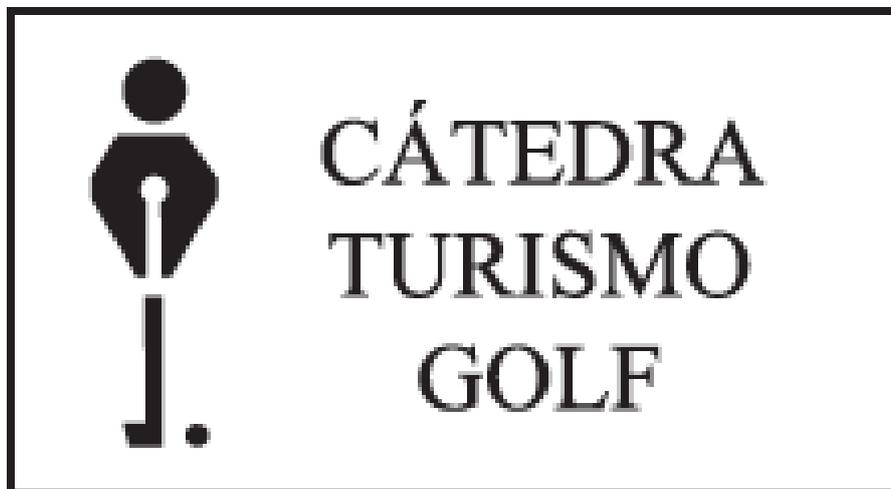




***Beneficios Medio Ambientales, Económicos  
y de Ahorro de la Utilización del Agua  
Reciclada para el Riego en los Campos de  
Golf de la Costa del Sol Occidental.***

***El Caso de la Empresa ACOSOL***

*“No se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo”*  
Proverbio inglés.



**Directora de la Cátedra**  
Josefa García Mestanza



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



Facultad de Turismo  
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

**Equipo de trabajo:**

Josefa García Mestanza  
Marco Antonio Cruz Morato  
Antonio Guevara Plaza  
Laura Trella Vida  
Ignacio Giménez Sánchez



## Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. FINALIDAD Y OBJETIVOS .....	11
3. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	12
4. CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS .....	18
4.1. DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS .....	18
4.1.1. MARCO TERRITORIAL .....	18
4.1.2. MARCO FÍSICO .....	19
4.1.3. SISTEMA Y SUBSISTEMAS .....	21
4.1.4. REGULACIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS .....	21
4.1.5. PLAN HIDROGRÁFICO DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS 2015-2021 .....	22
4.1.5.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES .....	23
4.1.5.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS .....	33
5. CAMPOS DE GOLF DE LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL: SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN Y UNIDADES HIDROGRÁFICAS ....	35
5.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA Y SUBSISTEMA DE LA DHCMA DONDE SE LOCALIZAN LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS .....	38
6. ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN Y UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS EN LAS QUE SE UBICAN LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS .....	44
6.1. BALANCE HÍDRICO ACTUAL EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS ESPAÑOLAS .....	44
6.2. BALANCE HÍDRICO ACTUAL Y PREVISIONES DE LA CUENCA MEDITERRÁNEA ANDALUZA .....	46
7. ESPECIALIZACIÓN FUNCIONAL INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA EN EL ENTORNO DE LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS .....	53
7.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	53
7.1.1. ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL .....	55
7.1.2. ESPECIALIZACIÓN AGRÍCOLA .....	60
8. CONSUMO DE AGUA EN CAMPOS DE GOLF, ACTIVIDADES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES, EN RELACIÓN A LAS VARIABLES DE SUPERFICIE (SÓLO GOLF- AGRICULTURA), EMPLEO, VALOR AÑADIDO BRUTO Y BENEFICIOS DE LA EXPLOTACIÓN .....	68



8.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES DE CONSUMO DE AGUA, EMPLEO, VALOR AÑADIDO BRUTO Y SUPERFICIE .....	68
8.1.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	68
8.1.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	71
8.2. CONSUMO DE AGUA EN LOS SECTORES AGRÍCOLAS DE REGADÍO DE LAS ÁREAS FUNCIONALES DONDE SE ENCUENTRAN LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES DE EMPLEO, RENTA Y SUPERFICIE .....	82
8.2.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	83
8.2.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	85
8.3. CONSUMO DE AGUA EN LOS SECTORES INDUSTRIALES DE LAS ÁREAS FUNCIONALES DONDE SE ENCUENTRAN LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS.....	92
8.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD ENTRE LOS CAMPOS DE GOLF Y LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES .....	94
8.4.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	94
8.4.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	95
9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD DE GOLF Y DE LA AGRICULTURA BAJO LA HIPÓTESIS DE UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	100
9.1. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA EL RIEGO DE LOS CAMPOS DE GOLF DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	102
9.2. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA UTILIZACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA EL RIEGO DE LOS CULTIVOS PREDOMINANTES EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	108
9.2.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	108
9.2.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	110
10. CONSUMO DE AGUA EN LAS ACTIVIDADES HOTELERAS Y RESIDENCIALES ASOCIADAS EN REFERENCIA A LA SUPERFICIE OCUPADA .....	119
10.1. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA EN LAS ACTIVIDADES HOTELERAS VINCULADAS A LOS CAMPOS DE GOLF .....	120
10.1.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	120
10.1.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	122
10.2. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA EN LOS COMPLEJOS RESIDENCIALES VINCULADOS A LOS CAMPOS DE GOLF .....	126
10.2.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	126
10.2.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	130



10.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE EN EL RIEGO Y LAS ACTIVIDADES HOTELERAS Y/O RESIDENCIALES DE LOS CAMPOS DE GOLF EN COMPARACIÓN CON EL CONSUMO DE AGUA POR UNIDAD DE SUPERFICIE EN AGRICULTURA .....	135
10.3.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	135
10.3.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	136
10.4. ANÁLISIS DEL EMPLEO Y CONSUMO DE AGUA DE LAS ACTIVIDADES HOTELERAS ASOCIADAS A LOS CAMPOS DE GOLF .....	140
10.4.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	141
10.4.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	141
11. CONSUMO DE AGUA DE ACUERDO A LA PROYECCIÓN DE NUEVOS CAMPOS DE GOLF Y ACTIVIDADES ASOCIADAS. EL CONSUMO DE AGUA URBANO PRESENTE Y FUTURO EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	146
11.1. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DE ACUERDO CON LAS PREVISIONES DE IMPLANTACIÓN DE NUEVOS CAMPOS DE GOLF Y ACTIVIDADES ASOCIADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	147
11.1.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	147
11.1.2. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	149
11.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA URBANA DE AGUA ACTUAL Y FUTURA DE LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	152
12. SÍNTESIS DEL ESTUDIO Y CONCLUSIONES .....	158
13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS LEGISLATIVAS .....	176
14. ANEXO I: LA HIDROSFERA: EL AGUA Y SU IMPORTANCIA .....	181
14.1. INFLUENCIA HUMANA EN EL AGUA .....	183
14.2. USOS DEL AGUA .....	184
15. ANEXO II: SISTEMAS DE OBTENCIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DE AGUA .....	193
15.1. CUENCAS HÍDROGRÁFICAS .....	193
15.2. EXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	194
15.3. TRASVASES .....	197
15.4. CONSTRUCCIÓN DE EMBALSES Y PRESAS .....	197
15.5. OBTENCIÓN TECNOLÓGICA DE AGUA DULCE .....	198
16. ANEXO III: CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	202
16.1. ORIGEN Y TIPOS DE CONTAMINACIÓN .....	203
16.2. FACTORES Y NIVEL DE CONTAMINACIÓN .....	205
16.3. CONTAMINANTES DEL AGUA Y SUS EFECTOS .....	206
16.3.1. BIOLÓGICOS .....	206



16.3.2. FÍSICOS .....	208
16.3.3. QUÍMICOS .....	210
16.4. EFECTOS GENERALES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	211
16.4.1. CONTAMINACIÓN DE RÍOS Y LAGOS: EUTROFIZACIÓN.....	211
16.4.2. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	215
16.4.3. SOBREEXPLOTACIÓN Y SALINIZACIÓN DE ACUÍFEROS.....	216
16.4.4. IMPACTOS SOBRE MARES Y OCÉANOS.....	217
16.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.....	220
17. ANEXO IV: CALIDAD DEL AGUA .....	224
17.1. PARÁMETROS .....	225
17.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	228
17.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	232
17.4. EFECTOS DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS .....	243
18. ANEXO V: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE NELSON PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA EN EL SECTOR INDUSTRIAL POR ÁREAS FUNCIONALES (DATOS DEL SIMA) .....	246
19. ANEXO VI: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE NELSON PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA EN EL SECTOR AGRARIO POR ÁREAS FUNCIONALES (DATOS DEL SIMA) .....	248
20. ANEXO VII: MODELO DE FORMULARIO UTILIZADO PARA LA RECOGIDA DE DATOS EN LOS CAMPOS DE GOLF (ELABORACIÓN PROPIA) .....	250
21. ANEXO VIII: DATOS RECOGIDOS A TRAVÉS DE LOS FORMULARIOS A LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS (ELABORACIÓN PROPIA) .....	252
22. ANEXO IX: CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE REGADÍO DE LOS MUNICIPIOS DONDE SE LOCALIZAN LOS CAMPOS DE GOLF DEL ESTUDIO (INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008) .....	253
23. ANEXO X. CÁLCULOS DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN MEDIA DE LAS UA EN LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DE LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA BAJO EL ESCENARIO DE LA MEJORA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO (ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008) .....	255
24. ANEXO XI. CÁLCULO DEL VAB BAJO EL ESCENARIO DE LA APLICACIÓN DE LA EFICACIA DE APLICACIÓN ÓPTIMA EN LAS UA Y LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS A UN PRECIO DE 0,21€/m <sup>3</sup> (ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008).....	257

## 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación es firmado por la empresa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de la Costa del Sol (ACOSOL, S.A.), la Real Federación Andaluza de Golf (RFGA) y la Cátedra de Turismo de Golf.

La empresa pública **ACOSOL** ([www.acosol.es](http://www.acosol.es)), propiedad de la Mancomunidad de Municipios de las Costa del Sol Occidental (Ilustración 1.1), con el objetivo de optimizar la gestión del servicio de abastecimiento de aguas y el saneamiento se constituyó en promotora del proyecto para la realización de un trabajo consistente en analizar los beneficios medio ambientales, económicos y de ahorro de la utilización del agua reciclada para el riego de los campos de golf en la Costa de Sol Occidental.



**Ilustración 1.1.** Municipios que integran la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental. Fuente: ACOSOL, 2017.

Haciendo una pequeña reseña de esta empresa se ha de mencionar que sus actividades fundamentales son el abastecimiento y el saneamiento de agua en la Costa del Sol Occidental.



El agua potable suministrada por ACOSOL, que procede de la Planta Desaladora de la Costa del Sol y del embalse de La Concepción (pantano en Istán), se lleva hasta los municipios o urbanizaciones que lo solicitan.

El agua es conducida a la Estación de Tratamiento de Agua Potable, y de allí parten dos ramales de tuberías; una, por el Este hasta la Estación de Bombeo de Rojas, en Torremolinos, y otra, por el Oeste, hasta el límite del Término Municipal de Manilva con la provincia de Cádiz.

De este agua, aproximadamente, la sexta parte corresponde al Servicio Domiciliario a particulares y el resto a grandes consumidores.

También se encarga de depurar el agua ya usada, con la intención de que llegue al mar en perfectas condiciones o sea utilizada para el riego de campos de golf y jardines.

En cuanto al saneamiento de las aguas residuales, ACOSOL se ocupa de una franja de casi 100 kilómetros de costa, dedicada en su totalidad a la industria turística, por lo que este servicio es de fundamental importancia.

La **RFGA** (<https://rfga.org/es>) es una asociación deportiva privada sin ánimo de lucro<sup>1</sup> e integrada en la Real Federación Española de Golf, a la que compete el desarrollo de la modalidad de Golf y de la especialidad de Pitch & Putt. Así, además de sus actividades propias de gobierno, administración, gestión, organización y reglamentación del deporte del Golf, ejerce bajo la coordinación y tutela de la Consejería de Turismo, Comercio y Deporte, las siguientes funciones públicas de carácter administrativo:

- a) Calificar y organizar, en su caso, las actividades y competiciones oficiales de ámbito autonómico.
- b) Ejercer la potestad disciplinaria deportiva, en los términos establecidos en la Ley y sus específicas disposiciones de desarrollo, los Estatutos y sus reglamentos internos.

---

<sup>1</sup> La Asamblea General, elegida cada cuatro años, coincidiendo con los Juegos Olímpicos de Verano, está integrada por representantes de los clubes y asociaciones deportivas, deportistas, técnicos-entrenadores o técnicas-entrenadoras, jueces-árbitros o juezas-árbitros y otros colectivos interesados que promueven, practican o contribuyen al desarrollo del deporte del Golf dentro del territorio andaluz.

- c) Ejercer el control de las subvenciones que asignen a las Asociaciones y Entidades deportivas en las condiciones que fije la Dirección General de Planificación y Promoción del Deporte.
- d) Ejecutar, en su caso, las resoluciones de los Comités de Disciplina Deportiva y del Comité Andaluz de Disciplina Deportiva.
- e) Expedir licencias deportivas para participar en competiciones oficiales.
- f) Asignar, coordinar y controlar la correcta aplicación de las subvenciones concedidas a sus asociados.
- g) Cualquier otra prevista reglamentariamente.

Así mismo, puede ejercer estas otras funciones:

- a) Actuar en coordinación con las Delegaciones de ámbito territorial para la promoción general del deporte del Golf en todo el territorio regional y colaborar con la Real Federación Española Golf.
- b) Diseñar, elaborar y ejecutar, en colaboración, en su caso, con las delegaciones de ámbito territorial, los planes de preparación de los deportistas de alto nivel, así como participar en la elaboración de las listas anuales de los mismos, de acuerdo con los criterios fijados por la Real Federación Española de Golf.
- c) Colaborar con la Administración Autónoma en la formación de técnicos deportivos y en la prevención, control y represión del uso de sustancias y grupos farmacológicos prohibidos, y métodos no reglamentarios en el deporte.
- d) Organizar o tutelar las competiciones oficiales y actividades deportivas de carácter regional que se celebren en el territorio de Andalucía.
- e) Establecer y expedir una licencia deportiva válida para la práctica del deporte del golf en instalaciones y campos federados.
- f) Elaborar sus Estatutos y Reglamentos, así como disponer cuanto convenga para la promoción y mejora de la práctica del Golf.
- g) Cualquier otra prevista reglamentariamente.

Como queda recogido entre sus funciones anteriormente citadas, al estar inscrita la RFGA en el Registro de Asociaciones Deportivas de la Junta de Andalucía, órgano del que depende, representa al golf en la Comunidad Autónoma, con funciones



públicas delegadas. Además, dispone de Vocalías de la Junta Directiva<sup>2</sup> con actuaciones específicas, como son “Golf Adaptado” y “Golf y Medio Ambiente”, en su apuesta por un desarrollo socio-económico sostenible. De ahí apuestas por proyectos como éste.

La **Cátedra de Turismo de Golf** (<http://catedraturismogolf.uma.es>), dirigida por la profesora García Mestanza, tiene como finalidad crear e impulsar un espacio de debate, análisis, estudio, investigación, docencia y divulgación de la realidad, oportunidad de negocio, nuevos retos y perspectivas de futuro del turismo de golf, que ha resurgido, con más fuerza, si cabe, en los últimos años como un segmento del mercado generador de riqueza, empleo y bienestar.

Para la consecución del éxito de esta sinergia entre el ámbito universitario y el empresarial, se definen entre sus objetivos la realización de estudios de investigación empíricos dentro del ámbito del golf, promoviendo e incentivando todo tipo de análisis y relaciones con distintas disciplinas que permitan el avance en las líneas de investigación que la Cátedra impulsa.

Este proyecto de investigación es un buen ejemplo de su labor desarrollada en el sentido reseñado, el cuál formará parte de los estudios que aglutine el *Observatorio de Golf*.

En este caso concreto, el equipo de trabajo que ha acometido este proyecto de investigación está integrado por los investigadores Marco Antonio Cruz Morato, Antonio Guevara Plaza y Josefa García Mestanza (direc. y coord.), más los técnicos Laura Trella Vida e Ignacio Giménez Sánchez.

Este equipo agradece expresamente a la Real Federación Andaluza de Golf y a la empresa pública ACOSOL el apoyo recibido, así como a los responsables de los campos de golf de Andalucía Occidental por haberles facilitado la información primaria necesaria para la realización del mismo.

---

<sup>2</sup> La Junta Directiva está formada por el Presidente, Vicepresidentes, Tesorero y Vocales; estos últimos podrán ostentar a su vez el cargo de Presidente de Comités, siendo asistida por el Secretario General de la Real Federación.



## 2. FINALIDAD Y OBJETIVOS

En la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental (Málaga), integrada por once localidades (Benahavís, Benalmádena, Casares, Estepona, Fuengirola, Istán, Manilva, Mijas, Marbella, Ojén y Torremolinos), la escasez del recurso hídrico constituye una de las limitaciones más importantes de cara a su desarrollo territorial, de ahí que su estudio resulte de capital importancia.

El proyecto de investigación que desarrollaremos en esta franja de casi 100 kilómetros tiene como finalidad principal analizar los beneficios medio ambientales, económicos y de ahorro de la utilización del agua reciclada para el riego en los campos golf de la Costa del Sol Occidental, suministrada por la empresa ACOSOL, a fin de apostar por un turismo sostenible y respetuoso en dicha Mancomunidad. De ahí que los principales objetivos a destacar sean:

1. Prevenir cualquier deterioro adicional en la cantidad y la calidad de todas las aguas en la Costa del Sol Occidental (es decir, de las aguas subterráneas, superficiales de transición y costeras de la zona) de acuerdo a la Directiva en vigor (desde el 22 de diciembre de 2000) publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

2. Gestionar el agua teniendo en cuenta las características de la Cuenca Hidrográfica de dicha zona.

3. Obtener información para poder establecer políticas de precios con las que todos los usuarios contribuyan de forma adecuada al coste de los servicios del agua, además de tener en cuenta los aspectos físicos, sociales, institucionales y políticos de las cuencas, es decir, que en la elaboración de las políticas de tarificación del agua pueda aplicarse el principio de recuperación de costes por los servicios relacionados con el agua tomando en consideración los pronósticos a largo plazo de la oferta y la demanda de agua en la demarcación hidrográfica a fin de aumentar la eficiencia y la equidad en el uso del agua.



### 3. ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque utilizado parte de los planteamientos de la Directiva Marco del Agua –en adelante DMA– (Directiva 2000/60/EC)<sup>3</sup>, que integra los aspectos cuantitativos y cualitativos de este recurso tan escaso, y presenta un enfoque de gestión integrado de todas las aguas incrementando la dimensión urbanístico-territorial en la planificación hídrica.

Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad.
Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE.
Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación.
Directiva 96/82/CE del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
Directiva 91/414/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios.
Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
Directiva 86/278/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.

<sup>3</sup> La trasposición de la Directiva 2000/60/CE en España se realizó mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social que incluye, en su artículo 129, la modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por la que se incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, estableciendo un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Directiva 86/280/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE.
Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
Directiva 84/156/CEE del Consejo, de 8 de marzo de 1984, relativa a los valores límites y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio de los sectores distintos de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
Directiva 84/491/CEE del Consejo, de 9 de octubre de 1984, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano.
Directiva 83/513/CEE del Consejo, de 26 de septiembre de 1983, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de cadmio.
Directiva 82/176/CEE del Consejo, de 22 de marzo de 1982, relativa a los valores límite y a los objetivos de calidad para los vertidos de mercurio del sector de la electrólisis de los cloruros alcalinos.
Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.

**Tabla 3.1.** Normativas Comunitarias sobre Protección de las Aguas. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.

Esta DMA ha supuesto un cambio sustancial de la legislación europea en materia de aguas. Introduce un proceso de planificación cíclico e iterativo de seis años, exigiendo la preparación de un Plan Hidrológico a nivel de la demarcación hidrográfica concreta en 2009, 2015, 2021... y así en adelante. Sus objetivos son prevenir el deterioro y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y promover el uso sostenible del agua.

En este contexto, el eje fundamental de aplicación de la DMA lo constituyen los planes hidrográficos de cuenca en los que se deben armonizar las necesidades de los distintos sectores que tienen incidencia en el uso y disfrute del agua, sin renunciar al respeto por el medio ambiente y coordinándose con otras planificaciones sectoriales.

Los objetivos principales marcados en la DMA, en los que se enmarcan los planes de cuencas, son:

- a) Prevenir cualquier deterioro adicional en cantidad y calidad de las aguas en Europa, lo que incluiría las aguas subterráneas, las superficiales de transición y las costeras.
- b) Gestionar el agua basada en las cuencas hidrográficas que incluya un análisis de las características de la cuenca, el control del estado de todas sus aguas así como la elaboración de adecuados planes de la cuenca.

- c) Establecer un mecanismo asegurando que las políticas de precios de todos los usuarios contribuyan de forma adecuada al coste de los servicios relacionados con el agua tomando en consideración los pronósticos a largo plazo de la oferta y la demanda de agua en la demarcación hidrográfica. Por tanto, a fin de aumentar la eficiencia y la equidad en el uso del agua, el precio de ésta debe ser incluido en el programa de medidas como una más y se analice su coste y eficacia.

Como síntesis de los objetivos marcados en este documento se ha de estudiar, en este caso, el funcionamiento de la Cuenca Mediterránea y las opciones de ocupación del territorio y de los estilos de vida que sean compatibles con el funcionamiento de la misma.

Teniendo en cuenta este enfoque, y antes de analizar la Cuenca y los campos de golf ubicados en ella, como paso previo para el logro de los objetivos marcados se incluyen una serie de anexos con conocimientos generales fundamentales para el desarrollo de los trabajos abordados:

- En el anexo I se efectúa un recorrido por los conceptos básicos de la hidrosfera y su importancia, así como los usos del agua.
- En el anexo II se recogen los sistemas de obtención y redistribución del agua.
- En el anexo III se trata la contaminación del agua y sus efectos, así como las medidas de prevención y control.
- Y, en el anexo IV se aborda la calidad del agua, los procesos y sistemas de depuración de las aguas residuales, así como los posibles usos de las aguas depuradas.

Una vez estudiada la situación y tendencia de la Cuenca Hidrográfica y los correspondientes Sistemas de Explotación de las Cuencas Hidrográficas en las que se encuentran los campos de golf de la Costa del Sol Occidental atendiendo a sus horizontes a corto, medio y largo plazo según las demandas agrícola, urbana e industrial de acuerdo con los correspondientes Planes Hidrológicos de Cuenca, se analizarán los siguientes aspectos:

1. Gestión del agua del campo de golf como centro de negocio (actividad deportiva). Previamente se definirá lo que es un campo de golf, diferenciándolo de sus instalaciones o de los clubs, y se censarán los campos objeto de estudio y sus características (año de apertura y comercialización, hectáreas, tipología

de césped utilizado en calles, greens y tee..., red de riego que utilizan, disponibilidad de una estación meteorológica, uso de programas informáticos adecuados para los controles de mantenimiento...):

- Procedencia del agua para el riego del campo, bien sean recursos convencionales, no convencionales (depuración y su tratamiento, desalación, etc.).
  - Consumo de agua total, mensual y por unidad de superficie.
  - Determinar la proporción de agua que estamos hablando sobre el total del consumo de agua de regadío...
2. Análisis económico del agua para los posibles abastecimientos del conjunto de la operación de golf así como para los usos dominantes en el Área Funcional de emplazamiento del campo (en todo caso agrícola y/o industrial) según las distintas procedencias (recursos convencionales o no convencionales). Para ello se considerarán los siguientes indicadores:
- Metro cúbico de agua consumida / Superficie (sólo para campo de golf y agricultura).
  - Valor Añadido Bruto (V.A.B.) / metro cúbico de agua consumida.
  - Empleo / metro cúbico de agua consumida.
  - Beneficios / metro cúbico de agua consumida.
3. Gestión del agua en la operación vinculada, en su caso, para examinar la gestión del resto de actividades vinculadas al campo de golf se determinará la eficiencia en la gestión referida al volumen total de agua consumida, per cápita, en relación con la densidad bruta, etc. y se comparará ese consumo con el correspondiente en otros modelos de desarrollo urbanístico (residencial compacto, residencial en baja densidad, hotelero, etc.). Algunos indicadores que servirán de referencia son los siguientes.
- Consumo total de agua y mensual de la operación vinculada.
  - Consumo total y mensual per cápita.
  - Consumo total con relación a la densidad bruta residencial.
  - Comparación de estos indicadores con los resultados obtenidos en otros modelos de desarrollo turístico del entorno.

Además, se analizará la posible reutilización de las aguas residuales del complejo vinculado estimando el número de viviendas, plazas hoteleras,

tipología y ocupación del complejo necesarias para que la totalidad del campo de golf se pueda regar con estas aguas depuradas.

4. Aproximación al incremento de consumo urbano de agua de acuerdo con las operaciones previstas en el conjunto de la cuenca del Mediterráneo Andaluz teniendo en consideración tanto el consumo de las viviendas/hoteles, etc. como el derivado de los principales equipamientos que precise esa nueva población y el aumento de la actividad comercial y de restauración. Esta estimación se referirá a cada Sistema de Explotación de cara a la posible planificación de los recursos hídricos destinados al consumo urbano por parte de los organismos competentes.
5. En el último apartado se recogerá la síntesis de los resultados, en su inmensa mayoría golf-residencial, desde el punto de vista de los requerimientos marcados por la DME de la UE.

De forma esquemática el trabajo de campo y de investigación constaría de las siguientes fases:

- 1) Recogida de datos
  - Elaboración de fichas técnicas.
  - Recogida de datos de los diferentes campos de golf en la zona.
  - Recogida de datos de la empresa ACOSOL.
  - Recogida de datos de la Cuenca Mediterránea Andaluza de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- 2) Análisis y tratamiento de los datos
  - Tratamiento de los datos y análisis medioambiental, económico y de ahorro de la utilización del agua reciclada para el riego en los campos golf de la Costa del Sol Occidental suministrada por la empresa ACOSOL en la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental. Entre los indicadores que se utilizan están: Metro cúbico de agua consumida / Superficie (sólo para el campo de golf); Valor Añadido Bruto (V.A.B.) / metro cúbico de agua consumida; Empleo / Metro cúbico de agua consumida; Beneficios / Metro cúbico de agua consumida...
- 3) Valoración de los resultados obtenidos



- Valoración e implicaciones de los diferentes impactos derivados de la utilización del agua reciclada en el riego de los campos del golf ubicados en la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental.

#### 4) Presentación y comunicación de los resultados

- Difundir los resultados en aquellos medios de comunicación tradicionales (prensa escrita y online, radio y televisión, revistas científicas, ponencias a congresos...) y a través de la diversidad de medios de comunicación de bajo coste (campus virtuales, revistas electrónicas, libros digitales...) que permitan a sus destinatarios contar con un estudio “accesible”.

## 4. CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS

A continuación se resumen las principales características territoriales y físicas de la Demarcación del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas<sup>4</sup>.

### 4.1. Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

#### 4.1.1. Marco territorial

La Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas –en adelante DHCMA– se extiende sobre una superficie de 20.010 km<sup>2</sup>, de los cuales 17.952 km<sup>2</sup> corresponden a la parte continental y el resto a las masas de transición y costeras.

La DHCMA comprende una franja continental de unos 50 kilómetros de ancho y 350 de longitud y está conformada por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo.



**Ilustración 4.1.** Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

---

<sup>4</sup> En el Anexo I de la Orden de 2 de julio de 2013, se ofrece un texto que incluye las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, aprobado por el Real Decreto 1331/2012, de 14 de septiembre.

Todo este territorio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería, así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz.

#### 4.1.2. Marco físico

La DHCMA se caracteriza por sus fuertes contrastes, tanto en los rasgos físicos del territorio como en sus condiciones climáticas.

El relieve, en general muy montañoso y con una marcada orientación paralela a la costa, presenta los mayores desniveles peninsulares en el sector central, donde, a escasos kilómetros del mar se elevan las cumbres de Sierra Nevada hasta los 3.479 m en el pico Mulhacén.

Los ríos, en sus cursos altos, aprovechan las líneas estructurales del relieve y los contactos litológicos con rocas más blandas y de inferior grado de compacidad, mientras que en sus cursos medios y bajos se encajan sobre materiales de sedimentación neógena, tales como limos, margas y areniscas.

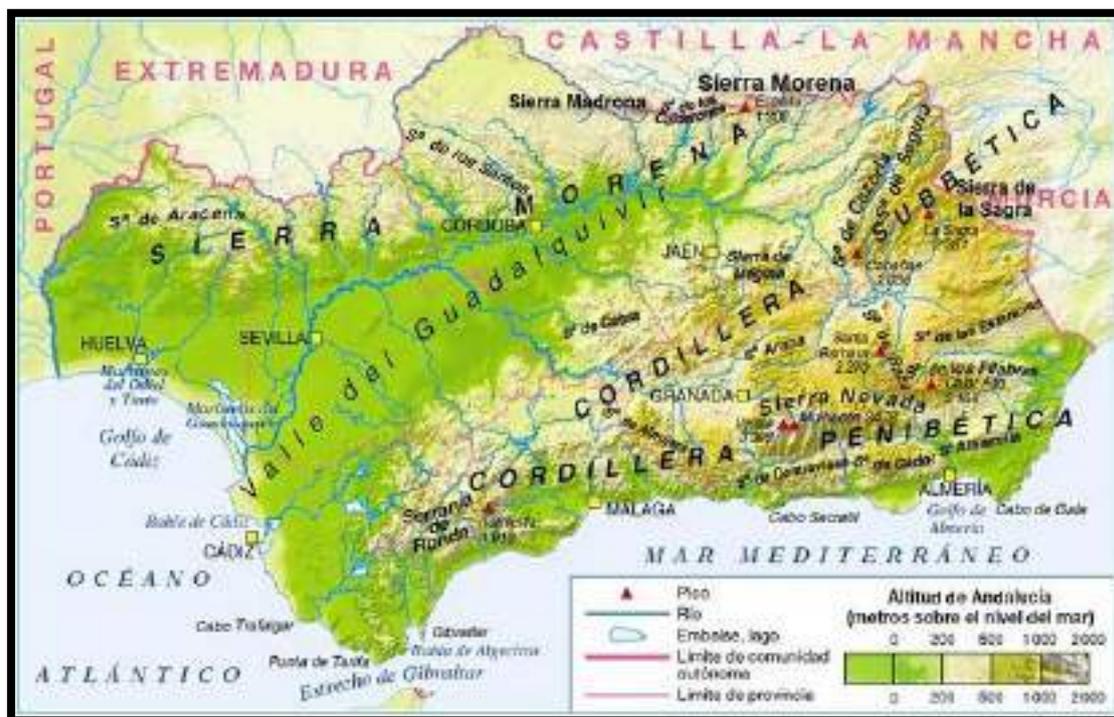


Ilustración 4.2. Mapa físico de Andalucía. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

El litoral de esta demarcación comprende un extenso tramo, también con fuertes contrastes, observándose diferentes unidades de relieve desde la zona del Estrecho de Gibraltar, donde se ubica la Bahía de Algeciras, hacia el Este, donde se observa la alternancia de costas acantiladas, costas mixtas y desembocaduras fluviales en deltas de variada magnitud.

El elevado dinamismo de las corrientes marinas en su intercambio entre el Mediterráneo y el Atlántico genera una elevada heterogeneidad ambiental que se traduce en hábitats y ecosistemas únicos y singulares con una alta diversidad biológica y biomasa de recursos explotables.

La costa mediterránea se caracteriza por la proximidad de los relieves montañosos de los sistemas béticos, que se hunden directamente sobre el mar, y por la existencia de una red hidrográfica de poca longitud y con fuertes pendientes, debido a que los ríos salvan grandes desniveles en las escasas distancias que separan su nacimiento y su desembocadura. Como consecuencia, la plataforma continental tiene una anchura muy limitada con fondos rocosos, seccionada por numerosos cañones submarinos.



**Ilustración 4.3.** Sierra de Grazalema. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.



El clima es quizás uno de los máximos exponentes de variabilidad, no tanto por las temperaturas sino por el régimen de lluvias, muy generoso en el extremo occidental, donde se localiza uno de los máximos nacionales en la Cuenca del Guadiaro –llegándose localmente a superar los 2.000 mm de precipitación media anual–, y propio de un ambiente desértico en algunos sectores de la provincia almeriense, con valores inferiores a 200 mm.

Este mosaico de contrastes en la DHCMA se ve enriquecido por una acumulación de valores medioambientales que tienen su reflejo en la abundancia, diversidad y extensión de los espacios naturales protegidos a nivel autonómico, nacional o internacional. Entre ellos cabe destacar a dos de los parques más emblemáticos y extensos de Europa (Parque Natural de Los Alcornocales y Parque Nacional de Sierra Nevada), cinco Reservas de la Biosfera (Cabo de Gata-Níjar, Sierra de Grazalema, Sierra Nevada, Sierra de las Nieves y la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía/España-Marruecos, que a su vez engloba la Sierra de Grazalema y la Sierra de las Nieves) y siete humedales incluidos en el Convenio Ramsar (Salinas de Cabo de Gata, Albufera de Adra, Laguna de Fuente de Piedra –que con sus 1.311 ha es la mayor del territorio nacional–, Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Humedales Turberas de Padul, Reserva Natural Lagunas de Campillos y Reserva Natural Lagunas de Archidona).

#### **4.1.3. Sistema y subsistemas**

Atendiendo a criterios geográficos e hidrológicos, y teniendo en cuenta las unidades básicas de explotación de aguas superficiales y subterráneas, la planificación hidrológica ha dividido la demarcación en cinco zonas o sistemas, numerados del I al V desde el Oeste hacia el Este, cada uno de los cuales se encuentra a su vez subdividido en unidades menores, siendo un total de dieciséis subsistemas de explotación de recursos, coincidiendo a efectos de evaluación de los recursos naturales de la cuenca, las zonas hidrográficas con los subsistemas de explotación.

#### **4.1.4. Regulación de las Cuencas Hidrográficas**

La regulación de una cuenca hidrográfica consiste en adaptar el caudal de escorrentía a unas necesidades o demandas determinadas, es decir, almacenar el agua para después ir soltándola adecuadamente. Diferenciamos dos tipos de regulación:

- a) Regulación natural es la que se presenta intrínsecamente en la corriente fluvial sin ninguna intervención o modificación artificial sobre ella. Es debida a la interceptación del agua por las plantas y a su retención por parte del terreno. Esta regulación sólo permite aprovechar una mínima parte de los recursos hídricos naturales siendo, en España, esta disponibilidad natural del 9% de dichos recursos, mientras que, en Europa, la media es del 34%.
- b) Regulación artificial, se hace mediante obras hidráulicas que pretenden modular una parte o el total de los excedentes no regulados de modo natural. Se trata de restaurar los daños que en ellos se hayan producido (pérdida de la capacidad de desagüe, calidad del agua, etc.). Son acciones encaminadas a facilitar la circulación del agua, eliminando aterramientos y recuperando pendientes; limpiando y acondicionando los cauces; y revegetación mediante la creación de bosques de ribera que den estabilidad a los márgenes y morfología a los cauces, y encauzamientos para controlar inundaciones y avenidas.

Dentro de este último tipo está establecer embalses para acomodar el régimen natural a las necesidades, con lo cual se lograría disponer de más recursos, ya que la mayor parte de la escorrentía de nuestros ríos se produce durante el invierno y la primavera, cuando las necesidades de la demanda de agua son mínimas.

#### **4.1.5. Plan Hidrográfico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas 2015-2021**

El Plan Hidrográfico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, conforme a la DMA para el periodo de los años 2015-2021, pretende conseguir el buen estado y la adecuada protección de las masas de agua de la demarcación, la satisfacción de las demandas de agua y el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial. Estos objetivos han de alcanzarse incrementando las disponibilidades de agua, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

Para la consecución de estos objetivos la planificación hidrográfica se guiará por criterios de sostenibilidad en el uso del agua y contribuirá a paliar los efectos de las inundaciones y sequías. En este sentido, los planes hidrológicos han de recoger la identificación y delimitación de las masas de agua de su ámbito territorial.

#### 4.1.5.1. Identificación y Caracterización de las Masas de Agua Superficiales

El Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) define en su artículo 40bis la masa de agua superficial como una parte diferenciada y significativa de agua superficial como un lago, un embalse, una corriente, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

Las masas de agua superficial se clasifican en las categorías de río, lago, aguas de transición y aguas costeras, y según su naturaleza en naturales, artificiales o muy modificadas. A su vez, dentro de cada categoría las masas se clasifican por tipos.

Atendiendo a la Instrucción de Planificación Hídrica en la DHCMA se identifican 177 masas de agua superficial, de las cuales 133 son de la categoría río, 10 de la categoría lago, 7 son masas de agua de transición y 27 masas de aguas costeras. Asimismo, las 177 masas de agua superficial identificadas se dividen en 130 naturales, 43 muy modificadas y 4 artificiales.

Categoría	Naturaleza			Total
	Naturales	Muy modificadas	Artificiales	
Ríos	101	31	1	133
Lagos	7	0	3	10
Aguas de transición	3	4	0	7
Aguas costeras	19	8	0	27
TOTAL	130	43	4	177

**Tabla 4.1.** Masas de agua superficial. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.



**Ilustración 4.4** Masas de agua clasificadas por su naturaleza. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

A continuación se indica la localización y delimitación de las masas de agua superficial de la DHCMA definidas en cada una de las categorías, incluyendo su clasificación por tipos, así como su designación como artificiales o muy modificadas.

#### **A) Ríos**

Desde el punto de vista fluvial, la red hidrográfica de la DHCMA está constituida por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo. La superficie total de las cuencas mediterráneas incluidas en la demarcación es de 20.027 Km<sup>2</sup>.



**Ilustración 4.5.** Mapa de la Red Hidrográfica. Fuente: CEDEX, s.f.

Se distinguen tres tipos de redes, de fronteras no siempre bien definidas:

- Una integrada por los cursos más importantes: Guadiaro, Guadalhorce, Guadalfeo, Adra, Andarax y Almanzora.
- Otra cuyos cauces, frecuentemente de morfología “rambla” en los tramos medios y bajos, presentan en general un régimen de caudales caracterizado por su gran variabilidad (Guadalmedina, Vélez, Verde de Almuñécar, etc.).
- Una última, con disposición “en peine” perpendicular a la costa y compuesta por innumerables arroyos de fuerte pendiente, corto recorrido y aportes esporádicos.

El número de masas definidas en la categoría río es de 133, con una longitud acumulada de unos 2.129 km, de los que aproximadamente 1.793 km corresponden a masas naturales, 326 km a masas muy modificadas y 10 km a masas artificiales.

La longitud promedio de las masas de agua río de la demarcación son 16,3 km, siendo la masa de mayor longitud la del Alto Genal, con 74,2 km, y la de menor longitud el tramo correspondiente al Embalse del Tajo de la Encantada, con 1,9 km.

Cabe destacar la multiplicidad de ecotipos presentes en la demarcación, consecuencia de la elevada diversidad del medio físico y que tiene su lógica

traducción en términos ecológicos. Entre ellos, destaca la importante representación de corrientes fluviales en áreas de alta pluviosidad del sector occidental (ríos de serranías béticas húmedas), con precipitaciones que superan los 1.000 mm anuales y llegan a duplicar esa cifra.



**Ilustración 4.6.** Embalse del Guadalhorce. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

Junto a ellas, pero en el extremo opuesto de la Demarcación, los ríos mediterráneos muy mineralizados suelen asentarse en áreas de extrema aridez, en las zonas de menor pluviometría de todo el continente, en las que a unas condiciones litológicas favorables (presencia de evaporitas) se suman los procesos de concentración de las sales aportadas por el agua de lluvia.

Los ríos costeros mediterráneos son otra de las señas de identidad de este territorio, cuyo accidentado relieve, con imponentes macizos montañosos en la vecindad del litoral, favorece la formación de cursos de agua cuyo rápido descenso altimétrico fuerza una paralela evolución de los ecosistemas fluviales.

Descripción	Nº de masas
Ríos mineralizados mediterráneos de baja altitud	35
Ríos de baja montaña mediterránea silíceas	2

Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	25
Ríos de montaña silíceo	10
Ríos de montaña mediterránea calcárea	3
Ríos mediterráneos muy mineralizados	9
Ejes mediterráneos de baja altitud	4
Ríos costeros mediterráneos	27
Ríos de serranías béticas húmedas	16
Ríos de alta montaña	2
<b>Total</b>	<b>133</b>

**Tabla 4.2.** Tipos de las masas de agua de la categoría río. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

Por último, la presencia de Sierra Nevada, con el techo peninsular y una larga cuerda que supera la cota 3.000, determina que la DHCMA cuente con algunos de los Ríos de alta montaña más singulares y de mayor interés medioambiental de la UE.

Otra característica de la Demarcación es la presencia de áreas cerradas de carácter endorreico o semiendorreico. Suelen ser áreas de extensión reducida y constituyen depresiones en terrenos de baja permeabilidad, donde se retienen y encharcan las aguas que posteriormente se pierden por infiltración o, en su mayor parte, por evaporación, es decir, los lagos. Destaca la Laguna de Fuente de Piedra, la mayor del territorio nacional con sus 1.311 ha de extensión, en la provincia de Málaga.

### **B) Lagos**

En la DHCMA sólo existe una masa de agua continental que cumpla con el criterio estricto inicialmente establecido para su selección dentro de la categoría de lagos, es decir, que el polígono digitalizado supere las 50 hectáreas. La Laguna de Fuente de Piedra es la mayor de Andalucía y del territorio nacional, con 1.311 ha de extensión. Una ligera flexibilización del criterio de superficie justificó ya en primera instancia la selección de la Laguna Dulce, relativamente próxima a la anterior, que con sus 47 ha es la mayor de las Lagunas de Campillos.

Posteriormente, y debido al especial interés que presenta por su singularidad ecológica, se incorporó a la propuesta la Laguna de la Caldera, una de las de origen glaciar de la vertiente sur de Sierra Nevada, de tan sólo dos hectáreas de extensión

pero con una profundidad superior a 10 metros y situada a una altitud de 3.061 m sobre el nivel del mar.



**Ilustración 4.7.** Laguna de Fuente de Piedra. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

La recopilación de nuevos datos permitió constatar que otros dos cuerpos de agua de tipología lagunar (Laguna Nueva y Laguna Honda) también cumplen con el criterio ampliado, al superar cada uno las 8 hectáreas de superficie y los 3 metros de profundidad. La escasa separación entre ambas (130 metros), su misma tipología y las análogas presiones a que se ven sometidas aconsejó finalmente agruparlas en una única masa bajo la denominación de Albufera de Adra.

Además, la necesidad establecida en la Instrucción de Planificación Hidrológica de incorporar en esta categoría los humedales Ramsar llevó a ampliar el número de masas lago, incorporando todo el Complejo Lagunar de Campillos, las Lagunas de Archidona y las Turberas del Padul. A estas masas de agua se incorpora una artificial correspondiente al Embalse del Tomillar, utilizado para abastecimiento de Málaga capital y situado sobre un pequeño afluente del río Campanillas.

Por último, se añaden dos masas de agua artificiales, la Cañada de las Norias y el Embalse de El Castañar. La primera de ellas, situada en un sector endorreico del Campo de Dalías, tiene su origen al principio de la década de los ochenta como consecuencia de la inundación, por afloramiento del nivel freático, de las extensas canteras anteriormente utilizadas para la extracción masiva de arcillas y limos como substrato para los cultivos bajo plástico y enarenados; el progresivo abandono de los bombeos del Acuífero Superior Central, por su pésima calidad y alta salinidad, unido a los aportes superficiales en periodos lluviosos, terminó generando un humedal de casi 140 hectáreas y calados máximos próximos a los 15 metros. Por su parte, el Embalse de El Castañar, inicialmente para uso de riego, es un embalse localizado sobre un pequeño afluente del río Nacimiento que desde su ampliación en el año 2010 está destinado también a abastecimiento urbano.

Descripción	Nº de masas
Alta montaña meridional	1
Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, grande	1
Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño	1
Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	1
Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, temporal	2
Interior en cuenca de sedimentación, asociado a turberas alcalinas	1
Lagunas litorales sin influencia salina	1
Monomítico, silíceo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos	1
Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos	1
<b>Total</b>	<b>10</b>

**Tabla 4.3.** Tipos de las masas de agua de la categoría lago. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

En definitiva, el número total de masas de la categoría lago es de diez, con una superficie global de 22,14 km<sup>2</sup>, por lo que la superficie promedio es de 2,21 Km<sup>2</sup>, siendo de naturaleza artificial: El Tomillar, Cañada de las Norias y Embalse el Castañar, mientras que los demás son naturales (Complejo Lagunar de Campillos, Laguna Salada de Campillos, Laguna de Archidona. Laguna Fuente de Piedra, Laguna de la Caldera, Turberas de Padul y Albufera de Adra).

### C) Aguas costeras

Las aguas costeras de la DHCMA tienen, tal y como establece el Decreto 357/2009, como límite oeste la línea con orientación 215° que pasa por el Puerto de la Rada, en el término municipal de Tarifa, y como límite este la línea con orientación 122°, que pasa por el Puntazo de los Ratones al norte de la desembocadura del río Almanzora.

Como límite externo de las aguas costeras se ha definido una línea situada a una distancia de una milla náutica mar adentro desde la Línea de Base Recta (LBR) que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales, tal y como se recoge en el Real Decreto 2510/1997. La LBR está perfectamente definida para todas las masas de agua exceptuando la zona de la Bahía de Algeciras, debido a la presencia de Gibraltar, donde en lugar de la LBR se ha tomado el cero hidrográfico según las cartas náuticas 445 A Bahía de Algeciras y 453 De Punta Europa a la Torre las Bóvedas.

Para determinar el límite interior, se han seguido los criterios descritos para las masas de agua de transición. El número total de masas de la categoría aguas costeras es de 27, con una superficie global de 2.066,2 km<sup>2</sup>. A continuación se muestran todas las masas de agua de categoría aguas costeras con su naturaleza y el código de su tipología.

Descripción	Nº de masas
Aguas costeras mediterráneas no influenciadas por aportes fluviales, profundas arenosas	1
Aguas costeras mediterráneas no influenciadas por aportes fluviales, profundas rocosas	1
Aguas costeras mediterráneas no influenciadas por aguas atlánticas	18
Aguas costeras mediterráneas de renovación alta	7
<b>Total</b>	<b>27</b>

**Tabla 4.4.** Tipos de las masas de agua de la categoría aguas costeras. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

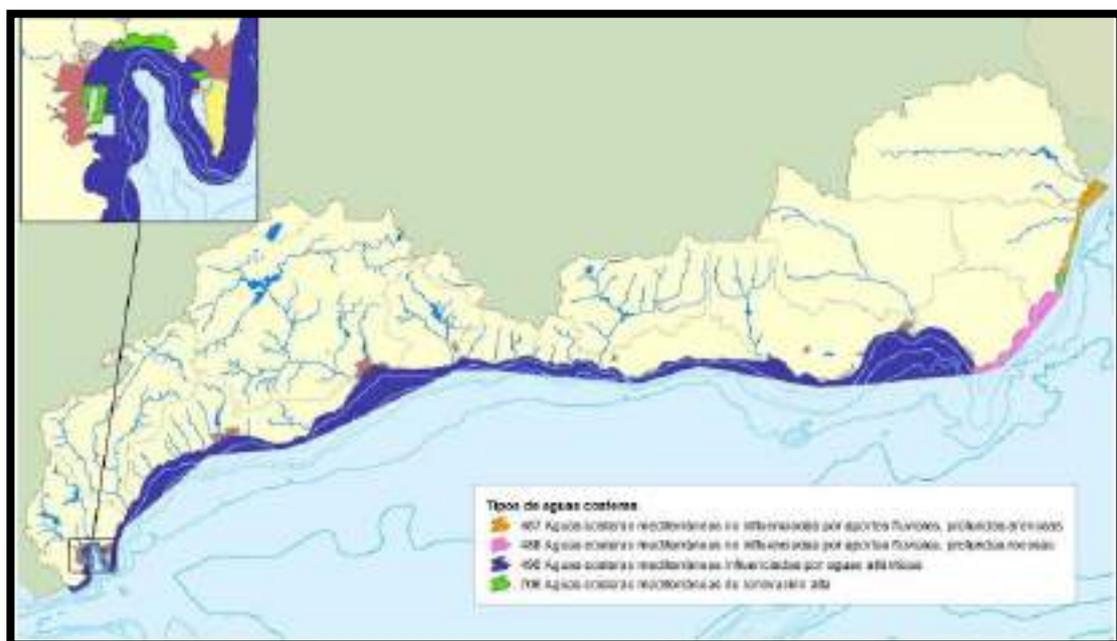
Los factores determinantes en el establecimiento de las tipologías han sido la influencia del Estrecho, los aportes recibidos de agua dulce y las características del sustrato. Así, se han diferenciado como tipologías en las masas costeras en la DHCMA:

- Aguas costeras mediterráneas influenciadas por aguas atlánticas, donde se encuadran la mayoría de masas costeras de la vertiente.

