



SEMINARIO DE ECONOMÍA

del día 6 de abril de 2016

“El cambio climático:
El caso del agua en la Comunidad Valenciana”

Manuel Nieto Salvatierra

Doctor en Ciencias Geológicas

Presidente Emérito de EVREN, Evaluación de Recursos Naturales, S.A.

1 EL CLIMA ES EN ESENCIA CAMBIANTE

Permítanme una breve disquisición de lo que el clima supone para un geólogo, especialmente si su especialidad es, como en mi caso, la Geodinámica.

En la dinámica de la tierra, y especialmente en la modificación de su morfología, el clima es el agente geodinámico por excelencia. En efecto, los cambios de temperatura y de humedad del aire, la lluvia y el viento son los causantes de la meteorización de las rocas. El viento y, sobre todo el agua, tanto en su forma sólida como líquida, son los agentes tanto de la erosión de las rocas, como del transporte de los materiales geológicos resultantes de la erosión. Por último, en el medio acuático tiene lugar la sedimentación y la posterior formación de las rocas sedimentarias.

En el horizonte geológico que es en el que tienen lugar los procesos naturales en la tierra, las escalas de espacio y, especialmente la del tiempo, difieren de las que normalmente utilizamos; y que son: las vitales para cada persona o las históricas para las civilizaciones actuales. Valga un ejemplo, en una unidad de tiempo geológico – un millón de años – cabe nueve veces la existencia de nuestra especie en la tierra, el Homo Sapiens, que apareció hace unos 110.000 años; y 200 veces el tiempo transcurrido desde el comienzo de la escritura, hace 5.000 años, hasta nuestros días.

Se preguntarán por qué menciono todo esto. Lo hago porque de aquí se deduce una conclusión que considero pertinente: podemos afirmar que al nivel de la escala temporal en la que se producen los fenómenos naturales en la tierra, el clima es intrínsecamente cambiante, lo cual equivale a decir que la variabilidad temporal es un atributo genuino del clima.

A lo largo de la historia geológica de la tierra, las causas por las cuales se han producido cambios climáticos han sido: la situación de las manchas solares en la cara del sol que proyecta su energía sobre la tierra, las oscilaciones del eje terrestre, el movimiento de las placas tectónicas, el impacto de meteoritos y la actividad volcánica derivada de la geodinámica interna de la tierra. Debido a estos fenómenos “naturales” nuestro planeta ha estado sometido a lo largo de su historia a cambios climáticos de proporciones muy difíciles de imaginar: por ejemplo en un solo episodio tuvo lugar la desaparición del 80% de las especies animales que vivían en la tierra, entre ellas los dinosaurios; y en otro, ocurrido hace “solo” 5 millones de años, se produjo la desecación del Mediterráneo.

Si se habla de cambio climático, se está diciendo implícitamente que antes del cambio al que nos referimos el clima era estable; lo cual no se ajusta a la realidad, sino que, como hemos indicado, sea cual sea la escala temporal utilizada: la geológica, la histórica y la humana, el clima ha sido y es esencialmente cambiante. Personalmente considero mucho más preciso y acertado hablar, en vez de cambio climático, de modificaciones del clima debidas a la acción del hombre; o si prefiere de, calentamiento global – y sus consecuencias – debido a la acción humana.

Que lo indicado sea así en absoluto nos exime de la responsabilidad de cuidar con esmero aquello que nos es encomendado, en este caso la superficie terrestre, la cual es “la casa común” de la humanidad. Y eso, como mencionaré a continuación, puede ser absolutamente decisivo para garantizar el suministro del recurso agua al ser humano.

2 EL AGUA ELEMENTO “SIN MEMORIA”

Tierra, fuego, agua y aire son los cuatro elementos que, según la cultura griega, constituían el cosmos.

Una de las características que los griegos asignaban al agua era que carecía de memoria. Cuando algún acontecimiento “pasaba” por el agua quedaban borradas – aniquiladas – sus huellas, sus causas y sus antecedentes. Por eso en las ceremonias bautismales de casi todas las religiones se utiliza el agua como símbolo de limpieza, purificación, de olvido del mal, de vuelta a la vida, etc. En sentido contrario, el agua era también símbolo de abismo, de muerte: el diluvio universal, el mar tenebroso – la ciénaga de los muertos - que todo lo engulle.

En la actualidad, a pesar del enorme avance tecnológico que nos lleva a creer que el ser humano ha dominado definitivamente a la Naturaleza, suceden fenómenos asimilables a los anteriores. A grandes sequías que llevan al hambre y la desolación a los países más pobres de la tierra, les siguen intensos periodos de lluvias que ocasionan devastadoras inundaciones la mayor parte de las veces incontrolables.

En consecuencia, el agua como símbolo de vida y también de muerte sigue persistiendo en nuestro tiempo. Es como si ésta asistiera impertérrita al devenir de los acontecimientos, bien sean éstos de origen natural o bien los provocados por el hombre.

3 EL IMPACTO EN EL AGUA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

En lo que se refiere al ciclo hidrológico, el incremento de la temperatura del aire en la superficie terrestre conlleva necesariamente aparejados, entre otros, los efectos siguientes:

- Fusión del agua en estado sólido: glaciares, Ártico y casquetes polares.
- Elevación del nivel del mar.
- Incremento del índice de aridez que implica aumento de la evaporación en: el suelo, los embalses, los lagos y los humedales.
- Alteración del régimen de precipitaciones. Simultáneamente tiene lugar una mayor torrencialidad en algunas zonas y una disminución de lluvias y de prolongados periodos de sequía en otras.
- Modificaciones drásticas de la recarga de agua en los acuíferos.
- Disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

Si bien el origen del calentamiento se produce en muchas zonas de la Tierra, afecta de un modo u otro al conjunto del planeta; aunque no a todas las zonas por igual. Desgraciadamente, una de las áreas más afectadas es la del Mediterráneo Occidental, en la cual se encuentra la Comunidad Valenciana.

Millán Millán ya ha hablado de la modificación del régimen de precipitaciones, suscribo lo que ha dicho y lo que tengo que agregar – que se refiere a la disminución de la disponibilidad del agua como bien y recurso natural – lo desarrollaré en el punto siguiente.

Evidentemente, el impacto visible de la disminución de las masas de hielo no parece afectarnos ya que carecemos de ellas; pero este es un magnífico ejemplo para demostrar que todo lo que pasa en la aldea global que es la tierra nos afecta a todos sus habitantes. En efecto, como consecuencia del deshielo se elevará el nivel del mar y, debido a ello, los 518 kilómetros del litoral valenciano (figura 1), que en su inmensa mayoría son playas, se verán irremediadamente afectados. Lo indicado tiene repercusiones tanto en el medio natural (playas, acuíferos y humedales costeros como la Albufera) como en la sociedad (2.712.392 habitantes en 60 municipios) y en la economía valenciana la cual depende en gran medida del sector turístico de sol y playa.

Por todo ello, y aunque solo fuese por lo indicado, nos “interesa” apoyar tanto individualmente como colectivamente todas las medidas encaminadas a disminuir el calentamiento global debido a la acción humana, ya que en la Comunidad Valenciana nos jugamos mucho tanto medioambiental como social y económicamente.

