

P

# MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA

VOL. X NÚM. 28

---

SOBRE LOS PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

CON EL

ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN DEL OBSERVATORIO FABRA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. EDUARDO FONTSERÉ

*Publicado en enero de 1914*

BARCELONA

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.<sup>ta</sup>, IMPRESORES, CONDE ASALTO, 63

1914

# MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA

VOL. X NÚM. 28

---

SOBRE LOS PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

CON EL

ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN DEL OBSERVATORIO FABRA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. EDUARDO FONTSERÉ

*Publicado en enero de 1914*

BARCELONA

SOBS. DE LÓPEZ ROBERT Y C.<sup>a</sup>, IMPRESORES, CONDE ASALTO, 63

1914

## SOBRE LOS PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

CON EL ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN DEL OBSERVATORIO FABRA

*por el Académico numerario*

DR. EDUARDO FONTSERÉ

Sesión del día 27 de noviembre de 1913

Conforme tuve el honor de manifestar a la Academia, el anemómetro del Observatorio Fabra ha sido recientemente transformado, con el objeto de obtener de él el máximo rendimiento posible. Los fines que se han perseguido con esta transformación han sido: 1.º conseguir el funcionamiento de la pluma inscriptora de las velocidades, que no había podido obtenerse con los tubos de Bourdon aplicados al aparato; 2.º dar a los movimientos de dicha aguja amplitudes casi proporcionales a la velocidad del viento; 3.º obtener la permanencia de las constantes instrumentales, independientemente de la elasticidad de las piezas metálicas; 4.º disponer de medios con que formar, siempre que convenga, la tabla de reducción de la escala de los anemogramas.

Discutidos los diferentes procedimientos aplicables a nuestro anemómetro, adopté definitivamente el de sustitución de los tubos de Bourdon por un sistema de vasos comunicantes, propuesto por el ayudante de la Sección Meteorológica del Observatorio, Dr. Jardí. De estos vasos, el más estrecho, *K*, es completamente de fundición y está cerrado a la atmósfera libre por la parte alta, por donde comunica con los tubos de Venturi instalados en la veleta *S*; el otro *A*, que comunica inferiormente con el primero, está abierto por la parte superior, terminando en un tubo de vidrio, *T*. En ambos hay mercurio, y en el vaso abierto, que es el más ancho, flota un cilindro de boj, *B*, dotado de movimientos verticales por efecto de la succión que los tubos de Venturi ejercen en el vaso cerrado. Estos movimientos son los que se transmiten a la aguja inscriptora *G*.

Por efecto de la velocidad del viento, la succión que se ejerce sobre el vaso cerrado del receptor aumenta próximamente como el cuadrado de la velocidad; ésta es próximamente la ley a que se sujetan hasta cierto punto los anemogramas que durante varios años han venido obteniéndose con el excelente anemómetro del Observatorio que D. Rafael Patxot poseía en San Feliu de Guixols, aparato que por donación de este ilustre hombre de Ciencia ha pasado al Observatorio de Montserrat, y del cual fué copiado el del Observatorio Fabra. En virtud de esta acción del viento sobre el aparato, corresponde una gran amplitud para los

vientos huracanados, y una amplitud casi nula para los vientos ordinarios, circunstancia preciosa para los fines a que se destinó el anemómetro de S. Feliu, especialmente dispuesto para el estudio de las tramontanas del Ampurdán, pero que carecía de toda finalidad en el Tibidabo, donde los vientos huracanados son raros, y en que los vientos normales han de ser el principal objeto de estudio.

Dentro del plan de observaciones a que se tenía que someter el aparato, era, pues, preciso acortar la parte alta de la escala de los anemogramas de modo que no existiese una desproporción excesiva entre las longitudes recorridas por la pluma y las velocidades del viento, resultado que se ha obtenido haciendo comunicar el flotador, por medio de una cadenilla Vaucanson, con una polea *D*, acoplada a una excéntrica *C* debidamente diseñada, y ésta, por otra cadenilla y un alambre de acero, con una palanca *E* fijada al eje de la pluma inscriptor. De esta manera se ha conseguido modificar la escala instrumental en la forma que se expresa en las divisiones que figuran a la derecha de las gráficas que tengo el honor de presentar.

