaque M. A. N.* XVIII, 345-348. Buenos Aires.
- BURGOS, J. J. 1952. — « El termoperiodismo como factor bioclimático en el desarrollo de los vegetales ». *METEOROS.* Año II, Nº 3-4, 215-242. Buenos Aires.
- CHANDLER, W. K.; M. H. KIMBALL; G. L. PHILIP; W. F. TUFTS, and G. P. WELDON. 1937. — « Chilling requirements for opening buds in deciduous orchard trees and some other plants in California ». *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 611. Berkeley.

- COVILLE, F. V. 1920. — « The influence of cold in stimulating the growth of plants ». *Jour. Agr. Res.*, 20, 2: 151-160. Washington.
- ESTRADA, M. 1935. — « La foliación atrasada ». *Revista B. A. P.*, 9-11. Febrero 1935. Buenos Aires.
- LEDESMA, N. R. 1950. — « Consecuencias del frío invernal insuficiente en los árboles de follaje caduco ». *Rev. Fac. Agr. (3° época)*. La Plata, t. XXVII.
- LEDESMA, N. R. 1951. — « La floración del duraznero y su relación con las temperaturas del invierno y primavera ». *METEOROS*. Año I, N° 1, 73-90. Buenos Aires.
- MAGNESS, J. R., and H. P. TRAUB. 1941. — « Climatic adaptation of fruits and nut crops ». *Climatz and Man. Yearbook U. S. A.*, 400-416. Washington.
- NIGHTINGALE, G. T., and M. A. BLAKE. 1934. — « Effects of temperature on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple trees ». *N. J. Agr. Exp. Sta. Bull.* 566.
- PROVERBIO, J. 1951. — « Valoración cuantitativa de la exigencia en frío invernal de una colección de variedades de manzano ». Departamento Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional ». Buenos Aires. Informe inédito.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. — « Registros meteorológicos de Cipolletti (Río Negro). Valores horarios ».
- WELDON, G. P. 1934. — « Fifteen years studies of delayed foliation of deciduous fruits trees in S. California ». *California St. Dept. Agr. Month. Bull.* 23, 160-181.

550.382 : 538.71.002.56

SOBRE EL USO DE LOS MAGNETÓMETROS QHM Y BMZ EN LA CAMPAÑA Y EN EL OBSERVATORIO MAGNÉTICO

POR LEONIDAS SLAUCITAJŠ *

Resumen. — Haciendo observaciones sobre la exactitud y precauciones necesarias para cumplir las mediciones de la intensidad geomagnética por el método clásico, determinando con el teodolito los valores MH y M/H , el autor, en base al material hasta ahora acumulado por la experiencia con los magnetómetros QHM (magnetómetro de cuarzo, para determinar la intensidad horizontal geomagnética) y BMZ (balanza magnética cero, para determinar la intensidad vertical geomagnética), subraya una vez más la importancia y conveniencia de usar los aludidos magnetómetros en las campañas magnéticas y en los trabajos de los observatorios magnéticos.

Zusammenfassung. — Nachdem die Genauigkeit und die Vorsicht diskutiert worden ist, die man bei der absoluten klassischen Methode der Bestimmung der Werte von MH und M/H mit einem magnetischen Teodoliten erzielt und benötigt hebt, der Verfasser nochmals, auf Grund des bisher, durch die Erfahrung gesammelten Materials, die Wichtigkeit und Angemessenheit des Gebrauches der QHM, und BMZ-Magnetometer in Feldmessungen, ebenso wie bei den Beobachtungen in den erdmagnetischen Observatorien, hervor.

I. OBSERVACIONES SOBRE LA EXACTITUD DE LAS MEDICIONES MAGNETICAS ABSOLUTAS

En la determinación absoluta de la intensidad horizontal geomagnética, H , usamos la combinación de mediciones M/H hechas por las deflexiones y de MH , observadas por las oscilaciones. H , que nos interesa, es así calculable. El momento magnético M del imán deflector y oscilante también puede ser calculado. Recibiendo durante una medición completa varios valores de M , reducidos a una temperatura, podemos tener también alguna impresión, junto con otras indicaciones, sobre la exactitud general de lo que fué medido.

No es fácil conseguir la exactitud "ideal" de 1 gama, 10^{-5} CGS, en los valores absolutos.

Primero: Para llegar a la exactitud mencionada, necesitamos estar seguros de que los valores de las distancias de las deflexiones r , con las cuales entramos en la correspondiente fórmula, son exactas hasta pocos micrones. Por ejemplo, para un teodolito con $r = 20$ cm en un campo de $H = 0,2$ CGS (que corresponde al campo H de la mayor parte de la República Argentina), por la fórmula diferencial $dH = 3 H dr/r$, recibimos la indicación de que numéricamente un error de 3 micrones produce una inexactitud de 1 gama. Conocer o depurar r absoluto hasta una exactitud de 3 micrones no es tarea sencilla.

* Doctor en Ciencias Matemáticas (Geofísica). Universidad de Riga. Profesor y Jefe del Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica en el Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Eva Perón.

Segundo: La fórmula diferencial de las oscilaciones $dT = TdH/2H$, indica que en un campo de H análogo al mencionado antes, y con las propiedades instrumentales, tales que el semiperíodo de oscilaciones T sería de unos 4^s, la exactitud en el conocimiento de T , para alcanzar en H hasta una precisión de 1 gama, es 0,50001.

Además, en las mediciones de deflexiones es apropiado prestar atención a la exactitud y veracidad de los ángulos u , los cuales introducimos en la fórmula. La correspondiente diferenciación de esta fórmula nos da la expresión $dH = H \cotg u \operatorname{sen} 1' du$, que indica, que en el caso de $H = 0,2$ y $u = 45^\circ$, la exactitud du necesaria para obtener 1 gama en H — es 0',15. No es difícil llegar, en mediciones directas de los ángulos, hasta la exactitud mencionada, pero siempre es mejor, si las condiciones lo permiten, hacer las correcciones de los ángulos medidos de deflexión por el cambio de la declinación magnética, D , y de H , que puede haber ocurrido durante el largo procedimiento de las mediciones mismas. La fórmula diferencial $du^{(1)} = tgu dH / \operatorname{sen} 1' H$ muestra, que siendo $H = 0,2$ y con un ángulo de deflexión $u = 45^\circ$, la corrección du es 1,6 veces numéricamente mayor que la correspondiente variación de H en gamas. Si al mismo tiempo cambió D , que se corrige por $dD = du$, pocos serán los casos donde, ignorando las depuraciones mencionadas, llegaríamos a una veracidad y a la exactitud de 1 gama, supuesta y pretendida en un observatorio.

El tomar en cuenta los cambios de H y D ocurridos durante las mediciones absolutas en el observatorio no es problema: hay que leer los magnetogramas. En la campaña se podrían observar solamente los cambios de D con otro imán suspendido, y suavizar la influencia de los cambios en H y D , como de costumbre, con el orden de las mediciones.

Mencionamos un ejemplo de práctica, donde, por los valores calculados de M , se ve la marcha de los resultados con las correcciones de u por dH y dD y sin ellas.

CUADRO I. — *Contraste de los instrumentos del Observatorio Astronómico de Eva Perón con los del Observatorio Geofísico de Pilar; 8 de septiembre de 1949*

Serie de valores de M , calculados sin las correcciones por dH y dD	La misma serie de valores de M calculados con las correcciones por dH y dD
648.59	649.25
650.29	650.32
649.00	649.66
650.72	650.20

Debemos agregar que para calcular MH por oscilaciones con exactitud completa necesitamos tener la seguridad, por supuesto, de conocer bien el momento de inercia, los coeficientes de temperatura, de inducción — para las deflexiones los coeficientes de distribución — y saber el nivel del patrón o sub-patrón, con respecto al International Standard. Toda aten-

ción necesaria para tener un exacto nivel de H presta con las indispensables mediciones absolutas el observatorio magnético.

En la campaña, con el instrumento de viaje, en variables condiciones del tiempo (mediciones, naturalmente, bajo protección de carpa), haciendo series de deflexiones y oscilaciones y empleando casi 2 horas en trabajo muy atento, podemos garantizar prácticamente la exactitud de H dentro de más o menos 10 gamas.

Ahora, determinando la inclinación magnética, I , por el método absoluto (con inductor terrestre) calculamos, con H medido anteriormente, la intensidad vertical Z . Si suponemos la exactitud de las determinaciones en la campaña $dH = 10$ gamas y $dI = 0,5$ — el error en Z , en base de la fórmula diferencial $dZ = \operatorname{tg} I dH + H dI \sec^2 I \operatorname{sen} 1'$, sale para el norte de la República (alrededores de La Quiaca) 6,5 gamas y para la región de Ushuaia 20 gamas.

II. MAGNETOMETRO DE CUARZO PARA MEDIR LA INTENSIDAD HORIZONTAL, EL QHM

Siendo severa la exactitud que se pretende para las distancias de deflexiones y para el período de oscilaciones, o la inconveniencia siempre de emplear el procedimiento clásico, como p. ej., hacer las oscilaciones en condiciones de campaña, se planteó la cuestión acerca de cómo simplificar las manipulaciones o los métodos para determinar las fuerzas magnéticas. En algunos observatorios se usan los instrumentos electromagnéticos, poniendo en lugar de un imán, un solenoide. El instrumento patrón del Coast and Geodetic Survey, Washington, dedicado para mediciones absolutas, es también un instrumento electromagnético, donde una vez determinadas las dimensiones necesarias del solenoide, con una exactitud a 0,000026 cm, y observando la corriente con la mayor precisión posible, se puede medir el campo geomagnético correcto hasta un cuarto de gama.

En 1936, el magnetólogo danés D. La Cour ideó un nuevo método para determinar la intensidad H . Consiste en comparar el valor MH con fuerza de torsión de un hilo de cuarzo al cual está suspendido un imán (¹). Las propiedades elásticas del hilo de cuarzo son notables. Tan sólo debemos dedicar nuestra atención a conocer la constante, que incluye, además del coeficiente de torsión, el valor del momento M del pequeño imán, el cual, teniendo su momento de un valor próximo a 2 CGS, mide solamente 1,5 cm. Este procedimiento por sí mismo, naturalmente, es relativo, pero la experiencia de 18 años mostró que, haciendo los contrastes con un instrumento patrón, el QHM, por la simplicidad de manipulación, por el corto tiempo exigido para la serie completa de mediciones y por su pequeño peso, puede reemplazar en muchos casos al teodolito magnético de las operaciones clásicas de MH y M/H .

Señalamos la gran ventaja en cuanto al tiempo necesario para medir H : en lugar de casi 2 horas, que empleamos para observaciones con el teodolito, con QHM completamos todo en unos 15 minutos. Corrigiendo los ángulos φ obtenidos por la torsión en 2π y -2π , por el cambio

de D (observando p. e. con otro instrumento, tal como otro QHM), prestando atención a la corrección por temperatura e inducción, eligiendo favorable número de vueltas en π para obtener el ángulo φ mayor posible (relacionado con la constante instrumental y el valor de H mismo) llegamos fácilmente, también durante la campaña, a una exactitud en el resultado final de H que se aproxima ya hasta un par de gamas, o tal vez más preciso.

Los ángulos favorables, y con esto la elección del número de vueltas, vienen indicados por la fórmula diferencial $dH = H \cotg \varphi d\varphi$ (²) *sen* 1', en la cual se ve, que en caso de mayor φ aparece menor error en la H . Para una $H = 0,2$ CGS es mejor observar con los ángulos φ cerca 60° - 70° ; el error $dH = 1$ gama puede ser producido en este caso por un desconocimiento del ángulo, $d\varphi = 0',5$ (ver N° 1 de Bibl., pág. 16; también N° 2 de Bibl., tabla 31, pág. 94).

Hasta ahora se encuentran en uso más de 200 instrumentos, QHM . ¿Qué dice la práctica de 18 años? El Observatorio Rude Skov, Dinamarca, por la publicación del Dr. J. OLSEN, que se refiere a la comparación de 14 instrumentos enviados a otros observatorios (generalmente por correo), consigna que el cambio en la constante general produjo influencia en el resultado final, en promedio no más que de 1 gama, y el error medio de una determinación de H de rutina con el QHM también es cerca de 1 gama (³).

El instrumento se demostró, por lo tanto, como muy apropiado para el uso en campaña, en el observatorio (⁴), y especialmente como instrumento conveniente para intercomparación dentro de la red mundial de los observatorios magnéticos. Se comprende, entonces, que el QHM fuera muy recomendado por varias asambleas internacionales de geomagnetismo. Mencionaremos, verbigracia, una última resolución de la Asociación de Magnetismo y Electricidad Terrestre de la UIGG, formulada en Bruselas en 1951, la cual expresa que los observatorios de la latitud geomagnética de 50° y más serían equipados con QHM -s para determinar los valores de la línea de referencia y para frecuentes contrastes con el observatorio de base (⁵, pág. 26). Muchos observatorios ya cuentan con QHM -s en su instrumental permanente.

También numerosos países usaron QHM para el levantamiento magnético de sus territorios (algunos ejemplos véanse en Bibl. N° 6, 7, 8).

El QHM puede ser usado también para determinar la dirección del meridiano magnético si conocemos la constante angular de la posición del hilo libre, tomando siempre en cuenta la corrección por torsión restante, que a su vez depende de H (⁶). Siendo determinado el azimut geográfico de la mira por métodos astronómicos o geodésicos, podemos fácilmente obtener el valor de la declinación magnética.

Dadas las ventajas de este instrumento, es de desear que su empleo se intensifique en el continente americano y en la Antártida, tanto para el levantamiento como para los observatorios magnéticos permanentes.

III. BALANZA MAGNETICA CERO, EL *BMZ*

En latitudes donde el valor de la inclinación magnética es grande sería más apropiado medir la intensidad magnética vertical, Z , directamente (ver la fórmula dZ anteriormente mencionada y la $dI' = (dZ - dH \operatorname{tg} I) / H \sec^2 I \operatorname{sen} I'$). No hay método para determinar Z análogamente a H que podamos llamar "absoluto". El método electromagnético puede ser aplicado para medir también Z , pero es de difícil uso en campaña.

Como sabemos existe un tipo de instrumentos para medir Z relativa en el campo: es el tipo de las balanzas magnéticas. La conocida y muy usada balanza de SCHMIDT da generalmente los valores relativos, también dentro de una amplitud limitada. La compensación general de la fuerza vertical geomagnética por un contrapeso, y el procedimiento de medir el resto por la inclinación del sistema magnético de su posición horizontal, calculando esta parte restante por el número de divisiones desviadas y por valor de escala, no acredita el valor de Z obtenido para considerarlo como absolutamente medido. La complicada construcción del sistema basculante es susceptible de permitir, especialmente durante el transporte, algunos cambios dentro del cuerpo mismo, difícilmente calculables; asimismo, el momento magnético del sistema es desconocido.

El autor del presente artículo se dedicó a la investigación de errores de las balanzas de SCHMIDT, acumulando datos sobre la constancia o inconstancia del "punto cero" (prácticamente las balanzas fabricadas indican este punto con "la lectura 30"); además, investigó más detalladamente el método de rutina para la determinación del valor de escala y la aplicación de los resultados recogidos. Las conclusiones obtenidas confirman una vez más el hecho de que solamente en los casos exclusivos, con contrastes muy frecuente y con cuidado, se podría llegar a un sistema práctico sobre la posibilidad de calcular valores casi absolutos en base a lecturas con estas balanzas.

Por ejemplo, una balanza Askania, Nº 750118, conservó su "valor de 30" dentro de 67 gamas durante 4 años de uso en la campaña (7, pág. 21). La balanza Nº 750116, con el valor de escala E , aproximadamente de 62 gamas por división, ha tenido características de distinta E para diferentes lecturas o partes de la escala. Por rutina se toma E como una constante general para todas las lecturas. Sin embargo, repitiendo las investigaciones también con otros ejemplares de balanzas, se observaron varios casos de no tener el mismo E en toda la escala. La balanza Askania Gf7 Nº 750127, p. e., tenía cerca de la lectura "—0" $E = 57,0$ gamas/1 div., cerca de "30" $E = 54,65$ y cerca del extremo "—60" $E = 53,8$. El error por esta causa puede producir en el resultado final de Z ó ΔZ el desconocimiento de unas ± 45 gamas.

Aplicando el otro método posible en el tipo de balanzas magnéticas, el método cero, es decir, siempre compensando en total el campo geomagnético de Z , llegamos a la situación en que; 1º) el momento mag-

nético del sistema basculante y el valor de escala con sus eventuales cambios no son de importancia; 2º) no influye el estado térmico del sistema basculante en su posición horizontal; 3º) siempre se puede usar un sistema muy sensible; 4º) el equilibrio del sistema o del imán basculante es independiente de los cambios en la gravedad, porque se pueden contruir ahora los sistemas sin contrapesos; 5º) es posible hacer un imán basculante de una pieza, inclusive el espejo y las cuchillas, disminuyendo el peso total del imán también al mínimo.

Estas consideraciones las tomó en cuenta D. LA COUR, cuando ideó y construyó su balanza *BMZ* (10).

La mayor parte de la intensidad vertical geomagnética del lugar se compensa con un imán tubular, ubicado arriba de la cámara, donde se encuentra el pequeño imán basculante. Este último imán pesa 2,5 g solamente. El resto de la intensidad vertical geomagnética se mide por el campo producido por el imán giratorio, colocado sobre un disco por debajo del imán basculante.

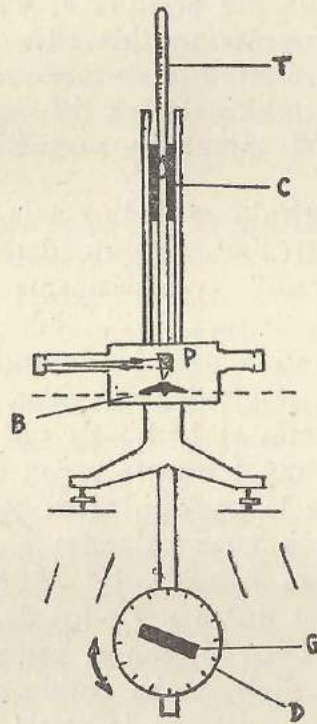


FIG. 1. — El *BMZ*. *C*, imán compensador principal; *G*, imán giratorio sobre el disco *D*; *B*, imán basculante; *P*, prisma, y *T*, termómetro.

Entonces, la calidad de los imanes compensadores y el conocimiento exacto del campo producido por éstos, son de importancia decisiva. El procedimiento para efectuar las mediciones es simple: llevar el imán basculante a la posición horizontal por la manipulación con el imán giratorio, y tomar las lecturas del termómetro y del disco. El último puede ser calibrado en unidades de gama. El campo del imán compensador principal y los coeficientes de temperatura pueden ser calculados por los contrastes en el observatorio.

¿Cómo conserva sus constantes el instrumento *BMZ*? Los doctores J. OLSEN y V. LAURSEN ⁽¹¹⁾ publican los resultados de contrastes de 4 instrumentos dentro del período 1941-1945. El cambio promedio en la constante principal en el mencionado período es de solamente unas 5 gamas.

El autor de este artículo, trabajando con un *BMZ* desde el año 1942 hasta 1946, no observó, por los contrastes en los observatorios de RUDE SKOV, NIEMEGK y WINGST un cambio por año en la constante principal de más de 10 gamas. El Cuadro II da los valores exactos de los contrastes.

La calibración repetida del disco no indicó cambios dignos de mención.

El *BMZ 24* se encontró durante los años 1942-1944 siempre en las campañas de levantamiento magnético de Letonia ⁽⁷⁾. Después fué usado con éxito para determinar las líneas de referencia del magnetógrafo Z, paralelamente con observaciones por inductor terrestre y teodolito magnético en el observatorio magnético de Wingst (Alemania) durante el lapso 1944-1946 ⁽¹²⁾.

CUADRO II

T i e m p o	Observatorio de contraste	Constante principal del <i>BMZ 24</i>
Mayo 1942	Rude Skov	46150 gamas
Febrero 1943	» »	46145 »
Diciembre 1944	Niemegk	46155 »
Octubre 1945	Wingst	46160 »
Junio 1946	»	46158 »

Si suponemos la exactitud de las determinaciones de H con *QHM* a 2 gamas, y de Z con *BMZ* a 5 gamas, según la fórmula diferencial dI tenemos la posibilidad de calcular I en base de mediciones directas de H y Z con una precisión para el norte de la República Argentina, de 0',6 y para la región de Ushuaia, de 0',2.

Hasta ahora varios países han empleado el *BMZ* en los levantamientos magnéticos de su territorio ^(6, 7, 8); y los observatorios (entre otros los australianos de Antártida ⁽¹³⁾) cuentan con instrumentos *BMZ* en su equipo de instrumental permanente. También la resolución de Bruselas de 1951 sobre el *QHM* menciona en forma análoga el *BMZ* ⁽⁵⁾, recomendando el uso de dicho instrumento en los levantamientos y en los observatorios magnéticos.

Queremos formular votos para que también nuestro continente y la Antártida sean lugares donde se aprovechen las calidades del magnetómetro *BMZ*.

BIBLIOGRAFÍA

1. LA COUR, D. — « Le Quartz- Magnétomètre *QHM* ». Comm. magn. Nr 15, Det Danske Meteorologisk Institut (Kobenhavn, 1936).
2. BOCK, R. — « Praxis der magnetischen Messungen ». (Berlín, 1942).
3. OLSEN, J. — « Some investigations on the constancy of the *QHM* magnetometer ». Comm. magn. Nr 20, Danske Meteor. Inst. (Kobenhavn, 1942).

4. LA COUR, D., et E. SUCKSDORFF. — « Exemple d'emploi du *QHM* pour le controle des variometres pour la déclinaison et pour la force horizontale ». Comm. magn. Nr 16, Dansk Meteor. Inst. (Kobenhavn, 1937).
5. « Transactions of the Brussels Meeting, Asso. Terr. Magn. Electr. 1951 ». Resolutions of the Association (*).
6. TRUMPY, B. — « A magnetic survey of Norway ». (Bergen y Oslo, 1945).
7. SLAUCITAJŠ, L. — « Magnetic survey of Latvia ». Contr. of Baltic University, Spec. Ser. Nr 1 (Hamburg, 1946).
8. VELDKAMP, J. — « The geomagnetic field of the Netherlands reduced to 1945.0 ». Kon. Nederlands Meteor. Inst. Nr 134 (Gravenhage, 1951).
9. VAN WIJK, A. M., and B. GOTSMAN. — « Note on the use of quartz horizontal force magnetometer for the determination of magnetic declination ». « South Afric. J. Sci ». Vol. 47, pág. 316-318, 1951.
10. LA COUR, D. — « The magnetometric zero balance, the *BMZ* ». Comm. magn. Nr 19, Dansk Meteor. Inst. (Kobenhavn, 1942).
11. OLSEN, J., and V. LAURSEN. — « Denmark, Report on Magnetic work in the years 1939-1947 ». P. IV, pág. 97-98, Trans. of Oslo Mect., Asso. Terr. Magn. El. (Washington, 1950).
12. ERRULAT, F., y O. MEYER. — « Ergebnisse der erdmagnetischen Beobachtungen im Observatorium Wingst im Jahre 1945, 1946 », pág. 3 y 14. Deutsches Hydrographisches Institut (Hamburg, 1951).
13. « Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics ». « Geophysical Observatory Reports ». Vol. 2, N° 1 (Melbourne, 1954).

519.272 : 551.5

EFECTOS DE CIERTOS FILTROS SOBRE LA CORRELACIÓN

POR G. DEDEBANT * Y E. A. M. MACHADO **

Resumen. — La técnica de las mediciones (instrumentos) y los procedimientos de análisis de las observaciones, en geofísica como en otros dominios de la ciencia, actúan sobre los fenómenos estudiados a la manera de « filtros ». Dando a ese término el sentido matemático preciso que tiene en la teoría de funciones aleatorias (Blanc-Lapierre y Fortet) se examina el efecto sobre las operaciones de variación, diferenciación y media. La discusión muestra que la deformación introducida por el filtrado puede ser lo suficientemente importante como para crear verdaderos « espejismos » de los cuales debemos cuidarnos.

