

Las observaciones climatológicas en el Observatorio de Cartuja (Granada). 1902-2000

José A. Esquivel Guerrero

Instituto Andaluz de Geofísica. Universidad de Granada

El Observatorio de Cartuja, creado por la Compañía de Jesús, aunque edificado en 1901 comenzó su actividad científica en 1902 completando la realizada anteriormente por otras instituciones, fundamentalmente la Universidad de Granada, integrándose en la red del Servicio Nacional Meteorológico, así denominado en los primeros años y posteriormente renombrado Servicio Meteorológico Nacional.

Las primeras observaciones climatológicas en Granada. El Observatorio Universitario

En Granada, las observaciones meteorológicas tuvieron su comienzo, de forma sistemática, en el año 1865 por parte de miembros de la Universidad de Granada. Este período comenzó en mayo de 1865 para detenerse en mayo de 1880 por causas desconocidas; la toma de datos se reanuda en agosto de 1890 y finaliza en 1903, aún cuando en esta época ya funciona el Observatorio; así, la estación meteorológica de la Universidad está integrada en el Servicio Meteorológico Nacional y es la que proporciona los datos a dicho Servicio, al menos hasta 1903, y su localización geográfica era longitud=3°12' E de Greenwich, Latitud=37°11' N, y Altura=689 m.; sin embargo, parece ser que la observaciones no sistemáticas comenzaron antes de 1864 aunque no existe documentación fehaciente al respecto.

Se tienen noticias que en la primera etapa del Observatorio Universitario su director era el catedrático de Física D. Manuel Fernández de Figares, que tenía como ayudante a D. José Ortiz Teruel, y que los datos tomados en Granada aparecieron publicados en 1866, en el volumen “Resumen de las Observaciones Meteorológicas efectuadas en Madrid y en otras veinte Estaciones Meteorológicas de la Península” editado por la Imprenta Nacional. Así, en 1865 se comienzan a tomar datos pluviométricos de forma sistemática por la Universidad de Granada, desde mayo de 1865 hasta mayo de 1880. La serie se reanuda en agosto de 1890 y se continúa hasta el año 1901, en que comienza a hacerlo el personal del Observatorio. La unión de ambos catálogos se lleva cabo por parte del Servicio Meteorológico Nacional en la Sección de Climatología de su Centro del Guadalquivir, en 1976, según carta enviada por su Director al H. D. Merlo Vallejo, Ayudante de Meteorología del Observatorio de Cartuja en la que expone que se ha completado la serie pluviométrica de Granada con los datos de la Universidad desde 1865 hasta 1901, y del Observatorio de Cartuja desde 1902 hasta 1967, completando los datos hasta 1972 (fecha de la carta) con los datos del Zaidín (sic). Sin embargo existen algunas incongruencias; en primer lugar hay una laguna en los datos desde 1886 hasta 1897; además, en el título expresa que los datos los proporciona la Universidad en el periodo 1865-1901 y Cartuja en el periodo 1902-1975, pero en los encabezados de las hojas correspondientes a este último período aparece el epigrafe “Universidad y Cartuja. Además, en la carta se habla de la detección de anomalías en los datos de pluviometría de enero de 1881 (se comprueba la verosimilitud de la información por comparación con otros datos) y de septiembre de 1876 (parece falso el dato de 576.6 litros de lluvia por comparación con otras zonas e incluso por periódicos de la época buscando lluvias catastróficas en Granada).

En el año 1893 se hizo cargo del Observatorio Universitario el entonces ayudante y posteriormente catedrático de Ciencias de la Universidad de Granada D. José Jiménez Sánchez, realizando dos observaciones diarias (a las 7 y a las 16 horas cada día); estos datos aparecen en un

pequeño trabajo firmado por Gómez Guillamón¹, y los dos ejemplares consultados pertenecen a los fondos de la Compañía de Jesús, pero carecen de datos editoriales por lo que es de suponer que quizá se quedó en trabajo sin transcendencia al exterior. No existen más referencias del Observatorio Universitario hasta 1901, fecha en la que se encarga de tomar las observaciones D. Juan A. Aparicio, estando integrado dicho Observatorio como Estación Meteorológica del Servicio Meteorológico Español, y apareciendo el Observatorio como suministrador de datos al menos desde 1901 hasta 1903.

No se ha encontrado constancia directa del material y las observaciones que se realizaban en esta Estación Meteorológica, pero en el resumen de los años 1901-1903 del Servicio Nacional Meteorológico¹ aparece la dotación común a todas las estaciones de dicho Servicio. De aquí puede deducirse con cierta seguridad la instrumentación del Observatorio Universitario de Granada, aunque se mantiene la indefinición el modelo de instrumento y su constructor pues en las estaciones de toda España no había instrumentación uniforme y los modelos variaban de una a otra. Con bastante seguridad, los instrumentos de Granada tenían las siguientes características:

- Un barómetro de mercurio de cubeta fija, de escala métrico-decimal móvil construido en París por alguno de los constructores parisinos Winckelmann, Berthélemy o Tonnelot.
- Dos termómetros centígrados combinados en forma de psicrómetro para determinar la temperatura y el estado higrométrico del aire, ya se construidos por Fastré, Casella o Berthélemy.
- Dos termómetros centígrados de máximas, construidos por Casella. Uno de ellos es de máximas, tipo *Walderfin*, mientras que el otro es de mínimas, de tipo *Rutherford*.
- Dos termómetros iguales que los anteriores pero enfocados a registrar la temperatura irradiada. Uno de ellos con el depósito ennegrecido y lustroso para medir la máxima temperatura bajo la irradiación solar, y el otro de mínimas para el estudio de la irradiación nocturna.
- Un pluviómetro para registrar las precipitaciones, 1 vaso evaporatorio para medir la evaporación, 1 veleta para determinar la dirección del viento y un anemómetro tipo *Robinson* para registrar la velocidad horizontal del viento.

Las observaciones se realizaban con gran minuciosidad, aunque algunas de ellas no instrumentales (p.e. los aspectos generales del cielo como nubosidad, etc.) “... son objeto de apreciaciones prudentiales, que piden esmero y atención muy sostenida, si han de conformarse, en los límites de lo razonable y hacedero, con la realidad de las cosas. (sic)”¹. Los resúmenes se realizaban anualmente para cada estación del Servicio Nacional de Meteorología, y contenían los datos mensuales de las observaciones registradas. La información está dividida en años y, dentro de cada año, se subdivide por meses y se agrupa por instrumentos, haciendo al final de cada año un resumen comparativo de todas las estaciones del Servicio Nacional Meteorológico situadas en España:

- **Barómetro.** Se publican los datos de *alturas máxima y mínima* en mm. y los *días del mes* en que tuvieron lugar, además resultados matemáticos obtenidos a partir de ellos: oscilación extrema, altura media (a las 9 horas y a las 15 horas), oscilación media, altura media mensual y anual (a las 9 horas y a las 15 horas) y diferencia mensual.

- **Anemómetro.** Aparecen los datos de *dirección dominante del viento* mensual y el *espacio total recorrido por el viento* al mes, la *velocidad media* por día, la *velocidad máxima* obtenida en un día y qué *día* ocurrió.

¹ Gómez Guillamón, F., (1933): El clima de Granada. Estudio científico de las observaciones meteorológicas de 30 años. El autor es bastante polifacético pues se declara “ingeniero militar y geógrafo, piloto y observador aerostatero (sic)”.

- **Pluviómetro.** La información que se publica comprende la *lluvia total* mensual, el *número de días de lluvia*, la *lluvia máxima* en un solo día y el *día* en el que tuvo lugar.

- **Termómetro.** Los datos termométricos son los más numerosos, tanto en datos originados como en calculados a partir de los anteriores. La *temperatura máxima* comprende las temperaturas al sol y a la sombra y los días en que se registraron cada una de ellas; la *temperatura mínima* se compone de las temperaturas del aire y por irradiación además de los días en que tuvieron lugar cada una de ellas; las *oscilaciones extremas* tanto a cielo descubierto como del aire; el cálculo de *temperatura máxima media* al sol y a la sombra; el resultado de la *oscilación media*, tanto a cielo descubierto como la correspondiente al aire; y los cálculos de las *temperaturas medias* mensual, anual y diferencia entre ambas por meses.

- **Psicrómetro.** Con este aparato también se obtenía información directa que, posteriormente, originaba varios resultados. Se calculaba la *temperatura media* en seco, húmedo y la diferencia entre ellas, cada medida registrada a las 9 horas y las 15 horas; la *humedad relativa media* medida a las 9 horas y las 15 horas.

- **Estado general de la atmósfera.** En este epígrafe se incluyen aquellas observaciones de tipo cualitativo que no precisan de instrumentación alguna y que, en general, se llevan cabo mediante contajes. Estas observaciones son el *número de días* al mes que son despejados, nubosos y cubiertos; el *número de días de viento* clasificado en las categorías calma, viento bonancible, viento fuerte y viento duro; y el número de días de *otros agentes atmosféricos*: lluvia inapreciable, niebla, rocío, escarcha, nieve, granizo y tormenta.

Por otra parte, existen referencias de que en Sierra Nevada, en 1878, se tomaron algunos datos meteorológicos de forma esporádica, es decir, son datos muy aislados obtenidos por la comisión que preside el General de Ingenieros D. Carlos Ibáñez Coello, creada para llevar a cabo los trabajos geodésicos de enlace de la triangulación española con la de Argelia, tomando como base el lado Mulhacén-Tética de Vacares; se anotaron datos sueltos que constan en las memorias y publicaciones pero no tienen mayor transcendencia.

La climatología en el Observatorio de Cartuja en 1902. El comienzo

Con la puesta en marcha del Observatorio de Cartuja por parte de la Compañía de Jesús, éste toma el protagonismo en las observaciones (se desconoce si se extingue o no la estación meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología) y comienza a tomar datos de forma sistemática. Ya desde sus comienzos, en 1902, la Sección de Meteorología tiene entidad por sí misma, siendo el Jefe de Meteorología el P. Ramón Martínez y su ayudante el H. Luis Hurtado, mientras que el resto de las observaciones se llevan a cabo por el director del Observatorio (P. Juan de la Cruz Granero) y su ayudante (H. Luis Camarero), lo que no ocurrió en 1901 al existir solamente la Dirección del Observatorio y dos ayudantes².

Desde que está construido el Observatorio (1902) se toman datos meteorológicos que constituyen la base para la comprobación de los instrumentos de medida instalados y, aunque no aparecen en resúmenes publicados, si existen los manuscritos de los datos originales para algunas de las medidas tomadas, y solamente los resúmenes para otras. En 1902 se dispone de los siguientes instrumentos de medida:

- **Presión.** Tres barómetros de distinto modelo y procedencia. Un barómetro *Normal* con catetómetro (instrumento que sirve para medir la distancia vertical entre dos puntos) para facilitar

² A partir de 1905 ya se organiza el Observatorio en sus secciones definitivas: Meteorología, Astronomía y Sismología.

la lectura correcta, construido por E Ducretet; un barómetro *Fortin*; y un barógrafo *Richard* trazador de la curva de presiones.