Habiéndose tenido que construir esta transmisión partiendo de meras conjeturas acerca de los valores de partida y sin la ayuda de datos previos de ninguna clase acerca de la fuerza media y máxima del viento en el Tibidabo, por no haberse hecho hasta ahora observaciones anemométricas en la montaña, la actual transmisión debe considerarse como provisional, y en particular la excéntrica será substituída por otra perfectamente adecuada a lo que la experiencia dé de sí respecto a los registros actuales, cuando se posea ya un año completo de observaciones y se hayan determinado todas las constantes que corresponden a la serie de anemogramas que estamos reuniendo.

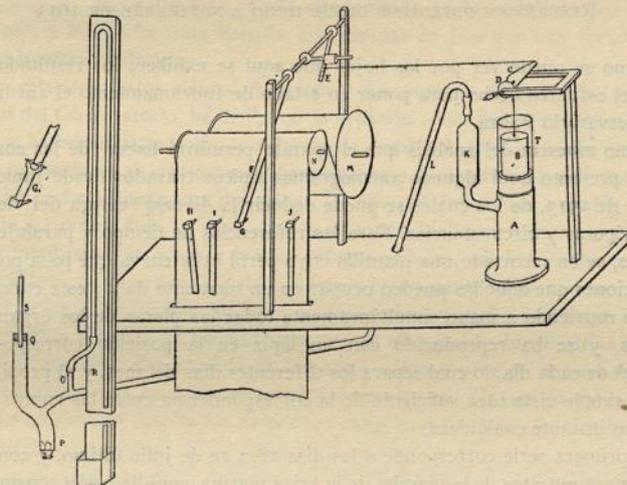
Uno de los defectos que se habían notado en el anemómetro, era el peso de la plumilla de las velocidades, que frenaba de un modo excesivo las piezas sometidas a los efectos de la aspiración del viento. Se ha solventado esta dificultad, aligerando el peso de todo el sistema del inscriptor, equilibrándolo cuidadosamente y substituyendo la plumilla primitiva por un depósito de tinta más ligero, articulado de modo que se apoya apenas en el papel, y siempre con la misma fuerza, cualquiera que sea la deformación que por efecto de la humedad u otras causas experimente el papel del registrador. Esta pluma articulada se representa en el croquis en figura aparte (*G*<sub>1</sub>).

Todo el sistema de inscripción del tiempo, así como el de las direcciones de la veleta, se ha dejado tal como salió de las manos del constructor, pudiéndose consultar, sobre el particular, la nota que figura en la *Meteorología catalana* del Sr. Patxot.

Un punto esencial, para la utilidad del trabajo, era poder reducir con exactitud las indicaciones de velocidad de los anemogramas. Para ello, en el transcurso del presente mes, he hecho adosar al aparato un manómetro de agua, *R*, que puede empalmarse, cuando sea preciso, a un tubo *O* soldado al conducto *Q* del aspirador. Aprovechando la ocasión de esta reforma, se ha terminado la parte verti-

— 5 —

cal del tubo de aspiración en un vertedero *P*, por el cual puede vaciarse el agua de lluvia que en días de borrasca se introduce en el aspirador. Tanto este vertedero como el apéndice *O*, están de ordinario cerrados por unos tapones metálicos a rosca, que entre otras ventajas presentan la de dar, con sólo quitarlos, un medio de dejar ambas superficies del mercurio en comunicación con el aire quieto del local donde se halla el inscriptor, y por consiguiente de determinar instan-



Disposición esquemática del nuevo registrador de velocidades en el anemómetro del Observatorio Fabra: *S*, tubo de cobre procedente de los tubos de Venturi colocados en la veleta; *Q*, cierre giratorio con coginetes de bolas; *P*, vertedero; *O*, apéndice que puede comunicar con el manómetro de agua *R*; *L*, tubo de cobre; *K*, vaso de fundición, que contiene mercurio y comunica inferiormente con el otro vaso *A*, también de fundición; *T*, tubo de vidrio; *B*, flotador macizo de boj, provisto de púas que le impiden los movimientos laterales; *C*, excéntrica de corrección de la escala; *E*, palanca de multiplicación variable; *F*, palanca de la plumilla *G* ( $= G_1$ ) de las velocidades; *M*, almacén del papel que desciende hacia la parte inferior del mueble del aparato después de pasar por el rodillo *N*; *H*, *I*, plumillas inscriptoras de la dirección del viento, accionadas por las ranuras helicoidales de un árbol horizontal; *J*, plumilla inscriptora del tiempo, accionada mecánicamente por un péndulo regulador, y que señala horas, medias y cuartos.

táneamente y sin duda el cero instrumental, ligeramente variable por el efecto de la temperatura sobre las transmisiones y sobre el mercurio mismo.

