



ESTUDIO ACTUALIZADO DE LA SITUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS DEPURADAS EN LA MACARONESIA

EQUIPO INVESTIGADOR:

Sebastián Delgado Díaz
Fernando Díaz González
Manuel Álvarez Díaz
Juan Rodríguez Sevilla
Luis E. Rodríguez Gómez

La Laguna, diciembre 2006



El presente Informe recoge el trabajo realizado en el marco del Convenio de colaboración entre la Universidad de La Laguna y el Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (I.T.C.), que bajo el título “**ESTUDIO ACTUALIZADO DE LA SITUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS DEPURADAS EN LA MACARONESIA**”, ha sido desarrollado en el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, por el siguiente equipo investigador:

Investigador Principal: Dr. Sebastián Delgado Díaz.

Investigadores Colaboradores: Drs. Fernando Díaz González, Manuel Álvarez Díaz, Juan Rodríguez Sevilla y Luis E. Rodríguez Gómez.

Dicho trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto AQUAMAC II “Técnicas y Métodos para la Gestión Sostenible del Agua en la Macaronesia”, Iniciativa Comunitaria INTERREG III B Espacio “Açores-Madeira-Canarias”, en el que han participado los siguientes socios: ITC, Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos - Secretaria Regional do Ambiente e do Mar da Região Autónoma dos Açores, IGA – Investimentos e Gestão da Água, S.A de Madeira; Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Consejo Insular de Aguas de Tenerife, Cabildo de Lanzarote, Icodemsa, Universidade da Madeira y Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria

La Laguna, diciembre 2006

Fdo. Sebastián Delgado Díaz

Investigador Principal

Índice

1. Antecedentes.....	4
2. Metodología.....	4
3. Archipiélago en estudio.....	6
4. Reutilización del agua depurada en la Macaronesia.....	13
4.1 Reutilización del agua depurada en Tenerife.....	13
4.2 Reutilización del agua depurada en Gran Canaria.....	31
4.3 Reutilización del agua depurada en Fuerteventura.....	39
4.4 Reutilización del agua depurada en Lanzarote.....	44
4.5 Reutilización del agua depurada en Madeira.....	51
5. Datos globales de la Macaronesia.....	54
6. Normativas sobre reutilización de aguas regeneradas en la Macaronesia	58
7. Conclusiones generales y líneas de I+D derivadas del Seminario sobre reutilización de aguas	59
8. Bibliografía	63

Agradecimientos.

Los autores desean mostrar su agradecimiento a todos los socios del Proyecto y demás organismos y empresas que han colaborado suministrando la información necesaria para la ejecución del estudio (Aguas de Telde, BALTEN, Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura, ELMASA, EMALSA, INALSA, Puerto Rico S.A.), así como al Programa INTERREG III B “Azores-Madeira-Canarias” por la financiación concedida.

1. Antecedentes

La gestión sostenible de los recursos hídricos reviste enorme importancia de manera especial en entornos insulares. Las islas Canarias presentan problemas específicos concernientes al abastecimiento de agua, y como consecuencia del aislamiento y lejanía del continente, se hace indispensable la gestión sostenible de los recursos hídricos (Shelef and Azov, 1996; Lazarova et al., 2001; Delgado et al., 2003). El desarrollo económico y demográfico que ha experimentado las islas en los últimos años (la población se ha duplicado entre 1960 y 2005) afecta de manera directa a la disponibilidad y gestión de los recursos hídricos.

La principal actividad económica está representada por el sector terciario, que constituye más del 75% del producto interior bruto de los archipiélagos. Sin embargo, en demanda hídrica sigue siendo la agricultura, con diferencia, la actividad que mayor volumen consume. Tradicionalmente, las aguas subterráneas han sido el principal y casi exclusivo recurso hídrico de las islas. No obstante, cada isla presenta peculiaridades de tipo geográfico y climático que hacen que la disponibilidad de agua subterránea difiera notablemente entre las mismas. Así, las Azores, la isla de Madeira y las islas canarias más occidentales como La Palma y La Gomera disponen de abundantes recursos subterráneos que les han permitido, hasta el momento, no tener que recurrir a recursos alternativos. Por el contrario, en las islas canarias orientales y en la isla de Porto Santo desde los años 60 ha sido necesario desalar agua para poder abastecer a la población.

2. Metodología

Como parte de la metodología del estudio se organizó un seminario participativo sobre reutilización de aguas depuradas en la Macaronesia, basado en la metodología EASW (European Awareness Scenario Workshop). The European Awareness Scenario Workshop (EASW), traducido al español como el Taller Europeo de Concienciación en base a Escenarios de Futuro, tiene

como objetivo fomentar la participación democrática en las decisiones asociadas al impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Esta metodología permite que los participantes intercambien opiniones, debatan sobre aspectos y procesos que determinan el desarrollo tecnológico y su impacto en el entorno natural y social, aportando la identificación y planificación de soluciones concretas a los problemas existentes.

Los participantes en el seminario anteriormente citado eran agentes implicados en el sector del tratamiento, distribución y reutilización del agua depurada de los archipiélagos canario, madeirense y azoriano. Los objetivos del seminario fueron intercambiar opiniones y experiencias para obtener una visión conjunta acerca de la reutilización del agua depurada en la Macaronesia; generar propuestas y proyectos viables para el fomento y aplicación de la reutilización de aguas depuradas en estos archipiélagos; y finalmente conseguir mejorar la colaboración futura entre los participantes y la promoción de la reutilización de aguas depuradas en la Macaronesia. Como consecuencia del seminario se establecieron contactos con los agentes implicados que aportaron información sobre las estaciones de tratamiento con reutilización, tecnologías utilizadas, volúmenes depurados y reutilizados, etc.

A continuación se estableció contacto telefónico y vía correo electrónico con los agentes implicados en la gestión de la reutilización del agua depurada en las islas involucradas en el estudio (socios y no socios del proyecto AQUAMAC) y se les solicitó información sobre las características de depuradoras con reutilización, caudal actual de tratamiento (secundario, terciario), volúmenes de agua depurada destinada a reutilización, parámetros analíticos de control utilizados, destinos del agua depurada, entre otros datos.

Cuando se consideró conveniente, con objeto de facilitar la recopilación de información, se realizaron visitas a determinados organismos, como fue en el caso del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Con los datos disponibles, procedentes de las fuentes citadas y de otras alternativas, se ha elaborado la memoria de actualización del presente Informe.

3. Archipiélagos en estudio

Macaronesia es el nombre con el que se denomina a un conjunto de archipiélagos del Atlántico Norte, entre el suroeste de Europa y el noroeste de África. Tres de ellos corresponden a países de la Unión Europea: Azores y Madeira a Portugal y las Islas Canarias a España. Cabo Verde, el más meridional, es una nación independiente.

Las islas de la Macaronesia son de origen volcánico, y presentan un clima entre subtropical y tropical. Azores y Madeira presentan mayor índice pluviométrico que Canarias y Cabo Verde. Asimismo, las islas presentan características hidrogeológicas similares y ecosistemas únicos compuestos por fauna y flora endémica, entre los que destaca la laurisilva, bosques de la era terciaria que cubren zonas de Madeira, Azores y Canarias. En la Figura 1 se presenta un mapa con la ubicación de los archipiélagos que conforman la Macaronesia.

El recurso hídrico habitualmente utilizado en los archipiélagos de la Macaronesia Europea ha sido el agua subterránea. En los archipiélagos de Madeira y Azores, incluso con abundancia de recursos hídricos superficiales, ha sido el agua subterránea la principal fuente de agua.

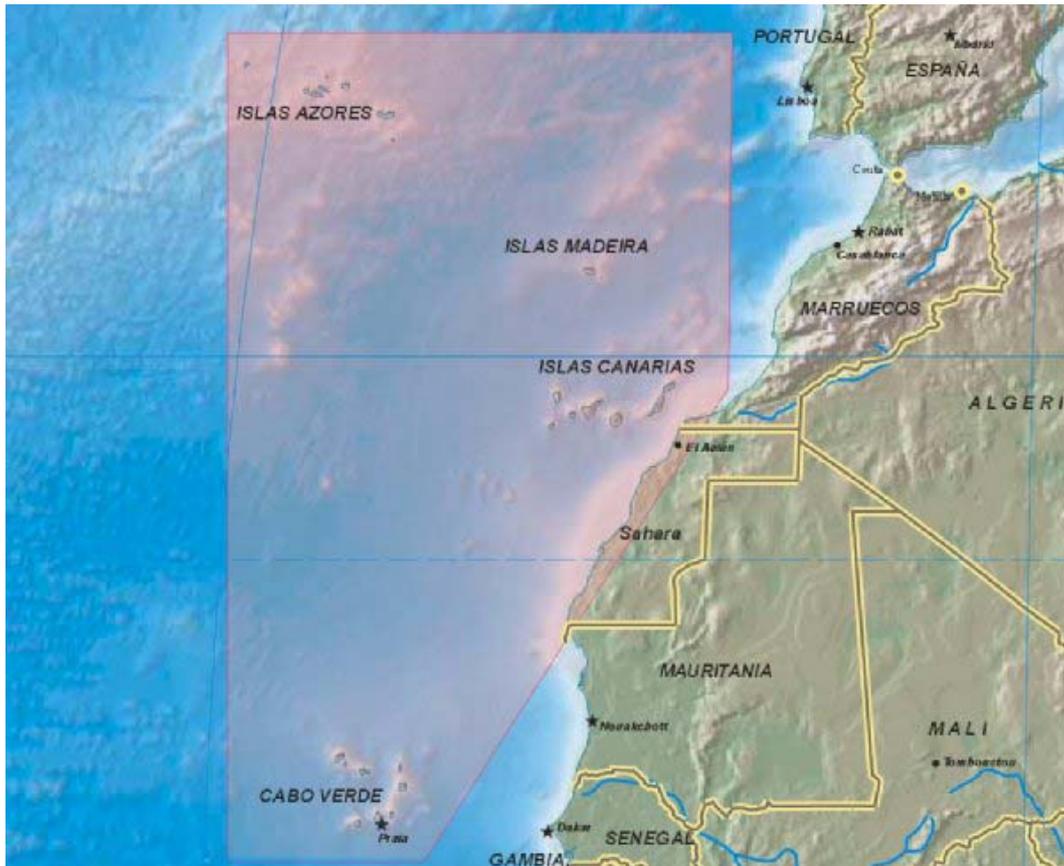


Figura 1. Ubicación de la Macaronesia.

El crecimiento de la población de los archipiélagos de la Macaronesia Europea, que fueron colonizados por Portugal y España a partir del siglo XV, fue lento hasta mediados del siglo XIX, viéndose afectados por una elevada emigración hacia América. El final del siglo XIX marcó una diferencia entre el desarrollo demográfico y económico de Canarias y el de Azores y Madeira, como se puede ver en la Figura 2. A partir de ese momento, la población de Canarias experimentó un crecimiento muy elevado, aparejado al desarrollo económico de las islas, fundamentalmente de la agricultura intensiva y del comercio, en particular de las islas capitalinas de Tenerife y Gran Canaria. Sin embargo, el crecimiento de la población de Azores y Madeira continuó siendo lento hasta la década de los 50 del siglo XX en que se volvió incluso negativo, como se puede ver en la Figura 3, como consecuencia de una elevada

emigración. En la Tabla 1 se puede ver el cambio experimentado por la población de los archipiélagos entre 1960 y 2005. Canarias ha duplicado su población en dicho periodo.

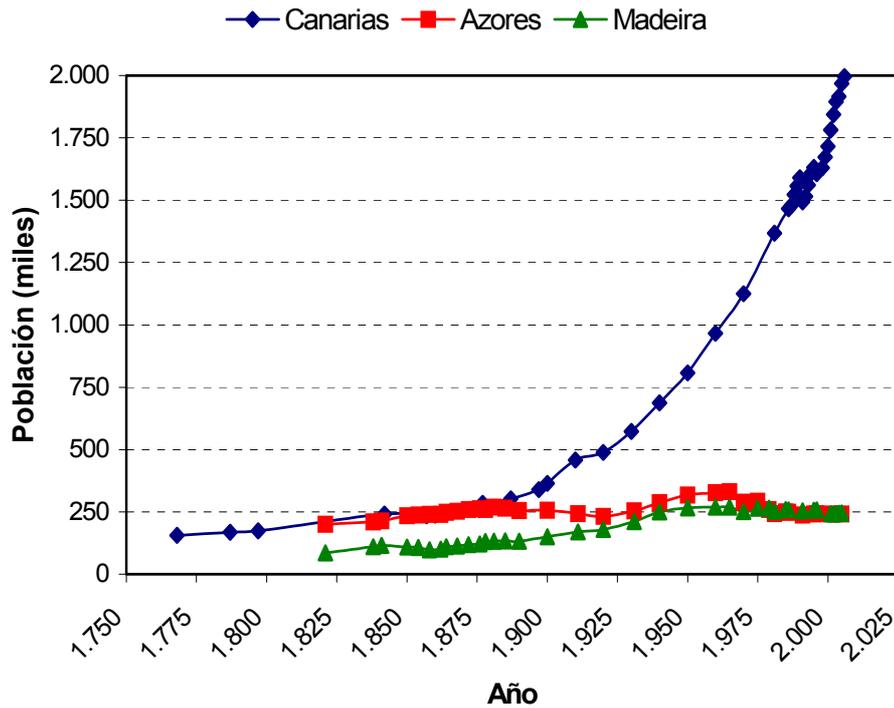


Figura 2. Evolución de la población de la Macaronesia Europea.