- **Temperatura.** Dos termómetros que miden la temperatura en la escala centesimal, con precisión de una décima y contruidos por R. Mailhat, uno de ellos instalado a la interperie y el otro en el interior del edificio; dos termómetros *Negretti* de máximas sol y sombra; termómetros *Rutherford* que miden la temperatura mínima a la sombra y la temperatura por irradiación a 10 cm. del suelo; tres termómetros acodados que miden las temperaturas del subsuelo a 10, 20 y 40 cm. de profundidad, respectivamente; y un termógrafo *Richard* para determinar las horas en las que ocurren las temperaturas máxima y mínima.

- **Lluvia** (a veces aparece como “precipitación acuosa”). Para medir las precipitaciones diarias se utiliza es pluviómetro *Hellman* situado a 1’50 metros del suelo, y un pluviógrafo *Richard* que permite determinar la hora de comienzo y la duración de la lluvia.

- **Humedad.** Las observaciones directas se realizan en un sicrómetro *August*, y con el auxilio de tablas sicrométricas adaptadas a la situación de la zona de la Cartuja se calculaba la **tensión del vapor**; este instrumento también se utiliza como corrector de un higrógrafo *Richard* que mide la humedad máxima y mínima. El psicrómetro anterior fue sustituido, posteriormente, por un psicrómetro *Richard*.

- **Evaporación.** El primer instrumento instalado es un evaporógrafo *Richard*, sustituido posteriormente por una cubeta con agua casi artesanal y, finalmente, se utilizó un evaporímetro *Pitch*. Estas circunstancias hacen que los datos obtenidos no sean homogéneos.

- **Dirección del viento.** El instrumento utilizado era un anemómetro registrador *Richard*, de escasa fiabilidad debido a estar sincronizado con la veleta mediante un piñón transmisor de gran tamaño, lo que hacía casi imposible registrar un cambio de dirección excepto para ráfagas fuertes. A veces se ha utilizado una *Rueda de Besson* para medir la dirección y velocidad medias.

- **Velocidad y recorrido máximo del viento en 24 horas.** Se utiliza un anemómetro registrador *Richard* y, a veces, era sustituido en las mediciones por un anemómetro *Robinson*.

- **Nubosidad.** El estudio de las nubes se lleva a cabo mediante observación directa, realizando una tipología del cielo en días despejados, días nubosos y días cubiertos. Aunque no se tienen datos de cómo se determinaba exactamente a qué clase correspondía cada día, es de suponer que la clasificación a una clase se llevaba a cabo en base al mayor porcentaje del día que correspondía a una u otra.

Aunque la toma de datos era diaria y se llevaba a cabo con gran minuciosidad, los resultados se publicaban en forma de resúmenes al estilo de los que realizaba el Servicio Meteorológico Nacional. En 1902 existen resúmenes de la siguiente información:

- La información de la **presión media** (mm.) se lleva a cabo a diario, realizándose resúmenes por meses. Posteriormente se continúan las observaciones y se realizan resúmenes de la presión media mensual por años.

- Los datos de **temperatura** se usan para confeccionar resúmenes por meses de máximas, mínimas y oscilación diaria. Al disponer de más años de observaciones se realizan, además, resúmenes de estas temperaturas por años. La temperatura media diaria se lleva a cabo según la convención adoptada en la Conferencia Meteorológica Internacional de Insbruck

$$T_m = \frac{T_7 + T_{14} + 2T_{21}}{4}$$

qué pondera en base a las horas en las que se observaba la temperatura (7 horas, 14 horas y 21 horas)

- A partir de los datos de **precipitación** diaria, en mm., se realizan resúmenes de la precipitación media mensual que, en los años siguientes, se realiza sistemáticamente y permite confeccionar resúmenes de la precipitación media por años y de la cantidad de lluvia acumulada anualmente.

- Se lleva a cabo la toma de datos de la **velocidad media diaria** del viento (Km/h) y de la **distancia recorrida** por el viento en 24 horas (Km.). Como curiosidad se tiene que el mayor recorrido fue el 27 de enero de 1902 (875 Km.) y el menor ocurrió el 25 de marzo de 1904 (432 Km.). Los datos relativos al viento tienen un lapsus de un año, entre 1906 y 1907, al parecer debido a la realización de reformas en el Observatorio.

Los resultados de 1902 no aparecen publicados, pero existen las tablas manuscritas de los datos registrados y, con frecuencia, se realizan resúmenes sencillos de ellos también manuscritos; además, aunque a lo largo de 1902 se instalaron instrumentos de medición de otros parámetros (los que aparecen en el listado anterior), posiblemente estuvieran en fase de ajuste, de aprendizaje del personal encargado, etc. lo que quizá propició que no se publicaran (hay que tener en cuenta que durante dicho año continuaron las obras de construcción del Observatorio. Aunque Gómez Guillamón² refiere la existencia de resúmenes mensuales en 1902, dice haber encontrado solamente el resumen anual de dicho año, aunque estos resúmenes no se han encontrado en los fondos bibliotecarios del Observatorio, ni en la biblioteca y archivos de la Compañía de Jesús en Granada. Solamente se ha podido disponer de los datos manuales como los que aparecen en la Figura 1. Si parece ocurrir que en boletines de años posteriores aparecen resúmenes de otras épocas³.

	1902				1903			
	Presión en mm. m.	Temp. a la sombra	Total de lluvia	Días de tormenta	Presión en mm. m.	Temp. a la sombra	Total de lluvia	Días de tormenta
Enero	701.1	7.3	0.5		699.4	6.0	20.0	
Febrero	695.5	4.4	501.6		704.9	8.2	5.5	
Marzo	697.9	14.6	44.1		700.6	10.7	12.0	
Abril	695.1	14.4	95.9		695.2	12.5	52.4	
Mayo	697.7	14.8	55.3		696.3	12.7	40.5	
Junio	696.8	20.4	5.6		699.2	17.1	16.8	
Julio	699.7	24.5	4.0		698.6	25.2	---	
Agosto	697.3	24.1	10.5		699.1	25.1	---	
Septiembre	697.2	20.5	1.4		698.7	18.9	3.7	
Octubre	696.2	14.5	118.9		698.6	15.3	39.1	
Noviembre	689.4	10.3	75.9		699.7	9.4	24.5	
Diciembre	697.9	8.3	30.7		694.0	3.9	90.2	

Figura 1. Modelo de hoja de toma de datos. El modelo se utilizó hasta 1913.

Los datos climatológicos en 1903 y años posteriores hasta 1907

En 1903 y años posteriores, los miembros del Observatorio de Cartuja continúan con los trabajos iniciados, pero además se instalan nuevos instrumentos, se comienzan algunas mediciones

³ Existe un compendio de las observaciones meteorológicas desde 1902 en Hurtado, L. (1942); Observaciones meteorológicas de los años 1902-1942, *Boletín Mensual del Observatorio de Cartuja*.

que anteriormente no se realizaban, se regularizan los resultados de las observaciones de acuerdo a normas nacionales y/o internacionales y se estudian fenómenos atmosféricos o astronómicos ocurridos en esta época. Además de continuar con la toma de los datos ya comenzada en 1902 se inicia el registro de:

- toma de datos de los **días de niebla** (“niebla ordinaria o humedad”, sic) que ocurren en cada mes. Al principio aparece registrado solamente el número de días de niebla al mes como resumen del fenómeno y, posteriormente, a partir de 1909, los boletines incluyen qué días tienen niebla cada mes y el número de días de niebla en el resumen general anual. Hay que reseñar que, poco a poco, comienzan a introducirse los signos convencionales utilizados para los meteoros y las nubes.

- toma de datos del **número de horas** de insolación mensual. En los primeros boletines aparecen estas observaciones, pero en el Boletín de estos datos no aparecen⁴ y estas observaciones no tienen continuidad en los boletines posteriores del Observatorio de Cartuja.

- registro de datos de la **evaporación total** mensual (mm.), aunque los datos no tienen homogeneidad en el tiempo debido a los cambios de instrumentos de medida. Posteriormente no se registran los datos de forma sistemática hasta que se usa un nuevo barógrafo, en 1908, que además sirve de test para analizar los datos anteriores.

- contabilización de los primeros datos del **número de días de rocío** al mes.

- completitud de los datos de tipo de nubes, ya registrados anteriormente, incluyendo la **dirección** prioritaria en que se mueven las nubes. Para ello se contabiliza, diariamente, la dirección predominante y se calcula la dirección dominante a lo largo del mes. Curiosamente, este último resumen no aparece recogido.

- toma de los datos de **higrometría**, anotando las cantidades diarias obtenidas en los distintos periodos diarios en los que se toman los datos. En los borradores de resúmenes mensuales se muestran los datos extremos de máximo, mínimo y la hora en que ocurrió cada uno de ellos.

- registro de datos de la **temperatura del subsuelo** a 10 cm. 20 cm. y 40 cm. de profundidad. La profundidad de los termómetros sufre alguna variación mínima y, curiosamente, en algunos boletines publicados posteriormente, p.e. en el Boletín Anual de 1908, aparecen en blanco sin que se conozcan documentos que permitan determinar las causas de esta hecho; quizá tenga alguna relación el cambio en las profundidades de los termómetros.

De forma paralela a la toma de datos se realizan algunos trabajos de investigación que intentan encontrar relaciones entre los distintos fenómenos meteorológicos. Así, se tienen los datos y resultados provisionales de la realización de un estudio enfocado a conocer la dirección predominante del viento en un período de 20 años (1903-1923), midiendo el número de días al año en que el viento tiene una dirección determinada. Los datos abarcan el periodo 1903-1930, aunque tienen varios lapsus, que son distintos en cada mes y, que como norma general, son los periodos 1918-1919 y 1924-1925.

El primer Boletín que se publica en el Observatorio corresponde al año 1903 con el subtítulo de “Observaciones Meteorológicas y Sísmicas⁵”, que incluye un resumen de dos páginas de las principales observaciones del año 1902, y contiene los datos, por meses, de *presión* (máxima, mínima indicando el día en que se produjeron, oscilación máxima mensual y media

⁴ Boletín Anual del Observatorio Meteorológico de Cartuja . Año de 1908 (Granada), 1909.

⁵ Este Boletín se imprimió en la imprenta “Tipografía de López Guevara” de Granada, y esta imprenta siguió imprimiendo casi todos los boletines. A partir de los años 50 se imprimieron en la imprenta N^o Sra. De las Angustias.

mensual), *temperaturas a la sombra y al sol* (máxima, mínima indicando el día en que se produjeron, oscilación máxima mensual y media mensual), *estado higrométrico* (máxima, mínima indicando el día en que se produjeron, oscilación máxima mensual y media mensual), *tensión del vapor* (máxima, mínima indicando el día en que se produjeron, oscilación máxima mensual y media mensual), *lluvia* (cantidad mensual en mm., días de lluvia, máxima precipitación en un día y la fecha en que tuvo lugar), *dirección del viento* (dirección predominante mensual, indicando el número de días y eligiendo la dirección de la rosa de los vientos de ocho direcciones), *velocidad del viento* por meses (realmente se miden las distancias media, total y máxima alcanzadas en Km., y la fecha en que ocurrió la máxima), *nebulosidad* por meses (número de días despejados, de días nubosos y de días cubiertos) y la *evaporación media* mensual en mm. Como datos curiosos en este año son destacables: la temperatura máxima a la sombra del año fue de 39.9° el 19 de agosto y la mínima fue de -6.6° el 1° de febrero, mientras que la temperatura máxima al sol fue de 61.6° el 6 de agosto y la mínima de 5.8° tuvo lugar el 30 de noviembre; el máximo de humedad fue de 100% y se alcanzó el 21 de marzo, mientras que el mínimo de 11% tuvo lugar el 10 de agosto; el viento en este año sopló predominantemente hacia el Oeste en 259 ocasiones y hacia el Noroeste en 124 ocasiones⁶; la cantidad total de lluvia caída a lo largo del año fue de 544.9 litros, originados durante 91 días y con un máximo de 42 litros el 1° de octubre; y el año tuvo 143 días despejados, 104 días cubiertos y 119 días cubiertos.

