

Galicia, ¿territorio adaptado a la sequía?

ÁLVARO FRANCISCO MOROTE SEGUIDO¹ ✉

Recibido: 03/07/2018 | Aceptado: 20/01/2019

Resumen

La sequía, fenómeno natural recurrente en la Península Ibérica se trata de un riesgo climático con notables repercusiones sobre los sistemas de abastecimiento de agua. El objetivo de este trabajo es analizar los efectos de las sequías, su mitigación y la vulnerabilidad frente a este riesgo en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (noroeste de España). Metodológicamente se ha llevado a cabo una revisión de las pasadas sequías en el área de estudio, la consulta y análisis de la planificación hidrológica y una valoración de las fases y medidas implementadas durante la última sequía (entre 2016 y principios de 2018). Los resultados ponen de manifiesto que durante ésta última, la reducción de precipitaciones fue en torno a 500 mm (un descenso del 28-49%, en función del observatorio) pero, destacando que los principales problemas se registraron justamente en áreas donde esa reducción fue menor. Como conclusión cabe indicar que se ha producido un notable avance en la mitigación de los efectos de las sequías en Galicia-Costa, sin embargo, diferentes problemas estructurales como la falta de infraestructuras, mantenimiento y deficiencia de los abastecimientos, entre otros, hacen que esta región sea más vulnerable a la sequía que otras regiones con una menor precipitación y, todo ello, sumado a los posibles efectos futuros del cambio climático.

Palabras clave: sequía; agua; riesgo; vulnerabilidad; abastecimiento; Galicia

Abstract

Galicia, territory adapted to drought?

The drought, a natural phenomenon typical of the Iberian Peninsula, is a climatic hazard with great repercussions on water supply systems for both urban and agricultural uses. The objective of this research is to analyze the effects of droughts, their management and the vulnerability of this hazard in the basin of Galicia-Costa (Northwest of Spain). Methodologically, a review of the past droughts in the study area, the consultation and analysis of hydrological planning were carried out and an analysis of the phases and measures implemented during the last drought (between 2016 and the beginning of 2018). The results show that, during the latter, the reduction of rainfall was around 500 mm (a decrease of 28-49%, depending on the observatory) but highlighting that the main problems occurred precisely in the areas where this reduction was smaller. To sum up it should be noted that there has been a notable advance in the planning of droughts in Galicia-Costa. However, different structural problems such as lack of infrastructures, maintenance and deficiency of supplies, among others, they make this region vulnerable to drought in compare with other regions with a lower rain coupled and taking in to account the possible future effects of climate change.

Key words: drought; water; hazard; vulnerability; supply; Galicia

1. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia. alvaro.morote@uv.es

Résumé

Galice, territoire adapté à la sécheresse?

La sécheresse, un phénomène naturel typique de la Péninsule Ibérique, est un risque climatique avec importantes répercussions sur les systèmes d'approvisionnement d'eau. L'objectif de cet article est d'analyser les effets des sécheresses, leur gestion et leur vulnérabilité dans la démarcation hydrographique de Galice-Costa (nord-ouest de l'Espagne). Méthodologiquement, une revue des sécheresses passées dans la zone d'étude, la consultation et l'analyse de la planification hydrologique seront réalisées, et une analyse des phases et des mesures mises en œuvre lors de la sécheresse (entre 2016 et le début de 2018). Les résultats montrent que, pendant cette dernière, la réduction des précipitations était d'environ 500 mm (une diminution de 28-49%, selon l'observatoire) mais soulignant que, les principaux problèmes se sont produits précisément dans les zones où la réduction était plus faible. En conclusion, il convient de noter que, bien qu'il y ait eu une avancée notable dans l'atténuation des sécheresses en Galice-Costa, cependant, différents problèmes structurels tels que le manque d'infrastructure, l'entretien et la pénurie de fournitures, entre autres, ils rendent cette région plus vulnérable à la sécheresse que d'autres régions avec des précipitations plus faibles et, tout cela, s'ajoutent aux possibles effets futurs du changement climatique.

Mots-clés: sécheresse; eau; risque; vulnérabilité; l'approvisionnement; Galice

1. Introducción

El agua es un recurso natural que adquiere un gran valor por la incidencia que genera en diferentes sectores económicos (agricultura y abastecimiento urbano-turístico), más si cabe, en territorios con déficit hídrico motivado por la escasez natural de agua e incremento de las demandas (Morales et al., 2000; Pérez-Morales, 2017). Respecto a los usos urbanos, el notable incremento del gasto hídrico en las principales aglomeraciones urbanas de los países desarrollados se ha producido, en gran medida, a partir de las décadas de los sesenta y setenta del pasado s. XX hasta llegar a registrar picos máximos a finales de la década de los noventa (Deoro y Mayer, 2012) y principios del actual s. XXI (Gil et al. 2015).

En España, este aumento del consumo y demanda se relaciona, en gran medida, por el incremento de población, viviendas y de la superficie urbano-residencial que se ha producido en las últimas décadas, especialmente, coincidiendo con el último *boom* inmobiliario (Lois et al., 2016; Romero et al., 2018; Morote y Hernández, 2017) y la creación de nuevos regadíos (Morales, 2016). Respecto a la sequía, ésta se trata de un fenómeno recurrente de evolución lenta y progresiva y que, además, sus impactos se acrecientan si se suceden en territorios donde las demandas son superiores a los recursos hídricos disponibles como el que caracteriza a muchas regiones españolas (Olcina, 2001). Según Wilhite (2000) la sequía es un fenómeno natural que se define como una anomalía transitoria con valores de las precipitaciones inferiores a los normales en un área determinada durante un periodo de tiempo más o menos prolongado. Olcina (2001) explica que la sequía supone un desajuste, por defecto, en el ritmo anual de las precipitaciones, de manera que las cantidades que se acumulan en territorios durante las épocas húmedas del año se reducen de forma significativa consolidándose así un déficit hídrico pluviométrico que se traduce sucesivamente en una merma de volúmenes para el abastecimiento. Por su parte, Rico (2004) explica que las sequías ofrecen como denominador común la disminución de lluvias durante periodos de

tiempo más o menos prolongados y que con ello restringen la oferta natural de recursos de agua disponible. La Calle (2007) pone de manifiesto que este fenómeno es una situación de escasez motivada por un descenso de las precipitaciones de duración e intensidad inusual. Hecho que no debe confundirse con la aridez o escasez habitual y natural de determinados lugares o la escasez producida por la explotación humana de las aguas.

Sin embargo, las sequías tampoco son un rasgo «inusual» de la fachada atlántica española (Silverio, 1998). Basta recordar los intensos episodios de escasez de precipitaciones en la vertiente norte de la península Ibérica que Olcina (2001) bautizó como «sequía cantábrica» caracterizada por ser más esporádica y de menor duración. En este sentido, esa baja frecuencia de años secos o de periodos de sequía en una zona acostumbrada a la abundancia de precipitaciones convierte a la ausencia de lluvias en una noticia de primer orden por las restricciones que pueden afectar a los sistemas de abastecimiento (Ruíz-Urrestarazu, 1998), como ha sido el reciente episodio sufrido durante 2016-18 en gran parte de la península y concretamente en su fachada atlántica.

Los peligros naturales, especialmente los de carácter atmosférico, vienen ocasionando una cantidad creciente de pérdidas económicas (CRED, 2017). Se trata de un proceso ampliamente estudiado por un colectivo científico interdisciplinar que en los últimos años ha avanzado de forma sustancial hasta consensuar un marco conceptual completo que permite comprender las catástrofes naturales como un proceso complejo de relación hombre-medio (Pérez-Morales et al., 2016). En términos generales se sintetiza la información en una ecuación en la que el riesgo (R) se compone de dos elementos fundamentales: 1) El factor físico o peligro (P); y 2) El factor humano, o lo que es lo mismo, la vulnerabilidad (V); $R = P \cdot V$ (Wisner et al., 2004). Por lo tanto, el riesgo se asume como el resultado de la interacción entre el peligro físico y la vulnerabilidad (Frigerio y De Amicis, 2016). Al respecto, ya en los años setenta White (1974) señaló que «sin ser humano no hay riesgo». Por lo tanto, para el análisis del riesgo de sequía cabe tener en cuenta dos aspectos como es la variable peligrosidad (episodio caracterizado por la reducción de precipitaciones por debajo de lo considerado «normal») y el estado de la vulnerabilidad de un territorio para hacer frente a este peligro (Olcina et al., 2018). Para el análisis de las sequías, conocer el estado de la vulnerabilidad de un territorio es fundamental (Del Moral et al., 2017). En este sentido, Olcina (2001) afirma que, con visión geográfica, la caracterización de las sequías no puede realizarse sólo desde la óptica de sus causas físicas ya que este peligro aúna factores físicos y humanos en una secuencia temporal más o menos prolongada que provoca consecuencias distintas en virtud del espacio geográfico afectado. Este autor pone de manifiesto que los aspectos humanos tienen un peso mayor en la valoración de este fenómeno natural en el punto de motivar su propia aparición debido a que la demanda agraria, urbana e hidroeléctrica de agua ha provocado una alteración del umbral de sequía. Por lo tanto, la falta de lluvias no tiene el mismo efecto en todas las regiones españolas e, incluso, las condiciones de sequía en algunos territorios no dependen ya de las condiciones pluviométricas locales sino de las que acontezcan en las regiones donde se ubiquen las fuentes de suministro como sucede con la cuenca del Segura y el Acueducto Tajo-Segura (ATS) (Morote et al., 2017b).

Como indican Vargas y Paneque (2018) las sequías pueden producir (o no) situaciones de insuficiencia en los suministros de agua. Esto dependerá fundamentalmente del nivel de demanda y de las características de los sistemas de gestión y explotación y el acceso a la disponibilidad de recursos no convencionales como es la desalinización (Morote et al., 2017a). La severidad de una sequía es difícil de determinar ya que no depende sólo de su duración, intensidad o extensión geográfica sino también de las condiciones de la sociedad que recibe sus impactos que, a su

vez, dependen fundamentalmente de la vulnerabilidad que presenta una determinada sociedad (Kallis, 2008) y de las características de ésta para adaptarse y hacer frente al fenómeno (Vargas y Paneque, 2017).

El informe de la Agencia Medioambiental Europea sobre impactos del cambio climático hace hincapié en la importancia del factor «vulnerabilidad» o características de la sociedad que predispone a sufrir un impacto como elemento fundamental para abordar la adaptación al cambio climático en el territorio europeo hasta final del siglo XXI (EEA, 2017). Como indican Del Moral et al. (2017) las sequías cobran una gran preocupación e interés si se tiene en cuenta este contexto («cambio climático»), pues los efectos derivados de estos riesgos seguirán creciendo en intensidad y frecuencia. Estos autores también exponen que es necesario gestionar las sequías de forma más proactiva, como un componente más del clima, especialmente ante la realidad del cambio climático. En relación con éste último se prevé que la intensidad y recurrencia de los periodos de sequías aumentarán en el futuro (Centros de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX, 2017; *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, 2014; 2018; Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, 2018). En 2007, según la Comisión Europea, se afirmaba claramente que la elaboración de estrategias eficaces de gestión del riesgo de sequía debía considerarse una prioridad de la Unión. Además, cabe insistir que los gestores de los recursos hídricos necesitan tomar decisiones sobre cómo adaptarse al cambio climático antes de que se resuelvan las incertidumbres científicas del modelado del clima y la evaluación del impacto hidrológico (Gober et al., 2016).

La hipótesis de esta investigación es que se ha producido un notable avance en la mitigación de los efectos de las sequías en Galicia-Costa (área de estudio), sin embargo, diferentes problemas estructurales como la falta de infraestructuras, mantenimiento y deficiencia de los abastecimientos, entre otros, hacen que esta región sea más vulnerable que otras áreas con una menor precipitación y, todo ello, sumado a los posibles efectos futuros del cambio climático. El objetivo de esta investigación es analizar los efectos de las sequías, su mitigación y la vulnerabilidad de este fenómeno natural en el territorio de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (noroeste de España). Tras la introducción donde se explica el contexto general de los problemas y variables que pueden influir en la mitigación de las sequías a escala nacional e internacional, se expone la Metodología, los Resultados, las Discusiones y, finalmente, las Conclusiones.

