

ANALES

DE LA

OFICINA METEOROLÓGICA ARGENTINA

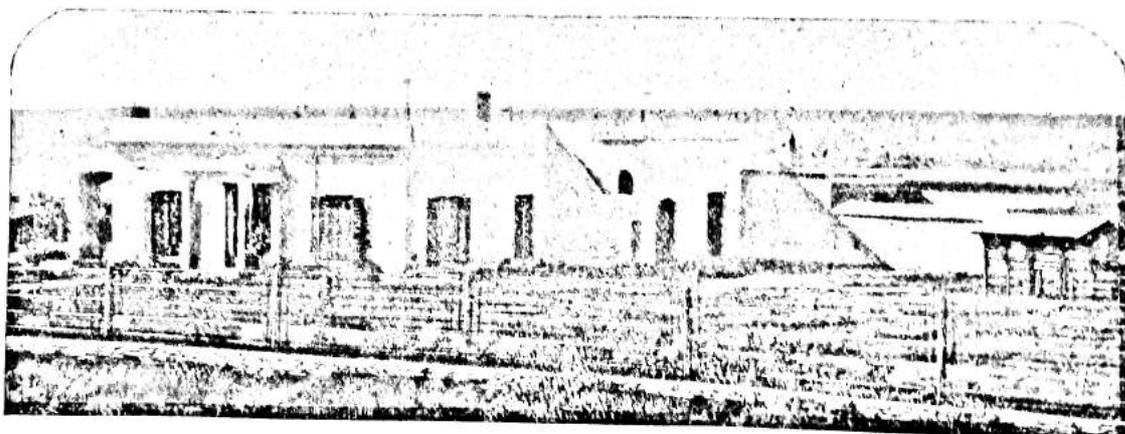
POR SU DIRECTOR

GUALTERIO G. DAVIS

V TOMO IX

CLIMA DE CÓRDOBA

PRIMERA PARTE : OBSERVACIONES HECHAS EN LA OFICINA CENTRAL



VISTA DE LA OFICINA METEOROLÓGICA ARGENTINA (CÓRDOBA)

BUENOS AIRES

IMPRESA DE PABLO E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS

680 — CALLE PERÚ — 680

1893

PROEMIO

OBSERVACIONES HECHAS EN LA OFICINA METEOROLÓGICA ARGENTINA

I

LA OFICINA

La ciudad de Córdoba, capital de la provincia del mismo nombre, fué fundada en el año 1573 por Don Gerónimo Luis de Cabrera, se halla situada en el valle del río Primero, á 17 kilómetros al Oriente de las primeras ramificaciones del sistema de sierras que, con rumbo Norte á Sur, atraviesan la parte Occidental de la provincia. Al Este y Sur se extiende la gran pampa argentina.

El primero de los tres cordones que constituyen dicho sistema, llamado la sierra *Chica*, tiene una altura media de 1000 á 1100 metros en la seccion al Oeste y Noroeste de la ciudad, y alcanza su mayor elevacion, 1263 metros, en la cumbre *Pan de Azúcar*, distante 30 kilómetros de Córdoba.

Separado del primero por valles angostos se eleva el cordon central, llamado Sierra de *Achala*, con una altura media de 1800 á 2000 metros. Esta cadena tiene mesetas anchas y onduladas, las que, regadas por numerosos arroyuelos producen un pasto abundante, pero son de poco provecho para la agricultura. La cima de *Champaqui* es la más alta de este cordon, elevándose á 2840 metros.

La sierra de *Pocho*, nombre con que se designa el tercer cordon, es el más occidental y el de menor extension. Los cerros más elevados alcanzan alturas de 1500 á 1600 metros. Este cordon, como el central, se hunde en la llanura de la pampa, á menos de un grado de latitud al Norte de la de Córdoba, dejando una zona de campo fértil que se extiende como un medio grado más al Norte, terminándose esta en las vastas salinas, cuyo nivel es próximamente de 300 metros menos que el de la pampa al pié de las faldas orientales de la sierra *Chica* frente á Córdoba. En las tres cadenas que forman este sistema de sierras, las laderas orientales son comparativamente suaves, mientras que las pendientes del lado occidental son ásperas y más quebradas.

El río Primero tiene su origen en los numerosos arroyos que nacen en el valle comprendido entre el cordón oriental y el central de las sierras de Córdoba, cuyas aguas, juntándose en dos brazos principales, forman por su confluencia en la cuenca de San Roque, el río Primero, que atraviesa la sierra por una quebrada angosta y tortuosa. Al llegar al lado opuesto sigue su curso en la dirección Sud Este hasta pasar por la ciudad, inclinándose luego al Este y Noreste hasta perderse sus aguas en los arenales ó en tiempos de crecientes en la gran laguna, pantanosa y salada, de Mar Chiquita, situada hacia el Noreste de la provincia.

