EL CAMBIO CLIMÁTICO
Una perspectiva empírica desde las regiones áridas

JOSÉ MANUEL CASTILLO REQUENA

INTRODUCCIÓN

El deterioro medioambiental en general y el cambio climático particularmente han devenido en el crepúsculo de nuestro milenio una temática viva, fundamental, establecida dentro y fuera de la Ciencia con un amplio espectro de posiciones: desde las comprometidas o trágicas, y las casi apocalípticas, hasta las asépticas y teóricas. Es rara, sin embargo, la postura no ya contradictoria sino la inhibitoria, salvo en casos significativos de flagrante defensa de intereses particulares; pero, incluso entonces, la inhibición o negación del problema ha sido con frecuencia parcial, precisamente por responder a intereses concretos. El hecho es que, hoy día, la comunidad científica y la sociedad en general es muy receptiva y favorable a tal temática.

El cambio climático ha generado una abundante información. Pero no ha estado libre de prejuicios como matizo en un estudio reciente que aquí recojo y completo (Castillo 1995). Encuentro en lo que podría considerarse la línea de difusión dominante una predisposición

---

1. La característica *dimensión global* del deterioro medioambiental y, en particular, del cambio climático observado, pasa por tres tipos de planteamientos:

* En primer lugar, está la representación a escala planetaria de la solidaridad del medio natural del planeta. Se significa la repercusión de las alteraciones ambientales de una parte en el todo y del todo en las distintas partes. Esto parece estar presente en la base de numerosos planteamientos políticos.

* En segundo lugar, la universalidad se genera por la voluntad de los mass-media de divulgar estos problemas, en un suficiente número de ocasiones, como cuestiones de índole global, a lo que se añade el alcance planetario de las noticias, gracias al poder de difusión de los medios de comunicación actuales. No es exagerado afirmar la construcción de una «conciencia medioambiental» de la sociedad contemporánea.

* Y, en tercer lugar, la universalidad del planteamiento se apoya en la predisposición a realizar análisis fundados en corpus teóricos de tipo generalista, donde cada disciplina científica adquiere mayor notoriedad según su capacidad de ofrecer leyes generales y descripciones aplicables a todo el planeta. En este contexto, más que en cualquier otro, se puede hablar con propiedad de «clima global» y de «cambio climático global». La Física y la Ecología y, en ellas, la Teoría General de Sistemas, han ostentado un reconocido protagonismo en la intencionalidad de describir, explicar y predecir, discurriendo frecuentemente sus elaboraciones en el marco del análisis a escala planetaria. En este contexto, más que en cualquier otro, se puede hablar con propiedad de «clima global» y de «cambio climático global» como posteriormente veremos al tratar de la Climatología física o teórica.

añadida al análisis bajo dos perspectivas esenciales en el tratamiento de los hechos: su alcance planetario[1] y su consistencia biofísica[2].

Pero, asumiendo los problemas que nuestro tiempo nos depara, creo que en el tratamiento de las preocupaciones medioambientales no sólo caben estas líneas marcadas por la visión global y la referencia biofísica. Pueden completarse ambas con la intención particularizante (regional) y la aproximación geográfica (integral). Por eso, cuando me invitaron a participar en este seminario sobre el agua con la propuesta de analizar *El Cambio Climático desde los datos estadísticos*, naturalmente acepté, gustoso, pero sugerí un título que diese satisfacción a la necesidad de los datos por parte de la organización del seminario (la perspectiva empírica), y respondiese a mi visión como geógrafo del tema (regional e integradora del hombre y del medio), de donde surgió el título de la presente comunicación.

Porque, en primer lugar, el reto debe y puede ser aceptado desde escalas de análisis mayores que permitan particularizar el fenómeno del tan predicado «deterioro medioambiental» en cada territorio. Especialmente en el caso del cambio climático, el panorama dibujado ha sido demasiado genérico. Propongo el tratamiento del tema desde una dimensión regional atenta a la dimensión global. Esto entraña, naturalmente, una aproximación a las metodologías empleadas. La valoración de los diferentes métodos de evaluación del cambio climático será una clave del planteamiento que voy a hacer.

En segundo lugar, la referencia biofísica es insuficiente, parcial; muchos desastres naturales que padece hoy la humanidad dependen de la evolución de la propia sociedad contemporánea; a veces no son cambios relevantes en las manifestaciones naturales del medio físico, tales como la intensificación de desastres naturales conocidos o la aparición de fenómenos de riesgo nuevos. El planteamiento del *clima cambiante* frente al *cambio climático* que voy a hacer procura hacerse eco de esta otra dimensión del problema. La causa de un desastre natural no tiene una sola versión. La perspectiva eminentemente geográfica del análisis (reflexiva sobre la relación integral hombre / medio) será otra clave de mi aportación al tema.

Finalmente, deseo completar mi intención particularizante y geográfica, con unas consideraciones sobre la disponibilidad de datos de observación, imprescindibles para establecer los indicios del cambio climático desde un análisis empírico. Como veremos, atañe a cualquiera de las perspectivas desde las que se aborda el fenómeno.

---

2. La característica *impregnación biofísica* de los fenómenos analizados está ligada frecuentemente a otros tres tipos de plantamientos:

* Ante todo, los hechos estudiados pertenecen al marco del medio biofísico. Se trata de fenómenos objetivos que pueden ser conocidos a través del análisis del medio natural, y pueden ser evaluados de forma absoluta en términos de procesos físicos.

* La condición biofísica de los planteamientos se refiere, en segundo lugar, a la propia acción antrópica. Por lo general, la actividad humana tenida en cuenta es aquella que trasciende al medio ambiente y se plasma en una serie de procesos físico-naturales generalmente dotados de dimensión histórica. Queda así excluida una amplia y esencial faceta de los desastres naturales, la que incumbe exclusivamente a la sociedad.

* Y, en tercer lugar, la condición biofísica se refiere a las propias consecuencias de los fenómenos analizados. Se trata también de procesos naturales: las respuestas del medio natural a una modificación más o menos profunda del sistema. Ello no obsta para resaltar los procesos más trascendentes para el hombre.

CONSIDERACIONES PREVIAS: CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y CLIMATOLOGÍA FÍSICA

El cambio climático no está libre de un problema básico que afecta al estudio del clima en general; la Climatología puede ser considerada, frente a otras disciplinas del medio natural, como una ciencia-método, debido a la consistencia abstracta del hecho climático. Si la Geología tiene ante sí objetos de estudio reales y tangibles como son las rocas, la Botánica las plantas, la Zoología los animales, etc., la Climatología tiene por objeto un hecho abstracto o, mejor, el resultado de un determinado proceso de abstracción que puede ser diferente según el modo, la manera, el método en definitiva empleado en el análisis, y éste a su vez también puede diferir según la finalidad particular a la que se aplica el estudio[3]. Esta particularidad del objeto de estudio, su condición abstracta, me ha inducido a utilizar la denominación de *las climatologías* (Castillo, 1991) y a tenerla en cuenta como condición previa en trabajos concretos.

Efectivamente, el clima no es otra cosa que una recomposición abstracta y necesariamente subjetiva de datos y umbrales establecidos en función de unas necesidades (finalismo). En algunas ocasiones esas necesidades se refieren explícita o implícitamente a objetivos extrínsecos al propio sistema aéreo y en otras se refieren a la atmósfera; también pueden referirse a la globalidad del sistema o a un subsistema muy localizado. Teniendo en cuenta esta condición abstracta, las posibilidades de la elaboración (*las climatologías*) son múltiples y, aunque no es momento ahora de extendernos en ello, sí es oportuno apuntar esquemáticamente que han surgido tres grupos importantes de modalidades de elaboración: la Climatología empírica, la Climatología teórica o física y la Climatología sintética. Ante el tema del cambio climático cada perspectiva de la Climatología ha operado de forma distinta y realiza aportaciones diferentes que vamos a resumir en sucesivos apartados.

Características de la Climatología física en la estimación del C.C. Global

La Climatología física posee, esquemáticamente, dos formulaciones básicas, muy imbricadas entre sí, aunque dirigidas respectivamente a la dimensión vertical y horizontal de

---

3. Por ejemplo se puede definir el clima de Almería como:

-Citrus-Tropical (Ci) / Gossypium-Algodón menos cálido (g) / Subtropical semicálido (Su) / Mediterráneo (me) / mediterráneo semiárido subtropical (Su + me) siguiendo los propósitos agroclimáticos de PAPADAKIS (ELIAS y RUIZ 1.973);

-también se podría definir como estepario cálido (BSh) si aplicamos el finalismo biogeográfico de KöPPEN;

-lo definiríamos como árido (E) / con un régimen seco todo el año (d) / mesotermal tercero (B_3) / y mínima concentración estival de la eficacia térmica (a'), siguiendo los propósitos de la clasificación climática de THORNTHWAITE (LOPEZ y LOPEZ 1.959);

- pero empleando otro tipo de datos es igualmente posible caracterizarlo como un clima con controles primarios de anticiclones cuasiestacionarios y ciclones migratorios (AC) / con influencia superficial de montaña y de pendiente a sotavento (ml) atendiendo a la clasificación climática de LANDSBERG;

- o seco (B) / semiárido de estepa (BS) / tropical-subtropical con altas sub- tropicales, vientos alisios secos y masas Tc predominantes (BSh) según la tipología mixta de TREWARTHA (RILEY & SPOLTON 1.974). Etc.

la atmósfera[4]. Sus resultados son esencialmente explicativos, complejas teorías aproximativas para aplicaciones diversas como la prognosis / control del tiempo o del clima y sugerentemente dinámicos. Así la Climatología física o teórica ha realizado también la contribución prospectiva más decisiva al análisis del cambio climático. Sus aportaciones en esta vertiente han sido y seguro serán esencialmente físico-astronómicas (el clima *físico*), preferentemente generalizadoras (el clima *global*) y establecidas sobre fundamentos teóricos con simulaciones de la atmósfera en laboratorio: desde los recipientes giratorios con líquido sometido a calentamiento diferencial, o los sencillos modelos de dimensión cero, a los más complejos M.C.G.