Résumé. — La technique des mesures (instruments) et les procédés d'analyse des observations, en géophysique comme en d'autres domaines de la science, agissent sur les phénomènes étudiés à la manière de « filtres ». Donnant à ce terme le sens mathématique précis qu'il a dans la théorie des fonctions aléatoires (Blanc-Lapierre et Fortet), on examine l'effet sur les opérations de variation, différentiation et moyenne. La discussion montre que la déformation introduite par le filtrage, peut être assez importante pour créer de véritables « mirages » contre lesquels nous devons toujours être en garde.

INTRODUCCION

Sea X/t un grandor físico considerado como función aleatoria del tiempo (por ejemplo: la presión barométrica, la velocidad del viento, la intensidad de la lluvia, la energía de una radiación, las componentes del campo magnético terrestre, los movimiento sísmicos, etc.).

La técnica experimental que permiten su medida y los procesos de de cálculo que se emplean para su estudio, actúan sobre X/t a manera de *filtro*.

Se sabe, que en la teoría de funciones aleatorias, se llama filtro, un operador \mathcal{F} que aplicado a X/t ; transforma esta función en otra Y/t :

$$Y/t = \mathcal{F} [X/t]$$

La clase de filtros más importantes es la de los *filtros lineales* que están definidos por las propiedades matemáticas siguientes:

$$\text{Si} \quad Y_1 = \mathcal{F} [X_1] \quad \text{é} \quad Y_2 = \mathcal{F} [X_2] \quad a)$$

$$\dots \quad Y_1 + Y_2 = \mathcal{F} [X_1 + X_2]$$

$$\text{Si} \quad Y/t = \mathcal{F} [X/t] \quad b)$$

entonces

$$Y/t + h = \mathcal{F} [X/t + h]$$

(la correspondencia entre X e Y es independiente del origen del tiempo).

* Ancien élève de l'Ecole Polytechnique (France). Asesor Técnico de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional.

** Doctor en Matemáticas. Asesor Técnico de la Dirección de Investigaciones Meteorológicas e Instrucción del Servicio Meteorológico Nacional.

El efecto de un filtro consiste en deformar la covariancia y el espectro, a veces el extremo de perder la función filtrada toda significación física¹.

Es por lo tanto necesario conocer las precauciones que se deben tomar en su empleo para la validez del análisis ulterior. Trataremos aquí el problema para tres tipos de filtros: los filtros de *variación*, de *derivación* y de *media*.

FORMA GENERAL DEL PROBLEMA DE LOS FILTROS

Consideramos las funciones aleatorias X/t cuya covariancia puede ponerse en la forma:

$$u(t_1, t_2) = E \{X/t_1 X^*/t_2\} = \iint e^{it(\omega_1 t_1 - \omega_2 t_2)} d^2 \gamma(\omega_1, \omega_2)$$

con

$$\iint d^2 \gamma(\omega_1, \omega_2) < c < +\infty$$

Tengamos en cuenta que estas condiciones actúan únicamente sobre la covariancia y no suponen nada sobre el momento $E\{X/t\}$; tampoco incluyen la estacionariedad de la covariancia.

Haremos, no obstante esta hipótesis para lo que sigue, ya que la estacionariedad siendo una condición necesaria de ergodicidad es siempre requerida en las aplicaciones.

Entonces si:

$$r(h) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} dF(\omega)$$

es la función de correlación de X/t (y $F(\omega)$ su función espectral de repartición espectral): la de Y/t es:

$$\rho(h) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} dG(\omega)$$

El cociente:

$$\frac{dG(\omega)}{dF(\omega)} = K(\omega)$$

es el factor de amplificación del filtro. Él lo caracteriza; vemos que define la acción del filtro sobre la onda pura de pulsación ω . El estudio de un filtro se reduce entonces al de la función $K(\omega)$.

I. — FILTROS DE VARIACIONES

Ellos sustituyen el grandor a medir por sus variaciones en un intervalo Δ (instrumentos diferenciales o variométricos; método de las variaciones en el análisis bárico). Debemos considerar dos casos:

- el caso *escalar* (o autocorrelación)
- el caso *vectorial* (o intercorrelación).

¹Es el caso, por ejemplo, del análisis armónico en un intervalo *finito* Δ que hace aparecer ondas de períodos submúltiplos de Δ que pueden no tener ninguna significación física. Citemos también la integración iterada de una curva en un intervalo Δ , que nos lleva a una senoide de período Δ (método llamado de los desvíos acumulados).

I. 1.—EFECTO SOBRE UNA AUTOCORRELACIÓN.

La variación de X/t en el intervalo de análisis Δ es:

$$U_{\Delta} = X/t - X/t_{-\Delta}$$

Si X/t es estacionaria, U_{Δ} lo es también, y su covariancia (siendo h un intervalo de tiempo) es:

$$m(h, \Delta) = 2\mu(h) - \mu(h - \Delta) - \mu(h + \Delta)$$

donde $\mu(h)$ es la covariancia de X/t

La variancia es:

$$\overline{U_{\Delta}^2} = m(0, \Delta) = 2[\mu^2(0) - \mu^2(\Delta)]$$

Se deduce de ahí, la relación siguiente entre el coeficiente de correlación de la variación en Δ : $\rho(h, \Delta)$ y el $r(h)$ de X/t :

$$\rho(h, \Delta) = \frac{2r(h) - r(h - \Delta) - r(h + \Delta)}{2[1 - r(\Delta)]}$$

Esta expresión depende del intervalo de variación Δ , y no puede en consecuencia atribuírsele en general un sentido físico intrínseco. Debemos hacer algunas observaciones a este respecto.

I. 1. 1 El único caso en que el sentido físico se conserva, parece ser aquel en que X/t es una onda cierta, es decir cuando

$$r(h) = \cos \omega h$$

pues entonces:

$$\rho(h, \Delta) = \cos \omega h = r(h)$$

I. 1. 2 Se puede por el contrario construir casos en que la correlación de la variación en Δ depende sólo de Δ y pierde en consecuencia toda significación física

Así, es la función browniana:

$$r(h) = \begin{cases} 1 - \frac{|h|}{\tau} & \text{si } |h| < \tau \\ 0 & \text{si } |h| \geq \tau \end{cases}$$

Supongamos

$$h > 0; h < \Delta \text{ y } h + \Delta < \tau.$$

Entonces:

$$2r(h) = 2\left(1 - \frac{h}{\tau}\right); r(h - \Delta) = 1 - \frac{\Delta - h}{\tau}; r(h + \Delta) = 1 - \frac{\Delta + h}{\tau}$$

y

$$1 - r(h) = \frac{\Delta}{\tau}.$$

De donde finalmente (ver Fig. 1):

$$\rho(h, \Delta) = 2 \frac{\Delta - h}{\tau} \frac{\tau}{2\Delta} = 1 - \frac{h}{\Delta}.$$

El único parámetro de significación objetiva: τ ha sido eliminado y sustituido por el intervalo (subjetivo) Δ .

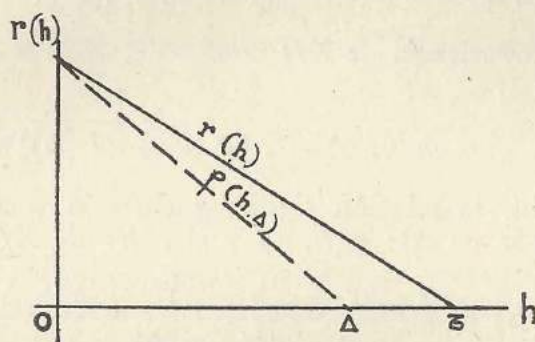


FIG. 1.

1.1.3 Este resultado puede ser generalizado; podemos ver en efecto que la forma de la curva de correlación en el entorno de su máximo ($h = 0$; $r = 1$) que se sabe tiene una significación física esencial, es notablemente alterada por el operador de variación.

Pongamos:

$$r(h) = 1 - \frac{(kh)^\alpha}{2} + \dots \quad (0 < \alpha < 2)$$

Recordemos que el exponente α (índice de conexión) mide el grado de continuidad de la función aleatoria, y que el grandor $T = \frac{2\pi}{K}$ llamado período ergódico, constituye el intervalo óptimo para la estimación estadística.

Se halla ($h < \Delta$):

$$\begin{aligned} \rho(h, \Delta) &= \frac{(\Delta - h)^\alpha + (\Delta + h)^\alpha - 2h^\alpha + \dots}{2(\Delta^\alpha + \dots)} \\ &= 1 - \left(\frac{h}{\Delta}\right)^\alpha + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2} \left(\frac{h}{\Delta}\right)^2 + \dots \end{aligned}$$

Se ve entonces que el índice de conexión α ($\alpha < 2$) se conserva, pero por el contrario, el período ergódico

$$T_\Delta = 2^{1-1/\alpha} \pi \Delta$$

depende sólo de Δ y es por lo tanto enteramente subjetivo.

I.1.4 Cuando la función aleatoria X/t es analítica, se puede poner $\rho(h, \Delta)$ en la forma operacional siguiente:

$$\rho(h, \Delta) = \frac{C_{\Delta} [r(h)]}{\{C_{\Delta} [r(h)]\}_0}$$

donde C_{Δ} es el operador simbólico:

$$C_{\Delta} = \text{sen}^2 \left(\frac{\Delta}{2} \frac{d}{dh} \right)$$

por lo tanto el desarrollo es:

$$C_{\Delta} = \sum_{\rho=1}^{\infty} \frac{\Delta^{2\rho}}{(2\rho)!} \frac{d^{2\rho}}{dh^{2\rho}}$$

Traducimos así el efecto del filtro "variación" por un operador lineal.

I.1.5 En el caso límite en que $\Delta \rightarrow 0$ (por ejemplo correlaciones de las tendencias barométricas), tenemos:

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \rho(h, \Delta) = - \frac{r''(h)}{r''(0)}$$

El único caso en que $\rho(h, 0)$ es idéntico a $r(h)$ es aquél en que

$$r''(h) + r''(0) r(h) = 0$$

es decir

$$r(h) = \cos [\sqrt{|r''(0)|} h]$$

que es el oscilador a frecuencia cierta.

I.1.6 A título de ejemplo, tomemos una correlación amortiguada.

$$r(h) = e^{-\alpha^2 h^2}.$$

Tenemos:

$$\rho(h, 0) = - \frac{1}{2} e^{-\alpha^2 h^2} H_2(\alpha h)$$

donde

$$H_2(\alpha h) = 4 \alpha^2 h^2 - 2$$

es el segundo polinomio de HERMITE.

Entonces además del máximo 1 para $h = 0$; ρ presenta un máximo para

$$\alpha h = \sqrt{\frac{3}{2}}.$$

La variación ha introducido así una oscilación que no existía en el fenómeno (Fig. 2).

Notemos de paso que si $\alpha \rightarrow 0$; $r(h) \rightarrow 1$ y X/t tiende a la constante aleatoria. Entonces $\rho(h,0)$ tiende también hacia 1. La variación respeta la constante aleatoria.

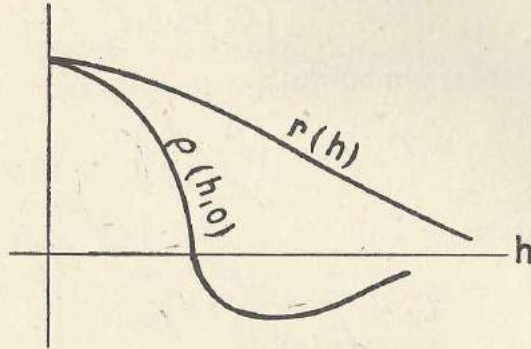


FIG. 2.

I.1.7 Cuando existe en el fenómeno una onda física de período T el intervalo $\Delta = T/2$ le favorece y puede aún en ciertos casos aislarla. Tomemos por ejemplo la presión barométrica en Buenos Aires durante el mes de julio de 1943.

El valor $r(h)$ para h entre 0 hs y 30 hs está dado en el cuadro siguiente:

h	0	6	12	18	24	30
$r(h)$	1	0.960	0.919	0.838	0.759	0.640

Eligiendo el intervalo $\Delta = 6$ horas, calculamos:

$$\rho(h,6) = \frac{2r(h) - r(h-6) - r(h+6)}{2[1 - r(6)]}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

h	1	6	12	18	24
$\rho(h,6)$	1	0	0.5	0	0.5

De una curva monótona decreciente $r(h)$ se obtiene una curva $\rho(h,6)$ perfectamente periódica a partir de $h = 6$ (Fig. 3).

Este resultado nos muestra que la onda semidiurna de presión posee una realidad física.

I.2. Efecto sobre el espectro de una autocorrelación.

La acción del filtro puede también estudiarse mediante el espectro. Para ello, sustituyamos en la expresión de $\rho(h, \Delta)$ la autocorrelación $r(h)$ por su descomposición espectral:

$$r(h) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} dF(\omega)$$

Se obtiene:

$$\rho(h, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} \operatorname{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF(\omega)$$

con

$$J(\Delta) = \int_0^{\infty} \operatorname{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF(\omega)$$

y se deduce la relación siguiente entre la función de repartición espectral de ρ : $G(\omega, \Delta)$ y $F(\omega)$

$$d_{\omega} G(\omega, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \operatorname{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF(\omega).$$

El factor de amplificación del filtro "variación en Δ " es así ²:

$$k(\Delta, \omega) = \frac{1}{J(\Delta)} \operatorname{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2}.$$

La integración de la diferencial $d_{\omega} G$ da:

$$G(\omega, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \int_0^{\omega} \operatorname{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF(\omega).$$

No se introduce la constante arbitraria ya que siendo G una repartición, tenemos $G(\infty, \Delta) = 1$.

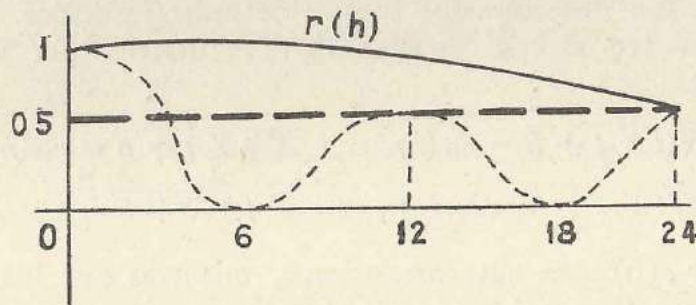


FIG. 3.

Se puede esquematizar el efecto del filtro diciendo:

Sea un espectro discontinuo consistente en una raya de período $T = 2\pi/\omega$ sus múltiplos nT y sus submúltiplos T/n y elijamos un intervalo de variación $\Delta = T/2$.

Entonces, para los múltiplos, el factor de amplificación será:

$$\operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{2n}$$

por lo tanto la raya T se conservará y las otras se debilitarán según una ley que tiende hacia $1/n^2$.

² Esta forma es del tipo operacional I. l. 4 en la cual el operador $\frac{d}{dh}$ sustituye a ω .

En cuanto, a los submúltiplos, su factor de amplificación es:

$$\text{sen}^2 \frac{n\pi}{2}.$$

Por lo tanto las armónicas pares desaparecen completamente y las impares se conservan.

A grosso-modo, hemos extraído las ondas:

$$T; \frac{T}{3}; \frac{T}{5}; \dots$$

Por ejemplo, en I.1.7; tenemos $T = 12$ hs. y esta onda ha sido extraída por el intervalo

$$\Delta = \frac{T}{2} = 6 \text{ hs.}$$

Bien entendido, el efecto del filtro sobre un espectro de bandas es más complejo que el descripto.

I.3.—EFECTO SOBRE UNA INTERCORRELACIÓN.

En lugar de una función aleatoria *escalar* X/t ; consideremos una función aleatoria *vectorial* de componentes $(X/t, Y/t)$ ³.

El caso vectorial se reduce al estudio de la función aleatoria escalar

$$\lambda X/t + \mu Y/t$$

donde λ y μ son dos números complejos indeterminados. Resulta que la covariancia (en el caso estacionario) es descrita por un tensor de componentes:

$$\begin{aligned} \overline{X/t X/t + h} &= r_{11}(h) & \overline{X/t Y/t + h} &= r_{12}(h) \\ \overline{X/t Y/t + h} &= r_{21}(h) & \overline{Y/t Y/t + h} &= r_{22}(h) \end{aligned}$$

$r_{11}(h)$ y $r_{22}(h)$ son autocorrelaciones, mientras que los dos son *intercorrelaciones*. Las variancias $\overline{(X/t)^2}$ e $\overline{(Y/t)^2}$ son constantes respectivamente iguales a $r_{11}(0)$ y $r_{22}(0)$.

Supondremos para simplificar que:

$$r_{11}(h) = r_{22}(h) = r(h) \text{ y } r(0) = 1$$

Las correlaciones del vector $(X/t, Y/t)$ están en conjunto, sometidas a la condición de coherencia siguiente:

$$(r_{12} + r_{21})^2 - 4r^2 \leq 0$$

que puede escribirse:

$$r_{12} r_{21} \leq r^2 - \left(\frac{r_{12} - r_{21}}{2} \right)^2 \leq r^2.$$

³ Por ejemplo X/t , es la presión barométrica en una estación e Y/t la presión en otra estación.

Además, las funciones $r_{12}(h)$ y $r_{21}(h)$ poseen la evidente propiedad:

$$r_{12}(h) = r_{21}(-h)$$

r_{12} y r_{21} no son individualmente covariancias, pero

$$\frac{r_{12}(h) + r_{21}(h)}{2}$$

si lo es:

Si r_{12} y r_{21} son discontinuas para $h = 0$, sus discontinuidades deben satisfacer a la desigualdad

$$\frac{r_{12}(+0) - r_{12}(-0)}{2} \leq 1.$$

I.3.1. Efecto sobre el escalón unidad de Heaviside (Fig. 4).

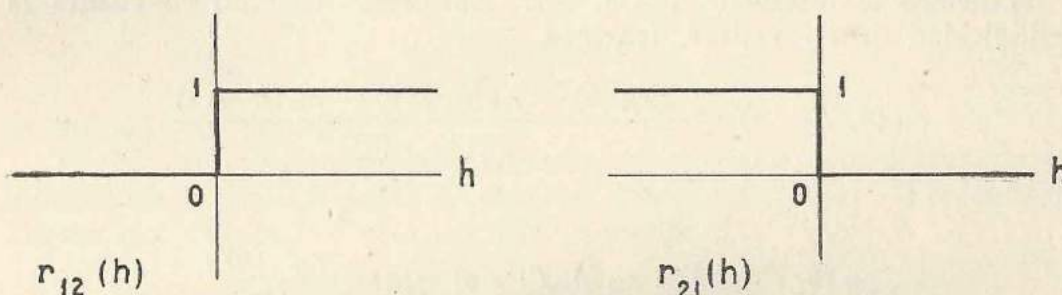


FIG. 4.

Teniendo en cuenta la propiedad de simetría $r_{12}(h) = r_{21}(-h)$ podemos limitarnos a los valores positivos de h y poner $\varphi_{12}(h, \Delta)$ bajo la forma:

Si $0 < h < \Delta$

$$\varphi_{12}(h, \Delta) = \frac{2 r_{12}(h) - r_{21}(\Delta - h) - r_{12}(\Delta + h)}{2 [1 - r(\Delta)]}.$$

Si $\Delta < h$

$$\varphi_{12}(h, \Delta) = \frac{2 r_{12}(h) - r_{21}(h - \Delta) - r_{12}(h + \Delta)}{2 [1 - r(\Delta)]}.$$

Para $h = 0$, siendo $r_{12}(h)$ discontinuo, su valor es indeterminado entre

$$r(-0) = 0 \text{ y } r(+0) = 1$$

Se sabe que conviene atribuir a $r(0)$ el valor

$$\frac{0 + 1}{2} = \frac{1}{2}$$

La curva $\varphi_{12}(h, \Delta)$ tiene la forma indicada en Fig. 5. Se constata que su forma está enteramente relacionada al intervalo Δ .

I.3.2. Efecto de $\Delta = T$ sobre una función periódica.

Supongamos que $r_{12}(h)$ sea una función periódica, de período T , dos veces derivable salvo para $h = 0$, donde es discontinua pero admite una derivada segunda generalizada.

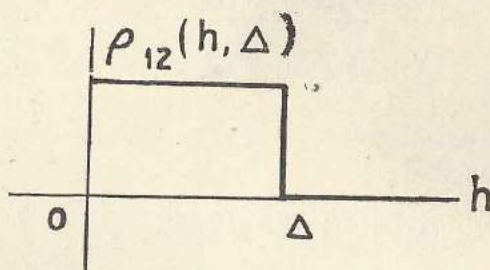


FIG. 5.

Tomemos el intervalo $\Delta = T - \varepsilon$. Entonces, teniendo en cuenta la periodicidad de r_{12} y de r , tenemos

$$\rho_{12}(h, T - \varepsilon) = \frac{2r_{12}(h) - r_{12}(h + \varepsilon) - r_{12}(h - \varepsilon)}{2[1 - r(\varepsilon)]}$$

y

$$\rho_{12}(h, T) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \rho_{12}(h, T - \varepsilon) = a - \frac{r_{12}''(h)}{r''(0)}$$

siendo a una constante.

Resulta que también $\rho_{12}(h, T)$ es una función periódica de período T .

Hagamos una aplicación de este resultado al caso de una onda simple. $r(h)$ que es una covariancia, es una función par, sea:

$$r(h) = 1 - a + b \cos \frac{2\pi h}{T}.$$

No siendo $r_{12}(h)$ una covariancia, es la suma de una función par y una función impar:

$$r_{12}(h) = c^{te} + \alpha \operatorname{sen} \frac{2\pi h}{T} + \beta \cos \frac{2\pi h}{T}.$$

De donde:

$$\rho_{12}(h, T) = c^{te} + \frac{\alpha}{a} \operatorname{sen} \frac{2\pi h}{T} + \frac{\beta}{b} \cos \frac{2\pi h}{T}.$$

Si en particular, la Cte es positiva, α nulo y β negativo, tenemos una senoide que presenta un mínimo para $h = 0$ y su primer máximo para $h = \frac{T}{2}$.

I.4 Efecto sobre el espectro de una intercorrelación.

Resulta de un teorema de Cramer que las funciones de correlación de un vector aleatorio estacionario $(X/t, Y/t)$ son integrales de FOURIER-STIELJES:

$$r_{kl}(h) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} dF_{kl}(\omega) \quad k, l = 1, 2, \dots$$

Las funciones espectrales $F_{kl}(\omega)$ — que no son reparticiones si $k \neq l$ — son funciones a *variación acotada* (en consecuencia diferencias de reparticiones) continuas a derecha y sometidas a la condición de coherencia siguiente:

Pongamos:

$$\delta F_{kl} = F_{kl}(\omega') - F_{kl}(\omega) \quad [\omega' > \omega]$$

Entonces la forma cuadrática

$$\sum_{kl} \lambda_k \lambda_l \delta F_{kl}$$

es definida no negativa.

Visiblemente esta condición espectral no es sino otra forma de expresión de la hallada en I.3 para las intercorrelaciones. Teniendo en cuenta que $dF_{12}(\omega) = dF_{21}(\omega)$ ella es escribe:

$$|dF_{12}(\omega)|^2 \leq dF_{11}(\omega) \cdot dF_{22}(\omega)$$

y por $r_{11} = r_{22} = r$:

$$|dF_{12}(\omega)| \leq dF(\omega).$$

Se deduce en particular esta consecuencia importante: no puede haber masa puntual en $F_{12}(\omega)$ en un punto salvo si la hay en el mismo punto en $F(\omega)$. En otras palabras $F(\omega)$ tiene al menos todas las raíces de $F_{12}(\omega)$.

Ahora es fácil ver que:

$$\rho_{12}(h, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \left[\text{cte} + \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\omega h} \text{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF_{12}(\omega) \right]$$

$$J(\Delta) = \int_0^{\infty} \text{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF(\omega).$$

El factor de amplificación es:

$$\frac{1}{J(\Delta)} \text{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2}.$$

Como en el caso de una autocorrelación (I.2) la función espectral G_{12} está dada por

$$G_{12}(\omega, \Delta) = \frac{1}{J} \left[\text{cte} + \int_{-\infty}^{\omega} \text{sen}^2 \frac{\omega \Delta}{2} dF_{12}(\omega) \right].$$

II. — FILTROS DE DERIVACION

Esta será por ejemplo el caso de los instrumentos que miden la velocidad de evolución de un grandor (amperímetros, acelerógrafos) o del empleo de tendencias en el análisis bárico.