Comunidad Valenciana

Municipios costeros afectados por la elevación del nivel del mar

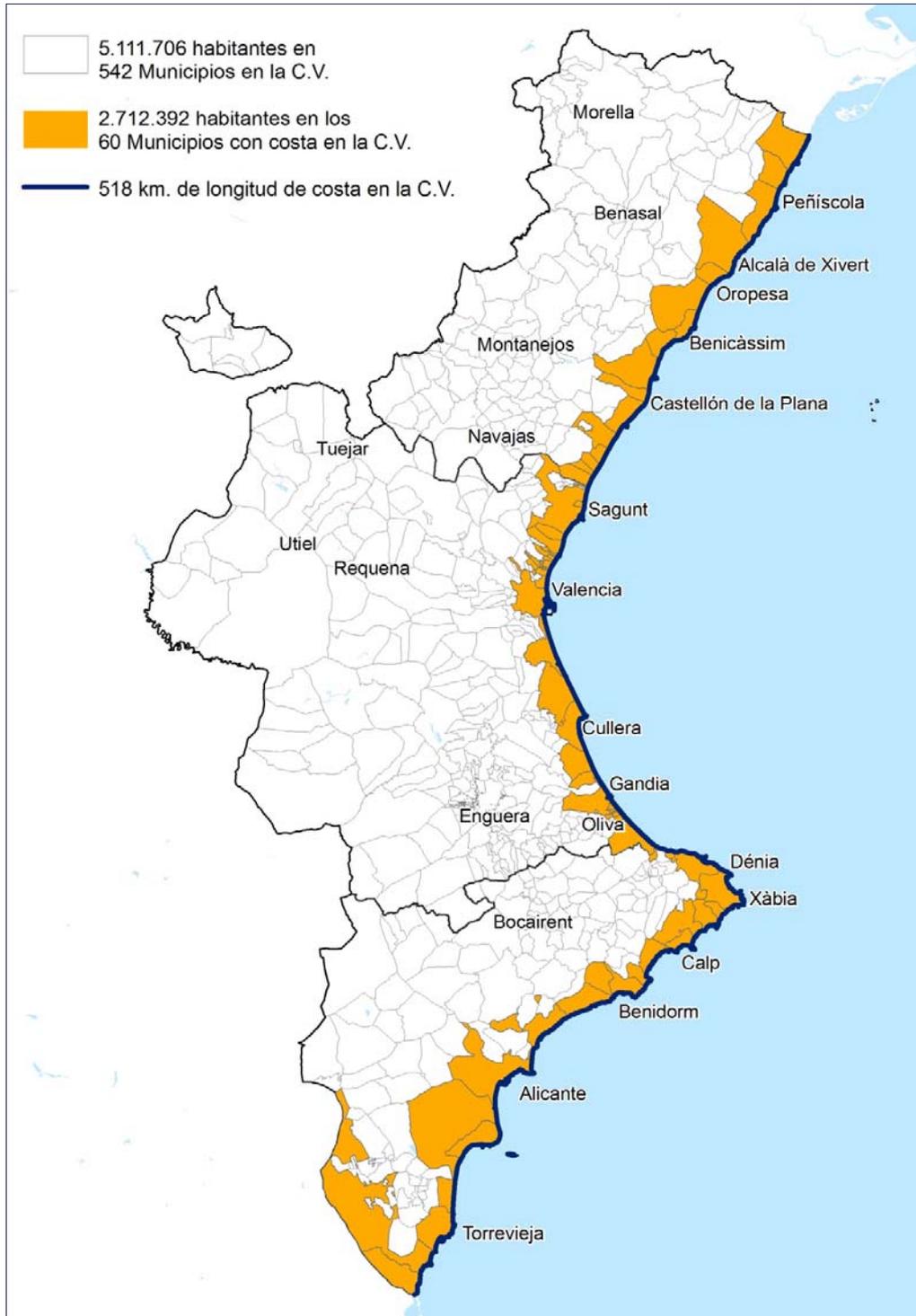


Figura 1

Causa: calentamiento global a escala planetaria

Efectos: 518 km de litoral valenciano. Playas, humedales, acuíferos costeros, sociedad y economía.

4 EL IMPACTO EN EL AGUA OCASIONADO EN NUESTRO ÁMBITO TERRITORIAL

4.1 Causas producidas a nivel regional.

A diferencia de lo que acabo de mencionar cuyas causas son de origen planetario, existen otras acciones humanas realizadas en el ámbito de nuestro territorio que pueden producir efectos muy perjudiciales en las modificaciones del clima y en consecuencia en el ciclo hidrológico.

Mis precursores en el uso de la palabra José Luis Rubio y Gonzalo Mateo ya han comentado los importantísimos impactos referidos al suelo y a la vegetación. Por otra parte Millán Millán lleva diciendo desde hace más de treinta años que “los cambios de uso del suelo producen impactos inmediatos sobre el clima y sobre el ciclo hidrológico local y que, además son acumulativos y que sus efectos se propagan a escalas mayores”.

Como él ya ha indicado estos cambios en el uso de suelo afectan tanto a la disminución de las tormentas de verano en las cabeceras de los ríos como a la torrencialidad de las precipitaciones en la zona costera. Del funcionamiento hidrológico de los ríos, de los acuíferos y de la evaluación de los recursos de agua me he ocupado en una gran parte de mi trayectoria profesional; pero como quiera que el cambio de uso del suelo los afectan, he calculado la superficie de suelo sellada en la franja litoral de la Comunidad Valenciana – la cual tiene una superficie de 418.410 hectáreas -; para ello he utilizado los datos oficiales del proyecto CORINE - de la Agencia Europea de Medio Ambiente – y del proyecto SIOSE – del Instituto Cartográfico Nacional - .

Pues bien, como puede observarse en la figura 2, entre los años 1987 y 2011, hemos pasado de tener 51.813 hectáreas de suelo sellado – que equivalen al 12.38% del territorio – a 98.199 hectáreas, que representan el 23.47%. Es decir, en tan solo 24 años casi se ha duplicado la superficie de suelo sellado en la franja costera de la Comunidad Valenciana. Veamos un ejemplo a escala municipal (figura 3) en el que este incremento ha sido del 412% al pasar de 122 m²/habitante a 505 m²/habitante.