Un desarrollo vertiginoso y muy complejo el suyo, siendo imprescindible para la comprensión del estado actual de las cuestiones planteadas por esta Climatología realizar algunas precisiones históricas:

1. Ante todo, el impacto de la perspectiva prospectiva y catastrófica en el análisis del clima actual ha obscurecido ante el gran público otras elaboraciones de la Climatología física o teórica anteriores, en especial las dedicadas al análisis de la circulación general, con el estudio de la estructura vertical y horizontal de la atmósfera y del balance de energía, momento cinético y humedad a través de la dinámica atmosférica (y oceánica) que llegan a un momento culminante con la negación de los modelos permanentes de C.A.G. de Rossby (1949).
2. Después, a través de obras con títulos tan expresivos como *Atlas of Heat Balance* de 1955 y *Heat Balance of the Eart's Surface* de 1956, traducida al inglés en 1958 (Hare 1973) con un gran impacto en este contexto que privilegiaba hasta entonces el análisis de los efectos de ese balance, es decir, la dinámica atmosférica y la circulación general, fue Budiko quién, tras los precedentes de Voyeykov a principios de siglo, y los análisis de manchas solares, preparó el terreno para un desvío del punto de atención hacia el balance vertical de energía.
3. Al fin esta rama de los estudios sobre el clima y sus elaboraciones principales (modelos adecuados de C.A.G, planteamiento sistémico del clima global con los balances, etc.) adquirió su actual relevancia, en mi opinión, cuando se injertó con el debate sobre los ciclos glaciales del porvenir inmediato. En el punto de partida del debate está la hipótesis glacial de Milankovitch hacia 1930 y otros trabajos que, basándose en él y en los modernos resultados del análisis pretérito de la criosfera, permite pronosticar el acercamiento de un período glacial. Con este punto de partida, el desarrollo del «debate» se efectuó a partir de la década de los 70 confrontando dos posturas:

La que mantiene la hipótesis teórica-astronómica del enfriamiento del clima del Planeta.

---

4. La Climatología de los balances. Se fundamenta en la teoría general de sistemas y trata los intercambios de energía (calor) y materia (agua y aire) que tienen lugar en el sistema atmosférico, tanto en su relación con el exterior (el substrato terrestre y el espacio extraterrestre) como en las relaciones internas entre sus partes. Puede obtener de este modo una definición explicativa y prospectiva del *estado del sistema* en el sentido de *estado del clima*, entendiendo por clima el *clima físico* y el *clima global*.

La Climatología dinámica. Se fundamenta sobre todo en la termodinámica y en la dinámica de fluidos y trata de establecer la estructura y los mecanismos atmosféricos que resultan de la necesidad de intercambiar en el interior de la envoltura gaseosa de un planeta de superficie diversa e irregular cantidades de calor, momento cinético de rotación y agua desigualmente distribuidas. Puede obtener así una definición dinámica y genética del clima a través de la representación de la estructura atmosférica (esquemas de C.A.G.) y una definición geográfica del clima a través de las variaciones y modificaciones de las facies atmosféricas (las masas), cuyo estado depende de los balances.

La que constata por procedimientos empíricos-estadísticos un progresivo calentamiento reciente.

La hipótesis del enfriamiento llegó a hacer más preocupante la constatación del calentamiento, iniciada a principios del S.XX en el apogeo de la era industrial y de las emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera, interpretadas (sin obviar el análisis basado en los balances de Budiko) como una inversión de la tendencia *natural* del clima global por causas antrópicas, entrando de lleno en la temática del deterioro medioambiental por la explosión contemporánea de la actividad humana, tan propia de nuestro tiempo. Budiko aún contribuyó con publicaciones recientes (1980) como la del expresivo título: *The Earth's Climate; past and future*, dónde hace referencia naturalmente a la implicación del CO_2 en la evolución del clima.

Es cierto que estamos produciendo impactos medioambientales a un ritmo mayor de lo que somos capaces de comprender. Pero, si la tendencia hacia el calentamiento constatada constituye un período cálido natural o es un período cálido artificial, es lo de menos ahora; datos a favor y en contra de una u otra hipótesis se han buscado y esgrimido sin que la cuestión esté ni mucho menos zanjada. En esta polémica, que a mí me parece la de los conejos que discutían si eran galgos o podencos los perros de caza que se les acercaban, ha salido en realidad un gran beneficiado, que ha sido el estudio del sistema climático desde estas perspectivas físicas-teóricas, aunque sea en perjuicio de un conocimiento popular más profundo de las elaboraciones de la Climatología física anteriores al debate actual y que, naturalmente, han continuado desde entonces prestando útiles indispensables como los M.C.G. a los autores que mantienen viva la polémica del futuro catastrófico[5].

Los datos del cambio climático global

La hipótesis teórica-astronómica del enfriamiento del clima del Planeta se llevó a cabo a través de diversos estudios sobre la extensión de la criosfera durante los últimos períodos cuaternarios, verbigracia el basado en la relación del O_{18} / O_{16} en series sedimentarias marinas de conchas de foraminíferos. Tal y como recoge Lamb (1969) denotó la existencia de ciclos de 100.000 años aproximadamente con una estructura particular; destaca la ocurrencia de una reducción drástica de la criosfera, interpretada como un salto térmico de signo positivo al comienzo de cada ciclo y, tras él, sucesivas oscilaciones tendentes a un mínimo que significa el apogeo de la glaciación[6]. Con mirada retrospectiva, los datos nos sitúan actualmente en la

---

5. El protagonismo científico y la relevancia social de esta rama de la Climatología contemporánea y del debate actual que la sustenta, ha llegado a calar hondo en España, aunque con cierto retraso, igual que en el caso de la Climatología empírica, como se pone de manifiesto en la temática propuesta para las XX Jornadas de la A.M.E.: *Cambio Climático y Medio Ambiente*, celebradas en San Sebastián el pasado 1989, punto culminante de diversas incursiones previas apoyadas en trabajos propios y ajenos.

6. El ciclo se inicia, a tenor de las disminuciones globales de hielo, con un calentamiento bastante rápido mantenido durante sólo 10.000 ó 15.000 años. La denominación de «salto» es la más adecuada a la observación de los hechos.

El ciclo evoluciona con sucesivas oscilaciones de menor amplitud que tienden al enfriamiento, es decir, al aumento de los indlansis y a la formalización del período glacial.

En el enfriamiento oscilatorio proseguido durante los cien mil años aproximadamente se llega a un mínimo, tras el cual ocurre de nuevo el salto cálido, entrando en el período interglacial consiguiente.

salida del óptimo cálido. El salto cálido ocurrió hace 10.000 ó 15.000 años y sólo se ha visto interrumpido profundamente por las anomalías del Dryas. La tendencia debería ser hacia el enfriamiento aunque, no lo olvidemos, con oscilaciones.

Pasando a una escala cronológica más detallada y reciente, los análisis apoyados en la dendocronología y el análisis de polen (Barry & Chorley 1972) ofrecen el panorama Neotermal que atravesamos aún. Hay sin embargo diferentes etapas entre las que destaca la Pequeña Edad de Hielo que nos sitúa justo en la antesala del actual período cálido[7].

La salida de la Pequeña Edad de Hielo se realiza en el S. XIX y XX, con un aumento de temperaturas, a pesar de las oscilaciones, que parecen abocar a un período cálido, al parecer, inconcluso. Los diferentes análisis globales recientes, basados ya en datos directos y simulaciones teóricas, describen el calentamiento actual[8]. Estos datos constituyen el núcleo central del debate sobre el calentamiento global:

¿Estaremos ante un nuevo salto térmico? La naturaleza parece evolucionar de modo cuántico, entonces ¿la actividad humana está induciendo un desvío sustancial de la tendencia observada en otros ciclos anteriores? Preguntas preocupantes sin duda que, combinadas con la ocurrencia de las graves sequías recientes, dan pábulo al planteamiento de los efectos desastrosos del cambio climático, y han coadyuvado a la confirmación, junto a otros aspectos, del deterioro medioambiental. Se ha conectado a través del aspecto más divulgativo de la Climatología física (el futuro de nuestro clima), las aportaciones de esta rama de la Climatología con las de la Climatología empírica.

Sin embargo hay un hecho fundamental en la interpretación de la evolución reciente: los datos directos con los que se contrastan los resultados de las simulaciones teóricas de la evolución pasada y la proyección del clima global están básicamente compuestos por una red de observatorios que se inicia como tal hacia 1860 (Castillo 1991). La dimensión del calentamiento contemporáneo queda sujeta sin duda a este constreñimiento evidente en las publicaciones alineadas en la perspectiva catastrofista, preñadas de gráficos de evolución cuya fecha de inicio real suele coincidir con la creación de la red meteorológica instada por Leverrier.

---

7. Tras la crisis fría de los años 9000-8000 a.c., el final del Pleistoceno y el inicio del Holoceno, entramos en una fase de recuperación térmica (Preboreal y Boreal) durante la cual se desarrolla toda la Cultura Neolítica.

Entre el 5000 y el 3000 a.c. se alcanza un *optimum climaticum* (Atlántico) con temperaturas superiores a las actuales. La radiación solar, hace 10000 años sería un 8% mayor en verano y menor en invierno sobre el Hemisferio N (Glantz 1.987 p.50).

Se produce un descenso a partir del año 3000 a.c. (Subboreal) prolongado hasta el 500 a.c.

En los comienzos de la Edad Media (1000-1250 d.c.) se advierte otro período cálido, aunque parece no alcanzar los valores postneolíticos. En esta época se coloniza Groenlandia y se le da su nombre (Tierra Verde).