El efecto del filtro consiste en reemplazar la función aleatoria X/t por su derivada en media cuadrática X'/t . Se puede deducirlo del efecto del filtro de variación en Δ , considerando X'/t como el límite en media cuadrática del cociente incremental.

$$\frac{X/t + \Delta - X/t}{\Delta} \quad \text{cuando } \Delta \rightarrow 0$$

Esta da (I.1.5)

$$\rho(h) = \frac{-r''(h)}{r''(0)}$$

y para el factor de amplificación:

$$K(\omega) = \frac{dG(\omega)}{dF(\omega)} = \omega^2.$$

El filtraje amortigua entonces las bajas frecuencias mucho más que las altas frecuencias. En otras palabras el espectro se atenúa en la zona de períodos largos

III. — FILTROS DE MEDIAS

III.1. La cuestión se hace evidente para todos los instrumentos que cualquiera sea su fineza, no miden sino valores medios, pudiendo ellas mismas en el límite, ser relativas a la escala molecular.

Ella se aplica también a los métodos de descripción estadística que, en climatología, hacen gran uso de medias de intervalos diferentes (medias decádicas, mensuales, estacionarias, anuales, cíclicas). En Meteorología dinámica también, es claro que la previsión a largo plazo podía hacerse sólo sobre medias. El filtro "media" tiene por efecto reemplazar la función aleatoria estacionaria X/s por la función aleatoria $Z/t, \Delta$:

$$Z/t, \Delta = \frac{1}{\Delta} \int_t^{t+\Delta} X(s) ds.$$

Es fácil ver que $Z/t, \Delta$ es igualmente estacionaria en t . El problema consiste aquí en deducir la covariancia $m(h, \Delta)$ de $Z/t, \Delta$ de la $\mu(h)$ [conocida] de X/s .

Un resultado clásico del cálculo aleatorio ⁴ da:

$$m(h, \Delta) = \frac{2}{\Delta^2} \int_0^\Delta (\Delta - s) [\mu(h + s) + \mu(h - s)] ds.$$

⁴ Cfr.: DEDEBANT, G.; DI MAIO, R., y MACHADO, E. A. M. — «La previsibilidad de las funciones aleatorias», METEOROS, Año III, N° 4, p. 422.

De donde la covariancia:

$$\sigma_z^2 = m(0, \Delta) = \frac{4}{\Delta^2} \int_0^\Delta (\Delta - s) \mu(s) ds$$

y el coeficiente de correlación:

$$\rho(h, 0) = \frac{1}{2J(\Delta)} \int_0^\Delta (\Delta - s) [r(h+s) + r(h-s)] ds$$

con

$$J(\Delta) = \int_0^\Delta (\Delta - s) r(s) ds.$$

III.1.1 En loc. cit. se hallará un estudio que no es sino el efecto del filtro de media sobre la función browniana

$$\begin{cases} r(s) = 1 - \frac{s}{\tau} & \text{si } |s| \leq \tau \\ r(s) = 0 & \text{si } |s| > \tau \end{cases}$$

para el intervalo de media $\Delta = \tau$.

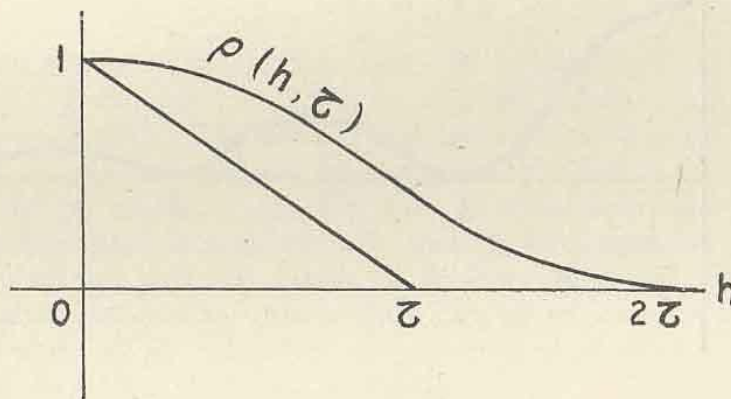


FIG. 6.

El efecto de la media se ve en la Fig 6 y consiste en suavizar y aumentar la correlación.

No será inútil extender este estudio a diferentes valores de Δ .

III.2. EFECTO SOBRE EL ESPECTRO.

Introduzcamos la fórmula de descomposición espectral de Khintchine de $r(h)$ en la expresión de $\rho(h, \Delta)$, obtendremos:

$$\rho(h, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \int_0^\infty \left(\frac{\text{sen} \frac{\omega \Delta}{2}}{\frac{\omega \Delta}{2}} \right)^2 \cos \omega h dF(\omega)$$

con:

$$J(\Delta) = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \left(\frac{\text{sen } \frac{\omega \Delta}{2}}{\frac{\omega \Delta}{2}} \right)^2 dF(\omega).$$

La función espectral $G(\omega, \Delta)$ de ϱ se deduce de $F(\omega)$ por

$$dG(\omega, \Delta) = \frac{1}{J(\Delta)} \left(\frac{\text{sen } \frac{\omega \Delta}{2}}{\frac{\omega \Delta}{2}} \right)^2 dF(\omega).$$

El efecto del filtraje se explica por la curva de Fig. 7.

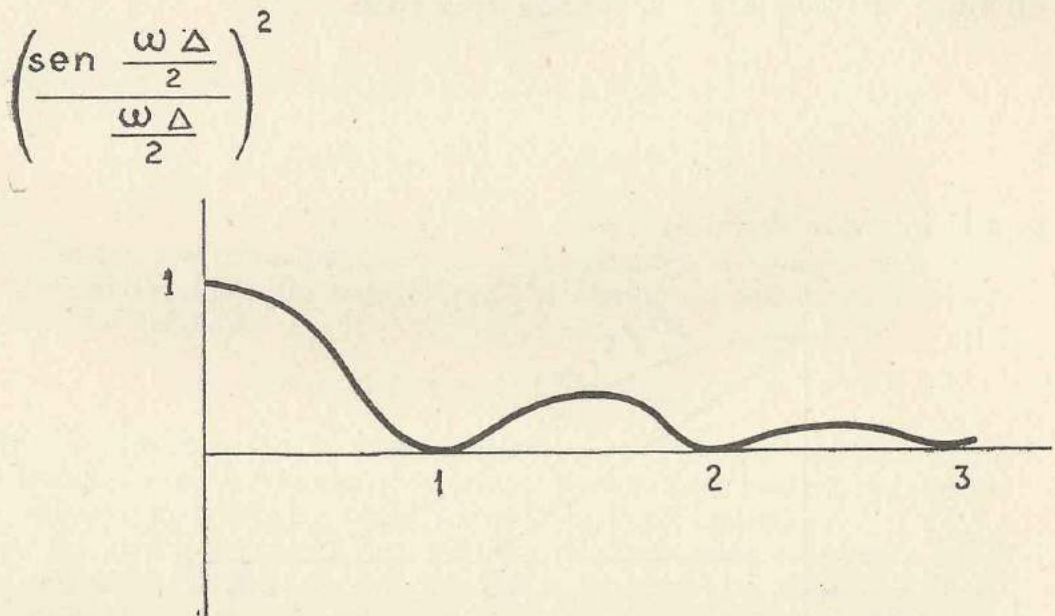


FIG. 7.

Sea $T = \frac{2\pi}{\omega}$ un período. Se ve que:

a) El período T es ocultado por todos los intervalos Δ múltiplos de T o en otras palabras el intervalo Δ oculta los períodos Δ , 2Δ , 3Δ .

b) Para un intervalo Δ dado, los períodos pequeños se amortiguan muy rápidamente (en razón inversa al cuadrado). Prácticamente el espectro sería entonces *truncado*, hacia los pequeños períodos (o frecuencias grandes) y no contendrá sino las ondas de períodos superiores a T . Esta conclusión es conforme a la intuición común.

BIBLIOGRAFÍA

DEDEBANT, G. — « Statistique et correlation ». *La Meteorologie*. Mai 1934, N° 110, p. 197-255.

BLANC-LAPIERRE, A., y FORTET, R. — « Théorie des fonctions aleatoires ». Ed. Masson et Cie. Paris, 1953.

551.583.14

LA VARIACIÓN SECULAR DE LA CONTINENTALIDAD EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

POR WERNER SCHWERDTFEGER (*) Y CESAR J. VASINO **

Resumen. — Se ha analizado la tendencia secular de la continentalidad, para los primeros 50 años de este siglo, en base a los registros de 59 estaciones argentinas. Resulta un aumento de la misma en el oeste del país y una disminución en el noreste. El fenómeno se vincula con cierta variación de la circulación atmosférica sobre las latitudes extratropicales de Sudamérica, la cual se muestra en forma más pronunciada en los registros pluviométricos, pero se da a conocer también en otros elementos, v.g., la frecuencia de direcciones del viento y la variabilidad interdiurna de la presión.

Summary. — An analysis of 50 years temperature records of 59 argentine stations shows an increase of continentality in the Western and a diminution in the Northeastern region of the country. This phenomenon is related to a slight variation of some characteristics of the general circulation over the extratropical latitudes of South-America, a variation which affects also the regime of rainfall, frequency of wind directions, interdiurnal variability of pressure, and other elements.

I. PLANTEO

Continuando con los estudios acerca de la variación secular de elementos meteorológicos sobre el territorio argentino hemos intentado abordar el de la temperatura. Tal análisis, que abarca los años que van del siglo, resulta engorroso por posibles errores que invalidarían la serie en lo que a este aspecto se refiere, y también por los efectos de diversa índole que pueden influir bajo la apariencia de una tendencia secular. Sin embargo, queremos exponer aquí, en forma breve, los resultados a que se ha arribado, considerándolos de interés para completar la noción del clima del país, y de utilidad para estudios que encaran el problema de las posibles variaciones del clima en escala mundial.

En un minucioso trabajo de J. M. Mitchell, mencionado por J. H. Conover¹, se estudian los distintos factores, reales y aparentes, que influyen en los cambios de la temperatura a largo período, y se intenta avaluar el aporte de cada uno. Deducimos de esas exposiciones la conclusión de que resulta imposible depurar nuestras series de temperatura de los errores que pudieran afectarlos. Por estas razones hemos preferido, en primera instancia, trabajar con series que representan la diferencia entre las temperaturas de verano e invierno. De esta manera, muchos errores quedarán eliminados, persistiendo con cierta amortiguación sólo aquellos que influyen en forma diferente en verano e invierno.

En efecto, desaparecen los errores provocados por reemplazo o cambio de calibración del termómetro, por el método de cómputo de las medias

* Doctor en Filosofía (Meteorología y Geofísica), Universidad de Leipzig. Asesor Técnico de la Dirección de Investigaciones del Servicio Meteorológico Nacional.

** Ingeniero Civil. 2º Jefe del Departamento Estudios y Asesoramiento Científico, Servicio Meteorológico Nacional.

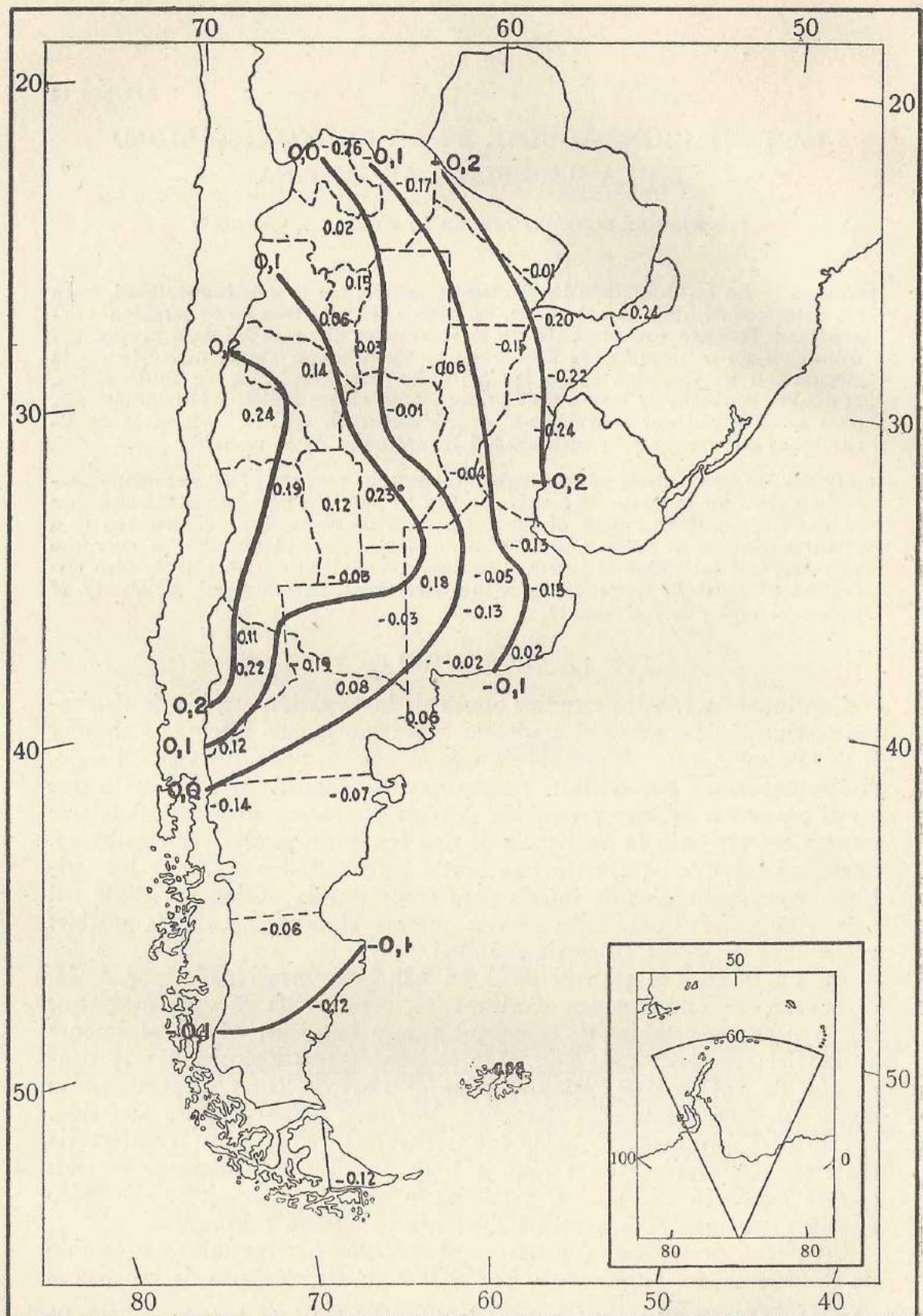


FIG. 1. — Distribución geográfica de la tendencia secular a en $^{\circ}\text{C}/10$ años de la amplitud (verano-invierno) de temperatura.

y cambios de ubicación del instrumental, y quedan amortiguados los producidos por progresiva suciedad o cambio de proyecto del abrigo termométrico. Por otro lado, para nuestro país, donde el progreso de las ciudades del interior no ha modificado fundamentalmente el aspecto edilicio de las mismas, resultan de poca influencia todos los efectos provocados por el adelanto de la ciudad, excepción hecha de algunos centros como Buenos Aires, Córdoba, etc.

Claro está que trabajar con diferencias no permite conocer la tendencia de la temperatura misma, sino solamente la variación de la "continentalidad" o "maritimidad" térmicas.

II. RESULTADOS

Como primer paso hemos calculado, según métodos indicados en un trabajo anterior², el coeficiente de la tendencia secular para la diferencia de la temperatura verano menos invierno (a) en 59 distintas estaciones argentinas con el récord termométrico suficientemente largo. Hemos considerado como de verano los cuatro meses de insolación más fuerte, noviembre a febrero, y como de invierno los de mayo a agosto. El mapa 1 contiene el resultado esencial de esta parte del estudio.

Del análisis hecho, surge la conclusión que la región de Cuyo y el NW argentino constituyen un centro de tendencia positiva que implica un aumento de la continentalidad de la misma, mientras que la zona del Litoral (Mesopotamia Argentina) registra una tendencia negativa, es decir, un aumento de la "maritimidad".

El primer aserto coincidiría con lo afirmado por la comisión polaca destinada a la Puna de Atacama a través de estudios geológicos, botánicos, etc.³.

Tendencia de la diferencia de amplitudes verano-invierno en las dos zonas,

Sin embargo, en consideración al valor pequeño de las variaciones, y con la finalidad de hacer un cálculo que admitiera un criterio sobre la posible influencia del azar, nos pareció oportuno preparar dos series promedio de 4 y 5 estaciones, respectivamente, representantes de las zonas antemencionadas. Para ambas se han obtenido los siguientes valores del coeficiente angular de la recta de ajuste según mínimos cuadrados, para las diferencias verano menos invierno; b es promedio de dichas diferencias.

1. Zona de máximo aumento

Estaciones agrupadas: Tucumán, Mendoza, San Juan y La Rioja

$$a_1 = 0.15 \text{ } ^\circ\text{C}/10 \text{ años} \quad b = 12.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Zona de disminución

Estaciones agrupadas: Concordia, Corrientes, Posadas, Paso de los Libres y Goya.

$$a_2 = -0.19 \text{ } ^\circ\text{C}/10 \text{ años} \quad b = 9.8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. Estimación numérica de la realidad de la existencia de una variación secular en el régimen térmico sobre el territorio argentino al Norte del paralelo 33°S: tendencia de la diferencia de amplitudes verano-invierno en las dos zonas

$$a_1 - a_2 = 0.34 \text{ } ^\circ\text{C}/10 \text{ años}$$

Con una probabilidad de	90 %	95 %	99 %	99.9 %	
El valor de $a_1 - a_2$ corresponde al intervalo	entre	0.18	0.15	0.09	0.00
	y	0.50	0.53	0.59	0.67

Considerando estos datos, y teniendo en cuenta además los resultados del trabajo antes mencionado en el que hemos demostrado una tendencia secular negativa de las precipitaciones en el oeste del país, y una tendencia positiva muy pronunciada en el este y noreste, podría concluirse que es real la variación del clima en dichas regiones.

Lo antedicho se puede confirmar mediante un gráfico que combina los efectos térmicos de la lluvia. Con tal propósito hemos calculado, para cada mes del año, las diferencias entre las temperaturas medias y entre las cantidades medias de precipitación de Casilda y Mendoza en los períodos que van de 1901 a 1925 y de 1926 a 1950. Dado que las series de lluvias, de una estación sola, de valores mensuales para un período no mayor de 25 años muestran una dispersión bastante grande, pareció conveniente suavizar la marcha anual de dichas diferencias, según la fórmula:

$$b' = \frac{a + b + c}{3}$$

Así han resultado los dos gráficos de la Fig. 2 que ponen de relieve la variación secular en forma bien visible.

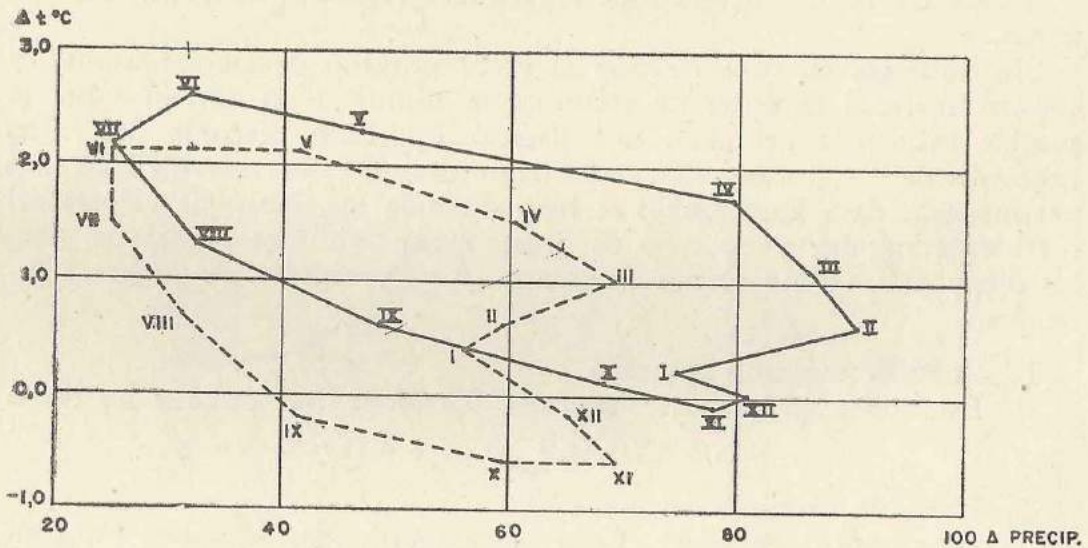


FIG. 2. — Interrelación mensual entre diferencias de temperaturas medias y cantidad de precipitación de Casilda menos Mendoza. Punteado: 1901-1925. Lleno: 1926-1950.

Sin embargo, este gráfico y el cálculo de la pendiente de la recta de ajuste según mínimos cuadrados, podrían pecar de exceso de simpleza en la representación del fenómeno, desvirtuando la realidad. Con el afán de aclarar la cuestión mostramos, en los gráficos de la Fig. 3, los pro-

medios móviles (sobre 10 años) de la temperatura media de las regiones mencionadas. Estas curvas, si bien concuerdan con las conclusiones ya enunciadas, permiten entrever la complejidad del fenómeno. En efecto, no se trata de curvas uniformemente crecientes o decrecientes sino de curvas con variaciones muy poco regulares, de carácter aparentemente

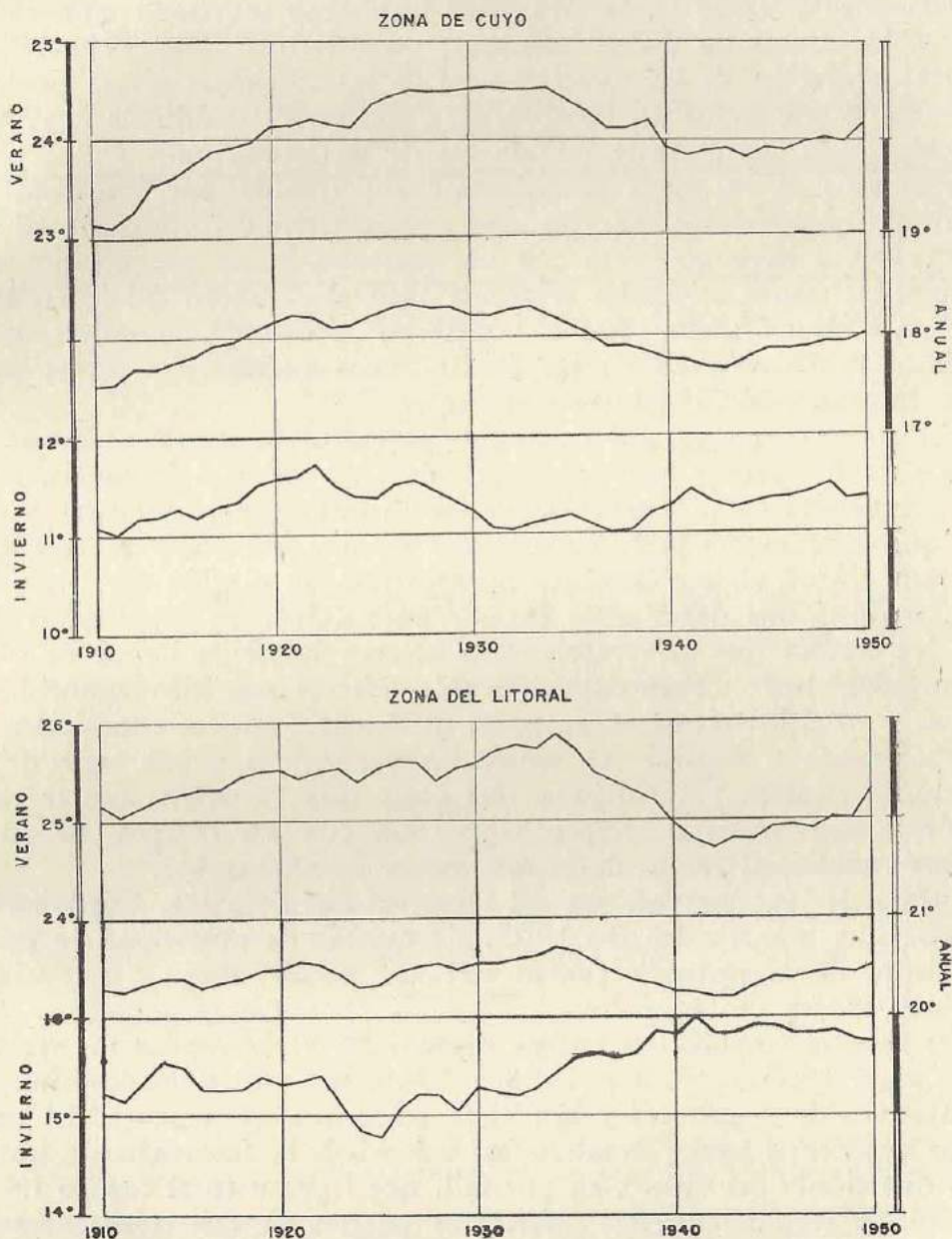


FIG. 3. — Variación de temperatura media (anual, verano, invierno) para las zonas W y NE de la República Argentina. Promedios móviles de 10 años (1940 ~ 1931 a 40 etc).

ondulatorio, que sugieren el interrogante ¿tendencias o ciclos?. Los récords con que contamos no nos han permitido aclarar la duda pero podemos afirmar en las zonas de máxima variación secular de las lluvias, las tendencias se presentan en forma más pronunciada, mientras que en las curvas de temperatura parecen predominar los ciclos.

III. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA VARIACION SECULAR DE LA CIRCULACION GENERAL SOBRE EL SECTOR EXTRA TROPICAL DE SUDAMERICA

En ocasión del estudio acerca de la variación secular de las lluvias sobre el este y centro de la Argentina habíamos mostrado que una de las posibles causas de dicho fenómeno consiste, con gran probabilidad, en cierta variación de las características de las corrientes aéreas predominantes sobre este sector del hemisferio, y ello en el sentido de una intensificación de la componente meridional de la circulación.

Dicha tesis se ve ahora parcialmente confirmada por los resultados del párrafo antecedente, ya que una disminución del contraste térmico entre verano e invierno junto con un aumento de las precipitaciones en las húmedas zonas orientales responde bien al concepto del intercambio meridional intensificado. Por el contrario, la opuesta variación de los elementos meteorológicos en las áridas zonas occidentales no se presta a una interpretación igualmente evidente.

En cada caso nos pareció oportuno buscar otros argumentos que servirían para corroborar nuestra aseveración. En primera instancia, teníamos que pensar en la frecuencia de las distintas direcciones del viento, dado que difícilmente podríamos hablar de una variación de la circulación atmosférica, si este elemento no mostrara un cambio correspondiente. Claro está que deberíamos encarar nuevamente en un estudio detallado los errores que presumiblemente afectan las series largas de observaciones del viento. Pero dado que tales efectos son bien conocidos en general, y en el interés de no extender en demasía nuestra exposición, nos circunscribimos a mostrar los resultados pertinentes a una serie de observaciones estables y fidedignas, que acusa una variación secular considerable y hace aparecer irreprochable, aun con un margen de errores bastante amplio, el hecho de la ocurrencia de un cambio.

Se trata de las observaciones del Observatorio de Pilar, Córdoba, que ha trabajado, a partir del año 1905, sin cambio de ubicación, sin mayor crecimiento de la pequeña ciudad cercana, y con buena constancia de los observadores profesionales.

Para nuestra finalidad se hallan disponibles y elaborados los registros de los años 1905 a 1920 y 1928 a 1946, los cuales consideramos representativos de la primera y la última parte, respectivamente, del período que nos ocupa aquí. Resultan los valores de la frecuencia de las distintas direcciones del viento, en por mil, que figuran en el cuadro I.

Se ve, en seguida, que las diferencias puestas en dos rectángulos son altamente significativas.

Lamentablemente, no disponemos de una serie larga y homogénea de valores de la presión con la que intentaríamos mostrar que el aumento de vientos del norte va acompañado por una desviación del nivel bórico en el oeste del país. La serie de valores de presión de la ciudad de Córdoba misma, unos 40 km al NW de Pilar, no acusa una variación secular, como hemos expuesto en ². En cambio, las series de la variación interdiurna de la presión en Córdoba muestran cierta tendencia secular, en el sentido de un paulatino aumento de la variabilidad de la presión día a día. El cuadro II representa la marcha anual de la variación inter-

diurna para dos períodos de 30 años, 1891 a 1920 y 1921 a 1950. Hay que tener presente que los datos en que los valores promedios mensuales se basan están prácticamente libres de cualquier error sistemático. Cada valor diario de la presión de la presión es el promedio de 24 observaciones horarias; cada promedio mensual se compone de $30 \times 30 = 900$ diferencias entre tales valores diarios. De ahí que las diferencias entre los dos intervalos de 30 años merezcan atención, aunque su valor absoluto sea pequeño.

CUADRO I. — Frecuencia de las distintas direcciones del viento en Pilar, Córdoba, en ‰ calmas eliminadas.

Período	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	Número de observaciones	
Verano (noviembre a febrero)	1905 a 20	23	105	374	109	135	141	94	19 ‰	5.800
	1928 a 46	27	127	401	110	110	131	65	29 ‰	6.800
Diferencia	4	22	27	1	-25	-10	-29	10 ‰		
	53				-64			‰		
Invierno (mayo a agosto)	1905 a 20	26	112	316	67	93	184	164	38 ‰	5.900
	1928 a 46	20	118	357	51	81	201	135	37 ‰	7.000
Diferencia	-6	6	41	-16	-12	17	-29	-1 ‰		
	41				-24			‰		
Anual	1905 a 20	23	101	349	96	117	165	124	25 ‰	17.500
	1928 a 46	21	120	384	84	99	167	95	30 ‰	20.800
Diferencia	-2	19	35	-12	-18	2	-29	5 ‰		
	52				-45			‰		

CUADRO II. — Variación interdiurna de la presión atmosférica en el Observatorio de Córdoba; valores promedios mensuales para los dos período 1891 a 1920 y 1921 a 1950.

Período	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1891-1920	2.79	2.79	2.87	3.24	3.81	4.04	4.35	4.56	4.21	3.80	3.44	3,17 mb
1921-1950	2.97	2.91	3.09	3.53	3.75	4.09	4.49	4.57	4.33	3.84	3.48	3.33 mb
Diferencia	0.18	0.12	0.22	0.29	-0.06	0.05	0.14	0.01	0.12	0.04	0.04	0.16 mb

El promedio *anual* del primer período se eleva a 3.59 mb, el del segundo a 3.71. La probabilidad de que tal diferencia *no* sea un pro-

ducto del azar, está alrededor del 99 %. Es de notar que, por tratarse de la variación diurna, esta diferencia media de 0,12 mb entre los períodos equivale a un aumento en la variabilidad a razón de 1 mb por cada 8 días.

IV. CONCLUSION

Con esta pequeña exposición de la variación de la continentalidad en distintas regiones de la Argentina, y la discusión de las posibles relaciones que estos fenómenos tienen con la circulación general sudhemisférica, queremos terminar, por el momento, el estudio de la variación secular de elementos meteorológicos, documentada por los registros climatológicos del país.

Como resumen de los resultados puede agregarse a lo ya expuesto en el trabajo anterior que el rasgo más importante es, sin duda alguna, el aumento de las lluvias caídas en el este del país, y que éste va acompañado por otras variaciones menos pronunciadas de continentalidad, régimen de los vientos, variabilidad de la presión, que en conjunto serían testigos de cierta variación de la circulación general atmosférica sobre las latitudes extratropicales de este continente.

RECONOCIMIENTO

Expresamos especial agradecimiento por su valiosa colaboración, a la profesora señorita Luisa J. Calcagno, quien ha tenido a su cargo todo lo relacionado con el mecanismo del cálculo.

BIBLIOGRAFÍA

1. CONOVER, JOHN H. — « Climatic changes as interpreted from meteorological data ». « Climatic Change », editado por Harlow Shapley. 1953.
2. SCHWERDTFEGER, W., y VASINO, C. — « Variación secular de las precipitaciones en el este y centro de la República Argentina ». METEOROS. Año IV, N° 3. Julio-setiembre 1954.
3. PARYSKI, WITOLD H. — « Klimat Poludniowej Puna de Atacama ». « Przegląd Meteorologiczny i Hidrologiczny ». Año 1953, N° 1-2.

551.524.37 : 551.586:628.8

EL CALENTAMIENTO DEL AIRE EN LA LUCHA CONTRA LAS HELADAS PRIMAVERALES PARA LA PROTECCIÓN DE LOS MONTES FRUTALES EN EL VALLE DEL RIO NEGRO

POR EDMUNDO A. DAMARIO * Y ANTONIO J. PASCALE **

Resumen. — En diversas explotaciones de la localidad de Villa Regina (Río Negro) se efectuaron en los meses de julio y agosto varios ensayos de lucha contra las heladas por medio del sistema de calentamiento del aire con caloríferos. Se utilizaron dos modelos variando densidades, formas de distribución y modo de operar. De acuerdo con los resultados se aconseja la utilización de 100 caloríferos del tipo usado por hectárea, con lo que se obtendrá un aumento de temperatura entre 2.0° y 3.0° C según se regule el tiraje. El consumo será entre 3 ó 4 litros de gas-oil por hora y por calorífero. Finalmente, y teniendo en cuenta el régimen de las heladas primaverales con relación al proceso fenológico de los frutales en el Valle del Río Negro, se efectúa un costo económico del método de calentamiento en la lucha contra esa adversidad climática.

Summary. — Various trials on struggle against frost over several plots at "Villa Regina (Río Negro) during July and August were made. The applied method was the air warming through heaters. Two patterns with different densities, distribution ways and operating system were utilized. From these trials, it's advisable the applying of 100 heaters per hectare, as the used type, to obtain a temperature increasing, ranged between, 2.0° C and 3.0° C, according how the draught be regulated. The gas-oil consumption shall be from 3 to 4 liter per hour and per heater. Considering, at last, the spring frost regime in connexion with phenological progress of fruit-trees at the "Valle del Río Negro", the applying of the heating method to the frost control is discussed under the economic point of view.

I. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El calentamiento del aire con caloríferos como medio de protección de los cultivos contra el daño por heladas, conocido en nuestro país desde hace muchos años, sólo había tenido hasta el presente una difusión muy limitada y uso restringido, atribuibles a la incidencia de factores económicos adversos y a la falta de una conciencia colectiva que justipreciara el valor de la defensa contra la acción perjudicial de tan importante adversidad climática.

A diferencia de otras regiones frutícolas del mundo, como la de California en los EE. UU., donde la defensa contra las heladas constituye una práctica cultural normal, la fruticultura de nuestro país debe soportar, con una frecuencia variable impuesta por los regímenes propios de sus distintas localizaciones, perjuicios parciales o totales como consecuencia de la carencia de protección racional.

* Jefe de la División Adversidades del Tiempo del Departamento de Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional.

** Jefe de la Red Agrometeorológica del Departamento de Agrometeorología del Servicio Meteorológico Nacional.

Es así como nuestra producción anual de frutas y especialmente las de pepita y carozo está caracterizada por una irregularidad perfectamente correlacionable con el régimen térmico adverso, consecuencia de la gran variabilidad climática debida a nuestra especial situación geográfica.

Varios han sido los esfuerzos oficiales y privados para dar solución al problema y desarrollar el sentido de la necesidad de la protección, a fin de anular o por lo menos disminuir las pérdidas por heladas.

Como antecedentes citaremos algunos de los ensayos realizados en el país. En el año 1935 una Comisión especial designada al efecto por el Ministerio de Agricultura realizó un ensayo de la estufa modelo "Victoria", consiguiéndose aumentos de temperatura entre 2,0 y 3,0°C como máximo según las alturas (SACKMANN SALA y otros, 1939).

Posteriormente, en los años 1938 y 1940 otra comisión, también creada por el Ministerio de Agricultura, realizó pruebas con el calorífero modelo "Sol", obteniendo aumentos térmicos entre 1,0° y 2,0°C con una cantidad reducida de aparatos por hectárea (HIRSCHHORN y otros, 1940).

Si bien tales ensayos arrojaron algunas conclusiones interesantes, no tuvieron repercusión entre los fruticultores como para despertar inquietud sobre el problema. En cambio, el ensayo realizado conjuntamente en 1950 por la Estación Agrometeorológica de Cipolletti y la Estación Experimental de Cinco Saltos promovió el interés de los productores de la región y tuvo la virtud de iniciar un período de preocupación creciente por todo lo relacionado con el control de las heladas tardías mediante el sistema de calentamiento del aire. Con caloríferos fabricados en el país sobre un modelo norteamericano, similar al que utilizamos en nuestros ensayos, se consiguió un aumento promedio de 2,3°C, llegándose a demostrar que sería suficiente para la protección de los montes en el período crítico (PROVERBIO, 1952).

A partir de ese año de 1950 se inició la fabricación por la industria privada de dichos caloríferos, usados con relativa generalización, especialmente en la zona de Villa Regina, cuyos fruticultores gestionaron ante el Departamento de Agrometeorología del S. M. N. el desarrollo de ensayos que arrojaran una orientación definitiva en la utilización de caloríferos para calentamiento del aire. El presente trabajo es el resultado de tales gestiones.

II. ENSAYOS DE CALENTAMIENTO EFECTUADOS EN VILLA REGINA

1. MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos de calentamiento del aire por medio de caloríferos se efectuaron en Villa Regina (Río Negro) entre el 27 de julio y el 5 de agosto de 1955. Las experiencias tuvieron lugar en noches de fuerte irradiación, aire calmo y cielo despejado, que se presentaron del 29 al 30 de julio, del 1 al 2 y del 4 al 5 de agosto.

Si bien existe homogeneidad entre las distintas chacras de Villa Regina, para ubicar los ensayos se efectuó un reconocimiento previo de los lugares adecuados, teniendo en cuenta su posición relativa a la Estación Agrometeorológica, que se utilizaría como parcela testigo, y eligiendo quintas con frutales implantados a distancias que permitieran el fácil trabajo con los caloríferos. Así, se seleccionaron cuatro parcelas,

cuya ubicación se puede observar en la Fig. 1. En las mismas y en la parcela testigo se estudió la variación microclimática que pudiera existir con relación al descenso térmico nocturno, a fin de aplicar las correcciones necesarias a los resultados de los ensayos. Se instalaron, en el centro de cada uno de los cuadros elegidos, un mástil termométrico con termómetros de mínima a 0,50 y 1,50 m y un termohigrógrafo a 1,50 m de altura (Fig. 2). Este ensayo en blanco se efectuó durante nueve noches consecutivas habiéndose obtenido del análisis de los registros y promedios de las temperaturas mínimas los valores señalados en el cuadro I.

CUADRO I. — *Temperaturas mínimas medias del aire (en °C) en cinco quintas de Vilia Regina desde el 20/7 al 4/8/55*

Cuadro	1,50 m	0,50 m
Testigo	— 7.1	— 7.9
A	— 7.1	— 7.5
B	— 7.2	— 8.1
C	— 7.4	— 7.1
E	— 7.5	— 8.0

Estos valores medios indican que los ensayos se realizaron en parcelas homogéneas, pues las diferencias máximas a 1,50 m se encuentran entre la parcela testigo y la D con sólo 0,4°C. Las diferencias a 0,50 m son variables, debiéndose consignar que la chacra B posee suelo muy arenoso lo que da valores de irradiación más pronunciados y la C estaba cubierta

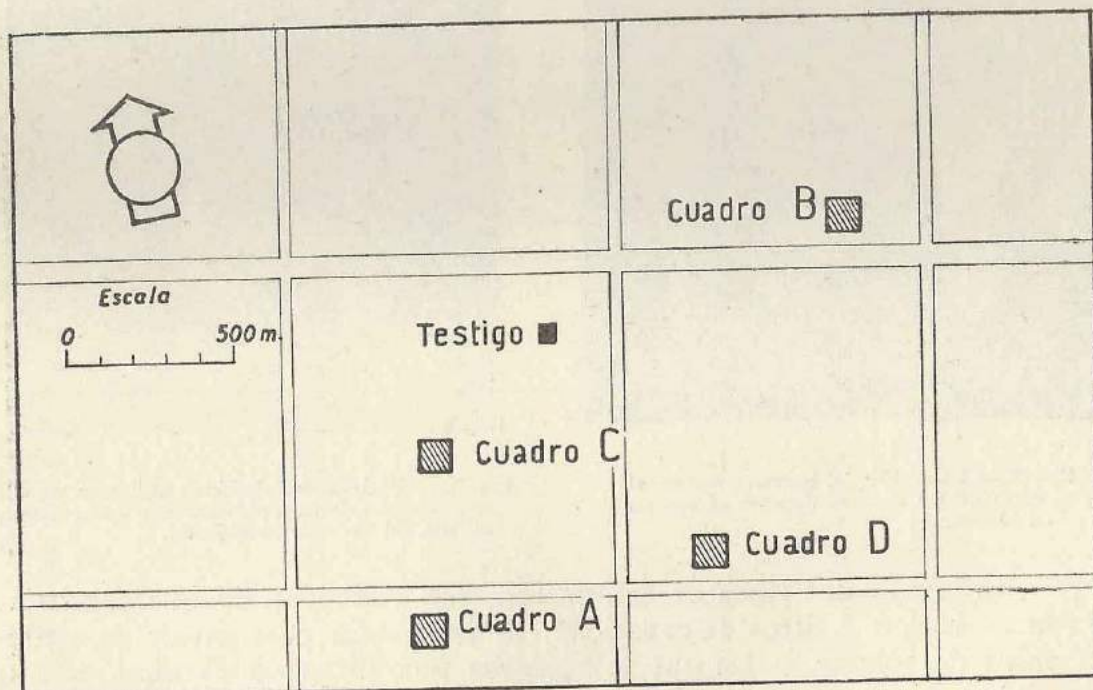


FIG. 1. — Plano de ubicación de los distintos cuadros de ensayos con relación al testigo.

por un manto de hojas secas que permitió observar temperaturas mínimas relativamente más altas a 0,50 m que a 1,50 m. Esta uniformidad entre los cuadros, elimina la corrección antedicha a los resultados de los ensayos. El control de la temperatura durante las experiencias se efectuó

de la manera siguiente: en el centro de cada parcela se instaló un mástil con termómetros a 2,00 m, 1,50 m y 0,50 y otro con termohigrógrafo sobre una pequeña plataforma a 1,50 m, ambos equidistantes de los caloríferos circundantes. Además, se instalaron otros cuatro mástiles con termómetros a 1,50 m y 0,50 a igual distancia del centro de la parcela y cada uno de los cuatro vértices del cuadro, cuya superficie era de una hectárea aproximadamente. En el cuadro testigo, o sea la estación agrometeorológica, se hizo el mismo control de temperaturas hasta 2,00 m, efectuándose asimismo las lecturas de los termómetros seco y húmedo del abrigo meteorológico, en cada observación. Las lecturas se hicieron cada media hora, abarcando simultáneamente los cinco mástiles, del primero al quinto, que era el central, siempre en un mismo sentido. Se realizaron observaciones desde antes del encendido de los caloríferos y durante todo el ensayo hasta que el 50 % de los mismos estuvieran apagados. Periódicamente se efectuaron observaciones psicométricas a 1,50 m de altura con psicrómetro de aspiración tipo Assmann, para eliminar el aumento de temperatura por radiación directa de los caloríferos.

Los valores de temperatura que se consignan en este trabajo son el promedio de los cinco mástiles, controlados con la marcha de la temperatura en el termohigrógrafo y aplicada la corrección por diferencias de temperatura de los cuadros al iniciar cada ensayo.

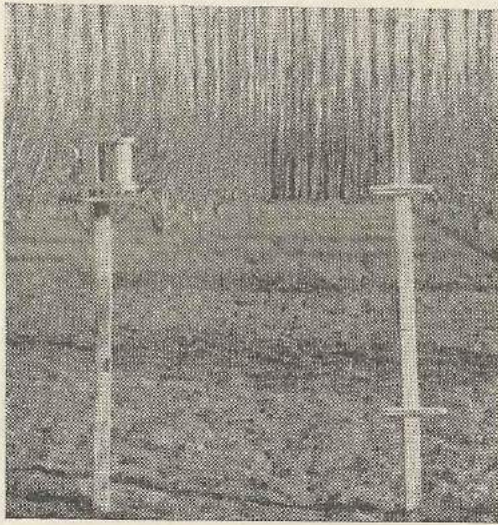


FIG. 2. — Ubicación del instrumental en el centro de los cuadros durante el ensayo en blanco.



FIG. 3. — Modelos de caloríferos utilizados en el ensayo: un calorífero rudimentario apagándose al lado del tipo norteamericano.

Se utilizaron dos tipos de caloríferos, uno rudimentario que consistía en latas de 4 ó 5 litros de capacidad, de las usadas para envase de aceite o pulpa de tomate, a las que se agregaba una chimenea de unos 40 cm de altura mantenida sobre la superficie de aquellas por medio de una varilla de hierro acodada que se enterraba en el suelo (Fig. 3). Al consumirse el combustible de una lata se giraba la chimenea sobre el otro recipiente lleno que se encontraba al lado. Tal desplazamiento de la chimenea y el correspondiente encendido de nuevos recipientes podía realizarse tantas veces como quisiera prolongarse el calentamiento.

El otro calorífero es copia de un modelo común norteamericano, del tipo llamado "lazy-flame", constituido por un recipiente cilíndrico de 44,5 cm de diámetro con tapa de forma tronco-cónica y chimenea simple y desmontable de 60 cm de altura. El control de la combustión se consigue por medio de un regulador de tiraje graduable ubicado en la tapa del depósito.

En la realización del ensayo con estufas rudimentarias se utilizó como combustible el fuel-oil y el gas-oil, usándose este último en el modelo norteamericano que no tolera el empleo de productos pesados.

El consumo de combustible en cada ensayo se controló iniciando el encendido con una cantidad conocida y midiendo el restante al interrumpir el ensayo o considerando agotado los caloríferos cuando el 50 % de los mismos estaban apagados.

El encendido se realizó siempre con nafta, fuera iniciando con una pequeña cantidad sobre las estufas rudimentarias, fuera por medio de alcuza volcadoras especiales en el otro tipo.

También se efectuó el control del personal necesario y el tiempo que demandó cada operación en los ensayos.

No se estudió el tipo de inversión térmica presente durante los ensayos, pero por algunas observaciones aisladas, aprovechables para tal fin, se puede suponer que en las experiencias incidieron inversiones de regular intensidad.

2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

a) *Con caloríferos rudimentarios.* — Los ensayos se efectuaron los días 29-30 de julio y el 4-5 de agosto y las variantes fueron las siguientes: con fuel-oil y 121 caloríferos por hectárea en el cuadro C, con fuel-oil y 160 por hectárea en el cuadro A y con gas-oil y 160 por hectárea en el cuadro A. Los resultados se consignan en el cuadro II y en la Fig. 4.

CUADRO II. — *Diferencias medias de temperatura (en °C) entre el cuadro testigo y cada uno de los tratamientos utilizando caloríferos rudimentarios*

Hora	Con fuel-oil		Con gas-oil
	121 caloríferos por hectárea	160 caloríferos por hectárea	160 caloríferos por hectárea
22.30	—	2.6	—
23.00	3.2	4.1	—
23.30	2.9	3.7	3.3
24.00	2.6	2.9	4.0
0.30	2.5	3.0	3.5
1.00	2.4	3.2	2.0
1.30	2.9	3.3	—
2.00	2.7	2.3	—

A los efectos de calcular las diferencias en temperatura obtenidas, solamente se utilizaron para el cómputo los registros ocurridos desde el momento en que estaban encendidos todos los caloríferos hasta que comenzaban a apagarse los primeros. Idéntico criterio se aplicó en todos los ensayos realizados.