- Aguas costeras mediterráneas sin influencia atlántica, no influenciadas por aportes fluviales y profundas, que se caracterizan por su sustrato, bien arenoso, bien rocoso.

Con carácter adicional se define también una tipología de aguas costeras mediterráneas de renovación alta que se corresponde con masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos.

La superficie promedio de las masas de agua costeras de la Demarcación son 76,5 km<sup>2</sup>.



**Ilustración 4.8.** Masas de aguas costeras clasificadas por su tipología. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

#### D) Aguas de transición

Al contrario que para las masas de agua de las categorías río y lago, en la actualidad no existe un documento a nivel nacional que sintetice la metodología para la tipificación de las masas de agua de transición. De los factores obligatorios, sólo el régimen mareal y la salinidad proporcionaron la posibilidad de tipificar internamente las aguas de transición de la DHCMA. Sin embargo, la falta de datos con la suficiente periodicidad determinó como factor fundamental en la discriminación el régimen mareal.

El criterio hidromorfológico (proporción de superficie intramareal y submareal) ha sido el factor más utilizado para las zonas estuarinas y marismas, mientras que para las albuferas mediterráneas se utiliza el criterio de salinidad. No obstante, dado el carácter de mar micromareal (rango de marea inferior a 1 m en mareas vivas equinocciales) y la cercana presencia de los relieves Béticos, existen pocas aguas de transición en la fachada mediterránea de las costas andaluzas.

En la práctica su presencia se limita, por una parte, a las desembocaduras de algunos ríos (Palmones, Guadarranque, Guadiaro, etc.) del sector occidental, donde la proximidad del Atlántico incrementa un poco el rango mareal (sin llegar a ser mesomareales) y facilita la definición de algunos tramos estuarinos, a veces, con marismas asociadas; y, por otra parte, encontramos la presencia de albuferas, normalmente aisladas de la influencia marina directa por formaciones arenosas litorales (playas barrera, flechas litorales, acumulaciones deltaicas, etc.), pero que mantienen una conexión temporal, artificial o indirecta –infiltración– con las aguas marinas.

A continuación se recogen sus masas, teniendo en cuenta que son muy modificadas el Estuario del Guadarranque, las Marismas de Palmones, las Salinas de los Cerillos y la Albufera de Cabo de Gata, en cambio, son naturales el Estuario del Guadiaro, los Charcones de Punta Entinas y la Desembocadura del Guadalhorce.

Tipologías	Nº de masas
Estuario mediterráneo micromareal con cuña salina	3
Estuario mediterráneo sin cuña salina	1
Lagunas costeras mediterránea con aportes bajos de agua dulce	2
Salinas	1
<b>Total</b>	<b>7</b>

**Tabla 4.5.** Tipos de las masas de agua de la categoría aguas de transición. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

### **E) Masas de agua superficial artificiales y muy modificadas**

En la Demarcación se han designado un total de 43 masas de agua muy modificadas: 31 pertenecientes a la categoría río, 8 a las aguas costeras y 4 a las aguas de transición.

El número de masas de agua superficial de la categoría río muy modificadas representa un 23% respecto al total de masas de agua superficial de la categoría río



definidas en el ámbito territorial de la DHCMA. De estas masas 14 son embalses, mientras que el resto debe su designación a la alteración hidrológica que se da por la regulación de caudales aguas abajo de los mismos y a la presencia de tramos canalizados o encauzados. La longitud de esas masas es de unos 327 km, que suponen a su vez casi un 16% de la longitud total de los ríos.

En cuanto a las de transición, la regulación parcial de las cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones, mediante los embalses de Guadarranque y Charco Redondo respectivamente, ha producido desequilibrios en las zonas de desembocadura que han visto altamente transformada su morfología, por lo que éstas han sido designadas como masas de agua muy modificadas.

Por otra parte, las Salinas de los Cerrillos, incluida dentro del Parque Natural Punta Entinas-Sabinar, y la Albufera de Cabo de Gata contienen salinas que abarcan gran parte de la superficie intermareal, por lo que también se designan como muy modificadas.

Por ello, las zonas corresponderían a los principales puertos de la Bahía de Algeciras (Algeciras y La Línea) y la desembocadura del Guadarranque, así como los puertos de Málaga, Motril, Almería y Carboneras.

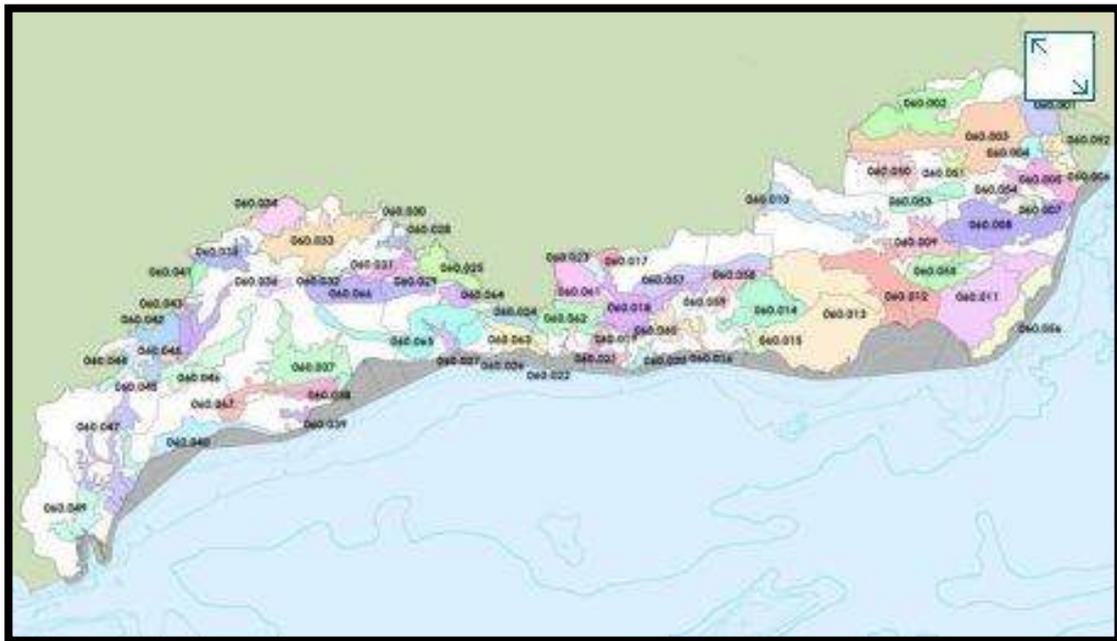
Por último, las masas de agua continentales artificiales en la Demarcación son el canal de drenaje de la Laguna Herrera, que pertenece a la categoría río, los embalses del Tomillar y El Castañar, destinados a abastecimiento y que pertenecen a la categoría lago, y el humedal de la Cañada de las Norias, también perteneciente a la categoría lago. Estas dos últimas han sido incorporadas como masas de agua en el nuevo ciclo de planificación.

#### **4.1.5.2. Identificación y Caracterización de las Masas de Agua Subterráneas**

La DMA define las aguas subterráneas como todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo. Y la masa de agua subterránea como el volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos. En toda España suponen 174.745 km<sup>2</sup>, con una explotación media anual de 5.532 hm<sup>3</sup> al año. En Andalucía, la DHCMA es la que sostiene mayor número de acuíferos (67), que suponen un área aproximada superior a los 10.300 km<sup>2</sup>. En la Demarcación

Hidrográfica del Guadalquivir el número de acuíferos es menor, si bien la superficie total es superior (14.288 km<sup>2</sup>).

Estas reservas de agua, que toman especial importancia como reservas estratégicas de recursos hídricos en períodos de sequía, son una de las principales fuentes de suministro para el uso doméstico (mediante pozos o manantiales) y para su aprovechamiento por parte de actividades económicas como la agricultura, la ganadería y la industria, por lo que suelen estar sometidos a sobreexplotación, a intrusión de aguas marinas y ser susceptibles de contaminación (por nitratos, fertilizantes, etc.). Asimismo, constituyen por sí mismos ecosistemas acuáticos de gran importancia que desempeñan un papel fundamental a la hora del mantenimiento de ecosistemas ribereños y zonas húmedas.



**Ilustración 4.9.** Masas de agua subterráneas. Fuente: Junta de Andalucía, s.f.

En la DHCMA se han identificado 67 acuíferos que se distribuyen entre 21 de carácter carbonatado, 16 detríticas, 22 formadas por acuíferos de ambos tipos (mixtas) y otras 8 masas que están constituidas por acuíferos de baja permeabilidad.

El número de masas de agua subterránea con ecosistemas acuáticos dependientes es de 47, 16 de ellas con humedales, 30 con tramos fluviales en la masa y 23 con tramos fluviales aguas debajo de la masa.

## 5. CAMPOS DE GOLF DE LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL: SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN Y UNIDADES HIDROGRÁFICAS

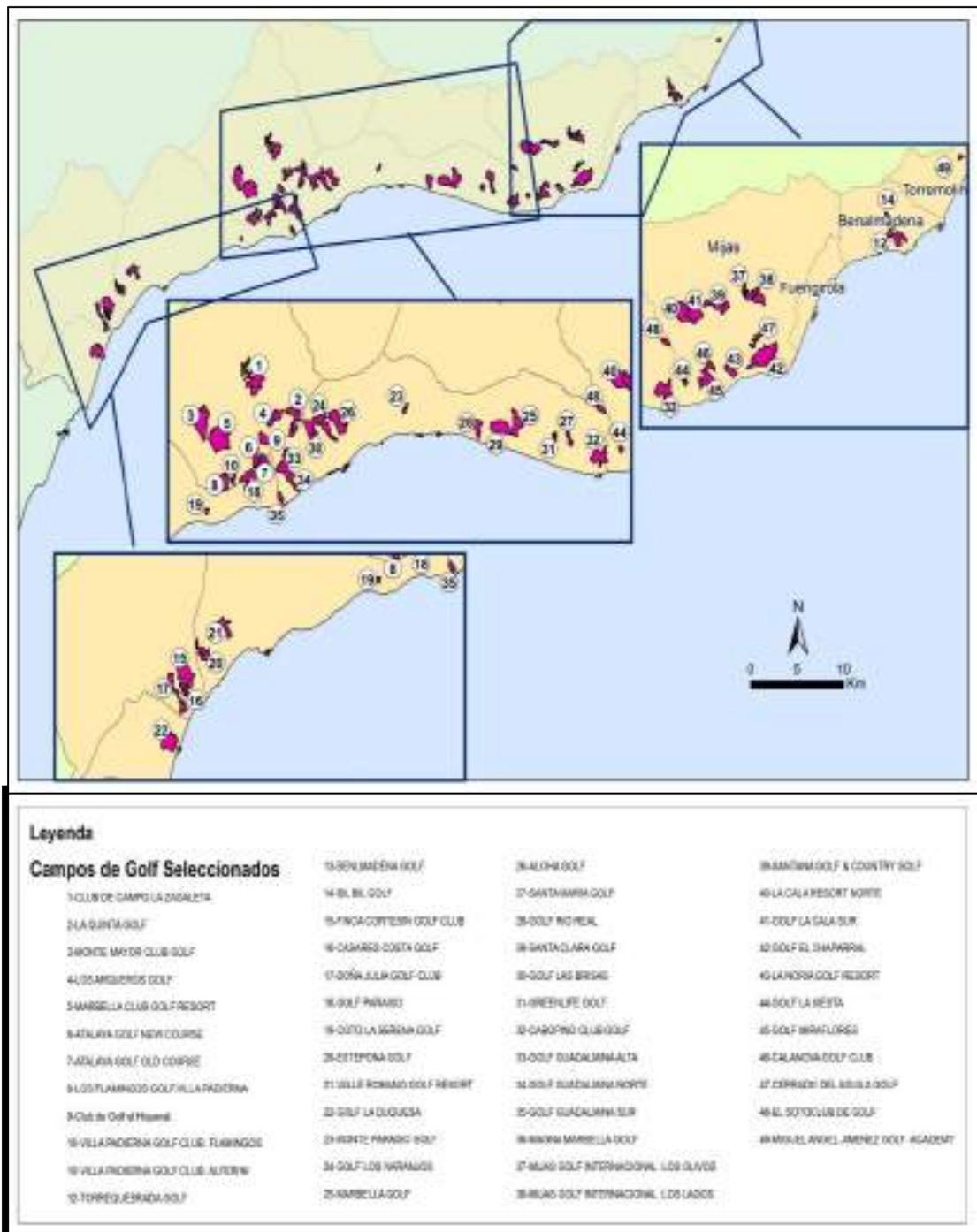
Los campos de golf ubicados en la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental, a octubre de 2017, son cuarenta y ocho, pertenecientes a cuarenta empresas, como quedan recogidos por municipios en la Tabla 5.1.

CAMPOS DE GOLF POR MUNICIPIOS		
<b>Benahavís (6 campos / 5 empresas)</b>	La Quinta Golf & Country Club	
	Los Arqueros Golf & Country Club	
	Club de Campo La Zagaleta	a. Los Barrancos
		b. La Zagaleta
	Marbella Club Golf Resort	
	Club de Golf EL Hiqueral	
<b>Benalmádena (3)</b>	Benalmádena Golf	
	Bil Bil Golf	
	Torrequebrada Golf	
<b>Casáres (3)</b>	Finca Cortesín Golf Club	
	Casares Costa Golf	
	Doña Julia Golf Club	
<b>Estepona (6 campos / 5 empresas)</b>	Club de Golf El Coto	
	Valle Romano Golf Resort	
	Estepona Golf Club	
	Atalaya Golf & Country Club	a. Old Course
		b. New Course
El Paraíso Golf Club		
<b>Fuengirola (0)</b>	No tiene campos de golf	
<b>Istán (0)</b>	No tiene campos de golf	
<b>Manilva (1)</b>	La Duquesa Golf & Country Club	
<b>Marbella (15 campos / 12 empresas)</b>	Cabopino Golf	
	Santa María Golf & Country Club	
	Greenlife Golf	
	Marbella Golf & Country Club	

	Aloha Golf	
	Real Club de Golf Las Brisas	
	Magna Marbella Golf	
	Los Naranjos Golf Club	
	Real Club de Golf Guadalmina	<i>a. Campo Norte</i>
		<i>b. Campo Sur</i>
	Villa Padierna Golf Club	<i>a. Tramoses</i>
		<i>b. Alferini</i>
		<i>c. Flamingos</i>
Río Real Golf & Hotel		
Santa Clara Golf Marbella		
<b>Mijas (12 campos / 9 empresas)</b>	Mijas Golf Internacional	<i>a. Los Lagos</i>
		<i>b. Los Olivos</i>
	El Chaparral Golf Club	
	La Cala Resort	<i>a. Campo América</i>
		<i>b. Campo Asia</i>
		<i>c. Campo Europa</i>
	La Noria Golf & Resort	
	Calanova Golf Cub	
	Club de Golf La Siesta	
	Santana Golf	
	Miraflores Golf	
	Cerrado del Águila Golf	
<b>Ojén (1)</b>	El Soto Club de Golf	
<b>Torremolinos (1)</b>	Miguel Ángel Jiménez Golf Academy	

**Tabla 5.1.** Campos de Golf en la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar tanto en la Ilustración 5.1 como en la Ilustración 5.2 todos los campos de golf a investigar se concentran en una reducida área geográfica, como en ningún lugar de Europa.



**Ilustración 5.1.** Mapa de localización de los campos de golf en la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental. Fuente: Elaboración propia.

Además, estos cuarenta y ocho campos de golf se concentran en un área muy reducida de la Cuenca Mediterránea Andaluza, como queda reflejado en la Ilustración 5.2.



**Ilustración 5.2.** Mapa de localización de los campos de golf de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental en la DHCMA. Fuente: Elaboración propia.

### 5.1. Caracterización del Sistema y Subsistema de la DHCMA donde se localizan los campos de golf seleccionados

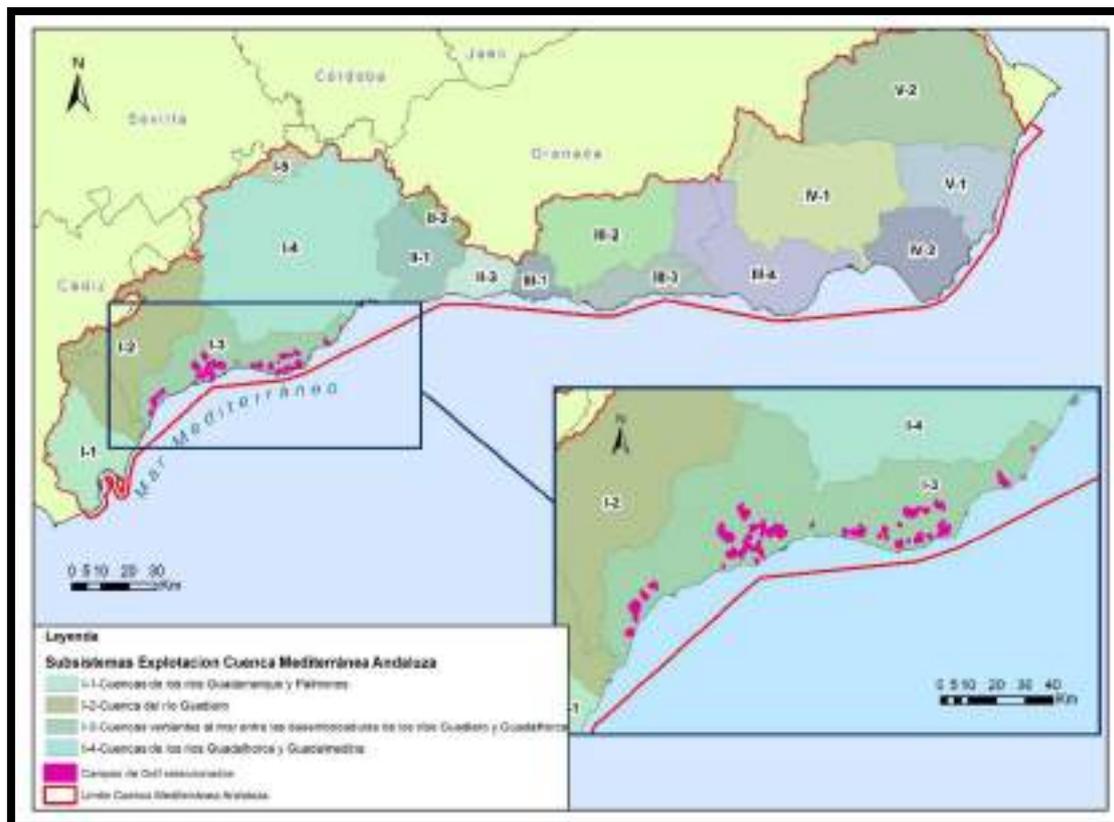
Tal y como ya se ha definido con anterioridad, Andalucía se encuentra dividida en diferentes cuencas hidrográficas, siendo la DHCMA la cuenca en la que se enmarca la provincia de Málaga. Dicha Demarcación se ha dividido en cinco sistemas, y éstas a su vez en dieciséis subsistemas, atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales.

SISTEMA	SUBSISTEMA
I.- SERRANIA DE RONDA	I-1 Cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones I-2 Cuenca del río Guadiaro <b>I-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce</b> I-4 Cuencas de los ríos Guadalhorce y Guadalmedina I-5 Cuenca endorreica de Fuente de Piedra
II.- SIERRA TEJEDA-ALMIJARA	II-1 Cuenca del río Vélez II-2 Polje de Zafarraya II-3 Cuencas vertientes al mar entre la desembocadura del río Vélez y el río de la Miel, incluido este último
III.- SIERRA NEVADA	III-1 Cuencas vertientes al mar entre el río de la Miel y el río

	<p>Guadalfeo</p> <p>III-2 Cuenca del río Guadalfeo</p> <p>III-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadalfeo y Adra</p> <p>III-4 Cuenca del río Adra y acuífero del Campo de Dalías</p>
IV.- SIERRA DE GADOR-FILABRES	<p>IV-1 Cuenca del río Andarax</p> <p>IV-2 Comarca natural del Campo de Níjar</p>
V.- SIERRA DE FILABRESESTANCIAS	<p>V-1 Cuencas de los ríos Carboneras y Aguas</p> <p>V-2 Cuenca del Almanzora</p>

**Tabla 5.2.** Sistemas y subsistemas en la DHCMA. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

Los numerosos campos de golf de este estudio se encuentran localizados en el Sistema I de la Serranía de Ronda y dentro de éste en el Subsistema de Explotación I-3 denominado “Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce”, es decir, que todos los campos de golf de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental se ubican dentro de la DHCMA, el subsistema I-3, de 980,39 Km<sup>2</sup> de superficie (Ilustración 5.3).



**Ilustración 5.3.** Mapa de localización de los campos de golf seleccionados sobre la DHCMA y su subsistema. Fuente: Elaboración propia.

Los recursos hídricos disponibles en la DHCMA están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (naturales, reutilización, desalación, etc.), así como por los recursos hídricos externos (transferencias), de tal forma que los recursos hídricos totales con los que cuenta la Demarcación ascienden a 1.092,8 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 109,03 hm<sup>3</sup>/año son los correspondientes al subsistema I-3, donde se encuentran la zona de estudio (Tabla 5.3).

	Recursos Propios						Transferencias		Recursos Netos
	Superficiales		Subterráneos	Desalación	Reutilización	Total	Interna	Externa	
	Regulados	Fluyentes							
I-3	45,33	5,09	41,40	8,58	7,34	107,73	1,3	0,00	109,03

**Tabla 5.3.** Recursos Hídricos disponibles en el subsistema I-3 de la DHCMA (hm<sup>3</sup>/año) en 2015. Fuente: Adaptado de Junta de Andalucía, 2015.

De estos recursos hídricos, según el Plan Hidrográfico de la DHCMA, cabe destacar que los recursos procedentes de la desalación se están infrautilizando ampliamente en la Demarcación por razones económicas. La pasada crisis económica hizo que en 2015 no se alcanzaran los 184 hm<sup>3</sup> previstos de recursos anuales procedentes de la desalación y hagan tambalearse las previsiones para 2027 de alcanzar los 244 hm<sup>3</sup>. En su lugar se están sobreexplotando los recursos subterráneos dando lugar a grandes déficits en algunas zonas.

En este sentido, entre los recursos alternativos con que cuenta la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental, en el subsistema I-3 de los recursos hídricos disponibles, los 8,58 hm<sup>3</sup>/año de agua procedente principalmente de la planta desaladora de Marbella, gestionada por la empresa pública ACOSOL, posee capacidad para producir 56.000 metros cúbicos diarios, lo que supone unos 20 hectómetros cúbicos anuales (ACOSOL, 2017).

Este dato es destacable ya que actualmente en toda la extensión de la DHCMA solo hay 3 desaladoras en funcionamiento o previstas, siendo la de Marbella<sup>5</sup> la que en

<sup>5</sup> La planta desaladora de Marbella es capaz de generar el agua que se necesita en los 11 municipios a los que da de beber el embalse de La Concepción cuando éste alcanza niveles mínimos ante la ausencia de lluvias. Sin embargo, esta infraestructura tiene un alto coste energético, por lo que la empresa de aguas ACOSOL, la sociedad estatal Acuamed y la empresa Hydranautics suscribieron un acuerdo para la puesta en marcha de una planta piloto dentro de las instalaciones de la desaladora, de 15

servicio ayuda a mantener el balance hídrico en sistemas y subsistemas donde la demanda de recursos hídricos es elevada.

Desaladora	Ubicación	Hm <sup>3</sup> /año	Estado	Tecnología
De Marbella	Marbella	20	En servicio (2005)	Ósmosis inversa
De Mijas-Fuengirola	Mijas	20 (ampliables a 40)	Prevista (2027)	Ósmosis inversa
Del Bajo Guadalhorce	Málaga	30	Prevista (2019)	-
*Desalobrador El Atabal	Málaga	60	En servicio (2005)	Ósmosis inversa

**Tabla 5.4.** Principales instalaciones actuales y previstas de desalación de agua de mar. Fuente: Adaptado de Junta de Andalucía, 2015.

Precisamente, debido al permanente aumento de la población de la comarca y dada la irregularidad de las precipitaciones en un clima mediterráneo como el que disfrutamos, la acumulación de varios años secos consecutivos siempre dará lugar a problemas de falta de agua, en cuyo momento la Desaladora constituye una garantía de suministro, paliando la posibilidad de restricciones y dotando a ACOSOL de más capacidad para garantizar no solo las demandas actuales de agua sino también las derivadas del crecimiento de la población en años venideros.

Por otro lado, en el análisis de los datos del balance hídrico de la DHCMA, del total de agua aportada a través de la reutilización en cada uno de los subsistemas del Sistema I, destacan los subsistemas I-3 y I-4 en los cuales, del total de recursos con los que cuentan, el 6,7% y 3,48% respectivamente, provienen del reciclado del agua para su utilización nuevamente y cubrir las demandas hídricas del sistema.

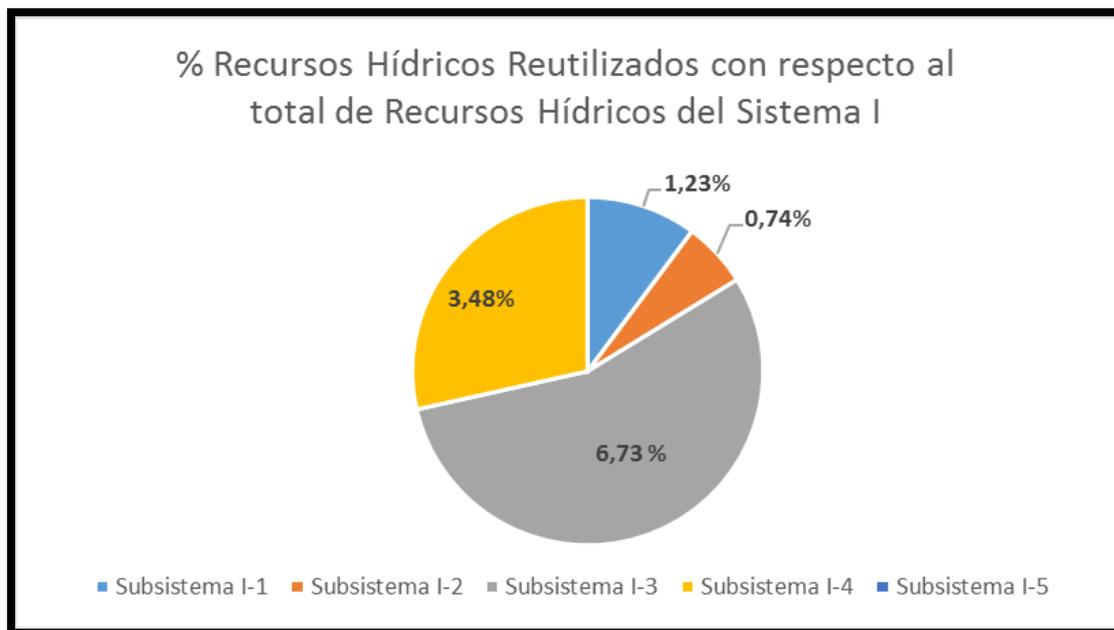
Dentro del balance y análisis de los recursos hídricos de la DHCMA, y más concretamente el subsistema I-3, hay que tener en cuenta tanto los impactos positivos, como por ejemplo la utilización de métodos de desalación y reutilización del agua

---

metros de alto y 2,5 de ancho, donde se están realizando las pruebas de ultrafiltración, es decir, donde se elimina la suciedad con la que llega el agua, y la ósmosis inversa, donde tiene lugar la desalación del agua de mar. La investigación ha acertado con un sistema híbrido de filtros (membranas en espiral) que es capaz producir más agua desalada, a una presión más baja y, por tanto, con un menor coste energético.

disponible, tal y como se acaba de exponer, así como los impactos negativos o presiones que se ejercen sobre la cuenca.

Estas presiones sobre la DHCMA se encuentran analizadas dentro del anejo 7 del PHCMA, donde se estudian las presiones según su origen (difusas, puntuales, etc.) así como el uso del suelo que puede afectar al estado de los recursos hídricos de la cuenca, siendo estos principales usos del suelo en la DHCMA a tener en cuenta los que se muestran en la Tabla 5.5.



**Ilustración 5.4.** Porcentaje de los Recursos Hídricos de origen reutilizados con respecto al total de recursos con los que cuentan de cada uno de los Subsistemas del Sistema I de la DHCMA. Fuente: Elaboración propia. Datos del PHCMA 2015-2021.

USOS DEL SUELO	SUPERFICIE	
	Km <sup>2</sup>	%
Agricultura de secano	4.321,7	24,1%
Agricultura de regadío	1.408,8	7,9%
Pastizales	5.383,0	30,0%
Otros usos naturales	5.274,4	29,4%
Zonas urbanas	435,3	2,4%
Campos de golf	54,7	0,3%
Vías de comunicación	51,3	0,3%



Zonas industriales	67,7	0,4%
Otros	947,5	5,3%

**Tabla 5.5.** Porcentajes del uso del suelo en la DHCMA. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

Tal y como se puede observar, destaca la importancia de los usos agrícolas, distribuidos prácticamente por toda la DHCMA exceptuando el sector más occidental. Sin embargo, en cuanto a los usos relacionados con el desarrollo urbanístico (zonas urbanas y campos de golf) se concentran de manera reseñable en toda la Costa del Sol Occidental.

## 6. ANÁLISIS DEL BALANCE HÍDRICO DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN Y UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS EN LAS QUE SE UBICAN LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS

### 6.1. Balance Hídrico Actual en las Cuencas Hidrográficas Españolas

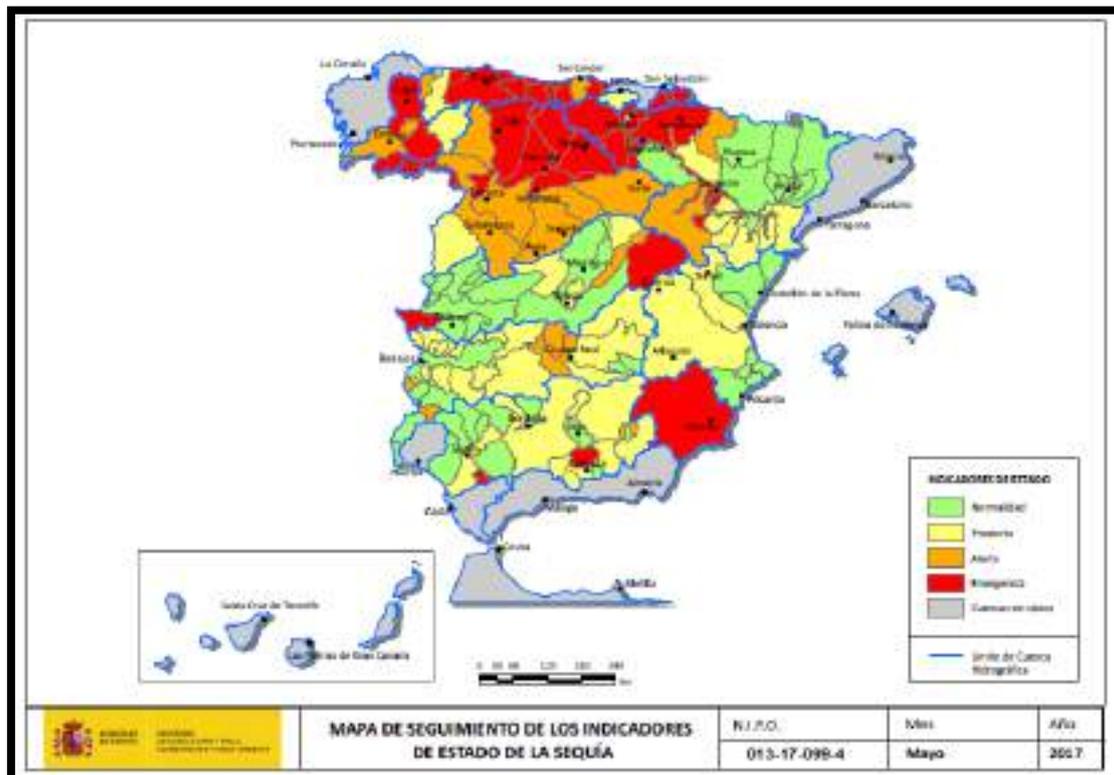
La situación actual del balance hídrico de los Sistemas de Explotación de las Reservas en España, según fuentes del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a 4 de julio de 2017, es de 29.407 hm<sup>3</sup>, por lo que la reserva hidráulica española está al 52,5% de su capacidad total. La Cuenca Mediterránea Andaluza se encuentra por debajo de este porcentaje, concretamente, al 44,4%.



**Ilustración 6.1.** Reserva hidráulica española. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017a.

De los 29.407 hm<sup>3</sup> de agua almacenada en los embalses de nuestro país, la Cuenca Mediterránea Andaluza, con una capacidad total de almacenaje de 1.174 hm<sup>3</sup>, posee un total de 521 hm<sup>3</sup>, frente a una media de 671 hm<sup>3</sup> en los diez últimos años, e incluso, el año anterior, en julio, aún contaba con una reserva embalsada mayor, concretamente, 533 hm<sup>3</sup> (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017a). Este dato es más que preocupante ya que los años hidrológicos 2013/14, 2014/15, 2015/16 y 2016/17 fueron bastante secos en general, especialmente 2014/15.

A pesar de estos datos preocupantes, no se puede valorar el grado de sequía de la Cuenca Mediterránea Andaluza pues no se dispone de datos actualizados, tal y como se puede observar en la Ilustración 6.2.



**Ilustración 6.2.** Mapa de seguimiento de los indicadores de estado de la sequía en España. Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017b.



## **6.2. Balance Hídrico Actual y Previsiones de la Cuenca Mediterránea Andaluza**

En base a los datos expuestos anteriormente del balance hídrico de las cuencas españolas, la Cuenca Mediterránea Andaluza, también a fecha de julio de 2017, se encuentra como la tercera cuenca hidrográfica con menor reserva hídrica del país. Este hecho viene justificado, en parte, por las características climatológicas e hidrológicas de la Cuenca Mediterránea Andaluza que hacen que la situación de escasez de agua sea un problema permanente en amplios sectores de la misma.

Dicha situación tiene en primer lugar una componente estacional, común para toda la Cuenca, que está originada por la práctica inexistencia de precipitaciones durante, al menos, tres meses al año. Este hecho justifica que los estiajes de los manantiales y de los cursos de agua sean muy acusados, coincidiendo además con el periodo de mayores consumos. Pero cuando a este rasgo estacional se suma la circunstancia de varios años consecutivos con escasez de precipitaciones, es cuando el fenómeno de la sequía provoca situaciones más dramáticas, especialmente en los sectores con insuficiente o nula capacidad de regulación superficial.

Por todo ello, dentro de la Cuenca Mediterránea Andaluza, y debido principalmente a sus características climáticas, tal y como se acaba de indicar, la zona de la Costa del Sol ha sido una de las que más ha sufrido los efectos de la sequía en las últimas décadas. Razón por la que, desde la Junta de Andalucía, se procedió a establecer en 2005 un plan específico para 18 municipios de la costa malagueña que obligó a la adopción de medidas restrictivas en el consumo del agua.

Actualmente, y en cumplimiento del Plan Hidrológico Nacional, la Cuenca Mediterránea ha aprobado su Plan de Actuación ante una Eventual Sequía (PAES), que servirá como referencia obligada por la Administración a la hora de tomar medidas en una situación de sequía.

Dentro de este plan se contempla la actividad de los campos de golf como demanda sectorial analizada de forma independiente debido a la importancia socioeconómica que representa esta actividad y que debe tenerse en cuenta a la hora de tomar medidas en casos excepcionales de sequía, al igual que otros sectores demandantes de recursos hídricos como el agrícola o el industrial.

Por tanto, y en base a las características anteriormente descritas, conocer el balance hídrico de la DHCMA, en cuanto a demandas y recursos con los que dispone,

es muy importante, debido a que este balance permitirá establecer una correcta gestión de los recursos hídricos. Además, y en este sentido de planificación y gestión, no es solo importante conocer la situación actual del balance, sino también realizar una estimación de los recursos en años venideros.

En el Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza de 2015-2021 se realiza este balance hídrico de cada uno de los sistemas y subsistemas de la cuenca de la situación actual de los recursos y demandas, así como el balance de horizontes de futuro (años 2021 y 2027). En la Tabla 16.2 se expresan dichos balances hídricos para el Sistema I, donde se localiza el subsistema I-3 en el cual se ubican los campos de golf objeto de estudio.

Tal y como se puede observar, en el balance hídrico actual del subsistema I-3, los recursos regulados son los que principalmente aportan al subsistema (especialmente el Embalse de la Concepción de Istán), seguidos de los recursos subterráneos.

En la Tabla 16.1 se recogen las masas de agua que se localizan en el subsistema I-3, siendo muchas de ellas compartidas con otros subsistemas. Al calcular los índices de explotación de cada una de estas masas de agua localizadas en el subsistema I-3, destaca la masa de agua del Río Fuengirola, la cual es exclusiva del I-3, ya que su índice se aproxima al de la masa de agua de mayor extensión del área de estudio, la de Marbella-Estepona.

MASA DE AGUA		SIS TE MA	SUBSISTE MAS	SUPERFI CIE (km <sup>2</sup> )	Recurso disponible (hm <sup>3</sup> /año)	Extraccio nes (hm <sup>3</sup> /año)	Índice de explota ción	Municipios del Área de Estudio
CÓDIGO	NOMBRE							
ES060MSBT060.037	Bajo Guadalhorce	I	I-3 Y I-4	359,84	28,88	27,63	0,96	Torremolinos
ES060MSBT060.038	Sierra De Mijas	I	I-3 Y I-4	96,93	17,99	34,62	1,92	Torremolinos, Benálmadena y Mijas
ES060MSBT060.039	Río Fuengirola	I	I-3	25,72	70,2	8,06	1,12	Mijas y Fuengirola
ES060MSBT060.040	Marbella- Estepona	I	I-2 y I-3	222,68	18,9	23,25	1,23	Mijas, Marbella, Benahavis, Estepona, Casares y Manilva
ES060MSBT060.046	Sierra de las Nieves – Prieta	I	I-2, I-3 y I-4	219,87	15,42	0,99	0,06	
ES060MSBT060.047	Guadiario-Genal- Hozgarganta	I	I-1,I-2 y I-3	239,66	12,8	12,32	0,96	Casares y Manilva

**Tabla 6.2.** Masas de agua localizadas en el subsistema I-3 y los municipios del área de estudio que se ubican en cada una de estas masas de agua. Fuente: Elaboración propia. Datos del PHCMA 2015-2021.

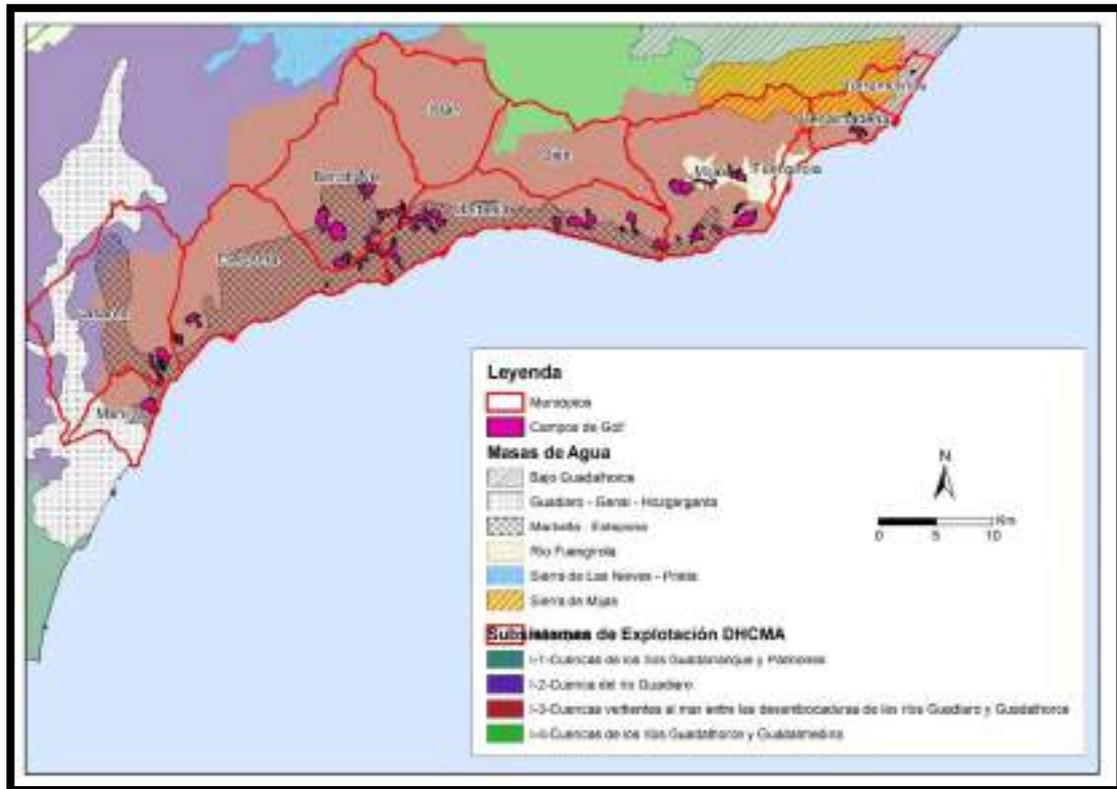


En la Tabla 6.3 se localizan todas las masas de agua del subsistema I-3 con los municipios y los campos de golf seleccionados para este estudio. En ella se puede ver como la masa de agua de Marbella-Estepona ocupa la mayor extensión dentro del subsistema I-3 y por tanto, el mayor número de campos de golf seleccionados se encuentran sobre ella. Sin embargo cabe destacar, tal y como ya se mencionó anteriormente con el análisis del índice de explotación de las masas de agua, la masa correspondiente al Río Fuengirola, sobre la cual se localizan casi la mitad de los campos de golf seleccionados del municipio de Mijas.

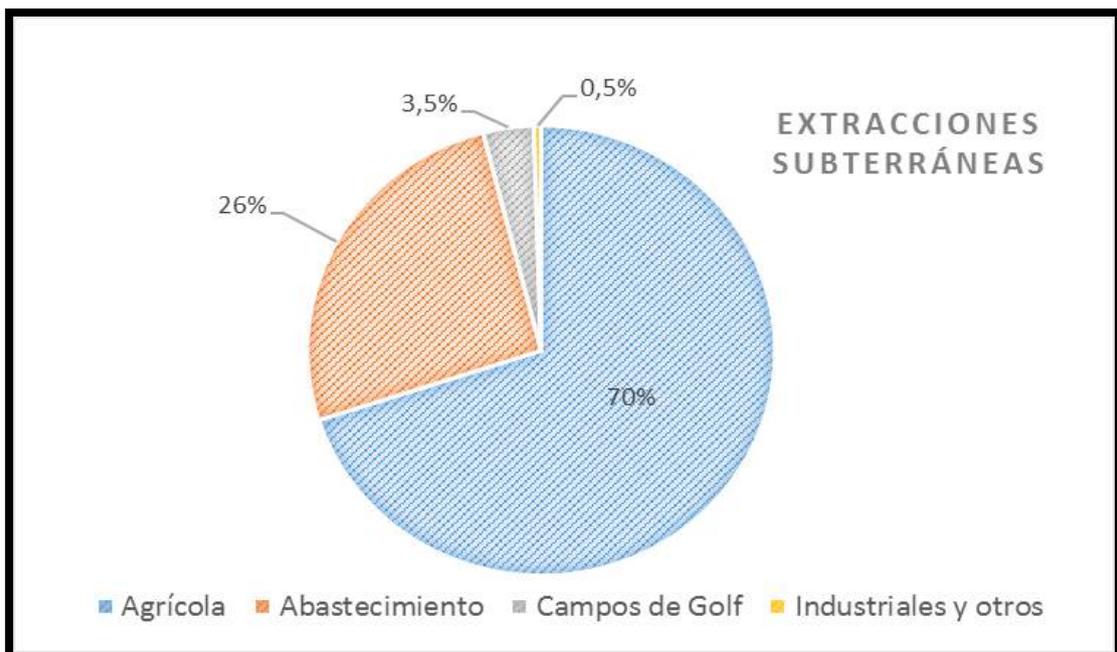
BALANCE DE RECURSOS Y DEMANDAS EN LA SITUACIÓN ACTUAL (hm <sup>3</sup> /año)																					
RECURSOS DISPONIBLES UTILIZADOS															BALANCE						
RECURSOS PROPIOS										TRANSFERENCIAS		Recursos netos	DEMANDAS						Infradotación	Demandas insatisfechas	Sobreeplotación
Superficiales		Subterráneos	Desalación	Reutilización	Totales	Internas	Externas	Urbanas	Regadío	Ganadería	Golfy otros		Industria	Totales							
Regulados	Fluyentes																				
I-1	49.34	3.05	1.55	0.00	0.69	54.63	0.00	1.55	56.18	27.70	9.45	0.22	1.91	16.90	56.18	0.00	0.00	0.00			
I-2	0.60	74.67	15.63	0.00	0.25	91.15	-1.30	-56.00	33.85	10.79	23.59	0.50	1.76	0.03	36.67	-1.77	-1.05	0.00			
I-3	45.33	5.09	41.40	8.58	7.34	107.73	1.30	0.00	109.03	98.61	11.25	0.07	18.13	0.00	128.07	0.00	0.00	-19.03			
I-4	96.12	40.69	88.93	0.00	8.08	233.83	1.34	-0.11	235.07	82.61	209.72	1.36	2.43	6.71	302.83	-39.52	-21.21	-7.02			
I-5	0.00	0.05	3.06	0.00	0.00	3.11	-1.33	0.00	1.78	1.95	17.34	0.05	0.00	0.12	19.47	-9.37	0.00	-8.32			
Sist.I	191.3	123.5	150.57	8.58	16.37	490.46	0.01	-54.56	435.91	221.66	271.37	2.20	24.23	23.76	543.21	-50.66	-22.26	-34.38			
BALANCE DE RECURSOS Y DEMANDAS EN EL HORIZONTE 2021 (hm <sup>3</sup> /año)																					
RECURSOS DISPONIBLES UTILIZADOS															BALANCE						
RECURSOS PROPIOS										TRANSFERENCIAS		Recursos netos	DEMANDAS						Infradotación	Demandas insatisfechas	Sobreeplotación
Superficiales		Subterráneos	Desalación	Reutilización	Totales	Internas	Externas	Urbanas	Regadío	Ganadería	Golfy otros		Industria	Totales							
Regulados	Fluyentes																				
I-1	57.30	0.72	5.18	0.00	2.01	65.21	-8.54	0.11	56.78	27.96	9.45	0.21	2.25	16.90	56.78	0.00	0.00	0.00			
I-2	0.52	74.65	12.30	0.00	1.58	89.06	0.87	-56.00	33.93	11.22	22.24	0.49	2.11	0.03	36.08	-1.09	-1.05	0.00			
I-3	46.77	5.09	36.84	12.87	22.41	123.98	7.67	0.00	131.65	109.41	10.38	0.07	18.66	0.00	138.52	-0.12	0.00	-6.75			
I-4	88.51	39.90	84.42	0.00	10.51	223.34	1.39	-0.11	224.62	88.45	184.14	1.36	2.84	6.71	283.49	-35.51	-16.75	-6.62			
I-5	0.00	0.05	3.06	0.00	0.00	3.11	-1.37	0.00	1.74	1.92	17.34	0.05	0.00	0.12	19.44	-9.37	0.00	-8.33			
Sist.I	193.1	120.4	141.80	12.87	36.52	504.71	0.01	-56.00	448.72	238.96	243.56	2.18	25.86	23.76	534.31	-46.09	-17.80	-21.69			
BALANCE DE RECURSOS Y DEMANDAS EN EL HORIZONTE 2027 (hm <sup>3</sup> /año)																					
RECURSOS DISPONIBLES UTILIZADOS															BALANCE						
RECURSOS PROPIOS										TRANSFERENCIAS		Recursos netos	DEMANDAS						Infradotación	Demandas insatisfechas	Sobreeplotación
Superficiales		Subterráneos	Desalación	Reutilización	Totales	Internas	Externas	Urbanas	Regadío	Ganadería	Golfy otros		Industria	Totales							
Regulados	Fluyentes																				
I-1	54.13	0.71	2.69	0.00	4.49	62.02	-6.23	0.11	55.90	27.90	8.29	0.21	2.60	16.90	55.90	0.00	0.00	0.00			
I-2	0.52	74.38	14.13	0.00	1.93	90.96	0.52	-56.00	35.48	11.33	22.24	0.48	2.46	0.03	36.53	0.00	-1.05	0.00			
I-3	47.27	4.68	29.49	26.66	31.04	139.15	5.71	0.00	144.86	114.35	10.38	0.07	20.06	0.00	144.86	0.00	0.00	0.00			
I-4	85.83	38.99	66.07	0.00	34.71	225.59	0.24	3.69	229.52	93.54	161.87	1.37	3.24	6.71	266.73	-36.77	-0.44	0.00			
I-5	0.00	0.05	2.75	0.00	0.00	2.81	-0.22	1.83	4.42	1.83	17.34	0.05	0.00	0.12	19.35	-14.93	0.00	0.00			
Sist.I	187.7	118.8	115.13	26.66	72.17	520.53	0.02	-50.37	470.17	248.95	220.13	2.18	28.36	23.76	523.38	-51.71	-1.49	0.00			

Tabla 6.3. Balances Hídricos presentes y futuros en los subsistemas del sistema I de la DHCMA. Fuente: Junta de Andalucía, 2015.

