

NORMALES CLIMÁTICAS EN EL OBSERVATORIO DE LA UNIVERSITAT JAUME I (2003-2011)

CLIMATOLOGICAL NORMALS IN THE OBSERVATORY OF JAIME I UNIVERSITY (2003-2011)

J. Quereda Sala, E. Montón Chiva, B. Mollà Cantavella
Laboratorio de Clima. Universitat Jaume I
quereda@uji.es

RESUMEN

El Observatorio Meteorológico de la Universitat Jaume I inicia sus registros a finales del año 2002 y desde entonces viene cumpliendo una de las más genuinas tradiciones universitarias: los observatorios meteorológicos. La publicación de la serie de observaciones hasta 2011 viene a cubrir la primera década de observaciones en el actual emplazamiento del campus universitario. Ello permite caracterizar con cierto rigor el comportamiento climático de la primera década del siglo XXI. Un comienzo secular que es analizado con notable circunspección a tenor de las predicciones del IPCC sobre un cambio climático y que hacen de nuestra región mediterránea una de las más vulnerables a sus impactos hídricos.

Palabras clave: datos climáticos, efecto urbano, radiación solar, lluvias, presión atmosférica, humedad relativa, evapotranspiración potencial, rosas de vientos.

ABSTRACT

The Automatic Weather Station of the University Jaume I began its records in late 2002 and since then has fulfilled one of the most genuine academic traditions: the meteorological observatories. The publication of the series of observations to 2012 comes to covering the first decade of observations in the present location of the campus. This feature allows rigorously characterize the climatic behavior of the first decade of the century. These records are analyzed with considerable circumspection because of the predictions of the IPCC on

climate change which make our Mediterranean region one of the most vulnerable to its impacts on water resources.

Key words: climatic data, urban effect, solar radiation, rainfall, atmospheric pressure, relative humidity, potential evapotranspiration, windroses.

1. Las observaciones meteorológicas

Los registros meteorológicos del observatorio universitario se iniciaron a finales del año 2002, con ocasión del traslado de la unidad de Análisis Geográfico al actual campus de Riu Sec. Consecuentemente, las series anuales de observaciones comenzaron de modo sistemático en el año 2003. El observatorio se ubica en la terraza del edificio de Ciencias Humanas y Sociales a 86 m sobre el nivel del mar y está equipado con una estación automática de meteorología marca Casella, modelo Cell (Figura 1).



FIGURA 1. Observatorio meteorológico y estación automática de meteorología de la Universitat Jaume I. En primer término antena para la recepción de satélites polares (Dartcom HRPT).

El presente trabajo ofrece las “normales” climáticas del primer período de observaciones, 2003-2011, en el campus universitario. No cabe duda de que estos nueve años son insuficientes para poder calificar de normales los valores medios obtenidos. La exigencia de largos períodos de observación y la invariabilidad del entorno es la condición esencial de la observación meteorológica. Precisamente la falta de estas características supone, en el momento actual, la principal fuente de incertidumbres en las medidas de calentamiento climático. Todos los grandes observatorios han sido afectados por numerosos cambios de ubicación, más de seis en USA (P. D. Jones et al., 1986) y más de tres para la región mediterránea española (E. Montón y J. Quereda, 1997). Ya en los primeros estudios de la climatología mediterránea, Kunow, citando a Rosenstein, señalaba la necesidad de 43 a 102 años de observaciones para obtener un valor medio mensual de la temperatura con error inferior a 0.1 °C (A. B. Rosenstein, 1911 y P. Kunow, 1966).

No obstante a pesar de estas exigencias, no resulta ocioso establecer la realidad climática del campus de la Universitat Jaume I sobre este primer período de observaciones. Máxime en cuanto que el establecimiento de estas “normales” puede cobrar una mayor dimensión en el marco de las correlaciones que pueden establecerse con los observatorios próximos del INM (hoy AEMET), el histórico del Instituto Francisco Ribalta (1912-1976) y el actual de Almassora. Unas correlaciones tanto más oportunas en un momento de máxima preocupación por la hipótesis de un cambio climático, el mayor problema ambiental previsto para los próximos cincuenta o cien años, y ante el cual nuestra región sería una de las más vulnerables de Europa (IPCC, 2001). Todo ello siempre como base y punto de partida para unas observaciones más extensas que puedan establecer el valor de unas tendencias climáticas así como la magnitud de los fenómenos extremos.

2. La radiación solar

Constituye la fuente de energía planetaria y el elemento esencial para la actividad fotosintética del ecosistema. Los registros del observatorio universitario han mostrado unos altos valores de energía incidente. El valor medio anual ha sido una energía de 4.46 Kw/h/m² ó 383.78 cal cm⁻² min de radiación media diaria. El régimen anual oscila entre los mínimos valores del mes de diciembre 1.97 Kw/h/m² y los valores máximos del mes de julio con 7.35 Kw/h/m² (Figure 2). Estos valores máximos corresponden a 632.42 cal cm⁻²min⁻¹ de radiación solar media diaria.