En la Edad Media y Moderna (1450 a 1700 y en 1550 a 1800, según los lugares) ocurrieron unos marcados inviernos a los que se les da el nombre de Pequeña Edad de Hielo.

8. En las fases coinciden diversos autores (AA.VV. 1991 y Font 1991):

Oscilaciones que concluyen con un caldeamiento, tras la fría década de 1.880, a finales del S. XIX.

Leve enfriamiento a principios del S. XX que concluye con un ascenso ininterrumpido hasta la década de los años 40.

Remite el calentamiento e incluso se llega al enfriamiento moderado hacia 1.970, aunque las temperaturas son notablemente superiores a las de los baches fríos anteriores.

Disparo del aumento térmico desde los años 70 hasta finalizar la década de los 80, llegando a máximos inéditos a finales de esta década en diversos puntos del planeta.

Habida cuenta la importancia de esta constatación, creo oportuno abrir ahora en el apartado próximo un comentario sobre la disponibilidad de datos de observación en general y particularmente en el sureste ibérico. Ello permite enlazar con la Climatología empírica y el estudio regional del cambio climático en un espacio de la aridez como el nuestro.

LA CLIMATOLOGÍA EMPÍRICA: OSCILACIÓN FRENTE A TENDENCIA

La Climatología empírica se ha sumado al estudio del cambio climático. Sus dos vertientes más destacadas[9] se han basado tradicionalmente en los datos del tiempo recogidos por la red de observatorios meteorológicos; tratan el clima en relación con otros hechos del medio natural en una exposición cronológica y / o corológica del mismo necesariamente retrospectiva; sus resultados son esencialmente descriptivos, sencillos de manejar para exposiciones temporales y/o espaciales amplias y sugerentemente estables. El futuro de sus elaboraciones, matrimoniado con las anteriores, tiene un horizonte ancho y, sin duda, apetecible; en particular potenciará la comunicación entre especialistas diversos y entre los científicos y el gran público.

Sus aportaciones prospectivas son sin embargo diferentes: ante todo, eminentemente estadísticas (tendencias); son además generalmente regionales o locales; y, como ya he dicho, se fundamentan en constataciones retrospectivas.

La bondad del método empírico radica, sin duda, en varias tareas fundamentales, sea cual sea el fenómeno estudiado:

La primera es la propia observación. Las observaciones pueden ser de muchos tipos, desde las efectuadas en garita meteorológica, directas, hasta la búsqueda de testigos, naturales o no, de las circunstancias climáticas de un espacio en un momento dado, indirectas[10].

Segunda, el correcto tratamiento estadístico de las series. Se realiza empleando diferentes técnicas, según el dato climático buscado. Sería injusto negar la existencia de varios procedimientos estadísticos, desde casi los comienzos de la observación organizada del tiempo; pero

---

9. Sus dos formulaciones básicas son:

La Climatología clásica. Procede esencialmente con una elaboración estadística y separativa tras la cual realiza una recomposición del clima a través de índices, umbrales y diagramas de Venn. Probablemente sirva de ejemplo a este proceder finalista la Bioclimatología.

La Climatología comprehensiva. Se alimenta de unas fuentes similares, aunque con la diferencia de tratar las variables climáticas sintéticamente antes de proceder a su análisis estadístico.

10. Las primeras se efectúan bajo unas normas, internacionalmente admitidas, referentes a las características del instrumental de observación, su ubicación, la temporización de la observación, etc. A estas condiciones elementales e imprescindibles se deben añadir otras dos condiciones deseables:

-la permanencia de las observaciones en similares circunstancias durante un lapso de tiempo suficiente, y

-la distribución de observaciones en suficientes puntos como para formar una red adecuada a las características geográficas de una región.

Desde las proyecciones estadísticas de valores esperados (p.ej.períodos de retorno) a las que la informática ha prestado recientemente una ayuda indispensable, hasta el nivel más elemental del análisis consistente en realizar comparaciones entre normales climatológicas.

hay dos parámetros que han preocupado más: uno expresivo de la variabilidad, la frecuencia, y otro referente a las características más estables, la media[11].

Tercera, el adecuado tratamiento gráfico. La síntesis final se resuelve con procedimientos diversos. Destaca, en el aspecto corológico, la confección de mapas de isolíneas de valores climáticos generalmente normalizados. Ante el tema del cambio climático, se imponen cada vez más los diagramas de evolución anual con la inclusión de los valores normalizados[12].

---

11. Para la expresión del primero se han dado normas, en especial referidas al número de años necesarios para obtener distribuciones de frecuencia estables:

ELEMENTO	ISLAS		COSTAS		LLANURAS		MONTAÑAS	
CLIMÁTICO	ET	T	ET	T	ET	T	ET	T
Temperatura	10	5	15	8	15	10	25	15
Humedad	3	1	6	2	5	3	10	6
Nubosidad	4	2	4	3	8	4	12	6
Visibilidad	5	3	5	3	5	4	8	6
Precipitación	25	30	30	40	40	40	50	50

(Según Landsberg y Jacobs 1951. Ver Peinado 1985)

Para el segundo, se han adoptado acuerdos internacionales, como los de la Conferencia de Varsovia en 1935, que definen las «normales climatológicas» como períodos comparables y suficientemente prolongados como para asegurar una «estabilidad» en cuanto a la variación interanual: promedios de 30 años establecidos a partir de 1901-1930.

Así, Lautensach llevó a cabo en una obra más general (1951) un estudio en España sobre la variación de las precipitaciones que aplica a 89 estaciones de la Península Ibérica aprovechando los datos de 1961-1990 de Semmelhack, tras recoger los resultados del estudio de Knoch (1947/8) sobre la variación de las medias de temperatura y de precipitación entre el período 1901-30 y períodos anteriores.

Éste es probablemente el primer estudio de corte general aplicado a España incardinado en una corriente internacional de análisis de cambios climáticos, fundamentado en las «normales». También son clásicos ya los estudios de J.Mª.L. respecto a la evolución de variables climáticas y manchas solares.

El valor de la media de treinta años reside en la posibilidad de comparar períodos considerados como estables en cuanto a variaciones interanuales, aunque recientemente un meteorólogo español no ha aceptado o quizás no ha comprendido el valor de estos datos (normales) al expresar que la «...tendencia a dar por sentado que, al menos para el próximo futuro, no había por qué preocuparse demasiado por posibles cambios en el clima. Esta tendencia tenía cierto fundamento ya que las primeras series largas de observaciones meteorológicas mediante instrumentos mostraban cómo, en muchos países de latitudes medias, el clima que tuvieron a finales del siglo pasado y principio del actual difería muy poco del que reinaba unos cien años antes, cuando se iniciaron dichas observaciones. Ante esta realidad los usuarios de las correspondientes estadísticas climáticas las han venido utilizando tranquilamente, sin pensar que su plazo de validez podía resultar mucho más corto del previsto. Pero, aparentemente la crisis climática ha puesto punto final a esta tranquilidad. El cómodo supuesto de que tales estadísticas, elaboradas a base de series de datos obtenidos durante períodos de tiempo prefijados, normalmente de 30 años, podían tomarse como representativas de las que pudieran corresponder a períodos futuros de análoga duración, ha quedado en entredicho , sobre todo en lo que concierne a datos de precipitación y muy especialmente a los 'períodos de retorno' de los valores extremos...» (Font 1989 p.17).

Las palabras, pronunciadas durante las XX Jornadas de la A.M.E. sobre *Cambio climático y medio ambiente*, manifiestan el interés por los nuevos análisis estadísticos. Creo que olvidan, sin embargo, que el análisis de normales no sólo se ha establecido para la fijación de caracteres climáticos estables sino, como en el caso de su predecesor alemán, también para aportar datos diferentes a la variación interanual sobre el cambio climático, aunque tal vez no con el sentido medioambiental y global que lo entendemos hoy.

12. También en este apartado de la elaboración se han dado normas. Es en la resolución cartográfica donde se han difundido las soluciones más clásicas, admitidas por el común de los científicos e interesados. Se trata de las interpolaciones y las extrapolaciones empleadas para el trazado de aquellas isolíneas elegidas independientemente de los propios valores de las series. Asimismo está la tarea de homogeneización de las series. Estas elaboraciones se llevan a cabo en el *Atlas Climático Mundial de la O.M.M.*, aún inconcluso.

Las tres tareas: observación, tratamiento estadístico y síntesis gráfica, las he enumerado en orden de importancia con arreglo al establecimiento de unos buenos resultados con este método.

En la faceta temporal se debe destacar que las observaciones científicas en la península se inician a finales del S.XVIII. De acuerdo con las recomendaciones oficiales (Varsovia 1935), podrían reunirse hoy hasta 7 períodos de 30 años (entre 1781 y 1990) de observaciones pluviométricas. Pero los acontecimientos diversos sucedidos desde entonces han reducido lamentablemente las series: bien por la interrupción o por la escasa fiabilidad de ciertos años (períodos bélicos, p.ej.), bien por la pérdida de las anotaciones de las observaciones realizadas.

En el otro aspecto, el de la diversidad espacial, el intento de constituir una red de estaciones data del Real Decreto de 5-III-1.860 en el que se encomienda a la Junta General de Estadística del Reino la creación, dotación de intrumentos, el plan de trabajo y de transmisión de datos, así como el nombramiento de encargados (catedráticos, ingenieros y auxiliares) en 22 estaciones[13]. Este comienzo oficial de la Meteorología en España es inmediato al éxito del trabajo de Leverrier antes referido y a los primeros ensayos de *telegramas del tiempo*. Sin embargo, los medios puestos a tal propósito eran raquíticos y, algunas voluntades también[14]. Al cabo de 25 años se dispone en la España peninsular de un total de 63 estaciones. La necesaria creación de una red pluviométrica no se afronta hasta 1911. La tarea recae en el reciente Observatorio Central Meteorológico que sustituye en 1910 al Instituto Central Meteorológico. Pero sólo tras la Guerra Civil, en las décadas de los años 50 y 60 principalmente, la red nacional alcanza una densidad apreciable (Lautensach 1951). La cantidad, sin embargo, no es índice de calidad: la red aumenta por la instalación *ex nuovo* de numerosos observatorios, sin tener como prioridad previa la conservación de los observatorios ya existentes. Las deficiencias consiguientes son dos:

Hay un número relativamente alto de observatorios instalados en 1911, cuyo valor no es preciso comentar, que se dan de baja o que reanudan ahora las observaciones, pero las interrumpen, sin alcanzar en el período normal último los 30 años completos.