Como puede apreciarse en la Fig. 4, el aumento inicial de temperatura por el encendido de estas estufas es rápido y notorio, aproximadamente entre 2° y 3°C , habiéndose observado durante todo el ensayo, por medio de las observaciones con psicrómetro de aspiración, un efecto radiante directo bastante elevado.

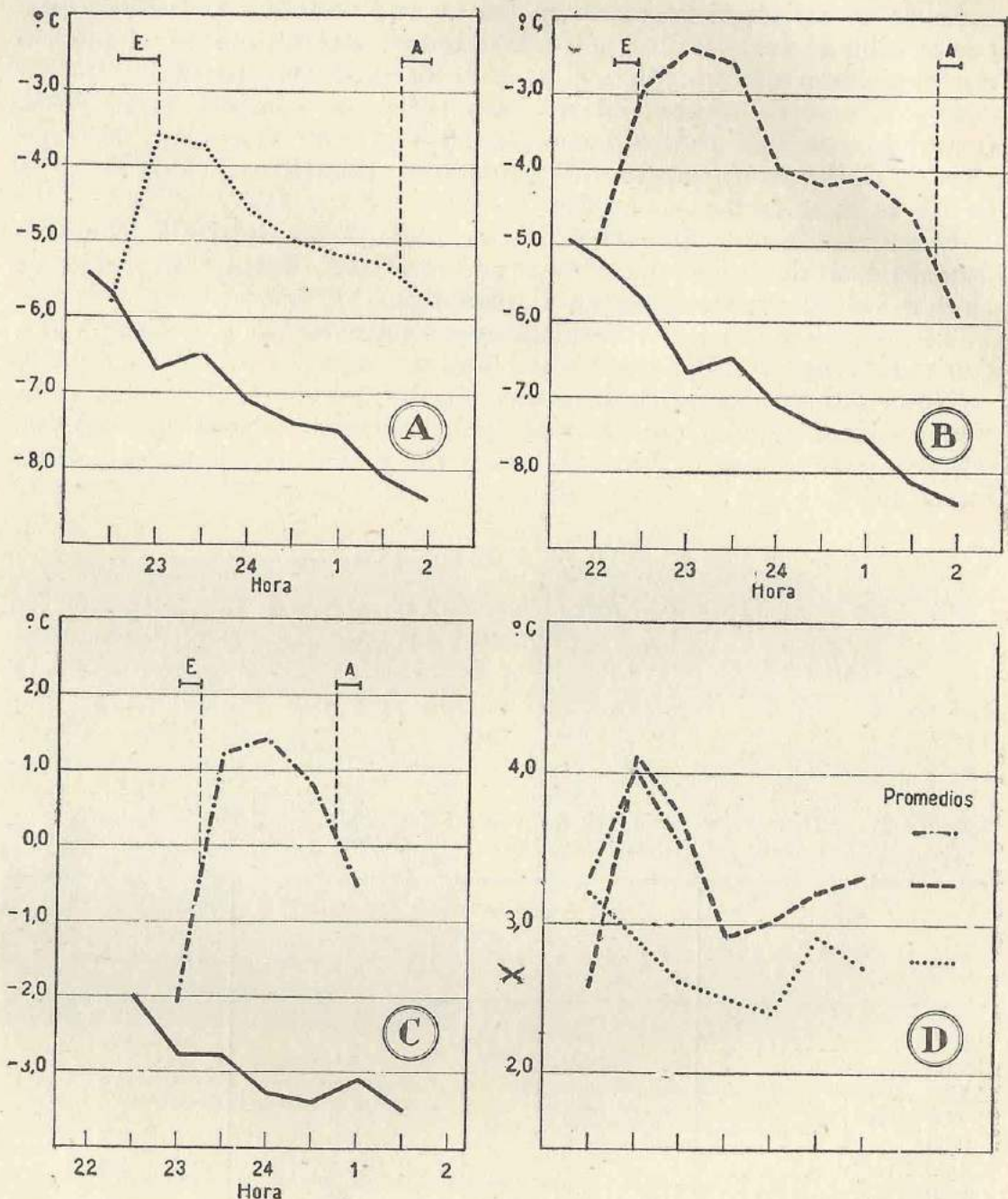


FIG. 4.—Variación de las temperaturas en los ensayos con caloríferos rudimentarios, en relación a la del cuadro testigo (línea llena); en A y B, con fuel-oil en 121 y 160 caloríferos por hectárea, respectivamente; en C, con gas-oil y 160 caloríferos por hectárea. En los gráficos se indica la duración del encendido y el lapso desde el primero al 50 % de los caloríferos apagados. En D, se grafica las diferencias cada media hora entre las temperaturas de los distintos ensayos y el testigo.

Utilizando fuel-oil, presentan el inconveniente de producir abundante humo y hollín, productos de gases no combustionados, lo que no se observó con el gas-oil.

CUADRO III. — Consumo horario de combustible por calorífero y por grado de aumento de temperatura en los distintos ensayos

Variante	Consumo en litros por hora y por calorífero					Consumo horario en litros por °C de aumento de temperatura				
	Nº de caloríferos por hectárea					Nº de caloríferos por hectárea				
	78	90	121	133	161	78	90	121	133	160
1) Caloríferos económicos.										
a) con fuel-oil	—	—	2,610	—	2,430	—	—	0,950	—	0,745
b) con gas-oil	—	—	—	—	4,450	—	—	—	—	1,250
2) Caloríferos tipo norteamericano con gas-oil.										
a) 1 chimenea medio tiraje ..	—	—	3,080	—	—	—	—	1,110	—	—
b) 1 chimenea máximo tiraje ..	4,590	4,000	4,620	4,190	—	1,910	1,590	1,210	0,900	—
c) 2 chimeneas medio tiraje ..	—	—	5,850	—	—	—	—	1,420	—	—
d) 2 chimeneas máximo tiraje ..	—	—	9,050	—	—	—	—	1,740	—	—

Trabajando con fuel-oil, la elevación media de la temperatura a 1,50 m en el cuadro C, donde se trabajó con 121 caloríferos en cuadrado por hectárea, fué de 2,75°C, y en el cuadro A, con 160 caloríferos en tresbolillo por hectárea, fué de 3,26°C.

En el Cuadro III, de consumo de combustible, se puede notar que los referidos aumentos de temperatura se obtuvieron con un consumo de fuel-oil de 2,610 y 2,430 litros por calorífero y por hora. Cabe señalar que este consumo se calculó teniendo en cuenta que los recipientes contenían, término medio, 4.250 litros cada uno.

En el ensayo con gas-oil la elevación media de temperatura fué de 3,60°C pero el consumo se elevó a 4,430 litros por calorífero y por hora. Tal calentamiento medio se calculó sólo con tres observaciones, pues el rápido consumo del combustible impidió prolongar el ensayo a fin de realizar una mejor comparación con relación a la utilización del fuel-oil.

Como en este sistema es necesario efectuar un traslado de chimenea cada vez que se consume el combustible contenido en un recipiente, interesa saber la duración media de la combustión de cada tarro para calcular la cantidad necesaria de los mismos a disponer por punto, de acuerdo con la duración probable de la helada.

Se consideró como total del calentamiento el lapso transcurrido desde la mitad del encendido hasta el momento en que el 50 % de los caloríferos estaban apagados.

Con fuel-oil la duración media de combustión de cada tarro de 4,250 litros fué de 1 hora 45 min.; con gas-oil la duración media por tarro no alcanzó a 1 hora (55 minutos).

El consumo horario por grado de aumento de temperatura fué de 0,950 litros y 0,745 litros al operar con fuel-oil y con 121 y 160 caloríferos por hectárea, respectivamente, y de 1,230 al usar gas-oil en 160 caloríferos por hectárea.

Para el encendido, mantenimiento y cambio de recipientes en este tipo de caloríferos, conforme a lo observado durante los ensayos se considera que una persona podría atender eficientemente unos 60-70 puntos, pues la eficacia del calentamiento reside en mantener encendidos simultáneamente la totalidad de los caloríferos, para evitar descensos bruscos de la temperatura.

b) *Con caloríferos de modelo norteamericano.* — En este grupo de ensayos se utilizó gas-oil en todos los casos, con las siguientes variantes:

- 78 caloríferos por hectárea, en tresbolillo, todo tiraje, en el cuadro D.
- 90 caloríferos por hectárea, en tresbolillo con bordura, todo tiraje, en el cuadro B.
- 121 caloríferos por hectárea, en cuadrado, todo tiraje, en el cuadro C.
- 133 caloríferos por hectárea, en tresbolillo desplazado, todo tiraje, en el cuadro A.
- 121 caloríferos por hectárea en cuadrado, una chimenea, medio tiraje, en el cuadro C.
- 121 caloríferos por hectárea en cuadrado, doble chimenea, medio tiraje, en el cuadro C.

121 caloríferos por hectárea en cuadrado, doble chimenea, todo tiraje, en el cuadro C.

La distribución en todos los ensayos, en cuadrado o en tresbolillo, se buscó fuera uniforme para conseguir calentamiento parejo.

El encendido con este modelo de calorífero, por medio de alcuzas volcadoras, se efectúa en forma rápida, manteniéndose posteriormente la combustión de manera uniforme hasta la terminación del combustible. El encendido exige una persona por hectárea y, durante el mantenimiento, la misma puede atender unas 3 hectáreas en forma eficiente.

CUADRO IV. — *Diferencias medias de temperatura (en °C) entre el cuadro testigo y cada uno de los tratamientos utilizando caloríferos modelo norteamericano*

Hora	Una chimenea				Doble chimenea		
	Tiraje máximo				Tiraje medio	Tiraje máximo	Tiraje medio
	78/Ha	90/Ha	121/Ha	133/Ha	121/Ha	121/Ha	121/Ha
23.00	—	—	—	—	2.3	—	—
23.30	—	—	—	—	2.8	—	—
24.00	—	—	—	—	3.2	—	—
0.30	1.6	1.5	2.6	1.4	—	—	4.0
1.00	1.6	1.6	3.0	2.4	—	—	3.8
1.30	2.4	2.5	3.7	4.3	—	—	4.6
2.00	2.8	3.0	4.3	4.7	—	5.2	—
2.30	3.1	3.0	4.3	5.0	—	4.5	—
3.00	2.5	3.0	3.7	4.7	—	—	—
3.30	2.4	3.2	3.1	5.0	—	—	—
4.00	—	3.0	2.3	4.1	—	—	—

Del cuadro III y Fig. 5 surgen las siguientes diferencias medias de aumento de temperatura y consumo de combustible, trabajando a tiraje máximo:

Caloríferos/Ha	Aumento de temperatura	Consumo por calorífero y por hoja
78	2.30 °C	4.390 litros
90	2.52 °C	4.000 litros
121	3.82 °C	4.620 litros
133	4.67 °C	4.190 litros

Las elevaciones de temperatura acusan proporcionalidad con el aumento de caloríferos por hectárea, con excepción del ensayo en el cuadro B, donde no se cumplió tal aserto dado que la distribución no fué uniforme, pues se reforzó el lado oeste con doble número de caloríferos por ser esa la dirección de la brisa al iniciar el encendido; posteriormente, ésta cambio al sudoeste, tomando la línea de refuerzo en forma transversal, no influyendo el efecto de bordadura en la elevación de la temperatura del cuadro. Por tal motivo, no pudo comprobarse la eficiencia del refuerzo de bordura, de acuerdo con lo que aconseja la técnica operativa norteamericana al respecto (KEPNER, 1950).

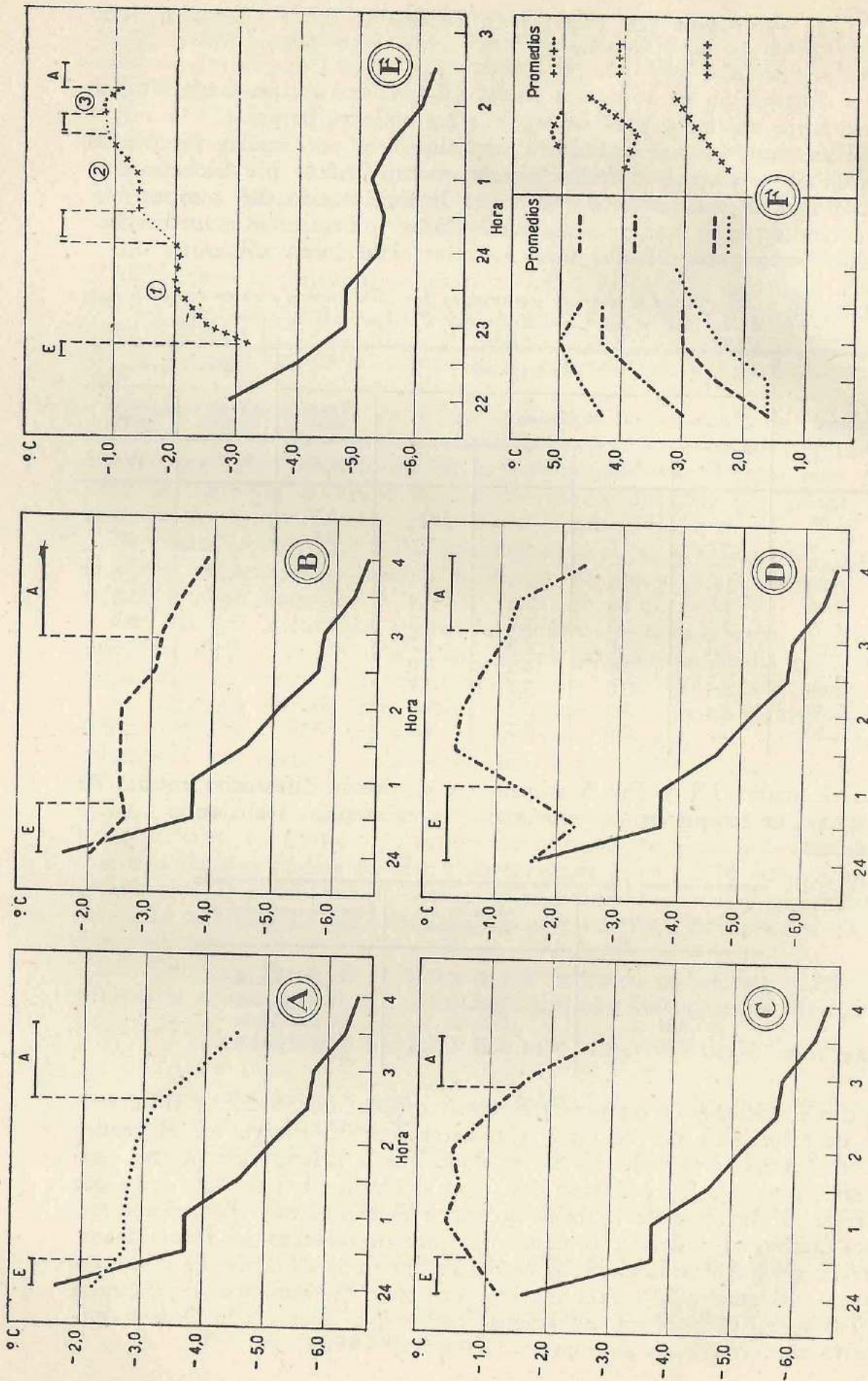


FIG. 5.— Variación de las temperaturas en los ensayos con caloríferos modelo norteamericano en relación a la del cuadro testigo (línea llena). En A, B, C y D, resultados con 78, 90, 121 y 153 caloríferos por hectárea trabajando a máximo tiraje. En E, con 121 caloríferos por hectárea, con las siguientes variantes: en 1, trabajando a medio tiraje; en 2, utilizando doble chimenea a medio tiraje; en 3, con doble chimenea a tiraje máximo. En los gráficos se indican los tiempos de encendido (E) y de apagado (A). En el gráfico F, se muestran las diferencias en temperatura, cada media hora, de las distintas variantes con respecto al testigo.

A diferencia de lo observado con la utilización de caloríferos rudimentarios la elevación inicial de la temperatura es lenta para las menores densidades, tornándose más pronunciada en 120 y 133 caloríferos por hectárea, donde aumenta el efecto por radiación (Fig. 5).

El consumo de combustible acusado por dichos caloríferos, trabajando a pleno tiraje, es algo superior a los 4 litros horarios por unidad, cantidad que se considera bastante elevada.

El consumo medio por grado de aumento de temperatura conseguido, fué de 1,910 litros, 1,590 litros, 1,210 litros, y 0,900 litros, por calorífero y por hora para 78, 90, 121 y 133 caloríferos por hectárea respectivamente. Por interpolación entre las distribuciones uniformes se obtiene, para 100 caloríferos por hectárea, un consumo de 1,530 litros/hora por cada grado de aumento de la temperatura.

Análogamente, se calculó que la elevación media de temperatura a conseguirse con la utilización de 100 caloríferos por hectárea, trabajando a tiraje máximo, sería de 3,0°C, siempre a 1,50 m de altura.



FIG. 6. — Aspecto de un cuadro de ensayo con caloríferos modelo norteamericano.

Los ensayos con los caloríferos operando a medio tiraje (Fig. 5) se realizaron en el cuadro C, con una densidad de 121 unidades por hectárea, distribuidos uniformemente en cuadrado.

Esta prueba tuvo por objeto comprobar la ganancia calórica y el consumo de los caloríferos con esta variante; asimismo, permitió verificar si existían ventajas al aumentar la longitud de las chimeneas, que, según PROVERBIO (1952), mejoraban el funcionamiento y rendimiento de los aparatos. Para ello se comenzó a trabajar encendiendo los caloríferos con media apertura del tiraje durante un hora y media, a fin de obtener tres observaciones útiles para el promedio; luego, sin apagar los caloríferos, se les agregó una chimenea suplementaria enchufada directamente sobre la original, con lo que se consiguió aumentar la longitud

de la misma hasta 1,20 m; en tales condiciones y con tiraje medio se trabajó durante tres observaciones netas y a continuación se abrió totalmente la toma de aire hasta agotar el combustible. En este último caso sólo se consiguió una observación aprovechable.

Antes de iniciar cada variante se hicieron las correspondientes mediciones de combustible a fin de poder calcular el consumo respectivo.

Las elevaciones de temperatura y los consumos se consignan a continuación:

	Elevación de temperatura	Consumo por calorífero y por hora
Una chimenea, medio tiraje	2.77 °C	3.080 litros
Doble chimenea, medio tiraje	4.13 °C	5.850 litros
Doble chimenea, todo tiraje	5.20 °C	9.050 litros

A pesar de la mejor combustión y de la ganancia en temperatura logradas con las dos últimas variantes, el excesivo consumo horario de combustible, imputable al agregado de la segunda chimenea, hace que deban descartarse para su utilización práctica.



FIG. 7. — Vista del ensayo de caloríferos modelo norteamericano con doble chimenea.

En cambio con medio tiraje y una sola chimenea, la elevación de temperatura se consigue con un consumo de combustible más reducido, ya que se necesitan 1,110 litros de gas-oil por hora y por calorífero para cada grado de aumento de temperatura, contra 1,210 necesarios a todo tiraje y para la misma cantidad de caloríferos por hectárea. Suponiendo la misma variación de temperatura con el aumento o disminución de caloríferos, tal como se observó en los ensayos a tiraje máximo, se

estima que con 100 unidades por hectárea se conseguiría una elevación de 2,1°C.

En definitiva, con la utilización de 100 caloríferos por hectárea se aseguraría una protección entre 2,1°C y 3,0°C, consumiéndose de 3 a 4 litros de gas-oil aproximadamente por calorífero y por hora, según se regule la velocidad de combustión. Como veremos posteriormente esta protección sería satisfactoria para manzanos y perales según el régimen de temperaturas mínimas primaverales del Valle del Río Negro y con inversiones térmicas similares a las ocurridas durante los ensayos.

Con el consumo consignado, la capacidad de los caloríferos, que es de 25 litros, bastaría para el control de heladas en el período estudiado, sin necesidad de efectuar recarga de combustible en cada encendido.

Para que las conclusiones anteriores tengan carácter definitivo, es indispensable estudiar el proceso de ocurrencia de las heladas primaverales en el Valle del Río Negro y en especial las características de la inversión térmica.

III. REGIMEN DE LAS HELADAS PRIMAVERALES EN EL VALLE DEL RIO NEGRO

Factor importante al determinar la conveniencia de la protección de los cultivos contra los perjuicios de las heladas, es el del régimen de las mismas en su incidencia sobre el proceso fásico de los vegetales.

Interesa, al efecto, conocer la frecuencia de las heladas perjudiciales clasificadas por intensidades y la duración de las mismas expresadas en sus valores medios y absolutos. En este aspecto, el Valle del Río Negro establece una solución de continuidad en la meseta patagónica, introduciendo una notable modificación mesoclimática que se refleja con características propias en cada una de las zonas que lo componen.

Para nuestro análisis hemos considerado los valores de las estaciones meteorológicas instaladas en el valle, y que de oeste a este son: Cipolletti, J. J. Gómez, Gral. E. Godoy, Choele Choel y Gral. Conesa. No se consideran los datos de Carmen de Patagones, por poseer características climáticas muy especiales que no interesan a este estudio y que ya fueron analizadas por BOSSO y BURGOS, 1948. Tampoco se toman en cuenta los valores de las estaciones agrometeorológicas de Cinco Saltos y Villa Regina por la escasa extensión de sus registros, ya que sus instalaciones datan de 1952 y 1954, respectivamente.

CUADRO V. — Fecha media de la última helada registrada en las estaciones meteorológicas del Valle del Río Negro

Localidad	Período	Fecha media de última helada	Desviación típica	Índice crioquindinoscópico
Cipolletti	1903-53	Octubre 6	± 13.57	14.7
J. J. Gómez	1920-53	Octubre 13	± 14.34	15.9
Gral. E. Godoy ...	1932-53	Octubre 4	± 12.26	14.1
Choele Choel	1902-53	Setiembre 27	± 15.69	15.6
Gral. Conesa	1902-51	Octubre 3	± 20.30	16.3

CUADRO VI. — Frecuencia de heladas clasificadas por intensidades de grado en grado

Estación	15-24 setiembre						25 setiembre-4 octubre									
	0.0 a	-1.0 a	-2.0 a	-3.0 a	-4.0 a	-5.0 a	-6.0 a	-7.0 a	-8.0 a	0.0 a	-1.0 a	-2.0 a	-3.0 a	-4.0 a	-5.0 a	-6.0 a
Cipolletti 1903-1953	29 0.57	22 0.43	7 0.14	14 0.27	5 0.10	0 0.0	2 0.04	0 0.0	0 0.0	23 0.45	13 0.25	14 0.27	1 0.02	4 0.08	0 0.0	0 0.0
J. J. Gómez 1920-1953	27 0.79	24 0.70	9 0.26	7 0.20	4 0.12	1 0.03	1 0.03	0 0.0	1 0.03	17 0.50	16 0.47	6 0.18	6 0.18	1 0.03	0 0.0	1 0.03
Gral. Godoy 1932-1953 (excluido 1943-44)	14 0.70	2 0.10	5 0.25	3 0.15	1 0.05	0 0.0	1 0.05	0 0.0	0 0.0	7 0.35	5 0.25	4 0.20	1 0.05	1 0.05	0 0.0	0 0.0
Choele Choel 1902-1953 (excluido 1904-06 y 22)	18 0.37	8 0.16	8 0.16	2 0.04	1 0.02	1 0.02	0 0.0	0 0.0	0 0.0	11 0.22	8 0.16	4 0.08	2 0.04	1 0.02	0 0.0	0 0.0
Gral. Conesa 1902-1951 (excluido 1906)	26 0.54	14 0.29	10 0.21	9 0.19	5 0.10	2 0.04	0 0.0	0 0.0	0 0.0	15 0.31	7 0.14	7 0.14	5 0.10	2 0.04	2 0.04	0 0.0

* F.t. = Frecuencia total; ** F.a.m. = Frecuencia anual media.