2. Metodología

En primer lugar, para la consecución de los objetivos propuestos en este trabajo, se ha llevado a cabo una revisión de las sequías pasadas en el territorio gallego (últimos cien años). En segundo lugar, se ha consultado el vigente Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021) (RD 1332/2012 de 14 de septiembre). El interés por la elección del área de estudio (Galicia-Costa; noroeste de la Península Ibérica) (Mapa 1) se justifica porque es en esta región donde se concentra la mayor parte de la población del territorio gallego (2.070.645 hab.; el 76,45% de toda Galicia), 182 ayuntamientos (*concellos*) (el 58% del total), donde más intensos han sido los desarrollos urbanos e importancia de la actividad turístico-residencial (Patiño, 2015) y la demarcación hidrográfica que alberga una mayor extensión geográfica (12.990,92 km²; el 44% del territorio gallego). A ello, cabe sumar que en esta demarcación se localizan las principales aglomeraciones urbanas de esta comunidad autónoma. De las 7 ciudades con más de 60.000 habitantes de Galicia, salvo Ourense y Lugo, el resto se localizan en este territorio sumando entre ellas un total de 783.781 hab., lo que supone el 37,85% de los habitantes de la demarcación: Vigo (292.986 hab.), A Coruña

(244.099 hab.), Santiago de Compostela (96.456 hab.), Pontevedra (82.671 hab.), y Ferrol (67.569 hab.) (INE, 2018). Otra particularidad del área de estudio que merece reseñar es que se trata de la única cuenca hidrográfica gallega que se localiza dentro de los límites fronterizos de Galicia. El resto del territorio gallego se enmarca en diferentes cuencas que comparten espacios con otras comunidades autónomas (Castilla y León y Asturias): Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil, Cantábrico Occidental y Duero.

En relación con los datos consultados de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (Plan Hidrológico de Galicia-Costa, 2015-2021), éstos han sido los referentes a las condiciones climáticas y físico-ecológicas, recursos hídricos disponibles y demandas de agua. Con ello se pretende analizar el dinamismo socio-económico de esta parte del territorio gallego, los recursos hídricos disponibles, demandas y discutir y valorar acerca de si estos recursos son suficientes teniendo en cuenta las dinámicas acaecidas en esta demarcación y la reducción de aportes hídricos ya registrados.

Respecto a la sequía, se han consultado los datos disponibles de precipitación anual y mensual de los observatorios meteorológicos situados en las principales aglomeraciones urbanas de Galicia-Costa (2009-2017). Como limitación de estudio cabe indicar la complejidad de analizar estos datos en el territorio gallego debido a su accesibilidad y su reciente disponibilidad. Para este estudio se han seleccionado los siguientes observatorios: A Coruña (Dique), Santiago de Compostela (EOAS), Pontevedra (Lourizán) y Vigo (Campus) (Meteogalicia, 2018). No obstante, cabe advertir el interés que suscita la comparación de estos datos en la última década con los datos de la serie 1981-2010 de la AEMET de estas mismas ciudades. Para ello, se han tenido en cuenta los datos de volumen de precipitación (media mensual y anual) y media del número de días con precipitación superior a 1 mm/día (AEMET, 1981-2010). Para el último caso también se han manejado datos de día de lluvia (más de 1 mm/día) del año 2017 de los observatorios seleccionados (Meteogalicia).

Mapa 1. Área de estudio. Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa



Fuente: Aguas de Galicia (2018a). Elaboración propia. Nota: El territorio adscrito a la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa comprende territorios de las provincias de A Coruña, Pontevedra, Lugo y Ourense.

Posteriormente se han consultado los datos de volumen de almacenamiento de los principales embalses de agua con destino para consumo de la Demarcación de Galicia-Costa para el periodo 2016-2018 (periodo de sequía): Embalse de Eiras (22,17 hm³; abastecimiento de Vigo), embalse de Cecebre (20,61 hm³; abastecimiento de A Coruña), embalse de Forcadas (9,89 hm³; abastecimiento de Ferrol) y embalse de Caldas de Reis (6,15 hm³; abastecimiento de O Salnés). Cabe indicar que estos embalses representan el 92,45% de la capacidad total de los destinados para consumo (un total de 63,62 hm³ en Galicia-Costa). A continuación, se ha consultado el Plan Especial de Sequías de la demarcación de Galicia-Costa (2013) con los objetivos de analizar: 1) Los diferentes índices y situaciones de sequías que se definen; y 2) Los diferentes protocolos y medidas que se deben implantar según la situación de sequía. También se han analizado las diferentes fases de la pasada sequía (2016-18) y las actuaciones que se implementaron. Finalmente se ha revisado el Plan Agua (2010-2025) y los respectivos informes de los principales sistemas de abastecimiento de la Demarcación (A Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra y Vigo) con el objetivo de analizar datos de demandas, dotaciones y proyecciones futuras. Con todo ello se podrá valorar la vulnerabilidad presente y futura de este territorio para hacer frente a la sequía.

3. Resultados

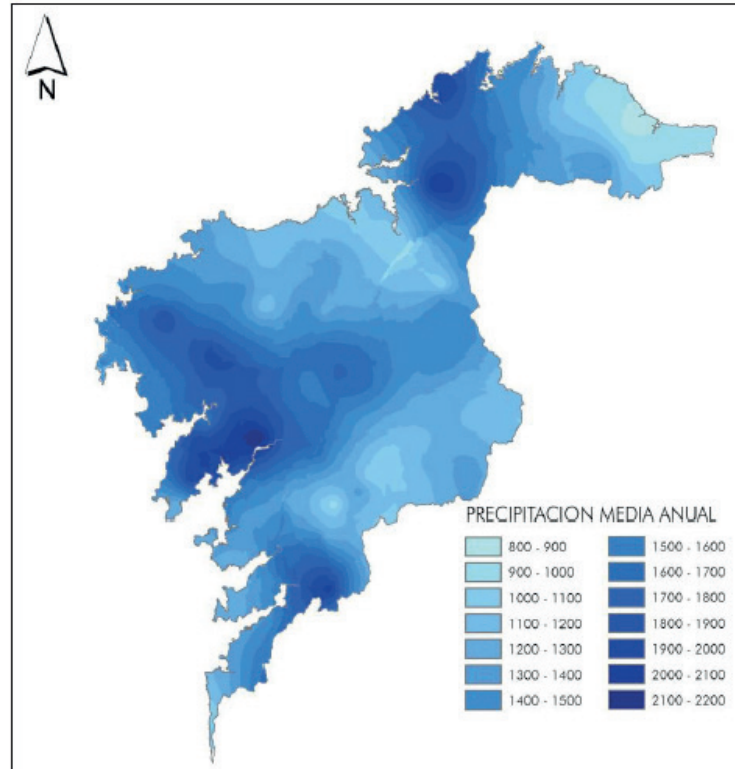
3.1. La sequía en Galicia ¿un fenómeno natural «inusual»?

Climáticamente, el territorio de Galicia-Costa se adscribe al clima templado-húmedo. Sus ríos se caracterizan por presentar un régimen fluvial (los ríos costeros y los de interior que nacen en las sierras occidentales y septentrionales), con un máximo en otoño y en invierno. Por otro lado, los ríos que nacen en las sierras orientales y surorientales ofrecen un régimen pluvio-nival caracterizado por dos máximos, uno en el otoño-invierno que es el más importante y otro en primavera. Básicamente las condiciones principales del clima gallego se pueden sintetizar en dos: 1) Respecto a su posición geográfica con la circulación atmosférica en las latitudes medias entre los 42° y 44° de latitud norte, Galicia se encuentra en una posición de transición entre zonas excedentes y deficitarias energéticamente, en una encrucijada de masas de aire que buscan el equilibrio energético y producen en la región una gran variedad climatológica; y 2) Una morfología del territorio que provoca que el clima sea aún más heterogéneo y con peculiaridades. Estas interacciones atmósfera-relieve son importantes ya que desempeñan un papel fundamental en el régimen pluviométrico (Mapa 2). Tanto la forma recortada de la línea de costa como la presencia de relieves próximos a ella (Sierra Capelada – 611 m.s.n.m, Barbanza – 685 m.s.n.m., A Groba- 648 m.s.n.m) o situadas en el prelitoral (Sierra de Candán -1.017 m.s.n.m., Suido – 1.051.m.s.n.m.; Faro de Avión – 1.151 m.s.n.m.), provocan ascensos forzados de las masas de recorrido oceánico que influyen en su inestabilización haciendo mucho más eficaz las descargas de precipitación.

En relación con las precipitaciones, en la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa, en base a la serie de 1940/41- 2011/12 (serie larga) del Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación-Aportación (SIMPA), la precipitación total anual media se sitúa en torno a los 20.039 hm³/año. La pluviometría tiene un rango amplio de variación espacial, oscilando entre valores medios máximos de 3.460 mm/año y medios mínimos de 248 mm/año, siendo la media de 1.543 mm/año. Respecto a la serie del periodo 1980/81-2011/12 (serie corta), la precipitación total anual se encuentra en torno a los 19.117 hm³/año, con valores medios máximos de 2.999 mm/año en años húmedos y mínimos de 295 mm/año en años secos, siendo la precipitación

anual media de 1.472 mm/año. Ello significa que se ha producido una reducción del 4,6% entre la serie corta y larga.

Mapa 2. Precipitación media anual en la Demarcación de Galicia-Costa



Fuente: Aguas de Galicia (2018a).

El último informe publicado por el CEDEX (2017), «Evaluación del Impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España», ha señalado diferentes descensos en precipitación y aportación natural de recursos hídricos tanto para el conjunto de España como por cuencas hidrográficas. Éstos han sido calculados a partir de valores climáticos procedentes de modelos climáticos globales y de escenarios de emisiones utilizados en el 5º Informe de Evaluación del IPCC (2014). La mayoría de las proyecciones indican una reducción de las precipitaciones en todas las cuencas, siendo más acusada hacia finales del s. XXI y en la RCP 8.5., siglas que corresponden a Sendas Representativas de Concentración de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. La disminución será más intensa en las Demarcaciones Hidrográficas occidentales, del centro peninsular y las Islas Canarias. Para el conjunto de España la media de los cambios para los RCP 4.5. y RCP 8.5. son respectivamente del -2% y -4% (2010-2040), del -6% y -8% (2040-2070) y del -7% y -14% en el horizonte 2070-2100. En relación con la precipitación media, en la Demarcación de Galicia-Costa las proyecciones para el RCP 4.5. pronostican un descenso del 2% (2010-2040) y del 7% para el horizonte 2040-2070 y 2070-2100, respectivamente. Respecto al RCP 8.5., estos son más acusados, llegando hasta un descenso del 13% para el horizonte 2070-2100 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evolución de la precipitación (%) en la Demarcación de Galicia-Costa según las proyecciones RCP 4.5. y RCP 8.5.

		RCP 4.5.			RCP 8.5.		
		Mx	Med	Mn	Mx	Med	Mn
Galicia-Costa	2010-2040	7	-2	-7	1	-4	-10
	2040-2070	-3	-7	-12	2	-7	-12
	2070-2100	2	-7	-14	-1	-13	-20

Fuente: CEDEX (2017). Elaboración propia.

En relación con la sequía, como explica Rico (2004) la pertenencia de gran parte de la Península Ibérica al dominio climático mediterráneo y su proximidad al ámbito de subsidencia subtropical del anticiclón de Azores explican la existencia de la sequía como un hecho climático más o menos habitual y generalizable a todo el conjunto territorial de la España peninsular. Las causas atmosféricas que originan las sequías tampoco son idénticas en todas las regiones españolas (Olcina, 2001). La sequía cantábrica afecta al norte peninsular y se caracteriza por ser más esporádica y de menor duración con respecto a la «sequía ibérica» o la «sequía surestina». Como analizó Olcina (2001) existen tres situaciones atmosféricas que pueden provocar una sequía cantábrica: 1) Crestas saharianas; 2) Dorsales anticiclónicas derivadas de ondas de retrogresión con eje al norte de 45° N y con una vaguada (o depresión fría en altitud) en la mitad meridional de la Península Ibérica; y 3) Borrascas frontales con rumbo suroeste-noreste y entrada por el Golfo de Cádiz (efecto *foehn* en la fachada cantábrica).

Según Rico (2004) las sequías que afectan al territorio español no tienen ni frecuencia ni duración fijas y tampoco idénticos efectos en las diferentes regiones. La falta de infraestructuras hídricas, el incremento del consumo o la precaria gestión del agua han extendido sus efectos a regiones teóricamente bien dotadas de recursos hídricos como las cantábricas, las pirenaicas e incluso las comarcas gallegas. De esta forma, un hecho natural puede verse agravado por la intervención humana al aumentar la vulnerabilidad de los sistemas de suministro. Ello propicia desiguales efectos territoriales en relación con la mayor o menor adaptación de la población y los cultivos a la oferta de agua disponible (Olcina, 2001).