La información de 1903 comienza con la descripción de los instrumentos meteorológicos utilizados en la toma de datos (termómetros de sol y sombra, barómetros, estado higrométrico, nubes, lluvia, evaporación e insolación), incluyendo dibujos a plumilla de los mismos. Los datos aparecen en boletines mensuales de cada una de las secciones existentes hasta el momento: la sección meteorológica y la sección sísmica. Para cada una de ellas y para cada mes se incluyen una o dos páginas de información variada, que el caso de la meteorología son unas notas diarias acerca de las oscilaciones barométricas y un diario meteorológico que describe la climatología de cada día del mes; además, a partir de abril, este diario incluye una especie de informe meteorológico general de España y Europa informando de las borrascas. Este esquema se reproduce en 1904, aunque obviando los dibujos de los aparatos, y comienza con la primera publicación de la situación geográfica del Observatorio (longitud=0°0'21.6" E de Madrid, latitud=37°10'43" N y altura=775.5 m.), y ya en el subtítulo aparece la palabra "sísmica" en lugar de "seísmica". Los "informes meteorológicos" son cada vez más amplios e incluyen el estado del mar en las costas españolas y portuguesas y los lugares destacados en los que llueve el día de que se trate. Mensualmente se realiza un resumen de tipo climatológico⁷.

Aunque no aparece en los boletines, si existe la referencia² que en 1903 se comenzó la toma de datos acerca la determinación de la cantidad de ozono en la atmósfera, aclarando que el método seguido es el de *Schonbein* utilizando papel de engrudo impregnado en yoduro de potasio.

En el año 1904 y siguientes se incorporaron varios tipos de observaciones a las ya existentes hasta completar el grueso de los registros que se realizaban en el Observatorio de Cartuja. Esta época, que abarca hasta 1907-1908 constituye un momento de afianzamiento y permite que el Observatorio esté en primera línea de trabajos científicos en Congresos, Jornadas, etc., además de organizar expediciones científicas a los distintos lugares donde tenían lugar acontecimientos de gran interés y escasa periodicidad; así, en 1905 el Observatorio de Cartuja llevó a cabo una expedición científica a Carrión de los Condes (Palencia) para estudiar el eclipse de Sol y fenómenos colaterales ocurridos en esa fecha⁸. Estos primeros boletines de 1903 y 1904 incluían tanto observaciones meteorológicas como un diario, mes a mes, de los movimientos sísmicos que

⁶ Estas cantidades no se corresponden a días pues en un solo día pueden producirse más de una dirección predominante.

⁷ Aunque no corresponde a este capítulo, de forma paralela se van ampliando los informes mensuales de datos sísmicos, describiendo la actividad diaria.

⁸ Observaciones cronométricas y fotográficas; estudios espectrográficos, etc. (sic) realizados por la expedición científica del Observatorio de Cartuja a Carrión de los Condes (Palencia). Fue publicado en una síntesis de 106 páginas.

habían tenido lugar en Granada, aunque con una información bastante descriptiva⁹. Este diario es del mismo tipo que el que describía los datos barométricos. A partir de 1905 se incluyen en los boletines las observaciones astronómicas correspondientes a datos de fotoheliografía y, con respecto a las otras dos secciones, se modifican para incluir un diario meteorológico del tiempo que ha acaecido cada día de cada mes y, respecto a los datos sísmicos, se publican tablas mensuales con los datos de los sismos ocurridos en los distintos días que explicitan el tiempo origen, el tiempo en que ocurrió la mayor oscilación, idem respecto a la menor, la amplitud máxima, la duración total y unas observaciones acerca de la lejanía del sismo, el tipo de ondas, etc. esta estructura se mantiene en los años 1906 y 1907.

El Boletín de 1905 se retrae a una gran austeridad y reduce bastante su volumen pues el diario meteorológico se limita a describir, en formato prácticamente telegráfico y exclusivamente descriptivo, el clima diario¹⁰, y se reduce bastante (queda en media página) el resumen descriptivo mensual, ocurriendo el mismo proceso con las observaciones sísmicas. El Boletín de 1906 sigue en la misma tónica aún cuando comienza a incluir algún dato de tipo astronómico: las estadísticas foto-heliográficas mensuales y otras páginas de resumen de los trabajos efectuados en la sección astronómica; sin embargo, ambos incluyen dos gráficos de la curva pluviométrica de los años 1902, 1903, 1904, 1905 y 1906, siendo 1906 el último año en que aparecen estos gráficos en el Boletín Anual. Finalmente, el Boletín de 1907 lleva al extremo las características de austeridad y concisión de los dos anteriores, desapareciendo la mínima información astronómica que contenían los anteriores. Además, se incorporaron los registros de algunas categorías específicas relacionadas con el clima que anteriormente no se tomaban. Así, en 1904 se llevan a cabo las actividades de toma de los datos previamente establecidos y, además:

- a partir de esta fecha se comienzan a tomar datos de la **humedad media mensual**, en porcentaje, lo que también se denomina como “tensión” (sic).

- se comienzan a tomar datos para un estudio que, durante 25 años, intenta conocer la relación entre los **halos solares** y la **predicción de lluvia** (1904-1929). De este trabajo no se vuelve a tener más noticias y parece ser que, previsiblemente, no llegó a conseguir buenos resultados. Este tipo de estudios no es de extrañar en la época, cuando se intentaban cuantificar aspectos como “ El trigo sólo empieza a vegetar cuando la temperatura sube a 5°, y llega a la completa maduración cuando la suma de las temperaturas diarias superiores a 5° es igual a 1300°. (sic)” mezclados con posteriores datos acerca de la existencia de distintos vegetales en función de la altura, la temperatura mínima a la que pueden existir, etc². Estas ideas, aunque “ ... es notoria la acción del calor sobre las plantas ... es realmente aún desconocida su manera de obrar y más bien parece que tiene carácter prohibitivo. (sic)”² se abandonan debido a que el número de variables (especie, temperatura en la que empiezan las funciones vitales, temperatura a la que no es posible la supervivencia, temperatura óptima de “ ... plena actividad (sic) ... ”², etc.) es demasiado grande como para poder establecer una teoría consistente y, por tanto, “ ... tiene carácter prohibitivo .. (sic)”².

Hasta 1907 se continuó la toma de datos en los parámetros previamente establecidos y se llevaron a cabo diversas actividades científicas de publicación de estudios, información acerca de los aparatos utilizados, expediciones científicas de los miembros del Observatorio de Cartuja a distintos lugares para analizar fenómenos inusuales como eclipses, etc. Todos estos trabajos aparecen publicados en la revista Ciel et Terre, que era el Boletín de la Sociedad Belga de Astronomía, y casi siempre estaban referidos a la actividad solar observada en el Observatorio de

⁹ Así, el día 16 de febrero de 1904 se informa que “A las 10^h 49^m registró el Vicentini algunos pequeños movimientos de 40° de duración”, en referencia al detector Vicentini utilizado.

¹⁰ Así, el 10 de enero de 1905 tiene “Cielo cubierto y completa calma. Temperatura suave y bastante niebla, con indicios de próxima lluvia. Sopla viento S al finalizar el día. (sic)”.

Cartuja o a algún fenómeno astronómico singular (p.e. el eclipse total de Luna en febrero de 1906 o el paso de Mercurio en noviembre de 1907).

La publicación sistemática de los datos y la I Guerra Mundial (1908-1924)

En el libro de Gómez Guillamón se cita que “ Por reformas en la instalación, no se publican en el Boletín los datos relativos al viento desde el 1 de junio de 1906 hasta el año 1907 (sic)”. Este Boletín aparece con el título “Boletín Anual del Observatorio Meteorológico de Cartuja (Granada). Año de 1908” y, en su primera página, indica que esta dirigido por los Padres de la Compañía de Jesús, si especificar ningún nombre, e indicando que la posición del Observatorio era “Latitud N. 37° 11’ – Longitud W de Greenwich 14^m 23^s.5 – Altitud en metros 767.6”, que presentan pequeñas discrepancias con datos anteriores.

La estructura del Boletín se corresponde, prácticamente, con la de un catálogo de datos. En primer lugar aparecen dos páginas de advertencias, firmadas por “El Director”, en las que explicita los diez “asuntos mensuales de que se ocupa este Boletín Anual (sic)”, y que son: *Presión atmosférica, Temperatura, Viento, Nubes, Estado higrométrico, Lluvia, Evaporación, Insolación, Ozono y Meteoros diversos*. Posteriormente aclara qué observaciones incluyen la hora en el registro de datos (presión, temperatura, estado higrométrico y dirección y velocidad del viento), cuáles (tipo, dirección y cantidad de nubes) se llevan a cabo solamente en horas determinadas (7^h, 14^h y 21^h), y las observaciones diarias de las que se publican únicamente los datos de las 24 horas (lluvia, evaporación, insolación, ozono, y meteoros). Y finaliza con una serie de notas aclaratorias acerca de la instrumentación utilizada, que muestra la exhaustividad en la toma de datos y los constantes contrastes y comparaciones entre aparatos. Así:

- **Presión.** Se utilizan cuatro *barómetros*: uno normal, dos escritores (modelo Richard) y uno modelo Fortin, aunque sólo se publican los de uno de ellos y los demás se utilizan para corregir los errores de los anteriores. Aclaran que a 0° la presión normal del Observatorio es de 694 ^m/m.

- **Temperatura.** Se registra cada hora, así como las máxima y mínima diarias en un *termómetro* escritor de Richard y cuyos valores se comparan con un termómetro de precisión situado en el mismo lugar. La máxima al Sol se registra en un modelo de máxima Negretti y la mínima se toma de un modelo de mínima de Rutherford.

- **Viento.** La dirección se registra en un *anemómetro-anemómetro* de 16 direcciones modelo Richard, la velocidad máxima diaria en un *anemo-cinemógrafo* de Richard, la distancia recorrida en 24 horas la suministra un *anemómetro* de Robinson, y la velocidad media y la resultante se toma de una *rueda de Besson*.

- **Nubes.** Para determinar la *cantidad* de nubes no se utilizan aparatos sino un “ ... cálculo prudencial ... (sic)” siguiendo la clasificación de Howard modificada por Hildebrandsson y Abercromby, y para la dirección se utiliza un *Nefoscopio* de Fineman. El tipo de nubes abarca 12 categorías (Figura 2) pero, a partir de 1909, sufre modificaciones y se aumenta a 16 categorías.

- **Estado higrométrico.** Se utiliza un *higrógrafo* de Richard.