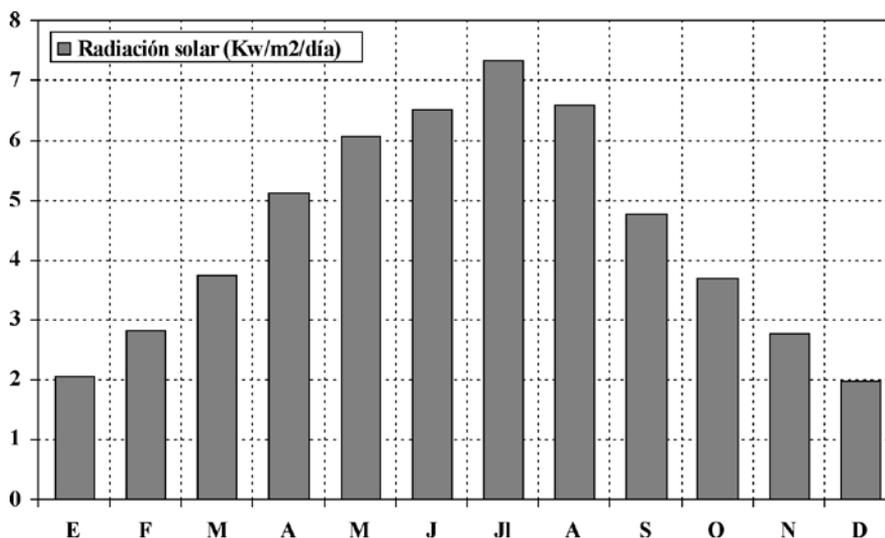


FIGURA 2. Régimen anual de la radiación solar (KW/m²/h/diario) en el campus universitario, Universitat Jaume I de Castellón (2003-2011).

3. La temperatura

Ha registrado un valor medio anual de 18.20 °C notablemente más elevada que la media histórica registrada en el Instituto Francisco Ribalta (1912-1976) que fue de 17.1 °C. El régimen anual muestra su mínimo en el mes de enero (11.41 °C) muy próximo al mes de febrero (11.73 °C) y su máximo en el mes de agosto (26.30 °C), casi idéntico al mes de julio. Como muestra la figura 3 (Tabla 1), este régimen del campus universitario se diferencia con respecto al normal (1912-1976) por su mayor calidez. Además, la oscilación ó amplitud térmica media ha sido de 14.89 °C, algo más elevada que la histórica del observatorio de Castellón (1912-1976) que fue de 13.6 °C (J. Quereda 1976).

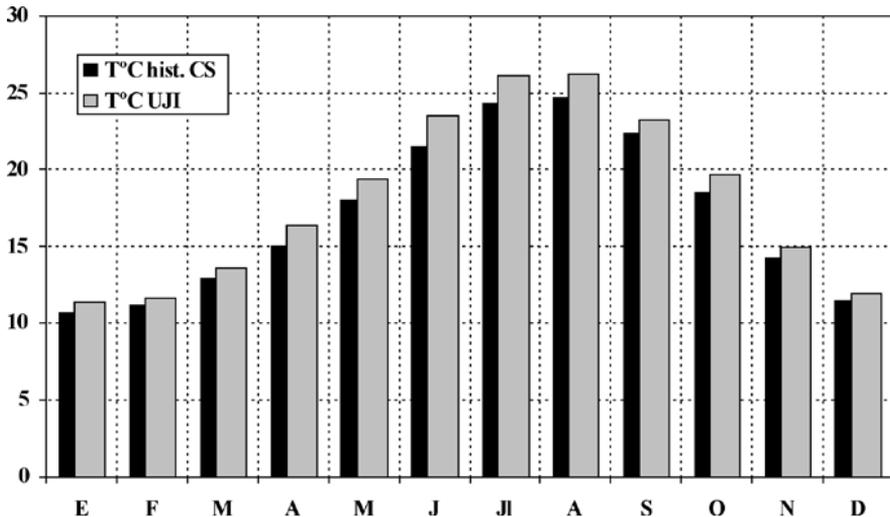


FIGURA 3. Evolución anual de las temperaturas medias mensuales en el observatorio universitario (2003-2011) y en el observatorio histórico (INM, 1941-1974).

TABLA 1. Valores de las temperaturas medias mensuales.