La baja frecuencia de años secos o de periodos de sequía en una zona acostumbrada a la abundancia de lluvias convierte la ausencia de éstas en una noticia de primer orden por las restricciones que pueden afectar a los sistemas de abastecimiento (Ruiz, 1998). En este sentido, la percepción de sequía depende de cada territorio. Por ejemplo, Olcina (2001) explica que cuando la presencia de crestas o dorsales anticiclónicas rondan los 140 días se habla de «año seco» y éste alcanza el grado de «muy seco» cuando se superan 160 jornadas bajo condiciones de abrigo aerológico impuesto por la subsidencia anticiclónica. En la orla cantábrica española, tradicionalmente no ha existido una preocupación por la sequía. Sin embargo, valores de disminución de lluvia superiores a 150 mm (respecto a unas precipitaciones anuales de 800 mm o más implicaría un descenso del 18-20%) considerándolo como un periodo seco. Por el contrario, en el sureste ibérico se tiene que registrar una merma del 50% (150-175 mm; de un total medio anual de unos 350 mm aprox.), para que se considere como un año seco (Rico, 2004). Por tanto, es el propio régimen pluviométrico y el grado de adaptación del ser humano y sus actividades en el territorio el que determina la sensación de pertenencia a un periodo seco o no.

Las últimas sequías que afectaron al norte peninsular desde finales del s. XIX fueron los periodos de 1898-99, 1902, 1904-05, 1916, 1948, 1957, 1979-85, 1988-90, 1990-94, 2011-12 y la pasada de 2016-18 (el inicio y final depende de cada territorio). Por tanto, se tratan de unos episodios que suelen durar un año o dos como máximo y suelen acontecer cada 15-20 años, aunque cabe citar que existen algunos registros cada lustro como los acaecidos durante las primeras décadas del s. XX. En el trabajo de Olcina (2001) se calculó que el porcentaje de reducción de precipitación respecto a la media durante la sequía que afectó al territorio occidental de Galicia durante 1980-85 fue del 20%, mientras que en la Galicia Interior se estimó en el 20-40%. Respecto a la demarcación de Galicia-Costa, la reducción de precipitaciones durante los periodos de 1979-1982 y 1990-94 se estimó en un 6% y 1%, respectivamente. En la última década, según recoge el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-21), se destaca la sequía del invierno de 2011-12 como el segundo más seco después del 1991-92 (un 71% de precipitación inferior al valor normal de la serie 1971-2000).

Cuadro 2. Precipitación anual de los observatorios climáticos seleccionados (2009-2017)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Pmm media (1981-2010)	Pmm media (2009-2017)
A Coruña	633	733	558	547	784	806	525	950	513	1.014	672
Santiago de C.	1.589	1.538	1.045	1.310	2.105	1.991	1.180	1.602	1.213	1.787	1.508
Pontevedra	1.503	1.531	1.499	1.428	1.771	2.213	1.262	1.727	1.056	1.613	1.554
Vigo	1.790	1.559	1.242	1.715	2.004	1.531	2.004	2.103	1.273	1.791	1.691

Fuente: AEMET (2018); Meteogalicia (2018). Nota: En color naranja se han marcado los años en los que la precipitación anual registrada ha sido un 20% inferior a la media (año seco) (AEMET, periodo 1981-2010).

Finalmente, en relación con los escenarios del cambio climático sus efectos habrá que considerarlos en la planificación y gestión de los recursos hídricos y, en particular, de las sequías. En el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021), como se ha comentado anteriormente, en comparación con la serie larga (1940/41-2011/12) y serie corta (1980/81-2011/12) se constata una reducción de las precipitaciones del 4,6% y, según el CEDEX (2017) se espera que para el RCP 4.5 y RCP 8.5. la reducción sea del 7% y 13% para el horizonte 2070-2100, respectivamente. Respecto a los datos analizados en este trabajo de los observatorios seleccionados también se observa una notable reducción a la hora de comparar los valores medios anuales de precipitación registrados por la AEMET (1981-2010) con la media de la última década (serie 2009-2017) (Meteogalicia) que oscila entre una reducción del 5-33%: A Coruña (-33%), Pontevedra (-17,25%), Santiago de Compostela (-15%) y Vigo (-5,54%). Respecto a la reducción de las precipitaciones (2009-17) con los valores medios anuales (AEMET 1981-2010) se aprecia cómo se ha asistido a un ciclo seco en la última década. Los años en los que la precipitación ha sido inferior al 20% de la media (AEMET), coincidiendo esa reducción como un periodo seco, ascienden a: A Coruña (8 años), Santiago de Compostela (4 años) y Pontevedra y Vigo (2 años respectivamente) (Cuadro 2).

3.2. La mitigación de las sequías en la planificación hidrológica. El caso de Galicia-Costa

La elaboración de planes para resolver problemas hídricos ha sido una constante en España durante muchos años y en momentos políticos, económicos y sociales muy distintos. Como rasgo común a todos ellos, el término de «política hidráulica tradicional» en España ha sido sinónimo, desde que se acuñó a finales del s. XIX, de política agraria y dada la importancia que el sector agrícola ha tenido en la economía española, también de política económica (Hernández-Mora et al., 2014). Ésta es una de las ideas centrales y definitorias que caracterizan el modelo tradicional de la política hidráulica española. Con la aprobación de la Ley de Aguas en 1985 (BOE número 189, de 8 de agosto de 1985) comenzó un proceso de planificación hidrológica de carácter normativo en el que se combinaban unos elementos de coordinación reservados al Plan Hidrológico Nacional y al Gobierno y, otros de autonomía territorial y descentralización que se concretan en los Planes Hidrológicos de cuenca. Ello significó que la obligación de elaborar estos planes recaía sobre las Confederaciones Hidrográficas de las cuencas intercomunitarias y los Organismos de cuenca de las Administraciones Hidráulicas con competencias en las cuencas intracomunitarias.

Para el caso gallego cabe destacar que su Estatuto de Autonomía (Ley 8/1984, de 10 de julio) establece en su art. 27.12 la competencia exclusiva de esta Comunidad en materia de aprovechamientos hídricos, canales y regadíos cuando las aguas discurren íntegramente dentro del territorio gallego sin perjuicio de lo dispuesto en el art. 149.1.22 de la Constitución. Por otra parte, y a partir de lo previsto en el mencionado Estatuto, el Real Decreto 2792/1987, de 29 de enero y el Real Decreto 2792/1986, de 30 de diciembre, establecen las competencias y funciones de la Comunidad Autónoma de Galicia en materia de programación, aprobación, ejecución y explotación de aprovechamientos hídricos dentro de su territorio, así como en la ordenación y concesión del agua de sus cuencas y en la propia elaboración del Plan Hidrológico de la Demarcación de Galicia-Costa. Al respecto, en Galicia, en el ámbito de la gestión de las cuencas intracomunitarias corresponden a *Aguas de Galicia* (Entidad Pública Empresarial de la Administración de la Comunidad Autónoma de Galicia) las competencias que el ordenamiento jurídico vigente en materia de aguas atribuye a los organismos de cuenca, así como las que específicamente se regulan en esta Ley de Aguas y el resto del ordenamiento jurídico de aplicación. Según el art. 6 de la Ley 9/2010, de 4 de noviembre, de Aguas de Galicia, la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa incluye las cuencas hidrográficas de los ríos que discurren en su totalidad por el territorio gallego.

La sequía producida en la mayor parte de España entre 1992-1995, con notables consecuencias socio-económicas (Del Moral y Giansante, 2000), actuó como detonante en el cambio de mentalidad a la hora de hacer frente a las sequías (Morales et al., 2001). La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional sentó las bases en su art. 27: «El Ministerio de Medio Ambiente, para las cuencas intercomunitarias, con el fin de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía, establecerá un sistema global de indicadores hidrológicos que permita prever estas situaciones y que sirva de referencia general a los Organismos de cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía». De esta manera como argumentan Paneque y Vargas (2015) se incorpora desde la perspectiva de la gestión de los riesgos un esquema del proceso de planificación que responde a las recomendaciones de expertos internacionales de redactar planes de sequía que incluyan monitoreo, alerta temprana y predicción, evaluación de riesgo e impacto y mitigación y respuesta.

Dicho art. 27 se centra en aspectos como la definición de un sistema de indicadores de sequías que se relacionan con la toma de decisiones de forma objetiva, progresiva y planificada, la elabo-

ración de Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta y Sequía (PES) en cada ámbito de planificación hidrológica y la elaboración de Planes de Emergencia en Abastecimientos de más de 20.000 habitantes que deben elaborar las administraciones públicas responsables (PEM). Como ponen de manifiesto Del Moral y Hernández-Mora (2015) el mencionado sistema de indicadores incorpora un esquema metodológico para la selección y análisis de los indicadores que incluye los siguientes pasos: 1) Definición de las unidades de demanda; 2) Selección del indicador más representativo de la evolución de la oferta de recursos existente en cada una de ellas; 3) Recopilación de las series hidrológicas temporales asociadas a cada uno de los indicadores; 4) Ponderación de los distintos indicadores en cada uno de los sistemas de explotación de la cuenca hidrográfica; y 5) El seguimiento continuo de la evolución de los indicadores.

Según se recoge en el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021), a pesar de que la precipitación media anual alcanzada en este territorio es muy elevada (1.468 mm/año) en relación con el resto de la península, no impide que se produzcan con cierta frecuencia períodos de escasez de precipitaciones y, en ocasiones, problemas de abastecimiento. Estos episodios son fruto de la variabilidad de las precipitaciones de Galicia y la fuerte dependencia entre esas precipitaciones con el volumen de agua circulante por los ríos, así como la escasa capacidad de regulación de los embalses para consumo (63,62 hm³ de capacidad pero tan sólo el 9,2% del total de capacidad de almacenamiento de toda la demarcación). El incremento de la frecuencia de estos episodios llevó a la toma en consideración de la necesidad de elaboración de un PES para esta demarcación. Dicho Plan (elaborado por Aguas de Galicia) se establece como un instrumento que permite a la administración, ante un episodio concreto de reducción de precipitaciones, la identificación, evaluación, seguimiento, toma de decisiones y posterior adopción de medidas precisas con el objetivo de minimizar los efectos adversos de una situación de sequía. El PES de Galicia-Costa fue publicado el 30 de noviembre de 2012 y sometido a un período de consulta pública de 45 días (DOG nº229 30/11/2012), junto con el correspondiente Informe de Sostenibilidad Ambiental según la Ley 9/2006 de 28 de abril sobre la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio natural. Una vez finalizada la consulta pública y realizado el análisis de las alegaciones recibidas se elaboró el Plan definitivo que fue aprobado por acuerdo del *Consello de la Xunta* el 1 de agosto de 2013 (DOG nº191 7/10/2013).

El PES de Galicia-Costa (2013) tiene la finalidad de resolver tres cuestiones fundamentales: 1) Debe establecer cuando actuar, con el fin de prever y anticiparse a las futuras sequías; 2) Debe establecer la secuencia de activación de las medidas de mitigación, según el estado en el que se encuentren los recursos en la cuenca y las previsiones sobre su evolución; y 3) Debe atribuir las responsabilidades de acción, es decir, quienes han de ser los responsables de la implantación y seguimiento de tales medidas para garantizar su adopción y coordinación entre instituciones y entidades públicas o privadas vinculadas al problema. Para la identificación de las situaciones de sequía se establece un sistema de indicadores específicos que se calculan mensualmente para cada nivel de cada sistema de explotación basado en los datos de precipitación, caudales y niveles de ríos, embalses y aguas subterráneas y calidad de las aguas. A partir de esta información se establecen unas fases de sequía de gravedad progresiva que se diferencian en cuatro niveles: 1) Normalidad; 2) Prealerta; 3) Alerta; y 4) Emergencia. Para cada fase se establecen diferentes medidas necesarias puestas en marcha por las distintas administraciones con competencias, así como el protocolo de actuación y coordinación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diferentes fases de sequía y medidas del PES de Galicia-Costa

Estado de normalidad: Implica que los valores de caudal y nivel están por encima o en los valores medios registrados en las series históricas de los indicadores.
Estado de prealerta: Los valores de caudales y niveles se sitúan por debajo de los valores medios históricos, por lo que es conveniente hacer un seguimiento especial, que suelen implicar medidas de control y concienciación ciudadana (campañas de ahorro).
Estado de alerta: Se activa el estado de alerta con el objetivo de poner en marcha medidas de conservación del recurso y de gestión de la demanda que permitan su mantenimiento con aplicación de las medidas de ahorro pertinentes.
Estado de emergencia: Se activa cuándo es ineludible la aplicación de medidas excepcionales.

Fuente: Aguas de Galicia (2018).

Cabe reseñar que debido a la gran variabilidad de las precipitaciones en el territorio gallego (caso de Galicia-Costa) (motivado por condicionantes geográficos), la fuerte dependencia con la escorrentía superficial generada que circula por los ríos, así como la escasa capacidad de regulación de los embalses para consumo (63,62 hm³), hace que esta demarcación presente una gran inercia de los distintos episodios meteorológicos e hidrológicos que se producen. Esto significa que se sucede en períodos cortos de tiempo, episodios tanto de sequía como crecidas, lo que muestra una gran capacidad de recuperación de nivel hídrico. De esta manera, por ejemplo, el comportamiento de los embalses es de carácter anual. Partiendo de la base de estas particularidades, los datos de un indicador de estado de «alerta», por ejemplo, en relación con los indicadores de aforos, no deben relacionarse directamente con la declaración de una fase de sequía de «alerta» ya que se debe tener en cuenta también el cálculo de los otros indicadores de estado, otras valoraciones como la predicción meteorológica de los días siguientes, la presencia o no de demandas insatisfechas, etc. Estas consideraciones permiten conjuntamente hacer una valoración final de la fase de sequía en un momento determinado.