En el punto en que el río Primero entra en la sierra *Chica* se ha construido un dique de represa á través de la quebrada, á una altura de 33 metros, con el fin de represar el agua que cae en el verano, y destinarla á la irrigación de los terrenos de labranza al rededor de Córdoba. Este dique tiene capacidad para 260.000.000 de metros cúbicos de agua, el que forma un embalse en la cuenca de San Roque de 1600 hectáreas cuadradas. A distancia de 27 kilómetros, aguas abajo, se halla el pequeño dique de distribución, en el punto llamado «Mal Paso», del cual se desprenden los dos canales maestros, uno á cada banda del río, cuya extensión total alcanza á 63 kilómetros y sus ramificaciones, en canales secundarios, á 89 kilómetros. Estas obras fueron terminadas hace tres años y los terrenos circundantes, que ántes tenían un aspecto de esterilidad casi completa, empiezan á transformarse en campos fértiles, cuyo cultivo se ha hecho, no solamente posible, sino remunerativo con los beneficios de la irrigación.

El valle formado por el río Primero tiene un ancho de 2 kilómetros próximamente en la parte en que la ciudad está edificada. A ambos lados de él se levantan barrancas escarpadas, cuyo nivel superior se aproxima al de la pampa contigua, aunque á más el terreno se eleva suavemente á partir de las barrancas tanto hacia el Norte como al Sur.

La Oficina Meteorológica está situada en la banda austral, sobre la barranca, á 1300 metros de distancia de la plaza principal de la ciudad, hacia el poniente, y á 32 metros de elevación sobre ella. El suelo se compone, en su mayor parte, de arcilla muy compacta con pequeñas capas de arena y cascajo; todo fuertemente impregnado de sulfatos alcalinos.

Hasta el 20 de Mayo de 1885 las observaciones meteorológicas fueron practicadas en el Observatorio Astronómico, cuyas coordenadas geográficas son: latitud austral $31^{\circ}25'15''4$ y longitud Oeste de Greenwich $64^{\circ}12'3''$. La altura de la cubeta del barómetro normal, en el Observatorio era 439.3 metros sobre el nivel medio del Río de la Plata frente á Buenos Aires. En la fecha mencionada se trasladó la Oficina á su local propio, quedando éste á 200 metros al Sudeste del Observatorio y 1.20 más bajo, en los terrenos que originariamente formaban parte de los del Observatorio.

La Oficina Meteorológica debe su fundación á la iniciativa del Doctor Gould, quien al llegar á esta República á fines del año 1870, con el objeto de establecer el Observatorio Astronómico, reconoció la falta de un servicio regular de observaciones que proporcionara el conocimiento de las leyes climatéricas que reinan en las diversas secciones del territorio nacional. Para llenar esta necesidad se dirigió al Señor Ministro de Instrucción Pública manifestándole la importancia que resultaría al país y á la ciencia del establecimiento de dicho servicio. Las indicaciones del Doctor Gould recibieron una acogida favorable, de las cuales resultó la ley de creación de la Oficina Meteorológica, que fué sancionada por el Congreso Nacional en Setiembre de 1872. Dos meses más tarde se hallaba la Oficina Central definitivamente instalada en uno de los departamentos del Observatorio Astronómico y bajo la misma dirección.

El señor Luciano J. Correas fué nombrado Secretario y encargado de los detalles de los trabajos internos de la Oficina, puesto que desempeñó con el mayor celo é inteligencia hasta que la muerte le sorprendió, en la plenitud de su vida, en Agosto de 1887. Los quince años de servicios constantes, dedicados á llenar su cometido, han dejado su nombre íntimamente ligado al de la Oficina.

II

INSTRUMENTOS Y OBSERVACIONES

Las observaciones sistemáticas comenzaron en el Observatorio el 1° de Setiembre de 1872 y consistían de lecturas del barómetro, termómetros de bola seca y húmeda y de la veleta, hechas en las horas 7 a. m., 2 p. m. y 9 p. m., apreciaciones del grado de nebulosidad y de la fuerza del viento —la primera en la escala de 10 y la segunda en la de 4— y medidas de la lluvia.

El barómetro empleado para las observaciones tridiurnas era de sistema Fortin y estaba fijado al muro occidental del cuarto Sud-oeste del Observatorio, quedando la cubeta á 70 centímetros arriba del piso.

Los termómetros fueron expuestos en una casita de madera colocada al frente de una ventana que mira al Sud, cuyo cristal formaba el lado Norte de la casita. Los costados del Oriente y Poniente eran de persianas, mientras que el del Sur quedaba abierto. El techo, de tablas, sobresalía bastante para proteger á los instrumentos de la lluvia. Los depósitos de los termómetros se hallaban á 1.50 metros arriba del terreno y retirados á 50 centímetros del cristal de la ventana.

La veleta se hallaba á distancia de 25 metros al Sud-oeste del Observatorio, colocada en un palo á una altura de 10 metros del suelo, y el pluviómetro á la misma distancia al Noreste del edificio, á 1.70 metros sobre el suelo. A fines del año siguiente se colocó otro pluviómetro en la azotea de la casa ocupada por los ayudantes, quedando éste 47 metros distante y 4 metros arriba del primero.

En el mes de Julio de 1873 se agregaron termómetros de máxima y mínima, colocándolos al lado de los psicrométricos.