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Ene	11.76	13.53	10.26	10.50	12.14	12.51	10.94	10.35	10.72	11.41
Feb	11.20	11.21	9.61	11.14	14.29	12.81	11.50	11.35	12.42	11.73
Mar	13.91	12.60	12.85	15.44	14.41	14.44	13.31	12.41	13.29	13.63
Abr	16.04	15.11	16.30	17.33	16.41	17.07	15.45	15.97	17.73	16.38
May	19.55	17.90	19.84	20.17	20.57	18.44	20.13	18.21	19.44	19.36
Jun	26.24	23.81	24.69	23.08	23.27	22.43	24.15	22.52	21.66	23.54
Jul	27.26	25.29	26.10	27.30	25.47	25.50	26.27	26.84	24.98	26.11
Ago	27.94	26.83	25.20	25.56	25.52	26.10	26.95	26.02	26.60	26.30
Sep	23.01	24.00	22.71	23.47	22.77	22.86	23.04	23.05	24.45	23.26
Oct	18.61	20.67	19.86	21.11	18.79	18.67	20.57	18.39	20.52	19.69
Nov	15.71	14.45	14.02	16.74	13.88	13.50	16.45	14.04	16.14	14.99
Dic	12.43	12.65	10.99	12.27	11.98	11.33	12.02	11.00	13.16	11.98
Año	18.64	18.17	17.70	18.68	18.29	17.97	18.40	17.51	18.43	18.20

La tabla 2, muestra los valores medios mensuales de máximas y mínimas medias y la tabla 3, los valores térmicos absolutos registrados de temperaturas máximas y mínimas. En este orden de registros, el valor

mínimo absoluto del período 2003-2011 se alcanzó el día 27 de enero de 2005 (-1.75 °C) y el máximo absoluto el 23 de julio de 2009 (39.9 °C) (tabla 3). El máximo térmico se dio durante un fuerte evento de vientos de ponente, que favorecieron la expansión de un incendio en Castellón y en los vecinos municipios de Alcora, Onda, Borriol y Ribesalbes.

TABLA 2. Valores mensuales de las temperaturas medias máximas y mínimas.

Mes/Mín.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Ene	16.43	18.75	15.63	14.11	17.08	17.93	15.56	14.55	16.07	16.24
Feb	14.88	15.42	14.04	15.72	19.20	16.91	16.33	16.42	17.77	16.30
Mar	18.39	16.18	17.15	20.09	19.32	19.63	17.91	17.26	17.69	18.18
Abr	20.56	20.00	21.12	21.76	20.61	21.75	20.16	20.47	22.47	20.99
May	23.47	22.40	23.99	24.43	25.29	22.57	24.65	23.29	22.93	23.67
Jun	30.81	28.16	28.98	27.19	27.59	26.73	28.65	27.27	24.80	27.80
Jul	31.10	29.20	29.71	31.47	29.55	29.31	30.20	31.23	29.15	30.10
Ago	32.86	30.98	28.87	29.67	29.54	30.14	30.83	30.76	31.06	30.52
Sep	27.13	28.02	27.16	28.11	26.90	26.93	27.17	27.86	29.42	27.63
Oct	22.31	25.64	24.12	25.73	23.17	22.75	25.35	23.68	25.42	24.24
Nov	19.84	18.83	18.42	21.21	19.19	18.42	22.18	19.42	20.51	19.78
Dic	16.84	16.39	15.96	17.11	16.73	15.55	16.96	15.88	18.81	16.69
Año	22.88	22.50	22.10	23.05	22.85	22.39	23.00	22.34	23.01	22.68

Mes/Mín.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Ene	7.31	8.33	4.92	6.59	7.23	7.25	6.22	6.58	6.30	6.75
Feb	7.28	7.09	4.95	6.42	9.46	8.91	6.66	6.94	7.64	7.26
Mar	9.24	9.02	8.61	10.86	9.14	9.07	8.45	8.14	9.41	9.10
Abr	11.46	10.42	11.53	12.85	12.09	12.06	10.62	11.61	13.13	11.75
May	15.25	13.45	15.30	15.63	15.41	14.56	15.47	12.99	15.25	14.81
Jun	21.33	19.14	20.06	18.87	18.57	17.60	19.70	17.77	17.87	18.99
Jul	23.22	21.08	22.50	22.74	21.04	21.58	22.50	22.53	21.26	22.05
Ago	22.38	22.58	21.15	21.12	21.54	22.09	22.76	21.61	22.30	21.95
Sep	18.81	20.03	18.01	19.26	18.57	18.61	18.89	18.53	19.64	18.93
Oct	14.72	16.05	16.11	16.62	14.50	14.73	16.28	13.65	16.14	15.42
Nov	11.62	9.78	10.00	12.61	8.06	8.63	11.86	9.31	12.43	10.48
Dic	7.80	8.91	6.30	7.44	7.15	6.81	7.72	6.61	8.11	7.43
Año	14.20	13.82	13.29	14.25	13.56	13.49	13.93	13.02	14.12	13.74

TABLA 3. Valores mensuales de las temperaturas máximas y mínimas absolutas.