CUADRO VI. — Continuación

5-14 octubre		15-24 octubre		25 oct.-3 nov.		4-13 noviembre		Totales
0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	0.0	-1.0	-2.0
a	a	a	a	a	a	a	a	a
-0.9	-1.9	-2.9	-3.9	-4.9	-5.9	-0.9	-1.9	-2.9
10	9	4	4	2	0	3	0	0
0.20	0.18	0.08	0.08	0.04	0.0	0.06	0.0	0.0
17	5	2	4	1	1	5	2	1
0.50	0.15	0.06	0.12	0.05	0.05	0.09	0.03	0.03
2	2	1	1	0	0	2	0	0
0.10	0.10	0.05	0.05	0.0	0.0	0.10	0.0	0.0
9	2	4	0	0	0	2	0	0
0.18	0.04	0.08	0.0	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0
10	10	5	1	0	0	3	1	0
0.21	0.21	0.10	0.02	0.0	0.0	0.06	0.02	0.00
								177
								3.47 ± 2.28
								167
								4.91 ± 3.60
								56
								2.80 ± 1.40
								88
								1.80 ± 1.74
								143
								1.77 ± 3.44

Considerando que el período crítico con respecto a las heladas para los montes de manzanos y perales del Valle del Río Negro comienza con el hinchamiento de las yemas florales, que aproximadamente ocurre a mediados de setiembre, el análisis climático se efectúa a partir de tal fecha. Como fin del análisis se ha tomado el día de noviembre 13, teniendo en cuenta que la misma cubre con exceso, para todas las localidades, excepto Gral. Conesa, la ocurrencia del 95 % de las heladas totales, tal como puede observarse en el cuadro V.

Además, por los valores del índice crioquindinoscópico (BURGOS, 1947) se deduce que la región considerada tiene una peligrosidad de heladas uniforme, y las consideraciones a que se arribe, principalmente en base a los datos de la estación Cipolletti, que son los más completos, podrán aplicarse con pequeñas variantes a todas las otras localidades.

Para facilitar el análisis del régimen de heladas se divide el período considerado en décadas de la siguiente manera: del 15 al 24 de setiembre, del 25 de setiembre al 4 de octubre, del 5 al 14 de octubre, del 15 al 24 de octubre, del 25 de octubre al 3 de noviembre y del 4 al 13 de noviembre. Conforme a este ordenamiento se confeccionó el cuadro VI con las frecuencias medias de heladas clasificadas por intensidades de grado en grado.

Para relacionar tales intensidades con los niveles críticos a que comienzan a ser dañados los órganos de los frutales, utilizamos los datos de YOUNG (1947), para las tres especies de mayor cultivo en el Valle. Los puntos críticos se refieren a temperaturas en abrigo meteorológico.

CUADRO VII. — *Temperaturas a que comienzan a ser dañados los órganos de los frutales (Young, 1947)*

	Yemas cerradas mostrando el color de los pétalos	Plena floración	Pequeños frutos verdes
Manzano	— 3.9 °C	— 2.2 °C	— 1.7 °C
Pera	— 3.9 °C	— 2.2 °C	— 1.1 °C
Vid	— 1.1 °C	— 0.6 °C	— 0.6 °C

El comienzo de la floración de las principales variedades de manzano en Cinco Saltos, localidad cercana a Cipolletti, según RUGGIERO (1955), oscila en promedio entre el 23 de setiembre y el 6 de octubre, por lo que podemos considerar la década del 15 al 24 de setiembre como el período previo a la apertura de las yemas florales; la década del 25 de setiembre al 4 de octubre como de plena floración y las décadas restantes como de fruto verde desarrollándose. Esto en cuanto al manzano, pues el peral, con niveles críticos similares, tiene un proceso fenológico que se inicia con algunos días de anticipación. En la vid, a pesar de su menor resistencia a las bajas temperaturas, las fases se producen bastantes después que en el manzano, por lo que las consideraciones predichas no se pueden aplicar.

Por lo tanto, aplicando los niveles críticos de Young a los valores del cuadro VI y teniendo en cuenta las fechas medias de floración del manzano para Cinco Saltos, se obtienen las frecuencias anuales de heladas perjudiciales en cada estado fenológico.

Se consideraron las temperaturas de — 3,0°C e inferiores, — 2,0°C e inferiores y — 1,0°C e inferiores, como descensos térmicos que pueden

tener efecto dañino desde la evolución de la yema floral hasta el fruto verde, obteniéndose el ordenamiento del cuadro VIII.

CUADRO VIII. — Frecuencias anuales de heladas perjudiciales para manzanos

Estación	Frecuencia media de heladas perjudiciales			
	En los 10 días previos a la floración	En los 10 días de floración de la mayoría de las variedades de manzano	Con fruto verde pequeño	Total anual para el período crítico
	De -3.0°C e inferiores	de -2.0°C e inferiores	De -1.0°C e inferiores	
Cipolletti	0.41	0.37	0.49	1.27
J. J. Gómez	0.41	0.42	0.63	1.46
Gral. E. Godoy	0.25	0.30	0.30	0.85
Choele Choele	0.08	0.14	0.20	0.42
Gral. Conesa	0.33	0.32	0.37	1.02

Si bien los datos fenológicos de Cinco Saltos pueden correlacionarse sin mayor error con las condiciones climáticas de Cipolletti, consideramos los mismos períodos críticos para las otras localidades estudiadas, dado que los procesos fenológicos en los árboles frutales del Valle acusan muy poca variación.

Comparando los totales de heladas que se consignaron en el cuadro VI y los que terminamos de asentar como realmente perjudiciales para el manzano y el peral, puede observarse que las heladas contra las cuales será necesario precaverse representan aproximadamente el 30 % del total del período, excepto el caso de Gral. Conesa, donde alcanza a cerca del 60 %.

Sin embargo, hay que tener en cuenta, en virtud de la técnica operativa del tipo de defensa que nos ocupa, que el número de veces a encender los caloríferos será mayor que el de heladas realmente perjudiciales, pues llegado hasta cierto nivel el descenso térmico, los fruticultores por vía de precaución iniciarán la defensa antes de alcanzarse el punto crítico de cada estado fenológico, aun cuando tal helada no llegue a acusar el descenso previsible.

Ello obliga a aumentar los valores de frecuencia de heladas perjudiciales con un margen de seguridad que cubra asimismo las variaciones microclimáticas no tomadas en cuenta al analizar los registros de las estaciones meteorológicas.

Como margen a incrementar estimamos aceptable el 50 % de la diferencia entre heladas totales y realmente perjudiciales, quedando las frecuencias modificadas conforme al cuadro IX.

Llegamos así a establecer el número promedio de heladas a combatirse, restando conocer la duración de las mismas, valor de importancia al considerar el costo económico de la lucha contra tal adversidad climática.

La duración de las heladas se computó de los registros de temperaturas horarias de la estación Cipolletti, obteniéndose la duración en horas y minutos de los descensos térmicos de -1.0°C e inferiores para el período desde el 15 de setiembre. Corresponde una duración media de 3 h 50 m con una desviación típica de ± 2 h 20 m. El valor extremo llega a 9 horas.

CUADRO IX. — Frecuencia anual media presumible de heladas a combatir (heladas perjudiciales más el 50 % de la diferencia entre heladas totales y heladas perjudiciales)

Estación	En los 10 días previos a la floración	En los 10 días de floración de la mayoría de las variedades de manzano	Con fruto verde pequeño	Total anual para el período crítico
Cipolletti	0.98	0.72	0.67	2.37
J. J. Gómez	1.28	0.90	1.00	3.18
Gral. E. Godoy	0.78	0.60	0.45	1.83
Choele Choel	0.42	0.33	0.34	1.09
Gral. Conesa	0.85	0.54	0.58	1.97

Se toma en cuenta la duración de las heladas de $-1,0^{\circ}\text{C}$ e inferiores por ser éste el nivel térmico a partir del cual comienzan a ser dañados los órganos más sensibles en manzanos y perales.

Los valores que consignamos —conviene subrayarlo— se refieren a temperaturas en abrigo meteorológico reglamentario, pues los que se registran en igual altura a la intemperie son más bajos. Se comprobó en estos ensayos que la diferencia media a 1,50 m es de $1,8^{\circ}\text{C}$, conclusión coincidente con la obtenida por PROVERBIO, 1950.

IV. CALCULO ECONOMICO DEL CALENTAMIENTO

En base a los resultados obtenidos en Villa Regina y al análisis del régimen de las heladas primaverales del Valle del Río Negro, es posible determinar el costo de la protección en montes de manzanos y perales.

Los cálculos que se dan a continuación se efectuaron sobre una explotación con 5 hectáreas de frutales en condiciones de ser protegidas y considerando la utilización de 100 caloríferos por hectárea durante 2,4 noches de heladas de 3 h 50 m de duración, con un consumo horario de combustible de 3,500 litros por calorífero.

CUADRO X. — Cálculo del costo de calentamiento de un monte de 5 Has de manzanos en el Alto Valle del Río Negro, por medio de caloríferos tipo norteamericano

a) Capital y determinación de la cuota anual de intereses y amortizaciones.

Rubros	Monto	Interés 5 %	Amortización 5 %	
			Años	Importe
1. 500 caloríferos a \$ 75.— c/u	37.500.—	1.875.—	8	3.920.00
2. 2 tanques para el almacenaje del combustible, de 15.000 litros c/u, a \$ 7.500.— c/u	15.000.—	750.—	25	314.29
3. 1 tanque móvil de 500 litros, para distribución del combustible	1.500.—	75.—	25	31.43
4. 5 alcuas encendedoras, a \$ 50.— c/u	250.—	12.50	20	7.56
5. 1 termómetro de mínima	150.—	7.50	2	73.17
6. Implementos varios: bomba, conexiones, mangueras, baldes, etc.	1.000.—	50.—	10	79.50
7. 30.000 litros de gas oil, a \$ 0.40 el litro	12.000.—	600.—		
Total	67.400.—	3.370.—		4.433.02

b) Gasto anual de operaciones:

Rubros	m\$n por hectárea	
	Parciales	Totales
I. Personal.		
1. 3 jornales para la colocación de caloríferos en el campo, a \$ 30.— diarios c/u; \$ 90 ÷ 5 has. ¹	18.—	
2. 2 jornales para el llenado de los caloríferos, a \$ 30.— diarios c/u; \$ 60 ÷ 5 has.	12.—	
3. 2 jornales para el llenado de los caloríferos, a \$ 30.— diarios c/u; \$ 60 ÷ 5 has.	12.—	
4. 4 jorrales para el vaciado de los caloríferos, a \$ 30 diarios c/u; \$ 120 ÷ 5 has.	24.—	
5. 4 jornales para el retiro y aceitado de los caloríferos, a \$ 30.— diarios c/u; \$ 120 ÷ 5 has.	24.—	
6. 9 jornales para atenciones caloríferos en 3 noches de heladas, a \$ 50 c/u; \$ 450 ÷ 5 has.	90.—	180.—
II. Combustible.		
7. 15.960 litros de gas-oil para la protección durante 2.4 noches de heladas de 3 hrs 50 min de duración, para 500 caloríferos de 3.5 litros de consumo horario, a \$ 0.40 el litro; \$ 6.384 ÷ 5 has.	1.276.80	
8. 50 litros de nafta para el encendido de 500 caloríferos durante 2.4 heladas, a \$ 1.40 el litro; \$ 70 ÷ 5 días	14.—	
9. Agricol y aceite utilizados en el tractor para las operaciones de movimiento de calentadores y distribución de combustible; \$ 30 ÷ 5 has.	6.—	1.296.80
III. Amortizaciones.		
10. De los caloríferos: \$ 3.927.07 ÷ 5 has.	785.40	
11. De los tanques de almacenaje: \$ 314.29 ÷ 5 has.	62.86	
12. Del tanque móvil: \$ 31.43 ÷ 5 has. ..	6.29	
13. De las alcuzas: \$ 7.56 ÷ 5 has.	1.51	
14. Del termómetro: \$ 73.17 ÷ 5 has.	14.63	
15. De los implementos: \$ 79.50 ÷ 5 has.	15.90	
16. Pérdida y evaporación del combustible almacenado 1,5 % de 30.000 litros a \$ 0.40 litro = \$ 180 ÷ 5 has.	36.—	922.59
IV. Intereses:		
17. De los caloríferos: \$ 1875.— ÷ 5 has.	375.—	
18. De los tanques de almacenaje: \$ 750.— ÷ 5 has.	150.—	
19. Del tanque móvil: \$ 75 ÷ 5 has.	15.—	
20. De las alcuzas: \$ 12.50 ÷ 5 has.	2.50	
21. Del termómetro: \$ 7.50 ÷ 5 has.	1.50	
22. De los implementos varios: \$ 50 ÷ 5 has.	10.—	554.—
23. Del combustible: \$ 600 ÷ 5 has.	120.—	120.—
	674.—	674.—

Suma total de gastos anuales por hectárea \$ 3.073.39

¹ En la asignación del salario del personal se tuvo en cuenta el Estatuto del Peón para la región de Río Negro con un agregado para Leyes Sociales, seguro de accidentes, etc.

Como hemos dicho en III, la frecuencia media de heladas realmente perjudiciales es de 1,3 por año. Trabajando con este valor, el costo de calentamiento se modifica en lo concerniente al gasto anual de operaciones como lo indica el cuadro XI.

CUADRO XI. — b) Gasto anual de operaciones

Rubros	¢ m/n por hectárea	
	Parciales	Totales
I Personal		
1. 3 jornales para colocación de caloríferos en el campo, a \$ 30.— c/u; \$ 90.— ÷ 5 has.	18.—	
2. 2 jornales para llenado de los caloríferos, a \$ 30.— c/u; \$ 60.— ÷ 5 has.	12.—	
3. 4 jornales para vaciado de los caloríferos, a \$ 30.— c/u; \$ 120.— ÷ 5 has.	24.—	
4. 4 jornales para retiro y aceitado de los caloríferos, a \$ 30.— c/u; \$ 120 ÷ 5 has.	24.—	
5. 6 jornales para atención durante 2 noches de heladas, a \$ 50.— c/u; \$ 300.— ÷ 5 has.	60.—	138.—
II. Combustible.		
6. 8.645 litros de gas-oil para la protección durante 1,3 noches de heladas de 3 hrs 50 min de duración, para 500 caloríferos de 3 5 litros de consumo horario, a \$ 0.40 el litro; \$ 3.458.— ÷ 5 has.	691 60	
7. 25 litros de nafta para el encendido, a \$ 1.40 el litro: \$ 35.— ÷ 5 has.	7.—	
8. Agrícola y aceite para el tractor en las operaciones de distribución; \$ 25.— ÷ 5 has.	5.—	703.60
III. Amortizaciones.		922.59
IV. Intereses.		674.—
Suma total de gastos anuales por hectárea		\$ 2.438.19

De acuerdo con estos costos, la protección por hectárea de los montes de manzanos o perales en el Valle del Río Negro, por medio de los caloríferos modelo norteamericano, oscilaría entre \$ 2.500 y \$ 3.000 por año, con \$ 13.500 de gasto inicial (calculados una protección para 5 hectáreas).

Aplicando igual análisis al calentamiento por caloríferos rudimentarios —no incluido para no extender demasiado este capítulo— el gasto anual resultante por hectárea es algo superior a \$ 2.500 con una inversión inicial de \$ 7.500, aproximadamente. Esta cifra se obtuvo considerando, igualmente, una explotación de 5 hectáreas, con una densidad de 150 puntos por hectárea de 3 tarros cada uno; las amortizaciones se consideraron similares al caso anterior excepto para los tarros y las chimeneas a los que se asignó dos y cinco años respectivamente. El gasto del fuel-oil se calculó en \$ 0,30 el litro puesto en chacra, precio que se considera como aceptable para la zona.

Surge de las cifras que la mayor incidencia en los gastos anuales es atribuible a las amortizaciones e intereses de los calefactores y al consumo de combustible en los tratamientos de defensa.

Por lo tanto, toda reducción que pudiera alcanzarse en estos rubros, como, por ejemplo, menor costo de los caloríferos, mayor rendimiento calórico con menor consumo de combustible y la utilización de mezclas

en base a productos de menor precio, como podría ser el fuel-oil, disminuiría proporcionalmente el costo establecido.

Interesa saber cuál es la incidencia del costo establecido sobre el total de los gastos a efectuar por el fruticultor en un año agrícola. Si se considera que el costo de producción de manzanos por hectárea totaliza aproximadamente \$ 15.000, la protección contra el daño por heladas, estimado en \$ 3.000, representaría el 17 % sobre el total. Este porcentaje, puede calcularse algo inferior al demandado por el costo de la lucha contra las plagas.

Se ha efectuado la estimación de la incidencia de la defensa contra las heladas sobre el costo de producción y no sobre el beneficio neto de la explotación, en razón de ser éste variable anualmente, al depender de la comercialización, en tanto que los gastos de producción son relativamente fijos. Por otra parte, no hay que olvidar que la disminución de la producción en un año con heladas perjudiciales eleva el valor del producto en el mercado y, por consiguiente, el porcentaje de gastos requeridos para el calentamiento será muy inferior comparativamente frente al beneficio resultante.

Necesario es recordar, al formular estas consideraciones, que la calidad de los montes influye decididamente en la tolerancia de esta nueva inversión, especialmente en lo referente al valor comercial de las variedades en cultivo.

V. CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones pueden considerarse como indicaciones orientadoras al desarrollar una defensa por el presente sistema de lucha, con reserva del ajuste que pudiera surgir del estudio microclimático completo del proceso de ocurrencia de heladas en el Valle del Río Negro.

1) El calorífero rudimentario, en una densidad de 150 por hectárea puede producir una elevación de temperatura de 3,0°C, aproximadamente, con un consumo horario por calorífero de 2,5 litros de fuel-oil. El excesivo consumo impide la utilización de gas-oil.

2) El calorífero de modelo norteamericano, en una densidad de 100 por hectárea, puede elevar la temperatura hasta 3,0°C, con un consumo horario entre 3 y 4 litros de gas-oil por calorífero.

3) Esta elevación en temperatura de 3°C es suficiente para evitar los perjuicios que pueden ocasionar los descensos térmicos nocturnos en manzanos y perales en el Valle del Río Negro.

4) El número medio de heladas a combatir en el Valle del Río Negro durante el período crítico se calculó en 2,4 por año (frecuencia de heladas perjudiciales más el 50 % de la diferencia entre las frecuencias de heladas totales y perjudiciales) con una duración media, cada una, de 3 h 50 m \pm 2 h 20 m.

5) El cálculo del costo de calentamiento, en base a los valores citados resulta entre \$ 2.500 y \$ 3.000 por hectárea y por año, según se utilicen caloríferos rudimentarios o el modelo norteamericano. La inversión inicial será de \$ 7.500 ó \$ 13.500 por hectárea, respectivamente.

Esta diferencia en favor de los caloríferos rudimentarios se ve anulada por las dificultades que presenta su manejo y deficiencias en la combustión.

VI. RECONOCIMIENTO

Los autores dejan expresa constancia de su agradecimiento a las Cooperativas y fruticultores de Villa Regina, quienes por intermedio de la Comisión Pro-Defensa, Fomento y Mejoramiento de la Producción Agrícola hicieron posible con sus aportes en todo sentido la realización de esta investigación. Además, quieren mencionar la colaboración inestimable del Jefe "ad-honorem" de la Estación Agrometeorológica de Villa Regina, Ing. Agr. Francisco Galleta, quien, con su entusiasmo y eficiencia creciente en favor de la solución de los problemas que afectan la producción frutícola reginense, posibilita el acercamiento de las técnicas agrícolas adecuadas a las explotaciones regionales.

BIBLIOGRAFÍA

- BOSSO, J. A., y J. J. BURGOS. 1948. — « Condiciones agroclimáticas de la región de Carmen de Patagones ». *Rev. Arg. de Agr.*, 15 (3): 137-159. Bs. Aires.
- BURGOS, J. J. 1947. — « A cryokindinoscopic index useful in agroclimatic researches ». *Serv. Met. Nac.*, Buenos Aires. CIR/IMO/T/305. CAgM Doc. N° 30, Toronto. Mimeogr.
- HIRSCHHORN y otros. 1940. — « Ensayo de lucha contra las heladas con el aparato « SOL ». Informe inédito. *Serv. Met. Nac. Dep. Agrometeorología*. Bs. Aires, 1940.
- KEPNER, R. A. 1950. — « The principles of orchard heating ». Circular 400. California Agricultural Experiment Station. Berkeley. November, 1950.
- PROVERBIO, J. 1952. — « Dos ensayos de calentamiento del aire para evitar la acción de las bajas temperaturas en frutales ». *METEOROS*. Año II, N° 1-2, enero-junio 1952.
- RUGGIERO, R. A. 1955. — « La floración del manzano y su relación con las temperaturas invernales en el Alto Valle del Río Negro ». *METEOROS*. Año V, N° 3. Setiembre 1955.
- SACKMANN SALA, y otros. 1939. — « IV Congreso Frutícola de San Juan. 1936 ». Ministerio de Agricultura. Pág. 311-333. Bs. As. 1939.
- YOUNG, F. D. 1947. — « Frost and the Prevention of frost damage ». U. S. Department of Commerce. Washington, 1947.

NOTAS Y COMENTARIOS

A propósito del Año Geofísico Internacional. — Al decir, como suele decirse, que es incompleto el conocimiento y la comprensión actuales de la física terrestre nos referimos a tres diferentes aspectos. La primera deficiencia es la que reside en la insuficiencia *espacial* de los datos. El segundo aspecto es el que se refiere a la *coordinación* insuficiente de las observaciones, tanto en el sentido espacio-temporal como conceptual. La tercera deficiencia, resultante en gran parte de las primeras dos, se manifiesta en el estado poco satisfactorio de la *interpretación teórica* de muchos procesos geofísicos; es este último hecho, antes que los primeros dos, el que limita también nuestro dominio de los fenómenos, restringiendo las posibilidades aplicativas.

do naturalmente soluciones de muy diferente índole. Los primeros dos croquis que insertamos servirán para ilustrar la distribución deficiente de datos sobre la superficie del globo, con el ejemplo de una rama característica de los estudios geofísicos, los del geomagnetismo. En el gráfico de la fig. 1 se representa el grado de ocupación espacio-temporal de las sucesivas franjas de 5° de latitud, por observaciones geomagnéticas comunes, es decir, registros aptos para el estudio de las variaciones. El valor graficado en el diagrama es el número de años-observatorios disponibles en cada zona longitudinal, para la época 1939 (información basada en el manual « Geomagnetism » de Chapman y Bartels, 1ª edición, 1940). Esta forma de representación considera como equivalente, en una

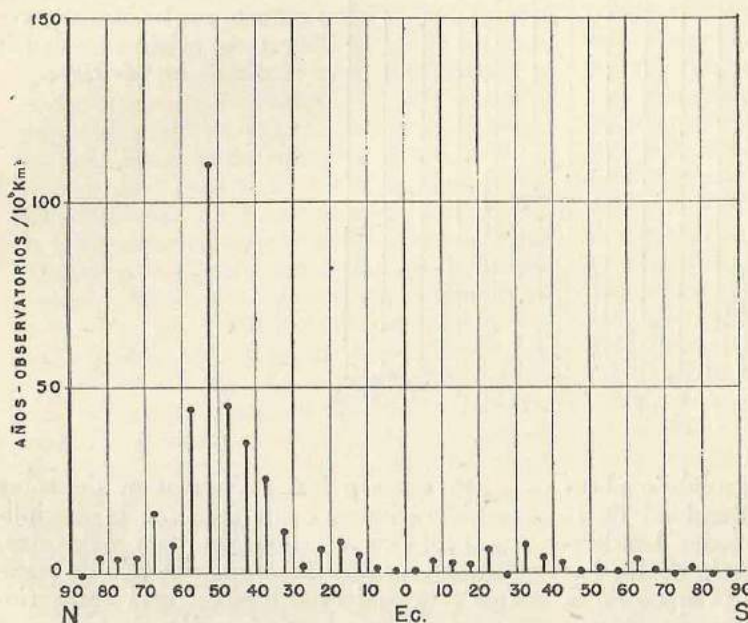


FIG. 1. — Distribución, por latitudes, de la densidad de información geomagnética, expresada en forma del número de años-observatorios por cada millón de km²; época 1939.