El manómetro de agua nos será en lo sucesivo de gran utilidad para formar, siempre que convenga, la tabla de reducción de la escala de velocidades. Este trabajo se ha empezado ya, y en la actualidad se está disponiendo un recipiente metálico de alguna capacidad susceptible de servir de cámara enrarecida, el cual, puesto en comunicación con el receptor del anemómetro, permitirá determinar en

vientos huracanados, y una amplitud casi nula para los vientos ordinarios, circunstancia preciosa para los fines a que se destinó el anemómetro de S. Feliu, especialmente dispuesto para el estudio de las tramontanas del Ampurdán, pero que carecía de toda finalidad en el Tibidabo, donde los vientos huracanados son raros, y en que los vientos normales han de ser el principal objeto de estudio.

Dentro del plan de observaciones a que se tenía que someter el aparato, era, pues, preciso acortar la parte alta de la escala de los anemogramas de modo que no existiese una desproporción excesiva entre las longitudes recorridas por la pluma y las velocidades del viento, resultado que se ha obtenido haciendo comunicar el flotador, por medio de una cadenilla Vaucanson, con una polea *D*, acoplada a una excéntrica *C* debidamente diseñada, y ésta, por otra cadenilla y un alambre de acero, con una palanca *E* fijada al eje de la pluma inscriptora. De esta manera se ha conseguido modificar la escala instrumental en la forma que se expresa en las divisiones que figuran a la derecha de las gráficas que tengo el honor de presentar.

Habiéndose tenido que construir esta transmisión partiendo de meras conjeturas acerca de los valores de partida y sin la ayuda de datos previos de ninguna clase acerca de la fuerza media y máxima del viento en el Tibidabo, por no haberse hecho hasta ahora observaciones anemométricas en la montaña, la actual transmisión debe considerarse como provisional, y en particular la excéntrica será substituída por otra perfectamente adecuada a lo que la experiencia dé de sí respecto a los registros actuales, cuando se posea ya un año completo de observaciones y se hayan determinado todas las constantes que corresponden a la serie de anemogramas que estamos reuniendo.

Uno de los defectos que se habían notado en el anemómetro, era el peso de la plumilla de las velocidades, que frenaba de un modo excesivo las piezas sometidas a los efectos de la aspiración del viento. Se ha solventado esta dificultad, aligerando el peso de todo el sistema del inscriptor, equilibrándolo cuidadosamente y substituyendo la plumilla primitiva por un depósito de tinta más ligero, articulado de modo que se apoya apenas en el papel, y siempre con la misma fuerza, cualquiera que sea la deformación que por efecto de la humedad u otras causas experimente el papel del registrador. Esta pluma articulada se representa en el croquis en figura aparte (*G*<sub>1</sub>).

Todo el sistema de inscripción del tiempo, así como el de las direcciones de la veleta, se ha dejado tal como salió de las manos del constructor, pudiéndose consultar, sobre el particular, la nota que figura en la *Meteorología catalana* del Sr. Patxot.

Un punto esencial, para la utilidad del trabajo, era poder reducir con exactitud las indicaciones de velocidad de los anemogramas. Para ello, en el transcurso del presente mes, he hecho adosar al aparato un manómetro de agua, *R*, que puede empalmarse, cuando sea preciso, a un tubo *O* soldado al conducto *Q* del aspirador. Aprovechando la ocasión de esta reforma, se ha terminado la parte verti-

cualquier momento la relación entre las divisiones del papel y las presiones manométricas, tabulándose por otra parte estas últimas en función de la velocidad del viento, por comparación con las indicaciones de un anemómetro portátil de Daloz adquirido con este objeto. También servirá la propia cámara para ensayar en diversas condiciones el grado de aperiodicidad de los registros de velocidades, a fin de tener idea exacta de la significación de cada una de las ráfagas registradas.

#### RESULTADOS OBTENIDOS DESDE JUNIO A NOVIEMBRE DE 1913

Como se puede ver por las hojas que aquí se exhiben, los resultados compenstan el esfuerzo hecho para poner en estado de funcionamiento el anemómetro del Observatorio Fabra.