Mes/Máx.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ene	23.64	27.43	22.42	19.78	25.72	24.85	24.45	20.40	23.60
Feb	20.41	20.32	21.56	21.83	24.81	22.62	21.01	22.00	22.20
Mar	26.45	22.63	25.41	26.44	25.69	25.50	23.86	22.80	24.10
Abr	26.61	26.33	27.61	27.14	26.27	27.54	26.94	26.20	27.90
May	27.92	26.72	26.90	30.23	30.54	26.67	27.92	34.60	28.40
Jun	36.56	33.13	35.44	34.88	33.06	32.35	33.81	32.40	28.80
Jul	35.12	34.80	32.86	34.00	36.52	31.48	39.90	33.50	32.40
Ago	36.56	37.14	32.00	33.50	37.11	38.25	33.73	37.00	36.90
Sep	29.31	31.96	31.30	31.32	29.26	33.42	32.55	33.00	31.50
Oct	28.57	31.10	26.97	30.69	28.14	26.09	29.53	28.50	31.20
Nov	23.54	22.70	25.21	24.85	22.11	23.43	28.63	24.90	24.70
Dic	25.71	22.26	20.78	25.35	25.00	22.53	22.50	24.70	22.60

Mes/Mín.	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ene	0.11	3.96	-1.75	0.72	1.03	3.03	-0.36	0.90	-1.30
Feb	0.20	2.93	0.01	2.30	4.71	4.31	3.92	1.20	4.90
Mar	4.12	0.49	0.14	2.39	5.65	4.10	5.90	0.50	4.60
Abr	6.21	6.68	5.79	8.08	7.78	6.63	7.23	7.21	8.60
May	11.81	9.36	12.44	12.00	11.60	10.94	11.72	9.50	12.00
Jun	17.83	14.64	17.00	12.37	13.58	13.87	16.22	12.70	11.80
Jul	20.83	16.52	18.01	19.84	18.18	16.82	18.03	20.00	18.70
Ago	18.38	20.22	17.65	17.18	15.86	18.62	19.94	17.20	20.50
Sep	14.12	15.39	13.24	14.53	11.22	13.12	13.58	13.70	15.50
Oct	9.51	10.71	12.33	13.16	9.65	6.39	9.81	7.60	9.60
Nov	6.71	3.65	2.57	8.37	1.05	4.23	5.94	3.40	8.50
Dic	3.42	4.28	1.44	3.04	2.74	1.99	0.40	-1.20	4.20

Finalmente no debemos soslayar un proceso de gran preocupación. Este es el notable incremento que la temperatura media anual habría experimentado en estos últimos años (18.20 °C) con respecto a la media o normal histórica (17.1 °C). Una diferencia que nos llevaría a aceptar sin reservas la posibilidad de haber entrado en un cambio climático acelerado y de graves consecuencias para nuestra región. Sin embargo, hemos de mostrar nuestras cautelas ante los registros de la temperatura en marcos tan afectados por la actividad humana. Tal es el resultado del control que desde el año 2005 venimos efectuando entre la estación ubicada en la terraza de la Facultad de Humanas y el nuevo observatorio instalado en el campus exterior de la ciudad universitaria (Figura 4). En este observatorio, la temperatura media anual del cuatrienio 2006-2011 ha sido de 17.44 °C, es decir 0.76 °C más fresca que la media del observatorio de la Facultad con 18.20 °C en ese mismo periodo (Figura 5).



FIGURA 4. Observatorio exterior de la Universitat Jaume I.

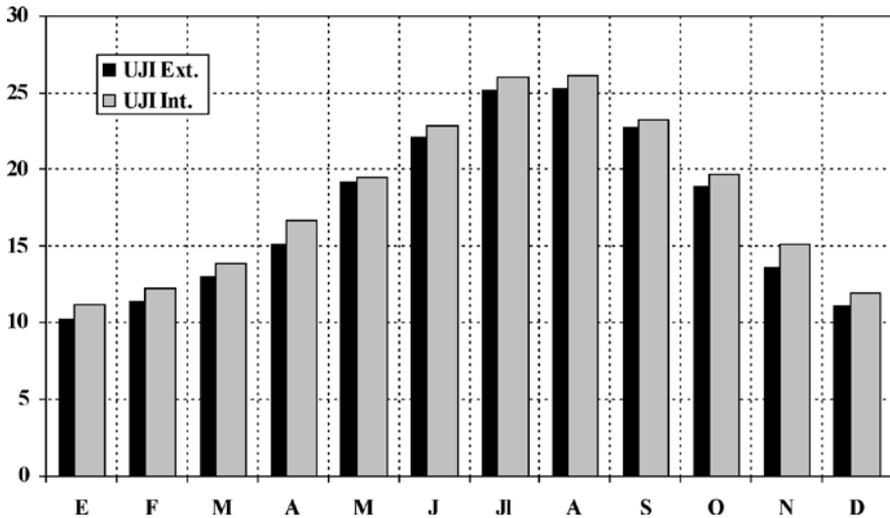


FIGURA 5. Evolución de la temperatura media a lo largo del trienio 2006-2011 en el observatorio de la Facultad de Humanas y en el Observatorio exterior del campus.