Comunidad Valenciana Suelo sellado en la franja litoral

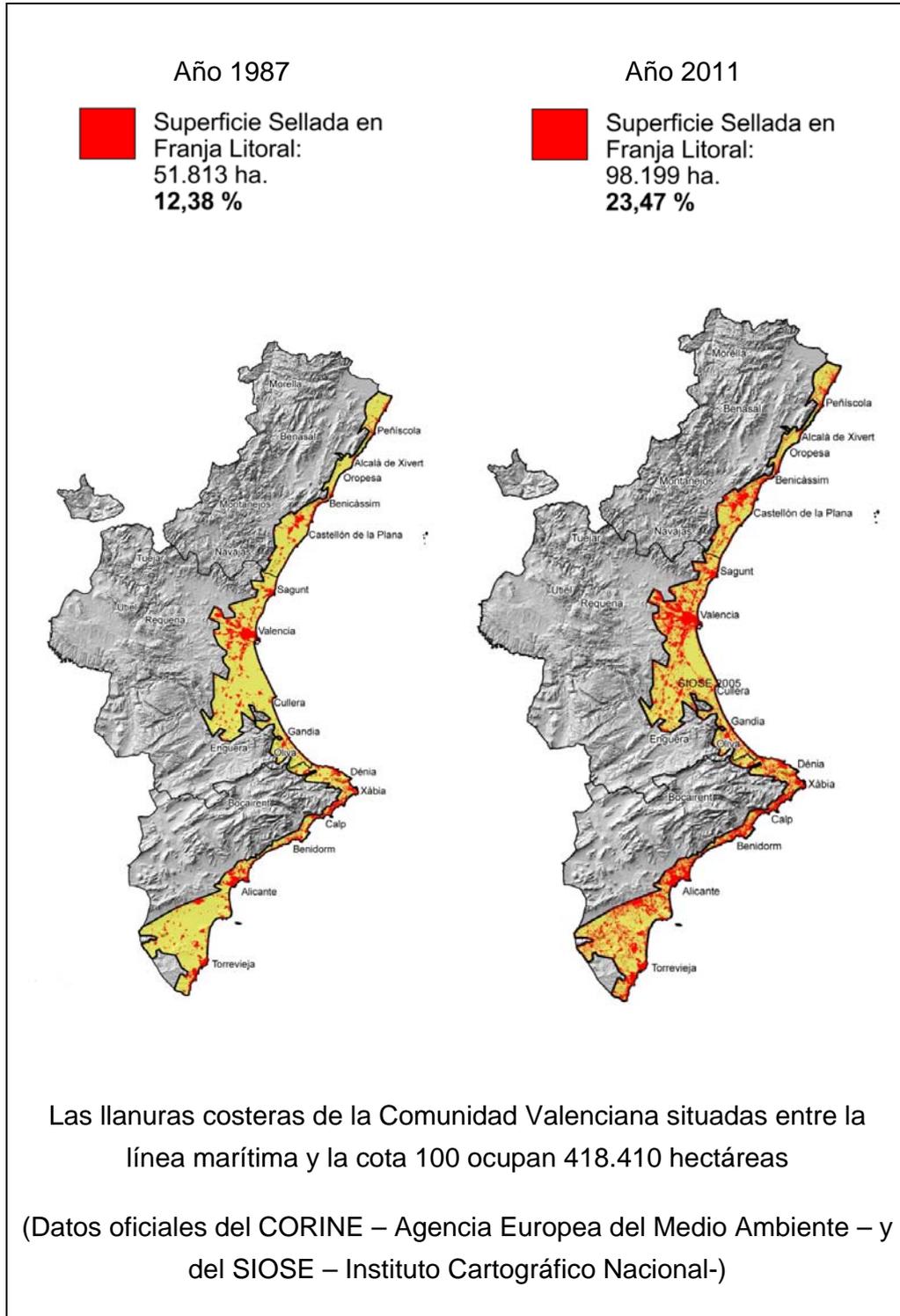


Figura 2

Comunidad Valenciana

Sellado de suelo en un municipio de la franja litoral

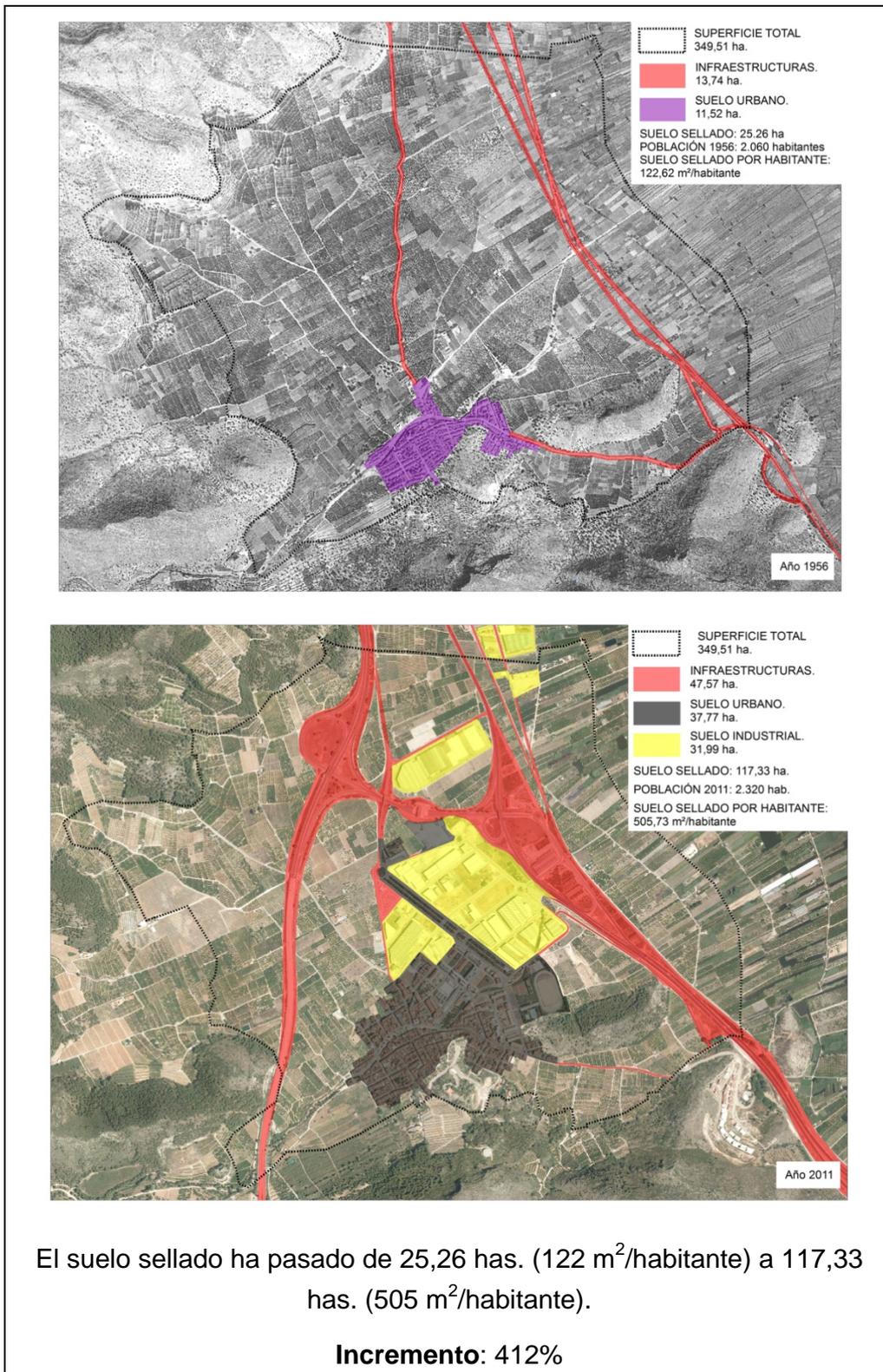


Figura 3

4.2 Incremento de los riesgos derivados de las inundaciones.

Lo anteriormente descrito, unido a los efectos del calentamiento global, tiene como consecuencia un aumento muy considerable de la torrencialidad relacionada con la ciclogénesis mediterránea – menos episodios de lluvias pero mucho más intensos -. En este verano, en una sola tormenta, se han superado los 300 l/m² en algunas localidades costeras.