En relación con las medidas a implementar según las distintas fases de sequía, en fase de «normalidad» éstas se relacionan con el seguimiento cotidiano de los indicadores, así como todas aquellas medidas relacionadas con la planificación hidrológica que van desde la priorización de los usos, profundización en las reglas de explotación de los diferentes sistemas y la concienciación ciudadana con la formación y la realización de campañas de sensibilización en centros de enseñanza. Esta fase constituye el período adecuado para planificar y preparar las medidas que deben activar el resto de fases caracterizadas por la menor disponibilidad de agua. Respecto al estado de «prealerta», las medidas se orientan a incrementar la oferta de recursos hídricos, la reducción de la demanda y reducción del Agua No Registrada (ANR) (pérdidas, fugas, etc.). En la siguiente fase («alerta»), las medidas a llevar a cabo tienen como finalidad la conservación de los recursos hídricos mediante mejoras en la gestión, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, y ahorro y limitaciones del consumo de los grandes sistemas de abastecimiento. Entre estos últimos destacan, por ejemplo, la identificación de captaciones ilegales, limitación de los caudales concedidos de manera temporal mientras dure el episodio de sequía, comenzando por aquellos usos menos prioritarios, limitación de los usos municipales o sistemas de abastecimiento para evitar usos desproporcionados.

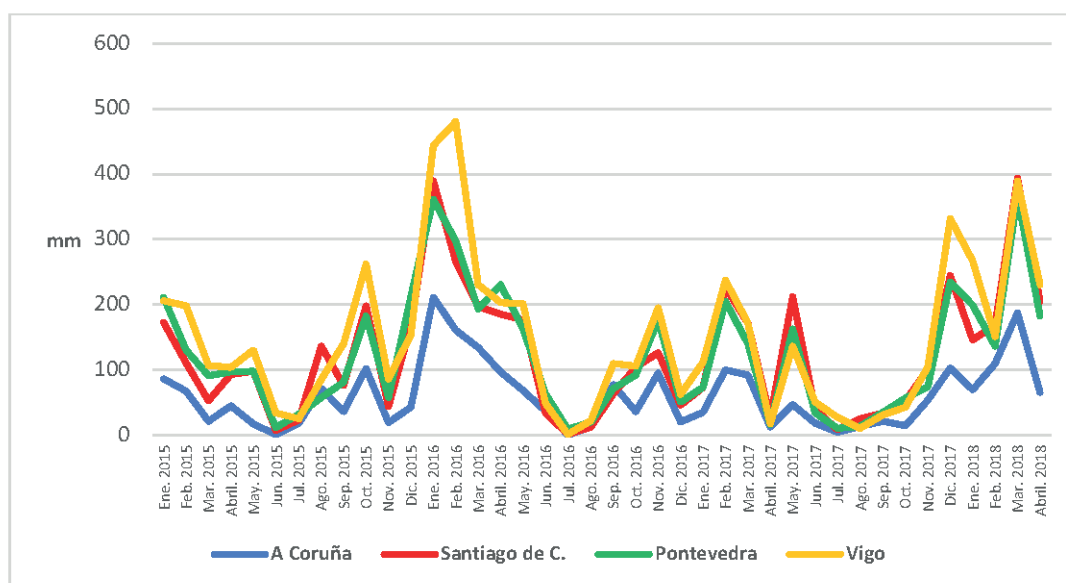
Finalmente, de agravarse la situación de sequía, la fase siguiente es de «emergencia». Las medidas durante este periodo se relacionan con la optimización en el gasto de los escasos recursos hídricos disponibles. Por lo tanto, será necesario establecer restricciones a los usos menos prioritarios o incluso generalizarlas, así como adoptar las medidas estructurales o técnicas necesarias

en cada caso. Cabe indicar que Aguas de Galicia sólo adoptará medidas estructurales en aquellos ayuntamientos o sistemas de abastecimiento en los que se justifique que previamente se tomaron las medidas de gestión oportunas encaminadas a la reducción de los consumos por los distintos organismos gestores a través del establecimiento de planes de reducción de pérdidas en la red, detección de fugas y optimización de los procesos (por ejemplo en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable -ETAPs), para obtener una máxima eficiencia en los sistemas. El objetivo final, por tanto, es una disminución de la ratio de pérdidas (en torno al 30%) valorándose el esfuerzo de minimización en cada caso.

3.3. La sequía de 2016-18. La manifestación de un riesgo natural agravado por el incremento de la vulnerabilidad

En Galicia-Costa, debido a la escasez de precipitaciones durante 2016 (Gráfico 1 y Cuadro 4), en el mes de septiembre de ese mismo año, Aguas de Galicia declaró el estado de «prealerta» por sequía en los sistemas 1 (río Verdugo, ría de Vigo y ría de Baiona), 2 (costa de Pontevedra) y 8 (río O Castro). El empeoramiento generalizado a nivel hidrológico llevó a extender la activación de la «prealerta» a toda la demarcación en diciembre de 2016. La situación se agravó durante 2017 ya que el verano fue notablemente seco en algunas áreas de la costa de Galicia. Por ejemplo, en Vigo el registro de precipitaciones entre junio-agosto de 2017 fue la mitad del valor normal (71,4 mm cuando la media se sitúa en 151 mm). Tras esta situación, el 2 de octubre de 2017 se declaró el estado de «alerta» en 6 sistemas de explotación (los ya citados anteriormente más los sistemas del río Xallas, Costa de A Coruña y ría de Corcubión; río Mero, Arteixo y ría de A Coruña; y río Mandeo y ría de Betanzos). El día 3 de noviembre de 2017, tras la constatación del empeoramiento de los índices de sequía, la presidencia de Aguas de Galicia activó el estado de «alerta» en el sistema de explotación de río Lérez y Ría de Pontevedra.

Gráfico 1. Precipitación mensual en las principales urbes de la Demarcación de Galicia-Costa (enero de 2015- abril de 2018)



Fuente: Meteogalicia (2018). Nota: En este gráfico se ha representado también el año 2015 ya que también fue notablemente seco en los observatorios seleccionados.

Cuadro 4. Precipitación mensual en los observatorios climáticos seleccionados durante la pasada sequía (julio de 2016-abril de 2018)

	A Coruña		Santiago de C.		Pontevedra		Vigo	
	mm (sequía)	mm media	mm (sequía)	mm media	mm (sequía)	mm media	mm (sequía)	mm media
Jul. 2016	0,2	34	1,2	43	9	44	1,2	44
Ago. 2016	12,8	35	12,5	57	19,8	56	22,2	45
Sep. 2016	77,5	64	63,4	107	71,6	95	109,2	102
Oct. 2016	35,8	130	103,6	226	91,6	224	106,2	231
Nov. 2016	95	138	126,8	217	176,8	222	195,3	246
Dic. 2016	20,6	131	46,2	261	50,8	216	62,7	262
Ene. 2017	34,6	112	72,9	210	73,6	178	111,8	208
Feb. 2017	100,2	88	226,7	167	205,2	133	237,7	162
Mar. 2017	91,6	75	171,5	146	139,8	120	171,6	141
Abril. 2017	12	88	27,6	146	16,2	143	17,6	157
May. 2017	46,6	74	212,2	135	163,2	118	136,5	127
Jun. 2017	18,2	44	38,6	72	34,4	64	50,7	62
Jul. 2017	5	34	8,8	43	10,8	44	26,9	44
Ago. 2017	13,4	35	24,9	57	13	56	10	45
Sep. 2017	20,8	64	33,9	107	35	95	30,9	102
Oct. 2017	14,4	130	52,2	226	56,4	224	43,3	231
Nov. 2017	54	138	100,7	217	74,6	222	105,2	246
Dic. 2017	102,8	131	243,9	261	234	216	331,3	262
Ene. 2018	69,7	112	145,6	210	199	178	266,9	208
Feb. 2018	110	88	169	167	136,2	133	151,2	162
Mar. 2018	186,9	75	393,7	146	365,5	120	388,4	141
Abril. 2018	65,6	88	204,6	146	182	143	230,5	157

Fuente: AEMET (2018); Meteogalicia (2018). Nota: En color naranja se han marcado los años en los que la precipitación registrada ha sido un 20% inferior a la media mensual (AEMET, periodo 1981-2010).

El día 4 de diciembre de 2017, tras constarse un agravamiento de la sequía se activó el estado de «alerta» en todo el territorio de Galicia-Costa. El 15 de enero de 2018, después de examinar que la evolución de los indicadores de seguimiento manifestaba una mejoría en la situación, tras las lluvias de finales de 2017 y comienzos de 2018, la presidencia de Aguas de Galicia desactivó el estado de «alerta» y, pasando la situación a «prealerta» en gran parte del territorio. Finalmente, el 6 de abril de 2018, una vez constatada por la oficina técnica de la sequía la recuperación de los sistemas hídricos de la demarcación Galicia-Costa se desactivó el estado de «prealerta» pasando todas las cuencas a estado de «normalidad».

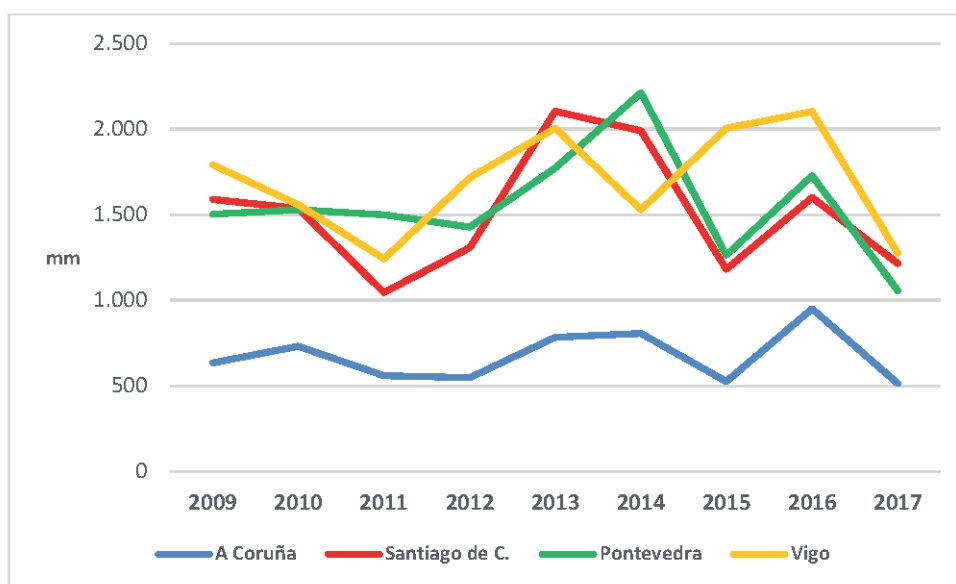
Según los datos de precipitación anual de los principales observatorios seleccionados (A Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra y Vigo) (Gráfico 2), los registros de precipitación ponen de manifiesto una reducción de aproximadamente 500 mm durante 2017. Registros similares también se constataron en años anteriores como en 2015 y en 2011. Respecto a este periodo, esta reducción de 500 mm indica que porcentualmente la disminución de las precipitaciones ha osci-

lado entre un 28-49% en relación con la media de la serie 1981-2010 (AEMET). Por ejemplo, en A Coruña la media de este periodo asciende a 1.014 mm/año. Sin embargo, en 2017 tan sólo se registraron 513 mm (un descenso del 49%). En Pontevedra (media de 1.613 mm/año) la reducción ha sido del 34% (1.056 mm en 2017); En Santiago de Compostela este descenso ha sido del 32% (media de 1.784 mm y 1.213 mm en 2017); Y, en Vigo, con una precipitación media de 1.791 mm, la disminución registrada en 2017 ha sido del 28%. Respecto al número de días de lluvias con precipitación superior a 1 mm cabe indicar que en 2017 se ha producido un descenso del 28-39% en comparación con la media del periodo 1981-2010. En Vigo es donde esta disminución ha sido menor (-28%; media de 129,2 días; 93 días en 2017), un descenso del 31% en Santiago de Compostela (media de 139,5 días; 96 días en 2017), disminución del 32% en Pontevedra (media de 131,3 días; 88 días en 2017) y hasta una reducción del 39% en A Coruña (media de 129,6 días; 79 días en 2017).

