

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/271575866>

Principios y Retos de la Gestión del Agua en La Región de La Macaronesia

Conference Paper · January 2015

DOI: 10.13140/2.1.2955.8080

CITATIONS

0

READS

133

4 authors:



Juan Carlos Santamarta
Universidad de La Laguna

328 PUBLICATIONS 695 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Inés Ruiz-Rosa
Universidad de La Laguna

52 PUBLICATIONS 627 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



J. C. Fontes
University of the Azores

21 PUBLICATIONS 211 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Francisco Cota Rodrigues
University of the Azores

30 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

ISBN: 978-84-938046-4-0

RETOS EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA MACARONESIA

Juan C. SANTAMARTA¹, Inés RUIZ-ROSA², Jose C. FONTES³, Francisco C. RODRIGUES⁴

¹Universidad de La Laguna, Área de Ingeniería Agroforestal, Tenerife. jcsanta@ull.es

²Universidad de La Laguna, Departamento de Análisis Económico, Economía Financiera y Contabilidad. ciruiz@ull.es

³Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, 9700 Angra do Heroísmo. jfontes@uac.pt

⁴Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, 9700 Angra do Heroísmo. cota@uac.pt

RESUMEN

La región de la Macaronesia presenta notables diferencias en relación a la disponibilidad y gestión de los recursos hídricos, conformando dos realidades diferentes. Por un lado, están los archipiélagos de Azores y Madeira, con gran cantidad de recursos, sin tener que recurrir a la producción industrial de agua y con una gestión pública de los mismos. En la parte central, la situación es diferente, por un lado están las Islas Canarias, con una disponibilidad del recurso hídrico que va aumentando desde las islas orientales hasta las occidentales, con algunos casos de gestión hidráulica singular. Finalmente, Cabo Verde con una disponibilidad muy limitada, similar a las islas orientales de Canarias. Tanto en Canarias como en Cabo Verde, la producción industrial de agua y la reutilización está tomando una importancia cada vez mayor en la dotación de recursos hídricos a la población. El presente trabajo reflexiona sobre las singularidades que modelan la gestión del agua en la Macaronesia con el fin de hacer propuestas, sobre las líneas de trabajo que se deben desarrollar, a la hora de racionalizar el consumo de recursos hídricos en este entorno.

Palabras clave: *Gestión del agua, Economía, Recursos Hídricos, Macaronesia*

ABSTRACT

The region of Macaronesia has considerable differences regarding availability and management of water resources, forming two different realities. First, the archipelago of the Azores and Madeira are plenty of water resources, without desalination plans, and public management thereof. In the central part, the situation is different; on one side are the Canary Islands, which availability of water resources increases from the eastern to the western islands, with some cases of unique water management techniques. Finally, Cape Verde presents very limited water resources availability, similar to the eastern Canary Islands. Both the Canary Islands and Cape Verde, water desalination and water reuse, are taking a growing importance in the supply of water to the population. This paper discusses: the singularities of the management and planning of water in Macaronesia region, focus on groundwater resources, water demand and economic aspects in the supply and water use variables.

Key words: *Water management, Economics, Water Resources, Macaronesia.*

1. INTRODUCCIÓN

Los archipiélagos que configuran la región conocida como *Macaronesia* comparten una serie de aspectos naturales, geológicos y climatológicos que le otorgan una entidad biogeográfica propia. Estas peculiaridades hacen que la gestión eficiente de sus recursos hídricos se haya convertido en una de las principales líneas de acción en estas comunidades.

A medida que las exigencias hídricas han ido aumentando en estas áreas la noción de lo que se entiende por recurso también se ha visto modificada. De esta forma el constante crecimiento de la población, con el consiguiente incremento de los requerimientos hidrológicos, ha provocado, además, la búsqueda de fuentes alternativas de producción de agua. Entre estos procesos hay que mencionar, por un lado las técnicas de desalación de agua de mar, y por otro las que permiten reutilizar el agua residual, sobre todo para el riego agrícola, una vez depurada.

En este trabajo trataremos de reflexionar sobre cómo las singularidades que caracterizan a este ámbito geográfico afectan a la gestión del agua, tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda, poniendo especial atención en las ventajas e inconvenientes de los sistemas no convencionales de producción de agua, para terminar aportando una serie de líneas de acción que los autores consideran interesante potenciar.