4. Las precipitaciones

Han mostrado el típico régimen irregular. Así, frente a un registro máximo de 598 mm en el año 2007, el año 2010 registró un mínimo de 388 mm (Figura 6).

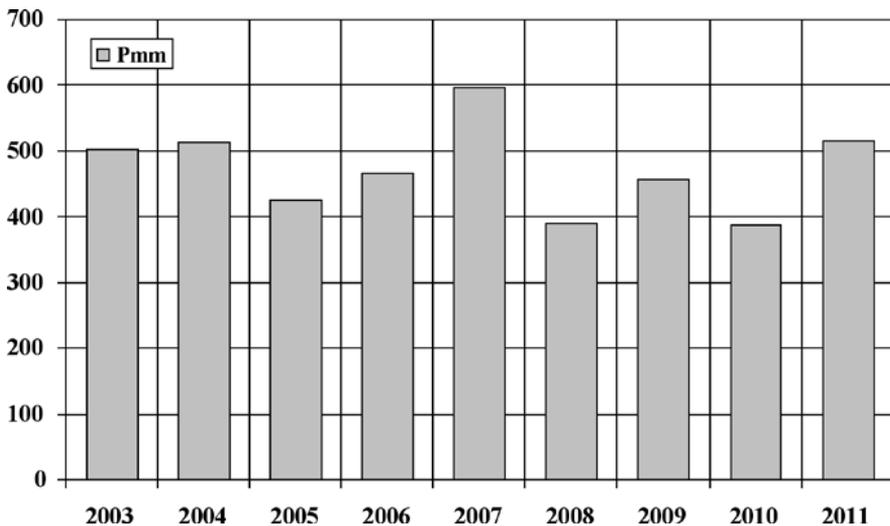


FIGURA 6. Evolución anual de las precipitaciones.

El valor medio anual del período 2003-2011 ha sido de 473.48 mm. Un valor ligeramente superior a los 447 mm de la normal pluviométrica (1941-1974). El régimen anual aparece en la figura 7. El rasgo más acusado es el alto valor de las precipitaciones en los dos máximos situados en los meses de septiembre y mayo frente al normal de octubre, superado incluso por abril y noviembre. En la variable pluviométrica, la brevedad del registro permite que meses de lluvias extraordinarias como los 222 mm del mes de noviembre de 2005, los 225 mm en septiembre del año 2009, los 174.8 mm en abril de 2008, ó los 110.6 y 103.2 en los mayos de 2004 y 2008 queden reflejados en los promedios y dibujen una gráfica con diferencias respecto de las medias históricas.

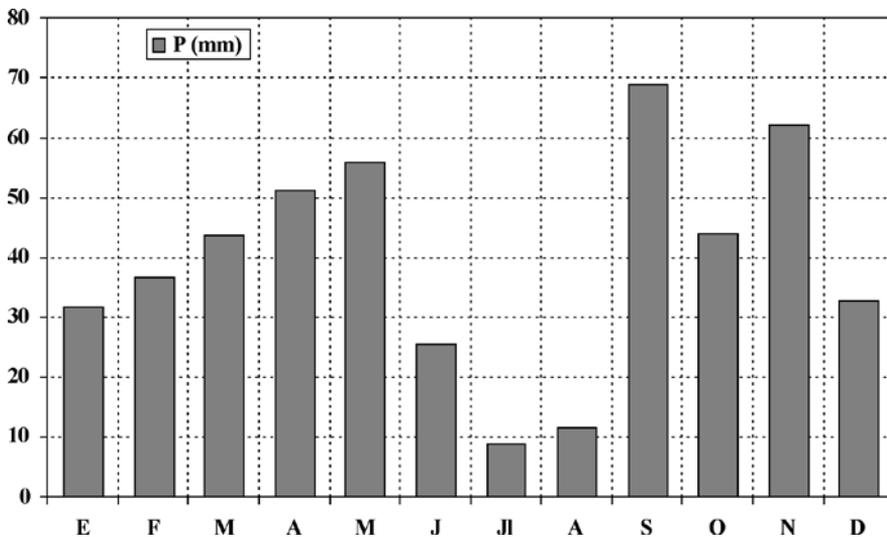


FIGURA 7. Evolución de las precipitaciones medias mensuales.