A la hora de analizar los volúmenes de almacenamiento en los principales embalses de la demarcación de Galicia-Costa cabe indicar que el volumen almacenado suele reducirse desde finales de la primavera motivado por factores estructurales como: 1) Un incremento del consumo; 2) Reducción de precipitaciones; y 3) Una mayor evapotranspiración. Como se observa en el Gráfico 3, respecto a los dos grandes embalses que abastecen a las áreas metropolitanas de Vigo (Eiras; 22,7 hm³) y A Coruña (Cecebre; 20,6 hm³), durante 2017, tras un verano seco (sequía estival) y, especialmente un otoño sin apenas precipitación, estos dos embalses prácticamente llegaron hasta finales de este año con unas reservas por debajo del 40%. A principios de octubre de 2017 el embalse de Baiona ya se situaba al 41,71% de su capacidad, el embalse de Eiras al 57,68%, mientras que el de Vilagarcía descendía al 13,12%. La situación a principios de diciembre de 2017 se agravó drásticamente ya que salvo el embalse de Pontillón de Castro y Caldas de Rei, el resto se encontraba por debajo del 50% destacando los embalses para abastecimiento de las grandes aglomeraciones urbanas como Vigo (Eiras al 37,12%) o A Coruña (Cecebre al 35,16%). Sin embargo, gracias a un final de año de 2017 (últimas semanas de diciembre) y primavera de 2018 húmedos, los embalses se recuperaron con gran rapidez. Por ejemplo, en el mes de mayo de 2018, los cuatro principales reservorios de Galicia-Costa se encontraban casi al 100%: Cecebre (98,34%), Eiras (98,44%), Forcadas (98,97%) y Caldas de Rei (96,46%).

Ante la grave situación de sequía que padecía el territorio gallego en todo su conjunto a principios de diciembre de 2017, todos los *concellos* afectados de más 20.000 habitantes debían comunicar a la Xunta su plan de emergencia para informar de las medidas a implementar para el ahorro de agua. Respecto a Vigo, Aguas de Galicia autorizó la reducción del caudal ecológico del embalse de Eiras en un 25% (el máximo que permite la ley) debido a la incapacidad que se presentaba a la hora de potabilizar el agua para abastecimiento. Ello se debe porque conforme el volumen almacenado en este embalse desciende, se reduce la calidad de las aguas y, por tanto, se requiere un tratamiento de potabilización distinto. Por este motivo, incluso en algunos barrios y áreas urbanas de Vigo el agua durante la pasada sequía presentó una apariencia turbia. Algunas de las medidas dictadas por Aguas de Galicia fue el esfuerzo por parte de los *concellos* de reducir un 10% el consumo de agua durante el mes de diciembre de 2017 y, destacando además que, se preveía incrementar en un 35% en el caso de que la reducción de lluvias continuara. Estas medidas pasaban por la cancelación de los baldeos de calles, restricción de riego de jardines y parques públicos, prohibición del llenado de piscinas y reducción de la presión del agua por las noches para evitar fugas.

Gráfico 2. Precipitación anual en las principales aglomeraciones urbanas de la Demarcación de Galicia-Costa (2009-2017)



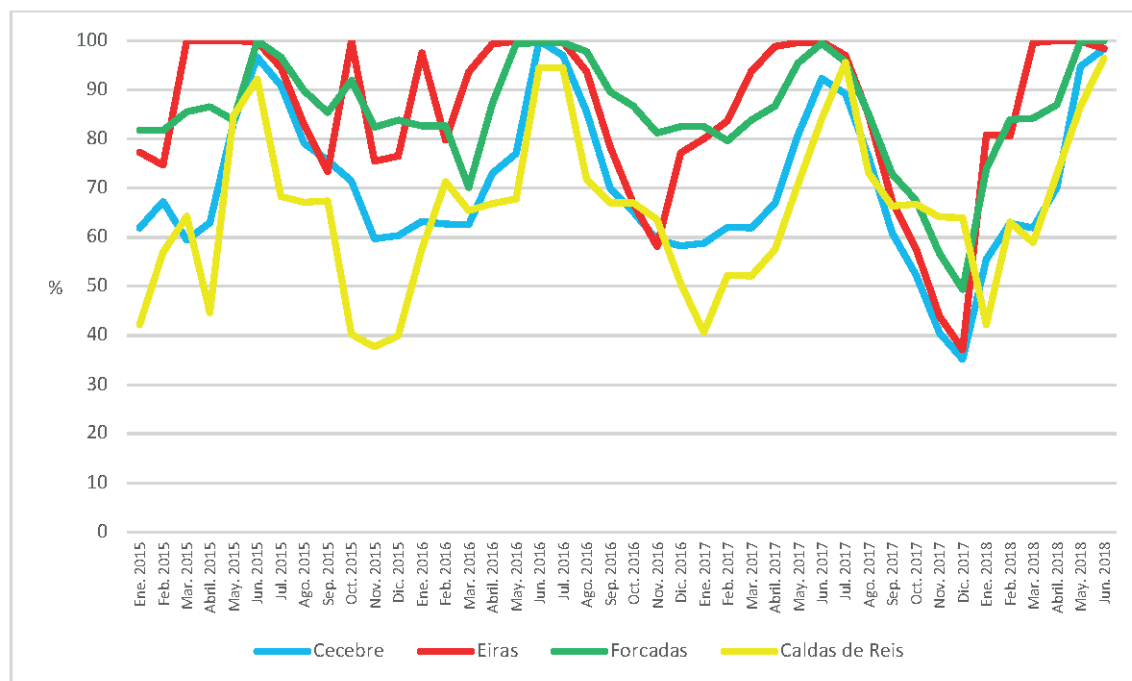
Fuente: Meteogalicia (2018).

Cabe indicar que las principales medidas para hacer frente a esta situación de sequía se adoptaron cuando se declaró la situación de «alarma» con el establecimiento de consejos a la población de hacer un uso responsable del gasto de agua y la apertura de pozos de emergencia y abastecimiento con camiones cisterna a los núcleos rurales en los que los pozos de «auto-abastecimiento» se habían secado. Ello se dejó notar de manera muy notable durante los peores meses de la sequía en los medios de comunicación (ver *La Voz de Galicia*, 28/11/2017). Por ejemplo, el Consorcio de *Augas do Louro*, en Tui, anunció que iba a reducir un 10% el consumo de 85 empresas de la localidad o la restricción de riegos y baldeos en A Coruña. Por su parte, la Xunta de Galicia también adoptó una serie de líneas de actuación encaminadas a concienciar a la población de un consumo responsable en el hogar y ello, porque según este organismo, el 70% del agua que se distribuye en Galicia se realiza en el sector doméstico. Algunas de estas recomendaciones fueron: 1) Cerrar grifos y reparar fugas. Un grifo que gotea pierde de media 30 litros al día; 2) Uso de la ducha en vez del baño. También se pueden ahorrar hasta 200 litros si se usan cabezales reductores de caudal; y 3) Lavarse los dientes con el grifo cerrado. Esto supone un ahorro de 12 litros/minuto. La situación fue tan extrema durante el mes de noviembre de 2017 que en algunas aglomeraciones urbanas como las de Vigo o A Coruña ya se había calculado la fecha de garantía de abastecimiento teniendo en cuenta el volumen almacenado en los embalses. Por ejemplo, de continuar la situación extrema de escasez de precipitaciones, el consumo estaría garantizado para el primer caso sólo hasta principios de febrero y hasta principios de mayo de 2018 para A Coruña. En otras ciudades, como Santiago de Compostela, Pontevedra y Lugo, sin embargo, no se puede calcular los días de disponibilidad de agua, ya que la captan directamente de los ríos Tambre, Lérez y Miño, respectivamente. Es decir, el abastecimiento depende del caudal de los ríos.

Cabe indicar que no sólo las grandes aglomeraciones urbanas se vieron afectadas, sino que también se registraron restricciones y problemas de abastecimiento en áreas rurales. Esta situación se extendió al resto del territorio gallego y a la actividad ganadera como sucedió en la parte oriental de la provincia de Ourense que, debido a los problemas por la falta de pastos y la ausencia de agua para dar de beber a las reses (antes del verano de 2017), se tuvo que optar por el uso de camiones

cisterna para abastecer al ganado. También, una de las constantes durante la pasada sequía fue la petición de usuarios (auto-abastecidos mediante pozos particulares o comunales) la solicitud de conexión a las redes municipales con el fin de evitar el desabastecimiento. Además, algunas de las medidas que se establecieron durante el nivel de «alerta» fue la limitación del riego, la prohibición del llenado de piscinas, cortes horarios del suministro, posibilidad de hacer trasvases intercuencas, explotación de nuevos acuíferos, reutilización de aguas residuales, etc.

Gráfico 3. Volumen almacenado (%) en los principales embalses de consumo de la Demarcación de Galicia-Costa (enero de 2015-junio de 2018)



Fuente: Meteogalicia (2018).

Vigo es la ciudad donde se registran las mayores precipitaciones y respecto a la pasada sequía, donde menor ha sido la reducción (-28%). Pero, sin embargo, fue esta aglomeración urbana la que registró los mayores problemas de abastecimiento. Ello se debe por diferentes motivos: 1) Altas demandas de agua para abastecimiento urbano; 2) Dependencia exclusiva de las aguas superficiales (pluviales) como fuente de suministro (almacenadas en el embalse de Eiras) y, por tanto, condicionado a las oscilaciones climáticas (sequías); 3) Escasa capacidad de almacenamiento de dicho embalse (22,17 hm³ de capacidad); y 4) Escasa eficiencia de la red de abastecimiento (inferior al 80%).

Para el caso de Vigo, respecto al primer factor cabe destacar que esta área es una de las más dinámicas, de mayor actividad económica y con mayor población de Galicia (14 municipios; 478.427 hab.). Además, según se recoge en el Plan Agua (2010-2025), las proyecciones futuras de crecimiento demográfico se estiman en un 21% y en relación con la dotación diaria por habitante/día, ésta, según el Plan de Abastecimiento del Sistema de la presa de Eiras (Vigo) (Plan Agua, 2010-2025) es alta (410 l/hab/día). Ello significa que el consumo diario de esta aglomeración urbana sea de 196.155 m³ (5,88 hm³/mes). Por lo tanto, si se tiene en cuenta un periodo seco como el de 2017 (verano y otoño sin apenas precipitación) y teniendo en cuenta la capacidad del embalse de Eiras (22,7 hm³) prácticamente, de no registrarse lluvias durante 3-4 meses, el abastecimiento a

la población queda comprometido, partiendo como premisa que este embalse estuviera lleno en la fecha de partida. Este escenario ha sido el acaecido durante la pasada sequía en el que prácticamente desde junio-octubre de 2017 las precipitaciones fueron insignificantes (Gráfico 1). A modo de ejemplo, en A Coruña durante estos 5 meses tan sólo se registró un total de 71,8 mm (18,2 mm en junio; 5 mm en julio; 13,4 mm en agosto; 20,8 en septiembre; y 14,4 mm en octubre) (Cuadro 4). Estos datos contrastan, por ejemplo, con otros años como en 2016 que para ese mismo periodo y observatorio se registraron 162 mm. Y ello, porque especialmente tras una sequía estival y un incremento del consumo en verano (factores estructurales), la escasez de agua se agrava si el otoño es poco lluvioso como sucedió en 2017.

4. Discusión

Como se ha comentado, en territorios de clima atlántico como es el caso del área de estudio, una reducción de 150 mm/año se considera «año seco» (una merma del 20%). La magnitud de reducción de la pasada sequía en Galicia indica que la disminución global de precipitaciones fue de unos 500 mm (año 2017), lo que pone de manifiesto que se trató de una de las peores sequías de los últimos cien años. Tras este episodio, ha quedado patente la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento en gran parte de la Demarcación de Galicia-Costa. Las principales aglomeraciones urbanas como el Área Metropolitana de Vigo y algunas comarcas del sur de Galicia sufrieron restricciones mientras que, en el Área Metropolitana de A Coruña o Santiago de Compostela, de haber continuado unas semanas más la sequía, hubieran tenido que adoptar diferentes medidas como cortes de suministro y la realización de sondeos de emergencia para garantizar temporalmente el abastecimiento. Por tanto, a pesar de que estos episodios secos sean menos recurrentes y de menor duración que en otras áreas españolas como la región mediterránea, cabe indicar que la sequía no es algo inusual como ya constató Olcina (2001).

Cabe poner de manifiesto que el riesgo de sequía en el área de estudio se ha incrementado debido al aumento de la vulnerabilidad. Por ejemplo, el área de Vigo fue una de las más afectadas, pero, sin embargo, no fue donde más se redujeron las precipitaciones (un descenso del 28% con respecto a la media de 1981-2010) en comparación con la reducción del 49% en A Coruña o el 32% en Santiago de Compostela.