- **Lluvia.** Se registra la cantidad de lluvia caída en 24 horas mediante un *pluviómetro* de flotador de Richard, usando un procedimiento recomendado por “el Observatorio de Madrid¹¹ en 1903 (sic)”.

¹¹ No se aclara si es un Observatorio del Servicio Meteorológico Nacional o perteneciente a la Compañía de Jesús.

• **Evaporación.** Se toman los datos mediante un *evaporímetro* de Richard, sistema Houdaille, comparándose sus indicaciones con otro de precisión.

• **Insolación.** Se registra la impresión que realiza un *heliógrafo* en una banda de papel ferroprusiato.

• **Ozono.** La cantidad de ozono se toma mediante un *ozonométro* y con la ayuda de una escala *ozonométrica*.

• **Meteoros.** Se registran las observaciones que realizan diariamente los miembros del Observatorio, y que se describen en el Boletín mediante un conjunto de 28 símbolos usuales (Figura 2) que, a partir de 1909, presenta pequeñas modificaciones y pasa a 32 símbolos.

SIGNOS CONVENCIONALES

METEOROS

●	Lluvia.	∩	Arco iris.
✱	Nieve.	⏏	Aurora boreal.
▲	Granizo.	∞	Niebla seca ó neblina.
△	Granizo menudo y duro.	⊕	Corona solar.
+	Borrasca de nieve.	⊖	Halo solar.
∨	Agujas de hielo.	☾	Corona lunar.
≡	Niebla.	☽	Halo lunar.
┌	Escarcha.	○	Cielo despejado.
└	Rocío.	◐	Cubiertos en una $\frac{1}{4}$ parte.
∇	Helada.	◑	Cubiertos en $\frac{1}{2}$.
∞	Nevisca.	◒	Cubierto en $\frac{3}{4}$ partes.
⌊	Viento fuerte.	◓	Cubierto del todo.
⚡	Tormenta (con relámpagos y truenos).	◔	Cubierto con llovizna.
⚡	Relámpagos (sin trueno).	▲	Llovizna.

NUBES

Ci	Cirrus.	AlK	Alto-Cumulus.
K	Cumulus.	AlSt	Alto-Stratus.
Ni	Nimbus.	KNi	Cumulo-Nimbus.
St	Stratus.	FrK	Fracto Cumulus.
CiK	Cirro-Cumulus.	FrSt	Fracto-Stratus.
CiSt	Cirro-Stratus.	StK	Strato-Cumulus.

Figura 2. Símbolos gráficos utilizados en el Boletín de 1908 para denotar los meteoros, y codificación de los tipos de nubes. Posteriormente se añadieron cuatro símbolos más que detallan algunos aspectos muy especiales.

El Observatorio de Cartuja realizaba, al menos a partir de 1908 (no se tienen noticias de años anteriores), boletines mensuales en un díptico tamaño A5 que dedicaba dos páginas a la exposición de datos en distinta forma; así, el Boletín de un mes podía detallar un resumen del dicho mes, resaltando los datos máximos y mínimos, las anomalías, hechos destacados, etc., mientras que en el correspondiente a otro mes se publicaban los datos completos de algunos instrumentos (los que cabían en dos páginas A5); sin embargo, estos boletines mensuales en forma de díptico distinto del volumen completo dejaron de realizarse al año siguiente para integrarse en el Boletín Anual. Las otras dos páginas estaban dedicadas a información de divulgación científica, a detalles de los instrumentos meteorológicos utilizando, a explicitar las escalas adoptadas, etc.; así, en el Boletín de mayo de 1908 se explica el *nefoscopio* de que se dispone en el Observatorio, su descripción, funcionamiento, instalación física, etc., acompañado de un dibujo del mismo (Figura 3), además de establecer la “escala adoptada para conocer la fuerza del viento por razón del número de metros recorrido en 1 segundo (sic)”, que clasificaba el viento en *calma* (0-3.6 km/h), *muy flojo* (3.6-7.2 km/h), *débil* (7.2-14.4 km/h), *moderado* (14.4-21.6 km/h), *bastante fuerte* (21.6-28.8 km/h), *fuerte* (28.8-36 km/h), *muy fuerte* (36-43.2 km/h), *violento* (43.2-57.6 km/h) y *huracanado* (más de 57.6 km/h).

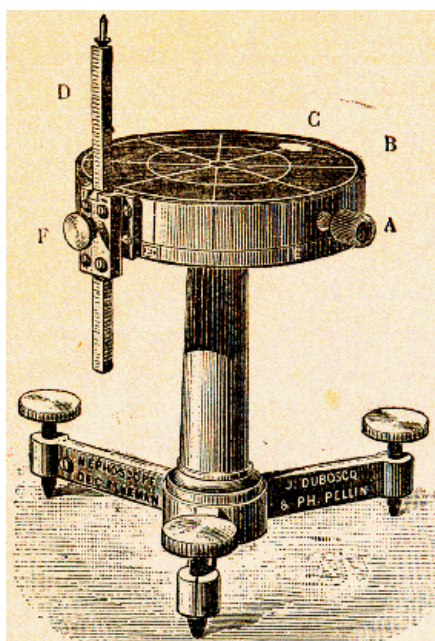


Figura 3. Nefoscopio de Fineman del que dispone el Observatorio de Cartuja, publicado en el Boletín de mayo de 1909, según modelo adoptado por el Congreso Meteorológico de París. Está construido por Duboscq y Pellin.

Hay que destacar una circunstancia curiosa: aparece un cambio en la profundidad del termómetros más profundo, con una modificación de 40 a 50 cm., hecho que parece no haber ocurrido realmente o que fue momentáneo pues en el Boletín de 1909 se vuelve a utilizar la profundidad de 40 cm.; además, en los boletines mensuales de 1908 (aunque solamente se han encontrado los Boletines de enero y mayo) se registran dichas temperaturas, pero en el Boletín correspondiente anual las casillas de estas observaciones están sin rellenar, aspecto éste muy a destacar dada la minuciosidad con la que se hacían los trabajos en el Observatorio.

El Boletín de 1909 mantiene la estructura del anterior aunque muestra algunas novedades. Quizá la más importante en cuanto a datos brutos publicados es la incorporación de un nuevo conjunto de datos que corresponden a una nueva observación: la *tensión del vapor acuoso*

atmosférico, que se refleja mensualmente y en el resumen anual. Aparecen dos nuevas columnas de datos tanto en los resúmenes mensuales como en el resumen anual correspondientes a los valores de dirección media del viento registrados mediante la rueda de Benson y el concepto de resultante, que mide el esfuerzo que habría que realizar para equilibrar a la fuerza del viento, suponiendo que sopla en la dirección y velocidad medias. Finalmente, la introducción de una página al principio del Boletín pidiendo el intercambio de éste “Se suplica el cambio (sic)” en español, francés, inglés y alemán indica que ya existe un cierto reconocimiento a nivel internacional del trabajo que se realiza y, por este motivo, se ha iniciado o se intenta comenzar una política de intercambios¹².

Sin embargo, la principal novedad del Boletín de 1909 es la realización de un resumen anual de los datos mensuales que lleva a cabo los resúmenes:

- para *presión, temperatura a la sombra, temperatura al sol, temperatura de irradiación, humedad relativa, tensión del vapor y termómetros de tierra* (de nuevo a 10 cm., 20 cm. y 40 cm.) se publican la media mensual y anual, las máximas y mínimas mensuales y anuales y el día en que tuvieron lugar.

- para el *ozono* se publican la media, la máxima y la mínima, tanto mensuales como anuales.

- respecto al *viento* se publican las velocidades media y máxima mensuales y anuales en m/s, las velocidades media, máxima y mínima en 24 horas en km/h junto a los días en que ocurrieron y el número de días de calma, tanto mensual como anualmente. Y respecto a la dirección y frecuencia, los datos publicados son el número de días en los que, tanto mensual como anualmente, el viento ha soplado en cada una de las 16 direcciones de la rosa de los vientos.

- relativo a la *lluvia*, debido a que no tiene lugar en gran cantidad de días del año, solamente se publican las cantidades mensuales en el Boletín anual, incluyendo la cantidad total en mm., la duración, la cantidad media por hora, la mayor cantidad en un día, el día del mes en que ocurrió el fenómeno, la duración en el día en que se dio la mayor cantidad en un día y la nebulosidad (la búsqueda de este concepto en los archivos no ha producido ningún resultado).

- respecto a la *insolación* y a la *evaporación* se publican los valores medios, máximos y mínimos, tanto mensuales como anuales.

- los datos de los *meteoros atmosféricos* se publican en una tabla de recuentos del número de días al mes y al año en que han ocurrido los distintos fenómenos, utilizando los símbolos que aparecen en la Figura 2 con algunas mínimas modificaciones.

La estructura de los boletines se mantiene sin variaciones hasta el Boletín de 1913, en el que se realiza una nueva localización del Observatorio¹³ y introducen descripciones de los instrumentos utilizados, ya sea para toma directa de datos o como corrección de periódica de los aparatos de lectura directa. Además, se señala que se introducen en el Boletín “... según reclaman los nuevos adelantos ... (sic)” varios de los acuerdos alcanzados en la última Conferencia Meteorológica Internacional de Innsbruck, celebrada en septiembre de 1905 y en la que participaron los Directores de Servicios Meteorológicos de gran cantidad de países para establecer unas normas que normalicen las observaciones y los boletines de los distintos Observatorios Meteorológicos. No se ha encontrado ninguna documentación de los acuerdos adoptados y el Director del Observatorio de Cartuja se lamenta de no poder publicarlos debido a la escasez de personal y la carencia de medios adecuados.

¹² A partir de 1909 dejan de publicarse los boletines en el formato de un volumen por año, y se comienza la publicación de tres o cuatro años en cada volumen.

¹³ Latitud N. 37° 11' – Longitud W de Greenwich 3' 36" – Altitud en metros 767.6.

No se conoce si la inclusión de nuevas observaciones se debe a los acuerdos de³ Innsbruck o a un perfeccionamiento de los trabajos anteriores, pero en el Boletín de 1913 se toman los datos de trece “asuntos”, fenómenos meteorológicos en lenguaje más actual, lo que significa que se anuncia la publicación de los datos de dos fenómenos que no se consideraban hasta el momento: la *radiación solar* y la *dispersión eléctrica en la atmósfera*, aunque ya se estaban haciendo pruebas y registrando datos desde 1910; sin embargo, estos datos no aparecen publicados en este Boletín ni tampoco en los siguientes, aunque se desconoce la causa que provoca esta ausencia.

Del intervalo 1916-1918 no existen publicaciones de datos, aunque existen los borradores casi completos de los boletines de ese intervalo y mantienen la misma estructura que los anteriores¹⁴, incluyendo la ausencia de datos acerca de la radiación solar y la dispersión eléctrica en la atmósfera, quizá debido al comienzo de la I Guerra Mundial. Este motivo fue el que impidió, según indica Gómez Guillamón², la publicación de los boletines desde 1919 hasta 1922, ambos inclusive, argumentando dificultades económicas; además, aclara que los originales de los datos de estos años permanecen en los archivos salvo el período comprendido entre el 1º de octubre de 1918 y el 31 de diciembre del mismo año.