5. La presión atmosférica

La presión atmosférica ha dado un valor medio anual de 1000.5 mb, reflejando la altura del observatorio 86 m. s. n. m., así como la característica naturaleza depresionaria del Mediterráneo. Ello equivale a una presión de 1011.5 mb a nivel del mar. El régimen anual ha mostrado influencias de la circulación general y de las características térmicas regionales. Así, la curva anual muestra un máximo invernal (diciembre, enero, febrero y marzo), frente a los restantes meses que no alcanzan el valor medio. A lo largo de estos meses los mínimos más acusados sobrevienen en agosto con aire muy cálido y en octubre por la frecuencia de depresiones (Figura 8). El mínimo secundario de abril responde a la desaparición del puente continental de altas presiones que reina sobre el continente europeo y al desplazamiento hacia el norte del Anticiclón de Azores.

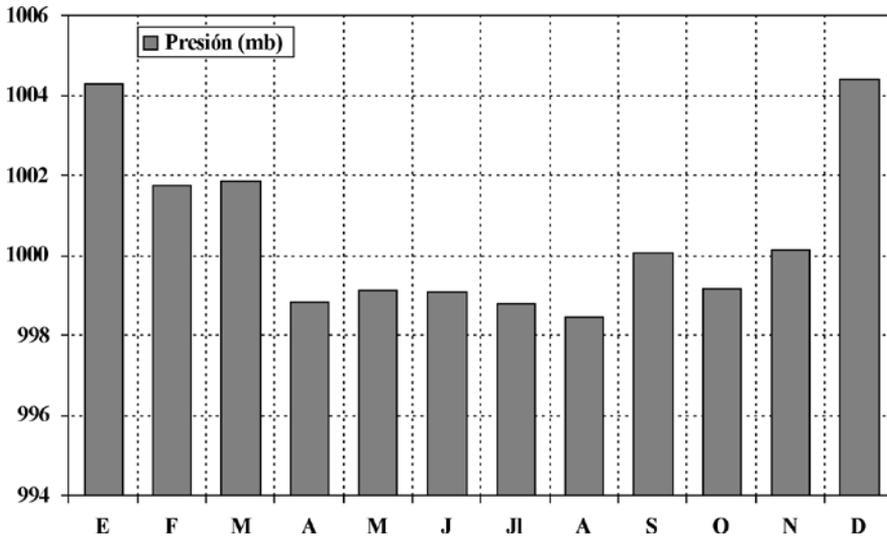


FIGURA 8. Evolución anual de la presión atmosférica.

6. La humedad relativa (HR)

Ha registrado un valor medio anual de 61.7 %. El régimen muestra unos máximos durante el trimestre otoñal, mientras que los valores mínimos se operan en la estación fría invernal (Figura 9).

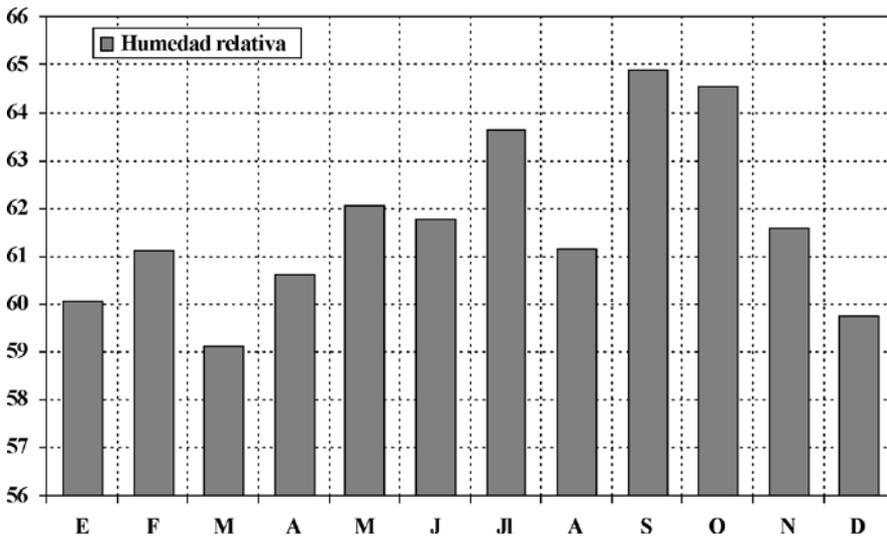


FIGURA 9. Régimen anual de la humedad relativa.

7. La evaporación

Es el elemento clave para el estudio de los recursos acuíferos y de las necesidades de agua, preocupación fundamental de los hidrólogos. En el centro de estas preocupaciones se sitúa la noción de *balance del agua*, cuya concepción cíclica ha sido generalizada por los agrónomos sobre la base del proceso de *evaporación*. Este proceso y su evaluación constituyen una de las magnitudes clave y de mayor incertidumbre en las recientes planificaciones de los recursos hídricos.

El volumen medio anual de agua exigido por la evapotranspiración potencial (ETP), a través de la fórmula de Thornthwaite, asciende a 934 mm, equivalentes a un promedio de 77.83 mm mensuales. El valor anual de esta exigencia evaporativa duplica el de las precipitaciones con 473.48 mm. Ello supone que, en promedio diario, la evapotranspiración potencial es capaz de consumir un valor de 2.36 mm. El régimen anual muestra que los valores máximos se producen durante los meses de verano, junio, julio y agosto, en los que la ETP alcanza promedios de 5.02 mm/día. Los mínimos se operan durante los meses de invierno, de noviembre a enero, con valores de 0.77 mm/día (Figura 10).