Existen numerosos observatorios con lagunas importantes, afectando en muchos casos a años de especial interés. Casi el 100 % de los observatorios de algunas provincias se ven afectados por esta irregularidad. La gravedad de este hecho se hace manifiesta en los estudios rigurosos existentes.

La irregularidad y las anomalías observadas pueden continuar pues se trata de un problema estructural y de organización. Subsisten en los años actuales y empezaron ya antes. El au-

---

13. Albacete, Alicante, Almadén, Badajoz, Barcelona, Bilbao, Burgos, Ciudad Real, Cuenca, Granada, Huesca, Murcia, Oviedo, Palma, Ríotinto, Salamanca, Santiago, Soria, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza. A éstas 22 se suman las ya existentes de Madrid y San Fernando (S.M.N. 1961).

14. «...Para atender a los gastos que las relaciones científicas con las Estaciones Meteorológicas de las Provincias ocasionan al Observatorio de Madrid,-de impresión de hojas para el registro mensual, impresión de libros como el presente, y entretenimiento en buen estado de servicio del material de observación,- con dificultad disponemos de 5000 pesetas anuales: cantidad que ciertamente nadie tildará de excesiva. Gracias que de los fondos destinados al material de Universidades é Institutos, y de los demás Establecimientos de carácter oficial, donde las Estaciones radican, suelen aplicar los ilustrados Jefes de los mismos otras pequeñas cantidades al arreglo y entretenimiento de los locales donde los intrumentos se encuentran instalados, y aun a la adquisión de los intrumentos de trabajo más precisos: pues, de lo contrario, sería de todo punto imposible evitar que por completo se desorganizase y quedase abandonado el servicio meteorológico, a tanta cosa y tras de afanes tan prolijos contituído. Aun así no son pequeños los apuros en que el Observatorio se ve para satisfacer las justas y apremiantes exigencias de las Estaciones de las provincias...». Estas palabras se escriben (Merino 1889 pp.XI-XII) en una publicación del órgano encargado de tal tarea: el Observatorio de Madrid que era observatorio Astronómico y Meteorológico.

mento de la red generalmente consigue enmascarar estos problemas de fondo en su funcionamiento. El método empírico cuenta, por tanto, en su primer paso: la observación meteorológica, con una base endeble. Pero es en los trabajos subsiguientes de tratamiento estadístico y de síntesis gráfica, donde más se han expresado las críticas[15].

En Almería, y en el Sureste, la base del procedimiento empírico es especialmente débil:

Primero, porque en el S. XIX, aparte de una estación privada cuyos datos, por irregulares, no pueden utilizarse para la determinación de normales, Almería no registra regularmente observaciones; entre las numerosas estaciones instaladas oficialmente en el S. XIX, Almería no contó. Debemos esperar a septiembre de 1908 para disponer de datos, al principio con ciertas lagunas que suplo mediante los procedimientos habituales empleando el observatorio próximo de Murcia. La fecha de inicio es tan reciente que casi alcanza el año en que se tomó la decisión de establecer una red pluviométrica nacional.

Segundo, porque los pluviómetros establecidos a partir de 1911 tardan en instalarse en la mayoría de los casos algunos años, su número total es mínimo en relación a lo accidentado de nuestro relieve y también funcionan muy irregularmente, terminando sus observaciones mucho antes de 1940[16].

---

15. En 1889 ya M.Merino, encargado principal de recoger, resumir y publicar las observaciones meteorológicas de las provincias comentaba lo penoso de la composición de la obra con la ineludible obligación de valerse de unos datos «...datos recibidos de las provincias, no todos acopiados con el mismo esmero, ni merecedores, sin revisión, de igual confianza...» (Merino 1889 p. XIV).

Más radicales y recientes son los comentarios de Lautensach en su obra de 1951 sobre el período 1906-1925 (pp. 6-8): «...sólo las estaciones completas funcionan con personal idóneo; los otros dos tipos están a cargo de, digamos, observadores honoríficos o que reciben un pequeño sueldo a cambio (...) Durante la Guerra Civil resultó destruida la red de observatorios en un 55 %. Estos aparecen aún muy desigualmente repartidos (...) Es notoria la falta de estaciones de montaña (...) Las series de observación se rompían después de muchos meses...»; y, después, comenta una anécdota: «...ya conocía un caso en el que el hijo de un observador (honorífico) a veces, después de una lluvia copiosa, echaba él por su cuenta algo más, pensé que el caso del faro podía haberse dado una jugarreta parecida...» y concluye: «...Todas las consideraciones anteriores nos aconsejan mirar los datos españoles con un continuo sentido crítico...».

En otras obras cartográficas de la utilidad y seriedad de la de Huerta (1984), se reconoce que se han utilizado «...datos de 2198 estaciones, gran parte de ellos con un registro superior a 20 años, en el período 1931-1961, rellenándose las lagunas por homogeneización con otra estación de la misma zona en que el registro era completo...» (p.5).

16. Los pluviómetros instalados en Almería, Granada y Murcia a instancias del intento de 1911 de crear una red nacional, y las fechas de inicio y teminación de los registros anuales completos hasta 1940 son:

Almería 1909-40	Murcia Inst 1865-40	Granada U 1860-40
Alborán I/Fº 1913-29	Alhama 1911-26	Alfaguara 1913-32
Bacares..... 1912-26	Alquerías 1911-24	Almuñécar 1917-28
El Gabar 1911-26	Casa Bolos 1912-24	Cádiar 1916-29
Gallardos 1919-33	Casa Iglesias 1911-26	Loja 1918-32
Garrucha Fº 1912-29	Ctllo.Galeras 1915-26	Manzanil 1912-25
Cbo.Gata 1911-29	Ceheguín 1911-26	Montefrío 1919-32
Lubrín 1919-33	Huerta.Espuña 1911-26	Motril 1918-32
Srra.María 1911-26	La Calera 1911-24	Nigüellas 1913-32
Ohanes 1915-29	La Carrasca 1911-24	Orgiva 1918-29
	Las Labores 1911-25	Cbo. Scrtif 1911-29
	Mortí 1914-26	Ugíjar 1918-32
	Cbo.Palos 1911-24	
	Cbo.Tiñoso 1911-27	
	Totana 1911-25	

(Fuente: elab. propia a partir de González Quijano 1946 Apéndice)

Tercero, porque la red renovada tras la Guerra Civil, imprescindible para el último período normal (1961-1990), cuenta en Granada y en Almería con muy pocos registros regulares, en la mayoría de los casos son más los años con lagunas que los completos. Las deficiencias se hacen en numerosos casos más importantes en las fechas más recientes, con lo que de interés tienen estos años para la Provincia.

Finalmente, igual que en numerosas estaciones completas nacionales, ha habido otra circunstancia añadida, aunque resulta un problema menor: el traslado del lugar, en el caso de Almería desde la capital al aeropuerto. En ciertos casos esta circunstancia ha sido favorable, cuando el crecimiento de las ciudades hacían del lugar antiguo un lugar poco apropiado.

Los datos de la evolución en Almería y otras escalas regionales.

Los grandes rasgos de la evolución reciente del clima en Almería, los recojo de una publicación anterior (Castillo, 1995). Aquellos que fundamento en la comparación de normales climatológicas internacionalmente establecidas pueden establecerse desde 1991, pues sólo tras esta fecha disponemos de más de un período para establecer parangones[17]. La confrontación de los períodos 1931-1960 y 1961-1990 parece confirmar en Almería la ocurrencia de una serie de anomalías observadas en otros lugares del planeta.

1. Se confirma el aumento reciente de temperaturas. Es un hecho preocupante porque este fenómeno se manifiesta en el ciclo hidrológico a través de un aumento de la evaporación potencial.
2. Es notable también la disminución de las precipitaciones, exiguas de por sí en el sureste ibérico. Y, con esta disminución, los riesgos de sequías, convertidos en catástrofes en otras regiones y países, no han sido, ni mucho menos, desconocidas aquí.
3. Asistimos además a un período entre 1961 y 1990 muy irregular, con contrastes internos más violentos que en el período anterior de 1931-1960[18].