En la Ilustración 6.3 se observan esas masas de agua de la zona de estudio con los campos de golf seleccionados.



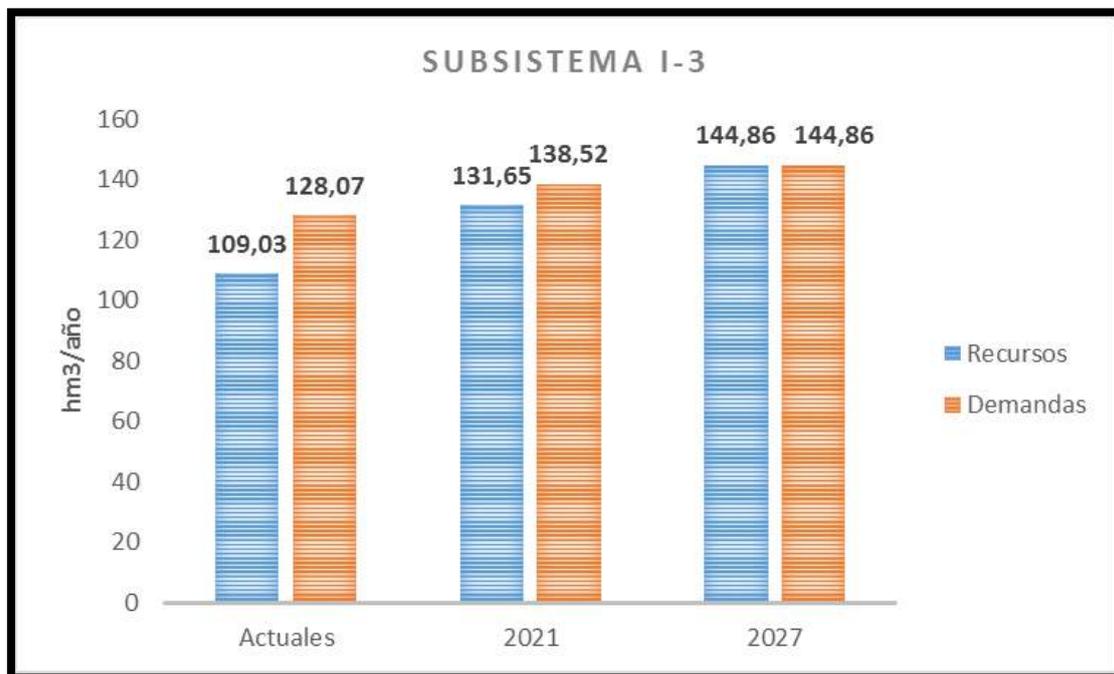
**Ilustración 6.3.** Mapa de localización de las masas de agua de la zona de estudio con los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.



**Ilustración 6.4.** Gráfico de porcentaje de extracción de agua subterránea en la DHMA. Fuente: Elaboración propia.

El conjunto de todas las extracciones de agua subterránea en la DHCMA, suponen un volumen anual en torno a los 538 hm<sup>3</sup>/año. Las principales extracciones de aguas subterráneas son las captaciones para usos agrarios que suponen un 70% del total, mientras que las captaciones para abastecimiento representan un 26% y el riego de campos de golf un 3,5%. El resto de usos, incluidos los industriales, tan sólo suponen un 0,5% del total de las extracciones de agua subterránea en la demarcación.

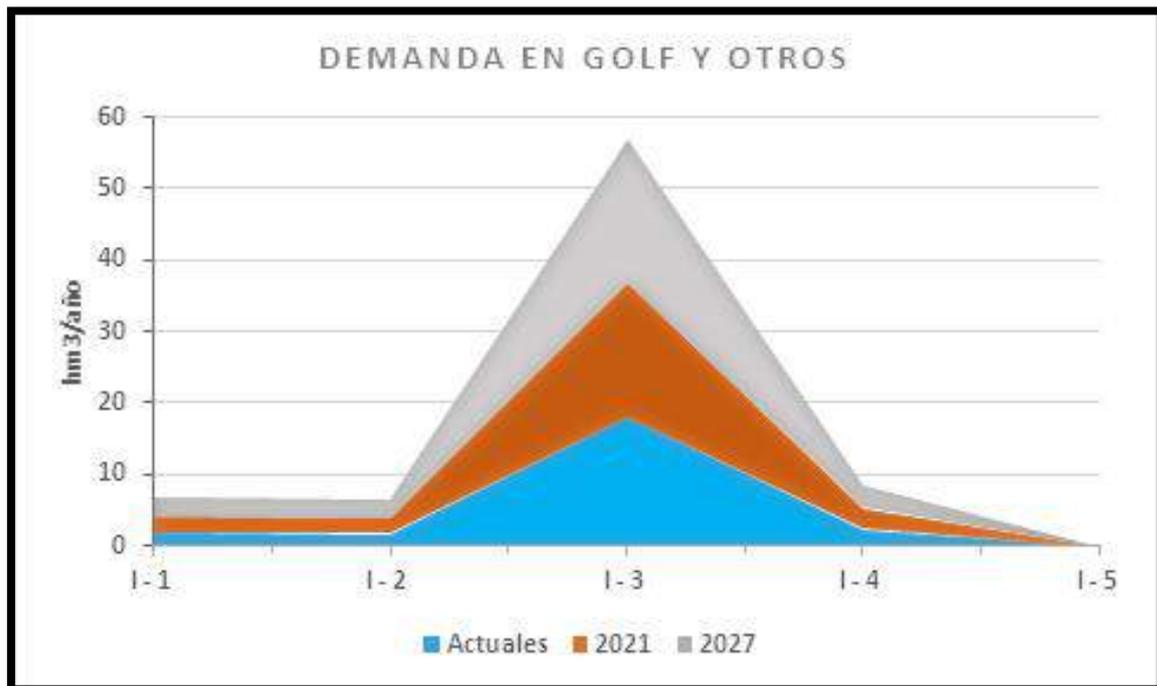
En la Ilustración 6.5 se muestran los recursos y demandas totales del subsistema I-3 para la situación actual y los horizontes de futuro. Es este gráfico se observa cómo las demandas actuales son superiores a los recursos. No obstante, en el cálculo de los balances para los horizontes 2021 y 2027, se estima que los recursos y las demandas se vayan igualando debido a la previsión de la aplicación de actuaciones adicionales que se contemplan en el PHCMA con el fin de conseguir un balance equilibrado entre recursos y demandas.



**Ilustración 6.5.** Gráfico comparativo de las demandas y reservas del subsistema I-3 en la actualidad y los horizontes de futuro 2021 y 2027. Fuente: Elaboración propia.

Debido a la importancia socioeconómica que representa la actividad del golf en la DHCMA, a la hora de realizar los balances, se considera como una de las actividades principales demandantes de agua junto con la agricultura, la ganadería o el uso urbano.

Sin embargo, si se comparan los subsistemas del Sistema I, es en el subsistema I-3 donde la demanda de agua para golf es mucho más elevada que en el resto, tal y como se puede ver en la Ilustración 6.6. En dicho gráfico también se muestra la tendencia de demanda de agua para campos de golf en el horizonte 2021 y 2027, donde se estima que aumente considerablemente la demanda de agua para campos de golf en el subsistema I-3 y ligeramente en el I-4.



**Ilustración 6.6.** Demandas de agua para los campos de golf y otros en los subsistemas de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Esto se debe a que la zona de la Costa del Sol tiene la singular característica de una enorme variación en su volumen de población, con puntas de 1.200.000 personas en determinadas épocas del año, coincidiendo con los periodos vacacionales, y siempre muy por encima de las casi 500.000 empadronadas en los diferentes municipios, debido al turismo residencial existente que recoge muchas personas residentes no empadronadas.



## 7. ESPECIALIZACIÓN FUNCIONAL INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA EN EL ENTORNO DE LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS

Una vez analizada la situación general de la Cuenca Mediterránea Andaluza respecto al balance hídrico actual en los Sistemas de Explotación en que se ubican los campos de golf seleccionados, en este apartado se va a estudiar el coste de oportunidad de dicha ubicación, tanto del campo de golf como de sus operaciones asociadas, en su caso, en relación con el uso agrícola y/o industrial dominante de la zona.

### 7.1. Metodología de Estudio

El índice de Nelson se utilizará para establecer la especialización funcional industrial y agrícola en la zona donde se encuentran los campos de golf seleccionados para esta investigación.

Este índice, elaborado por H. J. Nelson en 1955, es una de las técnicas de mayor sencillez y de más frecuente uso en la determinación de la especialización funcional que caracteriza a las diferentes unidades espaciales en que puede dividirse un sistema territorial.

En su aplicación se considerará, tanto para la definición de especialización funcional industrial como la agrícola, que las unidades funcionales coinciden con los municipios donde se encuentran los campos de golf seleccionados.

Además, para el cálculo de dicho índice se necesita conocer, en el caso de la industria, el porcentaje de población activa en cada sector industrial analizándolo con respecto al total de población de cada municipio (área funcional), y, en el caso de la agricultura, se aplicará este índice en base al porcentaje del total de tierra cultivable con respecto a la que se encuentra cultivada en cada municipio analizado. De tal forma que la media y desviación típica de estos porcentajes van a marcar los límites para establecer el grado de especialización de los municipios (áreas funcionales) con respecto a cada actividad, siendo los rangos establecidos los siguientes:

- No especializados: su porcentaje es inferior al promedio de todas las áreas funcionales seleccionadas.
- Especializados: su porcentaje se encuentra entre el promedio y la suma del promedio más la desviación típica.

- Muy especializados: su porcentaje se encuentra entre la suma del promedio más la desviación típica y la suma del promedio más el doble de la desviación típica.
- Polarizados: su porcentaje es mayor que la suma del promedio más el doble de la desviación típica.



**Ilustración 7.1.** Mapa de localización de las Comarcas Agrarias definidas en la provincia de Málaga. Fuente: Elaboración propia.

En el cálculo de la especialización de la actividad agrícola se toman como unidades funcionales los municipios ya que todos los campos de golf seleccionados se encuentran localizados en una única Comarca Agrícola, “Comarca Centro-Sur o Guadalhorce”, tal y como se puede comprobar en la Ilustración 7.1.

Tras la definición de la especialización de las actividades industriales y agrícolas de las áreas funcionales concretas en los municipios, se procederá a establecer para los campos de golf seleccionados las actividades industriales y agrícolas con las que cabrá establecer la competitividad en los usos del agua.

Los datos utilizados para llevar a cabo la metodología anteriormente descrita para la identificación de la especialización industrial y agrícola en las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf seleccionados son los que a continuación se detallan (corresponden a la información oficial más reciente que se dispone):

	<b>Identificación de especialización industrial</b>	<b>Identificación de especialización agrícola</b>
<b>Datos de origen</b>	Población ocupada por actividad económica y sexo	Censo Agrario
<b>Año de los datos</b>	2001	2009
<b>Fuente de los datos</b>	Datos obtenidos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA)	Datos obtenidos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA)

**Tabla 7.1.** Identificación de los datos utilizados para la definir la especialización.  
Fuente: Elaboración propia.

### 7.1.1. Especialización Industrial

Tal y como se ha descrito anteriormente, para establecer la competitividad del golf respecto de la actividad industrial, se han utilizado los datos de población ocupada en cada uno de los sectores analizados por municipio o área funcional, para posteriormente aplicar el índice de Nelson.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS														
	Agricultura y Ganadería	Extracción productos energéticos	Industria manufacturera	Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	Construcción	Comercio y reparaciones	Hostelería	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Intermediación financiera	Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios empresariales	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	Educación	Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad
Municipio/ Área Funcional	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice
Benahavís		1									2			
Benalmádena							1	1				1	1	
Casáres		1	2											
Estepona	1											1		
Fuengirola												1		
Istán				1	1						1			
Manilva														
Marbella	2					1	1		1	2			1	
Mijas					1									
Ojén				2						1				
Torremolinos						1	1	1	1			1	1	
Municipio Especializado: Índice =1														
Municipio Muy Especializado: Índice =2														
Municipio Polarizado Índice =3														

**Tabla 7.2.** Grado de especialización en el sector industrial definidas a partir del Índice de Nelson. Fuente: Elaboración propia.

La fuente de datos utilizada, definida en la Tabla 7.2, categoriza, por cada uno de los municipios andaluces, las personas ocupadas en función de la actividad económica según la clasificación CNAE de 1993. Los resultados de la aplicación de este índice para determinar la especialización obtenida en la tabla anterior se encuentran detallados en el Anexo V.

Tal y como se puede observar en los resultados obtenidos de la aplicación de índice de Nelson sólo cuatro de los once municipios del área de estudio se encuentran “Muy Especializados” en alguna de las actividades económicas analizadas: Benahavís, Casares, Marbella y Ojén. Según este índice, Manilva es único municipio que no se encuentra especializado en ninguna de las actividades económicas.



**Ilustración 7.2.** Mapa de distribución del tipo de especialización en el sector industrial definidos a partir del Índice de Nelson en las áreas funcionales o municipios. Fuente: Elaboración propia.

Además, en la Tabla 7.2 se incluye, para el análisis del grado de especialización, la actividad agrícola y ganadera (sector primario) ya que se considera que, aunque no se trate de una actividad industrial como tal, sí que se puede establecer competitividad en el uso del suelo y el agua entre estos sectores y los campos de golf. Este grado de especialización de las áreas funcionales, para conocer si un municipio se encuentra especializado en estos sectores primarios, servirá como dato de partida a la hora de analizar la especialización agrícola en el siguiente apartado.

En la Ilustración 7.2 se muestra el grado de especialización para cada una de las áreas funcionales de los municipios por tipo de actividad económica obtenido según el Índice de Nelson.

CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS DE CADA ÁREA FUNCIONAL	ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL POTENCIAL DE LOS CAMPOS DE GOLF POR ÁREA FUNCIONAL DONDE SE LOCALIZAN Y CERCANAS QUE PUEDEN INFLUIR	
<b>BENAHAVÍS</b>		
La Quinta Golf & Country Club	<p>El área funcional de Benahavís tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en extracción de productos energéticos</li> <li>- Muy especializada en el sector de la administración pública.</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Benahavís cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p> <p>No obstante, y por cercanía a otras áreas funcionales definidas en el estudio, los campos de golf de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atalaya Golf &amp; Country Club.</li> <li>- Monte Mayor Club Golf (cerrado).</li> <li>- Villa Padierna Golf Club.</li> </ul> <p>Podrían establecer competitividad en cuanto a ocupación del suelo con las actividades económicas que han sido identificadas como especializadas en las áreas funcionales cercanas a estos campos de golf.</p>	
Los Arqueros Golf & Country Club		
Club de Campo La Zagaleta		a. <i>Los Barrancos</i>
		b. <i>La Zagaleta</i>
Marbella Club Golf Resort		
Club de Golf EL Higueral		
<b>BENALMÁDENA</b>		
Benalmádena Golf	<p>El área funcional de Benalmádena tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en hostelería</li> <li>- Especializada en transporte, almacenamiento y comunicación</li> <li>- Especializada en educación</li> <li>- Especializada en actividades sanitarias</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Benalmádena cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p>	
Bil Bil Golf		
Torrequebrada Golf		
<b>CASARES</b>		
Finca Cortesín Golf Club	<p>El área funcional de Casares tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en extracción de productos energéticos</li> <li>- Muy especializada en industria manufacturera</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Casares cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p>	
Casares Costa Golf		
Doña Julia Golf Club		
<b>ESTEPONA</b>		
Club de Golf El Coto	<p>El área funcional de Estepona tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en educación</li> <li>- Especializada en agricultura y ganadería</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Estepona cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p>	
Valle Romano Golf Resort		
Estepona Golf Club		
Atalaya Golf & Country Club		a. <i>Old Course</i>
		b. <i>New Course</i>
El Paraíso Golf Club		
<b>MANILVA</b>		
La Duquesa Golf & Country Club	Según la metodología del Índice de Nelson el área funcional del municipio de Manilva no se encuentra especializada en ninguna de las actividades económicas analizadas.	
<b>MARBELLA</b>		
Cabopino Golf	El área funcional de Marbella tiene una especialización en los siguientes	

Santa María Golf & Country Club		<p>sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en comercio , hostelería, intermediación financiera y actividades sanitarias</li> <li>- Muy Especializada en actividades inmobiliarias y agricultura-ganadería</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Marbella cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p>	
Greenlife Golf			
Marbella Golf & Country Club			
Aloha Golf			
Real Club de Golf Las Brisas			
Magna Marbella Golf			
Los Naranjos Golf Club			
Real Club de Golf Guadalmina	a. Campo Norte		
	b. Campo Sur		
Villa Padierna Golf Club	a. Tramores		
	b. Alferini		
	c. Flamingos		
Río Real Golf & Hotel			
Santa Clara Golf Marbella			
<b>MIJAS</b>			
Mijas Golf Internacional	a. Los Lagos	<p>El área funcional de Mijas tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en construcción</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Mijas cuentan con una competitividad directa con esta actividad económica especializada en dicho municipio.</p>	
	b. Los Olivos		
El Chaparral Golf Club			
La Cala Resort	a. Campo América		
	b. Campo Asia		
	c. Campo Europa		
La Noria Golf & Resort			
Calanova Golf Club			
Club de Golf La Siesta			
Santana Golf			
Miraflores Golf			
Cerrado del Águila Golf			
<b>OJÉN</b>			
El Soto Club de Golf			<p>El área funcional de Ojén tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en actividades inmobiliarias</li> <li>- Muy Especializada en producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Ojén cuentan con una competitividad directa con estas actividades económicas especializadas en dicho municipio.</p> <p>No obstante, y por cercanía a otras áreas funcionales definidas en el estudio el único campo de golf seleccionado del municipio de Ojén podría establecer competitividad en cuanto a ocupación del suelo con las actividades económicas que han sido identificadas como especializadas en las áreas funcionales cercanas a estos campos de golf.</p>
<b>TORREMOLINOS</b>			
Miguel Ángel Jiménez Golf Academy		<p>El área funcional de Torremolinos tiene una especialización en los siguientes sectores económicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en Comercio, hostelería, transporte, almacenamiento y comunicaciones, intermediación financiera, educación y sanidad.</li> </ul> <p>Por tanto, se considera que los campos de golf seleccionados para este</p>	

	estudio que se encuentran en el área funcional del municipio de Torremolinos cuentan con una competitividad directa con esta actividad económica especializada en dicho municipio.
--	--

**Tabla 7.3.** Especialización potencial en el sector industrial en las áreas funcionales donde se ubican los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de estos resultados de especialización industrial para cada una de las áreas funcionales permitirá establecer una comparativa de la competitividad en los usos del suelo con respecto a los campos de golf que en ellas se encuentran.

Debido a la elevada densidad de campos de golf que se localizan en el área de estudio muchos de ellos se encuentran colindantes con los límites municipales de otras áreas funcionales. Por tanto, a la hora de establecer la posible competitividad en los usos del suelo entre las actividades especializadas en el municipio y estos campos de golf ubicados en dichos límites, se ha de considerar que la especialización de los municipios limítrofes. En la Ilustración 5.1 del presente informe se puede comprobar la localización exacta de cada uno de los campos de golf y cuáles son las áreas funcionales colindantes de muchos de ellos.

### 7.1.2. Especialización Agrícola

En cuanto a la especialización funcional en el sector agrícola, se ha realizado un estudio a partir los datos del Censo Agrario de 2009. Concretamente, las variables utilizadas han sido las de superficie (hectáreas) de cada uno de los tipos de cultivos establecidos en el Censo Agrario de las áreas funcionales definidas con respecto al total de tierras de los municipios. A partir de estos datos se aplica el Índice de Nelson para determinar la especialización agrícola de cada área funcional.

Cabe destacar que el total de las tierras de cada municipio en los datos del Censo Agrario se encuentran diferenciadas entre Superficies Agrarias Utilizadas (SAU) y otras tierras, de tal forma que las SAU son todas aquellas superficies de tierras labradas y tierras para pastos permanentes.

Para el cálculo del índice de Nelson se tienen en cuenta todas las tierras (SAU y las otras tierras) con el fin de determinar si algunas de las áreas funcionales se encuentran especializadas en tierras que no sean SAU y por tanto estos espacios podrían ser susceptibles de ser utilizados para otro tipo de actividad.



Los resultados de aplicación de índice de Nelson que determinan la especialización en los diferentes tipos de cultivos son los que se muestran en la Tabla 7.4. Además, en el anexo VI, se detallan los cálculos del índice para su determinación.

Del cálculo de la especialización cabe destacar que solamente el área funcional del municipio de Casares no se encuentra especializado en ningún tipo de cultivo. Además, en el caso del municipio de Manilva se encuentra polarizado en cuanto al cultivo de la uva. En la mayoría de las áreas funcionales son más frecuentes los cultivos muy especializados.

En el caso de Manilva destaca la correlación entre la no especialización en el ámbito industrial y la polarización en la especialización agrícola del tipo de cultivo de la uva. Esta relación, junto con el menor número de campos de golf en relación a otros municipios del área de estudio, hace que la gran mayoría de la actividad económica del municipio sea la del cultivo de la vid.

En este sentido cabe hacer mención que históricamente Manilva se ha dedicado al cultivo de la uva moscatel, siendo la práctica totalidad del cultivo de la vid de la variedad Moscatel de Alejandría. Esta uva blanca tiene una triple aptitud: como uva de mesa, para elaboración de pasas y para elaboración de vinos, tanto secos como dulces, lo que confiere a los cultivos una alta rentabilidad en el municipio.

En el área funcional de los municipios de Marbella y Benahavís, las que contienen una mayor concentración de campos de golf del área de estudio, destaca que en ambos casos los cultivos que han salido como significativos son en la categoría de muy especializados. Este hecho da idea de que las áreas de estos municipios no se dedican a la agricultura de diversos cultivos, sino que lo hacen de forma muy especializada en aquellos cultivos que por diferentes causas proporcionarán una mayor rentabilidad. Por ejemplo, en el caso de Marbella se encuentra muy especializada en el cultivo de flores y plantas ornamentales, teniendo en cuenta el elevado número de viviendas residenciales de lujo que hay en este municipio el consumo de este tipo de cultivos es quizá superior al de otros municipios de la provincia.

TIPOS DE CULTIVOS																						
Municipio/Área Funcional	Cereales para la producción de grano (Trigo blando y duro, cebada, avena, maíz en grano)	Leguminosas (garbanzos, judías, lentejas, guisantes, habas, haboncillos y otras leguminosas para grano)	Patata	Algodón	Plantas aromáticas, medicinales y especias	Forrajes (raíces, tubérculos, maíz y leguminosas cosechadas en verde y otros forrajes verdes anuales)	Hortalizas, melones y fresas. Al aire libre o en abrigo	Flores y plantas ornamentales. Semillas y plántulas destinadas a la venta	Barbechos	Huerto para consumo familiar (menor a 500 m2)	Citricos	Frutales originarios de clima templado	Frutales originarios de clima subtropical	Bayas	Frutales de fruto seco	Aceitunas (de mesa y de almanzara)	Uva (de mesa, para pasas y de vinificación)	Viveros	Otros cultivos leñosos (al aire libre y en invernadero)	Prados y praderas permanentes	Otras superficies utilizadas para pastos	Otras superficies que no se utilizan a efectos de producción
	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	
Benahavís						2																
Benalmádena	1		2							1												
Casares																						
Estepona							1				1											
Fuengirola																1						
Istán										1	2	2	2									
Manilva								2									3			2		
Marbella		2						2													2	
Mijas													1									2
Ojén															2	1		2				
Torremolinos																1					2	
Municipio Especializado: Índice =1																						
Municipio Muy Especializado: Índice =2																						
Municipio Polarizado Índice =3																						

**Tabla 7.4.** Grado de especialización en el sector agrícola definido a partir del Índice de Nelson. Fuente: Elaboración propia.



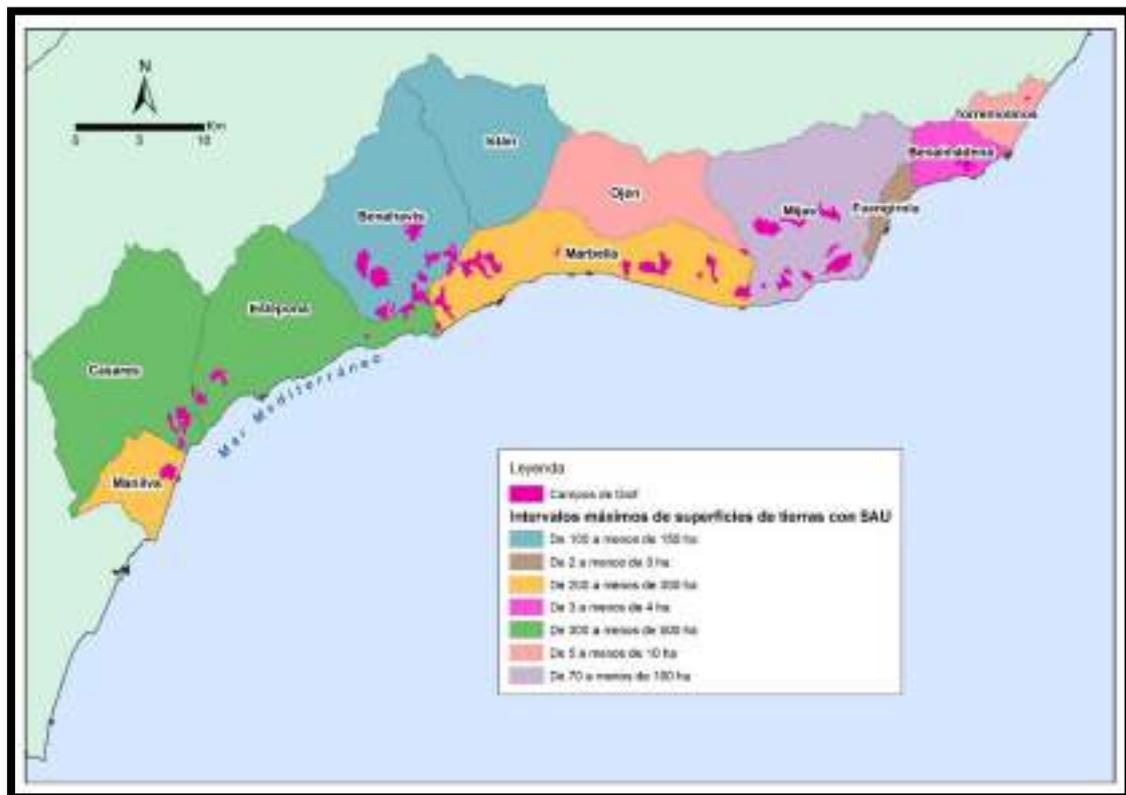
**Ilustración 7.3.** Mapa de distribución del tipo de especialización en el sector agrario definido a partir del Índice de Nelson en las áreas funcionales o municipios. Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocido el tipo de cultivo en el que se encuentran especializadas las diferentes áreas funcionales se considera de interés identificar las extensiones de las explotaciones agrícolas predominantes en cada municipio.

A partir de los datos del tamaño de las explotaciones con SAU de cada municipio arrojados por el Censo Agrario de 2009 se elabora la Ilustración 7.4 en la cual se representan los intervalos de extensión de SAU que cuentan con una mayor representatividad en cada uno de los municipios. En el anexo VI se encuentran detallados todos los datos de extensiones de las explotaciones agrarias de los municipios.

Tal y como se puede comprobar en los municipios donde hay una menor especialización agrícola junto con una elevada extensión del término municipal, Casares y Estepona, las explotaciones agrarias que se encuentran en ellas se podría decir que son predominantemente grandes, entre 300 y 500 ha.

En el caso de Manilva y Marbella las extensiones predominantes de cultivos son elevadas (entre 200 y 300 ha). Este dato para el caso de Manilva es relevante, ya que al tratarse de un municipio de extensión menor que otros del área de estudio y que sin embargo cuenta con extensiones agrícolas de gran tamaño fundamenta lo anteriormente indicado, gran parte de su economía proviene de la actividad agrícola.



**Ilustración 7.4.** Representación de las extensiones de las explotaciones agrícolas predominantes en cada uno de los municipios. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo en Marbella, y teniendo en cuenta que la caracterización de especialización industrial en la cual el municipio se identificó como muy especializado en inmobiliaria y agricultura, se podría realizar una correlación con las variables estudiadas. De tal forma que, la actividad económica del municipio de Marbella se encuentra dividida entre el sector inmobiliario, servicios y el sector primario conviviendo y produciendo beneficios todas estas áreas económicas, y por ello en el sector agrario, aun siendo una actividad importante en el municipio, las extensiones predominantes de las áreas con SAU no son tan extensas como por ejemplo en Casares.

Los municipios donde las extensiones agrarias predominantes son de menor tamaño coinciden con los de menor extensión, y en muchos de los casos la densidad de edificación es muy elevada, como por ejemplo en Fuengirola o Benalmádena.

A partir de todas las variables analizadas anteriormente, se procede a llevar a cabo el análisis de estos resultados de especialización agrícola y extensión predominante de las explotaciones agrarias para cada una de las áreas funcionales, de tal forma que con estas especializaciones agrícolas cabrá establecer la competitividad en los usos del suelo y el agua con los campos de golf que en ellas se encuentran. Esta relación se detalla en la Tabla 7.5.

CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS DE CADA ÁREA FUNCIONAL	ESPECIALIZACIÓN AGRÍCOLA POTENCIAL DE LOS CAMPOS DE GOLF POR ÁREA FUNCIONAL DONDE SE LOCALIZAN
<b>BENAHAVÍS</b>	
La Quinta Golf & Country Club	El área funcional de Benahavís se encuentra muy especializada en cultivos de tipo forraje. Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 100 y 150 ha. Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.
Los Arqueros Golf & Country Club	
Club de Campo La Zagaleta	
a. <i>Los Barrancos</i>	
b. <i>La Zagaleta</i>	
Marbella Club Golf Resort	
Club de Golf EL Higueral	
<b>BENALMÁDENA</b>	
Benalmádena Golf	El área funcional de Benalmádena se encuentra especializada en los siguientes cultivos: - Especializada en los cultivos de cereal para la producción de grano y en los huertos de producción familiar. - Muy especializada en el cultivo de la patata. Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 3 y 4 ha. Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.
Bil Bil Golf	
Torrequebrada Golf	
<b>CASARES</b>	
Finca Cortesín Golf Club	Según la metodología del Índice de Nelson el área funcional del municipio de Casares no se encuentra especializada en ninguno de los cultivos analizados según los datos del Censo Agrario de 2009.
Casares Costa Golf	Aunque no se encuentre especializado en ningún tipo de cultivo en concreto, Casares cuenta con un total de 4.613 ha de SAU, siendo las extensiones predominantes de las explotaciones agrarias existentes las que se encuentran entre las 300 y 400 ha.
Doña Julia Golf Club	
<b>ESTEPONA</b>	
Club de Golf El Coto	El área funcional de Estepona se encuentra especializada en los siguientes cultivos: - Especializada en los cultivos de hortalizas, melones y fresas, así como en los de cítricos. Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 300 y 400 ha. Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.
Valle Romano Golf Resort	
Estepona Golf Club	
Atalaya Golf & Country Club	
a. <i>Old Course</i>	
b. <i>New Course</i>	
El Paraíso Golf Club	
<b>MANILVA</b>	

<p>La Duquesa Golf &amp; Country Club</p>	<p>El área funcional de Manilva se encuentra especializada en los siguientes cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en cultivos de barbecho y pastos permanentes.</li> <li>- Polarizada en el cultivo de la uva.</li> </ul> <p>Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 200 y 300 ha.</p> <p>Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.</p>	
<b>MARBELLA</b>		
<p>Cabopino Golf</p>	<p>El área funcional de Marbella se encuentra especializada en los siguientes cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en cultivos de leguminosas, flores y plantas ornamentales y prados.</li> </ul> <p>Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 200 y 300 ha.</p> <p>Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.</p>	
<p>Santa María Golf &amp; Country Club</p>		
<p>Greenlife Golf</p>		
<p>Marbella Golf &amp; Country Club</p>		
<p>Aloha Golf</p>		
<p>Real Club de Golf Las Brisas</p>		
<p>Magna Marbella Golf</p>		
<p>Los Naranjos Golf Club</p>		
<p>Real Club de Golf Guadalmina</p>		<p>a. <i>Campo Norte</i></p>
		<p>b. <i>Campo Sur</i></p>
<p>Villa Padierna Golf Club</p>		<p>a. <i>Tramores</i></p>
		<p>b. <i>Alferini</i></p>
	<p>c. <i>Flamingos</i></p>	
<p>Río Real Golf &amp; Hotel</p>		
<p>Santa Clara Golf Marbella</p>		
<b>MIJAS</b>		
<p>Mijas Golf Internacional</p>	<p>a. <i>Los Lagos</i></p>	
	<p>b. <i>Los Olivos</i></p>	
<p>El Chaparral Golf Club</p>	<p>El área funcional de Mijas se encuentra especializada en los siguientes cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en cultivos de frutales originarios de clima subtropical.</li> <li>- Muy especializada en otros tipos de tierras que no tienen SAU.</li> </ul> <p>Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 70 y 100 ha.</p> <p>Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.</p>	
<p>La Cala Resort</p>		<p>a. <i>Campo América</i></p>
		<p>b. <i>Campo Asia</i></p>
		<p>c. <i>Campo Europa</i></p>
<p>La Noria Golf &amp; Resort</p>		
<p>Calanova Golf Club</p>		
<p>Club de Golf La Siesta</p>		
<p>Santana Golf</p>		
<p>Miraflores Golf</p>		
<p>Cerrado del Águila Golf</p>		
<b>OJÉN</b>		
<p>El Soto Club de Golf</p>	<p>El área funcional de Ojén se encuentra especializada en los siguientes cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Especializada en cultivos de aceitunas.</li> <li>- Muy especializada en cultivos de frutales de frutos secos y viveros.</li> </ul> <p>Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 5 y 10 ha.</p> <p>Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.</p>	
<b>TORREMOLINOS</b>		



Miguel Ángel Jiménez Golf Academy	<p>El área funcional de Torremolinos se encuentra especializada en los siguientes cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Especializada en cultivos de aceitunas.</li><li>- Muy especializada en otros cultivos leñosos.</li></ul> <p>Las extensiones predominantes de las explotaciones agrícolas de este municipio se encuentran entre las 5 y 10 ha.</p> <p>Por tanto, los campos de golf que se encuentran emplazados en este municipio tienen una competitividad con los cultivos de estas características.</p>
-----------------------------------	--

**Tabla 7.5.** Especialización potencial en el sector agrícola en las áreas funcionales donde se ubican los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.



## **8. CONSUMO DE AGUA EN CAMPOS DE GOLF, ACTIVIDADES AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES, EN RELACIÓN A LAS VARIABLES DE SUPERFICIE (SÓLO GOLF-AGRICULTURA), EMPLEO, VALOR AÑADIDO BRUTO Y BENEFICIOS DE LA EXPLOTACIÓN**

En este apartado se abordará una comparativa entre el consumo de agua del campo de golf y la rentabilidad obtenida por cada metro cúbico de agua consumida en relación a las variables de superficie, empleo y valor añadido bruto con respecto a los posibles usos en que se encuentre especializada el área funcional donde se ubique el campo de golf.

### **8.1. Caracterización de los Campos de Golf Seleccionados y su Relación con las Variables de Consumo de Agua, Empleo, Valor Añadido Bruto y Superficie**

#### **8.1.1. Metodología de Estudio**

Para la realización de este apartado se van a utilizar los datos proporcionados por los directores de cada uno de los campos de golf seleccionados en esta investigación. A tal fin se procedió a realizar una recogida precisa y actualizada de información de cada uno de los campos sobre su consumo de agua y otras características específicas (en el Anexo VII se recoge el formulario utilizado para la recogida de datos): superficie, número de empleados, ingresos...

De un total de cuarenta y ocho campos de golf incluidos en esta investigación (Tabla 5.1) correspondientes al área geográfica objeto de estudio, a los cuales se les hizo llegar el formulario para la recogida de datos, se obtuvieron treinta y ocho respuestas y diez no proporcionaron datos para el estudio. Antes de proseguir hemos de indicar que Monte Paraíso Golf cerró sus instalaciones antes de iniciarse esta investigación.

En el Anexo VIII se recogen la totalidad de los datos obtenidos de los campos de golf seleccionados, los cuales corresponden a la siguiente información:

- Caracterización de los campos de golf en cuanto al tipo (urbano, periurbano o rural), el número de hoyos y la tipología de los campos de golf (comercial, club de socios o mixto).

- Extensión en hectáreas del campo de golf, así como la extensión de la parte residencial y/u hotelera, en el caso de contar con ella.
- Total de agua consumida anual en el riego del campo de golf, distinguiendo en cada caso el porcentaje de este consumo según la procedencia del agua (superficial, subterránea, reutilizada o desalada).

Asimismo, se recoge información de la gestión del riego en cada uno de los campos de golf (tipo de red de riego utilizada y si cuentan con programas informáticos para la gestión del riego), además de datos referentes a la disponibilidad de depuradora propia y de estaciones meteorológicas, las cuales puedan ayudar a una mejor la gestión del agua utilizada en cada uno de los campos de golf planificando el riego según las variables ambientales.

- Datos medios anuales del número de empleados de los campos de golf.
- Facturación media anual de los campos de golf.

Otra precisión que cabe destacar en esta investigación es que de los cuarenta y ocho campos de golf a los que se les ha remitido el formulario, solamente diecisiete de ellos han cumplimentado el dato de “Facturación Anual en el Campo de Golf”. Por ello, debido a la dificultad de conocer esta información con exactitud a partir de otra metodología, así como la necesidad del mismo para el análisis comparativo que se va a realizar en este apartado, se utilizarán sólo los datos de estos diecisiete campos de golf, de los cuales se dispone de la facturación indicada tal y como se muestra en la Tabla 8.1.

Por tanto, con la información disponible, se ha procedido a estimar, en base a metodologías ya establecidas (Aymerich, 2005; Navarro y Ortuño, 2008), los datos desagregados de ingresos, gastos, así como valor añadido bruto y beneficios en relación a la superficie ocupada, consumo de agua y empleo. Para el cálculo de dichas magnitudes, conviene llevar a cabo las siguientes consideraciones metodológicas:

- Los ingresos de los campos de golf se han obtenido directamente en la ficha de recogida de datos, como anteriormente se ha expuesto, con las apreciaciones ya comentadas, disponiéndose de los datos de facturación media anual de los campos de golf que han expresado dichos campos.

Campo de golf	Ubicación	Zona Urbana, Periurbana o rural	Hoyos	¿Reglamentarios o cortos?	Tipología	Superficie Campo de golf (ha)	Consumo total anual de agua (m3)	%Consumo de agua superficial	Utiliza agua reciclada	% utilización agua reciclada	Nº de pozos propios	% utilización agua de pozo	% utilización agua de desalada	Posee depuradora	Número de empleados del campo de golf (Media anual)	Tipo de explotación (Sólo campo de golf, complejo resort hotelero...)
La Quinta Golf & Country Club	Benahavís	Periurbana	27	Reglamentarios	Mixto	50	290000	0%	La utiliza	100%	0	0%	0%	No	38	Complejo Hotelero
Los Arqueros Golf & Country Club	Benahavís	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	31	262700	20%	La utiliza	80%	0	0%	0%	No	25	Solo campo de Golf.
Casares Costa Golf	Casares	Rural	9	Reglamentarios	Mixto	18	96182	0%	La utiliza	100%	0	0%	0%	No	6	Solo campo de Golf
Doña Julia Golf Club	Casares	Periurbana	18	Reglamentarios	Comercial	38	326000	0%	La utiliza	100%	0	0%	0%	No	16	Solo campo de Golf
Atalaya Golf & Country Club	a. Old Course	Estepona	18	Reglamentarios	Mixto	80	328000	53%	La utiliza	35%	1	12%	0%	No	24	Solo campo de Golf.
	b. New Course	Estepona														
El Paraíso Golf Club	Estepona	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	50	165000	0%	La utiliza	70%	0	0%	30%	No	12	Solo campo de Golf.
Santa María Golf & Country Club	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	55	100000	5%	La utiliza	85%	1	10%	0%	Si	24	Solo campo de Golf
Marbella Golf & Country Club	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	106	257000	20%	No	0%	2	80%	0%	No	11	Solo campo de Golf.
Real Club de Golf Las Brisas	Marbella	Periurbana	18	Reglamentarios	Club de socios	50	265000	20%	La utiliza	80%	0	0%	0%	No	27	Solo campo de Golf.
Santa Clara Marbella	Marbella	Periurbana	18	Reglamentarios	Comercial	40	504000	0%	La utiliza	10%	1	90%	0%	No	26	Solo campo de Golf
Mijas Golf Internacional	a. Los Lagos	Mijas	18	Reglamentarios	Comercial	90	1607	30%	La utiliza	70%	0	0	0%	No	65	Solo campo de Golf
	b. Los Olivos															
El Chaparral Golf Club	Mijas	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	60	--	0	La utiliza	100%	0	0	0%	No	13	Solo campo de Golf
Miraflores Golf	Mijas	Periurbana	18	Reglamentarios	Mixto	26	492750	0	La utiliza	100%	0	0	0%	No	21	Solo campo de Golf
Calanova Golf Cub	Mijas	Urbana	18	Reglamentarios	Comercial	49	350000	0	La utiliza	100%	0	0	0%	No	34	Solo campo de Golf
Club de Golf La Siesta	Mijas	Periurbana	9	Cortos	Mixto	5	--	0	La utiliza	100%	0	0	0%	Si	5	Solo campo de Golf

**Tabla 8.1.** Campos de golf seleccionados para llevar a cabo el estudio del consumo de agua en relación a las variables de empleo y renta.

Fuente: Elaboración propia.

- En cuanto a los costes totales, considerando las dificultades metodológicas existentes, dado que, en base a estudios similares (Navarro y Ortuño, 2008), se estima que el coste de mano de obra es próximo al cincuenta por ciento y el salario medio anual en el campo de golf asciende a una cantidad aproximada a los veinte mil euros, y puesto que se dispone de la cifra media anual del número de empleados (recogida de datos específica del presente estudio), resulta, de este modo, posible obtener la estimación de dicha cantidad.
- Los beneficios son, de esta manera, sencillos de obtener, al restar los costes estimados a los ingresos de cada campo de golf.
- Por lo que respecta al valor añadido bruto (VAB), de acuerdo a lo detallado en (Navarro y Ortuño, 2008) en relación a la nueva metodología del Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales (SEC-95), en cuanto a la preferencia de cálculo del VAB a precios básicos, y al uso del VAB a costes de los factores en caso de no disponer del mismo, dado que no puede disponerse de dicho VAB a coste de los factores para los campos de golf, siguiendo la metodología del estudio mencionado, se llevará a cabo una aproximación partiendo de los ingresos totales y restándole el IVA correspondiente (salvo en el caso de campos públicos en el que además habría que añadirle la subvención recibida, pero en nuestro estudio no existe esta modalidad).

### **8.1.2. Resultados y Análisis**

Tal y como ya se ha comentado anteriormente, los datos a utilizar para realizar el estudio comparativo del consumo de agua en los campos de golf en relación al empleo y la renta van a ser los referentes a los diecisiete campos de golf que han proporcionado los datos de facturación anual.

Además, cabe matizar que de los diecisiete campos de golf utilizados como muestra para este análisis dos de ellos no han proporcionado los datos de consumo de agua medio anual. Concretamente estos campos de golf son El Chaparral Golf Club y Club de Golf La Siesta, ambos ubicados en el municipio de Mijas. Para estos casos se han utilizado los datos bibliográficos de consumo medio anual que se encuentran establecidos en el Anejo VI del PHCMA referentes a los campos de golf de esta Cuenca.

El primer análisis que se realiza es el comparativo entre el consumo de agua y las características del campo de golf en cuanto a extensión y número de empleados. Este análisis se presenta en la Tabla 8.2.

Campo de Golf		Hoyos	Superficie Campo de golf (ha)	Consumo total anual de agua (m <sup>3</sup> )	Nº empleados del campo (Media anual)	Consumo agua (m <sup>3</sup> ) / ha	Empleo / ha	Empleo / m <sup>3</sup> x 10 <sup>4</sup>
Mijas Golf Internacional	Los Lagos	18	90	1.607	65	17,86	0,72	40,45
	Los Olivos	18						
El Chaparral Golf Club		18	60	350.000 <sup>(1)</sup>	13	5.833,3	0,22	0,037
Miraflores Golf		18	26	492.750	21	18.952	0,81	0,043
Calanova Golf Club		18	49	350.000	34	7.143	0,69	0,097
Club de Golf La Siesta		9	4,5	180.000 <sup>(1)</sup>	5	40.000	1,11	0,028
Santa María Golf & Country Club		18	55	100.000	24	1.818	0,44	0,24
Marbella Golf & Country Club		18	106	257.000	11	2.424	0,10	0,043
Real Club de Golf Las Brisas		18	50	265.000	27	5.300	0,54	0,10
La Quinta Golf & Country Club		27	50	290.000	38	5.800	0,76	0,13
Los Arqueros Golf & Country Club		18	31	262.700	25	8.474	0,81	0,095
Atalaya Golf & Country Club	Old Course	18	80	328.000	24	4.100	0,30	0,073
	New Course							
El Paraíso Golf Club		18	50	165.000	12	3.300	0,24	0,073
Casares Costa Golf		9	18	96.182	6	5.343	0,33	0,062
Doña Julia Golf Club		18	38	326.000	16	8.579	0,42	0,049
Santa Clara Marbella		18	40	504.000	26	12.600	0,65	0,052
<b>MEDIA</b>				<b>264.480</b>	<b>23,13</b>	<b>8.586,43</b>	<b>0,54</b>	<b>2,77</b>
<b>DESVIACION TÍPICA</b>				<b>147.110</b>	<b>15,05</b>	<b>9.633,8</b>	<b>0,28</b>	<b>10,42</b>

<sup>(1)</sup> Datos de consumo de agua procedentes de bibliografía (anejo VI del PHCMA).

**Tabla 8.2.** Análisis del consumo de agua con respecto al empleo y la extensión de los campos de golf seleccionados. Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos se pueden deducir las siguientes conclusiones:

— *Características de los campos de golf.*



En cuanto a las características de los campos de golf estudiados, en su mayoría el número de hoyos con los que cuentan son de 18 o superior, lo que nos da una idea que la tendencia en la zona de estudio es a la presencia de campos de golf de dimensiones elevadas. Este hecho se puede observar en los datos de las extensiones de los campos de golf, que en la mayoría de los casos superan las 30 ha, alcanzando las 100 ha en Marbella Golf & Country Club.

— *Consumo de agua.*

Hay que destacar, tal y como ya se ha hecho anteriormente, que los datos que se han analizado de consumo de agua son los correspondientes a los proporcionados por los propios campos de golf y solamente en el caso de dos campos de golf se han utilizados datos bibliográficos debido a que no han sido proporcionados.

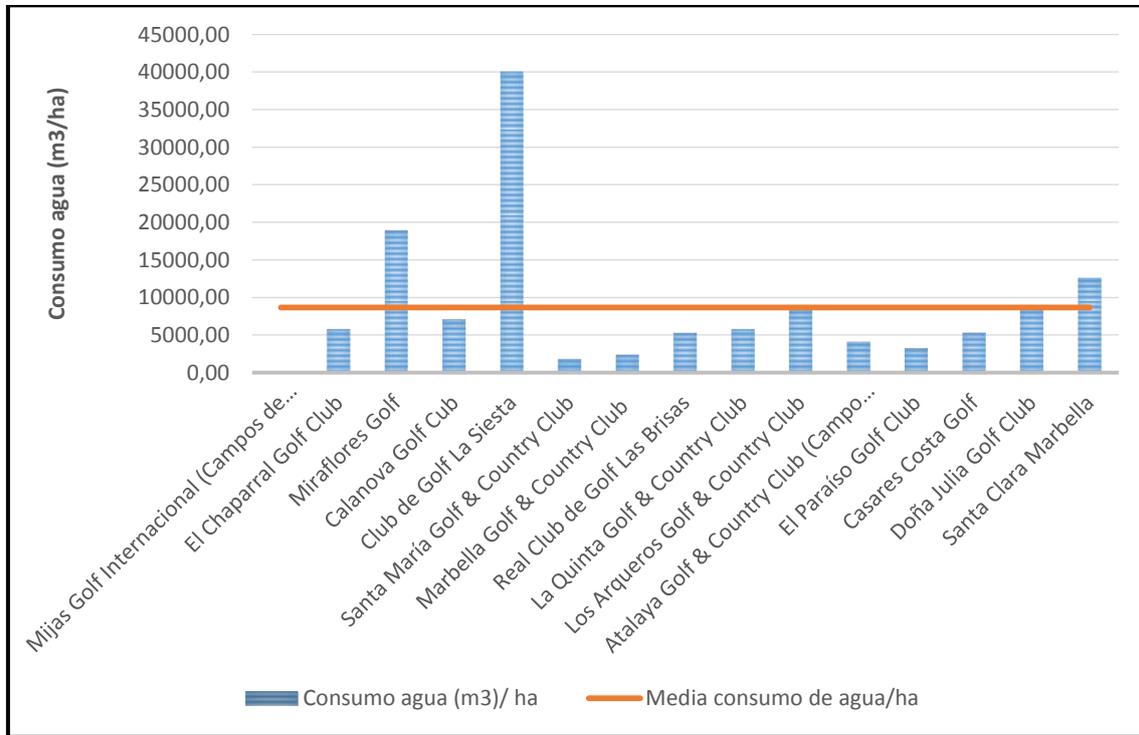
Por tanto, el consumo de agua total anual en la muestra de los diecisiete campos de golf seleccionados para este análisis se encuentra en el rango desde los 700.000 m<sup>3</sup> de Santa Clara Marbella y los 1.600 m<sup>3</sup> de los campos de Mijas Golf Internacional.