Además, al impermeabilizar el suelo, la cantidad de lluvia que éste es capaz de retener es nula por lo que toda la que cae sobre esas superficies se convierte en escorrentía, lo cual equivale a decir que para un territorio como el litoral valenciano - con prácticamente el 25% de suelo impermeabilizado – y para precipitaciones relativamente moderadas, la escorrentía ocasionada sería prácticamente el doble que si la lluvia cae sobre un suelo agrícola o forestal. En consecuencia, se produce un incremento muy importante del riesgo de inundación; y si bien es cierto que como consecuencia del incremento de precipitaciones podría haber más recursos hídricos, estos de hecho no aumentan ya que en las zonas costeras – por su escasa pendiente orográfica - no pueden construirse infraestructuras de regulación de agua.

En relación con este tema, las zonas inundables las ha determinado el Estado a través de las Confederaciones Hidrográficas y se han reflejado en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables; pero la regulación de los usos del suelo de esas zonas corresponde a las Comunidades Autónomas. La Generalitat Valenciana fue la primera administración autonómica española que realizó un Plan de Acción Territorial para la disminución del riesgo de inundación de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), éste fue redactado por la empresa de ingeniería AMINSA y en EVREN evaluamos el Impacto Ambiental del mismo. A la vista de lo anteriormente apuntado y, como quiera que el PATRICOVA II aún no ha sido aprobado, quizá sería pertinente revisarlo para prever escenarios más desfavorables; y en su caso incrementar los caudales de escorrentía y diseñar medidas complementarias para mitigar el incremento del riesgo de inundación.

4.3 Relación entre las precipitaciones y la escorrentía.

El desplazamiento hacia el mar de las precipitaciones relacionadas con la ciclogénesis mediterránea, trae como consecuencia una disminución de las lluvias en las cabeceras de las cuencas hidrográficas de los ríos. Se intuye que a menor precipitación corresponde una disminución de la escorrentía, y como consecuencia la del “agua disponible”; pero ¿en qué medida? ¿cuál puede ser el impacto de este hecho? ¿cómo puede afectar a la cantidad de agua que hemos de suministrar al consumo humano, al agrícola, al medioambiental o al

industrial? Creo que sobre este punto falta mucho por hacer. A continuación expondré una experiencia personal por si puede arrojar alguna luz sobre el tema.

Durante los años 1971 a 1973 realicé, en el marco de mi licenciatura en la Universidad de Granada, un estudio hidrológico de las cuencas al sur de España situadas entre los meridianos de las ciudades de Málaga y Almería. En el establecí que para los datos pluviométricos y foronómicos del periodo de 21 años que va desde 1943-44 a 1964-65, la relación entre las precipitaciones (P) y las aportaciones de agua (Q) para cada cuenca se ajustaba perfectamente a una correlación cuya fórmula es $LgP = 2.3 + 0.237lgQ$ (figura 4). Menos en dos pequeñas cuencas – las indicadas con los números 4 y 10 - que reciben aportaciones de agua subterránea procedentes de otras cuencas, esta correlación se cumple en todas las cuencas hidrográficas de la zona, cuyas precipitaciones medias anuales oscilan entre los 420 y los 930 l/m².

Con motivo de la preparación de esta intervención he tenido acceso a datos similares para el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir – en este caso para un periodo de tiempo mucho más largo que el anterior: los 53 años que van desde 1942-43 a 1995-96 – pues bien, al representarlos sobre la curva que corresponde a la fórmula anterior (figura 5) ha resultado que también se ajustan a la misma. Si damos por buena esta correlación, se deduce que la relación entre la escorrentía y las precipitaciones es exponencial. De modo que para precipitaciones elevadas (900 mm) la cantidad de agua que se convierte en escorrentía puede superar el 70%, mientras que para valores medios (500 mm) el coeficiente de escorrentía es inferior al 10%.

Precipitaciones mm	escorrentía mm	coeficiente de escorrentía
900	650	0.72
700	200	0.29
500	45	0.09
300	-	0.00

Esta correlación, calculada en un conjunto de cuencas con diferentes precipitaciones y aportaciones de agua, también es válida para calcular la variación de las aportaciones de agua en función de las lluvias caídas en una misma cuenca. Derivado de lo anterior podemos constatar que una disminución del 10% de las precipitaciones puede suponer hasta un 60% menos de escorrentía a los ríos; y que por debajo de los 400 mm de precipitaciones no se produce aportación alguna de agua. Este punto constituye un auténtico umbral crítico en cuanto a la disponibilidad de agua se refiere (figura 5).

En la Demarcación Hidrográfica del Júcar, en la cual la precipitación media es del orden de 500 mm, el coeficiente de escorrentía es del 0,18. Afortunadamente para todos aquellos que demandamos agua en la citada demarcación, esta cantidad es el doble que la indicada en el cuadro anterior y ello es debido a la fuerte componente subterránea del ciclo hidrológico; ya que el 83% de la escorrentía total de esta cuenca son aguas que previamente han circulado por acuíferos. Por este motivo, al infiltrarse el agua en estos, la evapotranspiración real es inferior a la que le correspondería a una cuenca constituida por materiales principalmente impermeables.

SEMINARIO DE ECONOMÍA

"EL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL AGUA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA"

DEL DÍA 6 DE ABRIL DE 2016.



Cuenca Hidrográfica del Sur entre Málaga y Almería Correlación entre las precipitaciones y la escorrentía