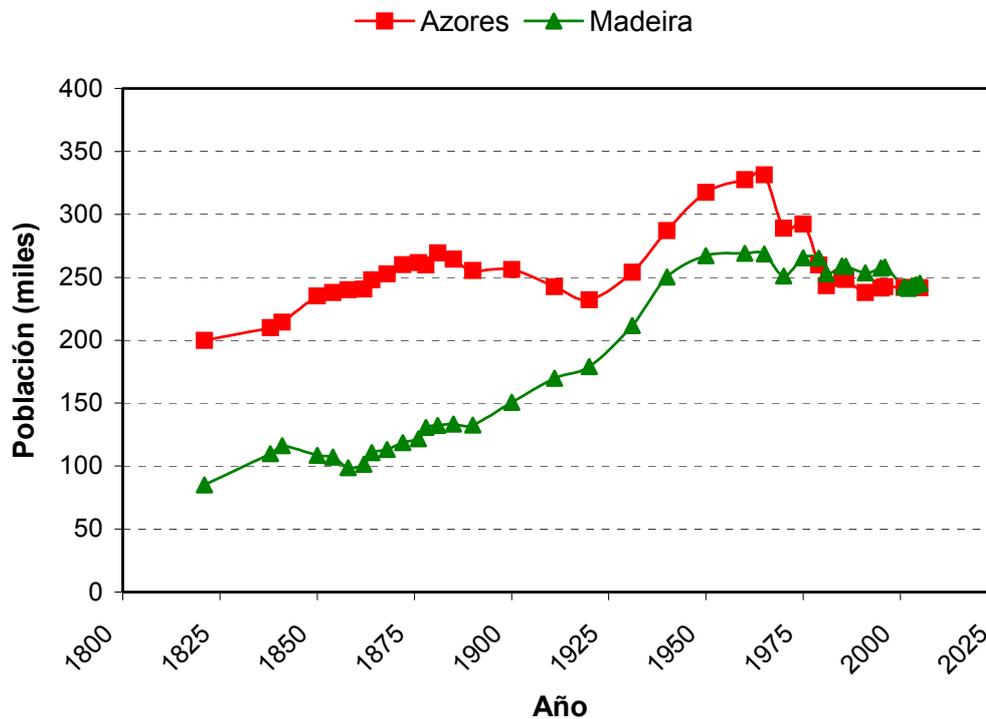


Figura 3. Evolución de la población de la Azores y Madeira.

Este hecho determina el panorama actual en cuanto a la situación de la reutilización del agua en estos archipiélagos, ya que el crecimiento poblacional y económico de Canarias trajo consigo aparejado un elevado consumo de agua, hasta el punto de sobreexplotar los recursos hídricos, sobre todo en las islas de Gran Canaria y Tenerife, que en su día disponían de elevadas reservas de agua subterránea. Así, ha sido en Tenerife y Gran Canaria donde se han implantado los primeros sistemas de reutilización de agua depurada de la Macaronesia. Aparte de estas dos islas, disponen de sistemas de reutilización de agua depurada las islas con tradicional escasa disponibilidad de agua subterránea, como es el caso de Lanzarote, Fuerteventura (Canarias) y Porto Santo (Madeira). Por tanto, el estudio sobre el estado de la reutilización del agua depurada en la Macaronesia Europea se ha centrado en estas cinco islas anteriormente mencionadas.

Tabla 1. Crecimiento poblacional de la Macaronesia Europea (INE 2005; ISTAC,2005)

ARCHIPIELAGO	Superficie (km ²)	Población (miles de habitantes)				
		1960	2000	variación (%) 1960-2000	2005	variación (%) 2000-05
Azores	2.247	328	242	-26,1	242	-0,2
Madeira	794	269	243	-9,8	245	1,1
Canarias	7.492	966	1.716	77,6	1.968	14,7
TOTAL	10.533	1.563	2.201	40,9	2.455	11,6
CANARIAS:						
Lanzarote	887	37	96	163,7	123	27,8
Fuerteventura	1.664	18	60	228,0	87	44,1
Gran Canaria	1.560	405	741	83,2	802	8,2
Tenerife	2.034	394	709	79,8	839	18,3
La Gomera	370	31	18	-40,5	22	18,8
La Palma	708	72	82	14,5	85	3,4
El Hierro	269	10	9	-10,4	10	22,8
TOTAL	7.492	966	1.716	77,6	1.968	14,7

El mayor consumidor de agua en Canarias es el sector agrícola, y entre los cultivos de mayor consumo se encuentra la platanera (15.000 m³/(ha)(año)). De las casi 52.300 Ha de superficie total cultivada el 18% corresponden a platanera (Figura 4), si bien este porcentaje es diferente en cada isla.

Canarias, 52,300 Ha, 2005

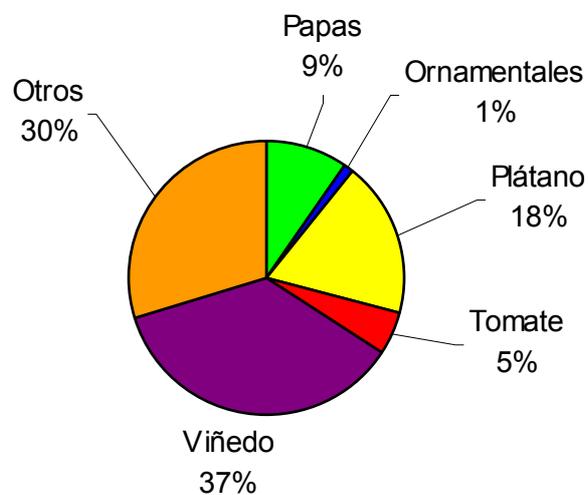


Figura 4. Superficie de cultivos de Canarias (ISTAC, 2005).

Tabla 2. Consumo de agua por cultivo
(Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 1999)

Tipo de cultivo	Consumo medio, m ³ /(ha)(año)
Platanera	15.000 (9.000 – 17.000)
Tomate	9.800
Cítricos y subtropicales ¹	8.000 (7.400 – 8.600)
Cítricos y subtropicales ²	4.700
Frutales templados	2.500
Papas	3.150
Hortalizas medianías	3.500

¹ por debajo de 300 m; ² por encima de 300 m.

En el caso del viñedo, aunque presenta una mayor extensión de superficie cultivada, su demanda de agua es considerablemente menor que la de otros cultivos. Los tres cultivos que mayor volumen de agua consumen a nivel regional son la platanera, el tomate y la papa.

En la actualidad la reutilización del agua depurada en la Macaronesia Europea se circunscribe exclusivamente a las islas de Tenerife, Gran Canaria, Lanzarote, Fuerteventura y Porto Santo (Madeira). La principal aplicación del agua reutilizada llevada a cabo en estas islas es el riego de cultivos, campos de golf, parques y jardines.

4. Reutilización del agua depurada en la Macaronesia Europea

A continuación se describe la situación de la reutilización del agua depurada en cada una de las islas con sistemas de aprovechamiento del agua depurada.

4.1 Reutilización del agua depurada en Tenerife

En las Tablas 3 y 4 (Plan Hidrológico de Tenerife, 1996) se presenta la evolución de los recursos y consumos hídricos en la isla de Tenerife en la última década del siglo XX (los datos de 2000 corresponden a la previsión hecha por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife). Se aprecia claramente como los recursos convencionales han experimentado un descenso pasando de 212 hm³ en 1991 a 190,3 hm³ en 2000. Sin embargo el consumo a pasado en ese mismo periodo de 207,3 hm³ a 215,3 hm³. En 1991 se estaba al límite de las reservas hídricas para poder satisfacer la demanda, y en 2000 ya era necesario recurrir a los recursos alternativos (reutilización y desalación de agua de mar) para poder hacer frente a la demanda de agua procedente de los diferentes sectores. El volumen de agua que se preveía reutilizar en 2000 fue sobreestimado (24 hm³), puesto que ese año no se superaron los 9 hm³ de agua depurada reutilizada.

En cuanto a los consumos, el peso de la agricultura como principal sector demandante de agua ha ido disminuyendo ligeramente, pero se mantiene, con diferencia, como el principal de todos (45,7% del consumo total, 2000). A continuación se sitúa el consumo doméstico (32,8% del total, 2000). Merece la pena destacar el aumento experimentado por el consumo turístico e industrial, con pesos en 2000 de 11,0% y 5,6%, respectivamente.

Tabla 3. Evolución de los recursos hídricos en Tenerife, 1991-2000.

Recursos	Captación	1991 hm ³ /año	% total	2000 previsión hm ³ /año	%total	Aumento %, 1991/00
Superficiales	Presas y tomaderos	1	0,5	2,3	1,1	130,0
Subterráneas	Galerías	148	69,8	108,8	51,3	-26,5
	Pozos	55	25,9	71,4	33,7	29,8
	Manantiales	8	3,8	7,8	3,7	-2,5
No convencionales	Reutilización	0	0	24,5	11,6	-
	Desalación de agua de mar	0	0	12,3	5,8	-
Total		212	100	227,1	100	7,1

Tabla 4. Evolución del consumo de agua en Tenerife, 1985-2000.

Consumos	1985 hm ³ /año	% total	1991 hm ³ /año	% total	Aumento % 1985/91	2000 Previsión hm ³ /año	% total	Aumento % 1991/00
Recursos no utilizados	4,4	2,1	4,5	2,1	2,3	2,6	1,2	-42,2
Pérdidas en trasvases	12,4	5,8	11,5	5,4	-7,3	11,1	5,2	-3,5
Uso agrícola	126,5	59,7	109,2	51,5	-13,7	96,8	45,7	-11,4
Uso urbano	59,4	28,0	62,7	29,6	5,6	69,6	32,8	11,0
Uso turístico	8,6	4,1	14,1	6,7	64,0	23,4	11,0	66,0
Uso industrial	4,2	2,0	5,3	2,5	26,2	11,8	5,6	122,6
Total	215,5	100	207,3	100	-3,8	215,3	100	3,9

En la Figura 5 se presenta la distribución de los principales cultivos agrícolas de la isla de Tenerife según la superficie que ocupan. Se puede ver claramente que los más importantes son el viñedo, el plátano, la papa y el tomate. A pesar de que la platanera sólo representa el 18% de la superficie cultivada en la isla, dicho cultivo representa, con diferencia, el mayor consumo de agua para riego agrícola en la isla (Tabla 2).