Como muestra del análisis que el aparato permitirá hacer de las corrientes de aire, presento aquí algunos anemogramas típicos trazados desde junio a noviembre de 1913, de los cuales se puede deducir la diversa textura del viento según las épocas y circunstancias. Para las referencias de tiempo y paralaje de las plumillas, se ha recortado una plantilla cuyo perfil es la curva que pasa por todas las posiciones que aquéllas pueden ocupar en un momento dado; esta curva se ha obtenido moviendo a mano simultáneamente todas las piezas de los órganos inscriptores, y se ha reproducido con un lápiz en la posición correspondiente a 0<sup>h</sup>—24<sup>h</sup> de cada día, lo cual separa los diferentes días del mes, y al propio tiempo da a simple vista idea suficiente de la correspondencia entre las cuatro plumillas en un instante cualquiera.

La primera serie corresponde a los días 18 a 22 de julio último, y constituye una hermosa muestra de la marcha de la brisa marina, con dirección constante del SW. Por la noche, casi calma; la veleta se mueve, no obstante, señalando un ligerísimo terral del NE. en las primeras horas de la mañana. Hay que advertir que el Observatorio Fabra está bastante al abrigo del viento de tierra. Este tipo de brisa corresponde a tiempo claro, de calmas generales, sin más variaciones barométricas que las producidas por el calor. El higrómetro se ha mantenido alto, y la distribución de temperaturas normal:

La segunda serie, del 18 al 30 de junio, es muy parecida a la primera; son también dominantes las brisas marinas, pero persistiendo, durante largos intervalos, vientos flojos del 3.º y 4.º cuadrantes, debidos a pendientes barométricas pronunciadas, y que, mezclándose con la brisa, le hacen perder su constancia, comunicándole la apariencia de ráfagas. Este tipo ha sido frecuente en todo el verano último, distinguiéndose por oscilaciones higrométricas mayores que las del mes de julio, y por algunas turbonadas.

Las series 3.ª y 4.ª corresponden a un régimen de tormentas locales, típico en los días 23, 24, 28, 29 y 30 de agosto. Si bien la brisa ha predominado en algunos momentos, prevalecen en los anemogramas turbonadas de una o dos horas

— 7 —

de duración, con la veleta rolando sucesivamente a todos los vientos, lo cual indica claramente el carácter vorticoso de estas tormentas. Durante este período, las oscilaciones del termómetro y del higrómetro han sido bruscas, y se han producido chubascos aislados en todo el Norte de la Península.

Las series 5.<sup>a</sup> a 8.<sup>a</sup> corresponden ya a las grandes depresiones ciclónicas de otoño con borrascas del Oeste, debidas al paso de mínimos barométricos por el Norte de Europa. Entre los muchos ejemplos que merecen mención especial, es notable la gráfica del 21-22 de Octubre, obtenida durante el paso de una depresión secundaria por Barcelona. Todo este período se ha señalado por vientos persistentes y lluvias en toda España, con oleadas de frío que han invadido por el Norte nuestra península.

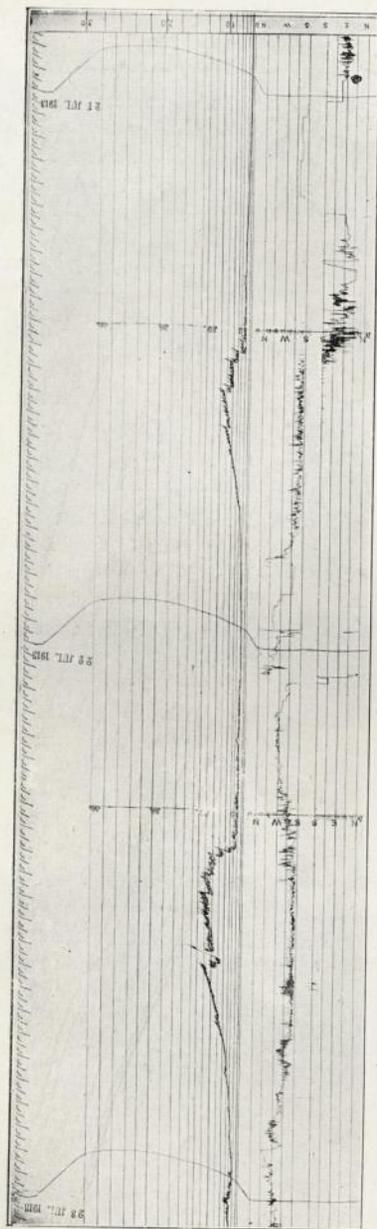
Con relación a estos vientos ciclónicos y a su manera de actuar en el emplazamiento del Observatorio, he de llamar la atención sobre una circunstancia notable que se ha hecho patente con la reforma de nuestro anemómetro. En un mismo período tormentoso, el viento puede presentar tres características diferentes: 1.<sup>a</sup>, intensidad casi constante, con dirección casi fija; 2.<sup>a</sup>, intensidad variable por ráfagas, sin ser nunca nula, en cuyo caso la dirección oscila entre estrechos límites; 3.<sup>a</sup>, intensidad representada por fuertes ráfagas aisladas, con breves momentos de calma absoluta, en cuyo caso la veleta indica sucesivamente todos los rumbos. Las tres fases se siguen en diverso orden, y a veces están separadas por largos intervalos de remisión relativa del viento; cada una de ellas puede durar varias horas y estar completamente diferenciada de las otras, como ocurre en la tramontanada del 22 de octubre y en los temporales del 7 de noviembre. El estudio de semejante fenómeno constituirá uno de los problemas integrantes del plan de observaciones anemométricas en nuestro Observatorio Fabra.