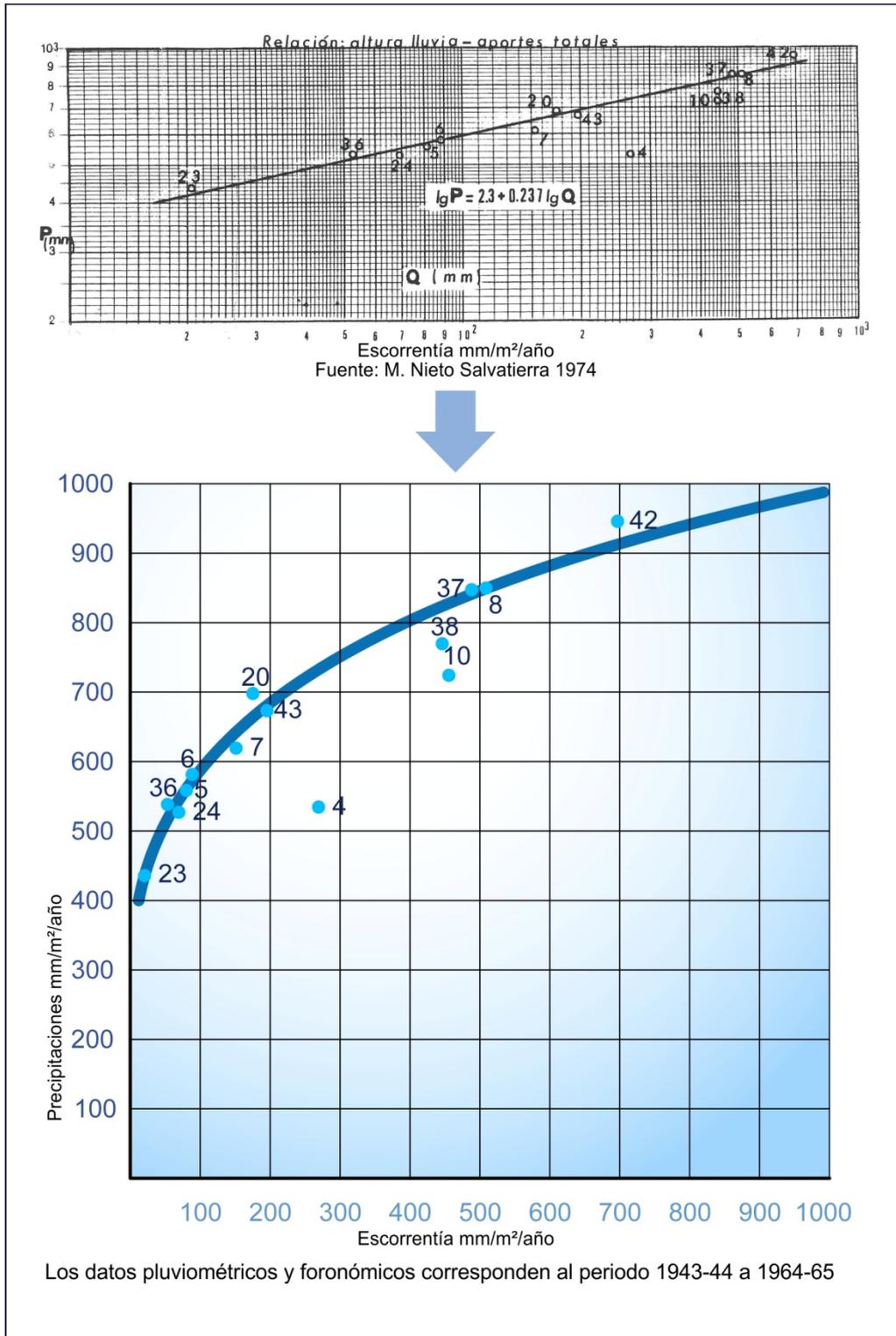


Figura 4

Cuenca Hidrográfica del Sur entre Málaga y Almería
 Correlación entre las precipitaciones y la escorrentía
Representación de los datos de la cuenca del Guadalquivir