Los Boletines de los años 19019, 1920, 1921 y 1922 se publican con el formato de los anteriores, pero manuscritos, en papel borrador y usando encuadernación cartón, quizá debido a la escasez de recursos económicos de la época. Además, en los archivos del Observatorio no existen datos de la época 1923-1924 (el primer Boletín que se publica después de la guerra es el de 1925), que debió ser complicada y de una cierta confusión, lo que influyó de alguna forma en los trabajos del Observatorio. así, Gómez Guillamón², a pesar de indicar que no se publican en imprenta los boletines desde 1919 hasta 1922, ambos inclusive, en el siguiente párrafo dice que en 1920 se reorganiza el Observatorio y “... pasa a tener una gran actividad y el Boletín se publica con todos los datos horarios. (sic)”, lo que contradice su anterior afirmación. Este mismo autor hace referencia a que, en 1921, se llevan a cabo algunas determinaciones no sistemáticas (“sueltas” es el adjetivo del autor) del coeficiente de dispersión de electricidad en la atmósfera con una observación diaria a las 9 horas, registros que finalizan el 1º de agosto de 1922; esta afirmación proporciona nuevos argumentos acerca de que al menos este fenómeno estaba aún en estudio en 1922 y, por tanto, no se registró anteriormente de forma sistemática aún cuando se anunciaba la toma de datos sistemática en el Boletín de 1913 y, al no aparecer publicados, en dicho Boletín aparece la nota “Por razones independientes de nuestra voluntad no se publican en este Boletín de 1913 las observaciones de Radiación solar y Dispersión eléctrica prometidas en el prólogo. (sic)”. En los boletines posteriores no aparece dicha nota y no se vuelve a hacer ninguna mención de este tema.

En este período se publican varios trabajos en diferentes revistas y se realizan algunos resúmenes de los datos existentes desde 1902, pues la cantidad de datos ya tenía una cierta relevancia estadística. Los datos de las observaciones solares solían aparecer publicadas sistemáticamente en la revista belga *Ciel et Terre*, mediante trabajos firmados por el P. Ricardo Garrido pero, en este período, no se tiene constancia de publicaciones acerca de estudios climatológicos excepto dos pequeños opúsculos publicados por el P. Cándido Guerrero en 1924¹⁵ y otras publicaciones similares de años posteriores. La explicación más plausible de esta ausencia de publicaciones de meteorología (existiendo bastantes publicaciones de sismología y astronomía), a la vista de las publicaciones que se explicitan en diez páginas (parece que arrancadas de algún Boletín Anual) dedicadas a la labor científica publicada del P. Manuel Sánchez Navarro-Neumann y otros jesuitas, es que los fenómenos que se publicaban dependían de la especialidad de las personas; así, la persona más interesada por la meteorología publicaba trabajos de meteorología,

¹⁴ Como curiosidad, estos datos están en una carpeta cuya etiqueta original es “1907” sobreescrita con una etiqueta a mano que indica “Borrador del Boletín 1916-1918”.

¹⁵ Relativos a la aportación del Observatorio de Cartuja a la Exposición de material de Enseñanza en uno de los congresos católicos de Enseñanza, y al sinmeteorósopo “Hurtado”. Aunque no existen referencias, parece ser que corresponden a opúsculos de muy escasas páginas publicados en boletines mensuales de 1924.

etc. Además, el que los trabajos correspondan a opúsculos insertos en los Boletines mensuales indica que en esa época no se llevaban a cabo trabajos sistemáticos de análisis meteorológicos.

La posguerra y la revitalización del Observatorio. Desde 1925 hasta la actualidad

El año 1925 marca un resurgimiento de las observaciones meteorológicas en el Observatorio, que toman gran auge respecto a la toma de datos, a la adquisición de nuevos instrumentos y la construcción de aparatos propios por parte del P. Luis Hurtado, a la realización de conferencias de divulgación científica, a las reformas y ampliaciones llevadas a cabo en el edificio y a la realización de trabajos de síntesis de tipo teórico y práctico.

El Boletín de 1925 engloba los datos tal y como aparecían en los boletines anteriores y los comentarios de dos o tres páginas que se insertaban en los trípticos en que se editaban los boletines mensuales. Así se detallan las observaciones de tipo pedagógico realizadas con los alumnos del Colegio Máximo con motivo del eclipse de Sol del 24 de enero y, en febrero, el elipse de Luna ocurrido el 8 de dicho mes, aunque esta vez el número de alumnos se redujo a aquellos alumnos “asociados (sic)” al personal del Observatorio.

El díptico de marzo muestra una actividad importante de “vulgarización científica (sic)”: el 29 de marzo de 1925 se llevaron a cabo varias conferencias sobre la electricidad atmosférica en el salón de actos del Colegio Máximo a las que, según se refiere en dicho Boletín acudió gran cantidad de público a pesar de coincidir el día y la hora con la llegada de los restos mortales de Angel Ganivet a Granada¹⁶, y “todas las autoridades y elementos oficiales estaban convocados para asistir a la recepción solemne que se había organizado en la estación de la Compañía de Ferrocarriles del Sur de España (sic)”. El acto comenzó a las 15’30 horas con la disertación del H. José Herreros acerca del campo eléctrico de la atmósfera, los electrómetros usados para medir el potencial y el dispositivo Elster y Geitel que se utiliza en el Observatorio para medir la dispersión eléctrica, para continuar exponiendo los problemas que origina el distinto potencial de las capas de aire para la navegación aérea y finalizar hablando de la formación de las nubes y de la clasificación más correcta (“conveniente”) en base a su potencial y al influjo que ejercen en el campo eléctrico de la atmósfera. La siguiente conferencia estuvo a cargo del H. Antonio Sempere que comenzó su disertación explicando el mecanismo más probable de formación de tormentas y la influencia de la carga eléctrica en la formación de las gotas gruesas de lluvia, para continuar con la clasificación de los relámpagos y finalizar con la exposición de los efectos mecánicos, magnéticos y fisiológicos que producen los rayos. La última conferencia estuvo a cargo del H. J. Antonio Aldama que comenzó refutando algunos de los “medios” aconsejados para evitar los rayos y exponiendo los medios recomendados en le época por la ciencia y su efectividad, para continuar hablando del pararrayos, fundamentalmente el de los sistemas Gay-Lusac y Franklin, finalizando la disertación con el procedimiento utilizado en el Observatorio en el que la cúpula, unida a tierra por dos arcos metálicos, actúa de pararrayos.

En el díptico de abril se explican los dos nuevos instrumentos, aunque solamente es expone uno de ellos, construidos por el H. Hurtado, conocido ya en el mundo científico por la construcción del “Radioteleleptor” y del “Sinmetereóscopo”. El instrumento que diseña y construye para el Observatorio es una veleta eléctrica que permite obtener la dirección del viento con mayor sensibilidad y precisión que los usados hasta entonces, y que se denomina *electro-anemógiro*, y que tiene la ventaja añadida que el registrador puede estar muy lejos de la veleta.

¹⁶ Probablemente no se aplazó el acto incluso con la coincidencia de fechas debido a que “accidentalmente se hallaban en Granada los RR. PP. Provinciales de León, Toledo y Andalucía, junto a los que se sentaron los RR. PP. Rector, Prefecto de Estudios y Director Espiritual del Colegio Máximo, y varias personalidades eclesíásticas, académicas y militares. (sic)”.

Durante los años 1926-1930 se continuaron publicando los boletines anuales, dedicados⁵ fundamentalmente a la exposición de los datos obtenidos y dejando de lado, en casi todos ellos, los dípticos divulgativos (lo único que aparece al margen de los datos son los boletines meteorológicos mensuales del tiempo que ya ha ocurrido).

Una fecha importante para el Observatorio en general y para la meteorología en particular es el año 1932. A principios de dicho año, el Gobierno lleva a cabo la ejecución del artículo nº 26 de la nueva Constitución Española por el que se proscriben a las órdenes religiosas que tenían voto especial de obediencia a la Santa Sede, incautándose los bienes de la Compañía de Jesús y, entre ellos, el Observatorio de Cartuja (ver Espinar, “El Observatorio entre 1906 y 1940”, en este mismo volumen). El Gobierno nombra director del Observatorio al ingeniero geógrafo D. Félix Gómez Guillamón, que valora el trabajo de toma de datos y su recopilación llevado a cabo por el Observatorio de Cartuja y decide integrarlos en la red climatológica nacional incorporando el Observatorio al Servicio Meteorológico Nacional, dirigido entonces por el geógrafo y teniente coronel de ingenieros D. Enrique Meseguer, con la idea de que puedan servir, además de como recopilación estadística, para “la predicción científica del tiempo ... (sic)¹⁷”.

La nueva dirección recoge los datos de 1931 y los publica en un Boletín cuyo encabezado indica la pertenencia al Instituto Geográfico, Catastral y de Estadística, aclarando que se mantiene la adecuación de los datos a los convenios internacionales y se realizan modificaciones en algunas observaciones siguiendo las indicaciones del Servicio Meteorológico Nacional para la normalización de los datos en España (fundamentalmente se realiza el cambio de las horas de observación directa, que pasa de 7, 14 y 21 horas a 1, 7, 13 y 18 horas, la presión se expresa en milibares y se vuelve a registrar la insolación diaria, dejada de observar en diciembre de 1931, al principio mediante bandas de papel fotográfico y luego retornando al papel de ferropusiató por motivos económicos). Además, a partir de entonces se incluyen los datos en los boletines que publica el Instituto Geográfico y, aunque no se aclara si se mantiene la publicación del Boletín del Observatorio, la ausencia de datos referidos a esta época parece indicar que dejaron de publicarse los datos de Cartuja para estar incluidos en las publicaciones de la red nacional.

No se tienen noticias de las vicisitudes de las observaciones meteorológicas en el período 1932-1938, año este en que de nuevo se hicieron cargo los jesuitas del Observatorio. Durante los primeros años de este periodo se continuó con la toma de datos y, aunque se ignoran las circunstancias específicas que ocurrieron durante la guerra civil española, las observaciones no quedaron interrumpidas “...ni un solo día. (sic)²”

El 11 de agosto de 1938 los jesuitas vuelven a hacerse cargo del Observatorio de Cartuja y dos de sus antiguos directores, los jesuitas Sánchez-Navarro y Due, elogian la labor realizada por D. Félix Gómez Guillamón no solamente en su aspecto científico sino también en la conservación del material y las mejoras y ampliaciones llevadas a cabo durante ese período, lo que es un dato más que reafirma la continuidad del trabajo científico en el Observatorio aunque el nuevo director, el P. Sánchez-Navarro, expresa en su toma de posesión que existieron penurias de personal (ver Espinar, “El Observatorio entre 1906 y 1940”, en este mismo volumen).