Tenerife, 23.817 Ha, 2005

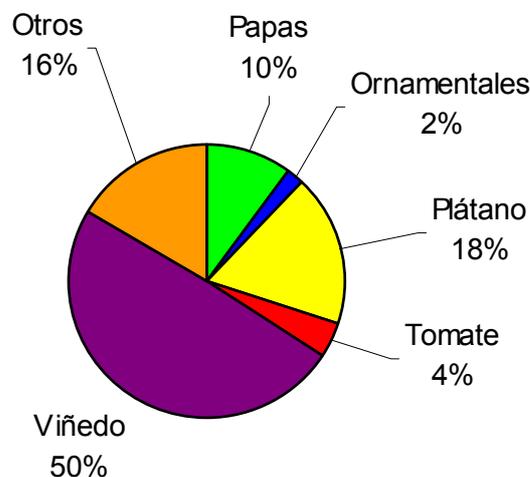


Figura 5. Superficie de cultivo en la isla de Tenerife en 2005 (ISTAC, 2005)

En Tenerife existen 2 estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) de las cuales se reutiliza el agua depurada: la EDAR de Santa Cruz y la EDAR de Adeje-Arona. En la Figura 6 se muestra un mapa de la isla de Tenerife con la situación de las diferentes EDARs, y en la Tabla 5 se indican

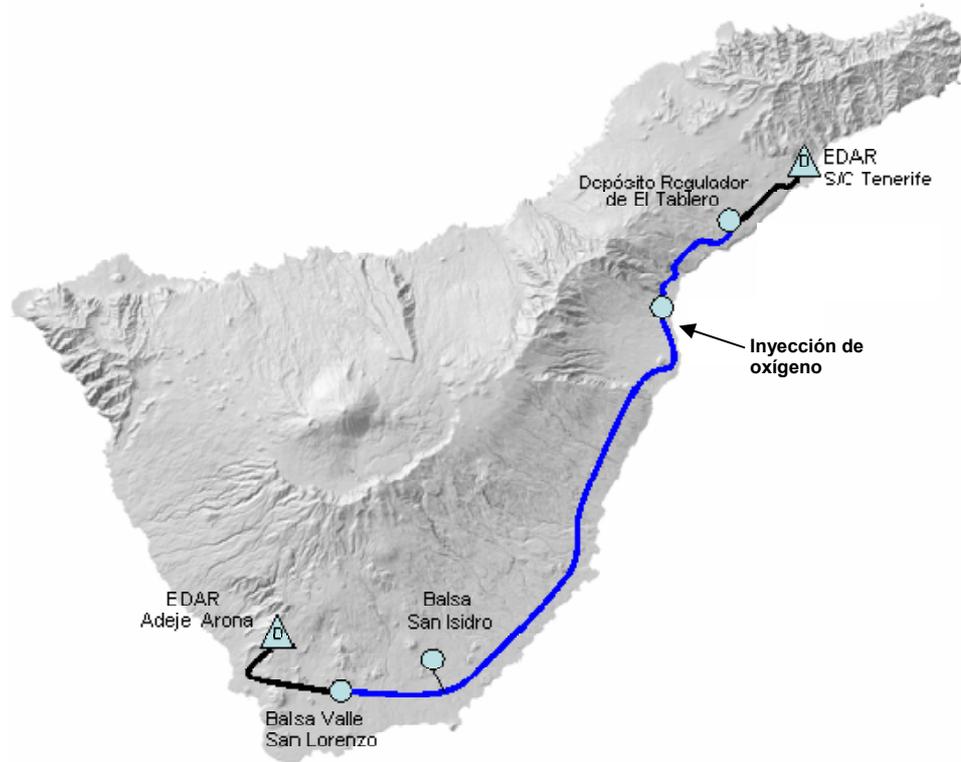


Figura 6. Sistema de reutilización de aguas depuradas del sur de Tenerife

sus características principales. En ambas EDARs existen tratamientos avanzados del agua depurada, con el fin de mejorar su calidad para su posterior reutilización.

El agua procedente de ambas EDARs abastece al sistema de reutilización del sur de Tenerife, existiendo dos conducciones de transporte que hacen llegar ambos efluentes a la balsa del Valle de San Lorenzo, en el sur de la isla, anexo a la cual se encuentra un sistema de tratamientos terciarios cuyo fin es la mejora de la calidad, especialmente agronómica, del agua depurada para su posterior reutilización en riego.

En la Tabla 5 también se muestran las características principales de dicho complejo agronómico de mejora del agua. Se debe tener en cuenta que el caudal de agua depurada tratada en dicho complejo está constituido por la

contribución de los caudales procedentes de las EDARs de Santa Cruz y de Adeje-Arona. En la Tabla 6 se muestran las características medias del agua depurada de estas dos EDARs.

Tabla 5. EDARs y tratamientos aplicados.
 Porcentaje de agua reutilizada. Tenerife (2005).

EDAR	S/C de Tenerife	Adeje-Arona	Complejo Agr. Terciario - VSL*
Caudal diseño (m ³ /d)	90.000	32.000	-
Caudal actual (m ³ /d)	21.820	10.950	12
Tipo proceso Biológico	Fangos act.	Fangos act. + Nitr.	-
Terciario	Filtración + EDR	Filtración + EDR	Filtr.+ EDR
% terciario	14,6	49,0	67,0
Caudal ARD (m ³ /d)	20.494	10.950	17.895
Caudal ARD Reutil. (m ³ /d)	16.171	10.300	17.895
% Reutilización	78,9	94,1	100

Tabla 6. Calidades de los efluentes de las EDARs con reutilización, Tenerife (2005).

Parámetro	Valor medio salida EDAR Santa Cruz	Valor medio salida EDAR Adeje-Arona
DQO, mg/l	101	59
DBO ₅ , mg/l	23	11
MES, mg/l	21	15
Turbidez, NTU	15	9
pH	8	8,24
Conductividad, μ S/cm	1.658	2.128
Sílice, mg/l	64	51
Sodio, mg/l	242	385
Potasio, mg/l	43,8	52,8
Calcio, mg/l	26	26,6
Magnesio, mg/l	49,3	47,1
Amonio, mg/l	38,8	17,6
Nitratos, mg/l	4,6	4,9
Nitritos, mg/l	6,97	1,67
Bicarbonatos, mg/l	803	690
Cloruro, mg/l	150	370
Sulfato, mg/l	75	86
Fosfato, mg/l	12,4	3,8
Fluoruro, mg/l	1	-

Descripción del sistema de reutilización

El sistema de reutilización de las aguas depuradas de Tenerife en el Valle de San Lorenzo se aprovecha de las aguas depuradas de las EDARs de Santa Cruz y de Adeje-Arona.

La Estación Depuradora de Santa Cruz de Tenerife trata las aguas negras y pluviales de Santa Cruz de Tenerife, así como la mayor parte de las de El Rosario y La Laguna. Dispone de un tratamiento primario y de un tratamiento secundario biológico, de fangos activos, con tres líneas en paralelo idénticas con capacidad de 30.000 m³/día cada una, interconectadas entre sí. La EDAR consta en la actualidad con un sistema de tratamiento terciario consistente en filtración por arena y desalación por electrodiálisis reversible que trata en la actualidad 3000 m³/día, que son posteriormente destinados al riego de parques y jardines de Santa Cruz. El agua que se envía al sistema de reutilización del sur de Tenerife no se somete a tratamiento terciario en la EDAR de Santa Cruz. La Estación Depuradora trata actualmente unos 18.000 m³/día de los que, aproximadamente, 2.500 m³/día son utilizados en el riego de parques y jardines.

Bajo la Estación Depuradora de Buenos Aires se sitúa el Depósito Regulador de Bombeo cuya función es regular los caudales efluentes de la depuradora con el fin de que el bombeo pueda realizarse en horas de valle. Una conducción de impulsión parte desde la cámara de bombas y discurre paralelamente a la Autopista TF 1 hasta el Depósito Regulador de Transporte de El Tablero (15.000 m³ de capacidad). La cota de fondo del Depósito es de 300 m. Su función es permitir un caudal continuo en la Conducción de Transporte hasta el Sur de la Isla. La Conducción de Transporte es una tubería de fundición dúctil centrifugada de 600 mm de diámetro revestida con mortero de cemento que, con una longitud de 62 km parte desde el Depósito de El Tablero y termina en la Balsa del Valle de San Lorenzo, discurrendo paralelamente a la Autopista TF 1. El caudal nominal de transporte es de 300 l/s ($v = 1,06$ m/s), lo que supone un tiempo de residencia en el interior de esta

tubería, para este caudal, de unas 16 horas. Finalmente, la tubería descarga en un depósito de rotura de carga situado en la coronación de la Balsa del Valle de San Lorenzo (cota 203).

En el año 2004 se ha instalado un sistema de inyección de oxígeno gaseoso, a alta presión, en el punto kilométrico 16 de la conducción, con el fin de mejorar la calidad del agua depurada durante su transporte e inhibir la aparición de condiciones anaerobias. La presión existente en este punto es del orden de 23 bar. El sistema de inyección (ver fotos) consta de un tanque de oxígeno líquido de 6 m³ de capacidad (PN 35 bar), dos gasificadores atmosféricos en paralelo, un cuadro de regulación, un sistema difusor de alta eficacia situado en el centro de la sección transversal de la conducción, y un medidor de caudal de agua depurada electromagnético, estando todo el sistema controlado por un autómata programable.

La Estación Depuradora de Adeje Arona está situada en la Caldera del Rey, y trata las aguas negras y pluviales del área de Los Cristianos-Playa de Las Américas-Costa Adeje. En el Barranco de Troya existe una estación de bombeo y pretratamiento, donde se recibe el agua residual recogida en el sistema de alcantarillado. Las aguas residuales suelen tener un contenido salino elevado, de forma que sólo se envía a tratamiento secundario el agua que presenta una salinidad por debajo de un determinado valor. El resto es enviado al mar, después de pasar por el pretratamiento, a través de un emisario submarino. La EDAR de Adeje-Arona propiamente dicha consta de un secundario biológico convencional, de fangos activos, con capacidad de tratamiento de 32.000 m³/día. La EDAR dispone asimismo de un tratamiento terciario consistente en filtración por arena y desalación por electrodiálisis reversible que trata en la actualidad la mitad del agua depurada procedente del tratamiento secundario. El objetivo de este tratamiento es, fundamentalmente, disminuir el contenido en sales del agua depurada, que permita disponer de un agua apta para el riego agrícola. La Estación Depuradora trata actualmente unos 11.000 m³/día de los que la práctica totalidad son enviados a través de

una conducción de transporte de 10 km de longitud a la Balsa del Valle de San Lorenzo, para su posterior reutilización.

Complejo Agronómico del Valle de San Lorenzo

Al lado de la balsa del Valle de San Lorenzo existe un complejo agronómico que permite mejorar la calidad del agua depurada procedente de las EDARs de Santa Cruz y Adeje-Arona. Dicho complejo está constituido por una estación de filtrado por arena, desalación por electrodiálisis reversible y desinfección por cloro.

La estación de electrodiálisis consiste en una desaladora IONICS - AQUAMITE 100, capaz de tratar 4.500 m³/día, compuesta por dos módulos independientes, cada uno con 9 pilas dispuestas de tres líneas en paralelo, cada una de ellas con tres etapas en serie. La disminución de la salinidad se efectúa gradualmente desde las primeras etapas a las terceras, reduciéndose la conductividad en cada paso de una pila a la otra, aproximadamente a la mitad.

En cabecera de la Balsa del Valle San Lorenzo se dispone de una Estación de Filtrado, constituida por 20 unidades de filtros de lecho de arena. Cada uno de los filtros tiene unas dimensiones de 2,5 m de diámetro y 2,5 m de altura, con 1,5 m de altura útil de arena. Con una superficie de filtración estimada en 4,9 m², operan a una velocidad comprendida entre 15 y 25 m³/(m².h), a una presión máxima de 4 kg/cm².

El sistema de lavado se realiza con recirculación de agua filtrada en contracorriente, con aire, de forma que mientras un filtro está en fase de lavado, los restantes están en operación de filtrado.

También existe una red de distribución de las aguas depuradas y filtradas, que abarca una gran zona del Valle de San Lorenzo comprendida entre la balsa y la costa.

Volúmenes reutilizados y usos

En la actualidad, la reutilización del agua depurada en la isla de Tenerife se centra en un complejo de reutilización que aprovecha el agua depurada de las EDARs de Santa Cruz y de Adeje-Arona en el riego de cultivos (fundamentalmente platanera) y de campos de golf en el sur de la isla, al que habría que sumar el agua depurada que se utiliza en el riego de parques y jardines de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife (Tabla 7).

Tabla 7. Usos del agua depurada, Tenerife (2005).

Área de reutilización	Ciudad S/C Tenerife	Sureste (S/C - VSL)	Adeje-Arona - VSL	Valle San Lorenzo (VSL)	TOTAL	%
Origen ARD	EDAR S/C Tfe	EDAR S/C Tfe	EDAR Adeje-Arona	Comp. Agr. Terciario- VSL		
Agricultura (m ³ /año)	0	360.096	287.074	5.198.635	5.845.805	66,4
Campos Golf (m ³ /año)	0	0	769.889	1.160.956	1.930.845	21,9
Parq./Jard. (m ³ /año)	847.277	3.075	5.450	135.822	991.624	11,3
Construcción (m ³ /año)	0	3.667	937	36.176	40.780	0,5
TOTAL	847.277	366.838	1.063.350	6.531.589	8.809.054	100
% sobre total insular	9,6	4,2	12,1	74,1		

Así, se podría hablar de 4 áreas o zonas de reutilización:

1) Ciudad de Santa Cruz de Tenerife (independiente del sistema de reutilización del sur de Tenerife);

2) zona sureste de distribución de agua depurada a lo largo de la conducción de transporte EDAR Santa Cruz - Complejo agronómico del Valle de San Lorenzo;

3) zona de distribución de agua depurada a lo largo de la conducción de transporte EDAR Adeje-Arona - Complejo agronómico del Valle de San Lorenzo; y

4) zona de distribución del agua depurada procedente del complejo agronómico del Valle de San Lorenzo.