En Diciembre del mismo año principiaron las observaciones de la irradiacion solar, empleándose un termómetro de depósito ennegrecido en el vacío —construido por la casa de Negretti y Zambra— colocado en dos horquillas de madera, á 25 centímetros sobre el césped. A esta elevacion siempre han sido mantenidos los termómetros solares, aunque en los últimos años se han practicado observaciones con otro termómetro á la altura de 1.50 metros. El termómetro está expuesto desde las 9 ó 10 de la mañana hasta las 4 de la tarde, en los días que no están completamente nublados; pero en los primeros años de esta série de observaciones han habido bastantes interrupciones.

En ese mismo mes el anemómetro, de sistema Robinson, fué puesto en servicio. Este se hallaba sobre un poste, á una elevacion de 2 metros del suelo, á 30 metros al Noroeste del Observatorio.

En la misma fecha se recibió el barómetro grande normal, sistema Fortin, construido por los señores Negretti y Zambra. El diámetro interior del tubo es de 15 milímetros, lo mismo que el depósito del termómetro adjunto. Este instrumento se colgó en el cuarto del Secretario, en la pared Noroeste del Observatorio, con la cubeta á 83 centímetros arriba del umbral del edificio.

Con los instrumentos enumerados, y sin modificacion de posicion, fueron practicadas las observaciones hasta el fin del año 1877.

En el mes de Diciembre de ese año llegaron el aparato termométrico y barómetro aneróide, ambos para el registro autográfico de los valores horarios.

El primero de ellos consistía en una série de ocho termómetros, del antiguo sistema de Negretti y Zambra, construidos para tomar la temperatura del mar á diferentes profundidades. Los vástagos de estos termómetros son doblados en forma de sifon, de manera que, al dar una vuelta entera al termómetro, la columna de mercurio se corta en un punto cerca del depósito, pasando la seccion cortada á la otra mitad del vástago, el que lleva la escala que indica, en grados y quintos de grados, la altura de la columna separada. La cantidad de mercurio, así cortada, siendo relativamente tan pequeña, no sufre variacion apreciable por cambios posteriores de temperatura, registrándose la temperatura del momento en que el termómetro dió la vuelta. Por medio del movimiento de un reloj se hace saltar, á intervalos de una hora,

el resorte que mantiene el termómetro en su posición originaria. Al fin de ocho horas, el observador transcribe las indicaciones de los termómetros, dejando repuesto el aparato para el mismo intervalo siguiente. La transcripción de las temperaturas se hicieron generalmente en las horas 8 a. m., 4 p. m. y 12 de la noche, á más de las confrontaciones, en las horas intermediarias, por observaciones directas de termómetros normales colgados en la misma casilla. El aparato fué instalado al Sur de uno de los muros del Observatorio, protegido de la lluvia y del sol por un ancho techo de madera, quedando los termómetros á 1.30 metros del suelo y 0.60 metros del techo, con un espacio de 0.70 metros entre ellos y la muralla.

El barómetro aneróide se halla montado al lado del barómetro normal, á cuyas indicaciones se reducen las trazas de aquel. Se han hecho lecturas del barómetro normal, en término medio, seis ó siete veces por día, á intervalos de dos á tres horas, desde las 7 de la mañana hasta la media noche.

En la misma fecha se agregó otro aparato para el registro de la dirección del viento. En éste, una cinta de papel, impelida por el reloj, pasa con dirección del Norte al Sur, inmediatamente debajo de la extremidad inferior del eje de la veleta, la que lleva una pequeña flecha de acero, paralela á la de arriba. Por medio de un golpe de martillo, comunicado del mismo reloj, se empuja el papel contra la flechita, cada media hora, dejando impresa su posición en aquel momento. Esta veleta fué colocada á 10 metros, al Sur de la torre oriental del Observatorio y 1.30 metros más arriba que aquella torre. Los tres aparatos registradores que acabo de describir, comenzaron á funcionar con regularidad el 1º de Enero de 1878.

El 1º de Febrero del mismo año se cambiaron las observaciones tridiurnas, de 7 a. m., 2 p. m. y 9 p. m., por las de 8 a. m. y 6 p. m.; pero al fin de Mayo del año siguiente se volvió á practicarlas en las horas originarias, siguiendo con este sistema independiente de observaciones directas hasta el fin del año 1881, cuando con la adquisición de otros instrumentos autográficos desapareció la necesidad de continuarlas.

En el mes de Julio de 1880 se puso en servicio el anemómetro. La parte autográfica de éste fué construida por los señores Perrin Hermanos, relojeros de esta ciudad, según las indicaciones del finado Stevens, ayudante del Observatorio. Este consiste en un anemómetro de Robinson, del cual se desmontaron las ruedas de la derecha del eje vertical de rotación, y en la cara de la rueda que engrana con el tornillo sin fin se pusieron clavijas de acero en los puntos correspondientes á las divisiones kilométricas. Por medio de una delicada palanca que toca una de las clavijas á cada kilómetro de viento recorrido, se hace cerrar por un instante el circuito eléctrico, lo que queda constatado en el registro por un punto telegráfico. El aparato registrador se ha construido de un instrumento telegráfico de Morse, practicando en él algunas modificaciones y agregando un movimiento de relojería que hace correr el papel, á razón de 10 centímetros por hora, y á la vez marca, con una raya de lápiz, los intervalos horarios; de suerte que el número de puntitos que se encuentra entre dos rayas, corresponde á los kilómetros de viento recorridos en la hora. El anemómetro fué colocado sobre la azotea de una de las casas del Observatorio, á 7.5 metros arriba del suelo, y á 1.5 metros sobre el parapeto de la casa, y el registro en el Observatorio á 70 metros distante del molinete.