En 1940 se reanuda la publicación de boletines, a partir del correspondiente al año 1939, con el título de “Observaciones meteorológicas y sísmicas”, conteniendo los boletines mensuales de las observaciones pero sin realizarse ningún resumen anual de los datos meteorológicos ni sísmicos. El formato de publicación mantiene las mismas características de los anteriormente publicados, es decir, dípticos, tablas de datos de las observaciones diarias de presión atmosférica (de nuevo en milímetros), temperaturas, higrómetros dirección y velocidad del viento, nubes y meteoros, el Estado general del cielo” que es un diario meteorológico del tiempo que ha acaecido a lo largo del mes, y se explicitan un conjunto de variables cualitativas de tipo observacional de las

¹⁷ “Advertencia” del Boletín de Enero, Febrero y Marzo de 1931.

que se anota su frecuencia mensual en forma de días con las características siguientes: del todo cubiertos, de tres partes cubiertos, de dos partes cubiertos, de una parte cubiertos, despejados, de rocío, de escarcha, de helada, de nieve, de granizo, de nevisca, de niebla húmeda, de neblina, de viento fuerte, de arco iris, de tormenta, de relámpagos solos, de corona solar, de halo solar, de corona lunar y de halo lunar. En los dípticos se publican aspectos diversos como: una pequeña disertación de las oscilaciones barométricas de corto periodo y las discrepancias entre barógrafo Richard y el variógrafo Brébeuf; el instrumento de construcción propia “hormanemógrafo Hurtado”, destinado a medir las “variaciones rápidas o ímpetus (sic)” del viento tal y como indica su nombre extraído del griego “ὄρμη, ímpetu, ἄνεμος, viento y γράφω, escribir (sic)” o un mapa mundial de curvas isodiastemáticas¹⁸.

Esta estructura se mantiene durante varios años (hasta 1947) pero, a partir de julio de 1939 y hasta 1943 se intercala trimestralmente una página con el título “INSTITUTO NACIONAL DE GEOFÍSICA” y el subtítulo “CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS” sin más aclaraciones; este hecho parece suponer la inclusión del Observatorio en la estructura de estas instituciones, aunque la autonomía es bastante amplia y quizá solamente sea una inclusión de tipo formal; sin embargo, en 1944 se elimina la referencia “Instituto Nacional de Geofísica” y se sustituye por “Patronato ‘Alfonso el Sabio’”. Además, a partir de 1941 el Boletín es de “Observaciones astronómicas, meteorológicas y sísmicas” puesto que se incluyen en el mismo volumen dos observaciones de tipo astronómico: una estadística de las manchas solares y una tabla de la radiación solar obtenida con el pirheliómetro Amstrong, ambas trimestrales. Este hecho origina que desaparezcan los dípticos y solamente se mantengan las tablas de datos y el diario meteorológico mensual y, aunque el ejemplar más antiguo encontrado corresponde a Julio, Agosto y Septiembre de 1942 (de años posteriores se tienen más ejemplares), parece ser que en este año se comienzan a encuadernar los datos trimestrales que, posteriormente, constituirán el volumen completo del año.

En 1948 los boletines meteorológicos vuelven a independizarse del resto de las observaciones y constituyen un volumen independiente, manteniendo la estructura que tenían anteriormente (tablas de datos y diario meteorológico) además del el título y subtítulo. Y esta estructura se mantiene constante, con la excepción que a veces el “diario meteorológico” se denomina “estado general del cielo”.

En el año 1962 el Observatorio está integrado en la red del Servicio Meteorológico Nacional, Sección Climatología, y envía sus datos al Ministerio del Aire para facilitar la navegación aérea. Este Servicio exige enviar los datos en un determinado formato y en los archivos del Observatorio existen varios escritos del Ministerio del Aire, de Madrid, en el que se envían las instrucciones para confeccionar las hojas de los distintos fenómenos observados, la hoja resumen anual 421 que engloba a las anteriores y algunas correcciones a los impresos llevadas a cabo en 1963.

A lo largo de este período el Observatorio realiza trabajos para instituciones externas, generalmente de registro de datos que, posteriormente, serán utilizados por el “cliente”. Así, en 1965 se lleva a cabo un trabajo de toma de datos que incluye precipitaciones, viento dominante durante el periodo de lluvia y kilómetros recorridos por el viento, con datos desde 1959 hasta 1965 ambos inclusive. El trabajo se realiza “a petición de D. Julio García Sanjuan, Meteorólogo y profesor de la Universidad (sic)”. El objeto del trabajo es¹⁹ “realizar un estudio estadístico de las precipitaciones, atendiendo a su intensidad y duración, y del viento que ha soplado durante los chubascos (sic)”. En el informe se establecen los procedimientos de trabajo, las normas concretas de rellenar los estadillos y los plazos de entrega y remuneración. Como curiosidad aparece que “la

¹⁸ Al tratarse de una edición conjunta de datos meteorológicos y sísmicos se compartía la publicación de dípticos de una y otra materia; así, los del año 1940 trataban todos de aspectos sismológicos.

¹⁹ Documento perteneciente a los archivos del Observatorio que parece ser una copia del contrato que se le envía al solicitante del trabajo.

remuneración por este trabajo será de 800 pts. por cada año estudiado y pudiera llegar a las 1200 pts. (sic)⁷; además, se aclara que se “trata de un trabajo particular, no oficial ni del Servicio (sic)”.

Por otra parte, el personal del Observatorio también encarga algunos trabajos específicos para perfeccionar la metodología de toma de datos, aumentar la precisión de los mismos, adecuar los estándares a las características de la zona, etc. En esta línea, en 1966 realizó el encargo a la Universidad de Deusto de la creación de un conjunto de tablas de masas de aire definidas como “el camino recorrido por el rayo luminoso de un astro dentro de la atmósfera terrestre (sic)”. Para ello se precisa realizar un programa de ordenador en FORTRAN que tarda 10 horas en ejecutarse para valores comprendidos entre -99.999 y +99.999, con una precisión de milésimas y que proporciona 14 tablas en un rollo de papel. Todo el trabajo lo realiza la Universidad de Deusto: programación, ejecución e impresión de resultados, y se desconoce el ordenador utilizado pero el Director de la Universidad asegura que cuesta 5.000.000 de pesetas²⁰. Como dato curioso, en Deusto cobran los trabajos a 1000 pts. la hora (en ese momento están realizando un trabajo para Altos Hornos), al director del Observatorio le “bastará con que abones entre 1000 y 2000 pts. por todo (programación, ensayos, listado, retoque, tabla de símbolos y ejecución – 5 días de trabajo (sic)”, y se deja a su “buen corazón e inteligencia (sic)” entender que la Universidad de Deusto “sale perdiendo” con este trabajo. Es de destacar la minuciosidad con la que se realizan todos los trabajos; así, la Universidad de Deusto envía al Observatorio las tablas (“rollos de tablas”) y el programa fuente en lenguaje FORTRAN para que sea analizado en el Observatorio a ver si se pudiera encontrar la causa de que los resultados tengan precisión solamente hasta las centésimas en vez de hasta las milésimas, tal y como se había diseñado. Para subsanar este error se propone al Observatorio realizar nuevas tablas de diez en diez grados y, una tabla adicional de hora en hora con ocho cifras exactas para tener más información para la última cifra decimal.

En 1965 se llevó a cabo la renovación gran parte de los instrumentos, y todos ellos siguen siendo utilizados en la actualidad. Los nuevos aparatos son:

- **presión.** Se utilizan un barómetro Richard y un microbarógrafo Belfort.
- **temperatura.** Se usan termómetros normalizados Corrons y un termohigrógrafo Lambretch.
- **precipitación.** Se registra mediante un pluviógrafo Lambretch y un pluviómetro Yoldi.
- **humedad relativa.** Se utiliza un termohigrógrafo Lambretch y un psicómetro junto a las tablas adaptadas a la Cartuja.
- **insolación.** Se registra mediante un heliógrafo Salmoiraghi, aunque este instrumento está en funcionamiento desde 1930.

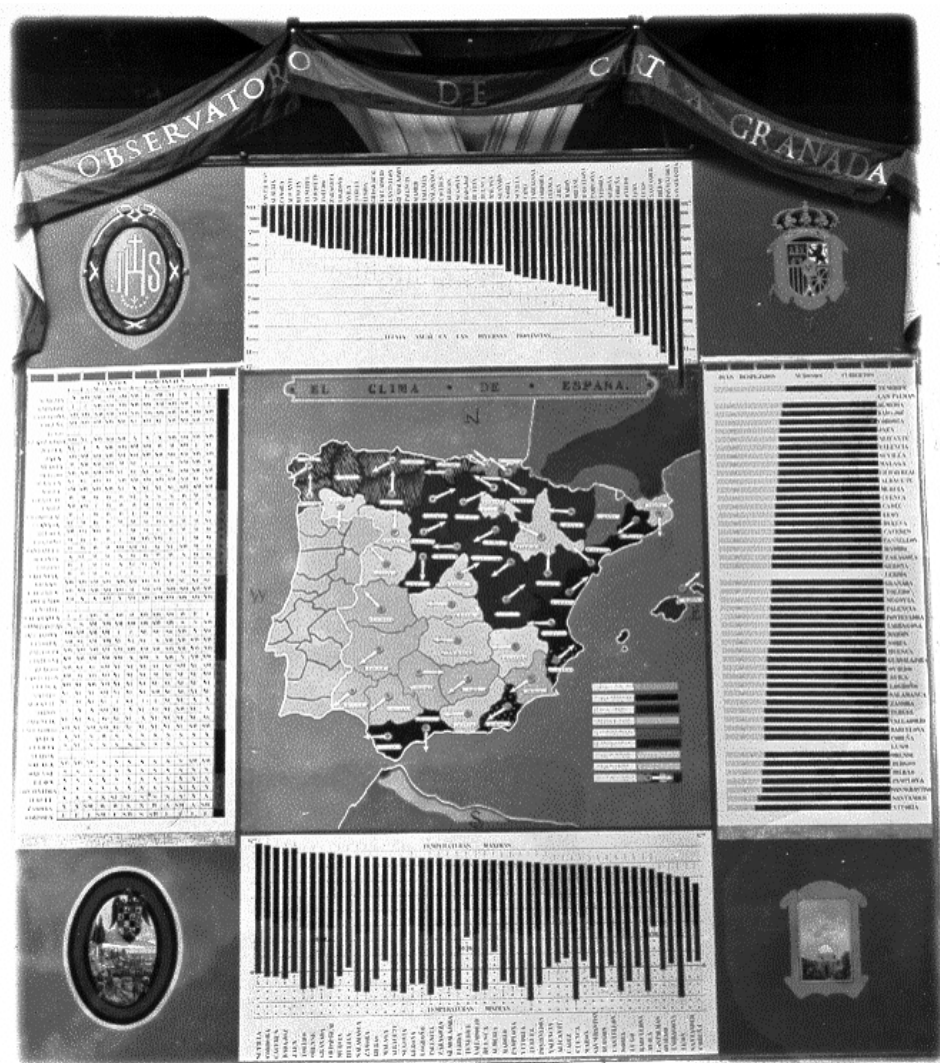
Este sistema de observaciones y de publicación de boletines se mantiene a lo largo de los años hasta que, en el año 1971, el Observatorio pasa a manos de la Universidad de Granada debido a los problemas económicos que planteaba su mantenimiento a la Compañía de Jesús, manteniéndose una sola persona, el H. Manuel Merlo Vallejo, como técnico de Meteorología. Esta persona, que ya era técnico en meteorología desde 1969 y posteriormente también de sismología, es el único jesuita que continúa trabajando en el Observatorio mediante el convenio firmado con la Universidad de Granada, y realiza en la actualidad la toma diaria de los datos climatológicos que son enviados a la sede en Málaga del Servicio Meteorológico Nacional.