En vista del resultado obtenido, espero que la Academia dará por bien empleado el pequeño sacrificio hecho para reformar y poner en funciones el anemómetro. De este sacrificio, por lo que toca a la intervención personal, corresponde una buena parte al Dr. Jardí, que no ha cejado en la tarea de vencer muchas dificultades de detalle, y otra no menor a nuestro relojero Sr. Juillard, que con la habilidad que todos le reconocemos ha realizado un trabajo digno de todo encomio.

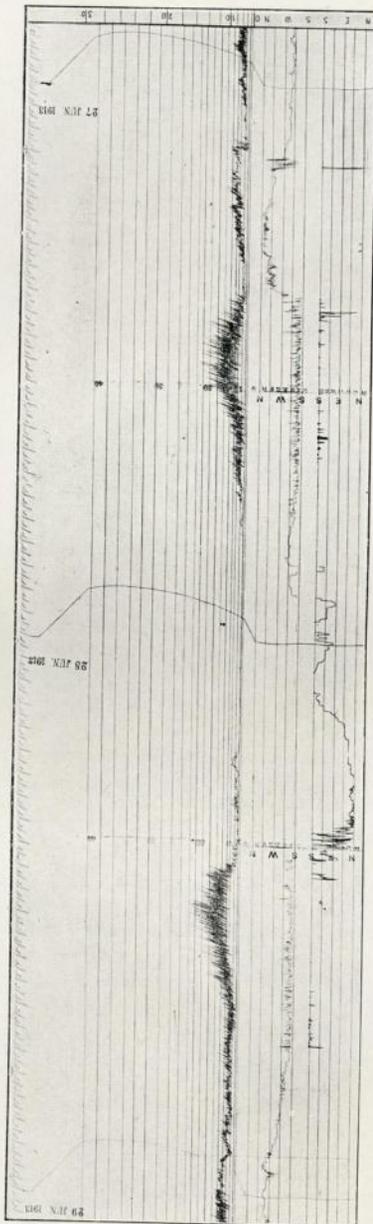
OBSERVACIONES.—Las láminas que acompañan a esta nota comprenden sólo fragmentos de los anemogramas a que la misma se refiere. En las gráficas, las señales horarias corresponden a horas, medias horas y cuartos, según su longitud. El tiempo crece de derecha a izquierda. Las escalas de direcciones y velocidades son las que figuran a la derecha de cada grabado, debiéndose hacer caso omiso de las escalas no corregidas que aparecen en medio del papel, y que correspondían al aparato antes de su reforma.