1) Ciudad de Santa Cruz de Tenerife (independiente del sistema de reutilización del sur de Tenerife): Riego de parques y jardines de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. El volumen de agua reutilizada en el riego de los parques y jardines de la ciudad en el año 2005 fue de 0,85 hm³. El agua depurada que se destina a este fin es sometida a un tratamiento avanzado de filtración y desalación por electrodiálisis reversible en la EDAR de Santa Cruz. Este uso que se le da al agua depurada en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife es la única experiencia de reutilización de agua depurada que se realiza en la isla de Tenerife fuera del sistema de reutilización de agua depurada del sur de la isla gestionado por el organismo BALTEN.

2) Zona sureste de distribución de agua depurada de la EDAR de Santa Cruz a lo largo de la conducción de transporte EDAR Santa Cruz - Complejo agronómico del Valle de San Lorenzo. Una parte del agua depurada en la EDAR de Santa Cruz (0,37 hm³, 2005) se distribuye a lo largo de la conducción de transporte comprendida entre el depósito regulador de El Tablero y la Balsa del Valle de San Lorenzo, fundamentalmente para el riego de tomates en los municipios de Fasnia, Arico y Granadilla de Abona. Un total de 80 agricultores particulares hicieron uso de dicha agua depurada en 2005, consumiendo prácticamente la totalidad del agua depurada que se distribuyó en esa zona. Una parte muy pequeña (0,003 hm³, 2005) tuvo como destino el riego de zonas

verdes del Ayuntamiento de Candelaria y del Instituto Tecnológico de Energías Renovables (ITER, Granadilla de Abona), y otra fracción similar (0,004hm³, 2005) fue consumida por una empresa dedicada a la construcción.

3) Zona de distribución de agua depurada a lo largo de la conducción de transporte EDAR Adeje - Arona - Complejo agronómico del Valle de San Lorenzo. Una parte del agua procedente de la EDAR de Adeje-Arona es consumida a lo largo de la conducción que la transporta a la Balsa del Valle de San Lorenzo, pero en este caso, ha sido el riego de 2 campos de golf el principal destino del agua depurada (0,77 hm³). Otra parte ha sido consumida por 7 agricultores particulares en riego agrícola (0,29 hm³, 2005), y una parte muy pequeña se reutilizó en riego de parques y jardines del Ayuntamiento de Arona (0,005 hm³).

4) Zona de distribución del agua depurada procedente del complejo agronómico del Valle de San Lorenzo: Riego de cultivos y de campos de golf en el sur de Tenerife. La mayor parte del agua depurada en las EDARs de Santa Cruz de Tenerife y Adeje-Arona se reutiliza en riego agrícola en la zona de Las Galletas (municipio de Arona) y de campos de golf situados en el sur de la isla. En la Balsa del Valle de San Lorenzo dichas aguas son sometidas a tratamiento terciario con el fin de conseguir un efluente de calidad adecuada para la reutilización agrícola.

En el año 2005, el volumen de agua distribuida desde la Balsa del Valle de San Lorenzo para el regadío de cultivos y campos de golf fue de 6,53 hm³. Parte de este volumen ha sido desalado previamente en la estación de electrodiálisis reversible situada anexa a la Balsa del Valle de San Lorenzo. Estos tratamientos terciarios permiten obtener un agua con calidad adecuada para el riego de la platanera, principal cultivo consumidor del agua depurada.

Para cultivos sensibles a la salinidad como el plátano, los cítricos y el aguacate valores de conductividad superiores a 1.400 µS/cm reducen la productividad de la cosecha, sobre todo en los riegos por aspersión y a manta.

En la Tabla 8 se presenta la calidad media de las aguas depuradas procedentes de las EDARs de Santa Cruz y de Adeje-Arona, y del agua depurada después de haber sido sometida al tratamiento terciario en el complejo agronómico de la Balsa del Valle de San Lorenzo (2005).

El valor medio de la conductividad del agua depurada que llega al complejo agronómico del Valle de San Lorenzo (VSL) procedente de la EDAR de Santa Cruz es de 1.576 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la de Adeje-Arona de 1.505 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambas medidas a 20°C (Dpto. Ingeniería Química, 2001). El valor medio de cloruro del agua depurada procedente de la EDAR de Santa Cruz fue en el año 2005 de 145 mg/l, mientras que el valor medio de cloruro del efluente procedente de la EDAR de Adeje-Arona fue de 239 mg/l. Mediante la desalación se consigue reducir la conductividad del agua suministrada hasta un valor medio de 1.067 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una concentración de cloruros de 112 mg/l, que se considera apto para el riego de la platanera (Hernández Suárez, 1989).

Tabla 8. Calidad de las aguas depuradas reutilizadas en Tenerife (2005).

Parámetro	Entrada a VSL desde EDAR Santa Cruz	Entrada a VSL desde EDAR Adeje-Arona	Salida de Complejo Agronómico VSL
DQO, mg/l	76	37	46
DBO ₅ , mg/l	16	7	8
MES, mg/l	14	3	3
Turbidez, NTU	12	2	5
pH	7,89	7,87	7,94
Conductividad, µS/cm	1.576	1.505	1.067
Sílice, mg/l	60	48	55
Sodio, mg/l	233	280	193
Potasio, mg/l	43,5	35,5	29,7
Calcio, mg/l	24,7	17,9	14,9
Magnesio, mg/l	46,8	31,2	29,1
Amonio, mg/l	41,7	11,2	24,5
Nitrato, mg/l	6,3	7	6,4
Nitrito, mg/l	3,66	1,11	2,58
Bicarbonato, mg/l	749	510	521
Cloruro, mg/l	145	239	112
Sulfato, mg/l	72	69	63
Fosfato, mg/l	11,8	8,9	12,8
Fluoruro, mg/l	0,9	1,5	0,9

Entre los usuarios del agua se encuentran, en cuanto a riego agrícola, una comunidad de regantes y 266 agricultores particulares; y en cuanto a riego de zonas verdes, 3 campos de golf y el Cabildo de Tenerife y el Ayuntamiento de Arona.

El volumen de agua depurada consumido en riego agrícola en la zona del Valle de San Lorenzo es de 5,20 hm³. Aparte de la reutilización agrícola, parte del agua depurada y tratada en las instalaciones de tratamiento terciario de la Balsa del Valle de San Lorenzo se reutiliza en el riego de campos de golf del sur de la isla (1,16 hm³). El agua depurada procedente del complejo agronómico de la Balsa del Valle de San Lorenzo (Tabla 8) presenta una calidad físico-química adecuada para el riego de campos de golf. En estudios realizados por Mujeriego *et al.* (1996) la salinidad del suelo de un campo de golf no se vio afectada después de haber sido regado con agua depurada con una conductividad comprendida entre 1200 y 1500 µS/cm. Por tanto se puede considerar que el agua procedente del complejo agronómico de la Balsa del Valle de San Lorenzo es adecuada para el riego de los campos de golf del sur de la isla de Tenerife. Asimismo, un volumen de 0,14 hm³ tuvo como destino el riego de parques y jardines, y 0,04 la construcción.

La gestión de la reutilización en la isla de Tenerife

En Tenerife la gestión del sistema de reutilización del agua depurada en el sur de la isla es llevada a cabo por el organismo autónomo local Balsas de Tenerife (BALTEN). En los años ochenta, el Cabildo Insular de Tenerife promovió las dos grandes iniciativas de carácter hidráulico que se desarrollaron en la Isla en aquella época: el «Plan de Balsas del Norte de Tenerife» y el «Programa de Reutilización de las aguas depuradas de las ciudades de Santa Cruz y La Laguna». Para la gestión de toda esta infraestructura se creó en septiembre de 1988 el Organismo Autónomo Local Balsas del Norte de Tenerife (BALNORTE). En Marzo de 1992, para asumir también la reutilización

y ampliar sus fronteras a todo el territorio insular, se aprobó la primera modificación de los Estatutos del Organismo, pasando a llamarse Balsas de Tenerife (BALTEN). El Cabildo Insular aprobó el día 5 de Febrero de 1996 la modificación de los Estatutos de BALTEN en aras a incluir entre sus actividades la desalación de aguas, el abastecimiento a poblaciones y la depuración y el vertido de aguas residuales. La incorporación de agua depurada representa una importante partida, bien a través de la compra a la Empresa Municipal de Aguas de Santa Cruz (EMMASA), más el sistema Adeje-Arona, que supone la adquisición al Consejo Insular de Aguas de Tenerife de agua procedente de la EDAR de Adeje-Arona.

La demanda de agua depurada y su evolución

Desde 1993 se ha venido distribuyendo agua depurada desde la Balsa del Valle de San Lorenzo. La evolución del volumen anual de agua depurada distribuida hasta el año 2005 se muestra en la Figura 7.

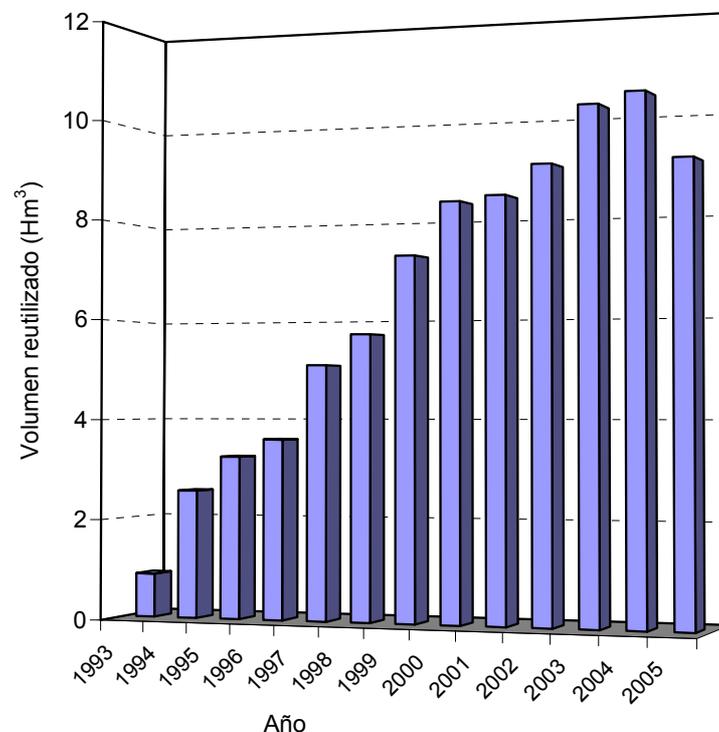


Figura 7. Volúmenes anuales de agua depurada distribuidos desde la balsa del Valle de San Lorenzo.

Como puede observarse, desde la puesta en marcha del sistema de reutilización sur de Tenerife, en 1993, se ha producido un apreciable incremento en la distribución del agua depurada hasta 2003. Los datos de 2004 y de 2005 indican claramente una estabilización, e incluso un descenso del consumo de agua depurada.

Previsiones

Entre las previsiones para la isla de Tenerife, cabe destacar las siguientes.

Sistema de reutilización del oeste de Tenerife.

Está en construcción una conducción de transporte que haga llegar las aguas depuradas de la EDAR de Adeje-Arona hasta Santiago del Teide. La longitud de esta nueva conducción de aguas depuradas sería de unos 30 km. Dentro de este proyecto se incluye la construcción de una balsa de almacenamiento de aguas depuradas en Guía de Isora, y la conexión de la EDAR de Guía de Isora al sistema de transporte, de forma que dicha EDAR pudiera aportar el agua depurada al sistema de transporte. Este nuevo sistema de reutilización del agua depurada permitirá el riego con agua depurada de las zonas agrícolas de los municipios de Adeje, Guía de Isora y Santiago del Teide, en la parte baja de los cuales existen numerosas plantaciones de plataneras, que como ya se ha comentado anteriormente constituyen una importante demanda de agua.

Sistema de reutilización de Valle Guerra.

En la EDAR de Valle Guerra se pretende reutilizar un efluente de baja salinidad (mediante el uso de una electrodiálisis reversible) que pueda ser aplicar para el riego de los cultivos agrícolas de la zona, compuestos fundamentalmente por plataneras y plantas ornamentales. En un principio se había considerado la reutilización del agua depurada procedente de la EDAR

de Valle Colino, de La Laguna, pero de momento esta posibilidad queda descartada, debido a que esta EDAR no se encuentra en operación.