Junto a estos parámetros generalizadores tenemos la constatación de acontecimientos desvelada al realizar un análisis detallado año por año. Así, en relación a todas las series de registros que hemos encontrado, los datos de 1961 hasta 1990 se han significado por mostrar:

---

17. Síntesis comparativa de las normales climatológicas en Almería:

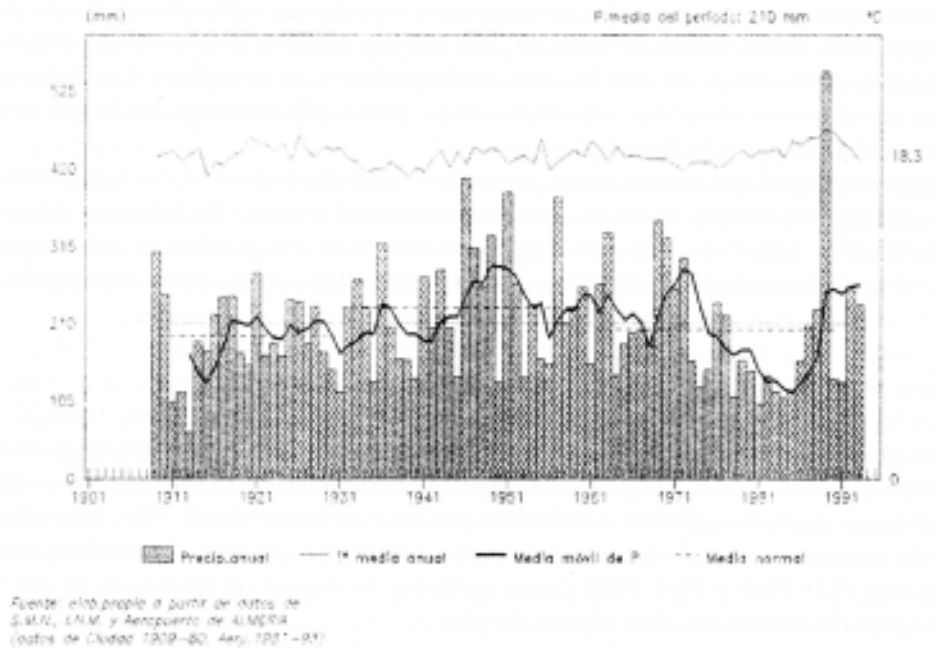
	Temperatura anual	Precipitación anual
I...Período 1871-1900	series muy incompletas	
II..Período 1901-30	series incompletas	
III.Período 1931-60	18'0º C.	230'7 mm.
IV..Período 1961-90	18'4º C.	202'0 mm.
V...Dif. normales (III-IV)	0'4º C	-28'7 mm.
VI..% de var.(V.100 / IV)	2'2 %	12'4 %

(Fuente: elab. propia a partir de datos del SMN,INM y Arpto.Almería)

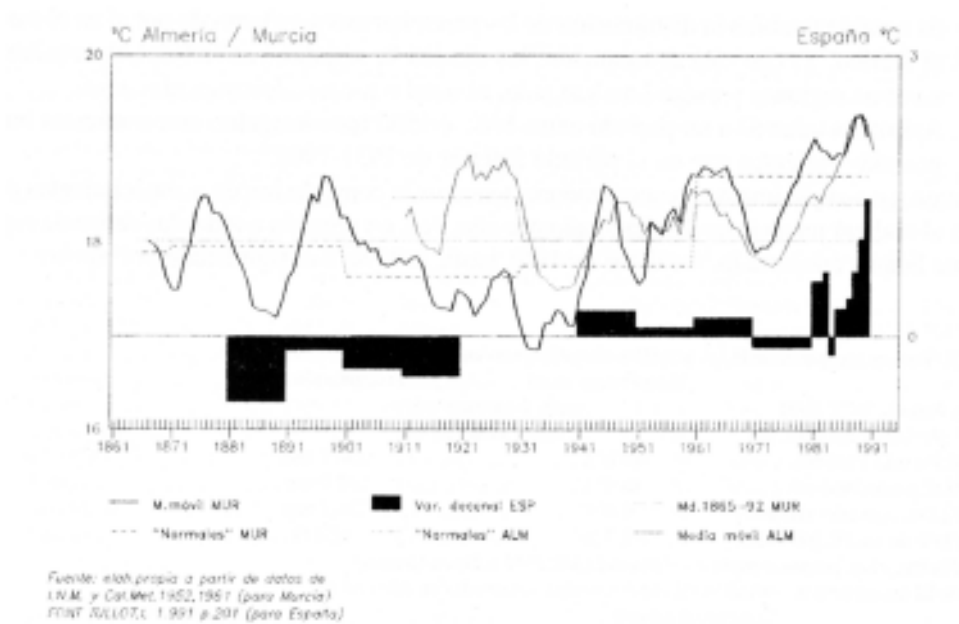
18. El coecifiente de variación (%) en los períodos normales en Almería es:

	Temperatura anual	Precipitación anual
I...Período 1.931-60.....	2'8 %	34'9 %
II..Período 1.961-90.....	3'1 %	47'0 %

(Fuente: elab. propia; datos de SMN,INM y Arpto.Almería)(CV = 100 S / $\bar{X}$)



Evolución de la precipitación anual (Media anual, movil y normal) Almería 1909/1993



Evolución de las temperaturas medias. Almería 1909-93, Murcia 1865-1992, España 1881-1991

1. La sucesión de años secos ($p_i < \bar{p}$) más prolongada (10 años: 1978-87).
2. El segundo año más seco de todos (1981: 101'8 mm).
3. Una sucesión de años húmedos ($p_i > \bar{p}$) no superada, aunque sí igualada (4 años: 1969-72).
4. El año más lluvioso (1989: 551'8 mm), y, además, el único caso en que pi > 24.ti (equivalente anual a la definición clásica de mes seco).
5. El año más cálido (1990: 19'7º C).
6. El verano (Jl+Ag+Sp) más caluroso (1990: 27'6º C).
7. El segundo invierno (En+Fb) más cálido (1979: 14'0º C).

Siete acontecimientos importantes de los cuales seis los hemos sufrido en la última década. No es de extrañar, pues, la preocupación y la incertidumbre social reciente ante la eventualidad de los parámetros climáticos. Sin embargo se ha olvidado que el período incompleto de 1900-1931, ya lejano y poco estudiado, comprende suficientes datos como para mostrar que la variabilidad del clima no es un rasgo exclusivo de los últimos 15 años. Podría volver a enumerar récords, pero basta con recordar su carácter cálido: 18'5º C (aún encontrándonos el año más frío jamás registrado), y marcadamente seco, con sólo 192'7 mm de promedio (resaltando el año durante en el cual sólo se recogió una cuarta parte de la precipitación normal).

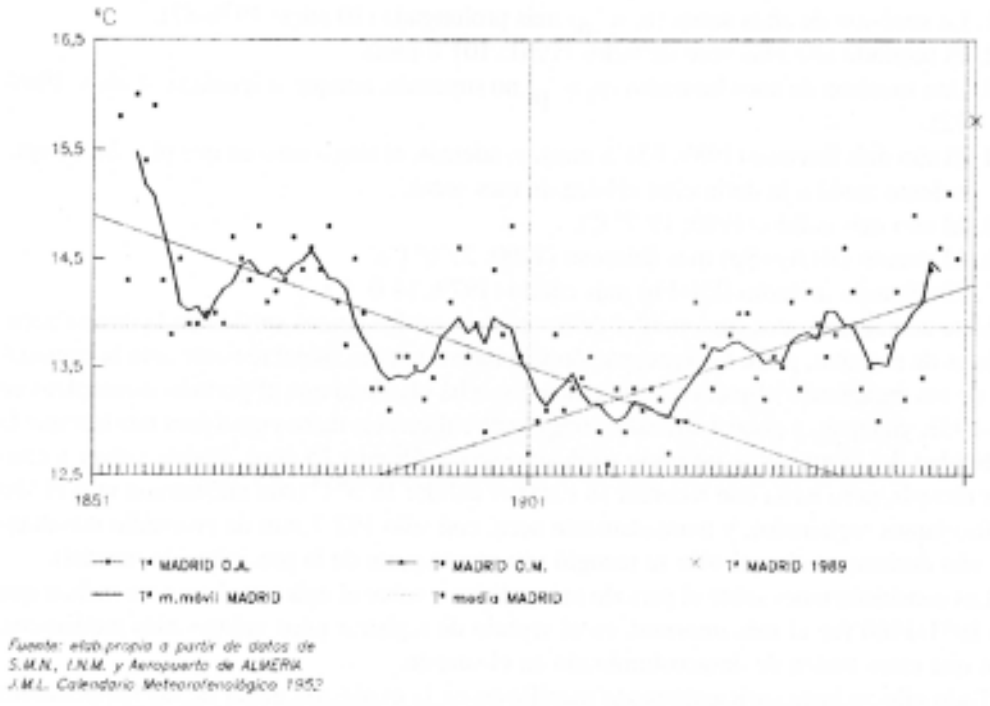
Las consideraciones sobre el período más antiguo y sobre el más actual parecen indicar que el de 1931-1960 fué el más *anormal*, en el sentido de registrar unos valores más moderados, por lo que estos tienen de desacostumbrado en el sureste.

Todo ello se hace suficientemente manifiesto en la evolución anual de las temperaturas medias y las precipitaciones en Almería. Pero, la cortedad de la serie de observaciones nos priva de otras conclusiones que vamos a intentar desvelar a través de los registros efectuados en estaciones más antiguas. En concreto, interesa ahora cotejar los datos de Almería, con los de otros puntos de España, y éstos a su vez con los ofrecidos por diferentes autores respecto al hipotético cambio global, al objeto de valorar comparativamente los resultados.

A. Las temperaturas medias anuales en el sureste y en España.

En relación a las temperaturas medias anuales encontramos tres hechos:

1. El ascenso térmico evidente desde finales del S.XIX hasta 1.990, aunque con oscilaciones (el aumento global neto hallado en los últimos 100 años varía entre 0'3º y 0'8º C, según White, 1990; para el caso de España, la diferencia entre las décadas de los 80 del anterior y del presente siglo llega a 0'7º C según Font, 1990).
2. En las oscilaciones comprobadas a escala global y peninsular, las fases de receso del calentamiento del S.XX coinciden aproximadamente. Una es la de principios de siglo y otra la que va *grosso modo* desde la década de los 40 hasta mediados los 70.
3. Las fases de mayor recalentamiento son la de final del pasado siglo; otra se prolonga desde los años 10 hasta los 40; y la que va desde mediados los 70 hasta 1990. Especialmente en Almería se observa la segunda. Las otras dos están más generalizadas en España, especialmente la última que merece la denominación de espectacular por cómo y cuánto se ha tratado (en otros



El gran ciclo térmico. Madrid: 1851-1900 y 1901-1950

países el tratamiento ha sido similar, vervigracia EE.UU., donde han sufrido en los años ochenta la temperatura media mayor registrada, según White, 1990).