DR. FONTSERÉ.—ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN

LÁMINA I



1.—Brisa simple con atmósfera tranquila (21 y 22 de julio de 1913)



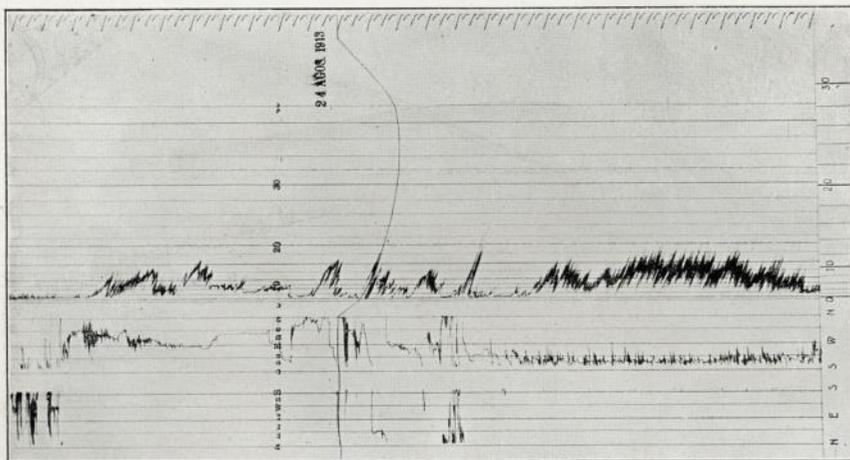
2.—Brisa ligeramente perturbada por depresiones barométricas (27 y 28 de junio de 1913)

TIPOS DE BRISA MARINA (MARINADA)

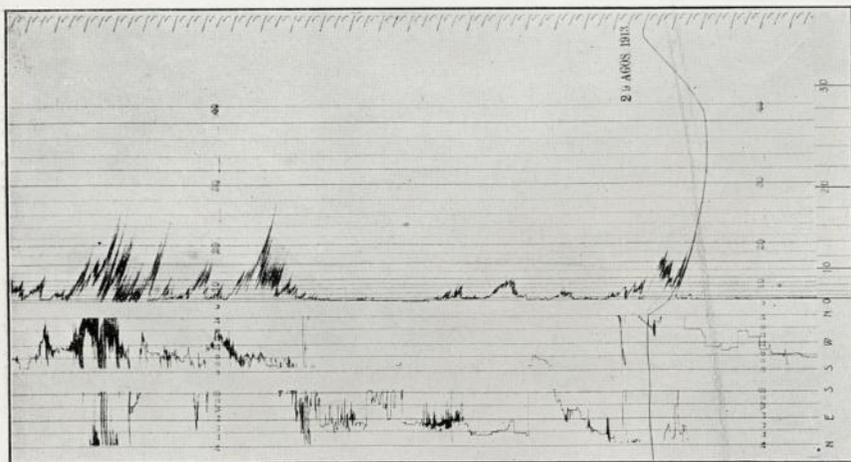
$\frac{1}{4}$  tamaño natural

DR. FONTSERÉ.—ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN

LÁMINA II



3.—Pequeñas tormentas alternando con la brisa (23 24 de agosto de 1913)



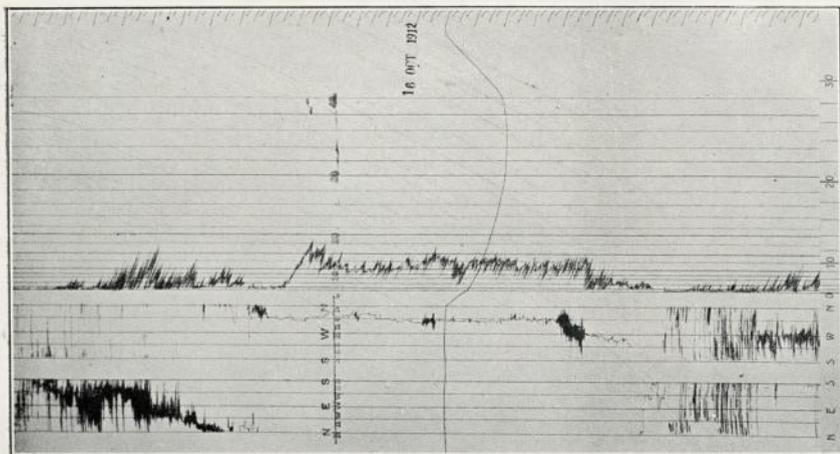
4.—Pequeñas tormentas con tiempo en general cubierto (29 de agosto de 1913)