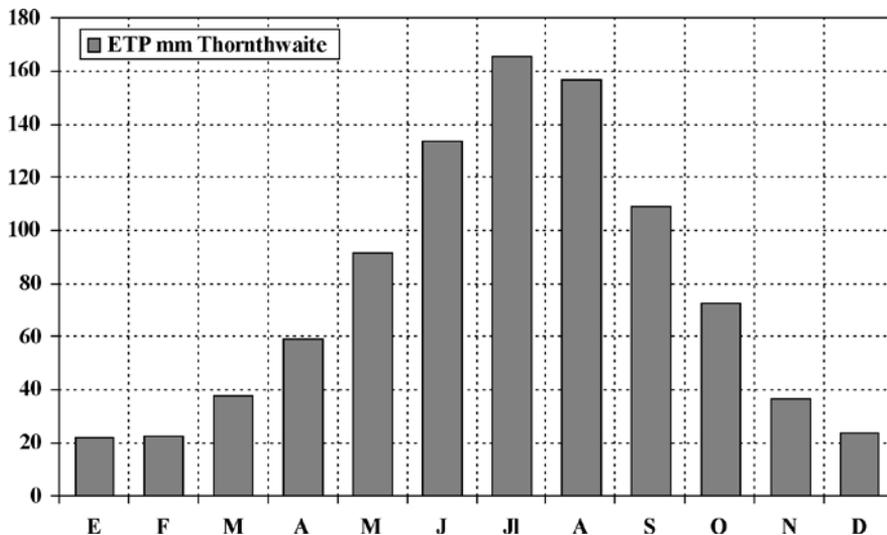


FIGURA 10. Régimen anual de la evapotranspiración potencial (ETP).

8. El régimen de vientos

Uno de los elementos de mayor interés ya que es efecto y causa a la vez de la variabilidad del clima. Sin embargo, a pesar de este trascendental papel climático y de que, desde el siglo XVII, los mapas de

viento constituyen el primer documento meteorológico, todavía existen pocos procesos atmosféricos donde la falta de explicaciones sea tan acusada. Unas incertidumbres que responden, sin duda, a las dificultades de obtener e integrar buenos y suficientes registros de este elemento atmosférico al que su naturaleza vectorial, extraordinariamente mutante en fuerza, frecuencia y dirección, dotan de la mayor complejidad.

Los registros direccionales del campus universitario muestran una completa oscilación anual entre el “levant” y el “ponent”. La causa de este acusado contraste es la complicada orografía regional y especialmente esa línea de contacto tierra-mar que determina el predominio de unas circulaciones aéreas locales y vinculadas a mecanismos de brisas. Los flujos aéreos superficiales de la zona costera del Mediterráneo español, constituyen una circulación cerrada de escala regional. Con gran frecuencia muestran un completo desacuerdo con la cartografía sinóptica de superficie. Tan sólo en condiciones de un fuerte gradiente barométrico superficial, superior a 3 hPa/100 Km, se anulan estas circulaciones cerradas o brisas. En las condiciones atmosféricas habituales, el mecanismo de la brisa se superpone a la circulación sinóptica. El factor clave de esta circulación local viene constituido por el campo térmico de superficie.

La notable diferencia de calor específico entre las superficies marina y terrestre, origina regímenes térmicos muy contrastados sobre las líneas de costa. La gran isotermia del mar determina que su temperatura diaria apenas experimente variación a lo largo de las 24 horas, sólo 0.5 °C. Por el contrario, sobre tierra y al abrigo, las oscilaciones medias diarias alcanzan los 8 °C. Una amplitud que es ampliamente rebasada por los registros sobre el suelo en los que puede alcanzar los 37 °C entre el día y la noche, especialmente en verano con máximas sobre los 50 °C sobre el suelo. Estos notables gradientes térmicos provocan efectos dinámicos de gran importancia y, sin duda, responsables del mecanismo impulsor de las brisas.

Estos mecanismos son los que definen el régimen aéreo registrado en el observatorio universitario. Como consecuencia de ello, las rosas de vientos muestran un acusado contraste estacional. Así, la mayor frecuencia corresponde a los vientos de sector marítimo, del NNE a SE, durante el verano. En cambio las direcciones predominantes son las de poniente, de NNW a WNW durante la estación invernal (Figura 11). Estas rosas muestran asimismo que el régimen de fuerza es de naturaleza débil o moderada. Los vientos de velocidad superior a los 50 Km/h (14 m/s) tan solo representan un 0.03 % de los registros, siendo el 97.23 % inferiores a los 20 Km/h (5.5 m/s). Ello no impide que ocasionalmente puedan soplar vientos huracanados como los registrados el día 8 de marzo de 2007, con 112 Km/h (31 m/s) de racha máxima.