Sistema de reutilización de la EDAR del Puerto de la Cruz.

El proyecto de reutilización del Valle de La Orotava, transportará las aguas depuradas de la EDAR del Puerto de la Cruz, a través de los municipios de La Orotava, Los Realejos, San Juan de la Rambla y La Guancha, incluyendo dos depósitos reguladores uno en La Cruz Santa y otro en La Tabona. En el momento actual, éste proyecto se encuentra en ejecución.

4.2. Reutilización del agua depurada en Gran Canaria

La reutilización de aguas depuradas en la isla de Gran Canaria está más descentralizada que en la isla de Tenerife. Existe un mayor número de estaciones depuradoras que suministran agua para su reutilización. En general, todas las estaciones poseen tratamientos terciarios para tratar, al menos, una parte del caudal de agua destinado a reutilización.

El Consorcio Insular de Aprovechamiento de Aguas Depuradas de Gran Canaria explota las EDARs de la isla. Asimismo, dispone de redes de distribución de agua depurada por gran parte de la geografía Insular, desde el Sur, en Tirajana, al Norte, en Gáldar; pasando por Telde y desde las medianías en Teror hasta la costa en Bañaderos, pasando por Firgas.

La Figura 8 muestra la situación de las principales estaciones depuradoras (EDAR) así como sus respectivas cuencas vertientes. No existe constancia de que todas ellas suministren agua depurada para su reutilización.

En la Tabla 9 se indican los caudales medios diarios tratados, correspondientes al año 2005, de las principales estaciones depuradoras. En general, los caudales sometidos a tratamiento terciario oscilan entre el 10 y el 25% del caudal de agua residual tratada, y los caudales enviados a reutilización suponen entre el 10 y el 35 % del total tratado.

Los tratamientos terciarios más comunes son filtración en lecho de arena y cloración, incorporando en algunos casos etapas de microfiltración y/o desalación, tanto mediante ósmosis inversa como por electrodiálisis reversible.

Tabla 9. EDARs y tratamientos terciarios. Gran Canaria (2005).

Municipio	EDAR	Caudal total tratado (m ³ /d)	% caudal sometido a terciario	% Reutilización sobre caudal tratado
Las Palmas de GC	Barranco Seco	30.000	20,5	24,3
Telde	Hoya del Pozo	9.000	39,0	9,1
Agüimes	Sureste	12.300	Según demanda	21,8
La Aldea de S.N.	La Aldea de S. N.	620	14,2	19,8
Teror	Teror	900	15,2	11,9
Gáldar	Guía-Gáldar	3.500	14,5	20,9
Arucas	Bañaderos	835	24,3	34,1
Arucas	Cardones	2.350	12,2	9,9

Volúmenes de agua depurada reutilizados

La Tabla 10 recoge los datos correspondientes al año 2005 de aquellas estaciones depuradoras en la que existe constancia de que suministran caudales significativos de agua para su reutilización. El porcentaje de agua reutilizada respecto al total de agua depurada producida es muy variable. Cabe señalar que los mayores porcentajes, entre el 69% y el 100%, se obtienen en estaciones ubicadas en áreas turísticas (Las Burras, Bahía Feliz y Puerto Rico), siendo el uso principal en estos casos el riego de zonas ajardinadas y campos de golf. Las estaciones depuradoras situadas en zonas agrícolas, en general, envían a reutilización un porcentaje sensiblemente menor que oscila entre el 10 y el 34%. Las estaciones depuradoras correspondientes a grandes zonas urbanas (Barranco Seco, Sureste y Hoya del Pozo) tratan caudales muy importantes, que suponen en torno al 57% del total insular de agua depurada producida, y presentan tasas de reutilización que oscilan entre el 9 y 26%. Otras estaciones depuradoras con baja reutilización de sus aguas son las de El

Tablero, Teror, Agaete y Cardones, con tasas inferiores al 12 %. Especial importancia en el balance global tiene la primera de ellas, debido al gran volumen de agua depurada producida.

El volumen anual de agua depurada, correspondiente al año 2005, fue de aproximadamente 33 hm³ y el volumen reutilizado, de 9,3 hm³, lo que representa una tasa de reutilización media del 28%. La producción de agua depurada está concentrada en 7 grandes EDAR, con caudales anuales superiores a 1 hm³. Estas EDAR producen en torno al 91% del total de agua depurada, y el agua reutilizada procedente de ellas supone aproximadamente el 93% del total insular. La tasa media de reutilización de estas EDAR es de aproximadamente el 29%, ligeramente superior a la media insular.

La comparación con los datos del año 2000, que se muestran en la Tabla 11, es bastante significativa. Globalmente, se observa un incremento muy notable del volumen anual de agua depurada, que pasa de 19,1 hm³ en 2000 a 33,1 hm³ en 2005, y que supone un aumento del 74%. Todas las estaciones depuradoras incrementan su caudal de depuración, en muchos casos debido a la ejecución de ampliaciones previstas o de nuevas instalaciones. Por su importancia cuantitativa, destacan los aumentos de Barranco Seco (4,5 hm³, un 70% más), Sureste (2,3 hm³, un 104% más), las Burras (0,8 hm³, un 25% más) y la incorporación de los caudales de El Tablero (4,4 hm³). Estas tres actuaciones suponen un aumento de 12 hm³, el 86% del incremento del volumen insular de depuración en estos 5 años. No obstante, hay que destacar también los importantes aumentos en la capacidad de depuración de estaciones de tamaño medio situadas en áreas agrícolas, como son las de Guía-Gáldar (+35%), Cardones (+57%), Teror (+80%), Agaete (+186%), Bañaderos (+64%) y Moya (+63%).

A pesar de este significativo aumento en el volumen de depuración, el incremento del consumo de agua reutilizada ha sido mucho más moderado. La comparación entre los datos de las Tablas 10 y 11, muestra un aumento global de 1,1 hm³ entre 2000 y 2005, lo que representa un 13,4%. Esto supone una

caída en la tasa de reutilización que pasa del 43,2% en 2000 a 28,9% en 2005. Los aumentos más significativos corresponden a las EDAR de Las Burras (+0,8 hm³), con un incremento del 36%, Sureste (+0,7 hm³), que prácticamente a triplicado su volumen de reutilización, Puerto Rico (+0,6 hm³), que lo ha duplicado y Bañaderos (+ 0,08 hm³), que lo ha multiplicado por 4,5. Sin embargo, se producen también disminuciones importantes en los volúmenes de reutilización contabilizados, algunas de las cuales son difíciles de explicar. Destacan las caídas en las EDAR de Hoya del Pozo (-0,8 hm³), un 73% menos, Barranco Seco (-0,4 hm³), un 12% menos y Teror (-0,12 hm³), un 75% menos. Cabe señalar la disminución de volúmenes de agua reutilizada en estaciones de tamaño medio situadas en zonas agrícolas (Teror, La Aldea, Cardones, Firgas, Moya y S. Mateo). La caída global en estas 6 EDAR es de 0,27 hm³ frente al aumento en Agaete, Guía-Gáldar y Bañaderos que es de 0,12 hm³.

Tabla 10. Porcentaje de agua reutilizada (2005). Gran Canaria.

EDAR	Caudal depurado (m ³ /año)	Caudal reutilizado (m ³ /año)	Porcentaje de agua Reutilizada
Barranco Seco*	10.950.000	2.879.340	26,3
Sureste GC*	4.489.500	957.001	21,3
El Tablero*	4.380.000	238.308	5,4
Las Burras*	4.015.000	2.920.000	72,7
Hoya del Pozo*	3.285.000	297.977	9,1
Puerto Rico*	1.642.500	1.125.000	68,5
Guía-Gáldar*	1.277.500	267.125	20,9
Cardones	857.750	84.965	9,9
Teror	328.500	39.007	11,9
Agaete	312.440	36.707	11,7
Bañaderos	304.775	103.921	34,1
Firgas	255.500	69.954	27,4
Cabo Verde-Moya	255.500	46.454	18,2
La Aldea de S. N.	226.300	44.904	19,8
Ojos de Garza	219.000	-	-
Bahía Feliz	191.625	191.625	100
San Mateo	91.250	30.101	33,0
S. Bartolomé de T.	12.775	9.206	72,1
TOTAL	33.094.915	9.341.595	28,2
*7 grandes EDARs	30.039.500	8.684.751	28,9

Tabla 11. Porcentaje de agua reutilizada (2000). Gran Canaria.

EDAR	Caudal depurado (m³/año)	Caudal reutilizado (m³/año)	Porcentaje de agua Reutilizada
Barranco Seco*	6.453.050	3.288.649	51,0
Las Burras*	3.157.872	2.147.988	68,0
Hoya del Pozo*	2.920.000	1.095.000	37,5
Sureste GC*	2.193.200	321.984	14,7
Puerto Rico*	1.569.500	474.500	30,2
Guía-Gáldar*	945.205	248.246	26,3
Cardones	546.425	125.827	23,0
Firgas	217.122	103.343	47,6
Bañaderos	186.433	22.913	12,3
Teror	182.503	157.394	86,2
Bahía Feliz	180.000	30.000	16,7
La Aldea de S. N.	177.849	106.798	60,0
Cabo Verde-Moya	157.197	60.500	38,5
Agate	108.996	22.708	20,8
San Mateo	73.000	36.874	50,5
El Tablero*	-	-	-
Ojos de Garza	-	-	-
S. Bartolomé de T.	-	-	-
TOTAL	19.068.352	8.242.724	43,2
*6 grandes EDARs	17.238.827	7.576.367	43,9

Usos del agua depurada

El riego constituye el destino casi exclusivo del agua depurada que se reutiliza en la isla de Gran Canaria. Tal como se muestra en la Tabla 12, a partir de los datos disponibles, se ha estimado para el año 2005 un total de 3,7 hm³ de consumo de agua reutilizada en riego agrícola y de 5,6 hm³ en riego de parques, zonas ajardinadas y campos de golf (uso recreativo). Especial importancia tienen los municipios turísticos de San Bartolomé y Mogán, que concentran el 48% (4,5 hm³) del total insular de agua reutilizada y que se destina prácticamente en su totalidad a riego recreativo.

Tabla 12. Usos del agua depurada (2005). Gran Canaria.

Uso	m ³ /año	%
Agrícola	3.707.612	39,7
Parques/jardines/Golf (San Bartolomé y Mogán)	4.484.139	48,0
Parques/jardines/Golf (resto de isla)	1.149.844	12,3
TOTAL	9.341.595	100

El resto del agua para riego recreativo se concentra en los municipios de Telde (298.000 m³) y Las Palmas de Gran Canaria (795.000 m³). Especialmente intensivo constituye el riego de campos de golf. A título de ejemplo se puede señalar que los campos de Bandama y El Cortijo, situados en el municipio de Las Palmas de Gran Canaria, consumieron el año 2005 232.050 y 330.843 m³, respectivamente. Esto supone en torno al 70% del total de agua depurada destinada a uso recreativo en ese municipio. Existen datos también del consumo de agua del campo de golf de El Tablero, situado en el municipio de S. Bartolomé, que fue de 238.308 m³.

4.3 Reutilización del agua depurada en Fuerteventura

Las EDARs existentes en Fuerteventura utilizan normalmente tratamientos convencionales de lodos activados para la depuración del agua residual. Los datos correspondientes al año 2005 (Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura), para el tratamiento de aguas residuales, en los distintos municipios se muestran en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13. Número de depuradoras. Fuerteventura.

Municipio	Públicas	Privadas	Total
La Oliva	4	35	39
Pto. Rosario	2	1	3
Antigua	3	2	5
Betancuria	1	1	2
Tuineje	5	4	9
Pájara	4	13	17
Total	19	56	75

Tabla 14. Capacidad global de tratamiento de las depuradoras. Fuerteventura.

Municipio	Caudal de Diseño (m ³ /d)			Caudal Actual (m ³ /d)		
	Públ.	Priv.	Total	Públ.	Priv.	Total
La Oliva	6.475	2.731	9.206	2.575	2.466	5.041
Pto. Rosario	1.275	380	1.655	1.200	380	1.580
Antigua	4.300	2.100	6.400	915	1.190	2.105
Betancuria	90	25	115	-	55	55
Tuineje	2.445	1.310	3.755	650	645	1.295
Pájara	6.545	13.133	19.678	3.120	6.130	9.250
Total	21.130	18.679	40.809	8.460	10.866	19.326

Los datos sobre la reutilización en los distintos municipios de Fuerteventura correspondientes al año 2005, suministrados también por el Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura aparecen en la Tabla 15.