²⁰ Sin embargo, una nota manuscrita al margen del escrito indica que “por ser universidad se ha dejado en 100.000 pts. (sic)”.

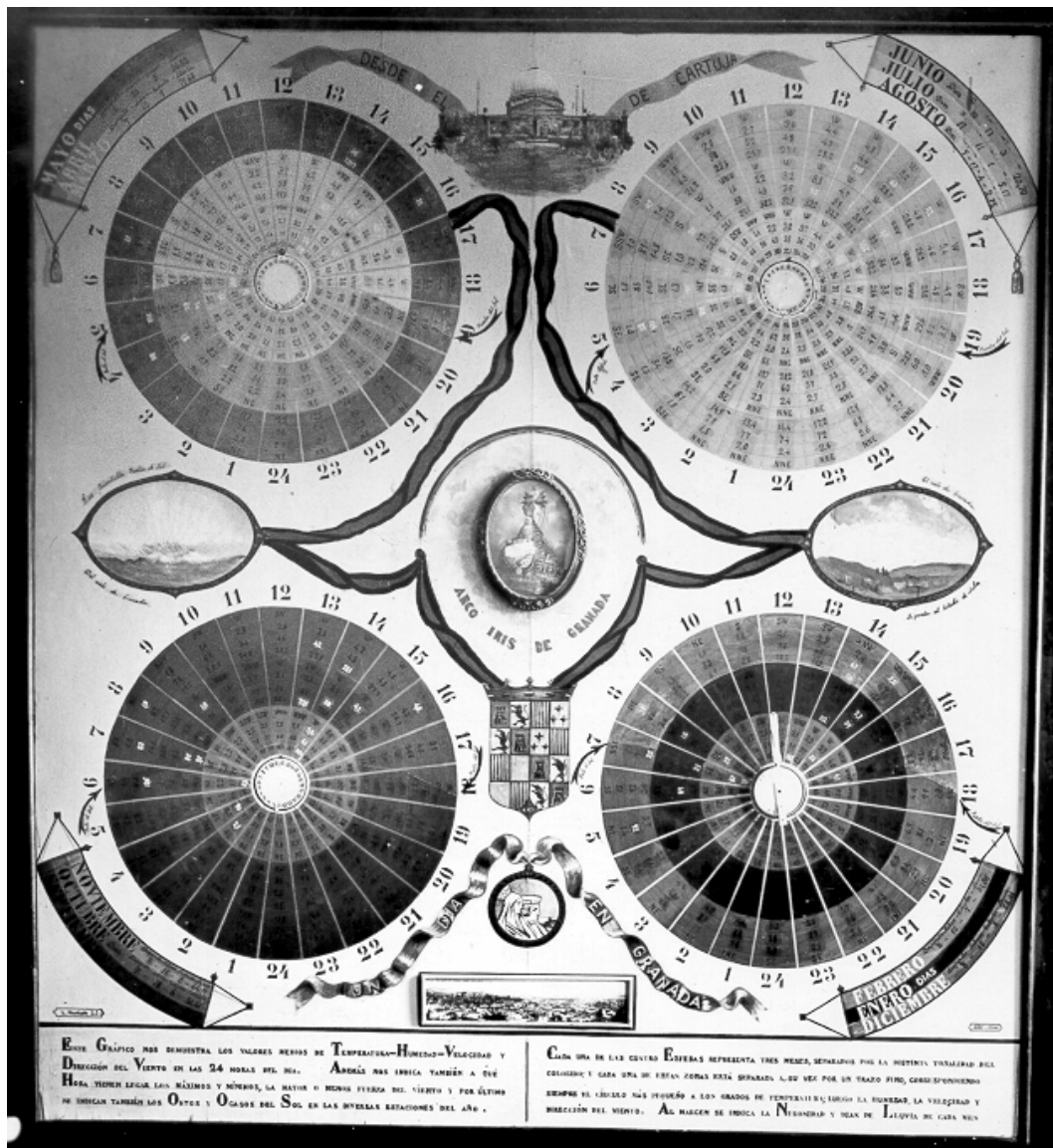
Los resultados de las observaciones meteorológicas en Granada a lo largo del siglo XX

La cantidad ingente de datos registrados por los miembros que pertenecieron al Observatorio de Cartuja desde 1903 hasta finales de siglo permite disponer de una gran cantidad de información y poder realizar diversos resúmenes estadísticos de las distintas observaciones en un intento de caracterizar el clima de Granada. En este sentido, los trabajos del H. Merlo Vallejo son de gran importancia, con la agravante que fueron llevados a cabo de forma manual. Este capítulo muestra algunos de estos gráficos realizados a partir de los resúmenes de datos existentes en los archivos.

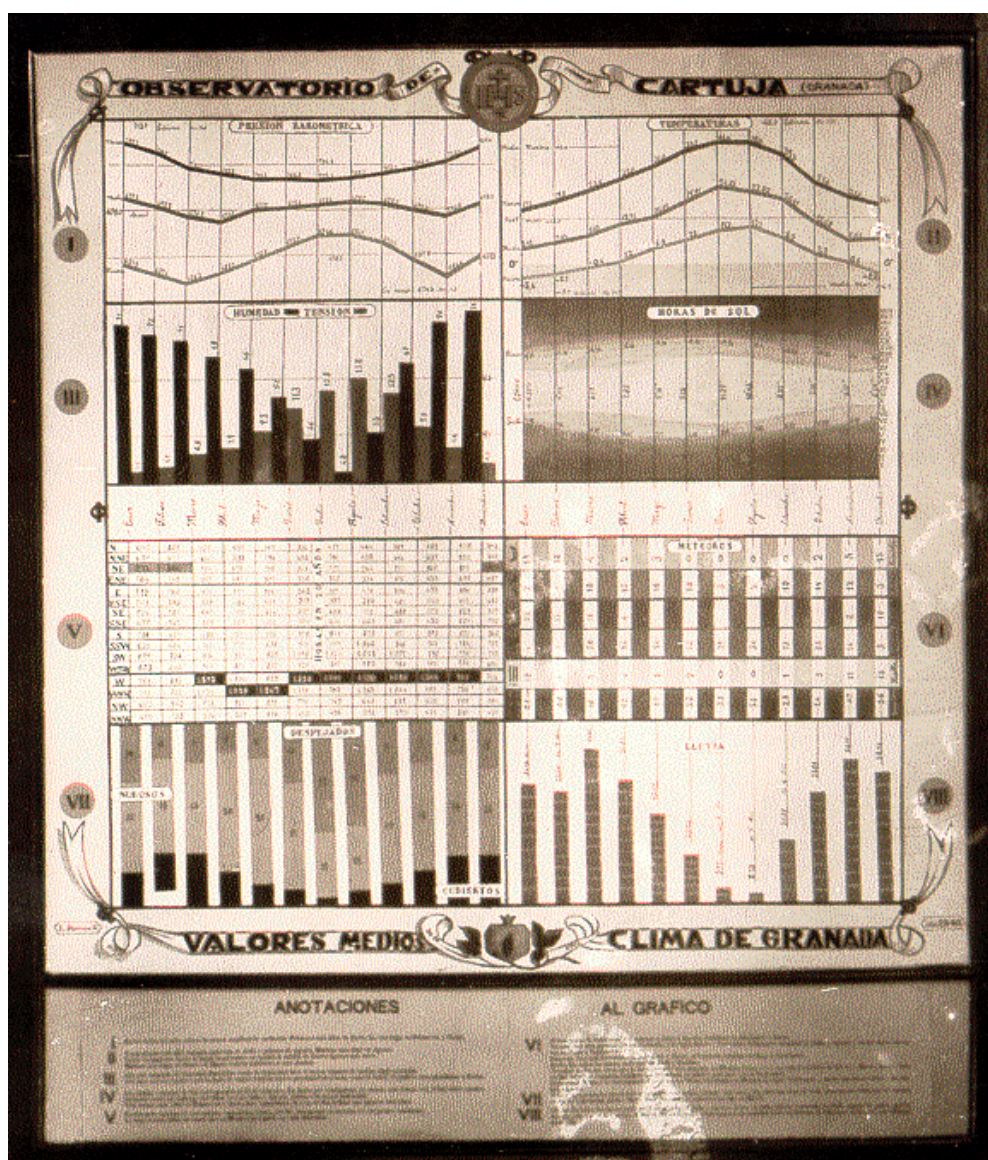
• *Composición "El clima de España"*. Este gráfico recibió el Gran Premio en la Exposición Universal de Sevilla 1929-1930 y recibió las felicitaciones del rey Alfonso XIII. Mostraba de forma gráfica los vientos dominantes en España, las temperaturas máximas y mínimas, histograma de la lluvia anual en las distintas provincias, histogramas de los días despejados, nubosos y cubiertos por provincias y vientos dominantes en cada provincia. Solamente se conservan fotografías de la composición.



• *Composición “Un día en Granada”*. Fue realizada en 1940 y muestra los valores medios de temperatura. Humedad, velocidad del viento y duración del viento en 24 horas, indicando la hora en que ocurren de los máximos y mínimos de temperatura, la hora en que se ha producido la mayor y menor fuerza del viento, y las horas en que ocurren los ortos y los ocasos del Sol, en las diversas estaciones del año (hay un gráfico para cada estación). De esta composición solamente se conserva una fotografía.



• *Composición “Valores medios del clima de Granada”*. Realizado en el Observatorio de Cartuja en 1940, estaba expuesto en la sala de meteorología y solamente se conservan varias fotografías de tamaño muy pequeño del mismo. Incluye (de izquierda a derecha y de arriba abajo) las curvas de presión y temperatura, el histograma de de humedad y tensión del vapor de agua, gráficas de las horas de sol, número de días de dirección predominante del viento, número de días de ocurrencia de distintos meteoros, número de días despejados, cubiertos y nubosos, e histograma de lluvia.

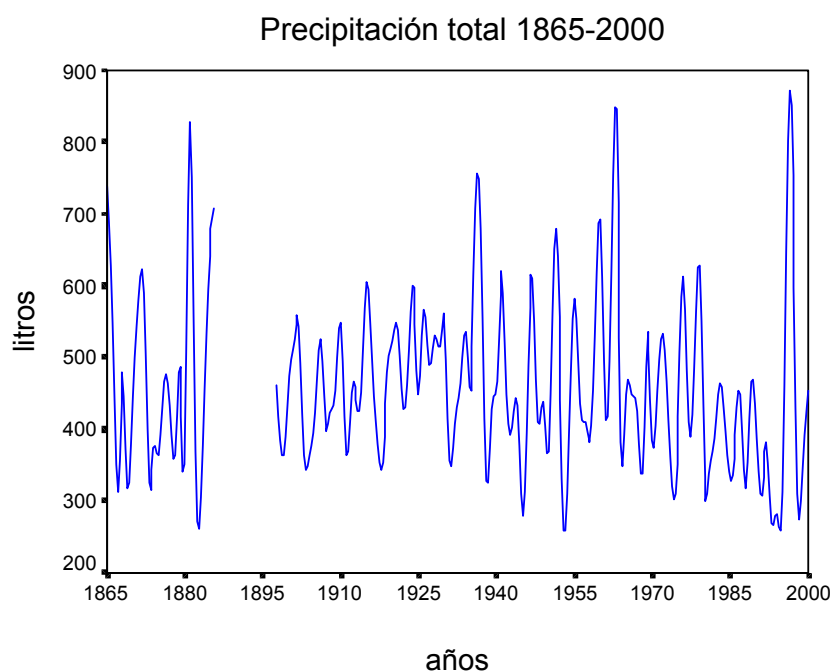


• Precipitación total anual 1865-2000. El gráfico se ha realizado utilizando dos grupos de datos: a) datos proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología²¹ (Centro del Guadalquivir, Sección de Climatología) al Observatorio de Cartuja en 1976, utilizando los datos de la Universidad de Granada desde 1865 hasta 1903, los datos del Observatorio desde 1903 hasta 1975, y la laguna de datos del Observatorio del periodo 1967 hasta 1972 se completa con los datos de la estación de El Zaidín del Servicio Meteorológico Nacional, y b) desde 1976 hasta el año 2000 se han utilizado los datos del Observatorio.