El 1º de Enero de 1881 los termómetros empleados hasta entonces para el registro horario de la temperatura, fueron reemplazados por los del nuevo sistema, construidos por los mismos fabricantes. En estos termómetros el vástago es derecho, salvo una pequeña torcedura arriba del bulbo. Al dar el termómetro una media vuelta, la columna de mercurio se separa, por su propio peso, en el punto estrechado del tubo —el que se halla entre el depósito y la torcedura— depositándose en la otra extremidad del vástago, graduado con referencia á la posición invertida del termómetro.

Al poner en servicio los termómetros nuevos se agregaron otros de la misma clase, con depósitos húmedos, para el registro psicrométrico, colocándolos en las mismas armaduras con los del depósito seco, de suerte que un par de termómetros —bola seca y húmeda— se inviertan conjuntamente. Durante los meses en que suele helar, se mantienen humedecidas las telas, que envuelven los bulbos de los termómetros, por el agua contenida en depósitos especiales fijados en las mismas armaduras que llevan los termómetros. En los otros meses, se conserva la humedad de las telas por el agua contenida en una artesilla puesta inmediatamente debajo de los termómetros.

En el mes de Febrero del año 1882 se mudó el aparato termométrico á una casilla, á 25 metros al Oeste del Observatorio. Esta mide 2.5 por 2.5 metros. El techo es doble, el de arriba se compone de planchas acanaladas de hierro galvanizado, y el de debajo de tablas de madera con un espacio entre los dos para la libre circulacion del aire. Los costados del Norte, Este y Oeste, se prolongan lo suficiente del techo para proteger los termómetros de la lluvia é irradiacion, mientras que el del Sud queda abierto.

Hasta el fin del año 1884 se siguieron practicando las observaciones con los instrumentos ya descritos, sin otro cambio que el de los termómetros de máxima, mínima, solar y la mayor parte de los empleados en el registro horario; los que, por una ú otra causa, se habían inutilizado, principalmente por las tormentas fuertes; —entre estas la más notable fué la de la noche del 10 de Febrero de 1883, dejando casi todos los termómetros destrozados ó averiados.

El 1° de Enero de 1885 la direccion de la Oficina pasó á manos del Director actual, al renunciarla el Doctor Gould, despues de doce años de trabajos incansables, dedicados, á traves de los estudios astronómicos á la organizacion de la institucion y á la extension de su servicio por todo el territorio argentino. Una parte de los resultados obtenidos hasta entónces se hallan publicados en los cuatro primeros tomos de los Anales, pero quedaba aún una cantidad grande de material inédito.

Los instrumentos quedaron en el Observatorio hasta el 20 del mes de Mayo siguiente, fecha en que el nuevo edificio, cuya construccion fué comenzada en Noviembre del año anterior, estuvo en condiciones de ser ocupado, aunque no terminado. Entónces se efectuó la traslacion de la Oficina á su local propio, y que ofrecía grandes ventajas sobre las que tenía en su primera instalacion.

El barómetro normal se colocó en la pieza Noreste, quedando en su posicion nueva, á una altura de 438.1 metros arriba del rio frente á Buenos Aires. El aparato termométrico fué instalado á 30 metros al poniente del edificio, en la misma casilla que ántes lo había abrigado en los terrenos del Observatorio, de manera que no sufrió ninguna modificacion de condicion por la mudanza de sitio. El anemómetro y la veleta se colocaron sobre la azotea, quedando el primero á 2 metros y la segunda á 5 metros sobre el parapeto del edificio, el cual tiene una altura de 6 metros; registrándose las indicaciones de estos dos instrumentos en las piezas directamente debajo. Uno de los pluviómetros se dejaba sobre la azotea y el otro fijado á un poste, teniendo ambos las mismas alturas, con referencia al suelo que ocuparon antes.

En el mes de Abril del mismo año se inició una série de observaciones más extensas, de la nebulosidad, apreciando la forma y cantidad de las nubes y la parte de cielo oscurecido en las horas de 8 a. m., 12 m. d., 4 p. m., 8 p. m. y 12 m. n.