En el caso del dato de consumo de agua proporcionado por Mijas Golf Internacional se debería de evaluar que quizás este valor sea superior debido principalmente a la extensión de los dos campos con los que cuenta (90 ha), ya que este dato parece algo insólito si lo comparamos con el consumo de 96.182 m<sup>3</sup> del campo de golf con menor extensión del cual tenemos datos no bibliográficos, Casares Costa Golf.

El análisis del consumo de agua por extensión de los campos de golf (m<sup>3</sup>/ha) se puede observar en el Gráfico 8.1, de tal forma que el valor más alto de esta variable lo obtiene el campo de golf de La Siesta. Sin embargo, hay que destacar que este dato habría que tomarlo con cierta cautela, ya que el valor de consumo anual utilizado ha sido bibliográfico. No obstante, Miraflores Golf sería el campo con mayor consumo de agua en base a su extensión. Por otro lado, Santa María Golf & Country Club es el campo con menor consumo de agua por hectárea, ya que Mijas Golf Internacional no se consideraría por los motivos expuestos anteriormente en cuanto al dato de consumo de agua proporcionado para el estudio.

Respecto al análisis de la media de la serie de datos de esta variable, la mayoría de los campos de golf se encuentran por debajo de la media de consumo de agua por hectárea. Solamente, y sin tener en cuenta el campo de La Siesta, en los

casos anteriormente citados de Miraflores Golf y Santa Clara Marbella, los valores sobrepasan la media.

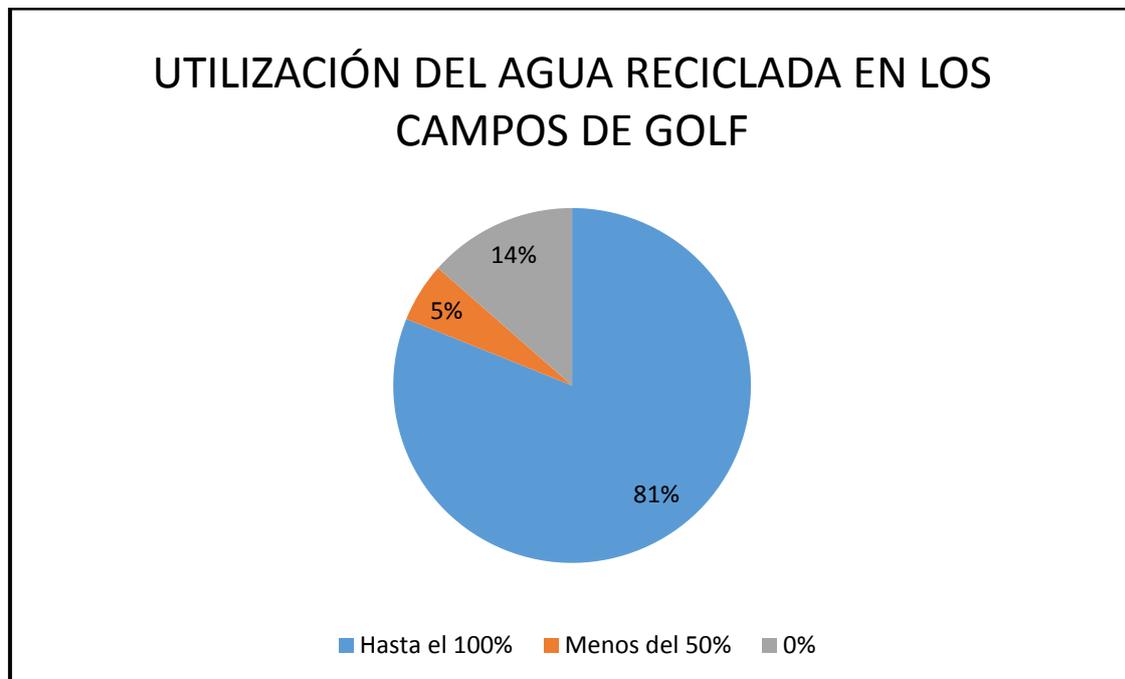


**Gráfico 8.1.** Análisis del consumo de agua en cada uno de los campos de golf y su valoración con respecto a la media de consumo. Fuente: elaboración propia.

La muestra de los diecisiete campos de golf analizados cuenta con un total de 261 hoyos y un consumo total de 3.618.239 m³/año, lo que hace que el consumo de agua por hoyo sea de 13.863 m³/año. Este dato se encuentra incluso por debajo de las estimaciones de consumo de agua por hoyo en la Cuenca Mediterránea Andaluza recogidas en la memoria del Plan Hidrológico de dicha cuenca, donde se indica, en el apartado de demandas de agua en la CHCMA, que las necesidades de riego van desde 19.200 m³/año por hoyo en el Campo de Gibraltar hasta 27.600 m³/año por hoyo en el Valle del Andarax.

Las necesidades de riego de un campo de golf dependen del lugar en que se localice, del tipo de césped y de la superficie de este último; las zonas de “rough” generalmente no requieren de riego, especialmente cuando están pobladas de especies de vegetación autóctonas de tipo mediterráneo que resisten muy bien la sequía (encinas, alcornoques, acebuches, etc.).

En cuanto a la procedencia del agua consumida en los campos de golf encuestados, más del 81% de ellos utilizan el 100% de procedencia reutilizada y tan solo el 5% de los campos de golf no utilizan nada de agua reciclada para el riego, tal y como se puede observar en el Gráfico 8.2.



**Gráfico 8.2.** Porcentaje de campos de golf con respecto a la cantidad de agua reciclada que utilizan para el riego de los mismos. Fuente: Elaboración propia.

Las estimaciones ya realizadas en 2015 en el PHCMA indicaban que, dentro de la CHCMA, un tercio del consumo global provenía de aguas residuales. Por tanto, y en base a los datos del estudio a fecha de realización de este informe, se han superado los datos de consumo de agua regenerada en los campos de golf en esta zona de estudio.

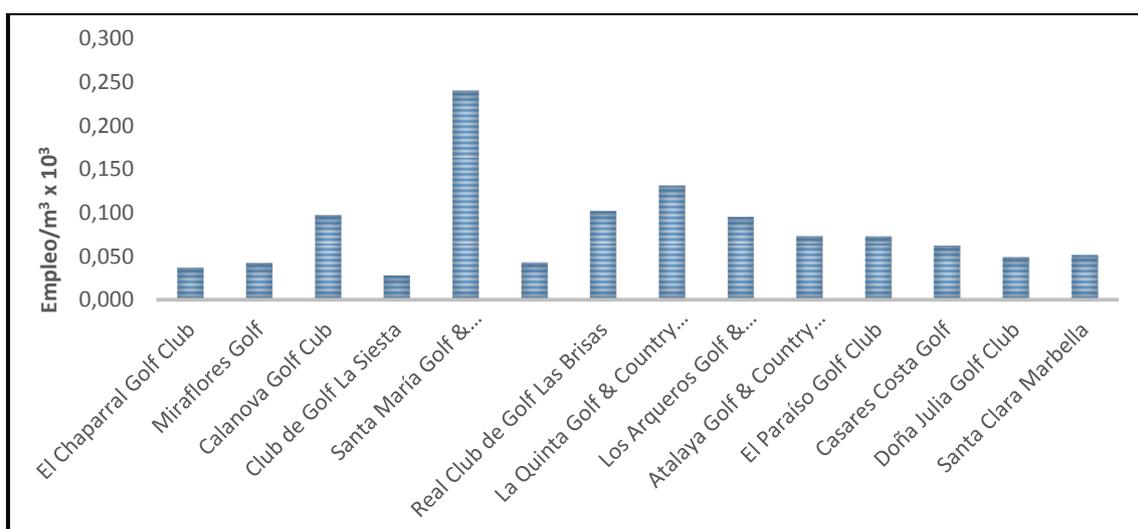
Cabe recordar que, según lo establecido en el Decreto 43/2008, regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía (modificado por el Decreto 309/2010), en su artículo 8 figuran una serie de requisitos a cumplir en lo relativo a los recursos utilizados para el riego de los campos, que básicamente pueden resumirse en la obligación de utilizar aguas regeneradas siempre que sea posible, para lo que se establece (disposición transitoria primera) un plazo de adaptación de cuatro años (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015).

En este sentido de reutilización de aguas residuales para el riego de los campos de golf de esta zona de estudio dentro de la CHCMA, cabe destacar que es donde más se están utilizando este tipo de aguas gracias a ACOSOL, empresa pública dependiente cien por cien de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental, la cual, además de ocuparse de los servicios urbanos de agua, se encarga de suministrar agua reciclada para riego a buena parte de los campos de golf de esta zona.

— *Empleo y consumo de agua.*

Si hablamos del empleo en la CHCMA, las Cuentas del Agua ofrecen un ratio de 23,2 personas contratadas por campo de golf, lo que arroja una cifra global en la demarcación de más de 1.700 empleos, de los que cerca del 70% se localizan en la provincia de Málaga (Plan Hidrológico Cuencas Mediterráneas Andaluzas, 2015). La media de empleados en los campos de golf del estudio es de 23,13, coincidiendo con los valores de la ratio de toda la CHCMA.

En cuanto a los datos de empleo de los campos de golf del estudio se ha realizado una comparativa entre el número de empleados y la extensión de los campos de golf, tal y como se muestra en el Gráfico 8.3. La media de personas ocupadas por hectárea de los campos es menor a 1 (0,54), solamente en el caso del Campo de Golf La Siesta la ratio de empleo por hectárea es de una persona, seguido de los campos de Miraflores y Los Arqueros; sin embargo Marbella Golf & Country Club es el que menor número de empleados por hectárea de juego presenta.



**Gráfico 8.3.** Relación entre el empleo y el consumo de agua de los campos de golf.

Fuente: Elaboración propia.

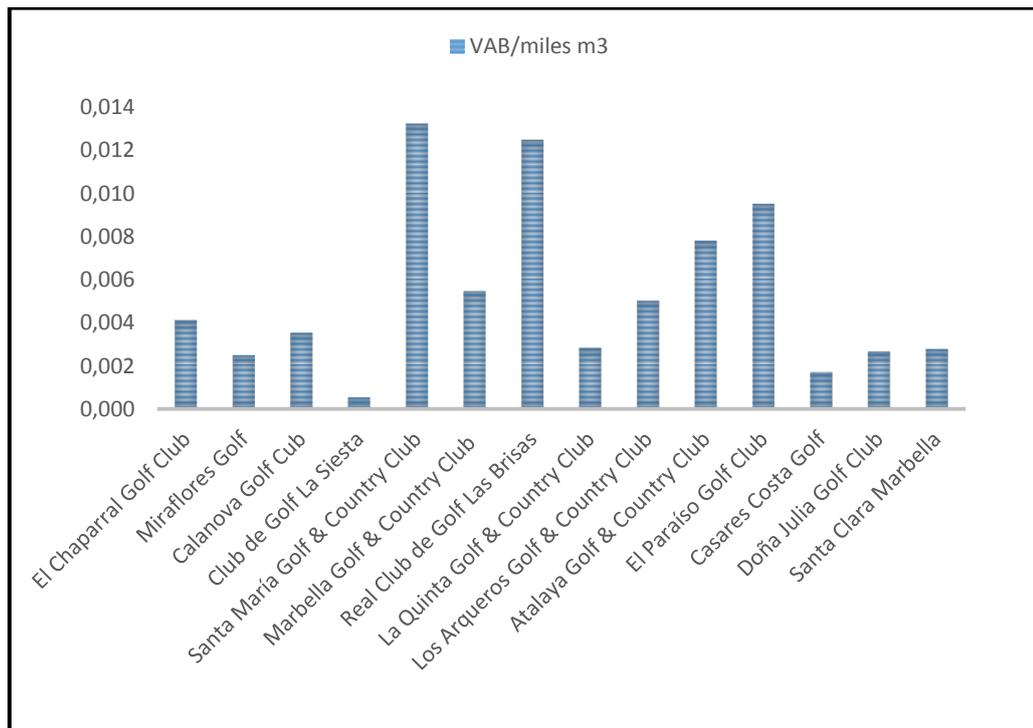
Tras el análisis de las variables de consumo de agua, empleo y extensión de los campos de golf seleccionados se procede a realizar el cálculo del VAB de dichos campos de golf a partir de los datos proporcionados de facturación y según la metodología anteriormente descrita. Este análisis se encuentra reflejado en la Tabla 8.3.

Campo de Golf		Beneficios anuales estimados (€)	VAB estimado (€)	Beneficios / ha	Beneficios / miles m <sup>3</sup>	Beneficios / Ocupados	VAB / ha	VAB / m <sup>3</sup> x10 <sup>4</sup>	VAB / Ocupados
Mijas Golf Internacional	Los Lagos	1.300.000	3.223.140	14.444,4	0,80	20.000	35.812,7	2,0	49.586,8
	Los Olivos								
El Chaparral Golf Club		1.230.000	1.446.281	20.500	0,004	94.615,38	24.104,7	0,004	111.252,4
Miraflores Golf		660.000	1.239.669	25.384,6	0,001	31.428,57	47.679,6	0,003	59.031,9
Calanova Golf Club		140.000	1.239.669	2.857,1	0,000	4.117,65	25.299,4	0,004	36.460,9
Club de Golf La Siesta		-80.000	99.174	-17.777,8	0,000	-16.000,00	22.038,6	0,001	19.834,7
Santa María Golf & Country Club		640.000	1.322.314	11.636,4	0,006	26.666,67	24.042,07	0,013	55.096,4
Marbella Golf & Country Club		1.260.000	1.404.959	11.886,8	0,005	114.545,45	13.254,33	0,005	127.723,5
Real Club de Golf Las Brisas		2.920.000	3.305.785	58.400,0	0,011	108.148,15	66.115,7	0,012	122.436,5
La Quinta Golf & Country Club		-520.000	826.446	-10.400,0	-0,002	-13.684,2	16.528,9	0,003	21.748,6
Los Arqueros Golf & Country Club		600.000	1.322.314	19.354,8	0,002	24.000,0	42.655,3	0,005	52.892,6
Atalaya Golf & Country Club	Old Course	2.140.000	2.561.983	26.750	0,007	89.166,7	32.024,8	0,008	106.749,3
	New Course								
El Paraíso Golf Club		1.420.000	1.570.248	28.400,0	0,009	118.333,3	31.404,9	0,010	130.853,9
Casares Costa Golf		-40.000	165.289	-2.222,2	0,000	-6.666,67	9.182,7	0,002	27.548,2
Doña Julia Golf Club		420.000	876.033	11.052,6	0,001	26.250,00	23.053,5	0,003	54.752,1
Santa Clara Marbella		660.000	1.404.959	16.500,0	0,001	25.384,62	35123,97	0,003	54036,87
<b>MEDIA</b>		<b>850.000</b>	<b>1.467.217</b>	<b>14.451,1</b>	<b>0,06</b>	<b>43.087</b>	<b>29.888,1</b>	<b>0,14</b>	<b>68.666,9</b>
<b>DESVIACION TÍPICA</b>		<b>894.051</b>	<b>931.707</b>	<b>18.040,5</b>	<b>0,21</b>	<b>48.097</b>	<b>14.496,9</b>	<b>0,56</b>	<b>39.750,4</b>

**Tabla 8.3.** Análisis del consumo de agua con respecto a los beneficios y el VAB de los campos de golf. Fuente: Elaboración propia.

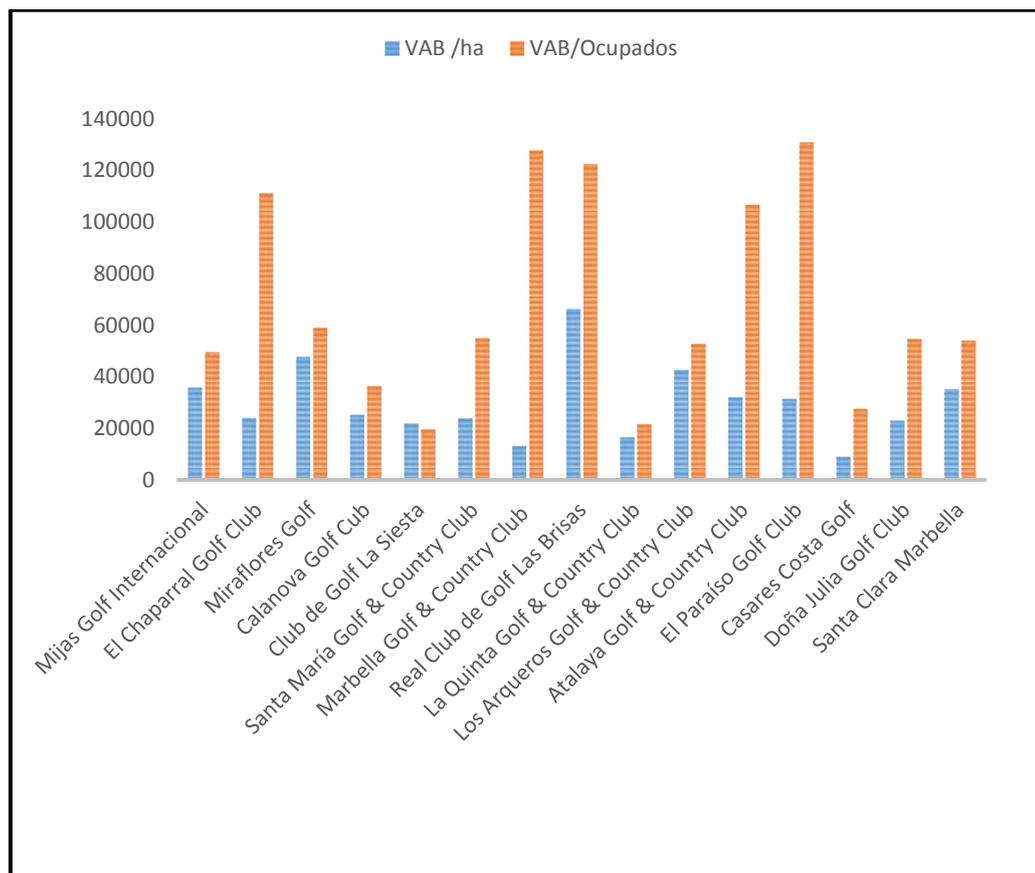
Las valoraciones que se pueden realizar a partir del análisis de los datos obtenidos es la siguiente:

- La media de los beneficios de los campos de golf estudiados es de 850.000 euros, siendo, en base a los datos proporcionados de facturación, el Real Club de Golf Las Brisas el que mayores beneficios ha obtenido. Por otro lado, el Calanova Golf Club ha sido el que menores beneficios ha obtenido. Cabe destacar que los beneficios resultantes de la estimación en base a los datos proporcionados y la metodología especificada son negativos para tres campos de golf, ya que en estos casos los costes, también estimados, son superiores a la facturación.
- El Valor Añadido Bruto (VAB) medio estimado para estos campos de golf ha sido de 1.467.217 euros, siendo de nuevo, al igual que con los beneficios, el Real Club de Golf Las Brisas el campo de golf con un mayor VAB y el Club de Golf La Siesta el que presenta un VAB menor.



**Gráfico 8.4.** VAB por volumen de agua consumida en los campos de golf.  
Fuente: elaboración propia.

- Al analizar el VAB con las otras tres variables, número de ocupados, extensión y consumo de agua, se observa (Gráficos 8.4 y 8.5) que en el caso consumo de agua (VAB/miles de m<sup>3</sup>) sólo dos de los campos se encuentran en la media si se tiene en cuenta el dato de Mijas Golf Internacional. Pero si se elimina este dato para el estudio del VAB por consumo (ya se ha fundamentado anteriormente que los datos de consumo de agua recogidos para este campo de golf se encuentran fuera de la normalidad del resto de datos recogidos) la desviación se situaría en 0,004 por lo que la mayoría de los datos se situarían en un valor cercano a la media.
- Si se compara el VAB con el nivel de ocupación laboral, los campos de Marbella Golf, Las Brisas y Paraíso son los que cuentan con un elevado VAB con respecto al personal ocupado y solamente en el caso de Las Brisas se corresponde este elevado valor con el obtenido para el VAB por hectárea de ocupación del campo de golf.



**Gráfico 8.5.** Comparativa del VAB por extensión de los campos de golf y por ocupación. Fuente: elaboración propia.



Si estos resultados del análisis realizado a escala local se comparan con los datos de productividad de los campos de golf a escala de la totalidad de la DHCMA, en base a los datos bibliográficos (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015), las conclusiones que se pueden extraer son:

- La actividad del golf dentro de la DHCM tiene su máximo exponente en la Costa del Sol Occidental, constituyendo una de las mayores concentraciones de campos de todo el mundo, hasta el punto de que en los últimos años ha prosperado la idea de ofrecer una denominación alternativa: Costa del Golf. Este hecho responde, además de a evidentes intereses comerciales, a que el golf ha pasado a convertirse en uno de los mayores atractivos de esta franja litoral, al menos en lo que se refiere a su imagen exterior.
- Muchas veces se piensa que el golf tiene su pico de actividad en verano, sin embargo, es todo lo contrario, ya que este sector económico es un importante factor de desestacionalización para el sector de servicios turísticos de alta categoría. Según los datos del Plan Hidrológico de la DHCMA, recientes estudios indican que, en la Costa del Sol, los meses de mayor grado de ocupación asociado al turismo de golf son octubre, noviembre, marzo y abril (entre el 90,5 y el 78,9%), mientras que la actividad es mínima en los meses estivales (<30%). Por tanto, esta actividad tiene la ventaja añadida de actuar como regularizador de la demanda, ya que la temporada alta de este deporte coincide con la temporada baja de playa.
- En cuanto a la demanda de agua del sector del golf y como consecuencia de la proliferación de campos de golf y la constatada situación de déficit hídrico existente en muchas áreas de Andalucía, en particular en buena parte de la Costa del Sol, se promulgó por la Junta de Andalucía el Decreto 43/2008, de 12 de febrero, regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía (modificado por el Decreto 309/2010). Éste introduce la exigencia de regar con aguas regeneradas, salvo que no exista caudal suficiente de agua residual disponible o se trate de un campo de golf de Interés Turístico.

Según los balances realizados en el último Plan Hidrológico, las incertidumbres en cuanto a la evolución del número de campos son notables en el actual contexto de crisis económica. Por otra parte, a la luz de las disposiciones del

Decreto 43/2008, su viabilidad queda estrechamente vinculada con la disponibilidad de aguas regeneradas próximas.

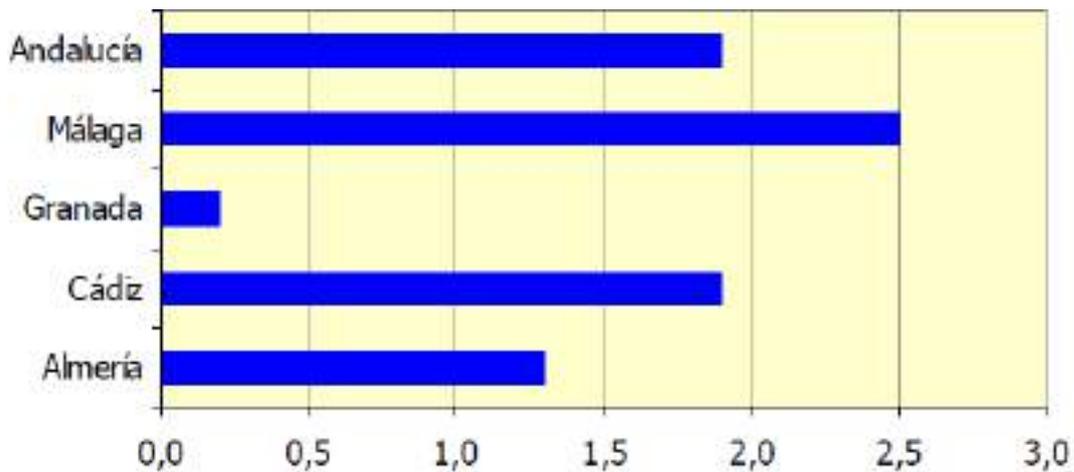
- Sin embargo, la elevada productividad media generada por la utilización de los recursos hídricos que requiere el mantenimiento de la superficie de césped de los campos de golf, claramente superior a la que aportan otras actividades que también se basan en el agua como factor productivo fundamental, tiene su origen en las características de los usuarios de alto poder adquisitivo de estas instalaciones, y en buena medida es debida a la elevada rentabilidad de las otras actividades vinculadas a estas instalaciones y no sólo a la propia gestión de las mismas exclusivamente para la práctica del deporte golfista.

	Tasa de crecimiento			Productividad (€/trabajador) [2006]	Composición (% sobre VAB) [2006]
	VAB (%) p.r constantes	Empleo (%)	Productividad (%)		
Agricultura, ganadería y pesca	-4,4%	-2,5%	-2,0%	23.774	4,7%
Energía	5,2%	5,6%	-0,4%	101.096	1,4%
Industria	1,2%	1,2%	-0,1%	33.149	5,2%
Construcción	13,6%	8,2%	4,9%	40.371	18,0%
Servicio de mercado	5,6%	5,5%	0,1%	46.528	54,7%
Servicio de no mercado	5,5%	4,0%	1,5%	27.095	16,0%
Total	5,7%	4,5%	1,2%	38.778	
Total nacional	4,4%	3,3%	1,0%	46.921	

**Tabla 8.4.** Resumen de los principales indicadores de la economía regional. Fuente: Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas, Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015.

Tal y como se puede ver en la Tabla 8.4, el sector servicios de mercado (servicios financieros, comercio, hostelería, golf, transporte, etc.) es el que tiene un porcentaje de representatividad sobre el VAB más elevado seguido de la construcción. Sin embargo, el sector primario es el segundo sector que menos peso sobre el VAB tiene a nivel de la DHCMA, seguido del de la industria.

Si se analiza la productividad del agua consumida en riego de campos de golf (VAB/m<sup>3</sup>) a nivel provincial de la DHCMA se observa como Málaga es la provincia con mayor productividad, incluso superior a la de toda Andalucía.



**Gráfico 8.6** Productividad del agua utilizada en el riego de campos de golf (VAB €/m<sup>3</sup>).  
Fuente: Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas, Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015.

## 8.2. Consumo de Agua en los Sectores Agrícolas de Regadío de las Áreas Funcionales donde se Encuentran los Campos de Golf Seleccionados y su Relación con las Variables de Empleo, Renta y Superficie

Tras la definición de la especialización agrícola por áreas funcionales o municipios en el área de estudio (apartado séptimo del presente informe) se obtiene como resultado que en muchos de estos municipios se encuentran especializados en algún tipo de cultivo (Tabla 7.5).

Es por ello que en este punto se procede a realizar una caracterización de los cultivos de regadío que se localizan en las áreas funcionales o municipios donde se localizan los campos de golf junto con el consumo de agua, extensión, empleo y renta de dichas parcelas agrícolas, con el fin de poder comparar estos datos con los obtenidos de la caracterización de los campos de golf y el cálculo de las mismas variables.

### 8.2.1. Metodología de Estudio

La metodología llevada a cabo para la caracterización de los cultivos presentes en las áreas funcionales o municipios se ha basado principalmente en los datos obtenidos de las siguientes fuentes:

<b>Datos de origen</b>	Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía (ICRA)	Informe de la Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015 <i>Indicadores económicos del regadío andaluz</i>
<b>Año de los datos</b>	2008	2011
<b>Fuente de los datos</b>	REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía)	Consejería de Agricultura y Pesca

**Tabla 8.5.** Identificación de los datos utilizados para la caracterización de los cultivos de las áreas funcionales. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la metodología aquí aplicada se fundamenta en la metodología establecida en el Anejo III del PHCMA para el cálculo de las demandas de agua de los cultivos de regadío.

El punto de partida de este análisis se basa en el *Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía (ICRA)*, cuya base cartográfica es muy precisa (parcela a parcela) y la unidad de referencia es la “Unidad de Agregación (UA)” que, a grandes rasgos, se corresponde con comunidades de regantes de un determinado tamaño o con agrupaciones de comunidades de regantes pequeñas y/o regantes particulares individuales.

A partir de las bases de datos de ICRA y la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográficas (SIG) se han aislado las parcelas de cultivos de regadío de los municipios donde se encuentran los campos de golf seleccionados y se han calculado de nuevo las áreas. Finalmente, esta base de datos proporcionará las siguientes variables, entre otras, de cada una de las UA del área de estudio:

- Superficie Regada (ha).
- Consumo (m<sup>3</sup>).
- Sistema de Riego (%): Gravedad, Aspersión y Localizado.
- Origen del Agua: Superficial, Subterráneo, Reutilizada, Desalada y Sobrantes de otras zonas.
- Origen de la fuente adicional.
- Tomas de agua (para una misma UA puede haber varias tomas).

- Principales cultivos presentes en la UA y % de superficie de ocupación de los mismos.
- Producción por superficie y por consumo de agua.
- Beneficios por superficie y por consumo de agua.
- Empleo generado (UTA, Unidad de Trabajo Agrícola) por hectárea y consumo de agua de las UA.

Por otro lado, para el cálculo del VAB se han utilizado los datos ofrecidos en el informe “*Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015*”. En dicho informe se encuentran establecidos los “*Indicadores Económicos del Regadío Andaluz (metodología SEC-95)*”, los cuales se muestran en la Tabla 8.6, e indican el porcentaje de la producción que corresponden a las diferentes variables necesarias para el cálculo del VAB.

	<b>%SOBRE PRODUCCIÓN A PRECIO PRODUCTOR</b>
<b>PRODUCCIÓN a precio productor (1)</b>	100
<b>AYUDAS acopladas a la producción (2)</b>	4,3
<b>PRODUCCIÓN a precios básicos (3=2+1)</b>	104,3
<b>CONSUMOS INTERMEDIOS (4)</b>	19,7
<b>VALOR AÑADIDO BRUTO (5=3-4)</b>	84,6
<b>MANO DE OBRA (6)</b>	31,2
<b>AMORTIZACIONES (8)</b>	5,1
<b>SUBVENCIONES pago desacoplado (9)</b>	9,3
<b>OTROS IMPUESTOS (10)</b>	0,5
<b>RENTA AGRARIA (11=5-8+9-10)</b>	88,5
<b>MARGEN BRUTO =VAB +SPD-MO (7=5+9-6)</b>	63,1

**Tabla 8.6.** Indicadores económicos del regadío andaluz (metodología SEC-95). Fuente: Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2011).

En base a estos indicadores y con los datos de producción obtenidos de la base de datos del ICRA, se calcula el VAB a partir de la definición establecida en las Cuentas Económicas de la Agricultura, metodología SEC-95 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2006). De tal forma que el VAB representa el resultado económico final de la actividad productiva y se obtiene como diferencia entre el valor de la producción de la rama agraria y de los consumos intermedios.

## 8.2.2. Resultados y Análisis

En base a la metodología anteriormente expuesta se procede a extraer las variables de caracterización de los cultivos de regadío de la zona de estudio de las bases de datos del IRCA.

De forma resumida por municipio o área funcional los datos que se han obtenido han sido los que se muestran en la Tabla 8.7; no obstante, la totalidad de los datos y todas las variables calculadas se encuentran recogidos en el Anexo IX del presente informe.

Municipio / Área funcional	Nº UA (*)	Superficie total (ha)	Consumo de agua total (m <sup>3</sup> )	Consumo por superficie (m <sup>3</sup> /ha)	Origen de agua más usado en la UA	Principales cultivos de regadío de las UA
Benahavís	1	53,4	7.000	131,2	100% Subterráneo	Frutales Subtropicales
Benalmádena	1	5,7	7.000	1.234,6	100% Subterráneo	Frutales Subtropicales
Casares	9	1.266,2	51.344	40,6	66,7% Superficial 33,3% Subterránea	Frutales Subtropicales, Frutales, Cítricos y Hortícola
Estepona	6	749,0	34.649	46,3	83,3% Superficial 16,7% Subterránea	Frutales Subtropicales y Cítricos
Marbella	1	277,9	6.000	21,6	100% Superficial	Hortícola
Mijas	6	1.192,5	41.996	35,2	66,7% Superficial 33,3% Subterránea	Frutales Subtropicales y Cítricos
Ojén	9	215,0	36.512	169,9	66,7% Superficial 33,3% Subterránea	Frutales Subtropicales, Cítricos y Hortícola
<b>MEDIA</b>		<b>537,1</b>	<b>26.357,3</b>	<b>239,9</b>	(*) UA, Unidades de Agregación.	

**Tabla 8.7.** Características de los cultivos de regadío de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IRCA de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2008.

Tal y como se puede observar en este primer análisis de las características de los cultivos de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf seleccionados se pueden destacar los siguientes aspectos:

- La variable *número de UA* da una idea de lo extendidos que se encuentran los cultivos de regadío en las áreas funcionales, ya que, tal y como se ha definido anteriormente, las UA, a grandes rasgos, corresponden con las comunidades

de regantes. De tal forma que, los municipios que cuentan con un mayor número de UA, son Ojén y Casares seguidos de Mijas y Estepona.

Sin embargo, si se analiza la extensión de estas UA, el caso de Ojén cuenta con menos hectáreas que incluso Marbella, municipio, este último, que cuenta con una sola UA pero de extensión considerable y superior a la de Ojén que cuenta con nueve UA. Este análisis se encuentra directamente relacionado con los resultados obtenidos de la especialización funcional, donde para el municipio de Marbella se definía, según el Índice de Nelson, como muy especializada en el sector primario (agricultura, ganadería).

- El consumo de agua por superficie es muy elevado en el caso de Benalmádena, donde el cultivo de regadío principal son las frutas subtropicales. Por el contrario, Marbella es el municipio que menos agua consume con respecto a la superficie de cultivo de regadío.

Sin embargo, si se comparan los datos de consumo de agua por superficie de Benahavís y Marbella, ambas con una sola UA, resulta que Marbella cuenta con una mayor extensión de esta UA que Benahavís; no obstante, el consumo de agua por superficie, es superior en Benahavís que en Marbella.

- Tal y como se puede observar, la procedencia del agua utilizada para el riego de estos cultivos es principalmente de origen subterránea y/o superficial. Los acuíferos están presentes en buena parte de los sistemas de regadío como fuente principal o única de recursos, o como apoyo a los recursos superficiales, regulados o no, cobrando, además, especial importancia en situaciones de sequía.

Sin embargo, en ninguno de los municipios analizados, el agua reciclada o desalada se utiliza para los cultivos de estas áreas funcionales.

- En cuanto a los cultivos principales presentes en estas áreas funcionales, destacan los frutales subtropicales, seguido de los cítricos y la horticultura.

Si se realiza una relación entre los cultivos principales de regadío en cada municipio y la especialización funcional agrícola calculada mediante el índice de Nelson (apartado 7 del presente informe) se observan algunas similitudes. Por ejemplo, en el caso de Estepona, dicha localidad se encuentra especializada en cítricos y este hecho es coincidente con uno de los principales cultivos de regadío de este municipio.

En síntesis, y según el IRCA, el regadío en toda Andalucía habría mantenido un ritmo expansivo en la última década con una tasa de crecimiento superior al 1,5% anual, siendo las zonas de expansión actual la provincia de Almería en su conjunto, el valle del Guadalhorce, la comarca de La Contraviesa y la Costa del Sol Oriental, descartando este aumento en la Costa del Sol Occidental.

Una vez caracterizadas las zonas de cultivos de regadío de la zona de estudio se procede a calcular, según la metodología descrita anteriormente, y analizar los índices económicos.

De esta forma en la Tabla 8.8 se presentan los resultados obtenidos del cálculo del VAB y su comparativa con la superficie y consumo de agua junto con el margen de explotación. Además, se indican los datos de beneficios y UTA, las unidades de trabajo al año, o lo que es lo mismo, lo que trabaja una persona a jornada completa a lo largo de un año.

Municipio	Superficie total (ha)	Ocupados por superficie (UTA) / ha	Ocupados por agua consumida (UTA) / m <sup>3</sup>	VAB (producción a precios básicos-consumos)	VAB / ha	VAB / m <sup>3</sup>
Benahavís	53,35	0,30	26.208,0	268.360	5.030,2	38,3
Benalmádena	5,67	0,30	26.966,0	30.873	5.444,9	4,4
Casares	1.266,18	0,24	24.726,3	1.152.079	909,9	22,4
Estepona	748,99	0,30	21.429,8	740.495	988,7	21,4
Marbella	277,92	0,40	16.159,0	2.754.976	9.912,8	459,2
Mijas	1.192,48	0,30	26.331,0	1.538.060	1.289,8	36,6
Ojén	214,96	0,30	14.680,0	160.567	747,0	4,4
<b>MEDIA</b>	537,1	0,30	22.357,2	2.266.005,5	4.514,6	109,5

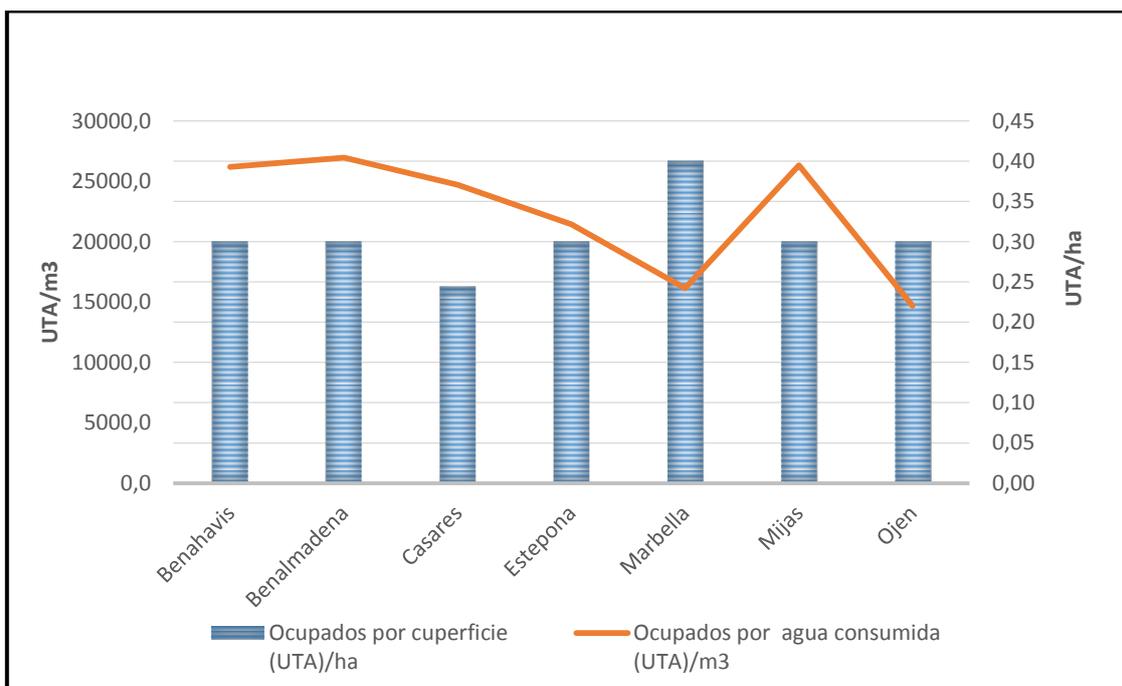
**Tabla 8.8.** Variables relacionadas con la ocupación, VAB, consumo de agua y extensión de los cultivos de regadío de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IRCA, 2008 y los indicadores económicos del regadío andaluz de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2011.

Del cálculo del VAB de los cultivos de regadío de los municipios del área de estudio se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El nivel de ocupación (UTA) por hectárea se encuentra en una media de 0,3 para todos municipios, siendo ligeramente superior en Marbella y ligeramente inferior a esta media en Casares.

Por otro lado, el nivel de ocupación por metro cúbico consumido para los cultivos de los municipios de Marbella y Ojén presentan los valores más bajos, mientras que en los cultivos de Benalmádena esta variable presenta su mayor valor.

En el Gráfico 8.7 se aprecia la relación entre las dos variables calculadas en relación al nivel de ocupación, de tal forma que se observa en el caso de los cultivos de Marbella, principalmente hortícolas, que es el que presenta una mayor ocupación por superficie de cultivos, sin embargo, el valor del nivel de ocupación por agua consumida es uno de los menores obtenidos.

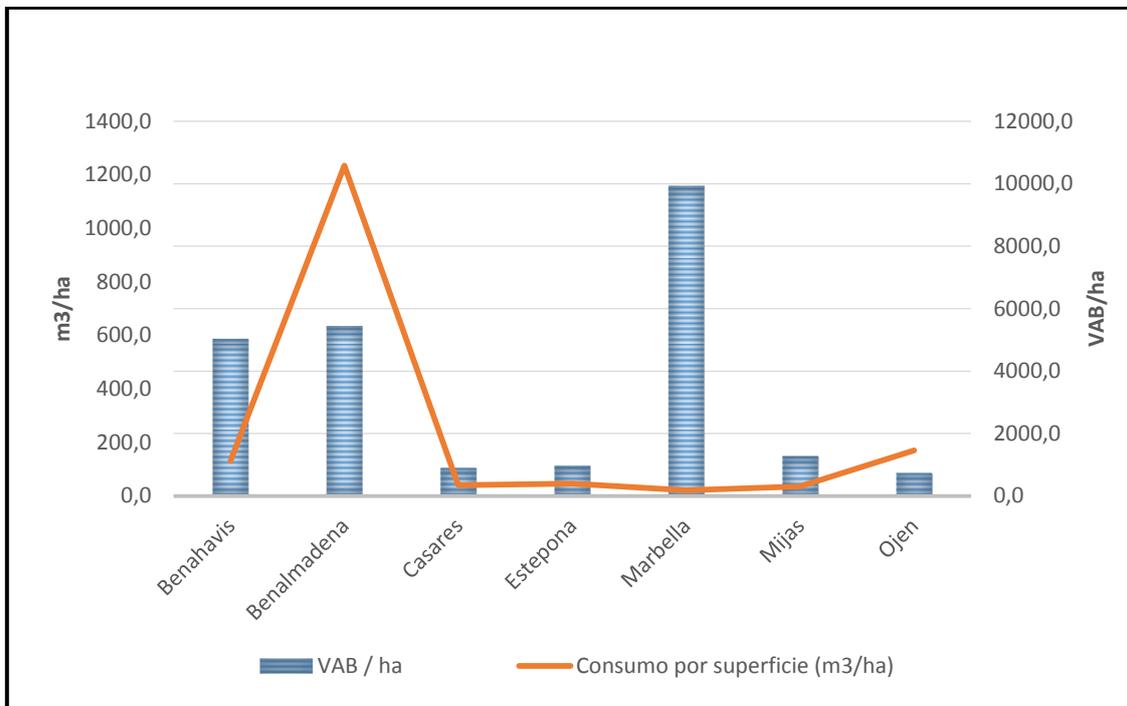


**Gráfico 8.7.** Relación la ocupación con el consumo de agua y extensión de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf. Fuente: Elaboración propia.

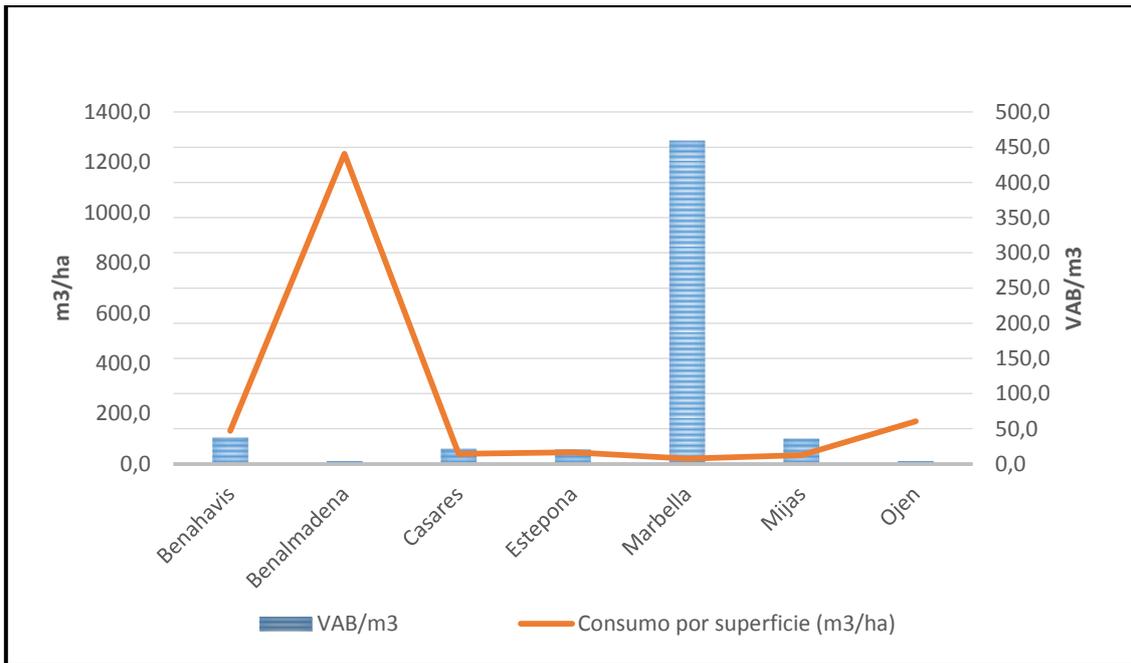
- Los datos de Valor Añadido Bruto han sido estimados a precios básicos de consumo, obteniendo un valor medio de dos millones doscientos sesenta mil euros para todos los municipios.

- Destaca de nuevo el municipio de Marbella, donde el VAB es superior tanto a la extensión de los cultivos como al consumo de agua.
- Por otro lado, se encuentran los municipios de Ojén y Benalmádena, donde el VAB es inferior a la extensión de los cultivos y al consumo de agua respectivamente.

En los Gráficos 8.8 y 8.9 se observa la relación entre el VAB con el consumo de agua por superficie. En base a lo comentado anteriormente, Marbella se trata de municipio con mayor VAB en relación a la superficie y consumo, sin embargo, el consumo de agua por hectárea es muy bajo, lo que quiere decir que la rentabilidad de los productos en este municipio es elevada; por otra parte, Benalmádena cuenta con un VAB/m<sup>3</sup> muy bajo y un alto consumo de agua.

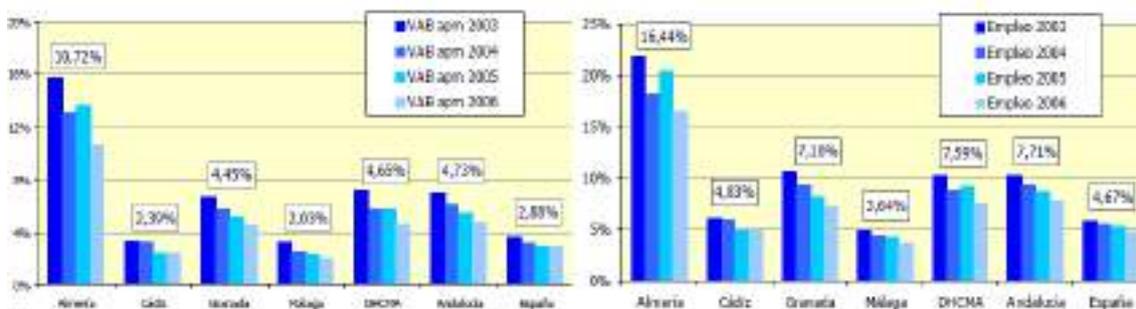


**Gráfico 8.8.** Relación del VAB por extensión con el consumo de agua por superficie de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf. Fuente: Elaboración propia.