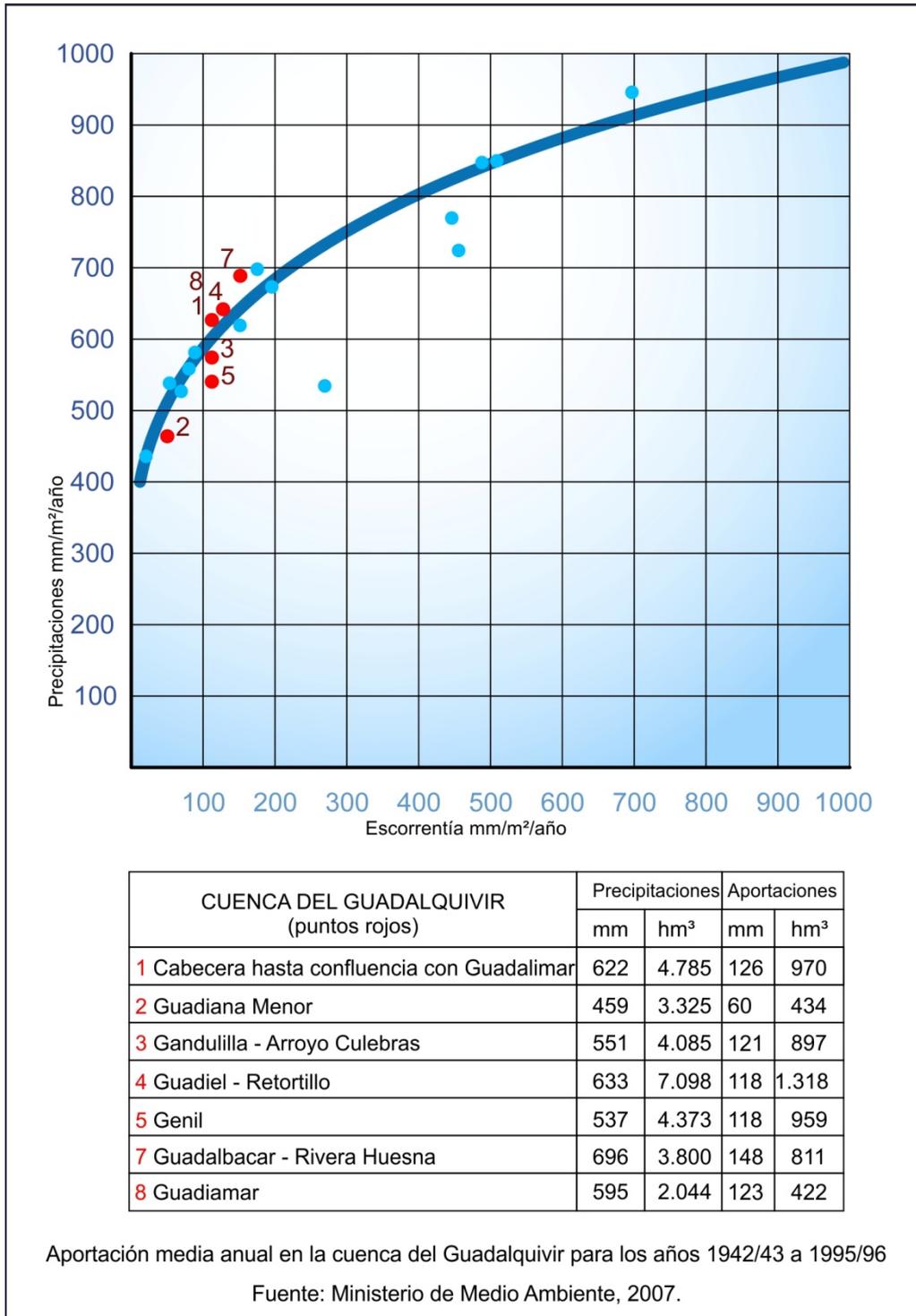


Figura 5

Relación entre las precipitaciones y las escorrentías

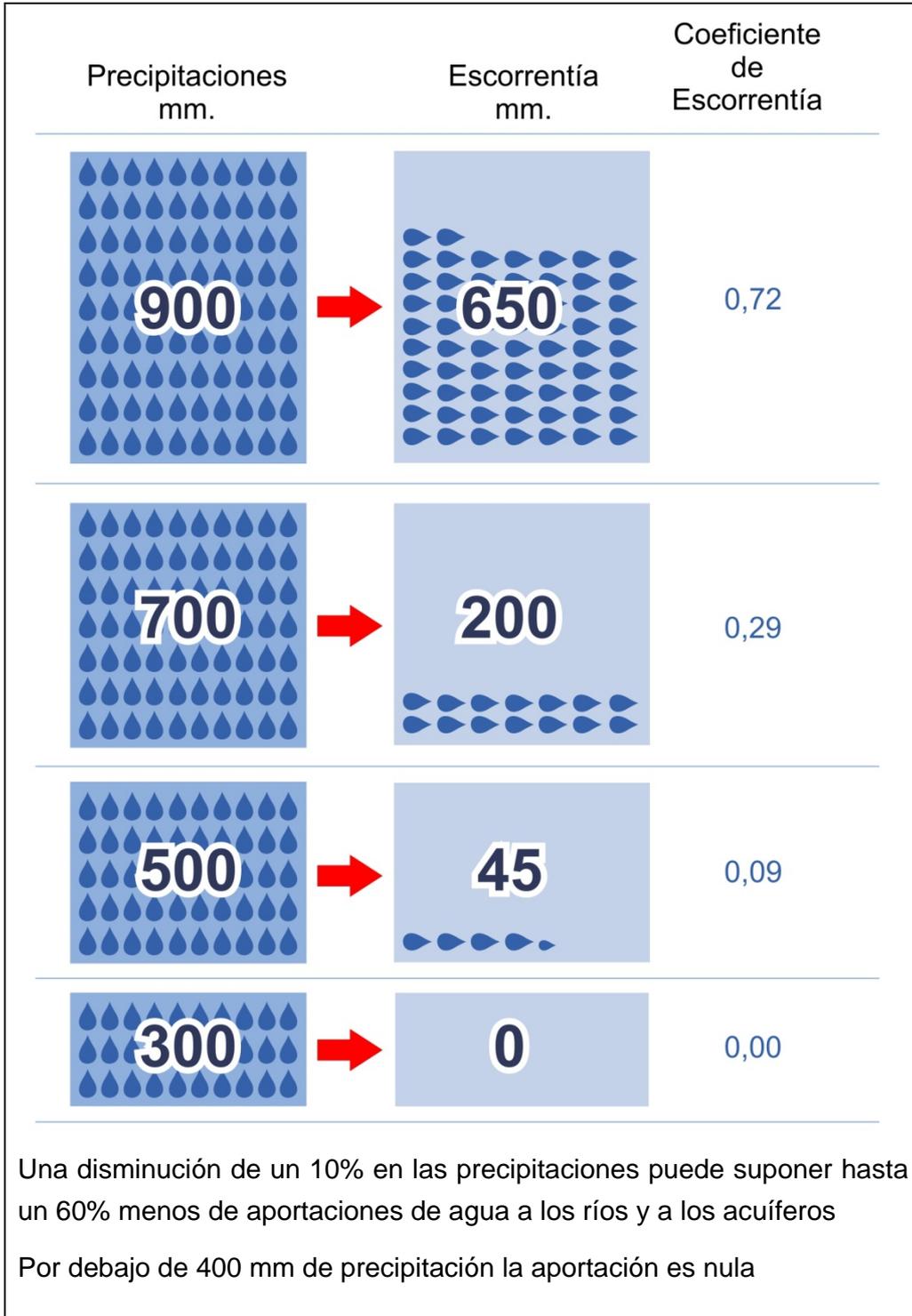


Figura 6

SEMINARIO DE ECONOMÍA

"EL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL AGUA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA"

DEL DÍA 6 DE ABRIL DE 2016.



4.4 Disminución de aportaciones hídricas. El efecto de los años 80.

A partir del año 1980 se produjo una disminución muy importante en las aportaciones de agua a los ríos la cual ha tenido lugar, con diferente intensidad, en todas las cuencas hidrográficas de la Península Ibérica. En las figuras 7, 8 y 9 sintetizo los datos referentes a las zonas más sensibles a la disminución de las precipitaciones y que son precisamente cabeceras de las cuencas de los ríos que abastecen a las demandas hídricas de la Comunidad Valenciana.

En el caso de la cabecera de la cuenca del Tajo, de la cual procede el agua trasvasada por el acueducto Tajo-Segura, la disminución entre el volumen almacenado de agua en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre los períodos que van desde el año 1958-59 al año 1980-81 y desde el 1981-82 al 2003-2004- ha sido del 47%; ya que ha pasado de 1457 hm³/año a 773 hm³/año (figura 7).

En los embalses de la cabecera del Segura la disminución, para periodos de tiempo similares al anterior ha oscilado entre el 35% de la Presa de la Toma en el río Taibilla hasta el 47% en el embalse de Fuensanta (figura 8).

Para la Demarcación Hidrográfica del Júcar la disminución en algunas estaciones de aforos de las cabeceras de los ríos va desde el 32,5% en el río Júcar en la Toba, al 58,3% en el río Turia en el embalse Arquillo de San Blas en Teruel (figura 9).

Para explicar estas importantísimas reducciones en la aportación de agua en las cabeceras de los ríos afecta tanto a los de la cuenca mediterránea: Segura, Júcar, Turia, Ebro..., como a los de la cuenca atlántica: Guadalquivir, Gadiana y Tajo. Concretamente he analizado los datos a lo largo de la divisoria hidrográfica que va desde el río Gallo (afluente del Tajo) y del Jiloca (afluente del Ebro – entre las provincias de Guadalajara y Teruel) hasta la división del Segura (región de Murcia) y el Guadalquivir y su afluente el Gadiana Menor (provincias de Jaén y Granada) y la Región de Murcia.

Si aplicamos la correlación entre las precipitaciones y la esorrentía realizada en el punto anterior, se puede afirmar que para explicar la disminución de las aportaciones de agua en las cabeceras de los ríos involucradas en el abastecimiento de las demandas hídricas en la Comunidad Valenciana, y que podemos estimar en el entorno del 50%, puede haber bastado con una disminución de las lluvias del orden del 10%.

Afortunadamente un descenso tan drástico de las aportaciones en las cabeceras de las cuencas hidrográficas no lo han sido tanto en el conjunto de las demarcaciones; y esto puede ser debido tanto a que la disminución de las precipitaciones no haya sido tan intensa como al papel amortiguador que tienen las aguas subterráneas.

SEMINARIO DE ECONOMÍA

"EL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DEL AGUA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA"

DEL DÍA 6 DE ABRIL DE 2016.