En Julio siguiente se dió principio á las observaciones de la evaporacion del agua, expuesta en fuentes de cobre, cuya superficie circular mide 314 centímetros con una altura de 10 centímetros. Una de ellas se halla expuesta á la intemperie, y la otra en la casilla termométrica, abrigada del sol y la lluvia pero libremente expuesta á la circulacion del aire. Las dos fuentes descansan sobre dos listones angostos de madera, elevados á 20 centímetros del suelo. La diferencia entre las cantidades de agua, medidas por medio de probetas graduadas que corresponden con la superficie de la fuente, en dos momentos diferentes, acusa la cantidad de la evaporacion en el intervalo. La medicion se hace á las 12 del dia y entónces se vuelve á llenar las fuentes, quedando el agua en ellas al mismo nivel que tenía á partir de la última observacion. Las observaciones de la evaporacion á la sombra en los primeros cuatro meses de la série, han sido rechazadas por haber sido puesta la fuente á 1.30 metros arriba del suelo, por consiguiente la cantidad evaporada fué cerca de 20 por ciento más de lo que habría resultado si el evaporómetro hubiese sido expuesto á 10 centímetros del suelo; diferencia que ha sido constatada por experiencias hechas en fechas subsiguientes.

En el mes de Agosto principiaron las observaciones de la temperatura del suelo, colocando los termómetros á la superficie y á profundidades de 0.50, 1.20, 2.70 y 3.75 metros. Los termómetros hundidos á 1.20 y 3.75 metros se hallan dentro de caños de hierro, cerrados en la extremidad inferior, y tienen el espacio entre el depósito y la funda de cristal que los envuelve llenados con espermanti, para hacerlos menos sensibles á cambios repentinos de temperatura; de manera que las indicaciones de ellos no sufren variacion

durante el tiempo requerido para alzarlos y hacer la observacion. Los otros termómetros son de vástagos largos, protegidos por fundas de metal en la parte enterrada, quedando las escalas á suficiente altura arriba de la tierra para hacer fácil la lectura; hállanse enterrados todos bajo el techo de la casilla termométrica. Las observaciones son hechas dos veces al dia en las horas 8 a. m. y 6 p. m.

En Febrero de 1886 comenzó el registro del resplandor solar. El heliógrafo empleado es de sistema Campbell, construido por los señores Negretti y Zambra y se compone de una esfera de cristal de 101 milímetros de diámetro, colocado en un amazon de bronce, cuyo eje se ajusta al meridiano, é inclinado para corresponder á la latitud del lugar de observacion. Rodeando la semi-esfera inferior del cristal hay una plancha concéntrica de metal en que se colocan las tiras de papel, de color azul, graduadas con referencia á las horas y medias horas. Los rayos del sol, concentrados por la esfera de cristal sobre el papel, producen una traza quemada mientras el cielo está despejado. En los primeros 20 ó 30 minutos que el sol brilla sobre el horizonte, y durante el mismo intervalo antes de ponerse, no tienen suficiente intensidad los rayos solares para dejar su impresion en el papel. El aparato se halla colocado sobre la azotea de la Oficina.

En el mismo mes dióse principio á las observaciones ozonométricas, las que consisten en anotar el descoloramiento producido en un papel, preparado con una solucion de almidon y ioduro de potasio al ser expuesto al aire. Las tiras de este papel se exponen dentro de un cilindro doble, de rejilla de alambre fino de cobre, colgado bajo el techo de la casilla termométrica. Al hacer la observacion se sumerge momentáneamente el papel en un baño de agua y entónces la intensidad de la descoloracion es apreciada por medio de la confrontacion con una escala de tintes de 0 á 10. El papel se muda en las horas de 8 a. m. y 6 p. m.

En Mayo del mismo año llegó de la casa de R. Füess, de Berlin, un termógrafo el que se colocó en la casilla al lado de los termómetros psicrométricos. Las curvas producidas por este instrumento representan las dilataciones y contracciones de una plancha metálica, libremente expuesta al aire, siendo las variaciones transmitidas al papel, convenientemente graduado, por una série de brazos unidos á la plancha metálica. El papel se coloca en un cilindro giratorio impulsado por el reloj que se halla adentro del cilindro. Las trazas del termógrafo han sido empleadas para suplir faltas en el registro del aparato psicrométrico y por medio de la confrontacion de los dos registros de relevar cualquier error que se hubiese deslizado en las transcripciones.

En Agosto las observaciones de la temperatura del suelo fueron ensanchadas por otro termómetro enterrado al lado de los otros á la profundidad de 40 centímetros.

En el mes siguiente principió á registrar el barógrafo de Sprung, construido tambien por la casa de R. Füess. Este instrumento llegó en el año anterior, pero debido á las averías que sufrió en el transporte fué necesario devolver al fabricante varias de las piezas más delicadas, para que fueran compuestas ó reemplazadas con otras nuevas. Este barógrafo está colocado en un cuarto que da frente al oriente sobre un pilar de piedra que descansa á su vez en un cimiento hondo de mampostería, completamente aislado de las paredes de la casa. El depósito de mercurio está á 60 centímetros arriba del piso del cuarto. Dicho instrumento ha funcionado, desde el primer momento, de la manera más satisfactoria, no dejando nada que desear en cuanto á su sensibilidad á las más ligeras fluctuaciones de la presion. Los valores descritos son referidos á las indicaciones del barómetro grande normal.

En el mes de Julio de 1887 se añadió otro termómetro á los ya empleados para observar la temperatura del suelo, enterrándolo próximo á los otros, á 25 centímetros debajo la superficie.