2. ESPECIFICIDADES HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN MACARONÉSICA

Macaronesia es el nombre que reciben un conjunto de cinco archipiélagos, situados en el Atlántico Norte, junto a Europa y el norte de África. Estos archipiélagos son (Figura 1):

- i. *Azores*: Compuesto por nueve islas portuguesas ubicadas a 1.200 km. de Lisboa. Las nueve islas están divididas en tres grupos; el grupo oriental de Sao Miguel y Santa María, el grupo central de Terceira, Graciosa, Sao Jorge, Pico y Faial y el grupo occidental de Flores y Corvo.
- ii. *Madeira*: Que consta de dos islas habitadas (Madeira y Porto Santo) y tres islas menores no habitadas llamadas Desertas.
- iii. *Islas Salvajes*: Conjunto de islas compuestas por tres islas principales (Isla Mayor o Salvaje Grande, Pitón Grande y Pitón Pequeña) y varios islotes. Estas islas junto con las de Madeira forman la Região Autónoma de Madeira, región autónoma portuguesa.
- iv. *Canarias*: Archipiélago atlántico norteafricano que constituye, además, una de las comunidades autónomas de España. Está compuesto por siete islas; El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife, que forman la provincia de Santa Cruz de Tenerife, y Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, que constituyen la provincia de Las Palmas, además de seis islotes (Alegranza, Isla de Lobos, La Graciosa, Montaña Clara, Roque del Este y Roque del Oeste, todos ellos pertenecientes a la provincia de Las Palmas.
- v. *Cabo Verde*: Este archipiélago, formado por diez islas grandes y cinco menores, constituye la República de Cabo Verde.

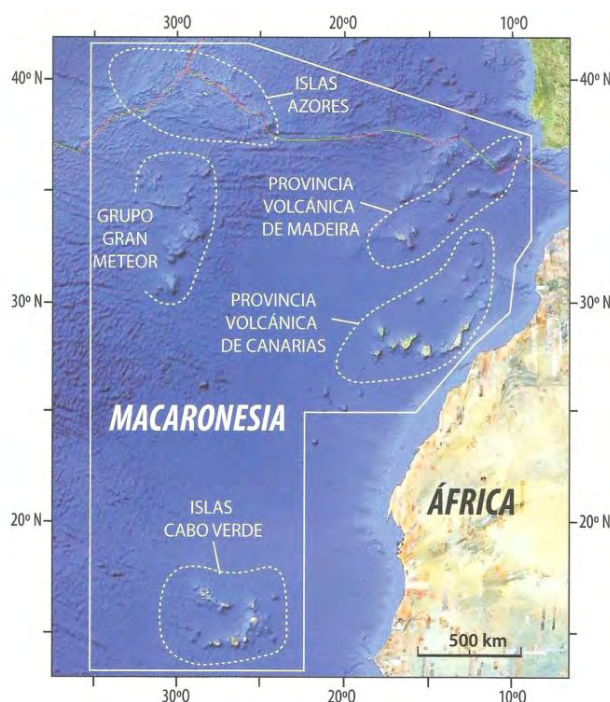


Figura 1. La región de la *Macaronesia* (Carracedo, 2011)

En los sistemas insulares las características hidrológicas vienen definidas, entre otros, por los siguientes condicionantes (Santamarta, 2013):

- i. Clima.
- ii. Morfología y altitud media de las islas.
- iii. Geología.
- iv. Edad de los materiales que conforman las islas.
- v. Hidrogeología.
- vi. Tipos de suelos.
- vii. Tipo de cubierta forestal y vegetal, porcentaje de fracción cabida cubierta (fcc).
- viii. Territorio ocupado por los habitantes, urbanización.
- ix. Usos del suelo (agricultura).