Se ha observado que en la isla existen un gran número de pequeñas depuradoras, fundamentalmente privadas. Los datos sobre depuradoras con una capacidad de tratamiento superior a los 1000 m³/día se muestran en la Tabla 16.

Tabla 15. Datos sobre reutilización global. Fuerteventura (2005).

Municipio	Caudal Reutilizado (m ³ /d)			% Reutilización		
	Públ.	Priv.	Total	Públ.	Priv.	Total
La Oliva	2.040	1.618	3.658	79,2	65,6	72,6
Pto. Rosario	920	380	1.300	76,7	100,0	82,3
Antigua	915	1.190	2.105	100	100	100
Betancuria	-	55	55		100	100
Tuineje	650	320	970	100	49,6	74,9
Pájara	1.420	5.920	7.340	45,5	96,6	79,4
Total	5.945	9.483	15.428	70,3	87,3	79,8

Tabla 16. EDARs con capacidad de tratamiento superior a 1000 m³/día.

LA OLIVA						
EDAR	Localización	Tipo (PU/PR)	Capacidad de diseño (m ³ /d)	Capacidad Actual (m ³ /d)	Caudal ARD Reut (m ³ /d)	Destinos
Urb. Nuevo Corralejo	Corralejo	PU	2.700	0	0	Ninguno
Urb. P.P.O.	Corralejo	PU	3.700	2.500	2.000	Zonas verdes
PUERTO ROSARIO						
EDAR	Localización	Tipo (PU/PR)	Cap. diseño (m ³ /d)	Cap. Actual (m ³ /d)	Caudal ARD Reut (m ³ /d)	Destinos
Puerto del Rosario	Pto. Rosario	PU	1.200	1.200	920	Zonas verdes
ANTIGUA						
EDAR	Localización	Tipo (PU/PR)	Cap. diseño (m ³ /d)	Cap. Actual (m ³ /d)	Caudal ARD Reut (m ³ /d)	Destinos
Urb. Castillo y Nuevo Horiz.	Montaña Blanca	PU	4.000	700	700	Zonas verdes
Antigua Beach Golf Club	El Castillo	PR	1.800	690	690	Golf/Zonas verdes
TUINEJE						
EDAR	Localización	Tipo (PU/PR)	Cap. diseño (m ³ /d)	Cap. Actual (m ³ /d)	Caudal ARD Reut (m ³ /d)	Destinos
Gran Tarajal	Gran Tarajal	PU	1.740	350	350	Zonas verdes

Tabla 16. EDARs con capacidad de tratamiento superior a 1000 m³/día.
Continuación..

PÁJARA						
EDAR	Localización	Tipo (PU/PR)	Cap. diseño (m ³ /d)	Cap. Actual (m ³ /d)	Caudal ARD Reut (m ³ /d)	Destinos
Morro Jable	Morro Jable	PU	6.000	2.800	1.100	Zonas verdes
Playas de Jandia	Urb. Esquinzo	PR	1.575	750	750	Zonas verdes
Las Gaviotas	Urb. Las Gaviotas	PR	1.200	400	400	Zonas verdes
Risco del Gato	Costa Calma	PR	1.050	350	250	Zonas verdes
Cañada del Río	Cañada del Río	PR	5.500	2.100	2.100	Zonas verdes
Los Gorriones	H. Los Gorriones	PR	1.000	600	600	Zonas verdes
P. P. del SUP.-5 de Morro Jable	Morro Jable	PR	1.400	400	400	Golf/Zonas verdes

Volúmenes reutilizados y usos del agua depurada

En Fuerteventura se reutilizan 5,6 Hm³/año de agua depurada, que representa aproximadamente un 80 % del agua residual tratada.

Los principales usos del agua residual depurada son el riego de parques y jardines (93%) y de campos de golf (7%) respectivamente, como se puede observar en la Tabla 17.

Tabla 17. Usos del agua depurada. Fuerteventura (2005).

Área de Reutilización	Agricultura (m ³ /año)	Campos Golf (m ³ /año) ⁽¹⁾	Parques/Jardines (m ³ /año)	Total (m ³ /año)	% sobre total insular
La Oliva	0	0	1.335.170	1.335.170	23,7
Pto. Rosario	0	0	474.500	474.500	8,4
Antigua	0	251.850	516.475	768.325	13,6
Betancuria	0	0	20.075	20.075	0,4
Tuineje	0	0	354.050	354.050	6,3
Pájara	0	146.000	2.533.100	2.679.100	47,6
Total	0	397.850	5.233.370	5.631.220	
%	0	7,1	92,9	100	

(1) Los campos de Golf son dos están situados en Antigua y Pájara.

En el año al que corresponden los datos anteriores (2005), no existían tratamientos terciarios en las depuradoras. Se estaban instalando en algunas de las más grandes.

No existe un sistema de distribución que permita su transporte a zonas alejadas de las plantas de depuración. El agua depurada se utiliza en el entorno de las depuradoras que la producen.

4.4 Reutilización del agua depurada en Lanzarote

Datos suministrados por la empresa pública INSULAR DE AGUAS DE LANZAROTE, S.A. (INALSA), encargada de los procesos de producción, distribución, saneamiento y reutilización de las aguas de los municipios de Tías, San Bartolomé, Arrecife, Haría, Teguiise y Yaiza, indican que el caudal real de tratamiento asciende, en 2006, a 6,30 Hm³, muy por debajo de las previsiones del PHI (Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, 2001).

En la Tabla 18 se muestran las características más relevantes de las seis estaciones depuradoras (EDARs) en funcionamiento en la isla y que están gestionadas por INALSA. Las de Arrecife (año 2002), Tías (año 2001) y Costa Teguiise (año 1987), disponen de un sistema convencional de fangos activados, la de Playa Blanca (año 2002) y la de la Caleta de Famara (año 2000), de aireación prolongada y la de Haría (modernizada y ampliada en 2002) usa biorreactor de membrana (MBR). Todas disponen, asimismo, de algún sistema de tratamiento terciario.

Tabla 1. EDARs y tratamientos aplicados. Lanzarote (2006).

EDAR	Arrecife	Tías	Costa Teguiise	Playa Blanca	Haría	Caleta de Famara
Caudal diseño (m ³ /día)	8.000	8.000	5.000	2.250	400	500
Habitantes Equivalentes	60.000	60.000	25.000	3.000	2.000	1.500
Caudal actual (m ³ /día)	6.000	6.400	3.500	1.100	230	270
Tipos de procesos Biológico.	Lodos activados + Nitr.	Lodos activados + Nitr.	Lodos activos	Aireación prolongada + Nitr.	MBR	Aireación prolongada

MBR, biorreactor de membrana

Reutilización

En la Tabla 19 se muestran los caudales de aguas residuales tratados junto con los porcentajes de acometidas que indican el porcentaje de caudal

real de agua tratada respecto al caudal de agua residual bruta producida. El porcentaje de acometida medio de las EDARs se sitúa en torno al 80%, valor bastante alto en relación al medio de las siete islas del archipiélago.

Por otra parte, un balance entre el agua consumida en las zonas correspondientes a las EDARs y el agua residual bruta producida, sitúa en un 22% las pérdidas asociadas al uso del agua y déficit en el sistema de recolección de aguas residuales brutas.

Tabla 19. Caudales de agua residual tratados. Lanzarote. (INALSA, 2006).

EDARs	Consumo agua en área EDAR Hm ³	Agua residual bruta producida Hm ³	Caudal nominal tratamiento Hm ³	Caudal real tratamiento Hm ³	% Acometida
Arrecife	4,48	3,14	2,92	2,18	69,4
Tías	3,25	2,76	2,92	2,33	84,5
Costa Teguisse	1,50	1,27	1,46	1,26	99,3
Playa Blanca	0,52	0,44	0,82	0,40	90,6
Haría	0,23	0,14	0,15	0,08	60,7
Costa Famara	0,07	0,07	0,09	0,05	76,0
TOTAL	10,05	7,82	8,36	6,30	80,6

En la Tabla 20 se presentan los datos asociados a la reutilización. Salvo en la EDAR de Costa Teguisse, con un caudal de terciario bajo, toda el agua que se reutiliza ha sido sometida a tratamientos terciarios, destacando los volúmenes procedentes de las estaciones de Tías y de Arrecife. La mejora de los porcentajes de reutilización, cuya media insular se sitúa en un 29,3% en relación a los caudales de aguas tratadas, está ligada al desarrollo de las redes de distribución.

Tabla 20. Caudales de agua residual tratados. Lanzarote. (INALSA, 2006).

EDAR	Arrecife	Tías	Costa Teguisse	Playa Blanca	Haría	TOTAL
Caudal actual (m ³ /día)	6.000	6.400	3.500	1.100	230	17.230
Terciario	MF + OI	MF + OI	UF	UF	OI	
Caudal terciario real (m ³ /día)	700	1.575	10	230	50	2.565
% terciario	11,7	24,6	0,3	21,2	100	14,9
Caudal ARD Reut. (m ³ /día)	700	1.575	2.500	230	50	5.050
% Reutilización	11,7	24,6	71,4	21,2	20,1	29,3

La Tabla 21 recoge información relativa a los volúmenes nominales y reales de tratamiento en el año 2006. Conviene destacar que el tratamiento terciario (7,09 Hm³/año) representa un 85% del caudal nominal del tratamiento secundario de las EDARs, lo que refleja la flexibilidad de los sistemas instalados respecto a la adecuación de las calidades de las aguas en función de sus usos.

Tabla 21. Tratamientos secundarios y terciarios, capacidades nominales y reales.
Lanzarote. (INALSA, 2006)

EDARs	Agua residual bruta, Hm ³	Tratamiento secundario		Tratamiento terciario	
		Caudal nominal Hm ³	Caudal real Hm³	Capacidad nominal, Hm ³	Caudal real Hm ³
Arrecife	3,14	2,92	2,18	2,19	0,256
Tías	2,76	2,92	2,33	2,19	0,575
Costa Teguise	1,27	1,46	1,26	1,83	-
Playa Blanca	0,44	0,82	0,40	0,55	0,085
Haría	0,14	0,15	0,08	0,15	0,084
Caleta de Famara	0,07	0,09	0,05	0,18	-
TOTAL	7,82	8,36	6,30	7,09	1,00

Aun así, salvo las aguas procedentes de la EDAR de Costa Teguise, que se usan para riego de campos de golf y parques y jardines y que proceden directamente del secundario, todas las demás aguas reutilizadas son con calidad de tratamientos terciarios, independientemente del uso que se hace de ellas tal como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Usos del agua depurada. Lanzarote. (INALSA, 2006).

Área de reutilización	Arrecife	Tías	Costa Teguise	Playa Blanca	Haría	TOTAL	%
Agricultura (m ³ /año)	205.000	345.000	0	0	0	550.000	30,1
Campos golf (m ³ /año)	0	0	547.000	0	0	547.000	29,9
Parq./Jard. (m ³ /año)	51.000	230.000	365.000	84.000	17.000	748.000	40,0
TOTAL	256.000	575.000	912.000	84.000	17.000	1.845.000	100
% sobre total insular	13,9	31,2	49,4	4,6	0,9		

La demanda y evolución

La demanda de agua depurada está ligada principalmente a las capacidades de abastecimiento al sector agrícola cuya superficie cultivada asciende a 4.396 Ha de las que el 70% se dedican al cultivo de viñedos (ISTAC 2006), ver Figura 9.

Según datos de Marrero Domínguez, en 1996 se reutilizaban del orden de 0,2 Hm³ de agua de terciario en cultivos hortícolas como papas, cebollas y coles, en los municipios de San Bartolomé y Tías. Es de suponer, a falta de datos que lo corroboren, y una vez implantadas la redes de distribución previstas, que la demanda para estos tipos de cultivos se incremente de forma sensible, mas teniendo en cuenta que la aceptación del agua regenerada por parte de los agricultores de Lanzarote ha sido positiva, una vez superadas las reticencias iniciales motivadas fundamentalmente por el "origen" del agua y por la nula tradición del regadío en el agro insular.

Datos suministrados por INALSA, Tabla 22, indican que en 2006 el volumen de agua reutilizada para riegos en agricultura, campos de golf y parques y jardines fue de 1,84 Hm³.