Disminución de recursos de agua en la cabecera de los ríos de la Demarcación Hidrográfica del Tajo desde la década de los años 80

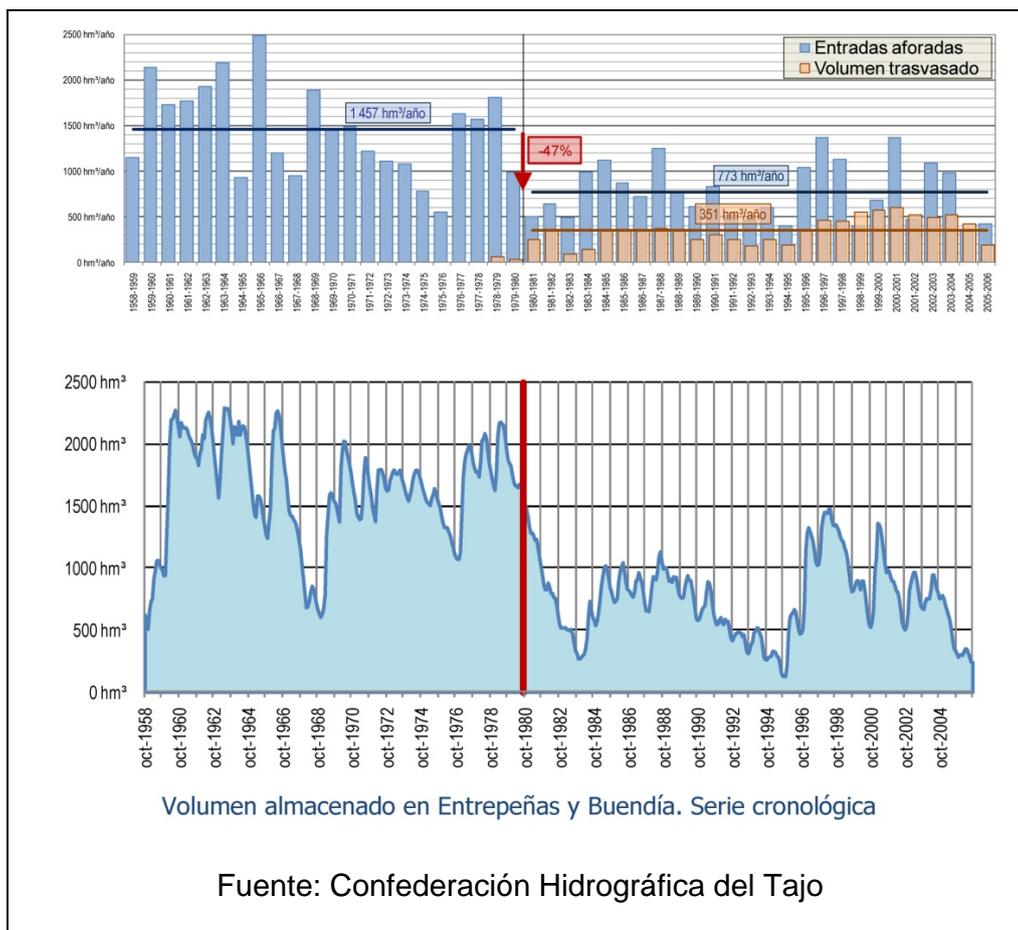
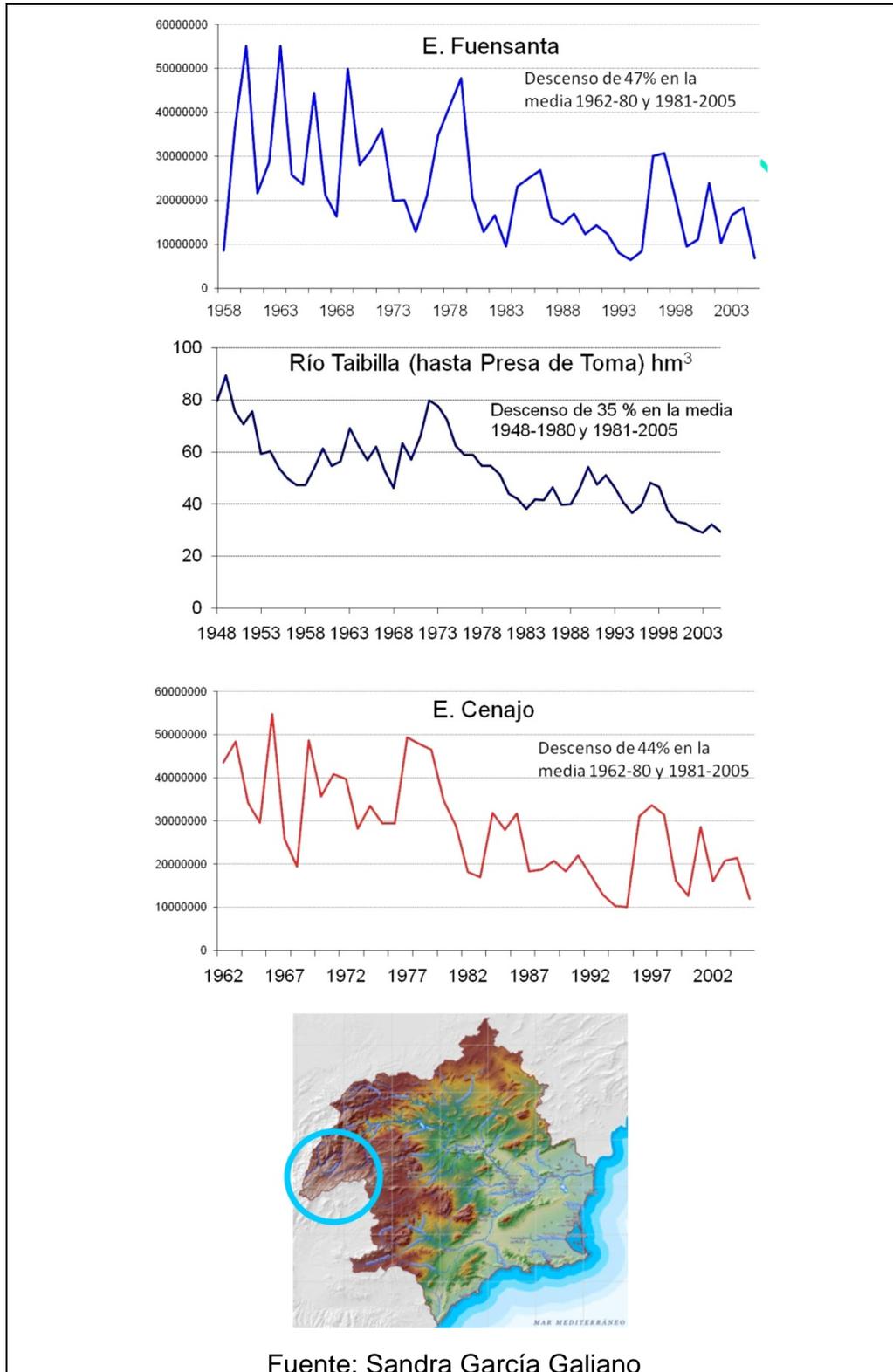


Figura 7

**Disminución de recursos de agua en la cabecera de los ríos de la Demarcación
Hidrográfica del Segura desde la década de los años 80**



Fuente: Sandra García Galiano

Universidad Politécnica de Cartagena

Figura 8

Disminución de recursos de agua en la cabecera de los ríos de la Demarcación Hidrográfica del Júcar desde la década de los años 80