Por otro lado, y desde el punto de vista hidrológico, los espacios insulares comparten una serie de características comunes que, en general, se pueden resumir en los siguientes apartados (Santamarta, 2013):

- i. Recursos hídricos superficiales escasos en general.
- ii. Recursos hídricos subterráneos sobreexplotados, minería del agua fósil, captación de aguas con exceso de flúor.
- iii. Fenómenos de intrusión marina.
- iv. Sobrepoblación.
- v. Poblaciones concentradas en la zona de costa.
- vi. Cultivos agrícolas intensivos, con gran demanda de recursos hídricos.
- vii. Turismo estacional masivo, a excepción de Canarias que se caracteriza por ser un destino turístico con ausencia de estacionalidad, puesto que recibe una gran cantidad de visitantes a lo largo de todo el año, aproximadamente 10 millones, lo que supone una elevada demanda de recursos hídricos
- viii. Contaminación importante, de algunas zonas de los acuíferos insulares,

principalmente por nitratos e intrusión marina.

- ix. Necesidad de tomar la isla en su conjunto como una unidad hidrológica, no por cuencas como en el caso continental.
- x. Aunque en Canarias existe una red EMA con datos disponibles en la red, existe dificultad, en algunos sistemas insulares, para disponer de datos fiables de las variables hidrometeorológicas. Existencia de microclimas.
- xi. Dependencia energética del ciclo hidrológico insular (binomio agua-energía). En algunos casos dependencia total de la desalación de agua de mar para satisfacer la demanda, como es el caso de Lanzarote, Cabo Verde...
- xii. Ausencia de cursos continuos de agua, en general salvo casos puntuales, como Azores, debido a su mayor pluviometría, en algunos casos superior a 2.000 mm por año (Marzol et al, 2005).

A lo anterior hay que añadir que la cantidad y variación de las precipitaciones en el tiempo juega un papel fundamental en lo que a disponibilidad de recurso hídrico se refiere. Por otro lado, la morfología de las islas es otro de los aspectos que también puede influir en la escorrentía, siendo menor en las islas más planas y de menor altitud. Precisamente, en las islas más altas, unido a la presencia de vientos alisios, hace que se produzca otro tipo de precipitación, de tipo convectiva, que en Canarias es conocida como la precipitación de niebla o lluvia horizontal, con un efecto, —discutido actualmente por la literatura científica—, importante en la infiltración y en la recarga de los acuíferos (Santamarta, 2013).

Por último, la hidrogeología de un territorio influye en la distribución, cantidad y calidad de los recursos subterráneos. Estos recursos se ven favorecidos por la permeabilidad innata inicial que poseen algunos materiales volcánicos (Cabrera & Custodio, 2013), como es el caso que caracteriza a la zona objeto de estudio. Esto también se ve reflejado en la existencia o no de barrancos provocados por la escorrentía del agua y la erosión hídrica que posteriormente generan el desmantelamiento de la isla. No disponer de estos cursos de agua en forma de barrancos a lo largo de la geografía de la isla sugiere una mayor infiltración en el terreno y por tanto mayor disponibilidad de agua, que podrá ser aprovechada mediante las técnicas al uso (galerías, pozos y sondeos).

Por lo tanto, para poder acometer un aprovechamiento hidráulico en una isla volcánica es fundamental conocer la geología y el proceso de formación de la isla, ya que esta última, condiciona notablemente los diferentes aprovechamientos de los recursos hídricos que se pueden llevar a cabo. En este sentido los recursos hídricos, se deben gestionar atendiendo a las singularidades que presentan los sistemas insulares volcánicos, esto puede suponer que en ocasiones las estrategias y metodologías utilizadas en terrenos continentales no sean válidas para espacios limitados y heterogéneos como es el caso de las islas macaronésicas.

3. GESTIÓN DE LA DEMANDA Y DE LA OFERTA

Una gestión racional del agua puede dirigir sus esfuerzos hacia la demanda y/o hacia la oferta. El concepto de gestión de la demanda de agua “comprende el conjunto de actividades que permiten reducir la demanda de agua, mejorar la eficiencia en el uso y evitar el deterioro de los recursos hidráulicos” (Estevan, 2000), sin embargo la gestión de la oferta se centra, fundamentalmente, en la planificación de la producción de agua. Para Estevan y Naredo (2004) “el principal problema actual no reside ya en promover nuevas obras de oferta con las que seguir alimentando usos inadecuados y despilfarradores del agua, sino en deshacer buena parte del camino erróneamente andado, recreando una cultura que ayude a aceptar el agua verdaderamente disponible en nuestro territorio y a gestionarla en régimen

de escasez apoyada ahora, no tanto en limitaciones físicas, como en consideraciones económicas, sociales y ecológicas".