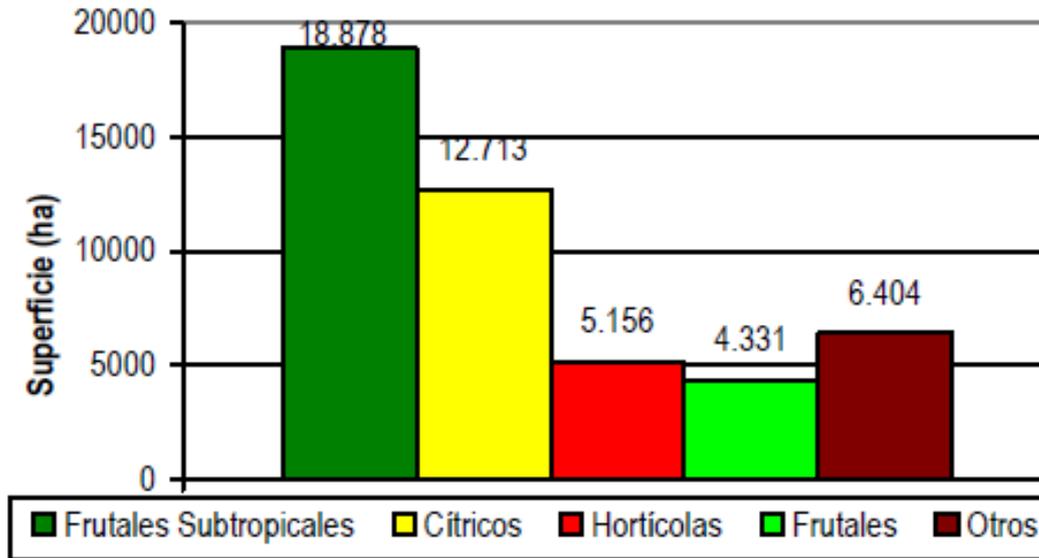
**Gráfico 8.9.** Relación del VAB / m<sup>3</sup> con el consumo de agua por superficie de las áreas funcionales donde se encuentran los campos de golf. Fuente: Elaboración propia.

Tras haber analizado los datos de caracterización de los campos de golf a una escala local de la zona de estudio se procede a compararlos en una escala mayor, la de la DHCMA. Esta valoración de los resultados obtenidos en otra escala sirve para poner en un contexto más amplio los datos obtenidos. De esta forma, si se comparan los datos del VAB en agricultura con el resto de provincias andaluzas se observa como Málaga es la que menos aportación del sector primario hace al VAB y el empleo.



**Gráfico 8.10.** Aportación del Sector primario al VAB y el empleo. Fuente: Anejo III. Usos y demandas, Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas, Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015.

Como se puede ver, Almería es la provincia que aporta un mayor VAB (91%) en el sector primario debido en su práctica totalidad al valor de la producción hortícola de sus invernaderos.



**Gráfico 8.11.** Superficie de los tipos de cultivos en la zona del litoral de Cádiz, Málaga y Granada. Fuente: ICRA, Consejería Agricultura y Pesca, 2008.

Sin embargo, en el caso de Málaga los cultivos que quizá cuenten con un mayor peso son los frutales subtropicales. Estos cultivos han sufrido un aumento en los últimos años en toda la franja litoral de Málaga y Granada. De hecho, los principales cultivos de regadío que se encuentran en la zona de estudio (Tabla 8.7) son los frutales subtropicales junto con los cítricos. Tal y como se puede ver en el Gráfico 8.11, el cual muestra la superficie ocupada por tipo de cultivo en la zona de la franja del litoral de Cádiz, Málaga y Granada, destacan los datos de frutales subtropicales y cítricos, cultivos prioritarios también en los municipios de estudio.

Hay que tener en cuenta que los cultivos de frutales subtropicales son los que presentan la segunda posición de necesidades de agua por superficie plantada del total de tipos de cultivos mayoritarios de Andalucía. Según lo indicado en la Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015, estos cultivos subtropicales requieren de 5.286 m<sup>3</sup>/ha, solamente superados por los cultivos de invernadero (6.229 m<sup>3</sup>/ha).

CULTIVO	DOTACIONES MEDIAS NETAS (m <sup>3</sup> /ha)
Cereales de invierno	2.962
Hortalizas al aire libre	2.634

Invernaderos	6.229
Frutales	3.384
Cítricos	4.335
Frutales subtropicales	5.286
Almendro	2.284
Olivar	2.644

**Tabla 8.9.** Dotaciones medias netas de agua estimadas para los principales cultivos de regadío de la DHCMA. Fuente: Anejo III. Usos y demandas, Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas, Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015.

Además, y atendiendo a que el siguiente cultivo más representativo de la zona de estudio son los cítricos, hay que indicar que el requerimiento de agua es también elevado para este cultivo (4.335 m<sup>3</sup>/ha).

### **8.3. Consumo de Agua en los Sectores Industriales de las Áreas Funcionales donde se Encuentran los Campos de Golf Seleccionados**

A escala de la DHCMA el sector industrial se encuentra caracterizado por la reducida dimensión de sus industrias, así como por una distribución territorial geográficamente dispersa. Existen no obstante dos excepciones a este modelo: el área de Málaga-Guadalhorce, por el número de empresas allí instaladas, y el Campo de Gibraltar, por la magnitud de las mismas, pero en el caso de la zona del subsistema I-3, donde se localiza la zona de estudio, la presencia industrial es muy reducida.

No obstante, y tras haber realizado un análisis de especialización industrial mediante el Índice de Nelson (anteriormente en este mismo informe) sobre la zona de estudio en la que se encuentran los campos de golf seleccionados, se puede llegar a la conclusión de que la industria con la que cuentan principalmente los municipios o áreas funcionales son aquellas relacionadas con los servicios de mercado (hostelería, comercios, transporte, inmobiliaria, etc.) y de servicios de no mercado (administración pública, sanidad, etc.) (ver Tabla de especialización industrial 7.2).

Debido a esta caracterización industrial fundamentada en los servicios de mercado se considera que el consumo de agua en la industria de la zona de estudio es un consumo conectado al abastecimiento urbano, ya que, este tipo de actividades económicas se suelen desarrollar en zonas urbanas y utilizan el agua de la red urbana. Es por ello por lo que el consumo de agua en la industria conectada crece con

la misma proporción que la demanda residencial, asumiendo una estrecha relación con los servicios urbanos.

Este hecho viene a corroborar lo expresado en el anexo VI del PHCMA (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015) donde en su apartado de análisis de las demandas del subsistema I-3 de la DHCMA indica: “Demanda industrial. Actualmente no hay demanda industrial significativa en el subsistema”.

No obstante, y para tener una idea de cuál es el consumo en el tipo de industria identificada en cada municipio del área de estudio, en la tabla se indica el consumo en la industria conectada de servicios de mercado y del consumo en industria de servicios de no mercado (comercial, institucional y otros).

Municipio/Área Funcional	Industria conectada (m <sup>3</sup> /año)	Comercial, institucional y otros (servicios de no mercado) (m <sup>3</sup> /año)	Suma (consumo total de industria conectada y de servicios no mercado) (m <sup>3</sup> /año)
Benahavís	360.000	270.000	630.000
Benalmádena	1.610.000	1.670.000	3.280.000
Casares	190.000	140.000	330.000
Estepona	2.090.000	1.570.000	3.660.000
Manilva	430.000	320.000	750.000
Marbella	6.050.000	4.570.000	10.620.000
Mijas	2.130.000	1.610.000	3.740.000
Ojén	40.000	30.000	70.000

**Tabla 8.10.** Consumos de agua en los dos tipos de industrias principales presentes en los municipios del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del anejo VI de la asignación y reservas de los recursos a usos del PHCM de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, 2015.

De los datos anteriores se puede observar como el municipio de Marbella es el que presenta un consumo sobresaliente en este tipo de industrias, y Ojén es el municipio con un menor consumo.

Respecto a Marbella cabe recordar que, en la definición de la especialización funcional industrial de este municipio, se encontraba especializada en comercio, hostelería, actividades financieras y sanitarias; y, muy especializada en las actividades inmobiliarias (Tabla 7.2). Todas estas actividades son del tipo industrial de servicios que se encuentran relacionadas con el abastecimiento urbano. Además, y tal y como se ha indicado anteriormente, el crecimiento de este tipo de industria se encuentra



directamente relacionada con la demanda residencial, ya que, a más demanda, mayor crecimiento de las necesidades de servicios.

#### **8.4. Comparación de los Resultados de Productividad entre los Campos de Golf y las Actividades Agrícolas e Industriales**

Tras haber obtenido los resultados anteriormente expuestos de consumo de agua relacionados con la productividad tanto en los campos de golf de la zona de estudio como en los cultivos y los principales tipos de industria, en este apartado se pretende realizar una comparación de dichos resultados relacionando los datos obtenidos de las diferentes variables entre sí.

##### **8.4.1. Metodología de Estudio**

Para llevar a cabo esta comparativa de resultados se ha realizado por un lado la comparativa de los resultados globales y un análisis de correlación, el cual va a indicar la proporcionalidad que existe entre las variables estudiadas. Las variables que se han sometido a este análisis de comparativo son:

- VAB estimado de los campos de golf seleccionados y de los cultivos de regadío presentes en los municipios del área de estudio (€).
- VAB por superficie de los campos de golf y de los cultivos de regadío presentes en los municipios del área de estudio (€/ha).
- VAB por consumo de agua en campos de golf y de los cultivos de regadío presentes en los municipios del área de estudio (€/m<sup>3</sup>).
- Ocupados por superficie de los campos de golf y de los cultivos de regadío presentes en los municipios del área de estudio (ocupados/ha) / (UTA/ha).
- Ocupados por consumo de agua en campos de golf y de los cultivos de regadío presentes en los municipios del área de estudio (ocupados/m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>) / (UTA/m<sup>3</sup> x 10<sup>3</sup>).
- Consumo de agua por superficie en los cultivos, campos de golf e industria (m<sup>3</sup>/ha).

Para el cálculo de la correlación se han tomado los datos de los diecisiete campos de golf utilizados para el cálculo del VAB y se ha realizado el cálculo de la media de las variables anteriormente expuestas, referidas a los campos de golf por municipios con el fin de que los datos obtenidos sean comparables con los de cultivos

de regadío y consumo en industria los cuales se encuentran expresados por municipios.

En el caso de la industria, tal y como se ha analizado anteriormente, solamente se cuenta con datos de consumo de agua por año, es por ello por lo que se procederá a realizar un análisis de correlación y comparativa de los datos con los otros dos sectores analizados, el del golf y los cultivos de regadío con el objeto de obtener los datos pertinentes.

No obstante, cabe destacar que, para este análisis comparativo de las variables de consumo de agua de los campos de golf de Benalmádena, Ojén y Manilva se han tenido que tomar datos bibliográficos (PHCMA) ya que dichos campos de golf no proporcionaron estos valores.

#### 8.4.2. Resultados y Análisis

Los resultados de realizar las medias de las variables por municipios en los campos de golf donde se estimó el VAB y de las mismas variables referentes a los cultivos se muestran en la Tabla 8.11.

Municipios	Campos Golf					Cultivos regadío				
	VAB	VAB / ha	VAB / m <sup>3</sup>	Ocupados / ha	Ocupado / m <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	VAB	VAB / ha	VAB / m <sup>3</sup>	Ocupados / ha	Ocupado / m <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>
Benahavís	1.074.380	13.264,0	3,9	0,39	0,114	268.360	5.030,2	38,3	0,30	26.208.000
Casares	520.661	9.297,5	2,5	0,20	0,052	1.152.078	909,9	22,4	0,24	24.726.333
Estepona	2.066.115	15.893,2	8,4	0,14	0,073	740.494	988,6	21,8	0,30	21.429.833
Marbella	1.476.033	2.849,5	5,7	0,04	0,081	2.754.975	9.912,9	459,2	0,40	16.159.000
Mijas	1.449.586	6.316,3	5,7	0,12	0,108	1.538.059	1.289,8	36,6	0,30	26.331.000

**Tabla 8.11.** Resultados de las variables de productividad estimadas de los campos de golf analizados y los cultivos por municipios Fuente: Elaboración propia.

La realización de esta tabla resumen de las variables tanto para los campos de golf como para los cultivos de regadío sirve para un análisis comparativo de los datos, de tal forma que de los mismos cabe destacar cómo, el municipio de Marbella, presenta valores de VAB elevados tanto para las actividades de los campos de golf como para los cultivos. Sin embargo, el caso de Benahavís presenta el menor VAB en cultivos de regadío, pero el VAB en campos de golf es elevado.

Si se aplica un análisis de correlación sobre estas variables se obtiene la siguiente matriz de correlación:

	VAB Campos Golf	VAB / ha Campos Golf	VAB / m <sup>3</sup> Campos Golf	Ocupados Campos Golf / ha	Ocupados Campos Golf / m <sup>3</sup>	VAB Cultivos	VAB / ha Cultivos	VAB / m <sup>3</sup> Cultivos	Ocupados Cultivos / ha	Ocupados Cultivos / m <sup>3</sup>
VAB Campos Golf	1									
VAB/ha Campos Golf	0,21	1								
VAB/m <sup>3</sup> Campos Golf	0,99	0,24	1							
Ocupados Campos Golf/ha	-0,42	0,60	-0,47	1						
Ocupados Campos Golf/ miles m <sup>3</sup>	0,22	-0,01	0,10	0,39	1					
VAB Cultivos	0,10	-0,90	0,10	-0,83	-0,20	1				
VAB / ha Cultivos	0,06	-0,55	-0,02	-0,19	0,20	0,61	1			
VAB/m <sup>3</sup> Cultivos	0,15	-0,72	0,11	-0,57	-0,07	0,86	0,91	1		
Ocupados Cultivos/ha	0,47	-0,56	0,40	-0,50	0,24	0,72	0,88	0,91	1	
Ocupados Cultivos/ m <sup>3</sup>	-0,41	0,41	-0,41	0,68	0,37	-0,73	-0,70	-0,87	-0,81	1,00

**Tabla 8.12.** Matriz de correlación de las variables de productividad entre los sectores de los campos de golf y la agricultura de regadío. Fuente: Elaboración propia.

De esta matriz de correlación cabe destacar las siguientes conclusiones:

- Existe una correlación prácticamente lineal (99%) entre el VAB de los campos de golf y la productividad del agua utilizada en el riego de campos de golf (VAB €/m<sup>3</sup>), es decir que si aumenta una variable la otra lo hace en la misma proporción.
- En cuanto a la relación entre el VAB de los cultivos y la productividad del agua consumida para estos cultivos (86%) es menor que la existente en el caso de los campos de golf, de tal forma que se rentabiliza menos, en términos económicos, el agua utilizada en la agricultura de regadío de la zona de estudio que en los campos de golf existentes.
- Si se comparan los valores obtenidos de correlación entre la productividad por superficie de los campos de golf y los cultivos de regadío existe una correlación negativa del 55%, lo que quiere decir que si aumenta esta variable en los campos de golf disminuye en dicha proporción en los cultivos analizados.
- Las variables de empleo se comportan de forma más diversa si se comparan entre el golf y los cultivos, de tal forma que, por ejemplo, existe una correlación

muy elevada (90%) entre la productividad en relación al agua consumida y los ocupados por hectárea en los cultivos.

Sin embargo, en el caso de los campos de golf analizados la relación entre la productividad del agua consumida y los ocupados por hectárea existe una correlación negativa del 47%.

- Si se compara la misma variable de ocupados por hectárea en campos de golf y cultivos existe una correlación negativa del 50%, lo que quiere decir que si aumentan los ocupados por superficie de un sector disminuirá en un 50% en el otro.

Este hecho puede corroborar la hipótesis de que el cambio de uso del suelo, de agrícola a golf y viceversa, supondría el cambio de personas ocupadas de un sector a otro y manteniendo prácticamente la tasa de ocupados.

Por otro lado, los resultados de haber comparado los valores de consumo de agua de las industrias prioritarias de la zona de estudio (industria de servicio de mercado) con los consumos en los campos de golf estudiados y los cultivos de regadío se muestran en la Tabla 8.13.

Municipio/Área Funcional	Consumo industria (m <sup>3</sup> /año)	Consumo Campos Golf (m <sup>3</sup> /año)	Consumo Cultivos regadío (m <sup>3</sup> /año)
Benahavís	630.000	276.350	7.000
Benalmádena	3.280.000	18.550	7.000
Casares	330.000	211.091	51.344
Estepona	3.660.000	246.500	34.649
Marbella	10.620.000	259.388	6.000
Manilva	750.000	350.000	
Mijas	3.740.000	256.089	41.996
Ojén	70.000	16.000	36.512

**Tabla 8.13.** Consumo de agua en metros cúbicos por año en industria, campos de golf y cultivos de regadío de los municipios donde se localizan los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que en el caso de Manilva, su cultivo prioritario es la vid, encontrándose incluso, según el Índice de Nelson, polarizado en este tipo de cultivo. Sin embargo, el tipo de cultivo vinícola existente en la zona es de secano, por lo que al consultar los datos de cultivos de regadío en el ICRA para dicho municipio no se

encuentran inventariadas Unidades de Agregación (UA). Como consecuencia, el dato de consumo de agua para cultivos de regadío de este municipio se encuentra en blanco.

De los datos de la tabla de consumos anuales de agua de los tres sectores económicos analizados, se observa cómo en el consumo en industria (siempre referido a la industria de tipo servicios) destacan Marbella, Mijas, Estepona y Benalmádena con un mayor consumo y Casares y Benahavís como los municipios con menor consumo en este sector.

El caso de Marbella, Mijas y Estepona coinciden que son, de los municipios estudiados, los que cuentan con un mayor número de campos de golf, razón por la que el consumo de agua para campos de golf también es significativo.

Por último, el consumo de agua para los cultivos de riego es mayor en el municipio de Mijas.

Con el fin de conocer si existe una correlación de proporcionalidad entre las variables de consumo de agua en los tres sectores analizados se procede a calcular la matriz de correlación, cuyos resultados se muestran a continuación.

	<i>Consumo industria (m<sup>3</sup>/año)</i>	<i>Consumo Campos Gol (m<sup>3</sup>/año)</i>	<i>Consumo Cultivos (m<sup>3</sup>/año)</i>
<i>Consumo industria (m<sup>3</sup>/año)</i>	1		
<i>Consumo Campos Golf (m<sup>3</sup>/año)</i>	0,33	1	
<i>Consumo Cultivos (m<sup>3</sup>/año)</i>	-0,46	0,04	1

**Tabla 8.14.** Matriz de correlación de la variable consumo de agua anual entre los sectores de los campos de golf, industria y la agricultura de regadío. Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de dicha matriz se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Existe una correlación más fuerte entre las variables de consumo en cultivos y consumo en industria del 46%, pero esta correlación es negativa, es decir, cuando aumenta el consumo en un sector disminuirá un 46% el consumo en el otro sector, y a la inversa.
- El consumo en los campos de golf solamente tiene una mayor correlación (33%) con el consumo de agua en el sector industrial. Además esta correlación



es positiva, de tal forma que cuando el consumo de agua en campos de golf aumente, también lo hará en la industria analizada (servicios económicos y no económicos) y a la inversa. Este hecho viene a corroborar la estrecha relación que existe entre el sector del golf y de los servicios.

## 9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD DE GOLF Y DE LA AGRICULTURA BAJO LA HIPÓTESIS DE UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

En este punto del informe se procederá a realizar un cálculo y análisis de las variables económicas de Valor Añadido Bruto (VAB) y beneficios de las actividades agrícolas predominantes en la zona de estudio (ya determinadas en el punto de definición de la especialización agrícola del presente informe) bajo la hipótesis de que el agua utilizada para el riego sea de origen regenerado y de esta forma poder comparar con los resultados obtenidos para los campos de golf.

Si hablamos de aguas regeneradas hay que hacer mención al Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas y en el que se definen varios conceptos a tener en cuenta:

- Reutilización de las aguas: aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.
- Aguas depuradas: aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.
- Aguas regeneradas: aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

Por tanto, y en base a estas definiciones del citado RD, los supuestos que vamos a tratar en este apartado son todos aquellos en los que se utilicen **aguas regeneradas** ya que se va a evaluar la hipótesis de utilizarlas para el riego de las actividades estudiadas.

En el área de estudio, la Mancomunidad de Municipios de la Costa de Sol Occidental (ver apartado 1 del presente informe), es la empresa ACOSOL, S.A la

encargada de la distribución y saneamiento de las aguas de estos municipios, incluyendo, además, la realización del proceso de reciclado de las aguas residuales y la distribución del agua regenerada en la zona.

En el Anexo I del RD 1620/2007 se recogen los criterios mínimos obligatorios exigibles de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos, de tal forma que los parámetros que siempre deben ser controlados son, de origen microbiológico, los nematodos intestinales y *Escherichia coli* y, de origen físico-químico, los sólidos en suspensión y la turbidez.

Asimismo, y dependiendo del tipo de aplicación o destino del agua regenerada, el RD de reutilización exige controlar otros tipos de parámetros como, por ejemplo, la *Legionella spp.* en caso de que se produzca aerosolización, o el nitrógeno y el fósforo total en el caso de llenado de estanques con riesgo de eutrofización, casuísticas a tener en cuenta en actividades como, por ejemplo, los campos de golf cuando se utilice el agua regenerada en los estanques o en el riego mediante aspersores.

En la Tabla 9.1 se indican los criterios de calidad de las aguas establecidos en el citado RD incluyendo, además, aquellos criterios para el riego en las actividades objeto de estudio en este apartado, los campos de golf, agricultura e industria.

USOS	TIPO DE CALIDAD	<i>Escherichia coli</i> UFC/100ml	Nematodos	<i>Legionella spp.</i> UFC/100ml
Torres de refrigeración y condensadores evaporativos	A	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Residenciales		Ausencia	< 1 huevo/10L	< 100
Recarga acuíferos inyección directa		Ausencia	< 1 huevo/10L	No se fija límite
Servicios urbanos <b>Riego agrícola sin restricciones</b> <b>Riego campos de golf</b>	B	< 100-200	< 1 huevo/10L	< 100
<b>Riego de productos agrícolas que no se consumen frescos.</b> Riego pastos animales productores. Acuicultura Aguas proceso y limpieza industria alimentaria	C	< 1.000	< 1 huevo/10L	No se fija límite
Recarga acuíferos por percolación a través del terreno		< 1.000	No se fija límite	No se fija límite
<b>Riego cultivos leñosos, viveros y cultivos industriales</b> Masas agua sin acceso público	D	< 10.000	< 1 huevo/10L	< 100
Riego de bosques y zonas verdes no accesible al público	E	No se fija límite	No se fija límite	No se fija límite
Ambientales: mantenimiento humedales, caudales mínimos	F	La calidad se estudiará caso por caso		

**Tabla 9.1.** Criterios de calidad de las aguas establecidos en el Anexo I del RD 1620/2007. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del citado anexo.



Cabe indicar, como se ha señalado anteriormente en este informe, que la industria con la que cuentan principalmente los municipios o áreas funcionales de la zona de estudio son aquellas relacionadas con los servicios de mercado (hostelería, comercios, transporte, inmobiliaria, educación, etc.) y de servicios de no mercado (administración pública, sanidad, etc.) (ver Tabla de especialización industrial 7.2). Motivo por el cual, según lo establecido en el RD1620/2007, este tipo de actividades industriales no se encuentran contempladas como tal entre las categorías especificadas en esta normativa para el uso de aguas regeneradas.

Actividades como la hostelería, inmobiliaria, educación, sanidad... requieren de agua potable ya que va a estar en contacto humano y en el artículo 4.4 a) de este RD se indica expresamente que se prohíbe la reutilización de las aguas para consumo humano.

Por todo ello, se descarta el análisis de la hipótesis de utilización de agua regenerada para la industria predominante en la zona de estudio, centrándose este apartado solamente en la hipótesis de su utilización en el sector agrícola y en el de golf, es decir, conocer la rentabilidad del agua utilizada tanto en las actividades agrícolas como en los campos de golf bajo la hipótesis de utilizar agua regenerada en todos los casos. Además, tendremos en cuenta la eficiencia de las técnicas de riego, es por ello que en cada una de las actividades a estudiar en los siguientes puntos de este apartado se tendrán en cuenta las técnicas de riego a la hora de definir la rentabilidad.

### **9.1. Análisis de la Rentabilidad de la Utilización de Agua Regenerada para el Riego de los Campos de Golf de la Zona de Estudio**

Antes de iniciar el análisis de la rentabilidad de la utilización de agua regenerada para el riego de los campos de golf en la zona de estudio cabe recordar lo indicado en el artículo 8 del RD 43/2008, de 12 de febrero, regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía:

“1. Para la implantación de un campo de golf se deberá contar con la preceptiva autorización o concesión del organismo de cuenca competente para el riego del campo de golf así como, en su caso, para los usos compatibles y complementarios. Todo ello de acuerdo con las disposiciones establecidas al respecto en los correspondientes planes hidrológicos de cuenca.

2. Los campos de golf deberán ser regados con aguas regeneradas de conformidad con los condicionantes y requisitos establecidos en la normativa vigente sobre la reutilización de aguas depuradas. No obstante, cuando no exista caudal suficiente de agua residual disponible, el organismo de cuenca podrá conceder o autorizar otros recursos hídricos según lo dispuesto en el Plan Hidrológico de cuenca.

3. Cuando se trate de un campo de golf de Interés Turístico, el organismo de cuenca podrá autorizar o conceder, como complementario al riego en la forma prevista en el apartado 2 del presente artículo, el uso de agua procedente de otras fuentes, destinado exclusivamente al riego de greens y al lavado general de las calles, de modo que permita mantener el nivel de calidad del campo y quede asegurada su competitividad turística, con sujeción, en todo caso, a lo que disponga el Plan Hidrológico de cuenca.

4. No se utilizarán caudales destinados al consumo humano para el riego de los campos del golf.

5. Cada campo de golf realizará un Plan de Conservación del Agua donde estén definidas las medidas estratégicas que contribuyan a conseguir la optimización del uso del agua. Este Plan deberá incorporarse a la documentación técnica del proyecto junto a la que, en su caso, exija la normativa de prevención y control ambiental.”

Teniendo en cuenta la aplicación de esta normativa, en la actualidad, la mayoría de los campos de golf de la CHCMA ya utilizan agua de tratamientos terciarios para el riego de los mismos. La Costa del Sol Occidental, donde se localiza la zona de estudio, es la zona más avanzada de la CHCMA en cuanto a la utilización de agua regenerada procedente de tratamiento terciario. ACOSOL S.A es la empresa pública encargada de suministrar el agua regenerada a los campos de golf de la Costa del Sol Occidental a partir de las cinco Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) que se encuentran en la zona.

A partir de los datos proporcionados por ACOSOL, en 2016 se suministró un total de 6.188.245 m<sup>3</sup> a 34 campos de golf de los municipios de Benalmádena, Benahavís, Mijas, Marbella, Estepona, Casares y Manilva.

En la Tabla 9.2 se recogen los valores totales de m<sup>3</sup> abastecidos por la citada empresa a los diferentes campos de golf, así como las EDAR de las que procede el agua regenerada en cada uno de los casos. No obstante, no todos los campos de golf



presentes en la zona de distribución de aguas regeneradas de ACOSOL utilizan aún este tipo de aguas para su riego.

Este hecho también se pone de manifiesto en los datos recogidos de los treinta y ocho campos de golf de la zona de estudio, a los cuales se les solicitó información del porcentaje de tipo de agua utilizada para el regadío de sus campos de golf según su procedencia (superficial, subterránea, regenerada y/o desalada).

CAMPO DE GOLF	EDAR	m <sup>3</sup> suministrados en 2016	
Benalmádena Golf	EDAR Arroyo de la Miel	51.350	
Bil Bil Pitch		19.426	
Cortijo de Mena		49.608	
Lago Bellavista		45.080	
Torrequebrada		281.125	
Cerrado del Águila	EDAR Fuengirola	200.178	
Golf el Chaparral		222.490	
La Cala Golf & Country Club		72.183	
Los Lagos		396.068	
Los Olivos		4.955	
Calanova	EDAR la Cala de Mijas	340.600	
Miraflores Golf		231.116	
La Siesta		0	
La Noria Golf		2.629	
Cabopino Club de Golf	EDAR la Vívora-Marbella	248.204	
Río real Golf		66.105	
SantaMaría Golf		67.179	
Marbella Golf & Country Club		0	
Aloha Golf	EDAR Estepona	241.161	
Los Arqueros		240.233	
Atalaya Golf & Country Club		115.141	
Benahavís Golf		296.984	
Las Brisas		263.408	
El Campanario		0	
La Dama de Noche		70.327	
Los Flamings		426.242	
Guadalmina		343.719	
El Higueral		67.298	
Magna Marbella		69.878	
Marpafrut		0	
Monte Mayor		0	
Los Naranjos		221.451	
Paraíso Golf		170.400	
La Quinta		240.911	
La Resina		29.099	
La Zagaleta		378.541	
Golf Bahía Country Club		EDAR Manilva	89.036
Cortesín			363.112
Doña Julia	263.008		
Casares Costa Golf	0		

La Duquesa		0
	<b>TOTAL</b>	<b>6.188.245</b>

**Tabla 9.2.** Metros cúbicos de agua regenerada suministrada por ACOSOL a los campos de golf de los municipios de la Costa del Sol Occidental en 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por ACOSOL.

Como se puede observar en la Tabla 9.3, la mayoría de los campos de golf, un 60%, utiliza exclusivamente aguas regeneradas, y sólo un 5% no utilizan dichas aguas en el riego. A este respecto hay que indicar que de los treinta y ocho campos de golf que se están analizando dos de ellos cuentan con depuradoras propias, Santa María Golf & Country Club de Marbella y Club de Golf La Siesta de Mijas.

	Nº de campos de golf	% (*)
<b>100% del agua utilizada para riego procede de aguas regeneradas</b>	23	60%
<b>Entre el 99% y 50% del agua utilizada para riego procede de aguas regeneradas</b>	9	24%
<b>Entre el 49% y 0,1% del agua utilizada para riego procede de aguas regeneradas</b>	4	11%
<b>No utilizan agua regeneradas para el riego</b>	2	5%

(\*) Porcentaje de campos de golf con respecto al total de la muestra estudiada (38 campos).

**Tabla 9.3.** Relación de números de campos de golf seleccionados y porcentaje de agua regenerada utilizada para el riego de los mismos. Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que los campos de golf presentan una elevada eficacia de aplicación de agua del riego en comparación a la que tiene el riego en los cultivos (Navarro y Ortuño, 2008), lo que quiere decir que el porcentaje de agua aprovechado por las raíces del césped de los campos de golf es elevado con respecto al total de agua aplicada para el riego. Este hecho se debe en gran parte a las técnicas de riego con las que cuentan los campos de golf, en la mayoría de los casos con sistemas de riego programados o conectados a programas informáticos, o incluso con la disponibilidad de estaciones meteorológicas propias en los campos, lo que hace que la planificación del riego y por tanto la eficacia del mismo sea elevada.

En los cuestionarios que se han hecho llegar a los campos de golf seleccionados del estudio una de las cuestiones era conocer el tipo de riego utilizado, así como la disponibilidad de programas informáticos y de estaciones meteorológicas siendo los resultados obtenidos los recogidos en la Tabla 9.4.

Tal y como se puede comprobar, en la mayoría de los casos, las respuestas obtenidas de los campos de golf en cuanto al tipo de sistema de riego utilizado, han consistido en citar el nombre comercial del sistema utilizado, Toro o Rainbird. Sin embargo, en todos los casos se trata de riego de tipo aspersión donde, dependiendo de la marca comercial con la que cuenten, las características técnicas podrán variar.

Campo	Ubicación	Red de riego utilizada	Programas informáticos para el mantenimiento del riego	Disponibilidad de estación meteorológica	
<b>La Quinta Golf &amp; Country Club</b>	Benhavis	Rainbird	Si	Si	
<b>Los Arqueros Golf &amp; Country Club</b>	Benhavis	Toro	Si	Si	
<b>Club de Campo La Zagaleta</b>	<i>a. Los Barrancos (new course)</i>	Toro	Si	Si	
	<i>b. La Zagaleta (old course)</i>	Toro	Si	Si	
<b>Marbella Club Golf Resort</b>	Benhavis	Toro	Si	Si	
<b>Club de Golf EL Hiqueral</b>	Benhavis	Toro	No	Si	
<b>Benalmádena Golf</b>	Benalmádena	Rainbird	Si	Si	
<b>Bil Bil Golf</b>	Benalmádena	Toro	No	No	
<b>Torrequebrada Golf</b>	Benalmádena	Toro	Si	No	
<b>Finca Cortesín Golf Club</b>	Casares	Toro	Si	Si	
<b>Casares Costa Golf</b>	Casares	Toro	Si	No	
<b>Doña Julia Golf Club</b>	Casares	Rainbird	Si	Si	
<b>Atalaya Golf &amp; Country Club</b>	<i>a. Old Course</i>	Estepona	Toro	Si	Si
	<i>b. New Course</i>				
<b>El Paraíso Golf Club</b>	Estepona	Aspersión	Si	No	
<b>Villa Padierna Golf Club</b>	<i>a. Tramores</i>	Benhavis	Aspersión	No	No
	<i>b. Alferini</i>	Benhavis	Aspersión	Si	Si
	<i>c. Flamingos</i>	Benhavis	Aspersión	Si	Si
<b>La Duquesa Golf &amp; Country Club</b>	Manilva	Aspersión	No	No	
<b>Cabopino Golf</b>	Marbella	Toro	Si	Si	
<b>Santa María Golf &amp; Country Club</b>	Marbella	Aspersión	Si	Si	
<b>Marbella Golf &amp; Country Club</b>	Marbella	Toro	Si	No	
<b>Real Club de Golf Las Brisas</b>	Marbella	Toro	Si	Si	
<b>Magna Marbella Golf</b>	Marbella	Rainbird	Si	No	
<b>Los Naranjos Golf Club</b>	Marbella	Rainbird	Si	No	
<b>Real Club de Golf Guadalmina</b>	<i>a. Campo Norte</i>	Marbella	Toro	Si	Si
	<i>b. Campo Sur</i>	Marbella			
<b>Santa Clara Marbella</b>	Marbella	Rainbird	Si	No	
<b>Mijas Golf Internacional</b>	<i>a. Los Lagos</i>	Mijas	Toro	Si	Si
	<i>b. Los Olivos</i>				
<b>El Chaparral Golf Club</b>	Mijas	Aspersión	Si	Si	
<b>La Noria Golf &amp; Resort</b>	Mijas	Aspersión	No	No	
<b>Miraflores Golf</b>	Mijas	Rainbird	Si	Si	
<b>Calanova Golf Club</b>	Mijas	Aspersión	Si	No	
<b>Club de Golf La Siesta</b>	Mijas	--	No	No	
<b>Santana Golf</b>	Mijas	Aspersión	Si	Si	
<b>Cerrado del Águila Golf</b>	Mijas	Toro	Si	Si	
<b>El Soto Club de Golf</b>	Ojén	Aspersión	Si	Si	

**Tabla 9.4.** Datos de tipos de sistemas de riego utilizados en los campos de golf de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que, dependiendo del tipo de riego, la eficiencia del mismo será diferente. Esta eficiencia de aplicación del sistema de riego se define

como el porcentaje de agua que las raíces de las plantas aprovechan con respecto al total aplicada. Su valor, que dependerá del método de riego empleado, superficie, localizado o aspersión, viene determinado según unos valores establecidos.

En el caso de Andalucía los datos de eficiencia de aplicación son los que se muestran en la Tabla 9.5 y que han sido tomados de los publicados en el boletín nº10, de 2009, de información al regante de IFAPA (Instituto Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía). No obstante, no hemos de olvidar que estos valores de eficiencia dependerán en gran medida del manejo que se haga de los riegos en cada caso en cuestión.

Método de Riego	Eficiencia de aplicación
Aspersión	85%
Localizado	92%
Superficie	75%

**Tabla 9.5.** Eficiencia de aplicación del sistema de riego. Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en el boletín nº10, enero-marzo 2009 de IFAPA.

Tal y como se puede comprobar, el tipo de riego presente en los campos de golf, la aspersión, cuenta con una eficiencia del 85%. No se trata del tipo de riego más eficiente pero es muy superior al riego superficial.

Por otro lado, hay que tener en cuenta los datos obtenidos de la disponibilidad de programas informáticos para el riego, ya que el 84% de los campos de golf del estudio cuentan con estos programas, los cuales ayudan a obtener una elevada eficiencia del riego. Además, el 66% de los campos de golf cuentan con estaciones meteorológicas propias, las cuales también ayudan a una planificación del riego y una mayor eficiencia del agua utilizada.

A partir del análisis anteriormente realizado referente a las medidas de eficiencia del agua en los campos de golf junto con el hecho de que el 60% de los campos de golf estudiados utilizan el agua regenerada al 100% para el riego, se puede llegar a concluir que, si bien el mantenimiento de los campos de golf tiene una dependencia directa del agua, esta dependencia, gracias a las medidas tomadas tanto por las administraciones a través de normativas como las medidas propias de los campos de golf locales, hacen que la rentabilización del agua sea muy elevada,

evitando que el impacto de la utilización del agua para este sector económico sea negativa.

Al objeto de poner en contexto lo anteriormente expuesto de la rentabilidad del uso del agua en el sector del golf, si se analizan los porcentajes de recuperación de costes por uso del agua (en los que se incluyen los costes medioambientales y los relativos a los recursos) a nivel de toda la CHCMA estas recuperaciones de costes van desde el 78% del regadío hasta el 100% del golf, siendo un 84,7% de recuperación para el agua de uso urbana y un 93,2% para uso industrial (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015). Lo que quiere decir, y viene a reforzar las conclusiones anteriormente expuestas, que en el caso de los campos de golf todo lo invertido tanto económico como medioambiental es recuperado.

## **9.2. Análisis de la Rentabilidad de la Utilización de Agua Regenerada para el Riego de los Cultivos Predominantes en la Zona de Estudio**

Tras haber analizado la rentabilidad de la actividad agrícola de regadío en la zona de estudio en el apartado 8.2 del presente informe a partir de los datos procedentes del ICRA, ahora se procede a estudiar esa rentabilidad de los cultivos de regadío, pero bajo la hipótesis de la utilización de agua regenerada para el riego.

### **9.2.1. Metodología de Estudio**

Para llevar a cabo este estudio de las variables económicas de VAB en referencia a los cultivos de la zona de estudio bajo la hipótesis de utilizar exclusivamente agua regenerada se tomarán, como en el apartado precedente (8.2), los datos del Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía (ICRA).

Tal y como ya se describió en su momento, entre las variables proporcionadas por la base de datos del ICRA, de cada una de las Unidades de Agregación (UA) localizadas dentro de la zona de estudio se encuentran:

- Superficie Regada (ha).
- Consumo (m<sup>3</sup>).
- Sistema de Riego (%): Gravedad, Aspersión y Localizado.
- Origen de la fuente adicional.
- Origen del Agua: Superficial, Subterráneo, Reutilizada, Desalada y Sobrantes de otras zonas.
- Tomas de agua: para una misma UA puede haber varias tomas.

- Principales cultivos presentes en la UA y % de superficie de ocupación de los mismos.
- Producción por superficie y por consumo de agua.
- Beneficios por superficie y por consumo de agua.
- Empleo generado (UTA, Unidad de Trabajo Agrícola) por hectárea y consumo de agua de las UA.

A partir de estos datos y los procedentes de los recursos que a continuación se indican la metodología de estudio sería la siguiente:

1. Definir los costes del agua regenerada para el cultivo.

A partir de los datos bibliográficos se establece el coste del agua regenerada para la zona de estudio. Además, en base a los datos obtenidos ICRA, se pueden obtener los precios medios y de cada una de las UA (datos de 2008) del m<sup>3</sup> en los cultivos de la zona de estudio.

2. Caracterización de los cultivos de la zona de estudio desde el punto de vista de la variable de sistema de riego.

A partir de los datos procedentes del ICRA se analizan y caracterizan los cultivos presentes en la zona de estudio desde el punto de vista de las características de los sistemas de riego con los que cuentan.

3. Cálculo de la eficiencia de aplicación del agua en los sistemas de riego.

En base a las características de riego de las UA de la zona de estudio, se determinará la eficiencia de riego que presentan sus sistemas de riego, así como la estimación de la reducción del consumo de agua bajo la hipótesis de que las UA contarán con los sistemas más eficientes. Para el cálculo de esta eficiencia se tiene en cuenta los valores establecidos en la Tabla 9.5 donde la eficiencia del riego va a depender del tipo de sistema que se utilice.

Por tanto, partiendo de estos datos de eficiencia en los sistemas de riego se procede a calcular la eficiencia de riego de las UA de la zona de estudio de la siguiente forma:

- a) Una sola UA puede que contenga diferentes tipos de sistemas de riego, es por ello por lo que se calcula la eficiencia de cada tipo de sistema de riego por UA multiplicando el porcentaje de superficie de

cada tipo de riego en una UA por la eficiencia establecida en la Tabla 9.5, de tal forma que finalmente se pueda calcular la eficiencia media de cada UA mediante la siguiente fórmula (Navarro y Ortuño, 2008):

$$\text{Eficiencia de Aplicación} = 0,75 * (\% \text{ riego superficial}) + 0,85 * (\% \text{ riego aspersión}) + 0,92 * (\% \text{ riego localizado})$$

- b) A partir de esta eficiencia media de cada UA se calcula la reducción del consumo de agua bajo la hipótesis de que se pueda aplicar una mejora con el sistema de riego de las UA que presenten diferentes tipos de sistemas de riego suponiendo que en dicha UA se adoptase solamente el tipo de riego localizado, el cual cuenta con un 92% de eficiencia. Este dato de reducción de consumo de agua bajo la hipótesis de tener maximizada la eficiencia en todos los sistemas de riego de las UA es utilizado para el cálculo del nuevo dato de consumo de agua por superficie ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) en cada una de las UA.
4. Cálculo del VAB de los cultivos teniendo en cuenta la eficiencia del riego y el coste del agua regenerada.

Partiendo de que el precio del agua regenerada para los cultivos será de  $0,21 \text{ €/m}^3$  (este precio se justificará en el apartado 9.2.2), junto con el nuevo dato de consumo de agua calculado a partir de la incorporación de la eficacia de aplicación óptima en las UA, se puede calcular el coste del agua en esta nueva situación de utilización de aguas regeneradas y por tanto conocer qué diferencia existe entre ambos costes (entre agua regenerada y agua normal que actualmente se está utilizando). A partir de ese incremento o decremento del precio del agua, dependiendo del caso de cada UA, se podrá calcular el VAB de los cultivos habiendo tenido en cuenta tanto la eficiencia de aplicación más óptima como el coste de la utilización de aguas regeneradas.

### 9.2.2. Resultados y Análisis

#### 1. Costes del agua regenerada para los cultivos.

En este primer punto se va a proceder a determinar el precio del agua de riego para los cultivos a partir de diferentes fuentes bibliográficas de tal forma que,

finalmente, se determine, por un lado, el precio que actualmente estos cultivos están pagando por el agua utilizada, y, por otro, el precio que les costaría a las UA si utilizaran agua regenerada.

Según los datos obtenidos de la base del ICRA para las UA de la zona de estudio los valores medios del precio pagado por el agua por metro cubico es de 0,099 €/m<sup>3</sup> (Tabla 9.8), variando entre los 1,20 €/m<sup>3</sup> en la Comunidad de Regantes de C.R. Guadalobom Camino Casares y los 0,001 €/m<sup>3</sup> de varias comunidades de regantes de Mijas.

Si se comparan estos datos con los recogidos en el Inventario del Regadío 2008 y su Evolución en la Última Década (Consejería de Agricultura y Pesca, 2011) los resultados son similares, ya que la media<sup>6</sup> indicada en dicho informe es de 0,082 €/m<sup>3</sup>. En la Tabla 9.6 se indican los costes medio del agua en función del origen del agua.

ORIGEN DEL AGUA	COSTE DEL AGUA (€/m <sup>3</sup> )
Superficial	0,059
Subterránea	0,137
Reutilizada	0,206
Desalada	0,393

**Tabla 9.6.** Coste del agua (€/m<sup>3</sup>) según su origen. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Inventario del Regadío 2008 y su Evolución en la Última Década de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2011.

Si estos datos del coste del agua recogidos en el ICRA son contrastados con los indicados en el PHCMA para los costes del agua regenerada de tratamiento terciario que ya se está abasteciendo en la CHCMA a los campos de golf a precios que oscilan entre los 0,18 y 0,21 €/m<sup>3</sup>. Sin embargo, en este mismo documento del Plan Hidrológico se hace referencia a que, en el ámbito de la Costa del Sol Occidental, donde ACOSOL es la empresa encargada de distribuir el agua regenerada a los campos de golf, el valor de este tipo de agua, procedente del tratamiento terciario, es de 0,21 €/m<sup>3</sup>.

---

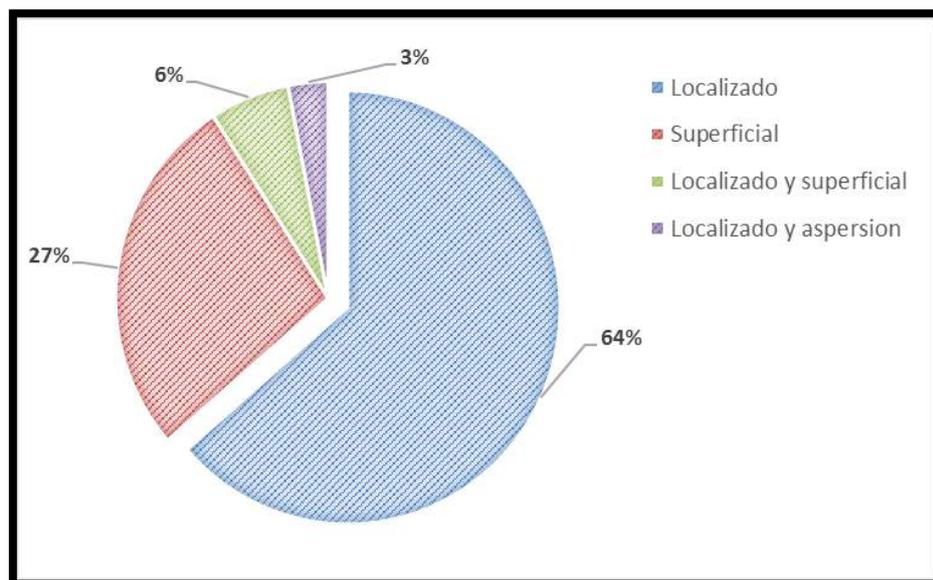
<sup>6</sup> Coste medio del agua como el valor medio que representa el total de tasas, gastos y precios públicos que abarca la conexión, captación, impulsión, distribución, mantenimiento y gestión de las instalaciones de riego, sin incluir los gastos de operación en la parcela de riego, ni las amortizaciones.

Por tanto, tras haber contrastado varias fuentes de información, se llega a la conclusión de que el coste del agua regenerada para la zona de estudio sería de 0,21 €/m<sup>3</sup>, coste bastante superior a la media del coste actual del agua en los cultivos de la zona de estudio, que es de 0,099 €/m<sup>3</sup>.

## 2. Caracterización de los cultivos de la zona de estudio desde el punto de vista de las variables de sistemas de riego.

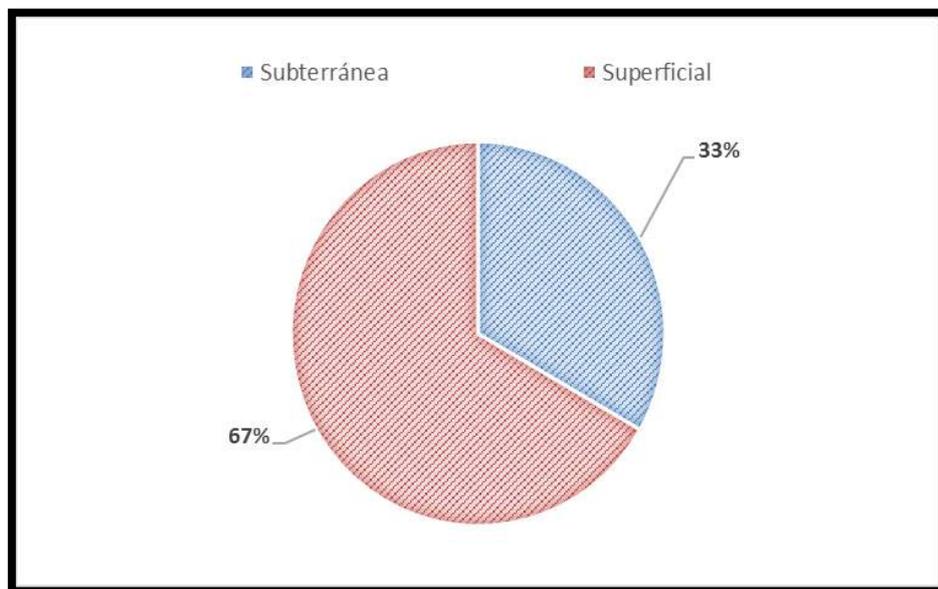
A partir del ICRA, los datos obtenidos de las UA de la zona de estudio en cuanto a la caracterización del tipo de sistema de regadío utilizado son los que se muestran en la Tabla 9.8 y de la cual se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Los sistemas de riego de los cultivos presentes en la zona de estudio son predominantemente del tipo localizado y superficial (Gráfico 9.1). En base a la eficiencia de aplicación de los métodos de riego definida en la Tabla 9.5, el riego de tipo localizado cuenta con la mayor eficiencia (92%) y el método de riego de superficie el que menor eficiencia presenta (75%).



**Gráfico 9.1.** Porcentaje del tipo de sistema de riego en los cultivos de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del ICRA.