En el mes siguiente fué agregada á las fuentes de cobre, para la medicion de la evaporacion, otra de cristal que lleva la escala en milímetros grabada en el cristal mismo. Esta fuente tiene una superficie circular de 380 centímetros y 13 de altura, y hállase expuesta á la intemperie, al lado de la de cobre.

En Setiembre del mismo año todos los termómetros del aparato psicrométrico fueron renovados por motivo de que la mayor parte de ellos habían sufrido pequeños cambios en sus indicaciones, no separándose en el punto debido la columna de mercurio al darse vuelta el termómetro.

En el mes de Mayo de 1888, las observaciones de la evaporacion del agua fueron más extendidas, por la adquisicion de dos evaporómetros del sistema inventado por el Doctor Wild, fabricados por la casa de

R. Füess. En éstos está expuesta el agua en un platillo de bronce, cuya superficie circular mide 230 centímetros; el platillo descansa sobre una varilla que vá enlazada á un puntero que indica, sobre un arco graduado, la disminucion del peso correspondiente á la cantidad de agua evaporada. Uno de ellos se halla expuesto á la intemperie, próximo á las fuentes de bronce y de cristal, y el otro á la sombra bajo la casilla termométrica.

A fines de dicho año llegó el aparato psicrométrico de registro fotográfico, construido para esta Oficina por los señores Negretti y Zambra. Este se compone de dos termómetros, cuyos largos vástagos entran por debajo á una cámara oscura, quedando los depósitos á 10 centímetros del piso de la cámara, y expuestos á la libre circulacion del aire. Adentro de la cámara, inmediatamente detrás de los vástagos de los termómetros, hay un cilindro giratorio, movido por un aparato de relojería, al que se coloca el papel argéntico gelatino-bromurado, que recibe las imágenes fotográficas. Este cilindro está protegido de la luz por otro concéntrico inmóvil que tiene una abertura angosta vertical, por la cual pasa la luz de dos lámparas de petróleo, colocadas en la parte opuesta de la cámara. En virtud de la rotacion del cilindro que lleva el papel, al pasar éste por la abertura mencionada, recibe las impresiones de las alturas de las columnas de mercurio, igualmente las de las graduaciones de las dos escalas termométricas. Los termómetros están colocados de manera que las indicaciones del depósito mojado quedan en la parte inferior de la hoja, con un espacio entre ellas y las del termómetro seco. Las señales horarias se obtienen por la interrupcion de la luz, en el intervalo de dos minutos, por medio de pantallas movidas por el reloj. El papel sensibilizado se renueva cada 24 horas, y se revela la imagen en un baño, compuesto de soluciones de oxalato neutro de potasa, prosulfato de hierro y ácido cítrico, agregando unas gotas de una solucion de bromuro de potasio, y luego lavado en un baño débil de ácido acético, las imágenes se fijan por una solucion de hiposulfito de sosa. Este aparato se encuentra instalado en una casilla, de forma cuadrada, que mide 3.0 por 3.0 y 2.5 metros de alto, en el centro. Los costados del Norte, Este y Oeste fórmanse de persianas de madera, que alcanzan hasta un metro del suelo. Al Sud hay dos puertas colgantes que se bajan cuando amanece el tiempo lluvioso ó tormentoso. La casilla queda á 13 metros de la otra, hácia el Noroeste. Los depósitos de los termómetros se hallan á 1.40 metros del suelo. Desde el 1° de Enero de 1889 este aparato ha funcionado casi sin otras interrupciones en los registros fotográficos que las ocasionadas por haberse apagado las luces, en las horas entre las doce de la noche y de la madrugada, por fuertes tormentas del Sud.

En el mes de Febrero siguiente se aumentaron las observaciones de la evaporacion del agua, agregándose un estanque construido de ladrillos forrado con zinc y expuesto á la intemperie. Este tiene una forma cuadrada, con una superficie de un metro y de profundidad 80 centímetros, hundido en la tierra, de manera que la superficie del agua queda al nivel del suelo contíguo, levantándose los costados unos 10 centímetros arriba del agua. En la pared del Sur se fijó un brazo que lleva á su extremidad un tornillo micrométrico que termina en una punta de marfil. Una revolucion del tornillo corresponde á un movimiento vertical de un milímetro, y el tambor de él está dividido en décimos de milímetros. Desde el mes de Setiembre del mismo año la evaporacion de este estanque se registra automáticamente por un aparato fabricado por los señores Richard Hermanos, de París, que consta de una cisterna circular de hierro galvanizado, hundida en la tierra á distancia de 1.50 metros del estanque, con el cual se comunica y mantiene el agua al mismo nivel por medio de un caño. Flotante sobre el agua de la cisterna hay una plancha gruesa de corcho conexionado por medio de un alambre fino de platino con el aparato registrador, que se halla directamente arriba, trasmitiéndose así las variaciones de la altura del agua á una tira de papel colocada sobre un cilindro rotatorio movido por un reloj dentro del mismo cilindro. Es de notar que las trazas producidas por este instrumento sirven igualmente para el registro automático de la cantidad de agua llovida como para la evaporada.