Dentro de las acciones relacionadas con la gestión de la demanda podríamos distinguir cuatro frentes de acción: infraestructura, ahorro, eficiencia y sustitución.

Las tareas que se incluyen en los programas de infraestructuras se centran básicamente en la reparación de redes y eliminación de fugas, la localización y eliminación de tomas ilegales, la universalización de contadores individuales, la reducción de presiones de suministros y la gestión informatizada de redes. En cuanto a los programas de ahorro, sus acciones son de dos tipos, por un lado, las que tratan de estimular el ahorro voluntario de agua reforzando la conciencia ciudadana, y por otro, los que actúan sobre las tarifas de agua para disuadir el despilfarro. Los programas de eficiencia van dirigidos a promover la reducción del consumo de este recurso mediante la incorporación de modificaciones técnicas en los equipos y dispositivos de consumo. Aunque su campo de actuación es muy variado, podemos reconocer tres grandes centros de interés: doméstico, industrial y comercial y de exterior¹. Por último, a través de los programas de sustitución se pretende fomentar la utilización de agua que, tradicionalmente no se consideraba como opción, para ciertos usos, evitando de esta forma el consumo de agua blanca.

Viñuales (2004) atribuye el éxito de una gestión eficiente del agua a la creación de un nuevo contexto situacional en el que convivan ahorro y planificación óptima de la oferta.

En este sentido el Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. publicó en mayo del 2005 (Betancort et al., 2005), como resultado del proyecto Aquamac una serie de recomendaciones para promover la gestión sostenible del agua en la Macaronesia (Tab.1).

Tabla 1: Recomendaciones para la gestión eficiente del agua en la Macaronesia

Acción	Gestión	Programa
Integración de dispositivos eficientes de consumo en la edificación	Demanda	Eficiencia
Instalación de medición y control en puntos de consumo	Demanda	Infraestructura
Captación, almacenamiento y utilización de aguas pluviales	Oferta	
Reutilización de aguas grises	Demanda	Sustitución
Promoción de jardinería de bajos requerimientos hídricos	Demanda	Eficiencia
Uso de materiales apropiados en las redes hidráulicas de abastecimiento	Demanda	Eficiencia

Fuente: Elaboración propia a partir de Betancort et al. (2005)

Del análisis de estas recomendaciones se puede observar como la mayor parte de ellas se centran en acciones relacionadas con la gestión de la demanda, dentro de los programas de eficiencia.

4. ALTERNATIVAS INDUSTRIALES DE PRODUCCIÓN DE AGUA

En el espacio geográfico analizado, los sistemas convencionales de captación de agua presentan, fundamentalmente, dos tipos de limitaciones: unas naturales, y que se deben a una disminución en el rendimiento de las explotaciones subterráneas producidas por un desequilibrio entre la extracción de agua y la recarga natural, y otras de carácter económico, puesto que la disminución sistemática de la rentabilidad de los aprovechamientos, según la

¹ Jardinería, fundamentalmente.

relación cantidad-calidad de agua extraída, tiene como consecuencia directa un aumento del precio del agua de abastecimiento.

Frente a los problemas asociados a los métodos convencionales de obtención de agua áreas geográficas con circunstancias climáticas y geográficas adversas obliga a recurrir a los sistemas no tradicionales con el fin de solucionar esta problemática hídrica.

Con respecto a estos sistemas no convencionales de obtención de agua, Rico et al. (1998) reconocen que “en determinados espacios regionales con escasez de recursos y demandas crecientes, estas aguas deberían adquirir condición de recursos estratégicos que, en función de la aceptación cultural de su uso y la implantación de sistemas de gestión integral, permitieran aliviar la explotación que sufren las fuentes tradicionales. Se constituyen así en garantes de un desarrollo socioeconómico sostenible y armónico con el medio natural, preservando los recursos renovables y el equilibrio hídrico”.