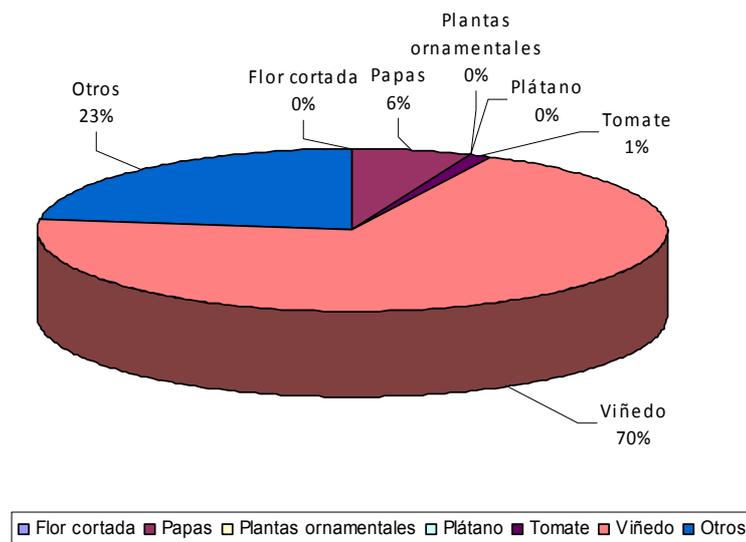


Figura 9. Superficie de los principales cultivos, (ISTAC, 2006)

Coste del agua

La determinación del coste real del agua depurada, en base a las cuentas anuales que INALSA presenta y hace públicas en su página web (www.inalsa.es), es tarea prácticamente imposible dada la implicación de las diversas partidas, aún sin considerar los costes de amortización de las instalaciones.

En el informe PT5, realizado en el marco del proyecto AQUATLAN (2001), se recogía que el precio del agua depurada sometida al tratamiento terciario y destinada a agricultura era de 0,21 €/m³ y el del agua depurada sin tratamiento terciario destinada al riego de campos de golf de 0,27 €/m³.

Según datos de INALSA (2006) que se muestran en la Tabla 23, los precios del agua depurada con y sin tratamiento terciario son 0,22 y 0,28 €, lo que representa un incremento del 4,8 y del 3,7%, respectivamente, en comparación con los datos del año 2000.

En la misma Tabla se indican los precios de las aguas de otras procedencias, según estén o no subvencionadas.

Tabla 23. Precio del agua. Lanzarote. (INALSA, 2006)

PRECIOS DE AGUA PARA LA AGRICULTURA, m ³	
Agricultores dados de alta en la S.S. subvencionados	0,62 €
Agricultores dados de alta en la S.S. no subvencionados	1,85 €
Agricultores no dados de alta en la S.S. subvencionados	0,92 €
Agricultores no dados de alta en la S.S. no subvencionados	1,85 €
Agricultura agua reutilización depurada	0,22 €
Agricultura agua reutilización tratada en terciarios	0,28 €

Gestión

Insular de Aguas de Lanzarote S.A. (Inalsa) se constituyó, el 19 de agosto de 1989, para la gestión de los recursos y objetivos contemplados en los Estatutos del Consorcio Insular de Aguas de Lanzarote, su único accionista, que a su vez está participado en un 60% por el Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote y en un 40% por los 7 Ayuntamientos de la Isla (Arrecife, Teguiise, Tías, Haría, Yaiza, San Bartolomé y Tinajo).

En los últimos años, Insular de Aguas de Lanzarote se ha planteado un modelo Integral en el tratamiento del Ciclo del Agua (Producción, Distribución, Saneamiento y Reutilización), con objeto de lograr una racionalización y optimización del servicio, capaz de proporcionar una mayor seguridad y calidad al mejor precio posible y de fomentar la búsqueda de soluciones creativas que mejoren la eficacia y produzcan el mínimo impacto medioambiental.

4.5 Reutilización del agua depurada en la región de Madeira

En la Tabla 24 se presentan las características de las EDARs existentes en las islas de Madeira y Porto Santo. Resulta llamativo que las EDARs de mayor capacidad de tratamiento sólo disponen de un tratamiento primario. Algunas EDARs disponen de un tratamiento terciario consistente en filtración y desinfección por Ultravioleta, como se puede observar en la Tabla mencionada.

En cuanto a reutilización de agua depurada habría que distinguir entre la isla de Madeira y la de Porto Santo, que presentan características hidrológicas claramente diferenciadas.

En la isla de Madeira no tiene experiencias de reutilización de agua depurada para riego. En principio, no hay escasez de recursos hídricos, pero el consumo de agua está alcanzando niveles muy elevados, especialmente en los meses de verano. En el sector privado existen algunos ejemplos de reutilización, de efluentes tratados para riego de jardines, en hoteles que no están ligados a la red pública de alcantarillado y que disponen de EDAR propia. Existen también dos ejemplos en la industria, en el que parte del efluente tratado es utilizado en el riego de jardines de la propia planta.

La accidentada orografía de la isla dificulta la implantación de sistemas de reutilización de agua depurada que implicaría el transporte de la misma desde las EDARs productoras de agua hacia zonas de demanda.

Tabla 24. EDARs y tratamientos aplicados en la Región Autónoma de Madeira (2005).

EDAR	Caudal diseño (m ³ /d)	Caudal real (m ³ /d)	Proceso Biológico	Terciario	ARD Reut (m ³ /d)	SST Entr. (mg/l)	SST Salida (mg/l)	DBO ₅ Entr. (mg/l)	DBO ₅ Salida (mg/l)
Seixal	274	270	Biológico	Filtr.+ UV	-	129	38	219	17
Santa	170	27	Biológico	No	-	283	23	474	15
Funchal	34.896	23.178	Sólo Pri.	No	-	519	220	298	231
Câmara Lobos	4.849	3.622	Sólo Pri.	No	-	412	326	488	446
Ponta do Sol	2.115	750	Biológico	Filtr.+ UV	-	146	33	197	17
Ribeira Brava	3.164	500	Biológico	Filtr.+ UV	-	158	42	210	60
São Vicente	1.866	30	Biológico	No	-	90	17	181	9
Canico	4.925	-	Sólo Pri.	No	-	582	292	552	418
Santa Cruz	4.925	1.100	Sólo Pri.	No	-	257	180	272	198
Gaula	554	447	Biológico	Filtr.+ UV	-	443	25	360	16
Santana	895	411	Biológico	No	-	208	10	214	12
Boaventura	21	-	Fosa S.+ Lecho M.	No	-	110	15	75	5
Porto Moniz	634	504	Biológico	UV	-	339	18	679	11
Porto Santo	-	1.189	Lecho percola	UV	1.189 (Golf)		7		6

Porto Santo

En la isla de Porto Santo sólo existe una EDAR para tratar sus aguas residuales. Dispone de un lecho percolador como tratamiento biológico secundario y una desinfección por UV como terciario. El efluente de la depuradora se vierte en el depósito “Barragem do Tanque”, que tiene una capacidad de 130.000 m³. Están también previstos dos depósitos más para el almacenamiento del efluente tratado (Barragem da Ponta y Barragem da Lapeira), que estarían interconectados entre sí y también con Barragem do Tanque.

En la actualidad la mayor parte del afluente de la EDAR se utiliza en el riego de un campo de golf. En el período 2000-05 no se han observado cambios en el volumen de agua depurada reutilizado, manteniéndose en torno a unos 0,4 hm³/año.

5. Datos globales de la Macaronesia

En la Tabla 25 se presenta el crecimiento que ha experimentado la reutilización del agua depurada en Canarias en el periodo 2000-05. Se observa claramente cómo en las islas con mayor experiencia en reutilización (Tenerife y Gran Canaria) se ha producido un aumento pequeño del volumen de agua reutilizada.

En el caso concreto de la isla de Tenerife se aprecia un estancamiento de la reutilización del agua depurada, que se puede atribuir a un conjunto de factores, entre los cuales figuran, por un lado, la limitación del volumen de agua depurada que se puede reutilizar debido a la capacidad de los sistemas de transporte, almacenamiento y de tratamiento terciario, que en algunos casos han alcanzado su capacidad máxima; por otro lado, aparece la desalación, que representa una competencia debido al abaratamiento de los costes asociados a la misma.

La reutilización en las islas de Lanzarote y Fuerteventura, ha experimentado un crecimiento espectacular, en el período 2000-05.

En Fuerteventura y en Tenerife la mayor parte del agua que se somete a un tratamiento secundario es posteriormente reutilizada (alrededor del 80% en ambos casos). Pero es preciso indicar que este valor, si bien es notablemente alto, sería considerablemente inferior si se tratase del porcentaje del agua residual producida que finalmente se reutiliza, puesto que tanto Tenerife como Fuerteventura presentan niveles de recogida y tratamiento de aguas residuales algo bajos hoy en día.

USOS (Hm ³ /año)	TOTAL		Lanz.		Fuertev.		Gran Canaria		Tenerife		Porto Santo	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Sin especificar	11,16		0,93	-	1,40	-	8,43	-	-	-	0,40	-
Agríc.	6,11	10,40	-	0,55	-	0	-	4,00-	6,11	5,85	-	-
Zonas verdes	2,28	15,62	-	1,30	-	5,63	-	5,34	2,28	2,92	-	0,43
Otros	0,36	0,04	-	-	-	-	-	-	0,36	0,04	-	-
Total	19,88	26,06	0,93	1,85	1,4	5,63	8,4	9,34	8,75	8,81	0,40	0,43
% Aumento (2000-05)		31,1		98,9		302,2		11,2		0,7		8,5

Tabla 25. Evolución de la reutilización del agua depurada en Macaronesia (2000-05).

Lanzarote y Gran Canaria, presentan niveles de recolección y tratamiento de aguas residuales bastante altos; sin embargo, sólo una parte del agua que se depura es finalmente reutilizada (en ambas islas inferior al 30%). Esta situación se puede atribuir a la falta de infraestructuras de distribución de aguas depuradas; en la mayoría de los casos las estaciones depuradoras de mayor tamaño se encuentran muy alejadas de las zonas que demandan el agua depurada, lo que requeriría infraestructuras de transporte y almacenamiento de alto coste.

Debe tenerse en cuenta, además, que las aguas depuradas tienen una alta salinidad que las hacen no aptas para el riego de la mayoría de los cultivos, lo que implica la necesidad de su desalinización con los costes correspondientes. Todos estos factores se suman y hacen que finalmente la cantidad de agua depurada que puede ser reutilizada sea relativamente pequeña.

Otro factor que influye negativamente en el desarrollo de la reutilización del agua es la desalinización de agua de mar, que con los últimos avances tecnológicos se han reducido costes y se ha convertido en una alternativa a la reutilización. A este respecto, la existencia de varios organismos pertenecientes a diferentes niveles de la administración (desde la local o insular hasta la autonómica o estatal) con competencias relacionadas con la reutilización del agua (áreas de medio ambiente, agricultura, aguas, infraestructuras o sanidad) hace que sea difícil llevar a cabo una gestión integrada de los recursos hídricos, que contemple la desalinización y reutilización de manera coherente, como recursos complementarios. El escenario actual debería cambiar en el futuro si se pretende conseguir una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Comparada con la desalinización de agua de mar, la reutilización del agua depurada debería ser una solución económicamente viable de cara a paliar la escasez de agua.

Finalmente, otro obstáculo que ha retrasado en Canarias el desarrollo de la reutilización del agua depurada ha sido la ausencia de una normativa que la regule la calidad y usos de éste recurso hídrico. En la actualidad se está a la espera de la aprobación del anunciado Real Decreto sobre reutilización de aguas, que permitirá su uso con garantías de seguridad y redundará en una aceptación mucho más amplia, como ha ocurrido en otros países (Marecos do Monte et al., 1996; Angelakis et al., 1999).

6. Normativas sobre reutilización de aguas regeneradas en la Macaronesia

La zona en estudio de la Macaronesia, constituida por archipiélagos pertenecientes a países de la Unión Europea, se regirá por las normativas de reutilización emanadas de la propia Comunidad, así como de las particulares del país y/o región/comunidad a que pertenecen.

Para el caso particular de Canarias, la normativa española de reutilización se encuentra actualmente en fase de debate, usando como base el borrador del futuro Real Decreto que regulará los usos y calidades de las aguas depuradas en función de la aplicación a que se destine.

En el momento de redactar esta Memoria, y de acuerdo con la información disponible (no oficial), a lo largo del año 2007 se publicará el Real Decreto definitivo sobre la reutilización en España de las aguas depuradas/regeneradas y de las aplicaciones permitidas.

Por todo ello, parece aconsejable no realizar en este momento análisis de normativas externas sino esperar a la aprobación y publicación oficial del citado Real Decreto. Tan pronto se disponga del mismo, el grupo de investigación que ha redactado esta Memoria presentará un documento anexo con los comentarios oportunos.