En Febrero de 1891, la veleta empleada hasta entónces fué reemplazada por la del sistema Osler, de la casa de Negretti y Zambra. En este instrumento se combina el registro autógrafo de la direccion y presion del viento y de la lluvia caída, en la misma hoja de papel. Está colocado sobre la azotea de las oficinas, quedando la veleta á 2 metros arriba del parapeto. La plancha de metal que recibe la presion del viento es de forma cuadrada, presentando una superficie de 1000 centímetros, y está suspendida de la veleta por

resortes compuestos de bandas de acero. El pluviómetro tiene un recipiente de 2300 centímetros, de forma cuadrada, elevado á 10 centímetros arriba del nivel del parapeto y bastante retirado de la veleta para que ésta no estorbe la libre entrada de la lluvia. El mecanismo inscriptor se halla en el cuarto directamente debajo. El papel es renovado cada 24 horas.

Fuera de los instrumentos ya descritos, con que han sido practicadas las observaciones sistemáticas, hay que hacer mención de los que han servido para observaciones de carácter aislado, cuyos resultados no entran en la primera parte de este tomo. Entre ellos se halla el pirheliómetro de Pouillet, con que en los años 1879 y 1880 se hizo una serie de determinaciones del calor solar. En los años 1886 y 1887 se hicieron observaciones de la evaporación del agua en el evaporómetro de Piche, las que se suspendieron al demostrar que las cantidades dadas por este instrumento excedían tanto de las obtenidas del agua expuesta en las fuentes, que los resultados no podían tener ninguna utilidad científica.

En el año 1889 encargué al señor J. Tonnelot, de París, la construcción de un barómetro grande patron, de sistema Fortin, con el vernier graduado en centésimos de milímetros, el que llegó al año siguiente y ha sido empleado exclusivamente para confrontaciones.

Desde el año próximo pasado tenemos en servicio un hidrómetro de pelo, de registro automático, fabricado por los señores Richard Hermanos. Las indicaciones de éste se emplean solamente para suplir el registro fotográfico en caso que suceda cualquier accidente.

Los instrumentos para la determinación de las constantes del magnetismo terrestre y los para el registro fotográfico de la variación de ellos, todos de los talleres del reconocido artista Doctor Edelmann, en Múnich, llegaron hace más de tres años, pero debido á una serie de dificultades inesperadas é imprevistas no ha sido posible, hasta ahora, conseguir la instalación de ellos.

III

ARREGLO DE LOS CUADROS, NOTAS EXPLICATIVAS, ETC.

Presión Barométrica.—Los resultados de las observaciones barométricas se hallan expresados en milímetros, reducidos á la temperatura 0.

Hasta el fin del año 1877, los valores medios diarios resultan del promedio de las tres observaciones directas. Desde entónces hasta 1886, son deducidas de los veinticuatro valores horarios, inscritos por el barómetro aneróide, y desde Enero de 1887 dependen del barógrafo de Sprung, siendo las indicaciones de los dos barógrafos referidas á las del barómetro normal.

Temperatura.—Los valores diarios corresponden al promedio de las tres observaciones hechas en las horas de 7 a. m., 2 p. m. y 9 p. m. hasta el fin del año 1880—salvo el período de Febrero de 1878 á Mayo de 1879, cuando se hicieron las lecturas solo dos veces por día, á 8 a. m. y 6 p. m.—de las cuales dependen los valores publicados. Desde el 1° de Enero de 1881 hasta el 31 de Diciembre de 1888, resultan del promedio de los valores horarios obtenidos de las indicaciones del aparato termométrico, y desde entónces son los transcritos de las hojas fotográficas. En los pocos casos de interrupciones en este registro, han sido suplidas las faltas, de las curvas trazadas por el termógrafo de Füess, previa la debida reducción.

En cuanto á las temperaturas registradas automáticamente hasta el año 1880, no se puede pretender para ellas la precisión extrema obtenida desde entónces por el empleo del sistema fotográfico. Mientras los termómetros estaban nuevos, la columna de mercurio se separaba en el mismo punto, pero despues de algun tiempo, debido sin duda á los pequeños sacudimientos que experimentaban los termómetros al darse vuelta, se encontraba que la columna se cortaba arriba ó abajo del punto de la estrechura del tubo. Así es que ha sido menester controlar las temperaturas registradas por las de observación directa, y determinar,

á intervalos frecuentes, las correcciones á aplicarse en cada uno de los termómetros. Desde la fecha que se instaló la Oficina en su local actual se verificaron observaciones directas, por lo menos, doce veces por día, y desde que se puso el termógrafo en servicio fueron confrontados cuidadosamente los dos registros.

En los primeros años que funcionó el aparato, los registros se han sujetado á un escrutinio prolijo, y en algunos casos, ligeramente modificados por la aplicación de correcciones á algunos de los termómetros, y en caso de faltas en los registros originales, la mayor parte se han llenado por valores interpolados.

Las temperaturas extremas diarias, son las indicadas por los termómetros de máxima y mínima, hasta el fin del año 1888, y desde esta fecha son las transcritas del registro fotográfico.

Humedad del aire.— Todos los valores de la humedad relativa y presión del vapor atmosférico publicados, son los obtenidos de las observaciones psicrométricas. La presión del vapor ha sido deducida por medio de las tablas de Haeghens, publicadas por Guyot en la colección de tablas meteorológicas y físicas de la *Smithsonian Institution*.