Nos encontramos, de esta forma, con dos alternativas industriales de producción de agua, a las que se van dedicando, poco a poco mayores esfuerzos, tanto económicos como humanos, y sobre las que se han depositado grandes expectativas de cara al futuro: la desalación y la reutilización.

Concretamente en islas en las que por la escasa aportación de precipitaciones, entre 100 y 250 mm/año, no tienen la suficiente recarga de sus acuíferos como para satisfacer la demanda del recurso se tiene que recurrir a la producción industrial de agua, mediante plantas desaladoras.

Sin embargo, y a pesar de los indiscutibles beneficios que supone este sistema de producción de agua, lleva aparejado una serie de efectos medioambientales negativos que hay que considerar; por un lado el elevado consumo energético y, por otro el vertido de salmuera. En lo que respecta al primer aspecto reconocemos que, aunque se ha conseguido avanzar bastante en lo que a consumo energético se refiere, el empleo de energía para este proceso resulta aún bastante relevante, llegando a suponer hasta casi un 43 % del coste total de este proceso (Fariña, 2005).

Esto implica una dependencia energética para la producción de agua y un consumo elevado de recursos económicos que algunos estados insulares no pueden asumir. Asumiendo que la producción energética en las islas oceánicas, implica unos costes, cuatro veces superior, en comparación, con los costes del continente (península Ibérica) donde el coste ronda los 50 € MWh (Megawatio-hora), depender exclusivamente de la producción de recurso hídrico por este medio, puede ser a la larga insostenible, por lo que, es necesario investigar en nuevas fuentes donde sea posible, o bien, sistemas de desalación por energías renovables, geotermia, solar, eólica.

En esta línea, autores como Aguilera, Pérez y Sánchez (2003) consideran que ante la posibilidad de utilizar la desalación como alternativa a la falta de disponibilidad de agua resultaría menos costoso, hablando en términos ecológicos, llevar a cabo una mejor gestión de la demanda de agua puesto que es más barato ahorrar un m³ que producirlo.

Además del consumo energético, el vertido de la salmuera resultante de la desalación es otro de los graves inconvenientes de este sistema de producción de agua. Concretamente las emisiones de salmuera, junto con otra serie de factores, afectan a las praderas de *Cymodocea nodosa* (Afonso-Carrillo & Gil, 1980) debido al incremento de la turbidez del agua, aumento de las condiciones de salinidad y sobresedimentación (Ruiz et al., 2009)

A diferencia de los sistemas anteriores, la depuración de aguas residuales no es una

opción sino una obligación legal. Las plantas depuradoras de aguas residuales tienen como objetivo, a través de una serie de procesos que en definitiva pretenden imitar a la naturaleza, devolverle al agua las condiciones que tenía antes de ser usada con el fin de que regrese al entorno en condiciones óptimas y evitar, de esta forma, posibles deterioros medioambientales.

Unas exigencias medioambientales cada vez más estrictas en cuanto al tratamiento de aguas residuales, unido a la posibilidad patente de aprovechar el agua regenerada, han hecho centrar los esfuerzos en el tratamiento de las aguas residuales con el objeto de ampliar sus opciones de uso.

Obviamente el proceso de depuración se desarrolla con el objetivo de minimizar el impacto ambiental que el vertido de aguas residuales puede provocar en su entorno, por lo que no cabe duda que depurar no debe ser una opción sino una obligación. Sin embargo, la ejecución de este proceso también lleva aparejado una serie de impactos ambientales negativos. Entre estos efectos Fornás y Colomer (2008) identifican posibles impactos sobre el hábitat, la vegetación, el paisaje y los espacios protegidos, los olores y ruidos generados y la gestión de lodos.

5. Conclusiones

Sin duda las peculiaridades que existen en el espacio geográfico de la *Macaronesia* son una oportunidad para desarrollar propuestas de gestión hidrológica coordinada y adaptada a las especificidades de este entorno.

En este sentido el desarrollo de este trabajo evidencia la necesidad de centrar el estudio de la gestión hidrológica de los archipiélagos de la *Macaronesia* en potenciar la gestión eficiente de la demanda fundamentalmente, y la producción industrial de agua.