Sin embargo, el fenómeno del calentamiento se percibe en España si tratamos con datos posteriores a 1860, cuando Leverrier animó a la creación de una red meteorológica internacional.

La referencia a esta fecha clave es especialmente oportuna tratándose del solar ibérico pues al recomponer la serie 50 años antes y después de 1900 en el observatorio del que disponemos de datos: Madrid, observamos que, en realidad, no se trata de un prolongado calentamiento, una tendencia, sino de una oscilación secular.

Probablemente, si indagásemos en períodos anteriores encontraríamos más frío, pero ya porque nos situamos en la Pequeña Edad de Hielo. La oscilación secular antes referida (1850-1950) se ubica por tanto en la rama ascendente que representa la salida de ese período frío medieval-moderno descubierto por medios eminentemente empíricos indirectos.

Planteamos ahora la pregunta ¿cambio climático o clima cambiante?

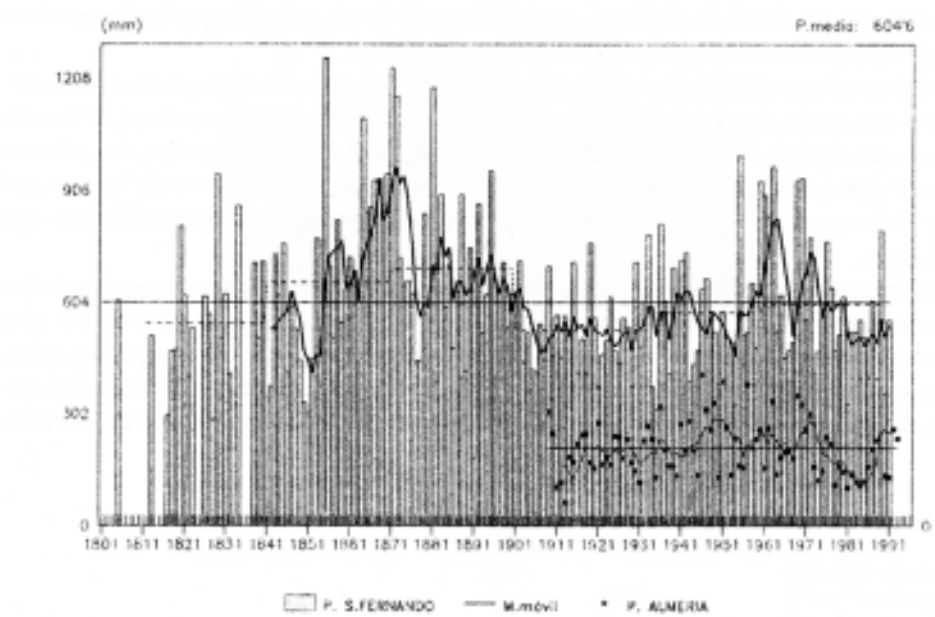
Parece que el clima cambiante y la oscilación son más notables de momento que el cambio climático y la tendencia. Pero esto que afirmamos para la temperatura se hace ostensible en las precipitaciones.

B.LAS PRECIPITACIONES ANUALES EN EL SURESTE Y EN ESPAÑA.

Las precipitaciones anuales también ofrecen datos de interés sobre el cambio climático. En una notable aportación al fenómeno de la sequía en Africa, Glantz (1987) concluye que el fenómeno es acíclico, es decir, imprevisible; aunque reiterado, es decir, persistente. No es demostrable que la sequía de cerca de 17 años sufrida por el Sahel sea una prueba más del tan predicado cambio climático global reciente.

En el sureste ibérico parece ocurrir igual. La variabilidad de la precipitación anual es muy elevada en España en general y especialmente en las regiones áridas / semiáridas. La variabilidad, y con ella la irregularidad, alcanza los mayores valores en los ambientes más indigentes en precipitación. Por estaciones ocurre igual: en Almería el coecifiente de variabilidad llega a 140'5 % en verano, 62'0 en primavera, 61'9 en invierno, y 66'1 en otoño. Como decíamos con palabras de Glantz, la sequía es acíclica pero reiterada en el espacio de la aridez.

Este fenómeno se pone de manifiesto en la evolución anual. Murcia, con registros más completos que Almería, desde 1862, y con ciertas semejanzas, pues allí tampoco ocurre con frecuencia que pi > 24.ti, es decir, se trata de un ámbito donde la mayor parte de los años se pueden calificar de secos, muestra un aumento considerable de la precipitación hasta el período 1871-1900 y, desde entonces, ha mostrado un descenso hasta la actualidad, con una leve recuperación en 1931-1960. Pero destacan tres hechos:



Fuente: elab.propia a partir de datos de S.M.N., I.N.M., Aeropuerto de ALMERIA. FERNADO SERNA, A. 1.985 pp. 11-19.

Evolución de la precipitación anual. S. Fernando: 1805-1991

1. El año más seco no es reciente, a pesar de la prolongada sequía de los años 80 (destacan el mínimo absoluto de 1945: 88 mm. y el mínimo secundario de principios de siglo). Incluso, en Murcia se advierte que la secuencia de años secos más prolongada ocurrió en torno a los años 30 y principios de los 40, y le sigue la de los años 20.
2. Los años secos no han faltado en ninguno de los períodos, aunque, como es lógico, la duración y la intensidad se agravan en los períodos más indigentes en lluvias. Este dato sobre el carácter seco / húmedo se pone de manifiesto en las figuras adjuntas.
3. No se puede afirmar, por tanto, que exista una tendencia persistente hacia la reducción de las precipitaciones. Es más bien la existencia de ciclos de diferente amplitud, solapados, lo único que se hace evidente. Como he puesto de manifiesto, el carácter global seco / húmedo del período es muy importante en relación a la ocurrencia de sequías. Así se comprueba no sólo en el examen de los valores normalizados de Murcia sino en los de la estación decana de España, San Fernando[19].

Volvemos a la cuestión principal: ¿cambio climático o clima cambiante?

LA CLIMATOLOGÍA SINTÉTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO A ESCALA REGIONAL

Para trazar otros rasgos indispensables del cambio climático con los que he de concluir y llevar a término mi intención regional, acudo al tercero de los métodos que he destacado anteriormente; él da su consistencia a la Climatología sintética.

La Climatología sintética, es un puente entre las perspectivas centradas en los datos del observatorio meteorológico y las perspectivas abocadas al establecimiento teórico de las causas del clima, aplicándose al análisis integral del clima regional. Constituida sobre dos pilares: los tipos de tiempo y los tipos de circulación, se fundamenta en la correlación de las causas (balances y estructuras atmosféricas que responden a esos balances) con las descripciones formales del clima.

La Climatología sintética ha realizado escasas aportaciones prospectivas al estudio del cambio del clima. Sin embargo está en disposición de ofrecer desde el seno de sus propias elaboraciones datos tan atractivos como los hasta ahora dados por las demás perspectivas. Su enfoque regional (la plasmación fisionómica de los modelos de circulación atmosférica) aproxima más fehacientemente el cambio climático a las consecuencias que tiene para el elemento

---

19. Precipitaciones medias anuales normalizadas:

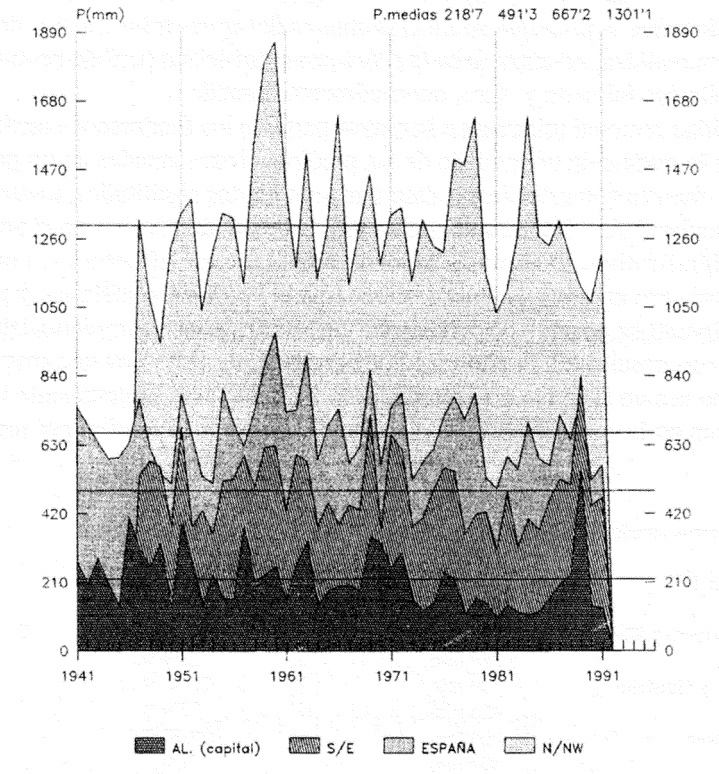
	Murcia	San Fernando
I.Período 1810-1840		(548)
I.Período 1841-1870	(349)	658
II.Período 1871-1900	482	696
III.Período 1901-1930	279	528
IV.Período 1931-1960	291	576
III.Período 1961-1990	299	600
VII.Tot.años	315	605

(FUENTE: elab.propia a partir de datos del SMN,INM y Arpto.Almería)

humano, da datos más palpables sobre los impactos territoriales que una modificación en la circulación regional produce.

Además, con esta perspectiva se puede reorientar la polémica sobre el cambio climático. Considero conveniente, en el estado actual de la cuestión, plantear una complementación del planteamiento catastrófico del cambio climático global con el planteamiento analítico de un clima cambiante con consecuencias regionales dispares[20].