Hay que señalar que existen dos lagunas en los datos originales: la primera abarca 12 años y corresponde al periodo 1866-1897, ambos inclusive, del que el Servicio Meteorológico Nacional no dice nada en absoluto, y la segunda tiene lugar en el año 1876 al faltar los datos del mes de septiembre (el valor que aparece se ha obtenido asignando a septiembre la media de los valores de dicho mes para los datos de la Universidad 1865-1903 y calculando el total de 1877 para todos los

²¹ Escrito del Servicio Meteorológico Nacional al Observatorio de Cartuja con fecha 19-06-1976.

meses). Además, existen dos datos dudosos en la serie de la Universidad²²: 1) en enero de 1881¹ se registra la cantidad de 370 litros, bastante mayor lo habitual, pero se acepta como cierta “dadas las abundantes lluvias en todo Andalucía (Sevilla 312 litros, San Fernando 290 litros, Ciudad real, 225 litros, etc.). (sic)”, y 2) en septiembre de 1876 se obtiene la cantidad de 576.6 litros, bastante exagerada y, aunque “hubo lluvias muy abundantes en el SE (Alicante, 375 litros y Murcia, 213 litros), en la vertiente atlántica disminuyó mucho. Incluso hemos revisado un periódico de la época, de Sevilla, y no dá noticias de lluvias catastróficas en Granada) (sic)”. Este dato se ha modificado en la forma anteriormente citada.

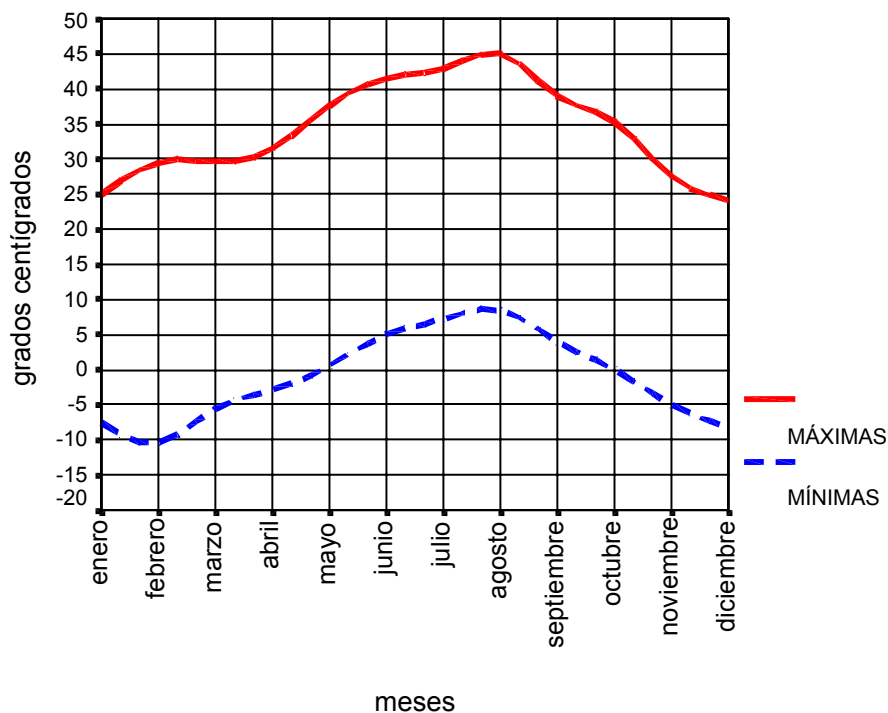


El año más seco fue 1953, que tuvo unas lluvias de solamente 259.6 litros, y el año más lluvioso corresponde a 1963 en el que la precipitación total alcanzó 845.8 litros; si los datos procedieran de una distribución normal de media=461.8 litros y desviación típica=119.9 litros, el 96% de las cantidades anuales de lluvia están comprendidas entre 222 litros y 701.6 litros, lo que indica que el dato de precipitación máxima es muy inusual.

Los máximos aparecen en la tabla siguiente correspondiendo al periodo 1865-1975 (el resto no está tabulado por meses):

	Año de máxima lluvia
Enero	1881 (370 litros)
Febrero	1947 (174.4 litros)
Marzo	1960 (197.5 litros)
Abril	1930 (164 litros)
Mayo	1959 (149.5 litros)
Junio	1899 (74 litros)
Julio	1926 (52.7 litros)
Agosto	1952 (52.7 litros)
Septiembre	1921 (139 litros)
Octubre	1926 (155.4 litros)
Noviembre	1920 (138.9 litros)
Diciembre	1963 (183.9 litros)

• Los datos de temperaturas están resumidos por años en el periodo 1902-1981, y corresponden en su totalidad a las observaciones llevadas a cabo en el Observatorio. Las curvas expresan las temperaturas máximas y las mínimas anuales:



Aunque muestran cierto paralelismo, en los meses más fríos aumenta la diferencia entre máxima y mínima, correspondiendo la máxima variación al mes de febrero. Los datos completos²² aparecen en la tabla siguiente, que muestra la mínima del periodo 1902-1981 en febrero con un valor de -10.4° y, además, este mes muestra una máxima invernal muy alta; la máxima veraniega corresponde a agosto con un valor de 45° .

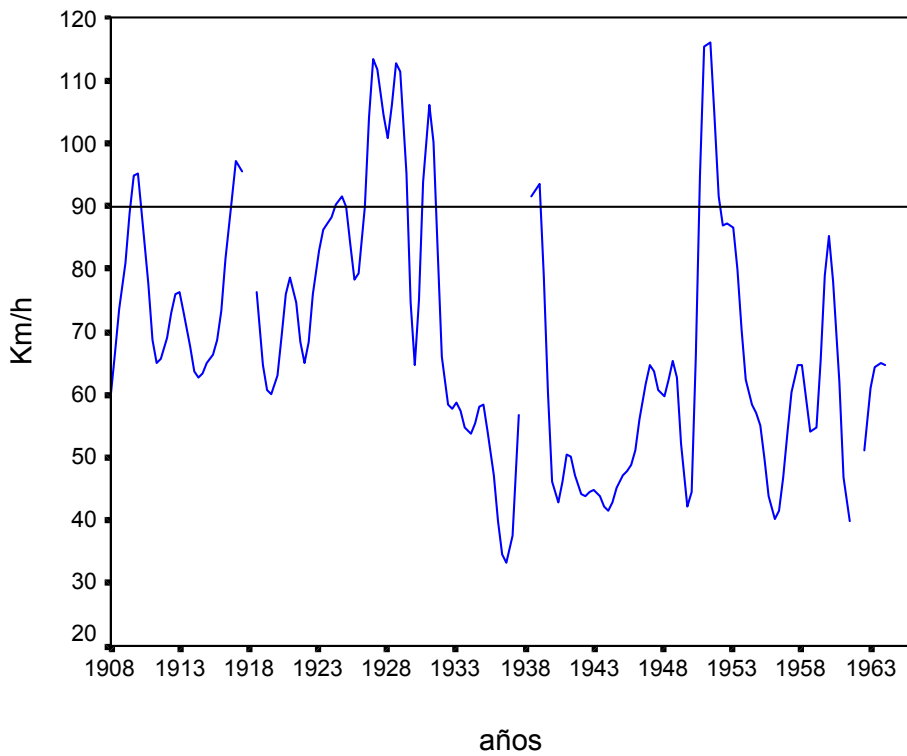
	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Enero	25°	-7.6°
Febrero	30°	-10.4°
Marzo	30°	-5.6°
Abril	32°	-2.9°
Mayo	38°	0.6°
Junio	42°	5°
Julio	43°	7.2°
Agosto	45°	8.5°
Septiembre	39°	4°
Octubre	35°	0°
Noviembre	28°	-5.0°
Diciembre	24°	-8.2°

²² Hay que recordar que corresponden a datos tomados en la ciudad de Granada y a la sombra, por lo que pueden existir valores distintos en otros lugares de la provincia.

Estos datos contrastan bastante con los datos las medias mensuales de las temperaturas máximas y de las temperaturas mínimas, lo que indica que los valores extremos anteriores no son muy frecuentes a lo largo del siglo y son más suaves:

	Año de temperatura media máxima	Año de temperatura media mínima
Enero	1936 (10.4°)	1945 (3.5°)
Febrero	1937 (14.2°)	1956 (3.4°)
Marzo	1902 (14.6°)	1908 (6.2°)
Abril	1905 (17.1°)	1930 (9.1°)
Mayo	1904 (21.0°)	1946 (12.9°)
Junio	1938 (24.9°)	1909 (16.9°)
Julio	1935 (27.6°)	1912 (21.5°)
Agosto	1980 (30.0°)	1977 (21.8°)
Septiembre	1936 (25.5°)	1913 (17.6°)
Octubre	1904 (18.7°)	1919 (11.5°)
Noviembre	1937 (14.6°)	1905 (6.6°)
Diciembre	1978 (11.9°)	1917 (4.7°)

- La velocidad del viento fue una de las primeras observaciones que se llevaron a cabo en el Observatorio y los registros muestran valores importantes en la velocidad máxima a lo largo de 1908-1964, periodo que está sumariado en los archivos del Observatorio.



El gráfico anterior muestra la velocidad del viento en el periodo citado 1908-1964, y la línea marca el límite de 90 Km/h usualmente considerado como catastrófico y productor de daños.

Este valor se superó en los años 1910 (95 Km/h), 1917 (97.2 Km/h), 1925 (90 Km/h), 1927 (113.4 Km/h), 1928 (100.8 Km/h), 1929 (11,2 Km/h), 1931 (106.2 Km/h), 1939 (93.6 Km/h), 1951 (115.2 Km/h) y 1952 (91.4 Km/h). Es necesario destacar la época 1927-1931 en la que el viento mantuvo velocidades muy elevadas.

Estos gráficos junto a otros más que sintetizan los datos obtenidos en el Observatorio de Cartuja a lo largo del siglo XX, además de las observaciones diarias que se están registrando en la actualidad aparecen en las páginas INTERNET del Observatorio <http://www.ugr.es/~iag/>. En estas páginas se muestra, además, gran cantidad de información relativa a la sismología, principal actividad del Observatorio en la actualidad.