En lo que a gestión de la demanda se refiere los esfuerzos deben ir dirigidos hacia los programas de eficiencia, esto supone entre otras cosas la implantación de dispositivos eficientes y el diseño de jardines adaptados a condiciones de escasez hídrica, aspectos fundamentales en zonas de alto atractivo turístico como es el caso de algunas de las islas que configuran este espacio.

En este sentido se propone cuantificar el consumo de agua antes y después de implantar estas medidas y evaluar sus efectos, tanto a nivel técnico como económico, y calcular indicadores que permitan obtener el retorno de la inversión.

Por otro lado, y a la hora de seleccionar la mejor alternativa hidrológica en lo que a producción industrial se refiere, se debería, en primer lugar, estudiar las especificidades del entorno que se está analizando y, en segundo lugar, sopesar las ventajas e inconvenientes tanto técnicas, como económicas y sociales, de implantar cada una de ellas.

En este sentido, y dentro de los sistemas de producción industrial de agua, se propone poner en marcha campañas de fomento de regeneración y reutilización de aguas residuales con el fin de potenciar el ahorro de agua blanca, como alternativa prioritaria frente a la desalación para espacios para los que esta alternativa es prescindible.

REFERENCIAS

Afonso-Carrillo, J. y Gil Rodríguez, M.C. (1980). *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson

- (Zannichelliaceae) y las praderas submarinas o seadales en el Archipiélago Canario. *Vieraea*, Vol. 8, nº 2, p. 365-376.
- Aguilera Klink, F., Pérez Moriana, E. y Sánchez García, J. (2003). *El agua en Tenerife: procesos sociales, valores e intereses*. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del agua, celebrado en Sevilla del 13 al 17 de noviembre de 2003.
- Betancort, J, Peñate, B, Martel, G, y Berriel A. (2005). *Propuesta de recomendaciones normativas para promover la gestión sostenible del agua en la Macaronesia*. Proyecto Aquamac. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Carracedo, J. C. (2011). *Geología de Canarias I: Origen, Evolución, Edad y Volcanismo*. Ed. Rueda. Madrid.
- Cabrera, M.C., Custodio, E., (2013). *Hidrología y terrenos volcánicos*, en *Hidrología y Recursos Hídricos en Islas y Terrenos Volcánicos*, Colegio de Ingenieros de Montes: Madrid. 556 pp.
- Estevan, A y Naredo, J.M. (2004). *Ideas y propuestas para una nueva política del agua en España*. Editado por Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao.
- Estevan, A. (2000): "Planes integrales de gestión de la demanda de agua", en ESTEVAN, A. Y COMUÑAS, V. (coord.), *La eficiencia del agua en las ciudades*. Editado por Bakeaz y Fundación Ecología y Desarrollo, Bilbao.
- Fariña.M. (2005): El coste del agua producida por las grandes desaladoras de agua de mar en España. *IT*, Nº 72, PP.62 - 67
- Fornás Collado, V. y Colomer Mendoza, F. J. (2008): "Las declaraciones de impacto ambiental en estaciones depuradoras de aguas residuales". *Tecno ambiente: revista profesional de tecnología y equipamiento de ingeniería ambiental* (2008), año 18, no. 189, 23-32
- Marzol, M. V.; Yanes, A.; Romero, C.; Brito De Azevedo, E.; Prada, S.; Martins, A. (2005). Los riesgos de las lluvias torrenciales de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde). Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC). Serie A, nº5.
- Rico Amorós, A.M., Paños Callado, V., Olcina Cantos, J. y Baños Castiñeira, C. (1998). *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España*, editado por Oikos-Tau, S.L., Barcelona.
- Ruiz, J.M., Marín-Guirao, L., Sandoval-Gil, J.M., 2009. Responses of the Mediterranean seagrass *Posidonia* oceánica to in situ salinity increase. *Botanica Marina* 52, 459-470.
- Santamarta J.C. et al. (2013). *Hidrología y Recursos Hídricos en Islas y Terrenos Volcánicos*, Colegio de Ingenieros de Montes: Madrid. 556 pp.
- Viñuales Edo, V. (2004): "La eficiencia en el uso del agua en la ciudad: algunas enseñanzas de las ciudades ahorradoras", trabajo presentado en el *IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, celebrado en Tortosa del 8 al 12 de diciembre de 2004.