- En cuanto al origen del agua de riego para los cultivos de la zona de estudio se limita solamente a aguas de origen subterráneas (67%) y superficial (33%), pero en ningún caso, y según los datos del ICRA, el agua utilizada es de origen regenerada.
- Cabe destacar que ninguna de las UA, a excepción de la Comunidad de Regantes de los Lobos de Casares, cuenta con sistema de riego de telecontrol. Este hecho es importante tenerlo en cuenta a la hora de valorar la rentabilización del consumo de agua ya que la automatización y el telecontrol facilitan una mejor gestión en el uso del agua de riego.



**Gráfico 9.2.** Porcentaje del origen del agua utilizada para el riego de los cultivos de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del ICRA.

- Otro punto importante en cuanto a la caracterización del tipo de riego y su eficiencia son los sistemas de distribución del agua de regadío. En el caso de los cultivos de la zona de estudio los sistemas de distribución son principalmente las tuberías, aunque en algunas UA son las acequias las que distribuyen el agua. Según el tipo de sistema de distribución y el estado de conservación en el que se encuentren, la eficiencia del riego también variará, de tal forma que las tuberías cuentan con coeficientes más elevados de eficiencia que las acequias y,

como es lógico, en ambos casos, el mejor estado de conservación del sistema producirá una mayor eficiencia. En la Tabla 9.7 quedan reflejados estos valores de eficiencia para los sistemas de distribución.

TIPO CONDUCCIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
	Bueno	Regular	Malo
Tubería	95%	90%	85%
Acequia	85%	80%	75%

**Tabla 9.7.** Eficiencia del riego en función del estado de conservación y tipo de sistema de distribución del agua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Inventario del Regadío 2008 y su evolución en la última década de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2011.

Municipio	Nombre de la Unidad de Agregación (UA)	Telecontrol	Sistema de riego más usado en la UA	Origen de agua más usado en la UA	Sistema de distribución más usado en la UA	Coste de agua total (€/m <sup>3</sup> )
<b>Benahavís</b>	Benahavís - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,200
<b>Benalmádena</b>	Benalmádena - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,200
<b>Casares</b>	C.R. Valle de la Acedía	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,051
	C.R. los Lobos	Si	Localizado	Superficial	Tubería	0,010
	C.R. Manilva	No	Loc. y Sup.	Superficial	Tubería	0,027
	C.R. San Martín del Tesorillo	No	Loc. y Sup.	Superficial	Acequia no Revestida	0,087
	Casares - Regantes particulares pozo	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,053
	Gaucín - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,100
	Genalguacil - Regantes particulares	No	Superficie	Superficial	Acequia no Revestida	0,010
	Jimena de la Frontera - Zona Intermedia JCU del Río Guadiaro	No	Loc. y Asp.	Superficial	Tubería	0,047
	Casares - Regantes particulares zona Tesorillo Genal	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,139
<b>Estepona</b>	C.R. Arroyo de en Medio	No	Superficie	Superficial	Tubería	0,050
	C.R. Guadalmasa-Cancelada	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,020
	C.R. Guadalobín Alto	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,048
	C.R. Guadalobom Camino Casares	No	Localizado	Superficial	Tubería	1,200
	C.R. Cala-Padrón	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,025
	Estepona - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,060
<b>Marbella</b>	C.R. San Pedro de Alcantara	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,018
<b>Mijas</b>	C.R. Acequia de Arriba	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,001

	C.R. el Molinillo	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,001
	C.R. Remanente del Pilar	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,010
	C.R. R Río de las Pasadas	No	Localizado	Superficial	Tubería	0,001
	Alhaurín el Grande - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,220
	Mijas - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,200
Ojén	C.R. de las Siete Revueltas	No	Superficie	Superficial	Acequial Revestida	0,107
	C.R. del Partido Bajo	No	Superficie	Superficial	Acequia no Revestida	0,010
	C.R. el Nacimiento	No	Superficie	Subterráneo	Acequia no Revestida	0,002
	C.R. la Cañada	No	Superficie	Superficial	Acequial Revestida	0,042
	C.R. la Fuentezuela	No	Superficie	Superficial	Acequial Revestida	0,010
	C.R. Partido de Cañada de la Puente	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,100
	C.R. Partido de la Jaula	No	Superficie	Superficial	Acequia no Revestida	0,010
	C.R. Partido de Rochiles	No	Superficie	Superficial	Acequial Revestida	0,010
	Ojén - Regantes particulares	No	Localizado	Subterráneo	Tubería	0,200

**Tabla 9.8.** Datos de las UA de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir del ICRA.

### 3. Cálculo de la eficiencia de aplicación del agua en los sistemas de riego.

A partir de la metodología anteriormente descrita se procede a calcular la eficiencia media de cada una de las UA de la zona de estudio para, posteriormente, estudiar los casos en los que poder aplicar una mejora en el sistema de riego y por tanto una mejora en la eficiencia del consumo de agua.

Los resultados obtenidos del cálculo de dicha eficiencia de aplicación por municipios son los que se muestran en la Tabla 9.9. La totalidad de los datos de eficiencia de aplicación de cada una de las UA se encuentran detallados en el Anexo X del presente informe.

Municipio	% Superficie de riego utiliza sistema de riego superficial	% Superficie de riego utiliza sistema de riego por aspersión	% Superficie de riego utiliza sistema de riego localizado	Sistema de riego más usado en la UA	Cálculo medio de la eficiencia de superficial en las UA de los municipios (75%)	eficiencia de aspersión en las UA de los municipios (85%)	Cálculo medio de la eficiencia de localizado en las UA de los municipios (92%)	Eficiencia aplicada media en las UA de los municipios (%)	Reducción consumo agua medio en las UA de los municipios (%)
Benahavís	0	0	100	Localizado	0,0	0,0	92,0	84,6	0,0
Benalmádena	0	0	100	Localizado	0,0	0,0	92,0	84,6	0,0

<b>Casares</b>	23,1	5,7	71,2	Localizado, superficial y aspersión	17,3	4,8	65,5	77,4	9,9
<b>Estepona</b>	30,2	0,0	69,8	Localizado y superficial	22,6	0,0	64,2	76,1	14,7
<b>Marbella</b>	36	0	64	Localizado y superficial	27,0	0,0	58,9	74,4	19,1
<b>Mijas</b>	0,8	0,0	99,2	Localizado y superficial	0,6	0,0	91,2	84,4	1,6
<b>Ojén</b>	80,3	0,0	19,7	Superficial y Localizado	60,3	0,0	18,1	61,8	21,1

**Tabla 9.9.** Cálculo de las eficiencias de aplicación media de las UA de los municipios de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se puede observar, en todos los casos la presencia de sistemas de riego de tipo localizado (los que tienen una mayor eficiencia de aplicación) es superior a cualquier otro tipo de sistema de riego encontrándose íntegramente implantado en las UA de los municipios de Benahavís, Benalmádena y, con un 99,2%, en Mijas. Sin embargo, en Ojén, el sistema de riego predominante es el superficial. En base a esto, en el caso de contemplar las mejoras de los sistemas de riego hacia los más eficientes, serían Ojén y Marbella los municipios que contarían con una reducción mayor de consumo de agua. Sin embargo, en el caso de Mijas sería muy baja dicha reducción de consumo de agua y nula en el caso de Benahavís y Benalmádena.

*4. Cálculo del VAB de los cultivos teniendo en cuenta la eficiencia del riego y el coste del agua regenerada.*

Teniendo en cuenta los escenarios de utilización de aguas regeneradas y la aplicación de un sistema de eficacia óptima mediante el cambio de los sistemas de riego a tipo localizados, se procede a calcular el VAB de las UA de la zona de estudio.

En la Tabla 9.10 se recogen los datos del cálculo del VAB medio de todas las UA de cada uno de los municipios de la zona de estudio. Además, como complemento a esta información, en el Anexo XI se recogen todos los datos de cada una de las UA de la zona de estudio.

<b>Municipio</b>	<b>Superficie regada total (ha)</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VAB (producción precios básicos-consumos)</b>	<b>VAB/ha</b>	<b>VAB/m<sup>3</sup></b>
Benahavís	53	7.000	265.224,5	4.971,4	37,9

Benalmádena	6	7.000	30.512,1	5.381,3	4,4
Casares	1.266	51.344	5.097.328,1	4.025,8	99,3
Estepona	749	34.649	712.772,4	951,6	20,6
Marbella	278	6.000	-4.070.812,7	-14.647,4	-678,5
Mijas	1.192	41.996	-4.660.123,0	-3.907,9	-111,0
Ojén	215	36.512	-4.892.851,6	-22.761,7	-134,0

**Tabla 9.10.** Nuevos valores de VAB de las UA de los municipios de la zona de estudio teniendo en cuenta la eficacia de aplicación y la utilización de agua regenerada a un precio de 0,21€/m<sup>3</sup>. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del ICRA.

Como puede observarse, los VAB por superficie de las UA de los municipios presentan valores muy bajos, e incluso para los municipios de Marbella, Mijas y Ojén son negativos. Lo que quiere decir que, a pesar de la reducción en el consumo de agua aplicable en algunos cultivos como consecuencia de la mejora de las técnicas de riego, la utilización de agua regenerada para la mayoría de los municipios se traduce en una pérdida de los beneficios de producción. Los municipios de Ojén y Marbella son los que presentan valores más bajos del nuevo VAB calculado; en el caso de Mijas se podría decir que los valores del precio del agua actual (datos de 2008) para las UA son muy bajos (con una media de 0,072 €/m<sup>3</sup>) con respecto al precio establecido para las aguas regeneradas. Igual ocurre con el caso de Ojén, donde los precios del agua son más bajos (media de 0,055 €/m<sup>3</sup>) que el precio del agua regenerada.

En la Tabla 9.11 se comparan los valores de VAB/ha calculados en este epígrafe bajo la hipótesis de utilización de aguas regeneradas (VAB/ha nuevo) y eficiencia en el riego con los resultados de VAB/ha obtenidos en el apartado 8.2 del presente informe considerando la utilización del agua superficial y/o subterránea en los cultivos.

Municipio	VAB/ha nuevo	VAB/ ha (utilización de agua de riego normal)
Benahavís	4.971,4	5.030,2
Benalmádena	5.381,3	5.444,9
Casares	4.025,8	909,9
Estepona	951,6	988,7
Marbella	-14.647,4	9.912,8
Mijas	-3.907,9	1.289,8
Ojén	-22.761,7	747,0

**Tabla 9.11.** Comparativa de los valores nuevos calculados del VAB/ha teniendo en cuenta la utilización de aguas regeneradas y los datos de VAB/ha en condiciones normales. Fuente: Elaboración propia.

En dicha comparativa se puede ver cómo, en el caso de Benalmádena, los valores de VAB/ha se mantienen de forma aproximada, así como en Benahavís. Sin embargo, es destacable el municipio de Casares, ya que en este nuevo cálculo del VAB/ha los beneficios de la producción es superior a la calculada en condiciones normales. Y por último volver a destacar Ojén como el municipio con mayores diferencias en cuanto a los beneficios calculados en condiciones normales y con la hipótesis de utilizar aguas regeneradas.

## 10. CONSUMO DE AGUA EN LAS ACTIVIDADES HOTELERAS Y RESIDENCIALES ASOCIADAS EN REFERENCIA A LA SUPERFICIE OCUPADA

Una vez definido y analizado, junto a otras variables económicas, el consumo de agua del riego de los campos de golf seleccionados, en este apartado se tienen en cuenta las actividades hoteleras y/o residenciales con las que cuentan algunos de los campos de golf estudiados, calculando el consumo de agua a fin de comparar dicho consumo por unidad de superficie en estas actividades hoteleras con el consumo por unidad de superficie en el riego del campo de golf y las actividades agrícolas predominantes en la zona de estudio.

Cabe destacar que de los treinta y ocho campos de golf de los que se obtuvieron datos a través de los formularios enviados sólo once de ellos cuentan con actividades hoteleras y/o residenciales. En la Tabla 10.1 se recogen los datos recopilados en cuanto a las características de estas actividades relacionadas con dichos campos de golf y sobre los cuales se va a realizar el análisis de consumo de agua en este punto del informe.

Campo de Golf		Municipio	Superficie Campo de golf (ha)	Consumo total anual de agua riego (m <sup>3</sup> )	% utilización agua reciclada	Cuenta con depuradora propia	Tipo de explotación (complejo resort hotelero, residencial...)	Superficie del complejo residencial (ha)	Superficie del resort hotelero (ha)	Plazas del resort hotelero
La Quinta Golf & Country Club		Benahavis	50	290.000	100%	No	Complejo Hotelero	0	0,86	170
Finca Cortesín Golf Club		Casares	70	350.000	100%	No	Complejo Hotelero y Residencial	300	2,3	67
Villa Padierna Golf Club	Tramores	Benahavis	25	162.500	100%	No	Complejo Hotelero	0	2	130
	Alferini		45	350.000	100%	No				
	Flamingos		40	325.000	100%	No				
Real Club de Golf Guadalmina	Campo Norte	Marbella	40	800.000	75%	No	Complejo Hotelero y Residencial	296	4	398
	Campo Sur		35							
Club de Campo La Zagaleta	Los Barranco	Benahavis	42	536.550	100%	No	Complejo Residencial	95	0	0
	La Zagaleta		38	485.450						
Marbella Club de Golf		Benahavis	50	250.000	100%	No	Complejo Residencial	--	0	0

<b>Cerrado del Águila</b>	Mijas	30	209.178	100%	No	Complejo Residencial	70	0	0
---------------------------	-------	----	---------	------	----	----------------------	----	---	---

**Tabla 10.1.** Datos de los campos de golf del estudio que cuentan con explotaciones hoteleras y/o residenciales. Fuente: Elaboración propia.

El hecho de analizar estas dos actividades vinculadas a los campos de golf seleccionados y su consumo de agua es debido a que actualmente en la Costa del Sol Occidental existen dos modelos turísticos bien diferenciados, por un lado, el turístico residencial y, por otro, el modelo turístico hotelero. Esta dicotomía en cuanto a modelos turísticos predominantes genera diversificación del tipo de turista que viene a la Costa del Sol, tanto a nivel adquisitivo como a requisitos exigidos a la hora de pasar sus vacaciones. Si bien la Costa del Sol Occidental cuenta cada vez con más resorts hoteleros de nivel alto (cuatro y cinco estrellas), en los últimos años el modelo residencial, ya sea estacional o no, está creciendo aún más y es por ello por lo que se ha notado un trasvase de turistas del modelo hotelero al residencial (Junta de Andalucía, 2014).

A continuación, se procede a analizar estos datos, así como el cálculo de los consumos de agua en estas actividades hoteleras asociadas a los campos de golf.

## 10.1. Cálculo y Análisis del Consumo de Agua en las Actividades Hoteleras Vinculadas a los Campos de Golf

### 10.1.1. Metodología de Estudio

Para el cálculo de la estimación del consumo de agua en los complejos hoteleros de los campos de golf seleccionados se han utilizado los datos que se indican en la Tabla 10.2:

<b>Datos de origen</b>	Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Anejo III	Encuesta de ocupación hotelera. Establecimientos, plazas, grados de ocupación y personal empleado por comunidades autónomas y provincias	Informe del Observatorio Turístico de la Costa del Sol- Málaga 2016
<b>Año de los datos</b>	2015	2016	2016
<b>Fuente de los datos</b>	Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente. Junta de Andalucía	Instituto Nacional de estadísticas (INE)	Turismo y Planificación Costa del Sol, S.L.U (empresa pública de la Diputación de Málaga)

**Tabla 10.2.** Procedencia de los datos a utilizar para el cálculo del consumo de agua en las actividades asociadas a los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

A partir de estas fuentes de datos se han definido los siguientes criterios a utilizar en los cálculos de consumo de agua en los complejos hoteleros:

— En el Anexo III del Plan Hidrológico, concretamente en el apartado del cálculo de las demandas de agua para la población estacional de la CHCMA, se define que las dotaciones de agua a los alojamientos reglados, como es el caso de los hoteles, en 240 l/hab. y día; en apartamentos y turismo rural, en 150 l/hab. y día; y, en campings, en 120 l/hab. y día.

Por ello, en el caso que nos ocupa, el valor tomado de esta fuente bibliográfica para el cálculo del consumo de agua en los complejos hoteleros relacionados con los campos de golf será de 240 l/hab. y día.

Ya que los datos de consumo de agua se encuentran expresados en litros por habitantes y día se considerará la media de ocupación hotelera de una persona por habitación y día.

— Hay que tener en cuenta que la ocupación hotelera no es siempre del 100%, si no que, en función de los meses del año, e incluso del año en que nos encontremos, esta ocupación puede variar. Es por ello que se ha calculado, por un lado, el consumo de agua de forma anual a partir de un valor de ocupación media anual en los hoteles de la Costa del Sol Occidental; y, por otro, el consumo de agua mensual, teniendo en cuenta los valores de ocupación mensual hotelera en esta zona.

Los datos de ocupación media de los hoteles de la Costa del Sol, según el Informe del Observatorio Turístico de la Costa del Sol, fue de un 62,4% en 2016.

Además, en los datos de 2016 obtenidos de la encuesta de ocupación hotelera del INE, la media de ocupación en la provincia de Málaga fue de un 61,24%, un 1,9% por debajo de la ocupación en la Costa del Sol.

Se procederá a calcular el consumo medio anual de agua en los complejos hoteleros de los campos de golf del estudio partiendo de los datos de ocupación hotelera en la Costa del Sol para 2016 del 62,4%.

Posteriormente, se procederá a calcular el consumo de agua de estos establecimientos de forma mensual, teniendo en cuenta los datos de ocupación hotelera mensual en la provincia de Málaga (Tabla 10.3) pero aplicándole el incremento de ocupación del 1,9% de corrección a cada mes, a fin de ajustar los datos a los establecidos teniendo en cuenta el Informe del Observatorio Turístico de la Costa del Sol al indicar que la ocupación hotelera en la Costa del Sol Occidental fue de un 1,9% superior a la de la provincia en 2016.

Meses	% ocupación hotelera en la provincia de Málaga en 2016
Enero	42,97
Febrero	50,22
Marzo	54,63
Abril	58,49
Mayo	63,39
Junio	69,05
Julio	77,23
Agosto	81,52
Septiembre	73,44
Octubre	67,41
Noviembre	52,63
Diciembre	43,94

**Tabla 10.3.** Porcentaje de ocupación hotelera mensual de la provincia de Málaga en 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta de ocupación hotelera del INE, 2016.

Hay que destacar que los datos de ocupación hotelera utilizados no son de 2017 ya que a fecha de realización de este informe estos datos se encuentran a disposición en el INE de forma provisionales e incompletos; es por ello que se ha decidido utilizar los datos de 2016.

### 10.1.2. Resultados y Análisis

Tras la aplicación de la metodología anteriormente expuesta se han calculado los consumos de agua de los complejos hoteleros vinculados con los campos de golf seleccionados, de tal forma que en la Tabla 10.4 se recogen los resultados obtenidos.

Campo de Golf	Ubicación	Tipo de explotación	Superficie del resort hotelero (ha)	Plazas del resort hotelero	Media de habitaciones ocupadas anual (%ocupación hotelera del 62,4%)	Consumo agua diario (m <sup>3</sup> /día) (%ocupación hotelera del 62,4%)	Consumo agua anual (m <sup>3</sup> /año) (%ocupación hotelera del 62,4%)
La Quinta Golf & Country Club	Benahavis	Complejo Hotelero	0,86	170	106,08	25,46	9.292,6
Finca Cortesín Golf Club	Casares	Complejo Hotelero y Residencial	2,3	67	41,8	10,03	3.662,4
Villa Padierna Golf Club (Tramadadores, Alferini, Flamings)	Estepona	Complejo Hotelero	2	130	81,12	19,47	7.106,1
Real Club de Golf Guadalmina (Campo Norte y Campo Sur)	Marbella	Complejo Hotelero y Residencial	4	398	248,35	59,60	21.155,6

**Tabla 10.4.** Cálculo del consumo de agua en los complejos hoteleros vinculados a los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como queda puesto de manifiesto de los siete campos de golf que presentan actividades vinculadas del total de campos seleccionados, todos ellos cuentan con complejos hoteleros de cuatro y cinco estrellas. Como es de esperar, cuanto mayor sea el número de habitaciones, mayor es el consumo de agua. De esta forma, el complejo hotelero de los campos de golf del Real Club de Golf Guadalmina, con un total de 398 habitaciones, presenta un consumo anual de 21.155,6 m<sup>3</sup>/año. La media de consumo de agua anual en estos complejos hoteleros es de 10.304,2 m<sup>3</sup>/año.

No obstante, si se lleva a cabo un cálculo de los datos de consumo de agua en estos complejos hoteleros en relación a la superficie de ocupación, los resultados obtenidos son diferentes (Tabla 10.5) ya que en el hotel del Real Club de Golf Guadalmina, que es el que presenta un mayor número de habitaciones, el consumo por hectárea es inferior al consumo de agua en el hotel de La Quinta Golf con 170 habitaciones. La media de consumo de agua por hectárea en estos complejos hoteleros es de 5.347,4 m<sup>3</sup>/año.

Campo de Golf	Superficie del resort hotelero (ha)	Plazas del resort hotelero	Consumo agua anual (m <sup>3</sup> /año) (%ocupación hotelera del 62,4%)	Consumo de agua anual por superficie del complejo hotelero (m <sup>3</sup> /ha)
La Quinta Golf & Country Club	0,86	170	9.292,6	10.805,36
Finca Cortesín Golf Club	2,3	67	3.662,4	1.592,34
Villa Padierna Golf Club (Tramadadores, Alferini, Flamings)	2	130	7.106,1	3.553,06
Real Club de Golf Guadalmina (Campo Norte y Campo Sur)	4	398	21.155,6	5.438,9
		<b>Media</b>	<b>10.304,2</b>	<b>5.347,42</b>

**Tabla 10.5.** Cálculo del consumo de agua anual en los complejos hoteleros vinculados a los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Si se comparan estos consumos de agua en los complejos hoteleros con respecto al consumo de agua por superficie también, pero en el riego de los campos de golf asociados a estas instalaciones hoteleras (Tabla 10.6) se observa como únicamente en el caso de La Quinta Golf este consumo de agua por superficie en los complejos hoteleros asociados aumenta un 86% con respecto al agua utilizada para el riego del campo de golf; los tres campos de golf restantes presentan valores inferiores de consumo de agua por superficie en los complejos hoteleros, incluso en el caso del hotel asociado al Real Club de Golf Guadalmina, el cual cuenta con un mayor número de habitaciones que en el caso de La Quinta.

	Consumo de agua anual por superficie campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo de agua complejo hotelero (m <sup>3</sup> /ha)
La Quinta Golf & Country Club (170 plazas)	5.800	10.805,36
Finca Cortesín Golf Club (67 plazas)	5.000	1592,34
Villa Padierna Golf Club (133 plazas)	7.614	3.553,06
Real Club de Golf Guadalmina (398 plazas)	10.667	5.438,91
<b>MEDIA</b>	<b>7270,08</b>	<b>5347,42</b>

**Tabla 10.6.** Comparativa del consumo de agua en los campos de golf y los complejos hoteleros vinculados. Fuente: Elaboración propia.

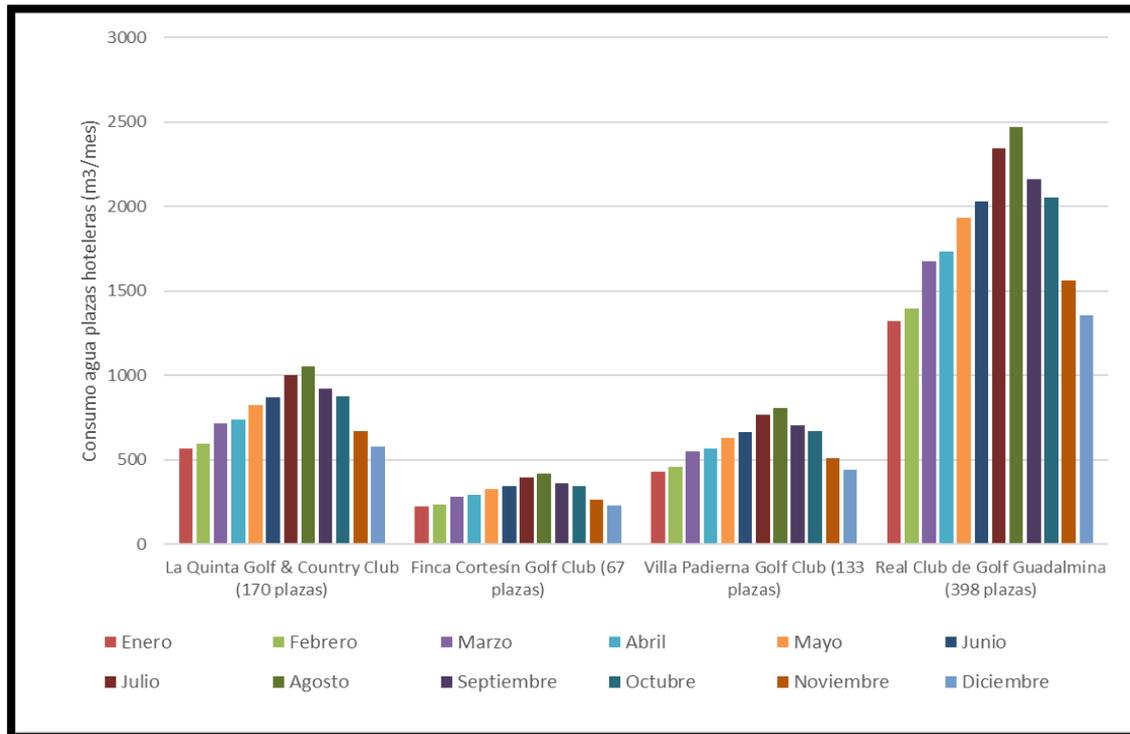
Por otro lado, se han calculado los valores de consumo de agua mensual en los diferentes complejos hoteleros llevando a cabo la metodología especificada en el

apartado anterior. De esta forma, los resultados obtenidos son los que se muestran en la Tabla 10.7 y el Gráfico 10.1.

Meses	Complejos Hoteleros			
	La Quinta Golf & Country Club (170 plazas)	Finca Cortesín Golf Club (67 plazas)	Villa Padierna Golf Club (133 plazas)	Real Club de Golf Guadalmina (398 plazas)
<b>Enero</b>	564,10	222,32	431,37	1.320,66
<b>Febrero</b>	595,42	234,67	455,32	1.393,98
<b>Marzo</b>	715,37	281,94	547,05	1.674,81
<b>Abril</b>	739,17	291,32	565,25	1.730,54
<b>Mayo</b>	825,79	325,46	631,48	1.933,32
<b>Junio</b>	867,82	342,02	663,62	2.031,71
<b>Julio</b>	1000,84	394,45	765,35	2.343,13
<b>Agosto</b>	1055,10	415,83	806,84	2.470,17
<b>Septiembre</b>	922,16	363,44	705,18	2.158,94
<b>Octubre</b>	876,63	345,50	670,37	2.052,35
<b>Noviembre</b>	667,45	263,05	510,40	1.562,61
<b>Diciembre</b>	579,78	228,50	443,36	1.357,38

**Tabla 10.7.** Cálculo del consumo de agua mensual en los complejos hoteleros vinculados a los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se puede observar en la Gráfica 10.1 el mes de agosto es el que mayor consumo de agua presentan las instalaciones hoteleras analizadas, tal y como cabía esperar ya que se trata de la época de alta temporada con un mayor número de turistas. No obstante, durante el resto del año los porcentajes de ocupación hotelera son elevados y por tanto el consumo de agua también lo es. Igual que se ha comentado anteriormente, en el gráfico se observa cómo el complejo hotelero con mayor número de plazas, el Real Club de Golf Guadalmina, presenta un consumo de agua mayor.



**Gráfico 10.1.** Consumo de agua mensual en los campos de golf con instalaciones hosteleras vinculadas. Fuente: Elaboración propia.

## 10.2. Cálculo y Análisis del Consumo de Agua en los Complejos Residenciales Vinculados a los Campos de Golf

Una vez estimado el consumo de agua en los cuatro complejos hoteleros vinculados a los campos de golf se procede a calcular, en base a la metodología que se expone a continuación, el consumo de agua en los complejos residenciales vinculados a los campos de golf que se encuentran definidos en la Tabla 10.1.

### 10.2.1. Metodología de Estudio

Dado que no se ha incluido en la toma de datos de los cuestionarios realizados a los campos de golf la variable del número de viviendas que integran las áreas residenciales, es necesario realizar un trabajo previo al cálculo del consumo de agua sobre la estimación del número de viviendas de cada una de estas zonas residenciales. De tal forma que la metodología para la estimación del número de viviendas por complejo residencial es la siguiente:

- Los datos de partida para realizar esta estimación del número de viviendas es la cartografía virtual por municipios que se encuentran en la página web de la Dirección General del Catastro (<http://www.catastro.meh.es/>). Por lo tanto se procede a descargar la cartografía rústica y urbana de los municipios donde se encuentran los campos de golf con los complejos residenciales, aunque finalmente sólo se utiliza la cartografía urbana pues se descarta que las zonas de estudio se encuentren en la zona rústica.
- El resto de datos de partida son los campos de golf seleccionados que cuenten con zonas residenciales. Estos datos se obtienen principalmente de la capa de información geográfica “Campos de Golf” de Andalucía (2005) procedente de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) de la Junta de Andalucía. No obstante, algunos de los campos de golf seleccionados no se localizan en esta capa de información geográfica y han sido añadidos a partir de la fotointerpretación y digitalización a través de las herramientas de los Sistemas de Información Geográficas (SIG).
- A partir de los datos de Catastro y la información espacial de los campos de golf se realizan los correspondientes geoprocursos a través de las herramientas SIG obteniéndose las viviendas que se localizan dentro de los límites de los campos de golf y, por tanto, se tratan de las zonas residenciales asociadas a estos campos de golf.
- Debido a que en los campos de golf de Finca Cortesín y Real Club Guadalmina cuentan tanto con zonas residenciales como hoteleras vinculados a estos campos de golf, se procede a eliminar la información espacial procedente del catastro correspondiente a estos hoteles ya que el cálculo del consumo de agua de dichas instalaciones hoteleras ya ha realizado en el punto 10.1 de este informe.
- Para el cálculo del consumo de agua por residencia se tiene en cuenta, como media, que dichas viviendas se encuentran ocupadas por 2,5 personas. Esta referencia de ocupación de vivienda se toma de los datos publicados por el INE en abril de 2016, donde indica que *“El tamaño medio del hogar se mantuvo en 2,51 personas”*.

— Debido a que es muy complejo conocer el número de viviendas asociadas a estos campos de golf que son de tipo residencial estacional y las que son de tipo residencial de vivienda habitual, para el cálculo del consumo de agua, y debido al carácter turístico que tienen estas zonas residenciales objeto de estudio, se entiende que el peso de esta población estacional es elevado y, por tanto, debe tenerse en cuenta a la hora de calcular el consumo de agua.

Con el fin de establecer qué peso tiene la población estacional y la de residencia habitual en los diferentes municipios donde se localizan estas zonas residenciales vinculadas a los campos de golf, se ha seguido la metodología establecida en el Anejo III del Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza donde, para el cálculo de la población y los usos domésticos del agua, se utilizan los datos del Censo de Población y Viviendas 2011 del INE (estos datos son utilizados porque a fecha de realización de este informe se encuentran más actualizados, pues este censo se realiza cada diez años) para obtener el porcentaje de viviendas principales y el porcentaje de viviendas secundarias (considerándose estas últimas las utilizadas por la población no residente o estacional) de cada uno de los cuatro municipios donde hay zonas residenciales asociadas a los campos de golf. Además de los datos de este Censo de 2011 se recogen los datos de las mismas variables de 2001 a fin de conocer cómo ha evolucionado en los municipios el número de viviendas habituales y las secundarias de no residentes.

Los resultados de este análisis marcarán cual será el peso que debe tener la población estacional y la residente en el cálculo del consumo de agua en las zonas residenciales asociadas a los campos de golf y de esta forma ajustar a la realidad los cálculos realizados.

Los resultados del análisis de los datos del Censo de Población y Viviendas son los que se muestran en la Tabla 10.8, de la cual se extraen las conclusiones de establecer en un 55% el peso de las viviendas de población residente y en un 45% el de las viviendas de no residentes.

Municipio	Censo de Población y Vivienda del 2011		Censo de Población y Vivienda del 2001		Tasa de variación entre ambos censos
	%Viviendas principales	%Viviendas secundarias	%Viviendas principales	%Viviendas secundarias	
Benahavís	52	48	19	81	32,7
Casares	55	45	47	53	7,4
Marbella	57	44	44	56	12,3
Mijas	58	42	53	47	5,2
<b>MEDIA</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>59</b>	

**Tabla 10.8.** Análisis de los datos del Censo de Población y Vivienda para calcular el porcentaje de viviendas de residentes (principales) y no residentes (secundarias) en los municipios. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

— Los valores de referencia de consumo de agua en la población residente y estacional serán:

- *Consumo de agua para población residencial.* Este consumo viene definido en base al tamaño de la población, de tal forma que se tiene en cuenta la población de los municipios donde se encuentran los campos de golf y qué rango de abastecimiento les corresponde en base a lo establecido en el Anejo III del Plan Hidrológico.

En la Tabla 10.9 se indican estos datos de población de los municipios de estudio y el consumo de agua de población residente establecido en base al tamaño de la población.

Población abastecida por el sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Dotaciones de agua suministrada (l/hab. día) (según IPH)	Municipio	Nº habitantes (residentes) de los municipios donde se localizan las zonas residenciales asociados a campos de golf	Dotación de agua (l/hab. día)
Menos de 50.000	340	Benahavís	2.649	340
Entre 50.000-100.000	330	Casares	4.051	340
Entre 100.000-500.000	280	Marbella	124.333	280

Más de 500.000	270	Mijas	56.838	330
----------------	-----	-------	--------	-----

**Tabla 10.9.** Rangos de consumo de agua en población residente y número de población residente en los municipios donde se localizan los campos de golf con zonas residenciales vinculadas. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Anejo III del PHCMA.

- *Consumo de agua en la población estacional* de cada municipio será el de 240 l/hab. y día, dato que se encuentra definido en el Anejo III del Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

— Por lo que la fórmula a aplicar para el cálculo de consumo de agua en las zonas residenciales asociadas a los campos de golf es:

$$\text{Consumo agua por zona residencial (m}^3\text{/año)} = [55\% \times (\text{Dotación agua población residente de cada municipio} \times \text{n}^\circ \text{ personas por vivienda} \times 365 \text{ días/año})] + [45\% \times (\text{dotación agua población estacional (240l/hab. día)} \times \text{n}^\circ \text{ personas por vivienda} \times 365 \text{ días/año})]$$

— Finalmente se procede a contabilizar el número de viviendas, así como el cálculo de la superficie ocupada por estas viviendas mediante herramientas SIG para poder calcular el consumo de agua por vivienda y por superficie a partir del dato de consumo por habitante y el número medio de habitantes por vivienda supuestos en base a los datos bibliográficos.

### 10.2.2. Resultados y Análisis

Tras aplicar la metodología anteriormente expuesta se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 10.10.

El consumo de agua medio en las zonas residenciales asociadas a estos siete campos de golf seleccionados para el estudio es de 85.945 m<sup>3</sup>/año siendo el complejo del Real Club de Golf Guadalmina el que presenta una mayor superficie residencial asociada y por tanto un mayor consumo de agua, seguido del Cerrado del Águila; y la Finca Cortesín la que presenta un consumo menor, así como una extensión menor. No obstante, el consumo de agua por superficie de las residencias vinculadas a los

campos de golf es destacablemente superior en Cerrado del Águila con respecto al resto de campos de golf; esto se debe principalmente a que la zona residencial de Cerrado del Águila se encuentra de forma muy concentrada en 70 ha de superficie presentando un modelo de urbanización más compacto que en otras zonas residenciales que, al ser más extensas, se encuentran más dispersas en el espacio.

		Municipio	Nº viviendas complejos residenciales de cada campo estimadas a partir del catastro	Superficie calculada de las viviendas de los complejos residenciales (ha)	Nº habitantes total de las zonas residenciales(*)	Consumo de agua total zona residencial(*) (m <sup>3</sup> /año)	Consumo agua por superficie de las viviendas (m <sup>3</sup> /ha año)
<b>Finca Cortesín Golf Club</b>		Casares	53	1,53	132,5	14.267	9.324,8
<b>Marbella Club de Golf</b>		Benahavís	70	2,12	175	18.843	8.888,3
<b>Club de Campo La Zagaleta</b>	<i>Los Barrancos</i>	Benahavis	74	3,48	185	19.920	5.724,1
	<i>La Zagaleta</i>						
<b>Cerrado del Águila</b>		Mijas	615	10,55	1.538	162.464	15.399,4
<b>Real Club de Golf Guadalmina</b>	<i>Campo Norte</i>	Marbella	917	35,58	2.293	219.232	6.161,7
	<i>Campo Sur</i>						
					<b>MEDIA</b>	<b>85.945,1</b>	<b>9.099,6</b>

(\*) Considerando de media 2,5 personas por vivienda y un consumo de 0,240 m<sup>3</sup>/hab. día)

**Tabla 10.10.** Cálculo del consumo de agua anual en las viviendas de los complejos hoteleros vinculados a los campos de golf seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

Tras haber calculado el número de viviendas en las zonas residenciales objeto de estudio cabe hacer mención a los resultados que se obtuvieron en el análisis de los datos del Censo de Población y Vivienda en el apartado 10.1.2 (Tabla 10.7) y que, al comparar los Censos de 2001 y 2011, puede ser un indicador de la evolución del modelo turístico residencial de la zona de estudio. Esta tasa de variación es parecida en tres de los cuatro municipios analizados, oscilando entre el 5 y el 12%, es decir, en diez años se ha producido una disminución de viviendas habituales o principales y un aumento de viviendas secundarias o de no residentes que se ha movido en ese porcentaje de variación para los municipios de Casares, Marbella y Mijas. No obstante, en el caso de Benahavís la tasa de aumento de casas de no residentes o secundarias ha sido del 32% y una disminución en el mismo porcentaje de las viviendas principales

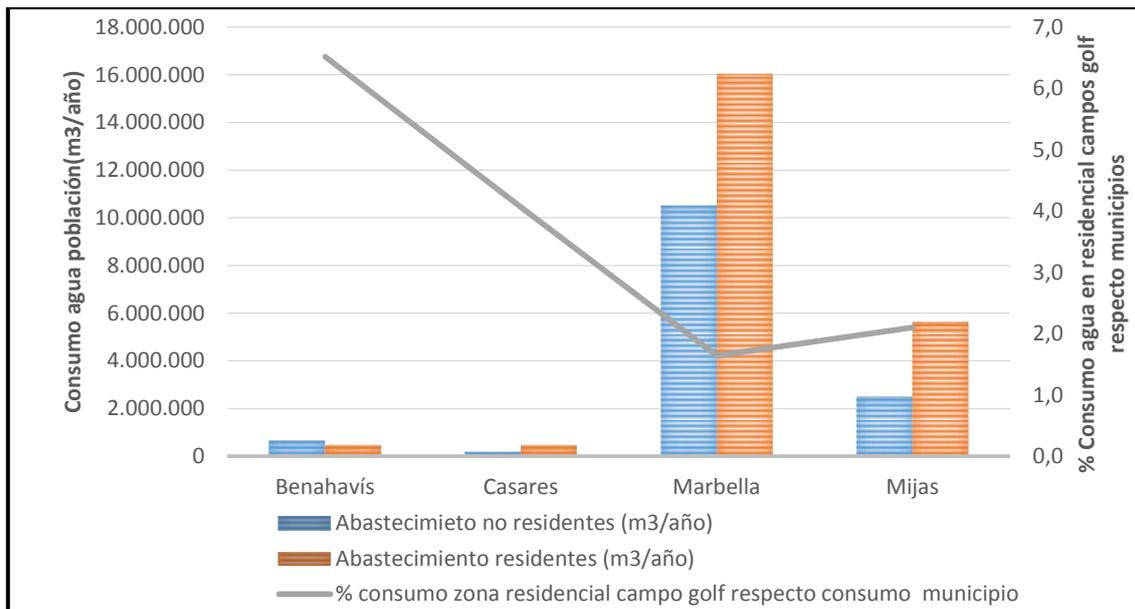
o de residentes, lo que hace pensar que el desarrollo del modelo turístico residencial en este municipio ha sido mayor que en otros.

A fin de analizar estos resultados de consumo de agua en las zonas residenciales asociadas a los campos de golf se considera necesario poner en contexto estos datos de la Tabla 10.10 con el consumo de agua en los municipios por la población fuera de estas zonas residenciales vinculadas a los campos de golf con la finalidad de poder valorar qué porcentaje de consumo de agua total abastecido a la población de cada municipio (población residente y no residente) se refiere al consumo de la población establecida en estas zonas residenciales asociadas a los campos de golf. De esta forma, y siguiendo la metodología descrita, se procede a calcular cuál es el porcentaje de consumo de agua de las zonas residenciales vinculadas a los campos de golf con respecto al agua media consumida por la población de cada municipio donde se encuentren estas zonas residenciales de los campos de golf (Tabla 10.11 y Gráfico 10.2).

Municipio y zonas residenciales vinculadas a los campos de golf	Consumo agua no residentes (m <sup>3</sup> /año)	Consumo agua residentes (m <sup>3</sup> /año)	Consumo medio (*) (m <sup>3</sup> /año)	Consumo de agua total en las zonas residenciales de cada municipio (m <sup>3</sup> /año)	% consumo agua en residencial de campos con respecto a consumo del total de población de cada municipio
<b>Benahavís</b> (Marbella Club de Golf y Club de Campo La Zagaleta)	690.000	480.000	585.000	38.106	6,6
<b>Casares</b> (Finca Cortesín Golf Club)	200.000	490.000	345.000	14.025	4,1
<b>Marbella</b> (Real Club de Golf Guadalmina)	10.520.000	16.030.000	13.275.000	217.558	1,7
<b>Mijas</b> (Cerrado del Águila)	2.520.000	5.660.000	4.090.000	159.938	2,1

(\*) Media entre el consumo residencial y no residencial

**Tabla 10.11.** Consumos de agua en población residente y no residente de los municipios en los que se encuentran las zonas residenciales vinculadas a los campos de golf, porcentaje de consumo de estas zonas residenciales y total de consumo de cada municipio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Anejo VI del Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.



**Gráfico 10.2.** Consumos de agua en población residente y no residente de los municipios con los que se encuentran las zonas residenciales vinculadas a los campos de golf y porcentaje de consumo de estas zonas residenciales y el total de consumo de cada municipio. Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan los datos de la Tabla 10.11 y del Gráfico 10.2 se pueden extraer diferentes conclusiones:

- La relación que existe entre el consumo de agua en la población con el consumo en las zonas residenciales de los campos de golf es inversamente proporcional, de tal forma que, por ejemplo Marbella que presenta valores muy elevados de consumo total en el municipio es el que presenta un porcentaje menor de consumo de agua en las zonas residenciales asociadas a los campos de golf seleccionados.
- Tres de los cuatro municipios analizados cuentan con un mayor consumo de agua en población residente que no residente. Sólo en el municipio de Benahavís el consumo de agua de no residentes es superior al consumo de agua de residentes. Si este hecho se relaciona con el porcentaje de agua consumida en zonas residenciales asociadas a los campos de golf se observa cómo en el caso de Benahavís estas zonas residenciales tienen un mayor peso en cuanto al consumo total de la población del municipio.

- Se puede concluir que en municipios con un mayor consumo de agua en la población residente el consumo en zonas residenciales de los campos de golf es menor, como es el caso de Marbella y Mijas. Esto se puede deber a que gran parte del abastecimiento de agua para población en estos municipios va destinado a otras zonas residenciales que no se encuentran vinculadas a los campos de golf y en base a los datos de consumo el porcentaje de población residente es superior a la población no residente. Sin embargo, en el caso de Benahavís el consumo en población no residente es superior, siendo este hecho directamente proporcional con el consumo de agua en zonas residenciales asociadas a campos de golf.
- Por tanto, en base a los resultados anteriores, los consumos de agua en zonas residenciales vinculadas a campos de golf van a depender de si en el municipio predomina la población no residente, pues este tipo de habitantes parecen encontrarse vinculados con estas zonas residencias de los campos de golf y, por tanto, desarrollando el modelo de turismo residencial frente al modelo turístico hotelero.

Por último, se procede a comparar los resultados de consumo de agua en los tres principales usos que puede tener un campo de golf como son el riego y las actividades hoteleras y/o residenciales. Para comparar estos datos se van a utilizar solamente los dos campos de golf que cuentan con zona residencial y hotelera conjuntamente, Finca Cortesín y real Club de Golf Guadalmina (Tabla 10.12).

<b>Campo de Golf con zonas hoteleras y residenciales vinculadas</b>	<b>Consumo medio anual de agua por unidad superficie en hotel asociado a campo de golf (m<sup>3</sup>/ ha)</b>	<b>Consumo medio anual de agua por unidad superficie en zona residencial asociada campo de golf (m<sup>3</sup>/ ha)</b>	<b>Consumo medio anual de agua por unidad superficie en riego de los campos de golf (m<sup>3</sup>/ ha)</b>
<b>Finca Cortesín Golf Club</b>	1.592,3	9.324,8	5.000
<b>Real Club de Golf Guadalmina</b>	5.438,91	6.161,7	10.667

**Tabla 10.12.** Comparativa de consumo de agua en riego de los campos de golf, hoteles y zonas residenciales. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar de los resultados obtenidos en la Tabla 10.12 que en la Finca Cortesín existe un peso elevado en el consumo del agua de las zonas residenciales frente al riego del campo de golf. Sin embargo, en Guadalmina el mayor consumo por hectárea de agua se produce en el riego del campo de golf y los consumos entre las zonas residenciales y hoteles se encuentran en valores parecidos.

### **10.3. Análisis Comparativo del Consumo de Agua por Unidad de Superficie en el Riego y las Actividades Hoteleras y/o Residenciales de los Campos de Golf en Comparación con el Consumo de Agua por Unidad de Superficie en Agricultura**

Tras haber calculado y analizado el consumo de agua para el riego y/o las actividades asociadas en los campos de golf seleccionados para este estudio, en este apartado se procede a realizar un análisis conjunto de todos estos resultados relacionándolos entre sí y, además, teniendo en cuenta en este análisis comparativo los consumos de agua de los cultivos de regadío presentes en los municipios donde se encuentran estos campos de golf, y que ya fueron calculados en el apartado 8.2 de este informe. Todo el análisis de los datos que se va a llevar a cabo se realizará en las mismas unidades de medida de volumen de consumo de agua por superficie ( $m^3/ha$ ).

El hecho de que no se tenga en cuenta el consumo de las actividades industriales en este análisis comparativo se debe principalmente a que el tipo de actividades industriales presentes en el área de estudio, tal y como ya se analizó en el punto 8.3 de este informe, presentan un consumo de agua conectada a la red de abastecimiento urbano, ya que se trata principalmente de actividades comerciales, hoteleras, de servicios, etc., y, por tanto, los datos de los que se disponen son de volumen de agua abastecida de forma anual pero no por superficie (ver apartado 8.3) lo que hace inviable la comparativa con el resto de datos.

#### **10.3.1. Metodología de Estudio**

La metodología llevada a cabo en este caso ha sido la recopilación de datos de consumo de agua en riego y actividades asociadas a los campos de golf y realización de un análisis comparativo descriptivo de los resultados obtenidos.

Cabe destacar que los datos de consumo de agua utilizados para este análisis son los referentes a los once campos de golf que cuentan con actividades hoteleras y/o residenciales asociadas (ver Tabla 10.1). Estos datos se han unificado por

municipios donde se localizan estos campos de golf con el fin de que puedan ser comparados con los consumos de agua de los cultivos de regadío, que se encuentran expresados por municipios.

Con el fin de completar este análisis se realiza un estudio de la correlación existente entre las diferentes variables de consumo de agua estudiadas a fin de establecer relaciones entre dichas variables.

### 10.3.2. Resultados y Análisis

Se procede a recopilar todos los datos calculados de consumo de agua en el riego y actividades asociadas en los campos de golf que cuentan con este tipo de actividades del total de campos de golf del estudio. Estos datos se presentan en la Tabla 10.13.