Del análisis que se puede extraer en relación con la sequía y sus efectos en el territorio de la demarcación de Galicia-Costa y que se puede generalizar en el resto de Galicia y gran parte de la fachada atlántica española se pueden enumerar los siguientes problemas: 1) Dependencia casi exclusiva de las aguas superficiales (un abastecimiento fundamentado en la captación de agua de los ríos); 2) Un importante contingente poblacional que se «auto-abastece» mediante pozos particulares. El principal problema es que se desconoce con exactitud la población auto-abastecida y los recursos explotados; 3) La no utilización de fuentes no convencionales (por ejemplo, aguas regeneradas depuradas que pueden suplir determinados usos que no requieren una cierta calidad); 4) Falta y mejora de infraestructuras (escasa capacidad de volumen de almacenamiento en los embalses para consumo, un rendimiento de la red de suministro de agua potable bajo, etc.); 5) Incremento de la demanda en los últimos años y aumento de ésta en el futuro en las principales urbes; 6) Percepción de la población de que sobra agua y que la sequía se trata de un riesgo que no suele afectar al territorio gallego; y 7) Los posibles efectos del cambio climático (sequías más recurrentes e intensas).

Para resolver dichos problemas se deberían tener en cuenta diferentes retos futuros para lograr una mayor resiliencia en el territorio gallego para hacer frente a la sequía (Cuadro 5). Respecto a la dependencia de las aguas superficiales (9.564 hm³; el 73% del total de los recursos disponibles) se debería apostar, por una parte, por la adopción de estrategias de diversificación de fuentes de suministro, el denominado «mix hídrico» (fuentes convencionales y no convencionales). Un claro ejemplo del problema del suministro con aguas superficiales es Santiago de Compostela (captación de las aguas del río Tambre). En este caso, el caudal normal del Tambre es de 900 l/s y el límite de captación se sitúa en 600 l/s (umbral que en octubre de 2017 estuvo cerca de sobrepasar).

Para el caso de las aguas subterráneas, a pesar de que el dato que ofrece el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021) sobre su uso representa el 27% sobre el total, se debería llevar a cabo un estudio del estado actual de los acuíferos (recursos disponibles y calidad del agua) y resolver el problema de la población auto-abastecida. No cabe olvidar que gran parte de las áreas rurales y diseminadas del área de estudio que sufrieron restricciones durante la pasada sequía, su suministro estaba fundamentado a partir de sondeos particulares. Cabe destacar que, en Galicia, la mayoría de los materiales geológicos existentes tienen un potencial hidrogeológico limitado (suelo granítico), ya que predominan las formaciones ígneas y metamórficas en las que los caudales de extracción son bajos. Y, sin olvidar el hecho de que la mayoría de las viviendas tienen tanto el pozo particular de suministro como el pozo de aguas fecales (pozo ciego) en la misma parcela provocando problemas de contaminación del agua tanto de sus propios pozos como los de las parcelas colindantes. Este problema también se extiende a los residuos de purines de las actividades ganaderas. En el trabajo de Araujo (1993) se demostró que, de un total de 439 muestras recogidas en pozos y manantiales gallegos, el 77% resultaron no ser aptas para consumo desde el punto de vista bacteriológico. También se debería optar por la realización de nuevos sondeos en caso de sequía como «medida de emergencia» y que estos pozos se situasen cerca de las ETAPs. Esto fue un hecho considerado para el caso de la ciudad de Santiago de Compostela durante la pasada de sequía debido a que los pozos que suministran una parte del abastecimiento a la ciudad se secaron.

Dentro del denominado mix hídrico cabría tener en cuenta la realización de pequeñas transferencias inter-cuencas. Estas medidas, controvertidas por los problemas socio-políticos y ambientales que puede ocasionar, deberían considerarse como una medida de «solidaridad hídrica» y siempre bajo una situación de «emergencia» y no con un fin lucrativo o de incremento de las demandas. Debido a la gran complejidad y variedad climática del territorio gallego, siempre que existan recursos excedentes en la cuenca emisora, éstos podrían cobrar un gran interés e, incluso la realización de canalizaciones reversibles en el que tanto la cuenca cedente como receptora podrían ceder sus aguas. Al respecto, en Galicia la realización de transferencias hídricas no es nada nuevo. Ejemplo de ello son los trasvases desde la cuenca del Miño-Sil: 1) Transferencia que se realiza desde el arroyo Rego do Campo (0,06 hm³/año) con destino para el abastecimiento de A Casanova y Piguela (concello de Palas de Rei); y 2) La transferencia que se realiza desde el Río Borbén (0,04 hm³/año) con destino al abastecimiento de Carballino (concello de Pazos de Borben). También cabe indicar que el territorio de Galicia-Costa es otro ejemplo de demarcación cedente a otras cuencas. Al respecto, un total de 1,58 hm³/año se ceden desde el sistema de explotación del Río Verdugo, Ría de Vigo y Ría de Baiona (desde el embalse de Eiras) a la Demarcación Hidrográfica de Miño-Sil para abastecimiento urbano e industrial de la zona de O Porriño. Para el caso de Vigo ya se planteó la construcción de una toma en la confluencia de los ríos Verdugo y Oitavén (0,6 m³/s; 51.840 m³/día; 1,5 hm³/mes). Para la consecución de estas medidas se deberían llevar a cabo bajo una óptica de emergencia y siempre con un consenso social y político. Respecto

a esto último basta solo citar el caso de Acueducto Tajo-Segura (ATS) y su controversia desde su creación en 1979 (ver Morote y Rico, 2018).

Finalmente, como medida para incrementar la resiliencia de este territorio desde el incremento de la oferta de agua (y no sólo durante situación de sequía) se debería optar por el uso de las fuentes hídricas no convencionales. Éstas deberían considerarse como un recurso potencial para satisfacer determinadas demandas que no precisen de una cierta calidad como pueden ser los usos industriales, baldeo de calles, riego de parques y jardines, campos de golf, riego agrícola, etc. No cabe olvidar que en Galicia-Costa se tratan unos 348 hm³/año y apenas se reutiliza el 1%. Por ejemplo, si se apostará por este recurso se podría satisfacer gran parte de la demanda industrial (90 hm³/año) que no requiera de agua de cierta calidad. Sin embargo, el principal reto de este recurso es conseguir: 1) Un agua tratada con un mínimo de calidad (por lo menos un tratamiento secundario); y 2) La construcción de redes de distribución de aguas regeneradas conectadas a los puntos de consumo. El uso de estas fuentes no convencionales ya es una realidad desde hace un par de décadas en algunas ciudades mediterráneas españolas como es el caso de Alicante donde actualmente se suministra anualmente más 1 hm³ (teniendo en cuenta que el consumo total de la ciudad asciende a unos 23,5 hm³ para el año 2018). Además, cabe indicar que, en esta ciudad, el 42% (481.000 m³) de las aguas regeneradas depuradas se suministran a clientes particulares (riego de jardines) y el resto para usos del ayuntamiento (riego de jardines y parques públicos, baldeo de calles, etc.) (Morote et al., 2019). Por ejemplo, el uso de este recurso ha supuesto la reducción del consumo de agua potable en un 54% entre 2007-2013 en los hogares donde se suministra agua reutilizada (Morote et al., 2016).

Otro recurso que tampoco cabría descartar es la desalinización. Éste debería considerarse como estratégico durante situaciones de emergencia. Por ejemplo en el sureste peninsular, el total de recursos suministrados por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (MCT) en 2018 ha ascendido a 195,03 hm³ para usos urbanos, representando el agua desalinizada la principal fuente de suministro (92,86 hm³; el 47,61%) supliendo de esta manera las transferencias del Acueducto Tajo-Segura (ATS) que fueron canceladas entre mayo de 2017 y marzo de 2018 debido a que las reservas en la cabecera del río Tajo (embalses de Entrepeñas y Buendía) se situaron por debajo del umbral de «no trasvase» (400 hm³) (Morote et al., 2019). En el litoral y prelitoral de Murcia y Alicante, gracias a este recurso no convencional (cerca del 60-70% del agua suministrada procedió de agua de mar) no se produjeron restricciones en el suministro. Este recurso ya se trata de una fuente de primer orden, incluso en áreas urbanas de clima atlántico. Un ejemplo de ello es la planta de Beckton (Reino Unido) construida en 2003 (54,7 hm³/año de capacidad de producción) que capta el agua del Estuario del río Támesis para suministrar agua potable al Área Metropolitana de Londres (*The Greater London*) (unos 15 millones de habitantes). Sin embargo, el principal inconveniente de este recurso aún sigue siendo su alto coste (0,60-1 €/m³) (Morote et al., 2017a). Para el caso de la Demarcación de Galicia-Costa se podría plantear la construcción de pequeñas plantas (capacidad de producción 5 hm³/año -416.666 m³/día-) en las principales áreas urbanas costeras como Vigo o A Coruña. Esta pequeña capacidad de producción motivaría que, incluso, sin estar en episodio de sequía, las plantas podrían entrar en funcionamiento al 30-40% de su capacidad y, el disponer conjuntamente de otros recursos, se podría compensar el coste del agua producida.

En relación con el cuarto problema enumerado, la escasa capacidad de los embalses destinados para consumo se trata de un tema complejo de resolver debido a la orografía del territorio gallego (pequeñas subcuencas) y población dispersa que ocupa el territorio. No cabe olvidar que en Galicia-Costa los dos embalses con destino para consumo con mayor capacidad son Eiras (22,17

hm³; abastecimiento de Vigo) y Cecebre (20,61 hm³; abastecimiento de A Coruña). A pesar de localizarse en ámbitos con más de 1.000 mm/año, la escasa capacidad de dichos embalses incapacita que se pueda almacenar suficiente agua y que pueda ser aprovechada estratégicamente cuando escaseen las precipitaciones. Sin embargo, cuando se suceden 3-4 meses sin apenas precipitación estos embalses prácticamente quedan vacíos.

En comparación con la cuenca del Segura (sureste peninsular), por ejemplo, destacan diferentes embalses con una capacidad notablemente superior como son los del Cenajo (437 hm³), La Pedrera (246 hm³; utilizado para almacenar las aguas del ATS y aguas desalinizadas procedentes de la planta de Torrevieja) o el embalse de la Fuensanta (210 hm³). En la cuenca del Segura a partir del 27 de abril de 2018 el índice de Estado General Global de la sequía pasó de «emergencia» a «alerta» (0,44). El 1 de septiembre pasó a estado de «prealerta» (0,402) y en tan sólo un mes (1 de octubre de 2018) se agravó la situación pasando a estado de «alerta» (0,344) situándose el volumen de almacenamiento (a fecha de 15 de octubre de 2018) en el 21% (238 hm³). Esto, se puede comparar con el caso de Galicia-Costa que, estando en situación de «normalidad», sus embalses se encontraban el 15 de octubre de 2018 al 63,86% pero tan sólo 40,62 hm³ de volumen almacenado. Esta mayor capacidad en la cuenca del Segura ofrece una mayor resiliencia para hacer frente al riesgo de sequía en comparación con el territorio gallego.

Las soluciones a estos problemas podría ser el uso del agua de los embalses con finalidad hidroeléctrica durante situación de emergencia que, en la Demarcación de Galicia-Costa, tienen una capacidad total de 626,54 hm³. En Galicia, durante los peores meses de la sequía, el porcentaje de almacenamiento de los embalses para uso hidroeléctrico se situaron entre noviembre y diciembre de 2017 entre el 45 y 46%, respectivamente, pero, con un volumen almacenado de 285 hm³ y 288 hm³ en comparación con los 30,19 hm³ y 26,66 hm³ que almacenaban los destinados para consumo. Esta solución (siempre como una propuesta de emergencia) podría conllevar un gran debate debido a los intereses económicos de las hidroeléctricas, pero no cabe olvidar que, del total del volumen de almacenamiento en Galicia-Costa (690,16 hm³), tan sólo la capacidad de los embalses para consumo representan el 9,2% (63,62 hm³). Sin embargo, para ello, debería haber un consenso y negociar acerca de los diferentes intereses de estos usos la construcción de nuevas conexiones desde estos reservorios a los puntos de consumo.

Respecto al quinto problema (incremento de la demanda), según el Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021) ésta se estima en 419,62 hm³/año distribuyéndose 225,76 hm³ para usos urbanos (el 53,80%), 103,77 hm³ para usos agrarios (el 24,72%) y 90,09 hm³ para usos industriales (21,46%). A pesar de las proyecciones futuras de incremento de población que se recogen en el Plan Agua (2010-2025), el Plan Hidrológico estima que, para el caso de las demandas urbanas, para 2021 descenderán a 219,75 hm³ y hasta los 208,66 hm³ para el horizonte 2033 (descenso del 7,5%). Ello vendría motivado por la importancia de reducir el ANR que, según se recoge en el citado Plan, se deberá por la mejora de la gestión y control del consumo de agua (inversiones a realizar en materia de mejora y mantenimiento de la red e implementación de tecnología para la detección de fugas, averías y control del consumo). Concretamente se especifica que para 2033 se debería incrementar el rendimiento medio de la red hasta el 80%. Esto implica que actualmente esté muy por debajo de esta cifra. Estos factores provocan que sea esta área una de las menos adaptadas y vulnerables al riesgo de sequía en el territorio gallego por el despilfarro de agua.