### RÉGIMEN DE TORMENTAS LOCALES

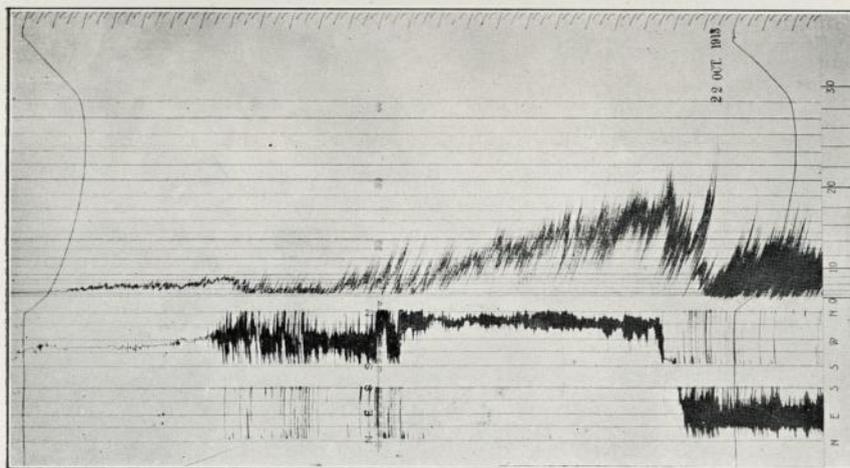
1/3 tamaño natural

DR. FONTSERÉ.—ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN

LÁMINA III



5.—Ejemplo de viento casi constante del N. W (15-16 octubre 1913).



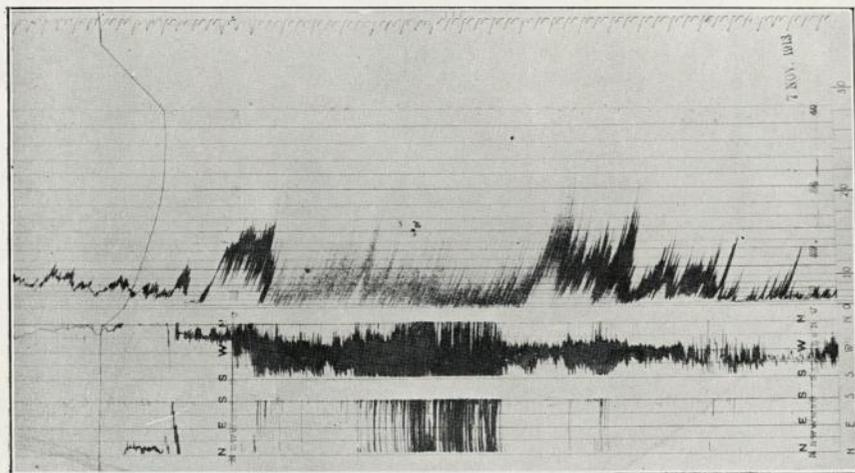
6.—Paso de un mínimo secundario por Barcelona (21-22 de octubre de 1913).

### TORMENTAS GENERALES DE OTOÑO

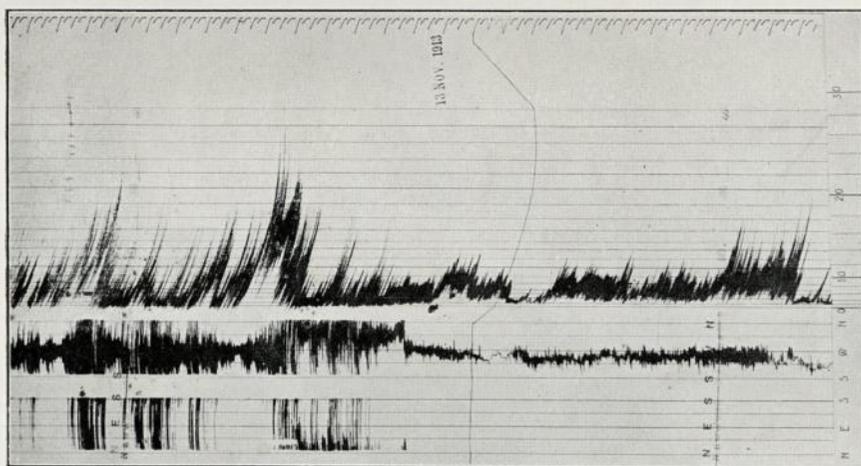
$\frac{1}{3}$  tamaño natural

DR. FONTSERÉ.—ANEMÓMETRO DE ASPIRACIÓN

LÁMINA IV



7.—Diferente estructura de las ráfagas durante los temporales del 7 y 8 de noviembre de 1913.



8.—Temporal del 13 de noviembre de 1913.

### TORMENTAS GENERALES DE OTOÑO

$\frac{1}{3}$  tamaño natural