Lo cierto es que hay una realidad regional insoslayable tras estas cuestiones. Veámosla a dos niveles: peninsular e interno al sureste.



Fuente: elab.propia a partir de datos de S.M.N. y Aeropuerto de Almería(Observatorio). I.N.M.: Calendario Meteorológico 1.993.

Precipitaciones por cuencas: España peninsular. Cuencas N y NW / S y E

20. El análisis de las consecuencias térmicas, pluviométricas, etc. de los modelos que componen la configuración típica de la circulación atmosférica de una región permite proyectar un *estado climático* hipotético, dado en términos fisionómicos, correspondiente a una modificación determinada de la circulación atmosférica regional (siempre y cuando en esta modificación no aparezcan modelos de circulación inéditos cuyas consecuencias fisionómicas no se hayan podido comprobar por su calidad novel).

Diferencias en la península Ibérica

El trabajo que he desarrollado desde hace algún tiempo ha ido encaminado a demostrar la condición eminentemente regional de la plasmación espacial, no sólo del clima, sino también de los mecanismos climáticos; en esta tarea se centra, precisamente, la Climatología sintética.

Es oportuno traer a colación esta constatación, ahora, porque da un rasgo esencial de la denominada *crisis climática de los 80* en la península Ibérica: este rasgo ha sido la diversidad de manifestaciones en el espacio de los hechos ocurridos[21]. Y, sin embargo, ha habido una sensación de generalidad inducida probablemente por los medios de comunicación. Por ejemplo, las noticias nacionales de sequías terribles en el Norte, en Madrid, en el Guadalquivir, etc. trajeron reiteradamente la pregunta sobre el problema del agua en los medios de comunicación almerienses y, en realidad, no atravesaba la provincia entonces un período profundamente seco, incluso algún año fue húmedo y, otro, anormalmente húmedo[22].

De la cualidad regional inherente a la mayor parte de los fenómenos climáticos dan cuenta las *firmas* de la evolución acumulada de las precipitaciones anuales de un período respecto a su media. Se observa con este simple dato que, con ciertas similitudes, existen en cada caso profundas particularidades. Interesa ahora, en este examen, detenernos en el año 1.989, por lo reciente y lo significativo: el año más húmedo registrado en Almería y en otros puntos del sureste se mostró seco en otros ámbitos, verbigracia la vertiente cantábrica, y fue el más indigente de los años 80 en localidades como San Sebastián, donde por cierto 1981, en Almería terriblemente seco, resultó allí el año más húmedo de su década. Hay una inversión manifiesta; puede que no sea un fenómeno reiterado, pero tampoco es completamente infrecuente; tiene su explicación en la sustitución de la circulación atmosférica normal por las situaciones de

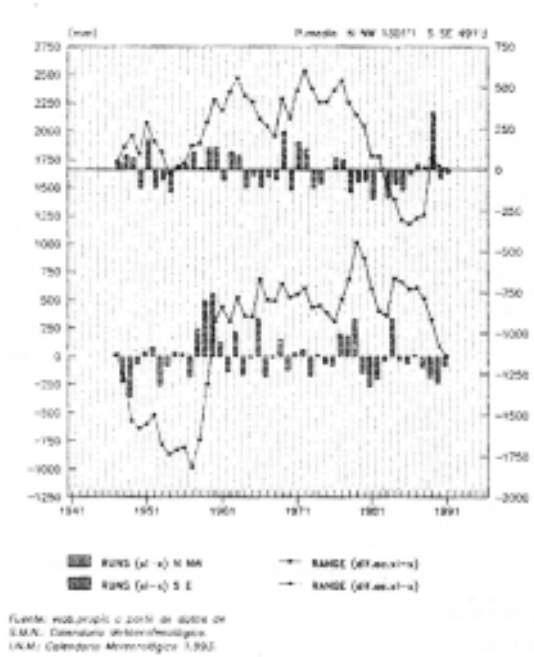
---

21. Precipiaciones anuales (1961-1990) y coecif.de variación en España:

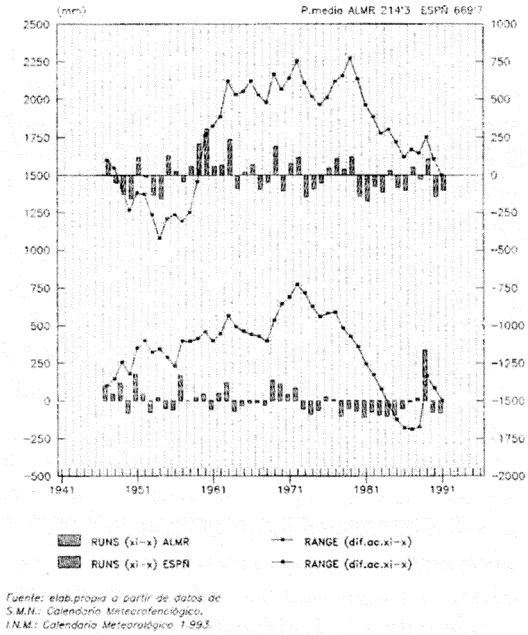
	Prec. anual	C.V.
Vertientes N y NW	1293 mm	18-22 %
S. Sebastián	1510 mm	21'3 %
Cuencas del Duero y Ebro	603 mm	25-32 %
Valladolid	389 mm	25'9 %
Mediterráneo y Guadalqv	590 mm	26-30 %
Granada	416 mm	23'0 %
Tajo y Guadiana	603 mm	30-33 %
Badajoz	507 mm	31'0 %
Sudeste y Canarias	283 mm	32-40 %
Murcia	316 mm	34'7 %
Almería	324 mm	39'3 %

(Fuente: elab. propia a partir de datos del S.M.N. e I.N.M.) (CV=100/$\overline{X}$)

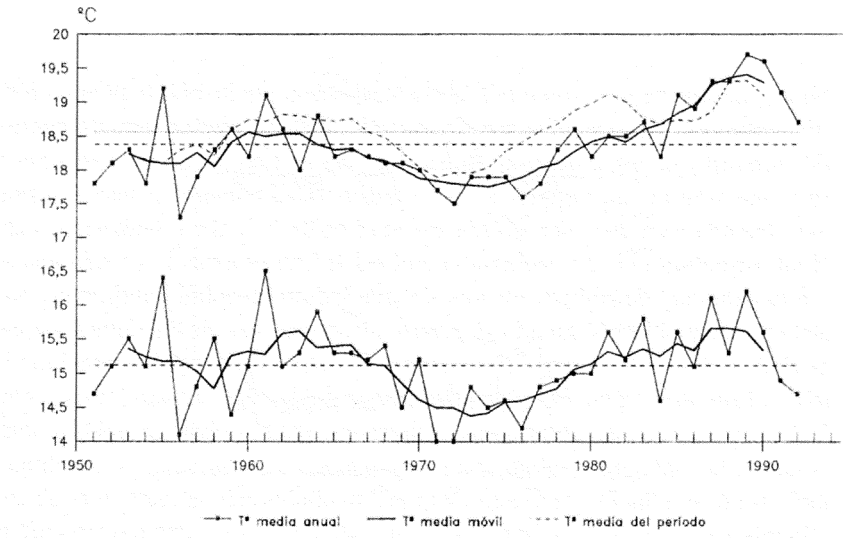
22. Font (1989 pp.14-5 y 1989 pp.76-84) realizó un análisis de las alteraciones profundas que sufrieron las frecuencias de los tipos de tiempo durante el invierno de 1988-9 en Europa suroccidental, destacando la inaudita persistencia del alta térmica continental, lo que se tradujo, asociado a una situación en «Z» muy frecuente, en un estado climático transitorio anormalmente húmedo y nuboso en el sureste ibérico (Castillo 1989) y otro anormalmente seco y soleado en la España atlántica, especialmente en la cornisa cantábrica. La evaluación regional del cambio climático se impone desde estas perspectivas; podríamos plantearnos qué consecuencias tendría una modificación hipotética global del clima que trajese aparejada una alta frecuencia de tipos de circulación atmosférica meridianos de suficiente intensidad asociados a un fortalecimiento de la acción mediterránea por la presencia de altas térmicas, invirtiendo el actual predominio de la acción atlántica que deja en posición de sotavento al sureste.



Evolución comparada de la precipitación. (Range/Runs). Almería / España Peninsular

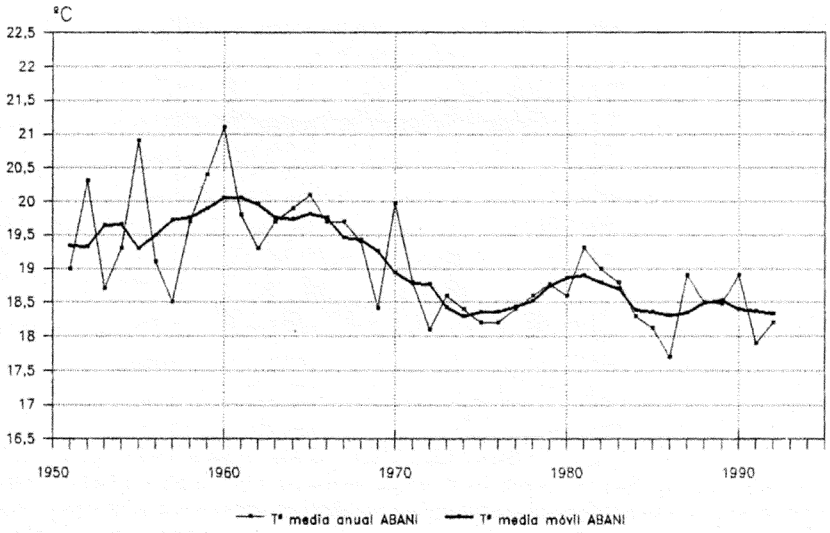


Evolución comparada de la precipitación. (Range/Runs). Cuencas N y NW / Cuencas S y E