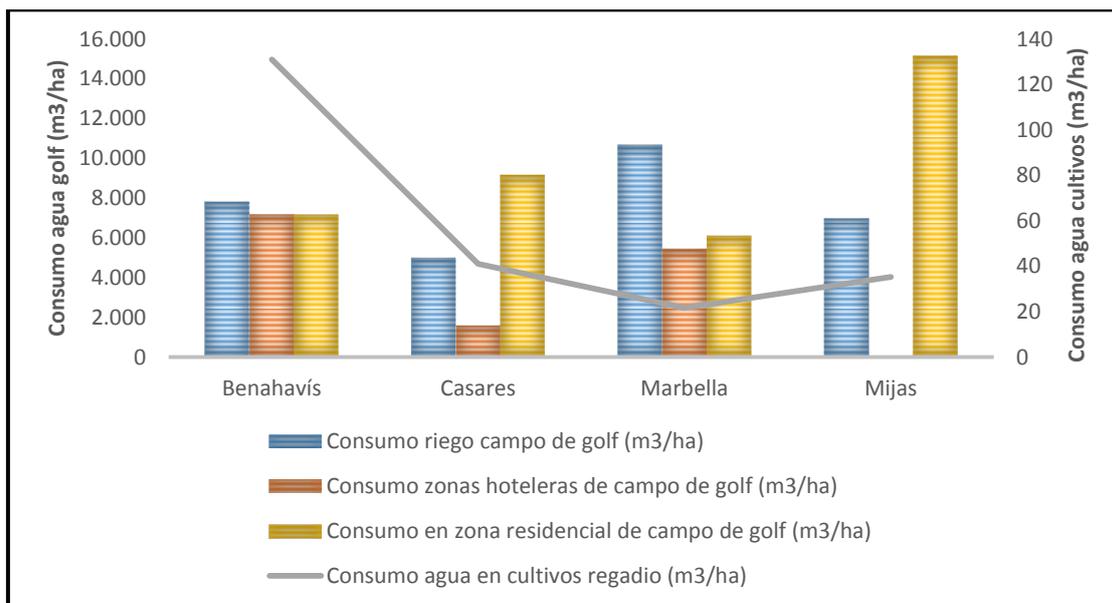
Campo de Golf		Municipio	Tipo de explotación	Consumo de agua en actividades hoteleras vinculadas (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo de agua en zonas residenciales vinculadas (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo de agua en riego campo golf (m <sup>3</sup> /ha)
<b>La Quinta Golf &amp; Country Club</b>		Benahavis	Complejo Hotelero	10.805	--	5.800
<b>Villa Padierna Golf Club</b>	<i>Tramores</i>		Complejo Hotelero	3.553	--	7.614
	<i>Alferini</i>					
	<i>Flamingos</i>					
<b>Club de Campo La Zagaleta</b>	<i>Los Barranco</i>		Complejo Residencial	--	5.724	12.775
	<i>La Zagaleta</i>					
<b>Marbella Club de Golf</b>			Complejo Residencial	--	8.888	5.000
<b>Finca Cortesín Golf Club</b>		Casares	Complejo Hotelero y Residencial	1.592	9.324	5.000
<b>Real Club de Golf Guadalmina</b>	<i>Campo Norte</i>	Marbella	Complejo Hotelero y Residencial	5.439	6.161	15.399
	<i>Campo Sur</i>					
<b>Cerrado del Águila</b>		Mijas	Complejo Residencial	--	15.160	6.973

**Tabla 10.13.** Datos de consumo de agua por unidad de superficie en el riego y actividades asociadas a los campos de golf que cuentan con hoteles y/o zonas residenciales del total de campos de golf del estudio. Fuente: Elaboración propia.

A fin de comparar estos resultados con los consumos de agua en los cultivos de regadío de los municipios donde se localizan los campos de golf se procede a reagrupar los datos de la Tabla 10.13 por municipios, de tal forma que los valores de las tres variables de consumo de agua de Benahavís será la media de los consumos en los diferentes campos de golf del estudio que cuentan con actividades asociadas y que se localicen en este municipio. Los resultados se recogen en la Tabla 10.14 y se representan el Gráfico 10.3.

Municipio	Consumo medio por superficie en riego campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo medio por superficie en zonas hoteleras (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo medio por superficie en zona residencial (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo agua por superficie en cultivos regadío de los municipios donde se encuentran los campos de golf (m <sup>3</sup> /ha)
Benahavís	7.797	7.179	7.306	131
Casares	5.000	15.92	9.324	41
Marbella	10.667	5.439	6.161	21,6
Mijas	6.973	0	15.160	35,2

**Tabla 10.13.** Datos por municipios de consumo de agua por unidad de superficie en el riego y actividades asociadas a los campos de golf que cuentan con hoteles y/o zonas residenciales del total de campos de golf del estudio y el consumo en los cultivos de regadío en los mismos municipios. Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 10.3.** Comparativa del consumo de agua por unidad de superficie en las actividades de los campos de golf y en los cultivos. Fuente: Elaboración propia.



A partir de los datos analizados se observa cómo en dos municipios de los cuatro estudiados, Casares y Mijas, el consumo de agua de las zonas residenciales asociadas a los campos de golf es superior al consumo de agua para el riego de los propios campos; sin embargo, en el caso de Marbella ocurre totalmente lo contrario, el consumo en el riego es superior al de las zonas residenciales. Estos hechos se pueden atribuir a que en el caso de Marbella existe una especialización elevada en el sector servicios, tales como hoteles, inmobiliarias, etc. (ver apartado 7 del informe) lo que hace que exista una gran oferta hotelera y residencial en el municipio y que dicha oferta no se encuentre tan vinculada a los campos de golf existentes. Por el contrario, en el caso de Mijas y Casares sus especializaciones industriales (ver Tabla 7.2) no son las mismas que en el municipio de Marbella; por tanto, al no presentar una oferta hotelera y residencial tan extensiva como Marbella, las zonas residenciales pueden depender más de las que se encuentren asociadas a los campos de golf, siendo por ello por lo que presentan un mayor consumo de agua en estos municipios las zonas residenciales asociadas a los campos de golf.

Cabe destacar el caso de Benahavís, municipio en el cual el consumo de agua de las tres variables (riego, residencial y hotelero) se encuentra muy igualado, cosa que no ocurre en ningún otro municipio analizado. Esto se puede vincular al hecho de que en Benahavís el número de habitantes no residentes, estacionales, son superiores a los residentes, cosa que no ocurría en los otros municipios analizados, lo que hace que todas las estructuras turísticas tengan una importancia tan elevada, ya que todas estas actividades se encuentran vinculadas, es decir el modelo residencial y hotelero se encuentra vinculado a los campos de golf.

Por último, si se analizan los resultados obtenidos de consumo de agua por unidad de superficie en cultivos con las otras variables de consumo, se observa cómo en el caso de Benahavís, los consumos en regadío son superiores al resto de municipios. Este hecho se podría relacionar con el hecho de que Benahavís cuenta con cultivos predominantemente de frutales subtropicales (ver Tabla 8.7), los cuales requieren un riego superior al de otros cultivos como por ejemplo el hortícola, predominante en Marbella, según los valores establecidos en la Agenda del regadío Andalucía donde se indica que las necesidades hídricas netas de los cultivos hortícolas en Andalucía son de 3.220 m<sup>3</sup>/ha y la de los cultivos de frutales subtropicales requieren 5.286 m<sup>3</sup>/ha (Consejería de Agricultura y Pesca, 2011).

Con el fin de poder analizar la correlación existente entre variables de consumo de agua analizadas se procede a examinar los datos obtenidos en una matriz de correlación, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 10.14.

	Consumo riego campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo zonas hoteleras de campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo zona residencial de campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo cultivos regadío de los municipios donde se encuentran los campos de golf (m <sup>3</sup> /ha)
Consumo riego campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	1			
Consumo zonas hoteleras de campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	0,59	1		
Consumo zona residencial de campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	-0,48	-0,85	1	
Consumo cultivos regadío de los municipios donde se encuentran los campos de golf (m <sup>3</sup> /ha)	-0,11	0,62	-0,28	1

**Tabla 10.14.** Matriz de correlación de las variables de consumo de agua por unidad de superficie de los campos de golf y las actividades asociadas y la agricultura de regadío. Fuente: Elaboración propia.

De esta matriz de correlación cabe destacar las siguientes conclusiones:

- Llama la atención que existe un porcentaje de correlación parecido entre las variables de consumo de agua en zonas residenciales y las hoteleras vinculadas a los campos de golf con el consumo en riego de estos campos de golf, pero esta correlación se comporta de forma inversa en ambos casos. De tal forma que existe una correlación positiva del 59% entre el consumo de agua en zonas hoteleras y el riego de los campos de golf lo que quiere decir que si aumenta el consumo de agua en la actividad hotelera lo hará de forma proporcional, con ese porcentaje del 59%, el consumo en el riego de los campos de golf. Sin embargo, existe una correlación también parecida a la anterior (48%) pero negativa entre el consumo de agua en zonas residenciales vinculadas a campos de golf y el consumo en el riego de esos campos,

de forma que cuando aumente el consumo de agua en una actividad disminuirá en ese porcentaje en la otra.

Este resultado hace pensar que el modelo turístico hotelero vinculado a los campos de golf se encuentra directamente ligado, en un elevado porcentaje, al uso de los campos de golf; por el contrario el modelo turístico de tipo residencial asociado a los campos de golf en aproximadamente un 50%, no se encuentra relacionado directamente con los usos de los campos de golf. Estas conclusiones se basan en el hecho de que los clientes de los campos de golf no cuentan con residencia en la zona de estudio y se alojan en hoteles, que principalmente están vinculados a los campos de golf, y de esta forma se alojan lo más cerca posible de la zona de juego. Sin embargo, las personas que viven en zonas residenciales vinculadas a los campos de golf no tienen por qué estar vinculadas a ser clientes de los campos de golf; pueden ser residencias de personas que, de forma habitual o estacionalmente, vivan en estas zonas residenciales pero que no tengan un vínculo directo con el uso de los campos de golf.

- Se puede observar una alta correlación negativa (85%) entre las variables de consumo de agua en las zonas residenciales y las hoteleras vinculadas a los campos de golf, de tal forma que cuando el consumo de agua en una de estas actividades aumente, en la otra disminuirá.
- A partir de los datos analizados para la variable de consumo de agua en los cultivos solamente se ha obtenido una correlación significativa con el consumo de agua en actividades hoteleras asociadas a los campos de golf. Esta correlación es de un 62% y de tipo positiva.

#### **10.4. Análisis del Empleo y Consumo de Agua de las Actividades Hoteleras Asociadas a los Campos de Golf**

Se aplicará la metodología que se describe a continuación con el fin de conocer el grado de ocupación o empleo en las actividades hoteleras asociadas a los campos de golf y de esta forma poder realizar un análisis del consumo de agua y la tasa de empleo en el sector hotelero comparándolo con esta misma variable en los campos de golf que cuentan con actividad hotelera asociada.



#### **10.4.1. Metodología de Estudio**

Se procede a realizar un análisis de los datos de oferta hotelera en la zona de estudio, la Costa de Sol Occidental, a partir de la información proporcionada por el Observatorio Turístico de la Costa del Sol sobre la oferta de alojamiento (Turismo y Planificación Costa del Sol, 2016) con el fin de analizar la situación de este modelo turístico hotelero en la zona.

Por otro lado, se calcula la tasa de empleo del sector hotelero en la zona de estudio, es decir, el número de personas empleadas por plaza hotelera disponible. Este valor se calcula a partir de los datos proporcionados por el INE en la Encuesta de Ocupación Hotelera de 2016 para Málaga.

A partir de los datos obtenidos de tasa de ocupación de empleo en el sector hotelero se procede al cálculo y análisis de la variable de ocupados por volumen de agua consumida y de esta forma poder realizar la comparativa de esta misma variable con la de los campos de golf.

#### **10.4.2. Resultados y Análisis**

Según los datos de 2016 del Observatorio Turístico de la Costa del Sol la oferta hotelera en la provincia de Málaga no se encuentra distribuida homogéneamente, de tal forma que el 93% de plazas hoteleras se encuentran en la Costa del Sol y solo el 7% en las comarcas del interior. Este dato viene a corroborar el elevado peso que tiene el modelo turístico hotelero en la Costa del Sol.

Otro dato que deja reflejado el Observatorio Turístico es la calidad de la oferta hotelera de la Costa del Sol, siendo mayor que en el interior de la provincia de Málaga. De hecho, en el litoral el 67,6% de las plazas es de cuatro y cinco estrellas. De los municipios que componen la Costa del Sol Occidental destacan Marbella, con más de 14.500 plazas, y Benalmádena, con cerca de 14.000 plazas. Asimismo, la categoría que más predomina en esta oferta hotelera es la de cuatro estrellas (63,4%) y con una capacidad media por establecimiento de 246 plazas.

A partir de los datos comentados anteriormente, procedentes del análisis realizado por el Observatorio Turístico de la Costa del Sol de 2016, se analiza en la tabla 10.15 la oferta hotelera en la Costa del Sol Occidental en base a la categoría del establecimiento.

Tipo de Establecimiento	Nº Establecimientos en la Costa del Sol Occidental	Nº Plazas en la Costa del Sol Occidental
5 Estrellas Gran Lujo	8	2.584
5 Estrellas	9	2.280
4 Estrellas	159	55.512
3 Estrellas	155	23.812
2 Estrellas	117	4.987
1 Estrella	55	1.806

**Tabla 10.15.** Datos de 2016 de la oferta hotelera en la Costa del Sol Occidental. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Observatorio Turístico de la Costa del Sol.

Tras el análisis del estado del sector hotelero en la zona de estudio se corrobora que el peso con el que cuenta esta actividad económica es muy elevado, siendo una de las principales fuentes de empleo y de riqueza, y motor de arrastre de otros subsectores económicos. Es por ello que a continuación se procede a analizar el empleo en el sector hotelero asociado a los campos de golf estudiados, comparándolo con el empleo de los propios campos de golf.

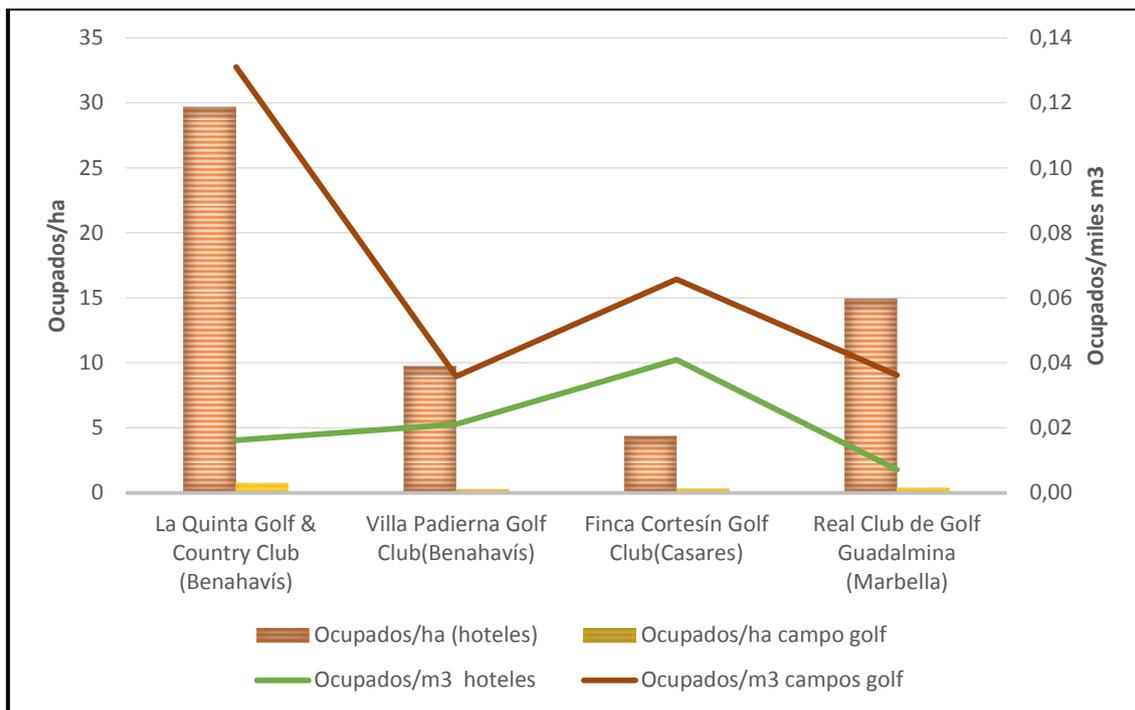
Si se analizan los datos de crecimiento económico a nivel de la provincia de Málaga se observa cómo el crecimiento es generalizado en todos y cada uno de los subsectores analizados, pero no con la misma intensidad, produciéndose un excepcional crecimiento en el empleo en las actividades de hostelería con un 7,1%, seguida de las actividades recreativas y culturales, con un 3,7%, el transporte, con un 2,9%, y las agencias de viajes, con un incremento de 1,4% de trabajadores (Observatorio Turístico de la Costa del Sol, 2016).

A partir de los datos del número de plazas hoteleras y personal empleado obtenidos de la Encuesta de Ocupación Hotelera del INE del año 2016, se calcula la tasa de ocupación de empleo por plaza hotelera (Tabla 10.16). De tal forma que para la provincia de Málaga se obtiene que cuenta con 0,15 empleados por plaza hotelera.

	Nº Plazas	Personal empleado	Ocupados/plaza hotelera
Andalucía	252.289	32.790	0,13
Málaga	83.446	12.232	0,15

**Tabla 10.16.** Cálculo del número de ocupados por plaza hotelera en Málaga y Andalucía. Datos del 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta de Ocupación Hotelera del INE.

A partir de este dato de tasa de ocupados por plaza hotelera se procede a calcular las variables de consumo de agua en referencia al empleo y superficie de las zonas hoteleras asociadas a los campos de golf del estudio. Estos resultados son los que se muestran en la Tabla 10.17 y en el Gráfico 10.4.



**Gráfico 10.4.** Relación entre el empleo, consumo de agua y superficie de los campos de golf seleccionados que cuentan con actividades hoteleras asociadas. Fuente: Elaboración propia.

Campo de Golf	Ubicación	ACTIVIDAD HOTELERA							CAMPO DE GOLF				
		Tipo de explotación	Consumo agua anual (m <sup>3</sup> /año)	Superficie del complejo hotelero (ha)	Plazas hoteleras	Total empleados estimados por hotel	Ocupados / ha	Ocupados / miles m <sup>3</sup>	Superficie Campo de golf (ha)	Consumo total anual de agua riego (m <sup>3</sup> /año)	Empleados campo de golf	Ocupados / ha campo golf	Ocupados / miles m <sup>3</sup>
La Quinta Golf & Country Club	Benahavis	Complejo Hotelero	9.292,60	0,86	170	25,5	29,65	0,016	50	290.000	38	0,76	0,131
Villa Padierna Golf Club (Tramadadores, Alferini y Flamingos)	Benahavis	Complejo Hotelero	7.106,10	2	130	19,5	9,75	0,021	110	837.500	30	0,27	0,036
Finca Cortesín Golf Club	Casares	Complejo Hotelero y Residencial	3.662,40	2,3	67	10,05	4,37	0,041	70	350.000	23	0,33	0,066
Real Club de Golf Guadalmina (Campo Norte y Campo Sur)	Marbella	Complejo Hotelero y Residencial	21.155,60	4,00	398	59,7	14,93	0,007	75	800.000	29	0,39	0,036

**Tabla 10.17.** Relación entre el empleo, consumo de agua y superficie de los campos de golf seleccionados que cuentan con actividades hoteleras asociadas. Fuente: Elaboración propia.



De los resultados obtenidos anteriormente se puede decir que el número de empleados por superficie ocupada por los complejos hoteleros analizados es superior al número de empleados por superficie en los campos de golf. Destaca el campo de golf de La Quinta Golf donde esta variable es mayor que en el resto de resort hoteleros analizados.

En cuanto a las variables del número de empleados con respecto al consumo de agua, en el caso de la actividad hotelera presenta valores más elevados que en el caso de los campos de golf. Este hecho se encuentra relacionado directamente con que en las actividades hoteleras se cuenta, por lo general, con un número mayor de empleados que en el caso de la actividad propiamente dicha de la gestión y mantenimiento del campo de golf; es por ello por lo que esta variable de ocupados por consumo de agua es menor que en los hoteles.

Cabe destacar el caso concreto de La Quinta Golf, ya que en el resto de establecimientos las variables de ocupados por agua consumida tanto en hotel como en campo de golf siguen las mismas tendencias en ambos casos, es decir, el número de ocupados por consumo de agua en campos de golf y hoteles aumenta y disminuye en la misma proporcionalidad. Sin embargo, en el caso de La Quinta la variable de ocupados por consumo de agua en los campos de golf aumenta mucho y en el caso del hotel asociado disminuye, lo que quiere decir que para este caso concreto la rentabilidad del agua consumida en valores de empleo es mucho mayor en el hotel que en el campo de golf.

## **11. CONSUMO DE AGUA DE ACUERDO A LA PROYECCIÓN DE NUEVOS CAMPOS DE GOLF Y ACTIVIDADES ASOCIADAS. EL CONSUMO DE AGUA URBANO PRESENTE Y FUTURO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

El objeto de este apartado es estimar el consumo de agua en los campos de golf y actividades asociadas a los mismos en una proyección de futuro de los próximos años en la zona de estudio, teniendo en cuenta como base los datos obtenidos del estudio realizado previamente de la zona de análisis.

A fecha de realización de este informe se detectan dos factores determinantes que pueden llegar a influir en el aumento del número de campos de golf en la zona de estudio en proyección de futuro cercano. De un lado, la crisis económica de los últimos años que ha frenado el desarrollo económico, así como la entrada en vigor del RD 43/2008, el cual indica que las aguas utilizadas para el riego de los campos de golf deben ser de tipo reutilizadas, lo que hace que se limite la zona de proyección de nuevos campos de golf a la disponibilidad de aguas regeneradas próximas. En el caso de la zona de estudio cabe destacar el desarrollo de la distribución de aguas regeneradas por ACOSOL a prácticamente todos los campos de golf de los municipios de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol; por tanto, este último posible factor limitante de la utilización de aguas regeneradas, se ve disminuido en la zona de estudio puesto que ACOSOL ya cuenta con una amplia red de distribución de este tipo de aguas a los campos de golf.

Además, se procederá a realizar un análisis del consumo de agua urbano presente y futuro en los municipios de estudio. Se tienen en cuenta estos consumos urbanos ya que los servicios de abastecimiento urbano incluyen no solo el suministro para la satisfacción de la demanda doméstica, sino que abarcan otras actividades privadas que producen servicios como la hostelería, el comercio, la restauración, el ocio o el transporte, o que emplean el agua en la producción de otro tipo de bienes, siendo todas estas actividades económicas las que en la zona de estudio se obtenían como predominantes dentro del sector industrial y que, en el apartado 8 del presente informe, se definían como actividades industriales conectadas, ya que el suministro de agua está conjunto a la red de abastecimiento urbano.

## **11.1. Estimación del Consumo de Agua de Acuerdo con las Previsiones de Implantación de Nuevos Campos de Golf y Actividades Asociadas en la Zona de Estudio**

### **11.1.1. Metodología de Estudio**

Para considerar el número de campos de golf proyectados en los próximos años se han tomado como referencia los datos establecidos en el Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza, donde, en el Anejo III, se realiza una estimación de nuevos campos de golf en un horizonte 2015-2027 en cada uno de los subsistemas de explotación de la CHCMA, de tal forma que esta estimación de proyección de nuevos campos de golf se basa en:

- Disponibilidad de aguas regeneradas próximas.
- La vocación turística del territorio y las proyecciones de demandas estacionales.
- La existencia conocida de nuevos proyectos de campos de golf.

Debido a que la zona de estudio abarca prácticamente la totalidad de la zona potencial de desarrollo de la actividad económica del golf del subsistema I-3 de la CHCMA (ver Ilustración 5.3) se trabaja con los datos de nuevos campos de golf en este horizonte de futuro establecidos en el Plan Hidrológico para todo el subsistema.

A partir de estos datos de nuevos campos de golf proyectados se procede a estimar el consumo de agua en las actividades hoteleras y/o residenciales en este mismo horizonte de futuro. Para ello se realiza una estimación del número de actividades hoteleras y residenciales que, potencialmente, pudiera haber en esta proyección en base a los datos que se han obtenido del estudio de las instalaciones que hay actualmente. Esta estimación se realiza mediante una interpolación de los datos y calculando la proporcionalidad de las actividades asociadas a los campos de golf futuros (hoteleras y/o residenciales) (ver apartado 10 del informe).

Una vez estimado el número de campos de golf estableciendo sus categorías (sólo campo de golf, con complejo hotelero, con complejo residencial o con complejo residencial y hotelero), se procede a calcular el consumo de agua en dichas actividades bajo la hipótesis de mantener las mismas condiciones con las que se calcularon los consumos de agua en el apartado 10 de este informe. De tal forma que para este cálculo se considera:

- Las estimaciones de cálculo de consumo de agua que se van a llevar a cabo mediante medias totales, de tal forma que, al no conocer los proyectos exactos de los nuevos campos de golf proyectados para 2027 y las características de sus actividades asociadas (número de habitaciones de los hoteles, extensión de las zonas residenciales...) se van a tomar como datos de partida las medias de estas variables en los campos de golf analizados en este estudio extrapolándolos al número de campos de golf proyectados para 2027.
- En el caso de las actividades hoteleras asociadas a los campos de golf proyectados se tiene en cuenta el dato de consumo de agua en hoteles de la Costa del Sol que se encuentra definido en el Plan Hidrológico (240 l/hab. día).

Sin embargo, para el cálculo del *nivel de ocupación hotelera* a proyección de 2027 se realiza la aproximación de esta ocupación a partir del estudio de los datos de incremento de la ocupación hotelera de la serie de los últimos 10 años completos de los que se tienen datos en el INE (2006-2016). Esta tasa de variación de la ocupación hotelera en estos últimos 10 años será sumada proporcionalmente a la tasa de ocupación utilizada en el apartado 10 del presente informe (62,4%) y, de esta forma, ponderar los datos de ocupación hotelera teniendo en cuenta las tasas de variación. El hecho de tomar una serie de 10 años como referencia se basa en que se trata del mismo periodo entre la fecha de realización del presente estudio y 2027. En la tabla 11.1 se indica la ocupación hotelera en la provincia de Málaga en los últimos 10 años, así como el cálculo de la tasa de variación de dicha ocupación en este periodo de tiempo.

Año	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
% Ocupación anual	61,24	58,64	56,60	54,72	52,22	51,91	49,21	48,32	54,61	56,91	56,77
Tasa de variación de ocupación entre los años 2006 y 2016					7,87%						

**Tabla 11.1.** Grado de ocupación hotelera en la provincia de Málaga en el periodo de 2016 a 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta de ocupación hotelera del INE.

- El cálculo del consumo de agua en las zonas residenciales asociadas a los campos de golf proyectados para 2027 se realiza a partir de los datos del número medio de viviendas por campo de golf calculado a raíz del número de viviendas estimadas en el apartado 10.2 de este informe para los campos de golf seleccionados para su estudio, de tal forma que estas viviendas medias se multiplica por el total de campos de golf estimados que van a tener zonas residenciales en 2027.
- Para el cálculo del número de personas por vivienda se sigue considerando una media de 2,5 personas, de tal forma que, a partir de este dato y del número de viviendas, se calculará el total de personas para los campos de golf que se estima que tengan zona residencial en 2027.
- El consumo total de agua en las zonas residenciales asociadas a estos campos de golf proyectados se calcula teniendo en cuenta que el 45% de las viviendas de estas zonas van a ser de tipo no residencial y el 55% van a ser viviendas habituales o residentes. Se toman estos porcentajes de representatividad en los diferentes tipos de viviendas manteniendo los pesos establecidos en el apartado 10.2 donde se llegaron a estos valores tras haber analizado los datos del Censo de Población y Vivienda (Tabla 10.7).
- Los valores de consumo de agua por habitante residente utilizados son la media de los consumos de los municipios donde se encuentran los campos de golf con zonas residenciales estudiados en el punto 10.2 de este informe, de tal forma que, el consumo por habitante residente y día, será de 322 l. En el caso de los habitantes no residentes los consumos diarios considerados son los mismos que los utilizados en el apartado 10.2 de este informe, esto es, 240 l/hab. día.

### **11.1.2. Resultados y Análisis**

En el Anjeo III del Plan Hidrológico se establece una proyección de nuevos campos de golf en 2027 de seis, en total sesenta y seis, en el subsistema I-3 de la CHCMA, tal y como se detalla en la Tabla 11.2, donde indica la estimación de consumo de agua para el total de campos de golf considerados en el horizonte

temporal de 2027, diez años a partir de 2017, fecha en la que se elabora el presente informe.

Horizonte 2027					
Subsistema explotación	Nuevos campos de golf	Nº Hoyos nuevos	Total campos	Total Hoyos	Demanda agua (m <sup>3</sup> /año)
I-3	6	108	66	1.011	19.710.000

**Tabla 11.2.** Campos de golf previstos en el horizonte 2027 en el subsistema I-3 de la CHCMA. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Anejo III del PHCMA (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015)

A partir de los datos obtenidos del estudio actual del número de campos de golf de la zona de estudio, se calcula el porcentaje de este total de campos que cuentan con actividades hoteleras y/o residenciales asociadas con el fin de aplicar este porcentaje de proporcionalidad al total de campos de golf proyectados para el horizonte 2027 (Tabla 11.2). De esta forma se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 11.3 donde se refleja la estimación del número de actividades asociadas a estos nuevos campos de golf.

Categoría	Actual		Horizonte 2027
	Nº según categoría	% con respecto al total	Nº según categoría (*)
Sólo Campos de golf	27	71,1	47
Campos de golf y Hotel	4	10,5	7
Campos de golf y zona Residencial	4	10,5	7
Campos de Golf con complejo residencial y hotel	3	7,9	5
<b>Total</b>	<b>38</b>		<b>66</b>

(\*) Se tiene en cuenta el porcentaje de cada tipo de actividad actual para estimar el número de las mismas en 2027

**Tabla 11.3.** Campos de golf previstos en el horizonte 2027 y estimación del número de campos de golf que van a contar con actividades asociadas en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de esta estimación de número de actividades asociadas a los campos de golf en el horizonte 2027 se procede a calcular el consumo de agua para estos complejos hoteleros y residenciales. Este cálculo de consumo de agua se va a realizar para el total de campos de golf con actividades proyectados siguiendo la metodología anteriormente indicada. De tal forma que los resultados de estimación de

consumo de agua en hoteles y zonas residenciales son los que se muestran en la Tabla 11.4.

De las estimaciones realizadas se puede observar que, de las tres variables de consumo de agua para los sesenta y seis campos de golf que se encuentren en la zona de estudio para 2027, los valores más elevados son los de consumo de agua en los campos de golf para su riego, seguido del consumo de agua para zonas residenciales y, por último, las actividades hoteleras serán las que menor consumo de agua tendrían dentro de esta proyección de futuro.

<b>CONSUMO DE AGUA EN HOTELES VINCULADOS CAMPOS DE GOLF PROYECCIÓN 2027</b>				
<b>Media de habitaciones por hotel asociado a un campo golf <sup>(1)</sup></b>	<b>Total de habitaciones estimadas para todos los campos golf proyectados con hotel <sup>(2)</sup></b>	<b>% medio de ocupación estimado</b>	<b>Estimación del número de habitaciones ocupadas</b>	<b>Consumo total de agua estimado en zona hotelera (m<sup>3</sup>/año)</b>
191	2.325	75%	1.744	<b>152.790</b>
<b>CONSUMO DE AGUA EN ZONAS RESIDENCIALES VINCULADAS CAMPOS DE GOLF PROYECCIÓN 2027</b>				
<b>Media de número de viviendas por zona residencial asociada a un campo golf <sup>(1)</sup></b>	<b>Número de habitantes totales estimados para todos los campos de golf proyectados con zona residencial</b>	<b>Estimación de consumo total de agua en población residencial (m<sup>3</sup>/año) <sup>(2)</sup></b>	<b>Estimación de consumo total de agua en población no residencial (m<sup>3</sup>/año) <sup>(2)</sup></b>	<b>Consumo total de agua estimado en zona residencial (m<sup>3</sup>/año)</b>
346	10.510	679.414	414.323	<b>1.093.738</b>

(1) Datos procedentes de la media de habitaciones y viviendas calculada en el apartado 10.1 y 10.2.

(2) Cálculo teniendo en cuenta el 55% del consumo en residentes a partir del valor medio de consumo de 322 l/hab.día y el 45% del consumo en no residentes a partir del valor medio de consumo de 240 l/hab.día

**Tabla 11.4.** Cálculo del consumo de agua en actividades hoteleras y/o residenciales asociadas a los campos de golf proyectados para 2027. Fuente: Elaboración propia.

El hecho de que las actividades residenciales asociadas a los campos de golf cuenten con un mayor consumo de agua indica claramente una predicción en el aumento de personas que viven en estas zonas residenciales y, por tanto, se puede establecer una relación con el avance del modelo turístico residencial en la zona de estudio.



## **11.2. Análisis de la Demanda Urbana de Agua Actual y Futura de los Municipios de la Zona de Estudio**

Los municipios de la Costa del Sol Occidental, donde se localiza la zona de estudio, constituyen uno de los enclaves geográficos más significativos de toda Andalucía en cuanto a la satisfacción de las demandas hídricas, no sólo por el volumen anual de demanda consuntiva satisfecho, sino porque permite el abastecimiento para el desarrollo de una actividad económica de gran importancia para esta región como es el turismo y las actividades económicas asociadas a él, como es el caso del golf (Gómez, López y Navarro, 2001).

Las principales demandas internas existentes en el sistema Costa del Sol Occidental corresponden al abastecimiento urbano, que constituye el 54% del total; al agrícola, que supone el 38% del total; y al riego de campos de golf, que absorbe el 3% (López *et al.*, 2001).

Para realizar un análisis de la demanda de agua urbana es necesario conocer la estructura de la población presente en la zona de estudio. En la Costa del Sol Occidental, este factor cuenta con una mayor importancia ya que, tal y como se ha podido corroborar a lo largo de esta investigación, el porcentaje o peso que tiene la población estacional o no residente en los municipios de esta zona es muy elevado, haciendo que la gestión de los recursos hídricos se adapte a estas circunstancias ya que, normalmente, esta población no residente presenta una alta estacionalidad, lo que hace que en ciertos periodos las demandas de agua urbana sean muy elevadas (esta circunstancia se une a la elevada densidad de población residente con la que cuentan estos municipios).

El hecho de que la población estacional cuente con un gran peso en la Costa del Sol Occidental se debe principalmente al enorme crecimiento de la actividad del sector turístico durante los últimos 30 años, evaluada en unos 890.000 habitantes equivalentes en términos anuales. Esto ha hecho que las infraestructuras en la zona, tanto de alojamiento como de servicios, aumenten enormemente (Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente, 2015).

Cabe destacar la existencia de una clara tendencia de concentración de la población de la zona de estudio junto a la costa, de tal forma que muchos de los municipios se encuentran saturados de población en sus zonas de litoral. Este hecho es fruto de una larga evolución histórica que se ha acentuado en las últimas décadas

en toda la CHCMA, pero con una especial relevancia en la Costa del Sol Occidental. Según los datos expuestos en el PHCMA, municipios como Mijas, Estepona o Casares, cuentan con una densidad de población entre 100 y 500 hab/km<sup>2</sup>, llegando a superar los 500 hab/km<sup>2</sup> en Marbella. Sin embargo, y reforzando la teoría de la dicotomía costa-interior, en el caso del municipio de Benahavís, el cual no cuenta zona costera dentro de sus límites, la densidad de población es inferior a 25 hab/km<sup>2</sup>.

Este aumento de la población en las últimas décadas en la zona de estudio se puede explicar en gran parte por el efecto de regularización de población residente que no se encontraba empadronada, rasgo que ha podido identificarse a partir del análisis de otras variables, como el consumo de agua en las zonas residenciales y el análisis de los datos del Censo de Población y Vivienda en el apartado 10 de este informe.

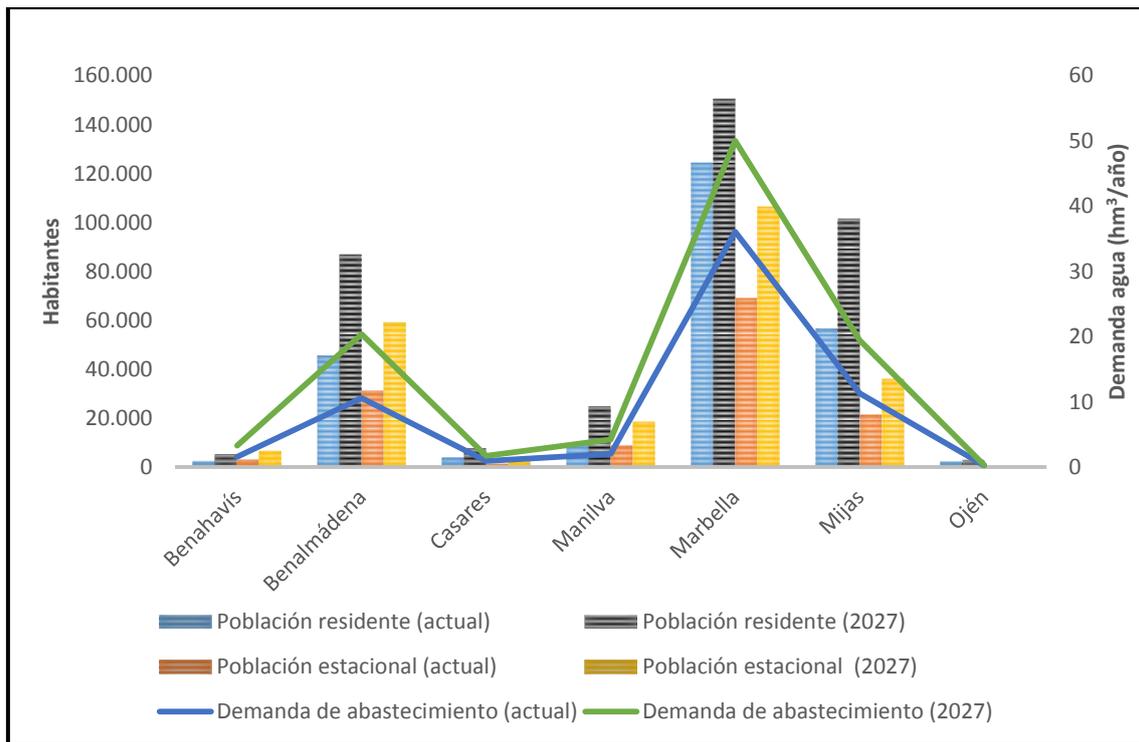
En la Tabla 11.5 se procede a analizar los valores de número de habitantes y agua abastecida en población residente y estacional, tanto con los datos actuales como con los del horizonte de futuro de 2027. Esta información se toma de los valores calculados en el PHCMA (Anejo VI) para los municipios de mayor relevancia en el subsistema I-3 de la CHCMA, de los cuales se especifican aquellos que se encuentran en la zona de estudio y que han sido tratados y analizados a lo largo de este informe.

SITUACION ACTUAL							
Municipio	Población residente (habitantes)	Población estacional	Abastecimiento residentes (hm <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento no residente (hm <sup>3</sup> /año)	Industria conectada (hm <sup>3</sup> /año)	Comercial, institucional y otros (hm <sup>3</sup> /año)	Pérdidas no controladas (hm <sup>3</sup> /año)
Benahavís	2.649	3.172	0,48	0,69	0,01	0,22	0,17
Benalmádena	45.686	31.274	4,48	3,64	0,24	1,1	1,14
Casares	4.051	1.516	0,49	0,2	0,02	0,14	0,1
Manilva	9.624	8.985	0,69	0,75	0,05	0,28	0,21
Marbella	124.333	69.032	16,03	10,52	0,5	5,15	3,88
Mijas	56.838	21.542	5,66	2,52	0,3	1,61	1,22
Ojén	2.446	313	0,15	0,02	0,01	0,03	0,03
HORIZONTE 2027							

Municipio	Población estacional	Demanda de abastecimiento (hm <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento residentes (hm <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento no residentes (hm <sup>3</sup> /año)	Industria conectada (hm <sup>3</sup> /año)	Comercial, institucional y otros (hm <sup>3</sup> /año)	Pérdidas no controladas (hm <sup>3</sup> /año)
<b>Benahavís</b>	6.759	3,27	0,96	1,47	0,01	0,47	0,35
<b>Benalmádena</b>	59.330	20,36	8,51	7,09	0,46	2,11	2,19
<b>Casares</b>	2.765	1,74	0,92	0,35	0,04	0,25	0,19
<b>Manilva</b>	18.636	4,22	1,78	1,28	0,1	0,6	0,45
<b>Marbella</b>	106.425	50,03	19,41	17,41	0,69	7,14	5,39
<b>Mijas</b>	36.176	19,42	10,12	3,92	0,51	2,77	2,09
<b>Ojén</b>	411	0,3	0,18	0,03	0,01	0,04	0,03

**Tabla 11.5.** Datos de población y consumo de agua actuales y futuros en los municipios de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de del Anejo VI del PHCMA de Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente de la Junta de Andalucía, 2015.

Dentro de los datos expuestos en la Tabla 11.5 se encuentran los valores de consumo de agua por la industria conectada y las actividades de servicio tales como las comerciales o las institucionales. Cabe recordar que los municipios de la zona de estudio cuentan con una especialización industrial en el sector servicios y que, por tanto, el abastecimiento de agua a estas actividades económicas se realiza a través de las mismas conexiones de abastecimiento urbano, es por ello por lo que se denominan conectadas a la red de abastecimiento.



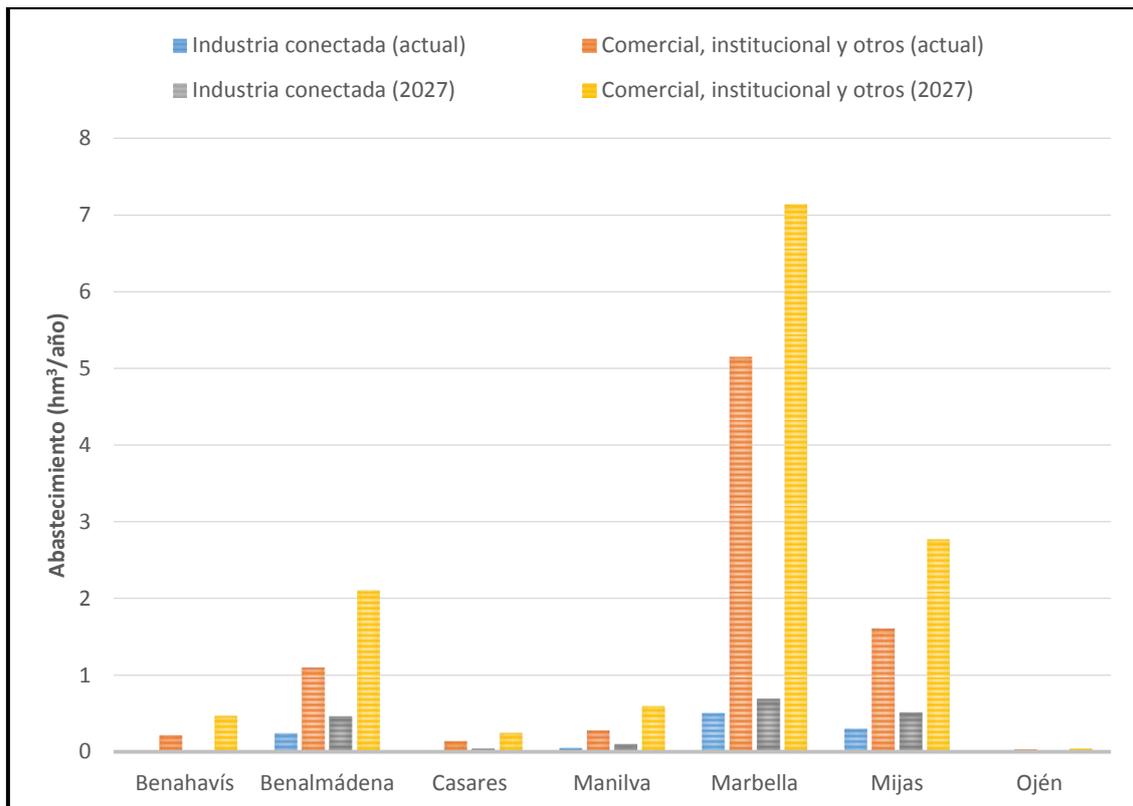
**Gráfico 11.1.** Datos de población y consumo de agua actuales y futuros en los municipios de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la población analizada, se puede apreciar una clara estimación del aumento de la población residente proyectada en el futuro; no obstante, actualmente esta superioridad de población residente frente a la población estacional se refleja claramente en los municipios de Benalmádena, Marbella y Mijas.

En todos los municipios se observa una tendencia a que en 2027 la población residente sea superior a la temporal, a excepción de Benahavís y Manilva, municipios en los cuáles la población estacional será superior a la residente.

Destaca el municipio de Marbella que, con una población residente de 124.333 habitantes (69.032 habitantes estacionales equivalentes), es responsable del 38% de la demanda del subsistema I-3 de la CHCMA.

Si se analizan los datos de demanda de agua urbana se observa que los municipios de Marbella, Mijas y Benalmádena cuentan con valores de abastecimiento de agua superiores al resto de municipios.



**Gráfico 11.2.** Datos de consumo de agua en industria conectada y de servicios actuales y futuros en los municipios de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Del Gráfico 11.2 se puede concluir que la industria conectada, de forma general, cuenta con un consumo menor que la industria de servicios tales como las comerciales e institucionales. Destaca, por un lado, el municipio de Marbella con un elevado consumo de agua en el sector comercial e institucional, y por otro lado Benahavís, municipio en el que la industria conectada prácticamente no tiene representatividad y que se relaciona con su alta especialización en el sector público o institucional.

El abastecimiento de agua urbana en la Costa del Sol Occidental, que es realizado principalmente por ACOSOL, constituye un sistema supramunicipal de abastecimiento que toma la mayor parte de sus recursos del embalse La Concepción, complementado con captaciones subterráneas en varios acuíferos fluviales (Guadiaro, Guadalmanza y Fuengirola) y en la unidad hidrogeológica 06.38/Sierra Blanca-SªMijas. Además de estos dos sistemas (ACOSOL y acuíferos), existen otras fuentes de suministro de recursos hídricos al Sistema Costa del Sol, como es la desaladora de Marbella, cuyo titular es la sociedad estatal Acuamed, y mediante la cual se suministra



un volumen de 56.000 m<sup>3</sup>/d (en torno a 20 hm<sup>3</sup> anuales) para garantizar el suministro urbano de la Costa del Sol Occidental, incluso en los periodos de sequía más severa.

La planta desaladora de Marbella es capaz de generar el agua que se necesita en los once municipios a los que suministra el embalse de La Concepción cuando éste alcanza niveles mínimos ante la ausencia de lluvias. Sin embargo, esta infraestructura tiene un alto coste energético de funcionamiento. Por ello, hace dos años la empresa de aguas ACOSOL, dependiente de la Mancomunidad de Municipios, la sociedad estatal Acuamed, titular de la planta, y la empresa Hydranautics, multinacional fabricante de filtros para este tipo de maquinaria, suscribían un acuerdo para la puesta en marcha de una planta piloto y el inicio de un proyecto pionero en Andalucía a fin de ganar en calidad ahorrando costes, es decir, lograr una mayor eficiencia y rentabilidad.

Para la puesta en práctica de la investigación se construyó una planta piloto dentro de las instalaciones de la desaladora, de 15 metros de alto y 2,5 de ancho, donde se realizan las pruebas para no interferir en el normal funcionamiento de la desaladora matriz.

La experimentación consiste en trabajar de forma paralela en dos líneas. Por un lado, en el llamado módulo de ultrafiltración, es decir, donde se elimina la suciedad con la que llega el agua. En este módulo se ha ensayado la limpieza a través de aire que ha demostrado ser eficaz. Despega la suciedad y la arrastra, lo que permite evitar el uso de productos químicos reduciendo costes.

Una segunda vía de experimentación se lleva a cabo en el módulo de ósmosis inversa, donde tiene lugar la desalación del agua de mar. La investigación ha acertado con un sistema híbrido de filtros (membranas en espiral) que es capaz producir más agua desalada, a una presión más baja y, por tanto, con un menor coste energético. Estos resultados se tendrán en cuenta si en un futuro se quiere hacer una inversión para sustituir el sistema de membranas actual.

Otra vía de investigación en la que actualmente se trabaja se centra en conseguir el detergente industrial que sea capaz de arrancar la suciedad de los filtros y darles unos años más de vida.

## 12. SÍNTESIS DEL ESTUDIO Y CONCLUSIONES

El presente estudio tiene como finalidad principal analizar los beneficios medio ambientales, económicos y de ahorro de la utilización del agua reciclada para el riego en los campos golf de la Costa del Sol Occidental, suministrada por la empresa ACOSOL, a fin de apostar por un turismo sostenible y respetuoso en dicha Mancomunidad. Los tres principales objetivos sobre los que se sustenta este estudio son:

1. Prevenir deterioros en la cantidad y la calidad de todas las aguas en la Costa del Sol Occidental.
2. Gestionar el agua teniendo en cuenta las características de la Cuenca Hidrográfica de dicha zona.
3. Obtener información para poder establecer el principio de recuperación de costes considerando los pronósticos a largo plazo de la oferta y la demanda de agua en la demarcación hidrográfica.

Este estudio se encuentra enmarcado dentro de las líneas seguidas en los Planes Hidrológicos de Cuencas, los cuales son los pilares fundamentales para la gestión de los recursos hídricos por Cuencas Hidrográficas. Por tanto, el primer punto que se considera para llevar a cabo la investigación es la definición de la zona de estudio dentro del marco de Cuencas Hidrográficas junto con un balance de los recursos disponibles.