Cuadro 5. Principales retos en la planificación hidrológica y gestión de la sequía en el territorio de Galicia-Costa

1) Diversificación de las fuentes de suministro
Fomento de las aguas regeneradas depuradas Impulso de la desalinización en las principales áreas urbanas costeras (Vigo y A Coruña) Explotación sostenible de las aguas subterráneas y apertura de «pozos de sequía» cuando se esté en estado de «emergencia» Pequeñas transferencias hídricas «reversibles» intercuenas durante situación de «emergencia»
2) Mejora de la falta y mantenimiento de infraestructuras
Uso del agua de los embalses hidroeléctricos para consumo durante situación de «emergencia» Reducción del ANR (inversión y mantenimiento de la red, inspección de fugas y fraudes, etc.) Implementación de la telelectura, etc.
3) Control del consumo y gestión de la demanda
Campañas ambientales a favor del ahorro y consumo responsable del agua Incremento del precio del agua Mayor diferenciación de las tarifas de los bloques de consumo
4) La sequía como un fenómeno natural «usual» en Galicia
Educación ambiental de la sociedad acerca de la importancia del agua y de la sequía en el territorio gallego Concienciación de los riesgos naturales y aumentar la resiliencia de la sociedad frente al riesgo de sequía
5) Cambio climático y planificación hidrológica
Actualización y seguimiento de los Planes Especiales de Sequía y Planes de Emergencia en abastecimientos Consideración de la sequía en los planes de ordenación del territorio (Planes Generales de Ordenación Urbana -Ley del Suelo estatal (2015) (Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana-). Planes locales y supramunicipales de adaptación al cambio climático Medidas de prevención «proactivas» para hacer frente al riesgo de sequía (anticipación al problema)

Elaboración propia.

Cuadro 6. Previsiones de demanda de agua mensual (hm^3) en las principales aglomeraciones urbanas de la Demarcación de Galicia-Costa (2003-2023)

Área Metropolitana	2003	2023	% incremento (2003-2023)
A Coruña	4,37	5,83	33,40%
Santiago de C.	1,43	1,43	0%
Pontevedra	1,84	2,29	31,46%
Vigo	5,93	7,10	19,73%

Fuente: Aguas de Galicia (2018c).

En áreas urbanas esta eficiencia, por ejemplo, en las localidades que abastece Viaqua (Grupo Aquadom, filial de *Suez Environment*), la media del rendimiento de la red es del 77,3%. Todo ello teniendo en cuenta que esta compañía es una de las de mayor implantación en Galicia (53 municipios, 765.000 habitantes abastecidos y 65 hm^3 de agua suministrada anualmente). Esta cifra de rendimiento significa que anualmente el ANR ascienda a $14,95 \text{ hm}^3$, volumen suficiente para poder abastecer anualmente a una ciudad de 90.000-100.000 habitantes como es el caso de Santiago de Compostela. A ello, cabe poner de manifiesto el notable esfuerzo que realizan y que han realizado las compañías de agua para incrementar el rendimiento de la red en los últimos años. Por ejemplo, en Santiago de Compostela en 2003 el rendimiento de la red se situaba en el

65% (Plan de Abastecimiento de Santiago de Compostela, Plan Agua, 2010-2025). Sin embargo, en las áreas rurales esta cifra se encuentra actualmente entre el 50-60% en el mejor de los casos.

No obstante, en las principales áreas urbanas de Galicia-Costa la proyección de la demanda es de incremento (ver Cuadro 6). Salvo en Santiago de Compostela, en el resto de áreas metropolitanas este aumento oscilará entre el 19,73% y 33,40%. Para llevar a cabo este control de la demanda, como medida cabría destacar la realización de campañas a favor del ahorro hídrico, instalación de dispositivos de ahorro, el uso de electrodomésticos más eficientes en el gasto de agua, un mayor control del consumo, detección del fraude o el incremento del precio del agua. Respecto a esto último, Sánchez y Blanco (2012) indican que el precio del agua es un factor de control del consumo. En España el precio medio pagado por metro cúbico asciende a 1,87€, en Francia, 3,45€, 3,79€ en Reino Unido, 4,95 € en los Países Bajos y hasta 7€ en Dinamarca. Sin embargo, en Galicia es mucho menor: En Ourense se sitúa en 0,92€ o en A Coruña en 1,36 €, en comparación con los 2,92 € de Murcia (OCU, 2016) o los 2,23 € de la ciudad de Alicante (Morote y Hernández, 2018). Quizás un incremento del precio del agua en el territorio gallego podría concienciar a la población acerca del valor que tiene este recurso. Otro tema importante es el de las tarifas del consumo de agua. Por ejemplo, en Santiago de Compostela, para el caso doméstico, tan sólo existen 2 bloques de consumo (0-20 m³/cada dos meses y más de 20 m³/cada dos meses). La existencia de más tramos podría adoptar un mayor ahorro y concienciación de la población en el gasto del agua y penalización para aquellos que gasten más o incluso una tarifa que corresponda con lo consumido realmente. También habría que apostar por la implementación de la telelectura (lectura remota del contador de agua) en el que se registre un consumo real y no estimaciones como aún se hace en gran parte del territorio gallego. Ello se debe porque en muchos casos los contadores de agua se sitúan dentro de los hogares y, frecuentemente, el técnico no puede entrar a la vivienda para leer el contador y lo que se hace realmente es un prorrateo de consumos anteriores.

En relación con la concienciación y percepción de la sequía en el territorio gallego se debería adoptar un cambio y lograr una mayor concienciación ambiental a favor del ahorro de agua por parte de la población, incluso, durante situaciones de «no sequía». Como explican Morales et al. (2000), en la consideración de la sequía, conforme ha aumentado el nivel de vida, la sociedad española ha pasado de la austeridad al despilfarro. De la aplicación organizada y efectiva de las campañas de sensibilización depende una correcta adaptación al peligro que revierte en una mejora global del sistema. Respecto a lo anterior, diversos autores atribuyen gran relevancia a la dimensión cultural y/o educativa ya que presupone que es la que mayor influencia tiene para reducir la vulnerabilidad (Birkmann, 2013). Por lo tanto, como argumenta Morote (2017) aumentar el nivel de educación en materia de riesgos tiene un efecto positivo doble: 1) Tiende a mermar la vulnerabilidad global; y 2) Refuerza la capacidad de resiliencia o de recuperación después de una catástrofe de esa sociedad, de ahí la importancia de cualquier actividad instructiva en este sentido.

Con respecto al cambio climático y sus efectos en los recursos hídricos, habrá que tener muy en cuenta las medidas de adaptación. En España la disminución más cuantiosa acontecerá en los territorios situados al sur del paralelo 40° Norte (AEMET, 2015; CEDEX, 2017). Este proceso, que se registra de forma evidente en las últimas décadas, puede tener tres efectos directos en los recursos de agua existentes en el territorio peninsular: 1) Disminución de aportaciones de precipitación y por tanto, de los recursos hídricos disponibles, acompañada por un incremento de temperaturas y de la evapotranspiración potencial; 2) Cambios en la estacionalidad de las precipitaciones; y 3) Incremento en la irregularidad de las precipitaciones, lo que llevaría consigo un aumento de

eventos extremos (sequías y lluvias de fuerte intensidad horaria) (Olcina y Vera, 2016). En los observatorios analizados para este trabajo, en comparación con las series 2009-2017 y 1981-2010 se ha constatado ya una merma de las precipitaciones que varían entre el 5-33%. De manera global en Galicia-Costa se ha producido un descenso del 4,6% entre la serie larga (1940/41-2011/12) y corta (1980/81-2011/12) (Plan Hidrológico de Galicia-Costa, 2015-2021) y según el CEDEX (2017) se espera que para el RCP 4.5 y RCP 8.5. la reducción sea del 7% y 13% para el horizonte 2070-2100, respectivamente. Por lo tanto, habrá que tener muy en cuenta los escenarios y efectos del cambio climático que puede acontecer en una mayor intensidad y duración de los episodios de sequía. Además, este riesgo debería reflejarse en las políticas de ordenación del territorio y la planificación ambiental en todas sus escalas (nacional, autonómica, supramunicipal y local) (Olcina et al., 2018). Por ejemplo, respecto a la Ley del Suelo de 2008, ésta obligó por vez primera en España a todos los municipios a elaborar cartografías de riesgo para delimitar suelos no aptos para la urbanización. En el art. 15, en el punto 2, se especifica que, además de los estudios de impacto ambiental de los proyectos que lo requieran, obliga a la realización de un informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización en los que se deberá incluir un mapa de «riesgos naturales» del ámbito objeto de ordenación. En la actualidad, dicha normativa ha sido modificada por la vigente Ley del Suelo estatal (2015) (Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana), en el que quedan reflejadas diferentes alusiones a la temática de los riesgos naturales. Esto debería ser una buena oportunidad para poder integrar el riesgo de sequía en la planificación y ordenación del territorio en la escala local.

5. Conclusiones

Las sequías son el riesgo de causa climática de más complejo análisis para el geógrafo por la diversidad de agentes que están en su origen y los efectos territoriales, económicos y sociales que se relacionan con él. Se trata de un fenómeno natural y recurrente en España. Por tanto, las actuaciones a desarrollar en estas situaciones deben estar basadas en la planificación mediante una «gestión del riesgo» (medidas proactivas) y no basadas en medidas de emergencia como «respuesta a la crisis». Como indican Del Moral et al., (2017) hay que prever y minimizar los riesgos derivados de las sequías a través de la planificación hidrológica ordinaria y a través de la coordinación entre las distintas políticas sectoriales como la agraria, la territorial y ambiental en lugar de recurrir a una vía excepcional como los decretos de sequía que dificultan la aplicación de los principios de prevención (anticiparse a los problemas) y de precaución (dado que estos decretos suelen aplicar procedimientos de urgencia que no facilitan la adopción de soluciones bien formuladas y ejecutadas).

Cabe ser críticos y destacar la urgencia de la necesidad de llevar a cabo y gestionar las políticas hídricas desde una perspectiva proactiva para dar una mejor respuesta a las situaciones de sequía y no una vez que ya se ha declarado la fase de alarma. En Galicia-Costa las medidas de adaptación al cambio climático y a la sequía deberían integrarse con el objetivo de diversificación de los recursos hídricos y una mayor y eficaz gestión de la demanda. En relación con las primeras se debería apostar por una mayor integración de todos los recursos hídricos disponibles (el denominado «mix hídrico»), especialmente los llamados recursos no convencionales. Por otra parte, habría que cuestionarse el modelo de gestión implantado fundamentado principalmente en la disponibilidad de las aguas superficiales con el problema que ello conlleva debido a su condicionalidad a los episodios climáticos. Y, sin olvidar avanzar en el conocimiento del estado actual de las aguas

subterráneas (escaso conocimiento sobre la cantidad y calidad de los recursos). También habría que preguntarse por qué se sigue permitiendo la apertura de pozos particulares y la construcción de viviendas sin estar conectadas a la red. Obviamente, la particularidad de la orografía y la dispersión de la población del territorio gallego favorece que no todos los núcleos y viviendas diseminadas sean fáciles de conectar con la red de abastecimiento. Igual sucede con los pozos de aguas fecales que, además, pueden contaminar las aguas subterráneas que posteriormente son captadas para consumo. Otro problema a resolver y a debatir sería la posibilidad del uso del agua de los embalses con destino para la producción hidroeléctrica que, no cabe olvidar que representan el 90,8% de la capacidad de almacenamiento de la demarcación.

En relación con la gestión de la demanda, ésta prácticamente ha sido descartada en las políticas del agua en el territorio gallego. Ésta, debería tener un mayor protagonismo en las políticas hídricas (no sólo durante situaciones de sequía), teniendo en cuenta desde actuaciones de fomento del ahorro y una mayor inversión para mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua potable y control del agua suministrada. Tampoco cabe olvidar la percepción general de la población sobre un recurso infinito y de bajo coste. Factores nada proclives para el fomento del ahorro de agua. Del caso que se puede aprender de la Demarcación de Galicia-Costa (y que se puede extender a toda la fachada atlántica española) es que a pesar de tratarse de un territorio de clima húmedo (precipitaciones medias superiores a los 1.000 mm/año), se ha convertido en un territorio vulnerable y un ejemplo claro de «mala adaptación» a la sequía y al cambio climático. Es algo que ya puso de manifiesto Olcina (2001) hace varias décadas y que no ha sido corregido. Galicia, por tanto, se enfrenta a un reto a medio plazo para lograr ser un territorio más resiliente al cambio climático, hecho que ya se ha constatado durante la última década con un mayor número de años secos y una reducción de la precipitación media.