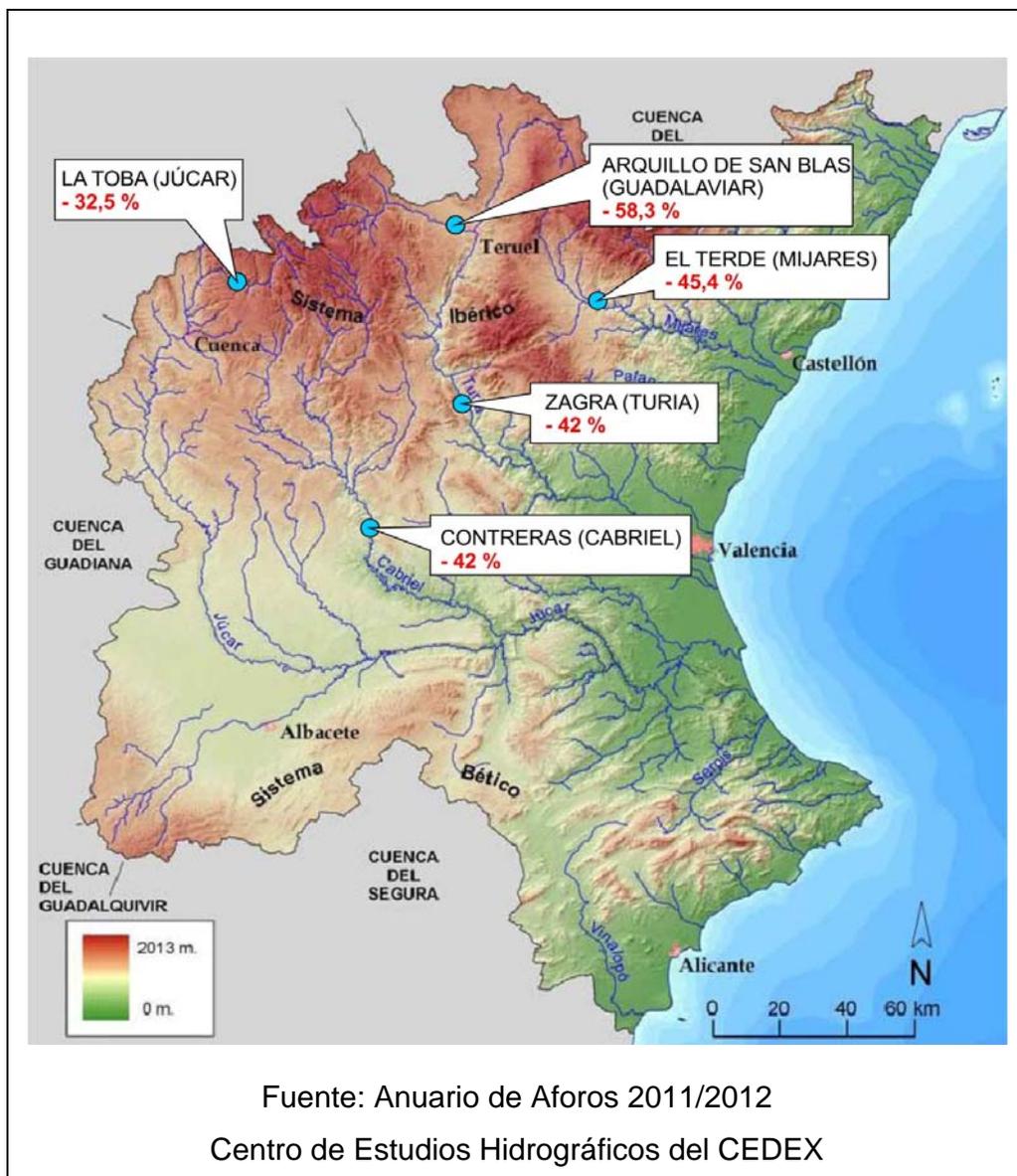


Figura 9

5 CONSIDERACIONES FINALES

Creo que el origen de la citada drástica disminución de las aportaciones de agua a las cabeceras de los ríos no puede ser explicada con la simple variabilidad natural de las precipitaciones. Lo que tuvo lugar a partir del año 1980 es un auténtico desplome - un umbral crítico – de la esorrentía, la cual no se ha recuperado en los 35 años transcurridos desde entonces.

Tampoco se ha “encontrado” el impacto de las posibles causas que pueden explicar el citado hecho. Tardamos muchísimo tiempo en explicar los cambios que se producen en la Naturaleza. Ello puede ser debido a la compartimentación del conocimiento y al aislamiento en sus respectivos nichos de los profesionales que se ocupan de explicar los citados cambios; y, también a que nos empeñamos en dividir fenómenos naturales que de hecho están íntimamente relacionados.

En vez de entrar en hipotéticos escenarios futuros he preferido comentar hechos concretos y relacionar la disponibilidad de agua con las precipitaciones; ya que ningún profesional que en el año 1979 hubiese analizado los datos disponibles hasta entonces de precipitaciones y esorrentías habría podido prever que al año siguiente iba a tener lugar una disminución drástica de las aportaciones en las cabeceras de los ríos y que esta duraría al menos los 35 años siguientes.

La pregunta es ¿y ahora qué va a pasar? Si para que se hayan reducido las aportaciones de las cabeceras de los ríos en un 50% ha bastado una disminución de las lluvias en un 10%, que sucedería si, debido al cambio climático, las precipitaciones se redujesen en otro 10%. Dejo abierta la cuestión.

Por otra parte, después de dos años consecutivos con máximas históricas de temperaturas, con aumento de las precipitaciones torrenciales en la costa y casi sin lluvias en las cabeceras de los ríos podemos pensar que estamos asistiendo a otro umbral crítico de repercusiones impredecibles. Pero ahora, ¿qué debemos hacer?. Desgraciadamente no tengo la respuesta; pero de entrada empezaría por intentar arreglar aquello que nos concierne, por corregir los impactos que hayamos podido ocasionar y por prepararnos para situaciones difíciles tanto en lo que la disponibilidad del agua se refiere como a la prevención de los riesgos de inundación.

En el sentido apuntado se pueden adoptar medidas tanto en la gestión del agua: ahorro, utilización de los acuíferos como elementos esenciales en la regulación del recurso, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, incremento de las infraestructuras de regulación, como en todas las decisiones implicadas en la utilización del territorio; tanto las de

carácter normativo como aquellas tendentes a implantar infraestructuras que permitan la laminación del exceso de escorrentía que produce el sellado de suelo.

Mientras tanto, y esto es mucho más fácil, me permito sugerir la adhesión a las estrategias sobre el agua como un factor determinante en el cambio climático. Como ya lo han hecho la Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOCI) en su propuesta al “Pacto de París sobre el agua y la adaptación al cambio climático en las cuencas de los ríos, lagos y acuíferos”; así como, el Instituto Internacional del Agua de Estocolmo (SIWI) el cual congregó hace un mes a 3.300 participantes de 125 países; donde se alcanzaron las conclusiones resumidas en las siguientes frases:

“El agua es el denominador común de todos los aspectos del cambio climático”

“Si la gestión de los recursos hídricos no queda plenamente integrada en la agenda de cambio climático, los efectos del clima serán significativamente peores en nuestras sociedades”.

“El cambio climático es el cambio acuático”.