Hasta el fin del año 1880, los valores diarios resultan de las observaciones directas; entónces al agregar los termómetros de depósito húmedo al aparato termométrico, con que se conseguía el registro de los 24 valores horarios, y de ellos dependen los promedios diarios que se dan para los dos años siguientes. Durante ese período, y hasta el 10 de Febrero de 1883, las indicaciones de los termómetros de depósito húmedo fueron de igual calidad que las de los termómetros secos, de suerte que han habido pocas faltas en el registro horario de la humedad; pero en los dos años que siguen á aquella fecha —en la que se perdió la mayor parte de los termómetros por la fuerte tormenta— éstas observaciones se hallan muy interrumpidas: al principio por falta de termómetros y despues por la mala condición y calidad de los que fueron empleados. En la revisión de los registros que corresponden á ese período, todas las observaciones dudosas han sido rechazadas y los promedios diarios obtenidos de las lecturas directas, practicadas á las 8 a. m., 4 p. m. y 12 de la noche. Al formar los promedios horarios, reunidos por décadas durante ese intervalo, se han suprimido todos los que no tengan arriba de siete días de observaciones fidedignas ó enteramente fuera de sospechas de ser erróneas.

Desde el mes de Junio de 1883 son comparativamente completos los registros, habiéndose llenado las pocas faltas en las indicaciones del termómetro húmedo, con valores interpolados.

Desde el principio del año 1889, las cifras para la humedad son las obtenidas del empleo del aparato de registro fotográfico.

Nebulosidad.— Los valores dados para el grado de nebulosidad son los deducidos de las apreciaciones hechas en la escala de 10, denotándose con 0 el cielo completamente despejado y con 10 el de la oscuridad completa.

La forma de las nubes se han anotado segun la clasificación: *Cirrus*, *Cumulus* y *Stratus*, con sus transiciones: *cirro-cumulus*, *cirro-stratus*, *cumulo-stratus* y *nimbus*, indicándolas con las iniciales respectivas: C., K., S., CS., CK., KS. y N.

Vientos.— Mientras se practicaron las observaciones directas, las direcciones son las anotadas en las tres ó dos horas correspondientes. En el registro horario de la dirección, que principió con el año 1878, no aparecen las horas de calmas hasta que el anemómetro, munido con el aparato registrador, fué puesto en servicio. Así es que los cuadros para los tres años, á partir de 1878, demuestran el número de horas en que la veleta ha quedado en cada uno de los diez y seis rumbos, sin referencia á la velocidad. El número de horas que faltan en el registro se reconoce por las sumas dadas en la columna correspondiente.

Los resultados de las observaciones directas de la velocidad del viento, hechas en las horas de 7 a. m., 2 p. m. y 9 p. m., desde Enero de 1874 hasta Enero de 1878 y de Junio de 1879 á Diciembre de 1880, se dan en los cuadros, en la forma del incremento diario, contando el día desde las 9 p. m., y en los promedios

decádicos se halla la velocidad media que corresponde al intervalo entre dos horas de observacion. Así el promedio para las 7 a. m. representa el término medio del número de kilómetros recorrido por el viento desde las 9 de la noche anterior; para las 2 p. m., el número medio registrado desde las 7 a. m., etc. y de la suma de los valores para los tres intervalos, dá la velocidad media diaria para la década ó el mes. De la misma manera se han ordenado los valores para el período en que fueron practicadas las lecturas en las horas de 8 a. m. y 6 p. m. —Febrero 1° de 1878 á Mayo 31 de 1879— contándose el incremento diario desde las 6 p. m. Desde el 1° de Enero de 1881 la velocidad diurna es la que corresponde al verdadero dia; es decir, contado desde la media noche. En la última columna de los cuadros de la direccion del viento para los años de 1881 á 1888, se halla la velocidad media, en kilómetros por hora, correspondiente á cada uno de los rumbos; asimismo se dan los resultados de los últimos cuatro años en los cuadritos, junto con el número de horas que ha soplado el viento en cada uno de los 16 rumbos principales. Desde Febrero de 1891, las direcciones son las registradas por el aparato de Osler.

Evaporacion.—Los valores diarios dados de la evaporacion del agua son los que resultan del empleo de las fuentes de cobre. En los días de lluvias suaves se ha restado, de las medidas de la evaporacion á la intemperie, la cantidad de agua caída, constatada por el pluviómetro; pero en los días de lluvias continuas ó aguaceros tan fuertes de hacer saltar el agua del evaporómetro —si éste no ha sido tapado durante la tormenta— han sido sustituidas las indicaciones del evaporómetro expuesto á la sombra, al formar las sumas decádicas y mensuales. Los resultados de las observaciones de los otros evaporómetros se dan por décadas en los cuadritos correspondientes.

Lluvia.—Las medidas de la lluvia son las que resultan del pluviómetro colocado á 1.70 metros del suelo.

La parte primera de este tomo contiene las observaciones y los promedios, por décadas y meses y la segunda parte la reunion y discusion general de los resultados obtenidos en los veinte años de observacion.