6. Referencias bibliográficas

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2018). *Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat. (Fecha de consulta: 01.06.2018).
- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2018). *Valores climatológicos normales*. Disponible en: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos> (Fecha de consulta: 01.05.2018).
- Aguas de Galicia (2018a). *Plan Hidrológico de Galicia-Costa (2015-2021)*. Disponible en: http://augasdegalicia.xunta.gal/tema/c/Planificacion_hidroloxica. (Fecha de consulta: 05.04.2018).
- Aguas de Galicia (2018b). *Plan Especial de Sequía de la Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa (2013)*. Disponible en: http://augasdegalicia.xunta.gal/seccion-tema/c/Planificacion_hidroloxica?content=/Portal-Web/Contidos_Augas_Galicia/Seccions/plan-seca/seccion.html&std=plan-seca.html. (Fecha de consulta: 10.06.2018).
- Aguas de Galicia (2018c). *Plan Agua (2015-2015). Informes de abastecimiento. Sistemas grandes*. Disponible en: http://augasdegalicia.xunta.gal/seccion-tema/c/Planificacion_hidroloxica?content=/Portal-Web/Contidos_Augas_Galicia/Seccions/plan-auga/seccion.html&std=sistemas-grandes.html. (Fecha de consulta: 23.05.2018).
- Araujo, Manuel (1993). *Salubridad del agua en Galicia*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Birkmann, Jörn (2013). *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies* (No. 363.34 M484m). New York, US: United Nations University Press.
- Centros de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2017). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Centro de Estudios Hidrográficos. Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 320 p.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2017). *Natural disasters over the first semester of 2017*. Disponible en: <http://www.emdat.be/publications>. (Fecha de consulta: 18.04.2018).
- Deoreo, William B. y Mayer, Peter W. (2012). «Insights into declining single-family residential water demands». *Journal-American Water World Association*, 104 (6), 383-394.

- Del Moral-Ituarte, Leandro y Giansante, Consuelo (2000). «Constraints to Drought Contingency Planning in Spain: The Hydraulic Paradigm and the Case of Seville». *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 8, 93-102.
- Del Moral, Leandro y Hernández-Mora, Nuria (2015). «La experiencia de sequías en España: Inercias del pasado y nuevas tendencias en la gestión de riesgos». Ponencia presentada en el 5º *Water Governance International Meeting, Water Governance Practices under Water Scarcity*. Del 10 al 13 de noviembre. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Del Moral, Leandro; Hernández-Mora, Nuria; De Stefano, Lucía; Paneque, Pilar; Vargas, Jesús; Brufao, Pedro; Olcina, Jorge y Martínez-Fernández, Julia (2017). *Acerca del Real Decreto Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio*. Notas para el debate. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- European Environment Agency (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. An indicator-based report, Luxemburgo, 419 p. Disponible en <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>. (Fecha de consulta 29 de julio de 2017).
- Frigerio, Ivan y De Amicis, Mattia (2016). «Mapping social vulnerability to natural hazards in Italy: A suitable tool for risk mitigation strategies». *Environmental Science & Policy*, 63, 187-196.
- Gil Olcina, Antonio; Hernández Hernández, María; Morote Seguido, Álvaro-Francisco; Rico Amorós, Antonio-Manuel; Saurí Pujol, David y March Corbella, Hug (2015). *Tendencias del consumo de agua potable en la Ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona, 2007-2013*. Alicante: Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante S.A. y la Universidad de Alicante.
- Gober, Patricia; Sampson, David A.; Quay, Ray; White, Dave D. y Chow, Winston (2016). «Urban adaptation to mega-drought: Anticipatory water modeling, policy, and planning for the urban Southwest». *Sustainable Cities and Society*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.05.001>
- Hernández-Mora, Nuria, Del Moral Ituarte, Leandro, La-Roca, Francesc, La Calle, Abel y Schmidt, Guido (2014). «Interbasin Water Transfers in Spain: Interregional Conflicts and Governance Responses». En: G. Schneier-Madanes (Ed.). *Globalized Water: A Question of Governance*, 175-194. DOI 10.1007/978-94-007-7323-3_13
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). *Special Report Global warming of 1.5°C*. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/sr15/>. Fecha de consulta: 09.11.2018.
- Instituto Nacional de Estadística (2018). *Padrón. Población por municipios*. Disponible en: http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990. (Fecha de consulta: 10.03.2018).
- Kallis, Giorgos (2008). «Droughts». *Annual Review of Environment and Resources*, 33, 85-118.
- La Calle, Abel (2007). «Sequía y adaptación de la Directiva marco del agua». *La Sequía en España. Directrices para Minimizar su Impacto*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- La Voz de Galicia (28/11/2017). «Galicia, en situación límite por la sequía». Susana Acosta. Disponible en: https://www.lavozdegalicia.es/noticia/galicia/2017/11/28/galicia-situacion-limite-sequia/0003_201711G28P3991.htm. (Fecha de consulta: 30.10.2018).
- Lois González, Rubén Camilo; Piñeira Mantñán, María José y Vives Miró, Sonia (2016). «El proceso urbanizador en España (1990-2014): una interpretación desde la geografía y la teoría de los circuitos de capital». *Scripta Nova*, vol. XX, 539.
- Meteogalicia (2018). *Acceso a datos*. Disponible en: http://www.meteogalicia.gal/observacion/rede/redeIndex.action?request_locale=gl. (Fecha de consulta: 10.04.2018).
- Morales Gil, Alfredo (2016). «Reflexiones sobre estímulos y carencias actuales de la hortofruticultura Española». En: Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A.M. (Eds.). *Libro jubilar en homenaje al profesor Antonio Gil Olcina*, 631-351.
- Morales Gil, Antonio; Olcina Cantos, Jorge y Rico Amorós, Antonio Manuel (2000). «Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección». *Investigaciones Geográficas*, 23, 5-46.
- Morote Seguido, Álvaro Francisco (2017). «El Parque Inundable La Marjal de Alicante (España) como propuesta didáctica para la interpretación de los espacios de riesgo de inundación». *Didáctica Geográfica*, 18, 211-230.

- Morote Seguido, Álvaro Francisco y Hernández Hernández, María (2017). «La expansión urbanística en el Valle del Jalón (Alicante) (1978-2016). Repercusiones socio-territoriales motivadas por la difusión urbana desde el litoral». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 56 (2), 200-222.
- Morote Seguido, Álvaro Francisco y Hernández Hernández, María (2018). «Unauthorized domestic water consumption in the city of Alicante (Spain): A consideration of its causes and urban distribution (2005-17)». *Water*, 10 (851), 1-18. doi:10.3390/w10070851
- Morote, Álvaro-Francisco y Rico, Antonio Manuel (2018). «Perspectivas de funcionamiento del trasvase Tajo-Segura (España): efectos de las nuevas reglas de explotación e impulso de la desalinización como recurso sustitutivo». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 79, 2754, 1-43. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2754>.
- Morote, Álvaro-Francisco; Hernández, María y Rico, Antonio Manuel (2016). «Causes of Domestic Water Consumption Trends in the City of Alicante: Exploring the Links between the Housing Bubble, the Types of Housing and the Socio-Economic Factors». *Water*, 8, 374, 1-18. doi:10.3390/w8090374.
- Morote, Álvaro-Francisco; Rico, Antonio Manuel y Moltó, Enrique (2017a). «Critical review of desalination in Spain: A resource for the future?». *Geographical Research*, 1-12. DOI:10.1111/1745-5871.12232.
- Morote, Álvaro Francisco; Olcina Cantos, Jorge y Rico, Antonio Manuel (2017b). «Challenges and Proposals for Socio-Ecological Sustainability of the Tagus-Segura Aqueduct (Spain) under Climate Change». *Sustainability*, 9 (11), 1-24. doi:10.3390/su9112058.
- Morote, Álvaro Francisco; Olcina Cantos, Jorge y Hernández, María (2019). «The Use of Non-Conventional Water Resources as a Means of Adaptation to Drought and Climate Change in Semi-Arid Regions: South-Eastern Spain». *Water*, 11, 93, 1-19. doi:10.3390/w11010093
- Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) (2016). *Precio del agua*. Disponible en: <https://www.ocu.org/alimentacion/agua/informe/el-precio-del-agua#>. (Fecha de consulta: 15.05.2018).
- Olcina Cantos, Jorge (2001). «Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural». En: Gil Olcina, Antonio y Morales Gil, Alfredo (Eds.). *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 49-109.
- Olcina, Jorge y Vera, José Fernando (2016). «Adaptación del sector turístico al cambio climático en España. La importancia de las acciones a escala local y en empresas turísticas». *Anales de Geografía*, 36 (2), 321-352.
- Olcina Cantos, Jorge; Morote, Álvaro Francisco y Hernández, María (2018). «Evaluación de los riesgos naturales en las políticas de ordenación urbana de los municipios de la provincia de Alicante. Legislación y cartografía de riesgo». *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 57(3), 152-176. DOI: <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i3.6390>.
- Paneque Salgado, Pilar y Vargas Molina, Jesús (2015). «Drought, social agents and the construction of discourse in Andalusia». *Environmental Hazards*, 14:3, 224-235, DOI:10.1080/17477891.2015.1058739
- Patiño Romarís, Carlos (2015). *Espazos turísticos e de ocio no litoral galego: unha análise a diferentes escalas*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- Pérez-Morales, Alfredo (2017). «Recursos y demandas en la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS)». En: Gómez Espín, J.M. (Ed). *El Trasvase Tajo-Segura. Propuestas Para su Continuidad y Futuro*. Editorial Académica Española: Murcia, España, 70-95.
- Pérez Morales, Alfredo; Navarro Hervás, Francisca y Álvarez Rogel, Yolanda (2016). «Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad social en poblaciones afectadas por el peligro de inundación». *Documents d'anàlisi geogràfica*, 62(1), 0133-159. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/dag.242>
- Rico Amorós, Antonio Manuel (2004). «Sequías y abastecimientos de agua potable en España». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 37, 137-181.
- Romero, Joan; Brandis, Dolores; Delgado Viñas, Carmen; García Rodríguez, José León; Gómez Romero, María Luisa; Olcina, Jorge; Vera-Rebollo, José-Fernando y Vicente Rufí, Joan (2018). «Geografía del despilfarro». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 77, 1-51.
- Ruíz Urrestarazu, E. (DIR.) (1998). *El Clima del País Vasco a través de la prensa*. Grupo de Climatología de la Universidad del País Vasco y Servicio Vasco de Meteorología del Gobierno Vasco, Vitoria, 212 p.
- Sánchez, Victoria Eugenia y Blanco, Francisco José (2012). «El uso sostenible del agua en núcleos urbanos: las tarifas como herramienta de control del consumo». *Observatorio ambiental*, 15, 35-59.

- Silverio Alzorritz, Ángel (1998). «Experiencias y conclusiones después de una larga sequía en el área metropolitana de Bilbao». En: Cabrera Marcet, E. y García-Serra, J. (Eds.). *Gestión de Sequías en Abastecimientos Urbanos*. Universidad Politécnica de Valencia, Vila-Real, 475-520.
- Vargas, Jesús y Paneque, Pilar (2017). «Metodología para el análisis de las causas de la vulnerabilidad al riesgo de sequía a escala de Demarcación Hidrográfica». *Natural Hazards*. doi 10.1007/s11069-017-2982-4
- Vargas, Jesús y Paneque, Pilar (2018). «Situación actual y claves de la gestión de sequías en España». En: La Roca, F. y Martínez, J. (coords.). *Informe OPPA 2017. Retos de la planificación y gestión del agua en España*, 42-54.
- White, Gilbert F. (1974). *Natural hazards, local, national, global*. Oxford University Press.
- Wilhite, Donald A. (2000). *Drought: A Global Assessment*. Vols. 1 and 2. Routledge, New York, Routledge, New York.
- Wisner, Ben; Blaikie, Piers; Cannon, Terry y Davis, Ian (2004). *At risk. Natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. Routledge, London and New York.

Sobre los autores

Álvaro Francisco Morote Seguido

Es licenciado en Geografía (2010), Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales (2011) y Doctor en Dirección y Planificación del Turismo (2015) por la Universidad de Alicante. Ha sido becario FPU del Ministerio de Educación (2012-15) y contratado en proyectos de investigación (2017-18) desarrollando su actividad investigadora y docente en el Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad de Alicante. En 2017 fue beneficiario de una Beca postdoctoral Juan de la Cierva-Formación del Ministerio de Economía desarrollando su actividad investigadora y docente en el Grupo de Investigación Análisis Territorial (ANTE) y Departamento de Geografía de la Universidad de Santiago de Compostela. Desde septiembre de 2018 es Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Valencia.

Su labor investigadora versa en torno a las temáticas relacionadas con los recursos hídricos (en relación con el proceso de urbanización, tipologías urbanas y nuevas naturalezas urbanas – jardines y piscinas – con el consumo de agua), los riesgos naturales (sequías e inundaciones) y Didáctica de la Geografía (Climatología, riesgos naturales, paisaje, recursos naturales y salidas de campo)