La primera de las deficiencias señaladas comprende a su vez dos aspectos. La falta de datos puede ser causada por razones de distribución geográfica de los puntos de observación o bien puede provenir de la inaccesibilidad intrínseca de los espacios a investigar. Ambas dificultades provocaron desde los comienzos de la evolución científica el esfuerzo imaginativo de investigadores y organizadores, reclamando

misma franja, un caudal de información proveniente de n observatorios durante m años cada uno, con el que proviene de kn observatorios durante m/k años cada uno. La arbitrariedad evidente que caracteriza a esta forma de describir el estado de cosas queda suavizada por la magnitud del valor unitario que se eligió para el ancho de las franjas, o sea, de 5° de latitud. Los valores graficados no son los números absolutos

de años-observatorios sino estos últimos referidos a 10^6 km² de superficie, tomando así en cuenta la reducción de áreas en función de la latitud geográfica.

Gracias a esta reducción, la evidente pobreza de información geomagnética que se observa sobre los casquetes polares, en ambos extremos del gráfico, no puede ser atribuída a la menor área de las respectivas franjas latitudinales, sino que expresa un verdadero enrarecimiento de los datos por unidad de superficie. Un segundo aspecto no menos llamativo es una disminución similar en la zona ecuatorial. Demás está mencionar que el rasgo preponderante

orden de magnitud al del otro hemisferio.

No cabe dudar que un inventario análogo hecho con observaciones geomagnéticas *absolutas*, o campañas de relevamiento, arrojaría un resultado similar, y lo mismo puede aseverarse de antemano de muchas otras disciplinas geofísicas. A fin de no incurrir en redundancias nos limitamos a dar un solo ejemplo más, en forma del pequeño ordenamiento numérico que acompañamos (cuadro I). En él se consigna el número de medidas gravimétricas con péndulo realizadas hasta 1936 en las diferentes zonas de latitud, esta vez de 15 en 15 grados.

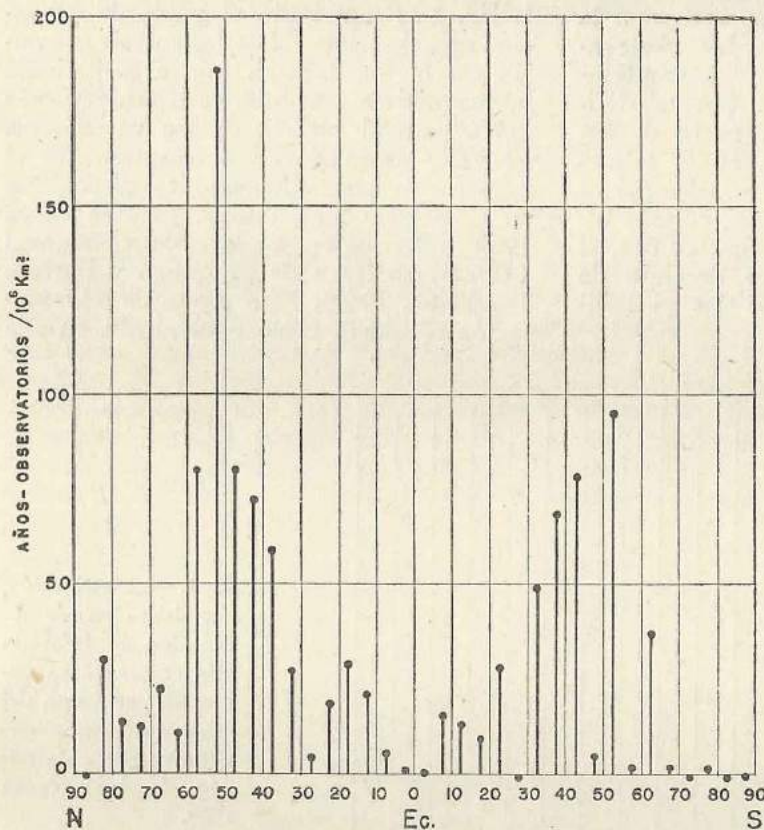


FIG. 2. — Distribución análoga a la de la Fig. 1, pero con los años observatorios referidos a cada millón de km² de tierra.

de todo el gráfico es el desequilibrio abrumador que existe entre la densidad de la información disponible entre los hemisferios norte y sud. Para consuelo de los habitantes del hemisferio sud, pero no de la ciencia geofísica, podemos agregar que esta situación poco satisfactoria proviene fundamentalmente de la distribución de mar y tierra en ambos hemisferios. En efecto, expresando los años-observatorios referidos a cada 10^6 km² de tierra, en lugar de hacerlo con referencia al área total de mar y tierra, obtenemos el segundo gráfico (Fig. 2). En él puede apreciarse que, medido en esta otra escala más equitativa, el aporte del hemisferio austral, por lo menos entre las latitudes de 30° y 65°, es comparable en

Las sugerencias que emanan de estas consideraciones, cualquiera sea la disciplina geofísica en cuestión, son evidentes. Para lograr una mejor distribución de nuestros conocimientos básicos, será necesario: a) intensificar la exploración de las zonas polares; b) acentuar la exploración del hemisferio sud, venciendo la adversidad de la distribución desfavorable de mar y tierra; c) acentuar también la exploración de la zona ecuatorial.

Es oportuno insistir en que el deseo de los geofísicos de ver llenados estos claros no responde a una exigencia formal sino a una necesidad intrínseca. A diferencia de muchas otras ramas del saber, en las que es deseable, pero no imprescindible, acu-

CUADRO I. — *Distribución latitudinal de observaciones gravimétricas con péndulo hasta 1936, según Zhuravlev*.*

Latitud	Número de observaciones	
	Hemisferio Norte	Hemisferio Sud
90° ... 75°	20	0
75° ... 60°	557	4
60° ... 45°	6650	5
45° ... 30°	2313	20
30° ... 15°	556	24
15° ... 0°	254	318

* N. F. ZHURAVIEV: «Determination of the flattening of the Earth Spheroid according to gravimetric observations». (Ruso, con resumen inglés), en: «Publ. Sternberg Astr. Institute», vol. XIV, part 2, Moscú, 1940; citado según: La dolt-Böenstein, tomo III, «Astronomie und Geophysik», 1952, Cap. 3218, pág. 267.

mular sucesivamente el conocimiento de nuevos espacios explorados, las ciencias de la tierra necesitan datos homogéneos y uniformemente distribuidos de toda la superficie del globo para explicar los fenómenos del conjunto. Fueron sin duda consideraciones de esta índole las que inspiraron a los organizadores de los primeros dos Años Polares Internacionales y del Año Geofísico Internacional 1957/8 que las naciones del mundo vienen preparando desde nace algún tiempo. Si esta tercera empresa geofísica mundial no fué denominada en igual forma que las primeras dos, lo debemos ante todo a un análisis de la situación similar al que antecede, revelando la sorprendente parquedad de informaciones geofísicas en la zona *ecuatorial*. Se reconoció entonces que a esta altura de la evolución científica, un «Año Ecuatorial Internacional» habría sido tan justificado como un nuevo Año Polar. Es comprensible, pues, que en la conferencia coordinadora recientemente celebrada en Bruselas ocuparan un lugar importante las tareas relativas a la planificación *geográfica* y las recomendaciones tendientes a procurar la distribución más homogénea posible. Naturalmente, estas recomendaciones se concentraban en los océanos en general y en las grandes extensiones continentales que hasta este momento no fueron incluidas en la planificación. Ejemplo de estas sugerencias es la moción votada en Bruselas por el Grupo de Trabajo de Meteorología, según la cual se solicita la atención de los gobiernos respectivos sobre la conveniencia de habilitar estaciones aerológicas en las islas Juan Fernández, Pascua, Trinidad (Brasil) y Santa Elena. Es de lamentar, en este orden de cosas, que el Comité Na-

cional de Sudáfrica se haya visto obligado a comunicar dificultades físicas en razón de las cuales deberá desistir de su plan primitivo tendiente a habilitar una estación meteorológica en la Isla Bouvet, tan estratégicamente situada en el Atlántico Sud. En tierra, el claro más sensible que aún existe en la red mundial de observatorios y actividades para el Año Geofísico es el que proviene de la ausencia de China en los preparativos para este plan universal, circunstancia que fué particularmente señalada y lamentada por la Asamblea de Bruselas.

Los programas conjuntos de varias naciones en las zonas polares, tanto boreal como austral, ya fueron tema de numerosos comentarios e incluso, en el caso de la Antártida, de una conferencia organizadora especial, de modo que podemos limitarnos a señalar que la amplitud y la profundidad de los preparativos son francamente prometedores. El número de observatorios, expediciones y naciones participantes en los planes antárticos va en continuo aumento; en el curso de la Conferencia de Bruselas hicieron su aparición, como posibles participantes en los estudios antárticos, dos nuevos países, España y Bélgica, intención que fué acogida con gran simpatía. Desde el punto de vista argentino es de interés anotar la definición que el Grupo de Trabajo para la región ecuatorial dió a la zona que considera de su incumbencia. Como se recordará, los preparativos del Año Geofísico Internacional se hallan en manos de una veintena de «Grupos de Trabajo», algunos de ellos de carácter geográfico, con la misión de coordinar dentro de sus respectivas zonas de incumbencia los programas de las diferentes naciones y disciplinas parciales. Después de la Conferencia de Roma no había quedado definido con precisión el límite de la zona de incumbencia del grupo ecuatorial. Tal dificultad ha quedado subsanada ahora con la siguiente definición: se considera comprendido dentro de la zona ecuatorial, a los efectos del Año Geofísico Internacional, todo punto situado entre los paralelos *geográficos* de 20° Norte y Sud, más aquellos otros puntos con latitud *geomagnética* de hasta 20° Norte y Sud, que estén situados fuera de los paralelos geográficos respectivos. Debido a la situación de los polos geomagnéticos, el territorio de la República Argentina se ubica en una zona de máxima diferencia entre latitudes geográficas y geomagnéticas. En consecuencia, la nueva definición de la zona ecuatorial del Año Geofísico Internacional hace que quede comprendida en ella ya no solamente el extremo septentrional del país sino una amplia extensión hasta casi el centro de la provincia de Cór-

doba, dejando excluido con poco margen al Observatorio Geofísico de Pilar, cuya latitud geomagnética es de $-20^{\circ},2$. Con esta nueva definición la República Argentina viene a participar en tres de las seis regiones geográficas especialmente elegidas como zonas de interés para el Año Geofísico: la ecuatorial, la antártica y la del meridiano 70° W.

Decíamos al principio que la insuficiencia de datos no es solamente consecuencia de una distribución inadecuada en el sentido geográfico, y nos referimos a la dificultad de alcanzar con observaciones *directas* todas las esferas relevantes del planeta. Uno de los rasgos típicos de los estudios geofísicos lo constituye, en efecto, la necesidad de valerse de informaciones *indirectas* para poder enunciar algo acerca de las esferas terrestres que de otro modo resultan inaccesibles, según lo hemos apuntado en otra oportunidad¹. Ejemplos característicos de esta clase de inferencias indirectas son el descubrimiento del núcleo terrestre por una interpretación acertada de datos sísmicos observados en superficie, y el de la ionosfera (y muchas de sus propiedades) en base a observaciones geomagnéticas, antes de quedar confirmada su existencia por métodos radioeléctricos directos. Lógicamente, los extremos de inaccesibilidad los encontramos en el interior profundo de la tierra, y en las más altas capas atmosféricas, y es interesante observar cómo la atención y preferencia de los investigadores geofísicos en cuanto a las esferas inaccesibles oscilan de un extremo a otro con el correr del tiempo. No hay duda de que incide considerablemente la faz aplicativa en la predilección que demostraron los organizadores del Año Geofísico Internacional por las esferas exteriores, a expensas de los estudios relativos al interior de la tierra. Síntomas de esta tendencia se observan no solamente en la extraordinaria publicidad que recibió el proyecto de los satélites artificiales, sino, desde el principio mismo de la planificación, en la exclusión casi absoluta de estudios sismológicos y gravimétricos dentro del temario general del Año Geofísico Internacional. Ciertamente es que esta orientación unilateral se justificaba en parte por el planteo mismo del problema sismológico y gravimétrico, que no exige movilizar ex profeso a un gran cuerpo de especialistas, ni reclama medidas especiales de sincronización y coordinación fuera de las que forman parte de las prácticas corrientes. Sin embargo, las instituciones y orga-

nismos interesados en estas dos disciplinas han hecho oír su voz, y lograron que se consideren también estas ramas geofísicas en el Año Geofísico Internacional, quedando su organización a cargo de Grupos de Trabajo creados con tal finalidad. — OTTO SCHNEIDER.

Trabajos recientes sobre termodinámica de la atmósfera. — Es interesante destacar que en países latinos varios científicos han prestado especial atención, durante los últimos años, al planteo teórico de los fundamentos de la termodinámica atmosférica. J. Van Mieghem, en su « Thermodynamique de l'atmosphère » (1948), en colaboración con L. Dufour, este último en « Sur la thermodynamique de la condensation dans l'atmosphère » (1951), y ambos en numerosos artículos y folletos, encabezan en Bélgica un grupo de estudiosos que se ocupan de este problema. Como lo hicimos notar en un comentario anterior [METEOROS, 3 (4)], Van Mieghem y Dufour utilizan en sus trabajos la función afinidad (introducida por De Donder en termodinámica) para estudiar las transformaciones en los sistemas abiertos. Ya en 1929, R. Defay señaló el concepto de termodinámica de sistemas abiertos, es decir, aquel en que no sólo hay intercambios energéticos sino también másicos con el exterior. Todo el estudio de las precipitaciones debe encararse con este criterio y es evidente que los conceptos de « calor intercambiado » y « trabajo exterior » se aplican con otro tratamiento matemático. J. Van Mieghem en « La Météorologie » (julio-septiembre 1947) expresó los dos principios fundamentales aplicados a sistemas abiertos. En el primer principio debe adicionarse a dQ la variación de entalpía del sistema proveniente de los intercambios másicos con el exterior, y, del mismo modo, en el segundo principio debe tenerse en cuenta la variación de entropía debida al intercambio de materia. Siguiendo un camino semejante, I. Prigogine efectuó el estudio de todos los procesos irreversibles.

En España la escuela de Moran Samaniego y más recientemente M. Aspiroz Yoldi atacaron el problema sobre bases similares a las de la escuela belga, tratando de ampliar el campo de aplicación (« La afinidad en procesos termodinámicos de interés meteorológico »).

En nuestro país, E. A. Quinterno, desde un punto de vista más general pero aplicable a la meteorología formuló en 1952 su « Principio general de la termodinámica », mediante el cual se intenta analizar más íntimamente los fenómenos físicos, te-

¹Cf.: « Principios metodológicos de la investigación geofísica » en *Anales de la Soc. Cient. Argentina*, Tomo CXLII, VI, diciembre de 1946, págs. 289 a 310.

niendo como punto de partida el principio universal de la conservación de la masa-energía. El enfoque original consiste en utilizar como variables independientes la entropía (definida como la energía de configuración para una determinada probabilidad termodinámica) y la temperatura absoluta (vinculada al tamaño de los compartimientos en que se divide el sistema para su descripción). Deduce así que la energía vinculada TS varía a expensas de la cantidad de calor, entendiéndose por tal no solamente la intercambiada sino también la energía intermolecular.

Más recientemente, G. Dedeant se ocupa del tema en varias publicaciones («Hacia una nueva termodinámica de la atmósfera». Publicaciones de la Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, Universidad de La Plata, 1953; «Termodinámica de la atmósfera»; METEOROS 5 (1-2), en colaboración con E. A. Machado y «Recent applications of the statistique a la mécanique de l'atmosphère». Actas de la XXIXª Sesión del Instituto Internacional de Estadística, celebrada en Río de Janeiro, julio 1955). La idea fundamental consiste en no aplicar sin precauciones los principios de la termodinámica clásica, deducidos para su aplicación en máquinas térmicas, a la atmósfera, asiendo de fenómenos mucho más complejos debido a diversos factores: campo gravitatorio, campo fluido no uniforme, turbulencia, etc. Por otra parte, sostiene el autor que el «método de la partícula» no es correcto porque ella no está dotada de individualidad, pues intercambia materia y energía

con las partículas contiguas. Indica, por tanto, que el único camino aplicable para abordar este problema, es el de la mecánica estadística.

Luego de analizar los resultados observados del gradiente adiabático seco, que difieren sensiblemente del calculado con la teoría clásica, Dedeant llega a obtener un valor igual a los reales, por medio de razonamientos de índole estadística. Para ello deduce que las moléculas de una masa perteneciente a un medio sujeto a un campo de gravedad poseen dos grados de libertad suplementarios.

La «termodinámica global de la atmósfera» consiste en considerar a la atmósfera como una sola partícula y aplicarle los principios de la termodinámica a toda su masa, estudiándola como un medio fluido no uniforme y turbulento, sometido a la acción del campo gravitatorio. Partiendo respectivamente de la teoría cinética y de los principios de la convección, establece que solamente hay dos estados de equilibrio posibles: el isotérmico y el adiabático. Por motivos de simplicidad matemática, el autor limita su teoría al caso de atmósferas politrópicas, es decir, a gradiente térmico constante, apoyando su desarrollo en los conceptos de la mecánica estadística de Gibbs.

Creemos que el trabajo de G. Dedeant que hoy comentamos, así como los de J. Van Mieghem y sus colaboradores, abren una extraordinaria perspectiva para la investigación futura en esta importante rama de la ciencia meteorológica.—R. M. QUINTELA.

CRÓNICA

Tercera Reunión del Comité Especial del Año Geofísico
Internacional, en Bruselas ¹

Entre los días 8 y 14 del mes de septiembre pasado la entidad organizadora del venidero Año Geofísico Internacional 1957/8, conocida bajo la sigla CSAGI, celebró en la ciudad de Bruselas su tercera reunión consultiva, con el concurso de numerosas delegaciones nacionales invitadas con tal propósito. Con la participación de unos 200 miembros, entre ellos 11 de la República Argentina, se celebraron cuatro reuniones plenarias y numerosas sesiones en los distintos Grupos de Trabajo (técnico-científicos, geográficos, y operativos). Lleváronse a cabo, además, dos conferencias plenarias a las cuales se había invitado a la prensa, una de ellas acerca del programa antártico y la otra sobre el proyecto del satélite artificial. Actuaron en su calidad de Presidente de la entidad el Profesor S. Chapman, el Doctor L. V. Berkner en la de Vicepresidente, y el Doctor M. Nicolet en la de Secretario General. Los grupos de trabajo técnicos fueron dirigidos en su labor por los siguientes presidentes: I Días Mundiales, Doctor Shapley; II Meteorología, Profesor Van Mieghem; III Geomagnetismo, Doctor Laursen; IV Aurora y Luz Nocturna, Profesor Chapman; V Ionosfera, Doctor Beynon; VI Actividad Solar, Sir Harold Spencer Jones; VII Rayos Cósmicos, Profesor Simpson; VIII Longitudes y Latitudes, Profesor Danjon; IX Glaciología y Climatología, señor Wordie; X Oceanografía, Coronel Laclavère; XI Cohetes y Satélites, Doctor Berkner; XII Sismología, Profesor Belousov; y XIII Gravimetría, R. P. Lejay.

Funcionaron, además, los siguientes grupos de trabajo geográficos, bajo la presidencia del delegado que figura en cada caso: Zona ecuatorial (Herrinck), Región Artica (Currie), Región Antártica (Laclavere) Meridiano 10° E (Herlofson), Meridiano, 110° E (Davitaia), Meridiano 140° E (Nagata) y Meridiano 70° W (Morgan). Por último, trabajó simultáneamente un grupo encargado de organizar las radiocomunicaciones en la Antártida, continuando la labor iniciada en la Conferencia de París, y un Comité de la Unión Radiocientífica Internacional, conocido bajo la sigla « Comité URSI-AGI », el que por resolución de la Asamblea quedó amalgamado con el grupo de trabajo ionosférico del CSAGI.

Estando todavía a la espera de las actas oficiales de la reunión, debemos limitarnos a destacar tan sólo algunos de los resulta-

dos alcanzados, haciendo una selección un tanto fortuita entre las impresiones personales recogidas por el miembro informante de la delegación del Servicio Meteorológico Nacional, y los apuntes provisionarios distribuidos durante la conferencia que estuvieron a su disposición.

Una de las actividades científicas a ser muy especialmente intensificada durante el AGI es la investigación *ionosférica*; un recuento de estaciones mencionadas en los diversos programas nacionales arroja un total provisorio de por lo menos 150 puestos de observación para sondeos de incidencia vertical. En el grupo de trabajo respectivo se acogió con interés el pro-

¹ Información fundada en la documentación aportada por el Dr. Otto Schneider, miembro de la delegación argentina asistente a la reunión de Bruselas.

grama argentino y se sugirió considerar la posibilidad de instalar en Tierra del Fuego un puesto de escucha para « silbidos atmosféricos », fenómeno que viene ocupando la atención de los observadores ionosféricos en forma creciente. El interés especial que existe para crear un observatorio de este tipo en el lugar señalado se deriva de la existencia de observatorios análogos en el hemisferio norte y sobre el mismo meridiano; el programa de investigaciones sería el de establecer el presunto carácter global de estos fenómenos y su propagación a lo largo de los meridianos.

En el grupo *meteorológico* — uno de los más activos — se estudió entre otros temas la sugestión holandesa tendiente a recomendar medidas globales de la radioactividad atmosférica en sus más diversos aspectos, sugestión que había sido sometida a consulta previa de los diferentes países, y de la Organización Meteorológica Mundial. El resultado sorprendente de las deliberaciones celebradas en este grupo de trabajo fué que, no obstante la contestación favorable de 14 países entre los 15 que respondieron a la consulta, el tema prácticamente se eludió en las recomendaciones del grupo de trabajo.

Entre las medidas preparatorias del AGI que recomienda esta Comisión figura como un punto de cierto interés una intercomparación *mundial* de las sondas aerológicas actualmente en uso. Es reconocida universalmente la necesidad de continuar las experiencias anteriores que en tal sentido se han hecho después de la guerra.

El grupo de trabajo meteorológico se ocupó, además, de problemas de electricidad atmosférica, química del aire, y medidas de coordinación sinóptica. En cuanto a electricidad atmosférica, disciplina un tanto relegada en los organismos mundiales competentes, se puede vislumbrar ahora el comienzo de estudios sistemáticos encarados con criterio *sinóptico* y *aerológico*. Los medios que se sugieren para la investigación eléctrica en altura son el radio-sonda y el avión. También es digno de destacarse que se ha redactado en forma más precisa y más categórica la recomendación de Roma que se refería a medidas de la composición química de la atmósfera; en efecto, se detallan ahora en forma específica las determinaciones del contenido en O y CO₂ y de las impurezas individuales contenidas en las precipitaciones. Es evidente que los meteorólogos se alejan de esta manera del concepto unilaterial que quiere definir a la meteorología exclusivamente como *física* de la atmósfera; claro está que aun dentro de este modo limitado de ver las cosas, las determinaciones químicas asumen gran interés como medios

para estudiar la circulación atmosférica. En cuanto a meteorología sinóptica es interesante apuntar una resolución que anticipa la creación de una carta sinóptica de la zona ecuatorial durante el AGI, completando así el cuadro que ofrecen las cartas hemisféricas ya publicadas por los Estados Unidos y Sudafrica, respectivamente.

En materia de *glaciología* se anuncian algunas nuevas iniciativas de importancia. La organización de las Expediciones Polares Francesas, siguiendo sugerencias de la Comisión Internacional de Glaciares y Nieves, se propone reanudar nuevamente la exploración de Groenlandia, donde ya actuó en forma destacada a partir de 1948 por un intervalo prolongado. El hielo continental del mencionado subcontinente fué objeto de estudios muy intensos desde la célebre expedición de Alfred Wegener y, como uno de los notables resultados de estas exploraciones, puede destacarse el descubrimiento según el cual se conserva la distribución térmica vertical en el interior del hielo a medida que las capas van bajando con el correr de los años. Este hecho sugiere la conveniencia de continuar ocupado por tiempo prolongado las mismas perforaciones practicadas en el hielo, a fin de obtener un registro climático integral de las décadas pasadas. En tal sentido el grupo de trabajo respectivo hizo recomendaciones específicas referentes a una labor continua en Groenlandia. Del punto de vista de la organización del AGI cabe registrar con satisfacción que la Argentina fué elegida como uno de los cinco centros mundiales de compilación de datos glaciológicos.