7. Conclusiones generales y líneas de I+D derivadas del Seminario sobre reutilización de aguas.

El 28 de junio de 2006 se celebró el “SEMINARIO PARTICIPATIVO SOBRE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS EN LA MACARONESIA”, que tuvo lugar en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) de Pozo Izquierdo, Santa Lucía, Las Palmas, a iniciativa del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria y del propio ITC, contando con la colaboración del resto de socios integrados en el proyecto AQUAMAC II “Técnicas y Métodos para la Gestión Sostenible del Agua en la Macaronesia”. Participaron, además, en el Seminario diversos agentes implicados en el sector de tratamiento, reutilización, distribución e investigación de las aguas depuradas, entre los que figura el grupo de investigación de la ULL que redacta este informe.

El análisis de la situación de la reutilización en la Macaronesia, llevado a cabo a través de un debate con la participación de los asistentes al Seminario, ha permitido elaborar las conclusiones generales que a continuación se exponen.

- En la Macaronesia, y particularmente en Canarias, la reutilización de las aguas depuradas contribuirá, de forma significativa, a paliar el déficit hídrico y a favorecer la conservación del medio ambiente de la región.
- Las aguas residuales urbanas depuradas, con calidad físico-química y sanitaria adecuada, constituyen un recurso apto para el riego agrícola, de campos de golf y de parques y jardines y otros usos no potables.
- Todas las islas necesitan realizar un esfuerzo en infraestructuras de saneamiento, de depuración y de reutilización para el aprovechamiento máximo de este recurso.
- La elección adecuada de los procesos de depuración, la eficacia en la gestión y el uso seguro de este recurso, en sus distintas modalidades,

precisan de controles analíticos rigurosos, de programas de seguimiento y del establecimiento de líneas I+D bien coordinadas.

- La confianza en el uso de las aguas depuradas, y con ello la aceptación por parte de todos los agentes implicados, está vinculada a un conjunto amplio y complejo de factores socio-económicos, pero se consideran prioritarios los relacionados con la calidad sanitaria y físico-química del agua, el coste, la garantía de suministro y la eficacia de las empresas encargadas de su gestión.
- Entre las acciones a tomar, a corto y medio plazo, encaminadas a conseguir los objetivos básicos de los programas de reutilización planificada de las aguas residuales regeneradas en la Macaronesia, se destacan las siguientes:
 - Establecimiento de programas de formación/información a los usuarios de las aguas regeneradas, por comarcas, que incluyan, entre otros, temas como:
 - Procesos básicos de producción de agua regenerada, calidades posibles, parámetros de identificación de calidad y riesgos posibles en la reutilización.
 - Buenas prácticas de riego (tipos de cultivos regables, técnicas de riego recomendadas, correcciones de abonado, interpretación de las analíticas de la calidad de las aguas, etc).
- Establecimiento de campañas de concienciación y fomento de la reutilización no potable de las aguas regeneradas.
- Estudio y aplicación de formas de incentivación económica a los usuarios de las aguas regeneradas, en aras de incrementar la aceptación y uso de este recurso.

- Creación de un organismo regional de reutilización de aguas regeneradas, que aglutine a todos los sectores y que tenga poder de decisión. Las islas serían como demarcaciones hidrográficas con un comité de autoridades competentes. Sus objetivos serían:
 - Velar por el cumplimiento de la normativa de la reutilización de las aguas regeneradas.
 - Mejorar la imagen de la reutilización.
 - Proponer actuaciones encaminadas a promover y crear confianza en la reutilización de las aguas regeneradas.

En relación con los programas de formación y posibles líneas de I+D, a partir de las conclusiones generales del Seminario y de las aportaciones propias del equipo de investigación de la ULL que ha redactado este informe, se propone:

- Organización de cursos periódicos de formación sobre:
 - Interpretación de parámetros de calidad de aguas regeneradas.
 - Buenas prácticas de reutilización no potable.
 - Bases tecnológicas de los procesos de regeneración de aguas.
- Establecimiento de las tecnologías de regeneración que se deben implantar en la Macaronesia, económicamente viables, y capaces de producir efluentes con calidad suficiente para reutilización no potable sin restricciones.
- Organización de cursos de formación de profesionales capaces de operar, en condiciones óptimas, las plantas de nuevas tecnologías para la regeneración de aguas.

- Establecimiento de acciones encaminadas a unir esfuerzos de investigación en el área de tecnologías de regeneración y reutilización de aguas, materia multidisciplinaria, que precisa de una eficaz coordinación y estimulación.

Los programas coordinados de I+D deben incorporar una retroalimentación periódica de los diferentes agentes implicados en la reutilización, esto es, obtener información de los usuarios sobre problemas específicos observados en las diferentes aplicaciones de las aguas regeneradas.

- Promoción de proyectos demostrativos de reutilización, que incluyan tecnologías y aplicaciones diversas, para verificar que la calidad de las aguas regeneradas cumple sin dificultad las normativas establecidas para las aplicaciones más exigentes.

8. Bibliografía

- Angelakis A.N, Marecos do Monte, M.H.F.; Bontoux, I.; Asano, T. (1999). The Status of wastewater reuse practices in the Mediterranean basin: need for guidelines. *Wat. Res*, 33(10): 2201-2217.
- AQUATLAN (2001). Estudios de la situación de la reutilización agrícola de aguas residuales en zonas del área atlántica. Informes Técnicos. Dpto. Ingeniería Química y T.F. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- Asano, T. (2006). *Water reuse*. Metcalf & Hedí, McGraw-Hill.
- Bahri, A.; Brissaud, F. (2003). Setting Up Microbiological Water Reuse Guidelines For The Mediterranean. Documento del Proyecto MED-REUNET.
- California State of Administrative Code, title 22, Div. 4, Dept. of Health Services, 1978. En: Arora, M.L. (1992). *Water reuse in California - A myth or a reality?*. Proceedings of the Congress "The urban and agricultural water reuse", Orlando, Florida.
- Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura. (1999). Plan Hidrológico Insular de Fuerteventura (Decreto 81/1999, de 6 de mayo).
- Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. (1999). Plan Hidrológico Insular de Gran Canaria (Decreto 82/1999, de 6 de mayo).
- Consejo Insular de Aguas de Lanzarote. (2001). Plan Hidrológico Insular de Lanzarote (Decreto 167/2001, de 30 de julio).
- Consejo Insular de Aguas de Tenerife. (1996). Plan Hidrológico Insular de Tenerife (Decreto 319/1996, de 23 de diciembre).

Decreto 252/1982, de 30 de julio, sobre aprovechamiento para riegos de aguas residuales depuradas. (DOGC núm. 253, de 25 de agosto de 1982).

Decreto 33/1987, de 21 de mayo, por el que se declara de utilidad pública en Baleares las actuaciones encaminadas a reordenar la agricultura con la utilización de aguas residuales una vez depuradas (BOCAIB núm. 69, de 2 de junio de 1987).

Delgado, S.; Díaz, F.; Rodríguez, J.; Álvarez, M.; Rodríguez, L.; Calero, R.; Menéndez, A. y Yanes, A. (2001). Situación actual de la reutilización en Canarias y nuevas líneas de actuación. Resultados del Proyecto AQUATLAN. II Congreso Nacional AEDYR. Alicante.

Delgado S., Díaz, F.; Álvarez, M.; Rodríguez, J.; Yanes, A.; Peñate, B.; Rodríguez-Gómez, L.; Oliveira, F. (2003). Role of water reuse in the integrated management of insular water resources: the case of the Autonomous Region of Madeira and the Canary Islands. Conference: Efficient Use and Management of Water for Urban Supply (IWA), Tenerife, Spain, 2003.

Dpto. Ingeniería Química y T.F. (2001). "Proyecto de colaboración con BALTEN para el seguimiento de los elementos que integran el "sistema" del regadío con aguas residuales depuradas de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna en el Valle de San Lorenzo y Valle Guerra". INFORME 14: Período julio-diciembre de 2000.

EMMASA. (1998). Página Web informativa: www.emmasa.es.

Febles García, J.M. & Rodríguez Leal, P.L. (1997). Los campos de golf en Canarias. Medio Ambiente CANARIAS. Revista de la Consejería de Política Territorial y medio Ambiente. Gobierno de Canarias. Revista 4 / Año 1997.

Fuentes, L. de las; Urkiaga, A. (2006). Guía para la realización de estudios de viabilidad en proyectos de reutilización de aguas depuradas. Proyecto AQUAREC "Conceptos integrados para la reutilización de aguas residuales regeneradas".

Hernández Suárez, M. (1989). Manual para la Reutilización de las aguas residuales urbanas depuradas de Tenerife. Cabildo Insular de Tenerife. Área de Planificación y Desarrollo. Sección de Planificación Hidráulica.

INALSA, Insular de Aguas de Lanzarote. Página web: www.inalsa.es

Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Página web: www.gobcan.es/istac/

Instituto Nacional de Estatística, Portugal (INE). Página web: www.ine.pt

- Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.; Cabildo de Lanzarote / Consejo Insular de Aguas de Lanzarote. (2005). Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia (Compendio de artículos Proyecto AQUAMAC).
- Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (2006). "Seminario participativo sobre reutilización de aguas depuradas en la Macaronesia". Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Playa de Pozo Izquierdo S/N. Santa Lucía – Las Palmas, 28 de junio de 2006.
- Kamizoulis, G.; Bahri, A.; Brissaud, F.; Angelakis, A.N. (2003). Wastewater recycling and reuse practices in Mediterranean Region: Recommended Guidelines. MED-REUNET Document.
- Lazarova V.; Levine, B.; Sack, J.; Cirelli, G.; Jeffrey, P.; Muntau, H.; Salgot, M.; Brissaud, F. (2001). Role of water reuse for enhancing integrated water management in Europe and Mediterranean countries. *Wat. Sci. Tech.* 43(10): 25-33.
- Lazarova, V.; Bahri, A. (2005). Water reuse for irrigation. CRC Press.
- Marecos do Monte, M.H.F.; Angelakis, A.N; Asano, T. (1996). Necessity and basis for establishment of European guidelines for reclaimed wastewater in the Mediterranean region. *Wat. Sci. Tech.*, 33(10-11): 303–316.
- Marrero Domínguez, A. (1999). Depuración y reutilización de aguas residuales urbanas. La aplicación en el regadío agrícola. I Curso de Hidrología de Canarias. Instituto de Estudios Canarios. 1999.
- Marrero Domínguez, A.; Palacios Díaz, P. (1996). Depuración y reutilización de aguas de Gran Canaria. Consorcio Insular de Aprovechamiento de Aguas Depuradas de Gran Canaria. GC-395-1996.
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). Libro Blanco del Agua en España. Secretaria de Estado de Aguas y Costas junto a la Dirección General de Obras Hidráulicas y calidad de las Aguas del MMA.
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). Jornadas sobre la actualización de los criterios de la reutilización de agua residual tratada. Madrid del 20 al 23 de Junio de 2005.
- Mujeriego, R. (1999). Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

- Mujeriego, R.; Sala, L.; Carbó, M.; Turet, J. (1996). Agronomic and public health assessment of reclaimed water quality for landscape irrigation. *Wat. Sci. tech.*; 33(10-11), 335-344.
- OMS (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. WHO technical report. Series no. 778, World Health Organisation, Geneva.
- OMS (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater.
- Palacios Díaz, M.P.; Tejedor Junco, M.T.; Hernández Moreno, J.M. (2005). Recomendaciones para el riego con aguas depuradas en la Macaronesia. Proyecto AQUAMAC.
- Salgot, M. et al. (1994). Prevención del riesgo sanitario derivado de la reutilización de aguas residuales depuradas como aguas de riego. Departament de Sanitat i Seguretat Social, Generalitat de Catalunya.
- Salgot, M.; Pascual, A. (1996). Existing guidelines and regulations in Spain on wastewater reclamation and reuse. *Wat. Sci. Tech.*, 34(11): 261–267.
- Shelef, G.; Azov, Y. (1996). The coming era of intensive wastewater reuse in the Mediterranean region. *Wat. Sci. Tech.* 33(10-11): 115-125.
- USEPA (2004): “Guidelines for wastewater reuse”. US Environmental Protection Agency. EPA/625/R-04/108. Washington, DC.
- Westcot D.W. y Ayers R.S. (1985). *Irrigation Water Quality Criteria*. Estudio FAO: Riego y Drenaje nº29, 1ª revisión. FAO. Roma.
- Xu, P.; Brissaud, F.; Salgot, M. (2003). Facing water shortage in a Mediterranean tourist area: seawater desalination or water reuse?. *Water Supply*, 3(3): 63–70.