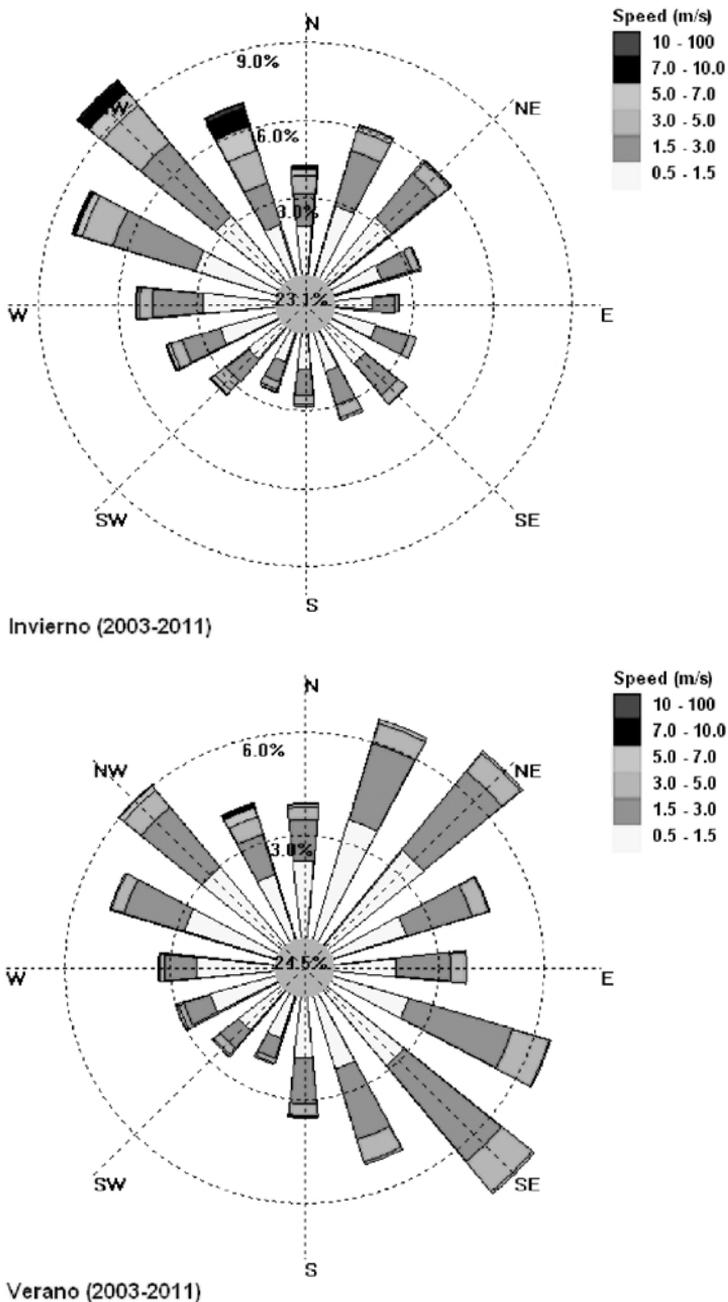


FIGURA 11. Las rosas de vientos (2003-2011) muestran un acusado contraste estacional acorde con el régimen de brisas predominante.

Bibliografía

- IPCC WORKING GROUP I THIRD ASSESSMENT REPORT (2001): Climate Change 2001: The Scientific Basis. Draft version in <http://www.gcrio.org/online.html> 18 pp.
- JONES, P. D., RAPER, S. C. B., AND WIGLEY, T. M. L. (1986): "Southern hemisphere surface air temperature variations: 1851-1984". *Journal of Climate And Applied Meteorology*, 25, 9, pp 1213-1230.
- JONES, P. D., RAPER, S. C. B., BRADLEY, R. S., DIAZ, H. F., KELLY, P. M. AND WIGLEY, T. M. L. (1986): "Northern hemisphere surface air temperature variations: 1851-1984". *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25, 2, pp 161-179.
- KUNOW, P. (1966): El clima de Valencia y Baleares, Institución Alfonso el Magnánimo, Valencia, 239 pp.
- MONTÓN, E. Y QUEREDA, J. (1997): *¿Hacia un cambio climático? La evolución del clima mediterráneo desde el siglo XIX*. Fundación Dávalos Fletcher, 520 pp.
- QUEREDA, J. (1976): *El Clima de la Provincia de Castellón*, Diputación Provincial, 134 pp.
- ROSENSTEIN, A. B. (1911): *Die Temperaturverhältnisse von Mittel und Sudspanien*, *Archiv der Deutschen Seewarte*, XXXIV, Hamburg, p. 317.