En el grupo de trabajo que se ocupa de las medidas y vigilancia de la *actividad solar* se ratificó una resolución adoptada pocos días antes por la Unión Astronómica Internacional, entidad hermana de la UGGI, en su Asamblea de Dublín. Como resultado de lo establecido en estas deliberaciones se vislumbra ahora que durante el curso entero del Año Geofísico Internacional habrá de contarse con un patrullaje fotográfico continuo de la cromosfera solar en intervalos muy breves. Esta extraordinaria iniciativa asegurará por primera vez en la historia de las ciencias cósmicas una vigilancia completa del astro con una densidad suficiente como para detectar realmente todas las erupciones o fenómenos similares que puedan incidir en los procesos geomagnéticos, geoelectricos, atmosféricos, ionosféricos, y, tal vez, biológicos. Se sobreentiende, en el mismo orden de cosas, que los estudios del « ruido solar » recibirán la debida atención y algunas naciones habilitarán al respecto nuevos

observatorios, además de los ya existentes.

En lo que atañe a los *días mundiales*, el grupo de trabajo que tiene a su cargo la selección de estas fechas y las medidas preparatorias pertinentes para organizar un eficiente servicio mundial de pronóstico y preaviso para los días de fecha abierta, discutió entre otras cosas, una sugestión formulada por la India por intermedio de la Organización Meteorológica Mundial, tendiente a desfasar los « Intervalos Meteorológicos Mundiales » con respecto a los equinoccios y solsticios. Esta iniciativa no prosperó, pero se ha recomendado a los servicios aerológicos de los países participantes mantener una actividad intensificada por un período prolongado después de los Intervalos Meteorológicos Mundiales. El mismo grupo de trabajo también se ocupó nuevamente de un tema específico de su incumbencia, el de los eclipses solares. Se ha insistido una vez más en la importancia geofísica del eclipse que se producirá el 23 de octubre de 1957. Si bien la pequeña zona de totalidad se ubica en una de las regiones de más difícil acceso de la tierra, en el Mar de Weddell, se destacó en la conferencia un detalle que contribuye a atenuar dicha restricción. En efecto, el eclipse abarcará un área mucho más extensa si se consideran las capas ionosféricas. De este modo quedan comprendidas en la zona que es de interés desde el punto de vista geomagnético e ionosférico, todas las estaciones antárticas argentinas. El hecho se explica por la posición casi tangente del eje del cono de sombra con respecto a la superficie terrestre, quedando a sólo 33 km de ella en el momento de mayor aproximación. En la asamblea se difundió un informe de la señorita Simone Daro Gossner en el que se dan detalles numéricos y geográficos acerca del alcance de este eclipse en las diferentes capas.

Insistió también sobre el mismo tema, como es natural, el grupo de trabajo que se ocupa de *geomagnetismo*, recomendando que los países interesados en la mencionada zona realicen un esfuerzo especial para que sus expediciones o destacamentos en la región no desaprovechen la oportunidad única de seguir en todas sus fases un « experimento cósmico » excepcional. El citado grupo de trabajo se ocupó, además, del problema de las perturbaciones geomagnéticas, en particular las pulsaciones. Este complejo de fenómenos constituirá el tema geomagnético principal durante el curso del AGI. Tomados en conjunto los programas nacionales prevén una intensificación extraordinaria de las actividades geomagnéticas en todo el mundo, tanto con la creación de nuevos observatorios como

en el equipamiento más completo de los existentes. Una consecuencia de estos planes tan amplios es la demanda excepcional de instrumentos a los fabricantes con la lógica extensión de los plazos de entrega, los que ya se están acercando a la fecha fijada para el comienzo del Año Geofísico.

De los dos nuevos grupos de trabajo incorporados a la entidad organizadora del Año Geofísico en esta última asamblea, el de *sismología* destacó en sus recomendaciones, entre otras cosas, la importancia de los estudios en la Antártida. Coincide con esta apreciación el punto de vista de los institutos geofísicos argentinos que vienen prestando una creciente atención a esta zona, en cuanto a estudios sismológicos. Este interés se justifica en primer lugar por la sismicidad misma de grandes sectores de la región antártica, pero también por el hecho de que muchas ondas sísmicas provenientes de focos en el Pacífico atraviesan la corteza terrestre o las capas subcorticales en la región antártica antes de ser captadas en los observatorios sudamericanos.

En el orden *geográfico* debe mencionarse una iniciativa del Comité Asesor para la Investigación de las Zonas Áridas de la UNESCO, el que dirigió la atención del CSAGI sobre la importancia de la zona árida situada entre los 20° y 30° de latitud norte, la que no está contemplada en la planificación geográfica de las regiones especialmente destacadas durante el AGI. La moción sugerida preveía medidas especiales de la radiación solar y de núcleos higroscópicos con redes de observatorios estratégicamente distribuidos en las zonas áridas. Frente a estas iniciativas el CSAGI señaló que las regiones geográficas primitivamente previstas para el AGI ya contemplan en gran parte las necesidades de estas investigaciones específicas, puesto que los meridianos de 70° W, 10° E y 140° E atraviesan las principales zonas desérticas de la América del Sud, África del Norte y Australia. En lo que respecta a medidas adicionales, el grupo de trabajo ecuatorial se limitó a recomendar en forma optativa una intensificación de las medidas de radiación solar en las zonas áridas, pero considera, basándose en un dictamen del grupo meteorológico, que no habrá tiempo suficiente para organizar una red de observaciones de núcleos higroscópicos. También se ocupó el grupo ecuatorial de una definición más precisa del límite de su zona. Demás está decir que en el orden geográfico la delegación argentina concentró buena parte de su atención en los temas antárticos, tanto en sus aspectos científicos y políticos como operativos.

Casi todos los grupos de trabajo de la Conferencia de Bruselas estudiaron la mejor forma de *compilar, depurar y publicar* los datos que se irán obteniendo en el curso del Año Geofísico. A diferencia del último Año Polar Internacional la tendencia actual es la de crear subcentros regionales o continentales para compilar los datos de cada especialidad. Ya señalamos que las observaciones de glaciología las concentrará en parte un archivo continental que se establecerá en la Argentina. Los meteorólogos resolvieron, como es natural, que todo lo referente a la concentración de datos quede en manos de la OMM. Varios de los grupos de trabajo prestaron atención a las grandes posibilidades que a este respecto ofrece la compilación mecánica con *tarjetas perforadas*, procedimiento ya muy generalizado en meteorología, advirtiéndose asimismo gran interés para extenderlo a otras ramas de la geofísica, como, por ejemplo, el estudio estadístico de la distribución y frecuencia de auroras, y ya existen informes publicados sobre esta nueva aplicación del procedimiento en una rama de la geofísica. También los datos geomagnéticos se prestan por excelencia a ser elaborados con este método, y las delegaciones estadounidense, argentina y rusa cambiaron ideas al respecto en el seno del grupo de trabajo que se ocupa de esta materia. Cierta nú-

mero de los comités resolvieron también organizar la preparación de *manuales* detallados atinentes al uso de los aparatos y análisis de determinados fenómenos, lectura de registros y depuración de datos, para asegurar la mayor uniformidad posible.

Con la Asamblea de Bruselas queda concretada la mayor parte de la labor preparatoria para la organización del Año Geofísico Internacional. Se prevé una cuarta y última reunión del CSAGI antes de que, a la hora 0 T. U. del 1º de julio de 1957 comience el Año Geofísico Internacional., Independientemente, algunos grupos de trabajo y organismos auxiliares habrán de reunirse de nuevo para aunar criterios y realizar trabajos complementarios.

DELEGACION ARGENTINA

La delegación de nuestro país, asistente a la reunión de Bruselas, fué integrada por los señores: Dr. Julio A. de Tezanos Pinto, Gral. de Brigada Félix M. F. Renault, Tte. Coronel Eliseo Varela, Ing. Celso Papadópulos, Cap. de Navío Rodolfo Panzarini, Cap. de Navío Emilio Díaz, Cap. de Fragata Luis A. Capurro, Cap. de Fragata (R.) Carlos Nuñez Monasterio, Dr. Otto Schneider, Ing. Simón Gershanik, Dr. César Lisignoli, en representación de los distintos institutos científicos y técnico y organismos de Estado participantes.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y FASCICULOS

Riehl, Herbert. — *Tropical Meteorology*. Nueva York. Mc. Graw Hill. 1954. 551.50.

Trátase de una exposición completa y moderna de la meteorología de las zonas tropicales, es decir, de aquellas latitudes en las que el desarrollo del tiempo difiere esencialmente del régimen de las zonas templadas. Hace ya muchos años que los meteorólogos tuvieron que abandonar la vieja noción de que el tiempo en las latitudes bajas, excepción hecha de las regiones temporalmente perturbadas por los ciclones tropicales, se caracterizaría por una gran uniformidad y regularidad. Pero fué necesario que varios grupos de investigadores, con considerables recursos técnicos, se dedicaran a un estudio amplio y detallado de la meteorología tropical en todos sus aspectos científicos y prácticos. Entre esos investigadores el autor del libro, H. Riehl, tuvo y sigue desempeñando un papel importante, y por ello su obra representa una sinopsis muy competente de los modernos trabajos norteamericanos, sin dejar de incluir los resultados de todos los demás trabajos, realizados en otros años y países, que se refieren al tema en cuestión.

En sus doce capítulos el libro trata: Presión atmosférica y vientos; temperatura; precipitaciones; efectos diurnos y locales; la física de las lluvias tropicales (contribución de un especialista: R. Wexler); observación y análisis del tiempo; divergencia y vorticidad; ondas en las corrientes del este; sinopsis de las perturbaciones en latitudes bajas; ciclones tropicales; la circulación general. Cada uno de estos 12 capítulos lleva su propia bibliografía bastante amplia.

Entre las numerosas exposiciones y nociones interesantes y originales merecen, quizás, particular interés aquellas que se ocupan de los efectos diurnos y locales que en algunos casos hasta pudieran caracterizarse como curiosidades meteorológicas, y el capítulo de Wexler sobre la física de las lluvias con especial referencia a las lluvias « calientes » (sin congelación) y con una apreciación justa y no muy optimista

acerca del problema de la producción artificial de precipitaciones. En resumen, entre el creciente número de textos sobre temas especiales de la meteorología, el presente libro es una novedad sumamente útil y meritoria. — W. S.

Wachsmuth, Guenther, — *Erde und Mensch*. Costanza. 1952. 450 páginas. 550.7.

« El hombre y la naturaleza son manifestaciones decididas de fuerzas espirituales y anímicas ». Esta es una de las ideas dominantes de la antroposofía, una doctrina proveniente de la teosofía. Editado ya en segunda edición con 450 páginas y 116 figuras, en parte en colores, el libro en cuestión — «Tierra y Hombre» — escrito por un antropósofo trata de comprobar que la tierra es un organismo viviente y que la simbiosis de tierra y hombre es una realidad y obedece por lo tanto a las mismas leyes. De un punto de vista metafísico — en el sentido verdadero de la palabra — el autor analiza detalladamente ante todo los ciclos diarios de los distintos elementos meteorológicos y geofísicos (por separado y en conjunto) y los compara con los ritmos y ciclos reinantes en la vida orgánica. Dedicó capítulos extensos al hombre con sus relaciones recíprocas con la tierra y la atmósfera y a la vida de las plantas y animales. Destaca finalmente el hecho de que en la vida inorgánica reina también el libre albedrío. A pesar de citar y documentar sus ideas con frases de publicaciones más modernas en meteorología, geofísica y biología el autor no logra convencer a un lector no familiarizado con las ideas de la antroposofía. — F. J. P.

Derobert, L. y Faure, J. — *L'Atmosphère viciée des Locaux d'Habitation et de Travail Pathologie. Le conditionnement de l'air*. París. 1936. 82 p. 614.71.

El libro data ya de algunos años (1936) Se publicó con el objeto de interesar a aquellos que se ocupan de higiene social, obrera o privada, como médicos, ingenieros e industriales que se preocupan por la salud de sus obreros y de las condicio-

nes ambientales que mejora su rendimiento.

Comienza con la atmósfera de locales habitados, explicando los distintos orígenes de las impurezas y dando ciertos valores que fijan el confort. Luego trata de la atmósfera de los lugares de trabajo, de las temperaturas y humedades encontradas en las distintas industrias, y la temperatura y humedad óptima dando una clasificación de los gases tóxicos que pueden desprenderse en la industria a la atmósfera de las ciudades y las causas que intoxican la misma. Se reserva un capítulo a «aire acondicionado» y sus aplicaciones. — E. C. B.

K. Nederlands Meteorological Institut (KNMI). — «1854. — Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institut. — 1954». Gravenhage (La Haya). 1954. 470 págs. 551.5 (09) (492).

Al cumplirse el centenario de la existencia del Servicio Meteorológico de Holanda, el mismo servicio ha editado un lujoso volumen de 470 páginas e ilustrado con 74 fotografías, tanto del personal directivo como de los edificios y ambientes de trabajo que hoy constituyen dicho instituto. Después del prefacio del Ministro de Comunicaciones y del Director General, sigue la historia completa del instituto desde su creación hasta la fecha, su participación en la Organización Internacional (OMM) sus oficinas regionales, etc. En la segunda parte se describen los edificios, ambientes, sistemas de trabajo e instrumental, todo esto acompañado de múltiples ilustraciones.

El anexo contiene lista completa de todos los directores y de las publicaciones editadas por el instituto. — C. M. J. K.

Masse, P. — *Hidroynamique fluviale regimius variables*. París. 1935. 88 págs. 551 482.

En el aspecto técnico de la mecánica de los líquidos o hidráulica se estudia un movimiento particular que no encuadra rigurosamente en la cinemática de los contínuos, pues no se trata de movimientos de partículas, sino más bien de la propagación de deformaciones, llamadas ondas o intumescencias. Los cinco capítulos que constituyen la obra de 88 páginas que se reseñan están totalmente consagrados a estos temas. Los tres primeros de los aspectos técnicos se titulan: Duración de las intumescencias, el problema mixto de la perturbación y otros problemas límites; el cuarto titulado Aplicaciones, y el quinto Observaciones sobre la ecuación general del movimiento variable — M. G. O.

REVISTAS Y PUBLICACIONES SERIADAS

Annales de Géophysique, 9, 4, octubre-diciembre 1953 (París).

Joset, Alain, y Holtzscherer, Jean-Jaques. — «Etude des vitesses de propagation des ondes séismiques sur l'Inlandsis du Groenland». 550.341(988).

El trabajo es el primero de una serie que, una vez terminada, hará conocer en detalle los resultados de las investigaciones sísmicas realizadas en Groenlandia por las expediciones francesas bajo el mando de Paul-Emile Victor en 1949, 1950 y 1951. Uno de los autores, A. Joset, se hallaba a cargo de estos trabajos sísmicos hasta su muerte acaecida el 4 de agosto de 1951, en un accidente en Groenlandia cuando, guiando un vehículo «Weasel», en el transcurso de estas investigaciones, cayó a una grieta del inmenso glaciar. A modo de introducción a esa serie de artículos, le precede una breve reseña histórica cuyo autor es J. P. Rothé.

Los autores comienzan con la descripción del instrumental y de los métodos utilizados, que eran los equipos modernos de geófonos y los métodos hoy día comúnmente en uso para la exploración sísmica en la búsqueda de petróleo. La expedición contaba, en general, con amplios medios en todo sentido, y solucionó uno de los mayores problemas de toda expedición polar, el de los transportes, por medio de una combinación de aviones y vehículos «Weasel». Así el grupo sísmico pudo obtener en 6 lugares distintos una gran cantidad de mediciones sumamente interesantes.

Estas estaciones están ubicadas sobre una línea que conduce desde la costa occidental de Groenlandia, partiendo del punto 69° 40' N y 49° 31' W al mismo centro del hielo continental, 70° 55' N y 40° 38' W, es decir ocupando casi la misma área que la expedición de Alfredo Wegener de los años 1930/31. La expedición francesa obtuvo resultados mucho más completos y mucho más detallados. Trabajó con cargas explosivas de hasta 300 Kg, colocadas en distancias hasta de 12 Km del sismógrafo (geófono). Además ejecutó perforaciones de hasta 150 metros de profundidad, realizando en ellas explosiones a distintas alturas para el estudio detallado de las velocidades en las capas superficiales.

Logró confirmar la dependencia de las velocidades de la temperatura del hielo, obteniendo para las ondas longitudinales 3.800 m/seg a -10° C y 4.000 m/seg a -28°, es decir, los mismos valores que la expedición alemana. En cambio, para on-

das transversales, los valores establecidos por la expedición francesa son de 1.900 a 1.950 m/seg para esa gama de temperaturas, mientras que la expedición de A. Wegener había obtenido 1.850 m/seg. La expedición francesa ha investigado con lujo de detalle la variación de velocidades que acompaña a la gradual transformación del « firn » o « névée » al verdadero hielo glaciar. Aun en la estación central, la velocidad máxima de 4.000 m/seg para la propagación de las oscilaciones longitudinales ya se encuentra en 300 metros de profundidad, es decir que en el centro de Groenlandia, donde la temperatura media anual de aire (y también la de la superficie de la nieve) se encuentran alrededor de -30°C , y donde la temperatura siempre se mantiene por debajo de 0°C , el 90 % del espesor total del « Inlandeis » consiste de hielo propiamente dicho.

La reproducción de sismogramas seleccionados, que acompañan el artículo, es ilustrativa, pero la escala elegida no permite un estudio de detalles.

Los resultados de las determinaciones del espesor del hielo y las conclusiones acerca del material rocoso sobre el cual descansa el glaciar, aparecerán en una de las próximas entregas de la misma revista. Sin embargo, de los datos ya publicados, se puede deducir que confirmarán y ampliarán los resultados de la expedición de A. Wegener. La superficie de las rocas debajo del « Inlandeis » se encuentra en el promedio a unos 300 metros sobre el nivel del mar, pero muestra localmente considerables diferencias, pudiendo hallarse tanto 500 metros encima como 500 metros debajo del promedio. Según los datos franceses, el espesor total del « Inlandeis » en la estación central es alrededor de 3.000 metros, lo que significaría que allí la roca se halla en el nivel del mar y soporta 2.700 metros de hielo y 300 metros de nieve. — K. W.

Meteorologische Rundschau, VI, 5-6, mayo-junio 1953. 551.509.31.

Faust, H. — « Untersuchungen über Vorhersagekarte und Vorhersage ». (Investigaciones acerca de mapas pronosticados y previsión del tiempo).

Estudio sobre el acierto de los mapas sinópticos pronosticados y los pronósticos del tiempo deducidos. Del material elaborado resulta que una apreciación equivocada del desarrollo del campo bórico es causa de un pronóstico desacierto sólo en el 18 % del total de pronósticos erróneos. La gran mayoría de los desaciertos se debe al no poder predecirse los futuros movimientos verticales, y en particular a la

estimación equivocada de la estabilidad de la estratificación vertical de las masas aéreas. — W. S.

Annalen der Meteorologie, 5 (7-12): 223-226, 1952 (Hamburgo).

Schulze, Werner. — « Zur Feuchtemessung in der freien Atmosphäre mit dem gewalzten Haar ». 551.508.71: 551.571.7.

Se describen los resultados de sondeos aerológicos obtenidos por radiosondas equipados con cabellos higrométricos preparados según el procedimiento de Frankenberg. Se demuestra la gran superioridad de este higrómetro, en comparación con todos los demás higrómetros usados en aerología. La variación de la humedad relativa en la tropopausa se hace muy bien visible. — W. S.

Monthly Weather Review, 81: 357-367, 11, noviembre 1953 (Washington).

Teweles, Sidney, y Forst, Albert. — « Forecasting winter precipitation 36 to 48 hours in advance at des Moines, Iowa ». 551.509.54:319.

Los autores aplican un método objetivo en el que los parámetros independientes son valores derivados de mapas sinópticos pronosticados. Los resultados no son muy superiores a aquellos obtenidos por aplicación directa de métodos objetivos con parámetros derivados de mapas sinópticos actuales. Un mejoramiento podría esperarse de la elaboración de mapas pronosticados por métodos numéricos, con el empleo de grandes máquinas calculadoras. — W. S.

Transactions American Geophysical Union, 34 (5): 701-708, oct. 1953 (Washington).

Paulhus, J. L. H., y Gilman, C. S. — « Evaluation of probable maximum precipitation ». 551.577.37.

Se da la definición conceptual de precipitación máxima probable estableciéndose la diferencia entre la misma y tormenta máxima probable. El procedimiento usado en la derivación de precipitación máxima probable para áreas específicas consiste principalmente de ajustamiento de humedad y, cuando se justifica, transposición de tormentas observadas. El ajustamiento de humedad de una tormenta implica la estimación del aumento de precipitación que podría esperarse si se obtuviera la máxima humedad atmosférica. La transposición implica el ajustamiento de la precipitación de tormentas observadas fuera del área considerada en el problema, para

diferencias en efectos meteorológicos y topográficos entre sus sitios originales y la superficie considerada. Es en realidad una extrapolación del registro de experiencias de las tormentas para la superficie. — E. C. B.

Meteorologische Rundschau, VI, 9/10, sept.-oct. 1953. 551.578.71.

Weickmann, H. — « Entstehung und Bekämpfung des Hagels ». (La formación del granizo, y la lucha contra él).

A base de las nociones modernas acerca de la formación de hielo en la atmósfera y el crecimiento del granizo, el autor desarrolla y expone un esquema de los procesos microfísicos que hacen nacer el granizo. Como condición importante para la formación de piedras de cierto tamaño resulta la existencia de corrientes ascendentes con una velocidad superior a 9 m/seg, en una extensa región del Cumulonimbus. Al considerar las posibilidades de una lucha eficaz contra la formación del granizo, el autor, especialista reconocido en esta materia, las estima muy débiles. — W. S.

La Nature, 3223: 344-350, nov. 1953 (París).

Wagret, P. — « La defense der Pays-Bas contre la mer ». 627.

Es bien conocido el esfuerzo tenaz de los pueblos de los Países Bajos en su lucha de siglos en defensa de sus tierras amenazadas por invasiones marinas; esta lucha hizo crisis entre el 30 de enero y el 1º de febrero de 1953 cuando el mar y circunstancias meteorológicas aliadas, comenzaron a destruir el trabajo de generaciones. El artículo viene ilustrado con varias fotografías, mapas y gráficos y se explica con minucioso detalle las causas y efectos del fenómeno apuntado. — M. G. O.

Annalen der Meteorologie, 5 (7-12): 254-258, 1952 (Hamburgo).

Schneider-Carius, Karl. — « Zur Frage der täglichen Niederschlagswahrscheinlichkeit ». 551.577: 551.501.

Exposiciones acerca de la frecuencia relativa de días con precipitaciones, en relación con el valor límite inferior de agua caída, necesario para definir un « día con lluvia », y acerca de la escala adecuada de intensidades. — W. S.

Annalen der Meteorologie, 5 (7-12): 368-372, 1952 (Hamburgo).

Frankenberger, Ernst. — « Über vertikale Luftbewegungen in der untersten Atmosphäre ». 551.558.

El autor ha desarrollado un nuevo método de medición que permite analizar el estado turbulento del aire en forma muy detallada. Bajo ciertas condiciones resulta posible diferenciar entre las componentes convectivas (térmicas) y aquellas de origen dinámico. Se considera también las relaciones con la velocidad media del viento horizontal y la estratificación térmica. — W. S.

Annalen der Meteorologie, 5 (7-12): 194-201, 1952 (Hamburgo).

Hesse, Walter. — « Meteorologische Einflüsse bei der Pflanzentranspiration ». 551.586: 581.116.

Se describe un lisímetro de tamaño muy chico, que permite determinar la transpiración de las plantas con apreciable exactitud. Se exponen los resultados de mediciones en cultivos de trigo y mijo, realizadas durante el verano de 1950, y su relación con la marcha de varios elementos meteorológicos. — W. S.

DIRECCION GENERAL
DEL
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL
PASEO COLON 317 — BUENOS AIRES
(REPUBLICA ARGENTINA)

Precio
del ejemplar:
10 pesos m/n

PALUMBO
BS. AIRES