Fuente: elab. propia a partir de datos del I.N.M. (est. 5-514,6-297/6-3250)

Evolución de la temperatura media anual. Almería y Granada: 1951-1992



Fuente: elab. propia a partir de datos del I.N.M. (datos de Abanilla 1.951 -92)

Evolución de la temperatura media anual. Abanilla: 1951-1992

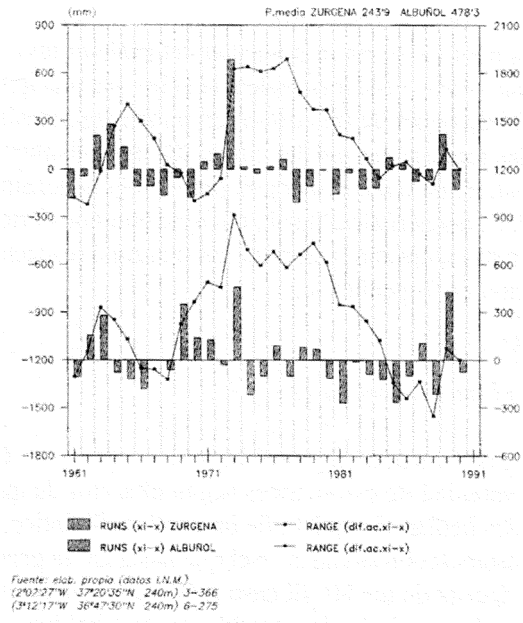
componente E y S en superficie y/o depresión en altura sobre el Sur, con dorsal sobre el resto de la península (situación en «Z»). En la humedad del período tuvieron por tanto un enorme reponsabilidad las «gotas frías» cuya trascendencia sobre las precipitaciones en nuestra árida región he tenido ocasión de poner de manifiesto en numerosas ocasiones anteriores.

El hecho es que, las mismas causas del clima, los mecanismos atmosféricos, inducen el comportamiento regional. Y, de igual manera, la propia región del sureste español está marcada, en cuanto a su aridez característica, por la circulación atmosférica: es un semidesierto de abrigo, resguardado por su topografía y su posición marginal respecto a los principales mecanismos de la precipitación en la península.

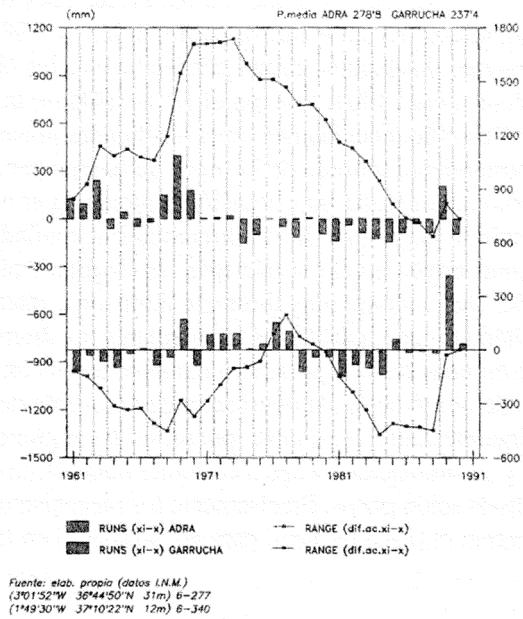
La situación dispar en el interior del sureste

Pero hay también una diversidad regional intrínseca al sureste. Como región accidentada que es posee una gran variedad de evoluciones según el sector de que se trate; no se puede a la luz de los datos locales hablar ni siquiera de un cambio climático regional. Algunos muestran las múltiples circunstancias observadas en el que hasta ahora parecía un dato global: el calentamiento durante la década de los 80. El caso más significativo es el de Abanilla, en Murcia, donde se aprecia un descenso térmico notable desde 1960 hasta principios de los 90. En otros casos, como Laujar Cerecillo, el descenso transcurre desde 1983 y continúa en 1992. Pero Cerecillo y Abanilla no son excepciones. Estimo, aproximadamente, en un 25 % los observatorios de Granada, Almería y Murcia, en donde ocurren evoluciones substancialmente diferentes a ese modelo de calentamiento reciente con su punto álgido en 1989 ó 1990 y el mínimo en torno a 1975. Los casos más disonantes, circunscribiéndonos a los observatorios con registros suficientemente completos desde 1961, superan el 10 %, dándose la circunstancia en Almería de que, junto a Laujar Cerecillo, encontamos otras localidades ubicadas a media y gran altura (p.ej. María). El comportamiento térmico de los tipos de tiempo parece diferir lo suficiente en relación a la altura como para señalar una situación regional en el calentamiento.

Y, finalmente, también las *firmas* de las diferencias acumuladas de precipitación anual respecto a la media, contribuyen a valorar aún más las singularidades. Tanto los períodos de lluvias como las sequías, han sido de muy diferente duración e intensidad según los ámbitos. En la evolución, el fenómeno que marca más tajantemente las diferencias locales es la lluvia torrencial concentrada en unas fechas; pues, al tratarse de áreas con escasas precipitaciones y con sólo unos 30 años de observación, la ocurrencia de un evento de tal tamaño marca toda la serie de una manera incontestable. Hasta este punto, en las regiones áridas / semiáridas, los contrastes son bruscos y su simulación escapa a cualquier tratamiento estadístico; la aleatoriedad es alta y los años de observación pocos. Precisamente los mecanismos locales protagonistas de la precipitación encuentran el rasgo esencial para su definición en la irregularidad.



Evolución de la precipitación anual. (Range/Runs) Zurgena / Albuñol



Evolución de la precipitación anual. (Range/Runs) Adra / Garrucha

CONCLUSIONES: EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO DESASTRE NATURAL Y FENOÓMENO SOCIAL

En este panorama regional dibujado de similitudes y diferencias con un clima cambiante hay otra consideración que hacer, aunque suponga complicar aún más los hechos: es la presencia del hombre, inevitable para completar la perspectiva geográfica.

El régimen climático de la temperatura y de la precipitación, lo hemos examinado, poseen esa impronta «acíclica y reiterada» en sus acontecimientos más relevantes. La irregularidad brusca, casi violenta, incide sobre todo en el hombre, un elemento omnipresente de nuestro paisaje árido / semiárido actual y, hasta el momento, no tenido en cuenta.

Centrándonos en el aspecto pluviométrico de nuestro espacio, que es el central en un seminario sobre el agua como éste, voy a concluir mi aportación con un concepto de lo que entiendo por sequía yo, y conmigo numerosos investigadores de los problemas medioambientales que vuelven su mirada hacia la relación hombre / medio (la eterna clave de la Geografía) sin desconsiderar ninguno de ambos términos.

La sequía es ante todo un concepto relativo y un concepto social. La Climatología, por su condición de ciencia-método, y por el finalismo de sus numerosas elaboraciones, no puede dar una definición universal de sequía.

Hay una sequía meteorológica (la reducción periódica de las precipitaciones respecto a un determinado promedio), una sequía agrícola (en relación a los requerimientos hídricos de cada cultivo), una sequía hidrológica (la referente a los cursos de agua terrestres que ha de utilizar el hombre para producir energía o para su consumo), etc.

Esta característica del concepto de sequía, su relatividad, es inducida por otra particularidad: la referencia extrínseca y, más taxativamente, su referencia antrópica; porque ¿cuándo se carga la sequía meteorológica de significado si no es desde el momento en que el hombre sufre un problema de escasez de agua para sus cultivos, para el aprovechamiento de sus cursos de agua fluviales o subterráneos, o para su propio consumo en infraestructuras turísticas, industriales o urbanas?

Queda claro que, en el desierto absoluto, no hay sequía; simplemente la aridez es extrema y no hay casi vida. Cuando hay agua y llega irregularmente es cuando se presenta a la sociedad la exigencia de adaptarse a ella.

En las regiones áridas / semiáridas la condición natural de la precipitación es, como hemos venido insistiendo, precisamente la irregularidad, alcanzándose niveles no tolerables cuando es demasiado escasa durante demasiado tiempo, o bien demasiado abundante en demasiado poco tiempo. Pero el umbral mismo no es natural, no lo impone determinísticamente el medio físico, lo pone el propio hombre: cuanta más agua precise, o más espacio necesite ganar en su actividad a los lechos de inundación de los ríos, más frecuentes y mayores son los riesgos hídricos en general.

Ahora hemos de considerar que la sociedad contemporánea del sureste ibérico ha evolucionado vertiginosamente y se ha reasentado, ha ocupado espacios casi nuevos. Es en este marco en el que ocurre el único «cambio climático» constatable como tendencia: el originado por la inadaptación del hombre al medio, la inadaptación a nuestra irregularidad climática.

La dinámica socioeconómica, en el contexto del comercio internacional, le ha llevado a aproximarse a los umbrales próximos a la intolerancia marcados por la pasada sequía, con una notable indigencia pluviométrica y un exceso de energía disponible para la evaporación. Parece que en 1989 los problemas acabaron. Pero ¿cuántas empresas sociales se han acometido en la coyuntura de aquel episódico año húmedo? y ¿cuántas han medido el riesgo de un nuevo período de escasez pluviométrica y de alta evaporación?

Es preciso apoyar una línea de trabajo a propósito del agua en el sureste ibérico. Es preciso admitir la existencia de un balance hídrico regulado en lo esencial por el hombre; él puede proveer el input más voluminoso de agua a una comarca, p.ej. a través de los trasvases, y al mismo tiempo el output principal, p.ej. creando superficie de evaporación rápida para cultivos. Es preciso admitir junto al concepto de clima urbano, con sus connotaciones humanas, la consistencia de un clima rural o, más genéricamente, de un clima cultural tal y como proponía no hace mucho Marchand (1981).

Almería, 1 de diciembre de 1993.