Además de esta caracterización a nivel de Cuenca Hidrográfica se procede a caracterizar la zona de estudio en base a cuatro factores a partir de los cuales se han definido, calculado y analizado las diferentes variables que han servido para obtener las conclusiones de la investigación (Gráfico 12.1), estos cuatro factores son:

1. Encuadre geográfico, en el que se analiza desde un punto de vista espacial la zona de estudio definiendo los municipios donde se encuentran las actividades a evaluar. Además, se procede a caracterizar el territorio calculando la especialización funcional industrial y agrícola de estos municipios. El conocer la especialización de dichos municipios en estos sectores económicos ayudará a interpretar de una manera más adecuada a la realidad los análisis que se realizan posteriormente en el informe.

2. Caracterización de las actividades agrícolas e industriales presentes en la zona de estudio. Se definen una serie de variables relacionadas con la rentabilidad económica, superficie de las explotaciones y consumo de agua que se interaccionan entre ellas y analizan sus resultados.
3. Caracterización de los campos de golf seleccionados de la zona de estudio sobre los cuales se ha trabajado a lo largo del presente informe. De igual forma que se realiza en la caracterización de las actividades agrícolas e industriales se definen, calculan y analizan para los campos de golf las mismas variables relacionadas con la rentabilidad económica, superficie de las explotaciones y consumo de agua.
4. El último factor importante estudiado en este informe ha sido el de las actividades económicas asociadas a los campos de golf, tales como las hoteleras y las residenciales. En este punto, además de calcular y analizar las mismas variables que para el resto de factores éstas han sido aprovechadas para realizar un análisis del modelo turístico de la zona de estudio, diferenciando entre modelo turístico hotelero y modelo turístico residencial.

Adicionalmente, se han planteado dos situaciones en las cuales también se ha analizado el consumo de agua. Estas situaciones son:

- Calcular las variables de consumo de agua y rentabilidad económica en campos de golf y actividades agrícolas bajo la hipótesis de utilizar agua regenerada.
- Calcular los consumos de agua de las actividades asociadas a los campos de golf, así como los consumos de los propios campos de golf teniendo en cuenta la estimación de proyección de futuro de nuevos campos de golf en la zona de estudio.

Bajo los resultados obtenidos de las variables, relacionadas con el consumo de agua principalmente, calculadas a partir de estos cuatro factores y teniendo en cuenta las dos situaciones de hipótesis de utilización de aguas regeneradas y visión de futuro de nuevas actividades se han llevado a cabo las correspondientes correlaciones entre dichos datos a fin de obtener las conclusiones que han sido presentadas a lo largo de los diferentes apartados de este informe.

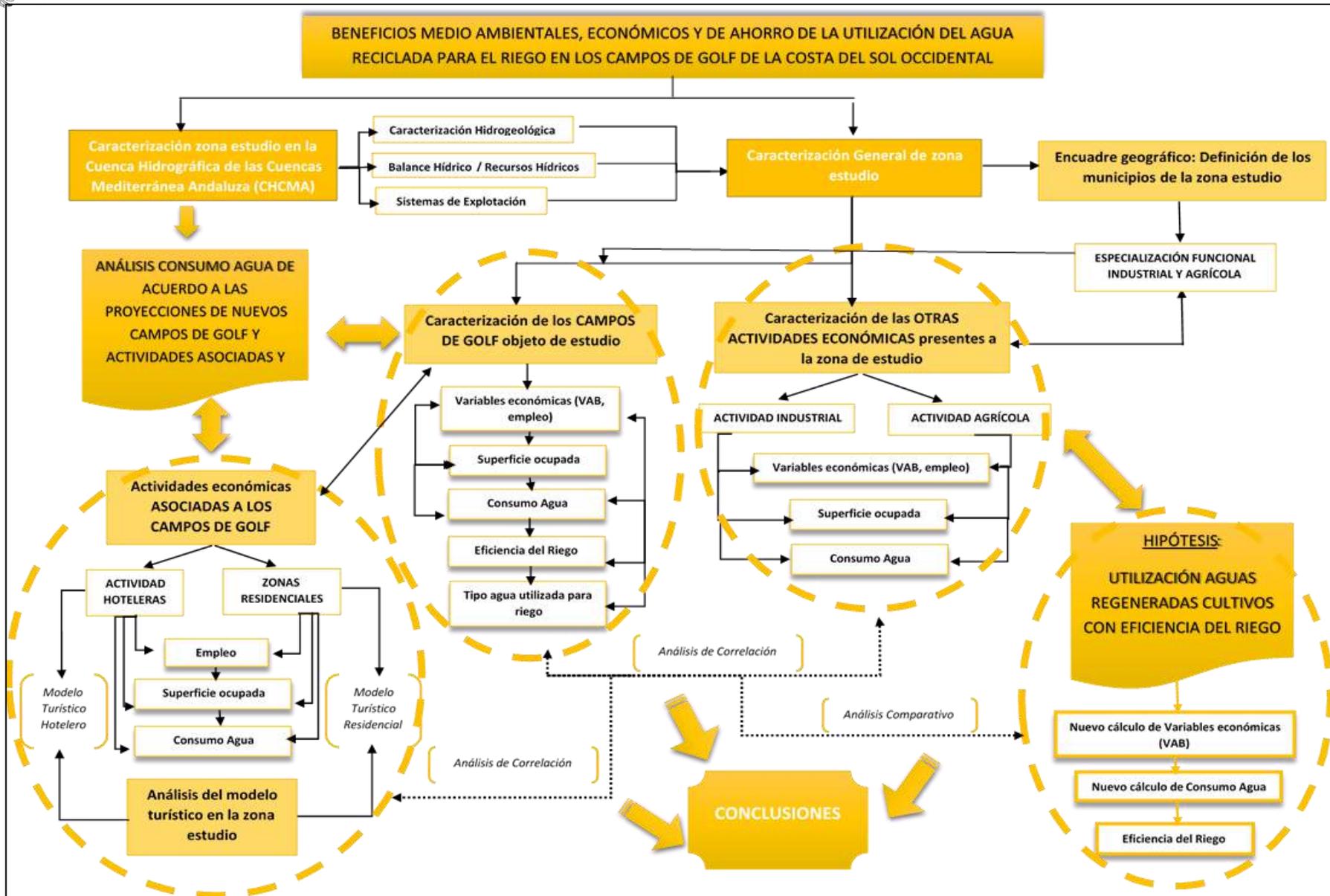


Gráfico 12.1. Esquema de los procesos realizados para llevar a cabo el estudio. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados son los que se exponen a continuación:

- *Caracterización de la zona de estudio*

La zona de estudio viene definida por los municipios de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental donde se localizan los campos de golf seleccionados para este proyecto. De tal forma que los campos de golf seleccionados y municipios utilizados para el estudio son los que se indican a continuación:

- **Benahavís:** La Quinta Golf & Country Club, Los Arqueros Golf & Country Club, Club de Campo La Zagaleta (campos de Los Barrancos y La Zagaleta), Marbella Club Golf Resort, Club de Golf El Hiqueral y Villa Padierna Golf Club (campos de Tramores, Flamingos y Alferini).
- **Benalmádena:** Benalmádena Golf, Bil Bil Golf y Torrequebrada Golf.
- **Casares:** Finca Cortesín Golf Club, Casares Costa Golf y Doña Julia Golf Club.
- **Estepona:** Club de Golf El Coto, Valle Romano Golf Resort, Estepona Golf Club, Atalaya Golf & Country Club (Old Course y New Course) y El Paraíso Golf Club.
- **Fuengirola:** No tiene campos de golf.
- **Istán:** No tiene campos de golf.
- **Manilva:** La Duquesa Golf & Country Club.
- **Marbella:** Cabopino Golf, Santa María Golf & Country Club, Greenlife Golf, Marbella Golf & Country Club, Aloha Golf, Real Club de Golf Las Brisas, Magna Marbella Golf, Los Naranjos Golf Club, Real Club de Golf Guadalmina (Campo Norte y Campo Sur), Río Real Golf & Hotel y Santa Clara Golf Marbella.
- **Mijas:** Mijas Golf Internacional (Los Lagos y Los Olivos), El Chaparral Golf Club, La Cala Resort (Campo América, Campo Asia y Campo Europa), La Noria Golf & Resort, Calanova Golf Club, Club de Golf La Siesta, Santana Golf, Miraflores Golf y Cerrado del Águila Golf.
- **Ojén:** El Soto Club de Golf.
- **Torremolinos:** Miguel Ángel Jiménez Golf Academy.

La zona de estudio se localiza en la CHCMA. Dicha Cuenca se encuentra dividida en cinco zonas, y éstas a su vez en dieciséis subzonas atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales, de tal forma

que la zona de estudio se localiza en el Sistema I de la Serranía de Ronda y dentro de éste en el Subsistema de Explotación I-3 denominadas “Cuencas Vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce”.

En cuanto a los recursos hídricos netos disponibles, en el Plan Hidrológico se indica que este subsistema I-3 cuenta con un total de 109,03 hm<sup>3</sup>/año. De estos recursos hídricos, según el Plan Hidrográfico de la DHCMA, cabe destacar que los recursos procedentes de la desalación (desaladora de Marbella) se están infrautilizando ampliamente en la Demarcación por razones económicas, aunque actualmente se trabaja en su mayor eficiencia y rentabilidad. Además, existen otros recursos hídricos procedentes de las aguas reutilizadas, siendo la zona de estudio la que mayores volúmenes de agua reutilizada tiene disponibles (7,34 hm<sup>3</sup>/año en el subsistema I-3) Esta agua reutilizada es distribuida por ACOSOL a prácticamente todos los campos de golf de la zona de estudio.

Los recursos regulados son los que principalmente aportan al subsistema (especialmente el Embalse de La Concepción de Istán), seguidos de los recursos subterráneos. siendo las principales extracciones las captaciones para usos agrarios que suponen un 70% del total, mientras que las captaciones para abastecimiento representan un 26% y el riego de campos de golf un 3,5%.

- Especialización funcional

Mediante la definición de la especialización funcional de la zona de estudio se analiza el coste de oportunidad de dicha ubicación, tanto del campo de golf como de sus operaciones asociadas, en su caso, en relación con el uso agrícola y/o industrial dominante de la zona. Se calcula, a partir del Índice de Nelson, dicha especialización industrial y agrícola siendo los resultados obtenidos los que se muestran en las Tablas 12.1 y 12.2.

Municipio/Área Funcional	TIPOS DE CULTIVOS																				
	Cereales para la producción de grano (Trigo blanco y duro, cebada, avena, maíz en grano)	Leguminosas (garbanzos, judías, lentejas, guisantes, habas, habonillos y otras leguminosas para grano)	Patata	Algodón	Plantas aromáticas, medicinales y especias	Forrajes (raíces, tubérculos, maíz y leguminosas cosechadas en verde y otros forrajes verdes anuales)	Hortalizas, melones y fresas. Al aire libre o en abrigo	Flores y plantas ornamentales. Semillas y plántulas destinadas a la venta	Barbechos	Huerto para consumo familiar (menor a 500 m2)	Cítricos	Frutales originarios de clima templado	Frutales originarios de clima subtropical	Bayas	Frutales de fruto seco	Aceitunas (de mesa y de almanzara)	Uva (de mesa, para pasas y de vinificación)	Viveros	Otros cultivos leñosos (al aire libre y en invernadero)	Prados y praderas permanentes	Otras superficies utilizadas para pastos
	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice
Benahavís						2															
Benalmádena	1		2							1											
Casares																					
Estepona							1				1										
Fuengirola																1					
Istán										1	2	2	2								
Manilva								2									3		2		
Marbella		2						2												2	
Mijas													1								2
Ojén														2	1		2				
Torremolinos															1			2			
Municipio Especializado: Índice =1																					
Municipio Muy Especializado: Índice =2																					
Municipio Polarizado Índice =3																					

Tabla 12.1. Grado de especialización en el sector agrícola definidas a partir del Índice de Nelson. Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS														
Municipio/ Área Funcional	Agricultura y Ganadería	Extracción productos energéticos	Industria manufacturera	Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	Construcción	Comercio y reparaciones	Hostelería	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Intermediación financiera	Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	Educación	Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social	Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad
	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice	Índice
Benahavís		1									2			
Benalmádena							1	1				1	1	
Casáres		1	2											
Estepona	1											1		
Fuengirola												1		
Istán				1	1						1			
Manilva														
Marbella	2					1	1		1	2			1	
Mijas					1									
Ojén				2						1				
Torremolinos						1	1	1	1			1	1	
Municipio Especializado: Índice =1														
Municipio Muy Especializado: Índice =2														
Municipio Polarizado Índice =3														

**Tabla 12.2.** Grado de especialización en el sector industrial definidas a partir del Índice de Nelson. Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos se concluye que los municipios objeto de estudio presentan, principalmente, una especialización industrial dentro del sector servicios, tales como la hostelería, comercio, actividades inmobiliarias, educación o administraciones públicas; todas estas actividades empresariales en las que se encuentran especializados se tratan de subsectores del principal motor de la economía de la zona, el turismo.

Por otro lado, de la especialización agrícola obtenida de los municipios de la zona de estudio destacan aquellos muy especializados en cultivos de cítricos, árboles de frutas subtropicales o frutales, destacando el caso de Marbella que se encuentra muy especializado también en los cultivos de flores y plantas ornamentales Este hecho puede tener su explicación en el elevado número de viviendas de alto poder adquisitivo que pueden llegar a demandar este tipo de cultivos. En el caso de Manilva destaca la correlación entre la No Especialización en el ámbito industrial y la Polarización en la especialización agrícola del tipo de cultivo de la uva; hay que indicar que, históricamente, Manilva se ha dedicado al cultivo de la uva moscatel y que hoy en día todavía lo sigue haciendo.

- *Caracterización de los Campos de Golf Seleccionados y su Relación con las Variables de Consumo de Agua, Empleo, Valor Añadido Bruto y Superficie*

Para llevar a cabo esta caracterización se utilizan los datos proporcionados por los gestores de cada uno de los campos de golf seleccionados. De tal forma que de un total de cuarenta y ocho campos de golf definidos para este estudio, a los cuales se hizo llegar un formulario para la recogida de datos, finalmente se han obtenido respuesta de treinta y ocho campos de golf; de lo cuales solamente diecisiete han indicado el dato de “Facturación Anual en el Campo de Golf”. Debido a la dificultad de conocer este dato con exactitud a partir de otra metodología, así como la necesidad del mismo para el cálculo de las variables económicas estudiadas, solamente se han utilizado los datos de estos diecisiete campos de golf como muestra para este trabajo.

En cuanto a las características de los campos de golf estudiados, en su mayoría el número de hoyos con los que cuentan son de dieciocho o superior, lo que indica que la tendencia en la zona de estudio es a la presencia de campos de golf de dimensiones elevadas.

El análisis del consumo de agua por extensión de los campos de golf ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) muestra que Miraflores Golf sería el campo con mayor consumo de agua en base a su extensión. Por otro lado, Santa María Golf & Country Club sería el campo con menor consumo de agua por hectárea. En cuanto al análisis con respecto a la media de la serie de datos de esta variable, la mayoría de los campos de golf se encuentran por debajo de media de consumo de agua por hectárea. La muestra de los 17 campos de golf analizada cuenta con un total de 261 hoyos y un consumo total de 3.618.239  $\text{m}^3/\text{año}$ , lo que hace que el consumo de agua por hoyo sea de 13.863  $\text{m}^3/\text{año}$ . Este valor se encuentra incluso por debajo de las estimaciones de consumo de agua por hoyo en la Cuenca Mediterránea Andaluza recogidas en la memoria del Plan Hidrológico.

Se han analizado dos variables referentes al número de empleados en los campos de golf. Una variable relacionada con el empleo y la superficie y por otro lado los empleados por consumo de agua anual. La media de personas ocupadas por hectárea de los campos de golf analizados es menor a 1 (0,54); solamente en el caso del Campo de Golf La Siesta, el ratio de empleo por hectárea es de una persona. La variable empleados por consumo de agua anual (miles de  $\text{m}^3$ ) de los campos de golf apunta a que esta relación es mayor para el campo de Santa María Golf, lo que quiere

decir que para el total de campos de golf estudiados éste, en concreto, es el que tiene un mayor número de empleados con respecto al consumo de agua para regadío.

El Valor Añadido Bruto (VAB) medio estimado para estos campos de golf ha sido de 1.467.217 euros siendo el Real Club de Golf Las Brisas (Marbella) el campo de golf con un mayor VAB y el Club de Golf La Siesta (Mijas) el que presenta un VAB menor. Al analizar el VAB con el número de ocupados, extensión y consumo de agua, se observa cómo la mayoría de los datos de los diferentes campos de golf obtenidos se situarían cercanos a la media.

A partir del análisis de la productividad del agua consumida para riego de los campos de golf ( $VAB/m^3$ ) se observa una elevada productividad media generada por la utilización de los recursos hídricos que requiere el mantenimiento de la superficie de césped de los campos de golf, claramente superior a la que aportan otras actividades que también se basan en el agua como factor productivo fundamental, para el caso de la CHCMA.

Si se lleva a cabo una caracterización de los campos de golf a escala de la CHCMA, la actividad del golf dentro de la cuenca tiene su máximo exponente en la Costa del Sol Occidental, constituyendo una de las mayores concentraciones de campos de todo el mundo. Esto se refleja en los datos generales de rentabilidad económica de este sector en la CHCMA, ya que en los indicadores de la economía regional, el sector servicios de mercado, donde se incluiría el golf, es el segundo sector más importante en cuanto a representatividad en el VAB de la Cuenca.

- *Caracterización de las actividades agrícolas e industriales representativas en la zona de estudio y análisis de las variables económicas en el caso de la agricultura y de consumo de agua en ambas*

Los principales cultivos de regadío presentes en la zona de estudio son los frutales subtropicales, cítricos, frutales y hortícolas, realizándose el riego de los mismos básicamente con agua subterránea y, en algunos casos, con aportes de agua superficial. El consumo de agua por superficie en estos cultivos es muy elevado en el caso de Benalmádena, donde el cultivo de regadío principal son las frutas subtropicales; por el contrario, Marbella, con cultivos predominantes de hortícolas, es el municipio que menos agua consume con respecto a la superficie de cultivo de regadío. En base a esto, en el resultado obtenido tras el cálculo de las variables económicas se observa que Marbella es el municipio con mayor VAB en relación a la

superficie y consumo; sin embargo, el consumo de agua por hectárea es muy bajo, lo que quiere decir que la rentabilidad de los productos en este municipio es elevada; por otra parte, Benalmádena cuenta con un VAB/m<sup>3</sup> muy bajo y un alto consumo de agua. Finalmente, el análisis de la variable del nivel ocupación de empleo (UTA) por hectárea presenta una media de 0,3 para todos municipios, siendo ligeramente superior en Marbella y ligeramente inferior en Casares.

Si se comparan los datos del VAB en agricultura con el resto de provincias andaluzas se observa cómo Málaga es la que menos aportación del sector primario hace al VAB y al empleo. Sin embargo, en el caso de Málaga los cultivos que quizás cuenten con un mayor peso son los frutales subtropicales, cultivos que han sufrido un aumento en los últimos años en toda la franja litoral de Málaga. No obstante, hay que tener en cuenta que este tipo de cultivo subtropical tiene altas necesidades hídricas.

En el caso de la industria, tal y como ya se indicó en el análisis de la especialización industrial de la zona de estudio, con que cuentan principalmente los municipios estudiados son aquellas relacionadas con los servicios de mercado (hostelería, comercios, transporte, inmobiliaria, educación, etc.) y de servicios de no mercado (administración pública, sanidad, etc.), siendo el consumo de agua de este tipo de industria conectado al abastecimiento urbano, ya que, este tipo de actividades económicas se suelen desarrollar en zonas urbanas y utilizan el agua de la red urbana. El municipio de Marbella es el que presenta un consumo sobresaliente en este tipo de industrias conectadas, y el municipio con un menor consumo es Ojén.

- *Correlación entre las variables de consumo de agua y económicas de los campos de golf, la agricultura y la industria conectada*

Existe una correlación prácticamente lineal (99%) entre el VAB de los campos de golf y la productividad del agua utilizada en el riego de campos de golf (VAB/m<sup>3</sup>), es decir que si aumenta una variable la otra lo hace en la misma proporción.

La relación entre el VAB de los cultivos y la productividad del agua consumida para estos cultivos es menor (86%) a la existente en el caso de los campos de golf, de tal forma que se rentabiliza menos, en términos económicos, el agua utilizada en la agricultura de regadío de la zona de estudio que en los campos de golf existentes.

Si se compara la variable de ocupados por hectárea en campos de golf y cultivos, existe una correlación negativa del 50%, lo que quiere decir que si aumentan los ocupados por superficie de un sector disminuirá en un 50% en el otro. Este hecho puede corroborar la hipótesis de que cambios de uso del suelo, de agrícola a golf y

viceversa, supondría prácticamente el cambio de personas ocupadas de un sector a otro manteniendo la tasa de ocupados.

El consumo en los campos de golf solamente tiene una mayor correlación (33%) con el consumo de agua en el sector industrial, siendo esta correlación positiva, de tal forma que, cuando el consumo de agua en campo de golf aumente, también lo hará en la industria analizada (servicios económicos y no económicos), y a la inversa. Este hecho viene a corroborar la estrecha relación que existe entre el sector del golf y de los servicios.

- *Análisis de la rentabilidad de la utilización de agua regenerada para el riego de los campos de golf de la zona de estudio*

Tras la aprobación del Decreto 43/2008, de 12 de febrero, regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía, en el que se recoge la exigencia de regar los campos de golf con aguas regeneradas, en la actualidad la mayoría de los campos de golf de la CHCMA ya utilizan agua de tratamientos terciarios para el riego de los mismos, hecho que se ha podido corroborar con los datos recogidos de los diferentes campos de golf del estudio, siendo ACOSOL S.A la empresa pública encargada de suministrar el agua regenerada a los campos de golf de la Costa del Sol Occidental a partir de las cinco Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) que se encuentran en la zona. De tal forma que ACOSOL, en 2016, suministró un total de 6.188.245 m<sup>3</sup> a 34 campos de golf de los municipios de Benalmádena, Benahavís, Mijas, Marbella, Estepona, Casares y Manilva.

No obstante, no todos los campos de golf presentes en la zona de distribución de aguas regeneradas de ACOSOL utilizan aún este tipo de aguas para su riego al 100%. Este hecho se ve reflejado también en los datos recogidos de los treinta y ocho campos de golf de la zona de estudio. De tal forma que, la mayoría de los campos de golf estudiados (un 60%) utilizan exclusivamente aguas regeneradas y sólo un 5% no utilizan aguas regeneradas.

Además, se analiza la eficiencia del riego de los campos de golf, ya que dependiendo del tipo de riego la eficiencia del mismo será diferente. La aspersion, cuenta con una eficiencia del 85%; no se trata del tipo de riego más eficiente pero tampoco el menos eficiente; no obstante, hay que tener en cuenta que el 84% de los campos de golf del estudio cuentan con programas informáticos para el riego, los cuales ayudan a obtener una elevada eficiencia del agua consumida. Incluso, el 66% de los campos de golf cuentan con estaciones meteorológicas propias que también

ayudan a una mejor planificación del riego y mayor eficiencia. A partir de estos datos referentes a las medidas de eficiencia del agua en los campos de golf junto con el hecho de que el 60% de los campos de golf estudiados utilizan el agua regenerada al 100% para el riego se puede llegar a concluir que, si bien los campos de golf son una actividad con dependencia directa del agua, esta dependencia, gracias a las medidas tomadas tanto por las administraciones a través de normativas como las medidas propias de los campos de golf, hacen que la rentabilización del agua sea muy elevada evitando que el impacto de la utilización del agua por este sector económico sea negativa.

- *Análisis de la rentabilidad de la utilización de agua regenerada para el riego de los cultivos predominantes en la zona de estudio*

Los cultivos de regadío de la zona de estudio, a partir de los datos del ICRA del 2008 utilizados para el estudio, no están utilizando aguas regeneradas para el riego; por lo tanto, el precio del agua actual es en la mayoría de los casos inferior al precio del m<sup>3</sup> establecido para las aguas regeneradas en la zona de estudio (0,21 €/m<sup>3</sup>).

Se calculan las variables económicas de los cultivos de regadío teniendo en cuenta este nuevo precio del agua regenerada para adecuar los resultados a la hipótesis de utilización de agua regenerada a estos cultivos. Además de esta hipótesis de utilización de aguas regeneradas también se aplica en el cálculo de las variables la hipótesis de mejora de los sistemas de riego para que la eficiencia del riego sea superior a la actual en los casos que presenten sistemas poco eficientes. En base a esto, serían Ojén y Marbella los municipios que contarían con una reducción de consumo mayor ya que presentan sistemas de riego superficiales (los menos eficientes); sin embargo, en el caso de Mijas sería muy baja dicha reducción de consumo de agua y nula en el caso de Benahavís y Benalmádena ya que en la mayoría de los casos cuentan con sistemas de riego localizado (el de mayor eficiencia).

Teniendo en cuenta estas dos situaciones (precio del agua regenerada a 0,21 €/m<sup>3</sup> y mejora de la eficiencia de los sistemas de riego) se calculan las variables de rentabilidad económica bajo esta nueva situación. De tal forma que los VAB por superficie de los cultivos presentan valores muy bajos, e incluso para los municipios de Marbella, Mijas y Ojén valores negativos. Lo que quiere decir que, a pesar de la reducción en el consumo de agua aplicable en algunos cultivos como consecuencia de la hipótesis de la mejora de las técnicas de riego, la utilización de agua regenerada

para la mayoría de los municipios se traduce en una pérdida de los beneficios de producción.

- *Cálculo y análisis del consumo de agua en las actividades hoteleras vinculadas a los campos de golf*

El análisis del consumo de agua en estos complejos hoteleros se realiza teniendo en cuenta el porcentaje de ocupación de los mismos. De tal forma que los siete campos de golf que presentan actividades vinculadas cuentan con complejos hoteleros de cuatro y cinco estrellas. El complejo hotelero de los campos de golf del Real Club de Golf Guadalmina, con un total de 398 habitaciones, presenta el mayor consumo anual (21.155,6 m<sup>3</sup>/año). La media de consumo de agua anual en estos complejos hoteleros es de 10.304,2 m<sup>3</sup>/año. Sin embargo, el valor de consumo de agua por superficie de ocupación del hotel del Real Club de Golf Guadalmina, es inferior al consumo de agua por hectárea en el hotel de La Quinta Golf con 170 habitaciones. La media de consumo de agua por hectárea en estos complejos hoteleros es de 5.347,4 m<sup>3</sup>/año. En cuanto al análisis de los valores de consumo de agua por mes, es agosto el que mayor consumo de agua presentan las instalaciones hoteleras analizadas, como cabe esperar, ya que se trata de la época de alta temporada con un mayor número de turistas.

- *Cálculo y análisis del consumo de agua en los complejos residenciales vinculados a los campos de golf*

Este cálculo se realiza a partir de la estimación del número de residencias presentes en estas zonas residenciales vinculadas a los campos de golf de estudio. Además, para este cálculo del consumo de agua se tiene en consideración el porcentaje de viviendas que pueden ser de tipo residencial habitual y las que son de residencia estacional ya que, por un lado, los valores de consumo de agua por habitante varía en función de si son residentes o no residentes, y por otro lado, hay que tener en cuenta estas consideraciones ya que el peso de la población estacional en la zona de estudio es elevado, concretamente, y tras analizar datos temporales de los últimos diez años, el 45% de las viviendas presentes en la Costa del Sol Occidental son de tipo no residente o estacional y el 55% son viviendas de residencia habitual.

El consumo de agua medio en las zonas residenciales asociadas a los siete campos de golf seleccionados para el estudio es de 85.945 m<sup>3</sup>/año. No obstante, el consumo de agua por superficie de las residencias vinculadas a los campos de golf es destacablemente superior en Cerrado del Águila que en el resto de campos de golf.

Esto se debe principalmente a que la zona residencial de Cerrado del Águila se encuentra de forma muy concentrada en 70 ha de superficie presentando un modelo de urbanización más compacto que en otras zonas residenciales que, aunque más extensas, son más dispersas en el espacio.

Con el fin de analizar los tipos de modelos turísticos presentes en la zona de estudio se comparan los resultados del consumo de agua en los municipios donde se localizan los complejos residenciales estudiados junto con el consumo de agua de estos complejos. En municipios con un mayor consumo de agua en la población residente, el consumo en zonas residenciales de los campos de golf es menor, como es el caso de Marbella y Mijas; esto se puede deber a que gran parte del abastecimiento de agua para población en estos municipios va destinado a otras zonas residenciales que no se encuentran vinculadas a los campos de golf y en base a los datos de consumo el porcentaje de población residente es superior a la población no residente. Sin embargo, en el caso de Benahavís el consumo en población no residente es superior siendo este hecho directamente proporcional con el consumo de agua en zonas residenciales asociadas a campos de golf. Por tanto, en base a los resultados anteriores, los consumos de agua en zonas residenciales vinculadas a campos de golf van a depender de si en el municipio predomina la población no residente ya que este tipo de habitantes parecen encontrarse vinculados con estas residencias de los campos de golf y por tanto desarrollando el modelo de turismo residencial frente al modelo turístico hotelero.

- Análisis comparativo del consumo de agua por unidad de superficie en el riego y las actividades hoteleras y/o residenciales de los campos de golf en comparación con el consumo de agua por unidad de superficie en agricultura

Se han recopilado todos los datos calculados de consumo de agua por unidad de superficie en el riego y actividades asociadas en los campos de golf que cuentan con este tipo de actividades del total de campos de golf del estudio, comparándose dichos resultados y calculándose las correlaciones entre ellos con el fin de poder sacar conclusiones.

Municipio	Consumo medio por superficie en riego campo de golf (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo medio por superficie en zonas hoteleras (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo medio por superficie en zona residencial (m <sup>3</sup> /ha)	Consumo agua por superficie en cultivos regadío de los municipios donde se encuentran los campos de golf (m <sup>3</sup> /ha)
-----------	--	--	---	---

Benahavís	7.797	7.179	7.306	131
Casares	5.000	15.92	9.324	41
Marbella	10.667	5.439	6.161	21,6
Mijas	6.973	0	15.160	35,2

**Tabla 12.3.** Datos por municipios de consumo de agua por unidad de superficie en el riego y actividades asociadas a los campos de golf que cuentan con hoteles y/o zonas residenciales del total de campos de golf del estudio y el consumo en los cultivos de regadío en los mismos municipios. Fuente: Elaboración propia.

Se detecta una correlación positiva del 59% entre el consumo de agua en zonas hoteleras y el riego de los campos de golf lo que quiere decir que si aumenta el consumo de agua en la actividad hotelera lo hará de forma proporcional con ese porcentaje del 59% el consumo en el riego de los campos de golf. Sin embargo, existe una correlación también parecida a la anterior (48%) pero negativa entre el consumo de agua en zonas residenciales vinculadas a campos de golf y el consumo en el riego de esos campos, de forma que cuando aumente el consumo de agua en una actividad disminuirá en ese porcentaje en la otra. Este resultado hace pensar que el modelo turístico hotelero vinculado a los campos de golf se encuentra directamente ligado en un elevado porcentaje al uso de los campos de golf, y por el contrario el modelo turístico de tipo residencial asociado a los campos de golf en aproximadamente un 50% no se encuentra relacionado directamente con los usos de los campos de golf. Estas conclusiones se basan en el hecho de que los clientes de los campos de golf que no cuentan con residencia en la zona de estudio y se alojan en hoteles que principalmente están vinculados a los campos de golf y de esta forma alojarse lo más cerca posible de la zona de juego, sin embargo, las personas que viven en zonas residenciales vinculadas a los campos de golf no tienen por qué estar vinculadas a que sean clientes de los campos de golf, pueden ser residencias de personas que, de forma habitual o estacionalmente, vivan en estas zonas residenciales pero que no tengan un vínculo directo con el uso de los campos de golf.

A partir de los datos analizados para la variable de consumo de agua en los cultivos solamente se ha obtenido una correlación significativa con el consumo de agua en actividades hoteleras asociadas a los campos de golf, esta correlación es de un 62% y de tipo positiva.

- *Análisis del empleo y consumo de agua de las actividades hoteleras asociadas a los campos de golf.*

Se realiza un análisis del estado del sector hotelero en la zona de estudio corroborándose que el peso con el que cuenta esta actividad económica es muy elevado siendo una de las principales fuentes de empleo y de riqueza, y motor de arrastre de otros subsectores económicos. De tal forma que el empleo y el análisis del mismo en este sector hotelero es muy importante, contando con una tasa de empleo calculado de 0,15 ocupados por plaza hotelera.

A partir de esta tasa de ocupación de empleo por plaza hotelera se calculan las variables relacionadas con el consumo de agua y empleo en los complejos hoteleros estudiados junto a los valores de esta misma variable en los campos de golf asociados. De tal forma que, el número de empleados por superficie ocupada por los complejos hoteleros analizados es superior al número de empleados por superficie en los campos de golf. Destaca el campo de golf de La Quinta Golf donde esta variable es mayor que en resto de resort hoteleros analizados.

En cuanto a las variables del número de empleados con respecto al consumo de agua en el caso de la actividad hotelera presenta valores más elevados que en el caso de los campos de golf, este hecho se encuentra relacionado directamente con que en las actividades hoteleras se cuenta, por lo general, con un número mayor de empleados que en el caso de la actividad propiamente dicha de la gestión y mantenimiento del campo de golf, es por ello por lo que esta variable de ocupados por consumo de agua es menor.

- *Estimación del consumo de agua de acuerdo con las previsiones de implantación de nuevos campos de golf y actividades asociadas en la zona de estudio*

Para considerar el dato de número de campos de golf proyectados en los años próximos se ha tomado como referencia los datos establecidos en el Plan Hidrológico de la Cuenca mediterránea Andaluza, de tal forma que para 2027 se estiman un total de sesenta y seis campos de golf en la zona de estudio con 1.011 hoyos y una demanda hídrica de 19.710.000 m<sup>3</sup>/año.

A partir de estos datos de nuevos campos de golf proyectados para 2027 se realiza una estimación del número de actividades hoteleras y residenciales que potencialmente pudiera haber en esta proyección en base a los datos que se han obtenido del estudio de las instalaciones que hay actualmente. Esta estimación se

realiza mediante una interpolación de los datos calculados actuales. Cabe destacar que para el cálculo de consumo en instalaciones hoteleras se tiene en cuenta un porcentaje de ocupación aproximado a partir del estudio de los datos de incremento de la ocupación hotelera de una serie de los últimos 10 años completos de los que se tienen datos en el INE. Los resultados obtenidos son los que se muestran en la Tabla 12.4.

<b>CONSUMO DE AGUA EN HOTELES VINCULADOS CAMPOS DE GOLF PROYECCIÓN 2027</b>				
<b>Media de habitaciones por hotel asociado a un campo golf <sup>(1)</sup></b>	<b>Total habitaciones estimadas para todos los campos golf proyectados con hotel <sup>(2)</sup></b>	<b>% medio de ocupación estimado</b>	<b>Estimación Nº habitaciones ocupadas</b>	<b>Consumo de agua estimado total en zona hotelera (m<sup>3</sup>/año)</b>
191	2.325	75%	1.744	<b>152.790</b>
<b>CONSUMO DE AGUA EN ZONAS RESIDENCIALES VINCULADAS CAMPOS DE GOLF PROYECCIÓN 2027</b>				
<b>Media de nº viviendas por zona residencial asociada a un campo golf <sup>(1)</sup></b>	<b>Nº habitantes totales estimados para todos los campos de golf proyectados con zona residencial</b>	<b>Estimación consumo de agua total población residencial (m<sup>3</sup>/año) <sup>(2)</sup></b>	<b>Estimación consumo de agua total población no residencial (m<sup>3</sup>/año) <sup>(2)</sup></b>	<b>Consumo de agua estimado total zona residencial (m<sup>3</sup>/año)</b>
346	10.510	679.414	414.323	<b>1.093.738</b>

(1) Datos procedentes de la media de habitaciones y viviendas calculada en el apartado 10.1 y 10.2.

(2) Cálculo teniendo en cuenta el 55% del consumo en residentes a partir del valor medio de consumo de 322 l/hab.día y el 45% del consumo en no residentes a partir del valor medio de consumo de 240 l/hab.día

**Tabla 12.4.** Cálculo del consumo de agua en actividades hoteleras y/o residenciales asociadas a los campos de golf proyectados para 2027. Fuente: Elaboración propia.

De las estimaciones realizadas se puede concluir que de las tres variables de consumo de agua para los sesenta y seis campos de golf que se encuentren en la zona de estudio para 2027 los valores más elevados son los de consumo de agua en los campos de golf para su riego seguido del consumo de agua para zonas residenciales y por último las actividades hoteleras serán las que menor consumo de agua tendrían dentro de esta proyección de futuro. El hecho de que las actividades residenciales asociadas a los campos de golf cuenten con un mayor consumo de agua indica claramente una predicción en el aumento de personas que viven en estas zonas residenciales y por tanto se puede establecer una relación con el avance del modelo turístico residencial en la zona de estudio.



- *Análisis de la demanda urbana de agua actual y futura de los municipios de la zona de estudio*

Los municipios de la Costa del Sol Occidental donde se localiza la zona de estudio representa uno de los enclaves geográficos más significativos de toda Andalucía en cuanto a la satisfacción de las demandas hídricas, no sólo por el volumen anual de demanda consuntiva satisfecho, sino porque permite el abastecimiento para el desarrollo de una actividad económica de gran importancia para esta región como es el turismo y las actividades económicas asociadas a él como es el caso del golf (Gómez, López y Navarro, 2001).

Debido a esta importancia del consumo urbano en la zona de estudio de la que se parte se analizan los valores de número de habitantes y agua abastecida en población residentes y estacional tanto los datos actuales como los de horizonte de futuro del 2027. De tal forma que, la población analizada cuenta con un aumento de la población residente proyectada en el futuro, actualmente esta superioridad de población residente frente a la población estacional se observa claramente en los municipios de Benálmadena, Marbella y Mijas. En todos los municipios analizados se observa una tendencia a que en 2027 la población residente sea superior a la temporal, a excepción de Benahavís y Manilva, municipios en los cuáles la población estacional será superior a la residente. Si se analizan los datos de demanda de agua urbana se observa que los municipios de Marbella, Mijas y Benalmádena cuentan con valores de abastecimiento de agua superiores al resto de municipios.

### 13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS LEGISLATIVAS

#### Referencias Bibliográficas y Webgrafía:

- ACOSOL (2017). Descripción técnica desaladora Marbella. En <http://www.acosol.es/files/pdf/MANUAL%20DESALADORA.pdf> (Consultado 07/11/2017).
- ACOSOL (2016). Suministro de agua regenerada. Facilitada por la empresa. Málaga.
- Aymerich, F. (2005). El desarrollo de proyectos de campos de golf. Jornadas científicas para un golf sostenible, 18 y 19 de mayo de 2005. Federación de Golf Comunidad Valenciana y Fundación Universidad y Empresa, Universidad de Valencia, Valencia.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (2015). *Memoria del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (2015). *Anejo III Usos y demandas del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (2015). *Anejo VI Asignación y reservas de recursos a usos del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (2015). *Anejo IX Recuperación de los costes de los servicios del agua del Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2011). *Agenda del regadío andaluz. Horizonte 2015*. Junta de Andalucía. En [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/AGENDA\\_DEL\\_REGADIO\\_CONSEJO\\_DE\\_GOBIERNO\\_x7-4-11x.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/AGENDA_DEL_REGADIO_CONSEJO_DE_GOBIERNO_x7-4-11x.pdf) (Consultado 15/11/2017).
- Consejería de Agricultura y Pesca (2004). *Manual de riego de jardines*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2011). *Inventario de regadíos 2008 y su evolución en la última década*. Junta de Andalucía.



Consejería de Agricultura y Pesca (2006). *Cuentas económicas de la agricultura. Metodología SEC-95*. Servicio de Estudios y Estadísticas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Junta de Andalucía.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural (2017). *Macromagnitudes agrarias de Andalucía y provincias. Renta agraria de Andalucía*. Junta de Andalucía.

Consejería de Economía y Conocimiento (2017). Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (SIMA).  
<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/>  
(Consultado 07/11/2017).

Consejería de Medio Ambiente (2007). *Anejo 4 análisis de las demandas hídricas del Plan Especial de Actuaciones de Alerta y Eventual Sequía en la Cuenca Mediterránea Andaluza*. Agencia Andaluza del Agua. Cuenca Mediterránea Andaluza. Junta de Andalucía.

Consejería de Turismo, Comercio y Deporte (2017). *Macromagnitudes agrarias de Andalucía y provincias. Renta agraria de Andalucía*. Junta de Andalucía.

Gómez, J. de D.; López, J. A. y Navarro, J. A. (2001). *Modelo de uso conjunto de recursos hídricos en la Costa del Sol Occidental*. Instituto Geológico y Minero de España. En  
[http://aguas.igme.es/igme/publica/con\\_aguas\\_sub/COMUNICA%203.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/con_aguas_sub/COMUNICA%203.pdf)  
(Consultado 07/11/2017).

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) (2009). *Eficiencia de aplicación del riego en Andalucía. Boletín trimestral de información al regante nº 10 de enero-marzo de 2009*. Junta de Andalucía.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2016). Nota de prensa. Encuesta continua de hogares. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2001). *Censo de Población y Vivienda*. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2011). *Censo de Población y Vivienda*. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2006-2016). *Encuesta de Ocupación Hotelera*. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2009). *Censo Agrario*. Madrid.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (1993). *Clasificación Nacional de Actividades Económicas*. Madrid.



Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010). *Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas*. Secretaría General Técnica, Madrid.

Morote, A.F. (2016). La disminución del consumo de agua urbano-turística en la costa de Alicante (España): Una amalgama de causas múltiples e interrelacionadas. *Revista de Estudios Regionales*, 106, pp. 133-164. En <http://www.revistaestudiosregionales.com/documentos/articulos/pdf-articulo-2497.pdf> (Consultado 07/11/2017).

IRCA (2008). Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.f497978fb79f8c757163ed105510e1ca/?vgnnextoid=dbe6fa43596d4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> (Consultado 05/11/2017)

López, J. A.; Navarro, J. A.; Gómez, J. de D.; Ortega, R.; Linares, L. y Cilanueva, L. (2001). "Simulación y optimización de la gestión conjunta de recursos hídricos en el sistema Costa del Sol Occidental". *VII Simposio de Hidrogeología AEH*. Vol. XXIII, pp. 197-209. Murcia.

Junta de Andalucía (2014). Plan de Recualificación Turística de la Costa del Sol "Plan Qualifica". En [http://www.malaga.es/subidas/archivos/3/1/arc\\_150213.pdf](http://www.malaga.es/subidas/archivos/3/1/arc_150213.pdf) (Consultado 02/11/2017).

Junta de Andalucía (2015). Ciclo de Planificación Hidrográfica 2015/2021. Plan Hidrográfico. Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/web/temas\\_ambientales/agua/planes\\_hidrologicos/plan\\_hidrologico2015\\_2021\\_cma/memoria\\_cma.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/agua/planes_hidrologicos/plan_hidrologico2015_2021_cma/memoria_cma.pdf) (Consultado 02/08/2017).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.). Textos Legislativos. En [http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/Textos\\_legislativos.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/Textos_legislativos.aspx) (Consultado 04/07/2017).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (s.f.). En <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/default.aspx> (Consultado 04/07/2017).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017a). La reserva hidráulica española se encuentra al 52,5% de su capacidad. En



<http://www.mapama.gob.es/es/prensa/noticias/la-reserva-hidr%C3%A1ulica-espa%C3%B1ola-se-encuentra-al-525-de-su-capacidad/tcm7-461797-16>

(Consultado 05/07/2017).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017b). Mapa de Seguimiento de los Indicadores de Estado de la Sequía. En [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_MSS%2F1705-pdf\\_MSS\\_MSS\\_2017\\_mayo.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MSS%2F1705-pdf_MSS_MSS_2017_mayo.pdf) (Consultado 05/07/2017).

Navarro, J. R, y Ortuño, A. (dirs) (2008). *Estudio sobre el impacto territorial de los campos de golf y operaciones asociadas en el Levante español*. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Alicante. Alicante.

RED DE INFORMACIÓN DE ANDALUCÍA (REDIAM) (2017). En <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam> (Consultado 07/11/2017).

Turismo y Planificación Costa del Sol (2016). *Observatorio Turístico de la Costa del Sol. Málaga 2016*. Málaga

### **Legislación:**

- DECRETO 120/1991, de 11 de junio, por el que se aprueba el Reglamento del suministro domiciliario de agua.
- DECRETO 359/2000, de 18 de julio, por el que se crea la Secretaría General de Aguas y se modifica el Decreto 445/1996, de 24 de septiembre, por el que se regula la estructura orgánica de la Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- DECRETO 503/2004, de 13 de octubre, por el que se regulan determinados aspectos para la aplicación de los Impuestos sobre emisión de gases a la atmósfera y sobre vertidos a las aguas litorales.
- DECRETO 204/2005, de 27 de septiembre, por el que se declaran las zonas sensibles y normales en las aguas de transición y costeras y de las cuencas hidrográficas intracomunitarias gestionadas por la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- DECRETO 70/2009, de 31 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vigilancia Sanitaria y Calidad del Agua de Consumo Humano de Andalucía.



- DECRETO 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía.
- DIRECTIVA 91/271/CEE, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.
- ORDEN de 15 de junio de 2006, por la que se amplían los requisitos para la aprobación previa de los trabajos de prospección para captación de aguas subterráneas.
- ORDEN de 12 de marzo de 2004, conjunta de las Consejerías de Economía y Hacienda y de Medio Ambiente, por la que se regula la declaración de comienzo, modificación y cese de las actividades que determinen la sujeción a los impuestos sobre vertidos a las aguas litorales, sobre depósito de residuos radiactivos y sobre depósito de residuos peligrosos.
- LEY 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.
- LEY 4/2010, de 8 de junio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- REAL DECRETO 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- REAL DECRETO-LEY 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

## 14. ANEXO I: LA HIDROSFERA: EL AGUA Y SU IMPORTANCIA

La **hidrosfera** es la capa de agua que rodea la Tierra y es imprescindible para los seres vivos y para las actividades que desarrolla la humanidad. Aunque del agua que recubre toda la Tierra sólo el 3%, aproximadamente, es agua dulce (poseen menos de 0,2 g/l de sales). De ella, el 99% no está a nuestro alcance porque se encuentra en los casquetes de hielo o a gran profundidad en el subsuelo. Pero si la gestionamos bien y la protegemos de la contaminación, con el agua dulce disponible podemos cubrir todas nuestras necesidades.

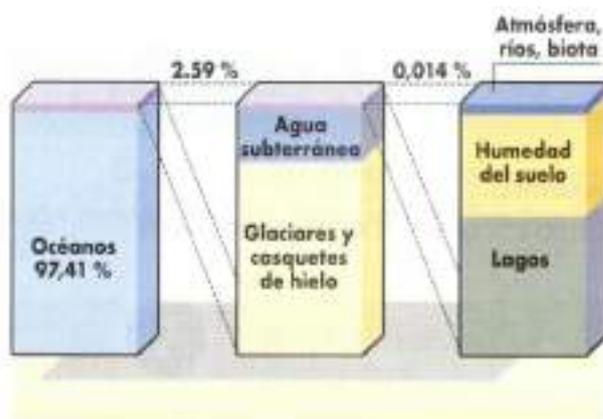


Gestionar bien el agua es avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible que permita las actividades humanas y garantice la vida en nuestro planeta y como la conocemos. Por ello, el agua no es un bien comercial, sino un Patrimonio que hay que proteger, defender y tratar.

El agua es un compuesto que determina no sólo funciones biológicas que la tornan imprescindible para cualquier ser vivo, sino la dinámica de la hidrosfera, componente fundamental en el funcionamiento de nuestro planeta considerado como sistema.

Por otra parte, la distribución y disponibilidad del agua resultan factores condicionantes para el establecimiento y desarrollo de los asentamientos humanos, ya que es necesaria como alimento y para la realización de numerosas y muy diversas actividades antrópicas, los cuales pueden verse afectados por los riesgos que, de forma directa o indirecta, derivan de la dinámica de la hidrosfera.

Desde el espacio, la Tierra puede observarse como un planeta en el que predomina el color azul, lo que indica la presencia de grandes extensiones de agua. En efecto, en torno al 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua formando la hidrosfera, en la cual distinguimos:



– **Aguas oceánicas.** Constituyen, aproximadamente, el 97% de la hidrosfera y son las aguas de los océanos y mares. Los océanos ocupan las depresiones que entre los continentes y su

profundidad media es de 4.000 metros.

- **Aguas continentales.** Representan algo menos del 3% de la hidrosfera. Son las aguas que se localizan en los continentes. Se distribuyen a su vez en:
  - **Aguas superficiales.** Constituidas por ríos, torrentes, lagos...
  - **Aguas subterráneas.** Que se acumulan en los acuíferos, circulan por el subsuelo...
  - **Casquetes polares y glaciares.** Donde el agua se encuentra en estado sólido.
  - No olvidemos que también existe **agua en disolución** o combinada con minerales en el interior de la Tierra, en cantidades variables.

El agua también se encuentra en otra envoltura terrestre: la atmósfera, donde aparece en forma de vapor y de nubes.

Encontramos también agua en la biosfera. Basta recordar que más del 65% de un humano adulto y más de un 95% de una medusa es agua. Además el agua es imprescindible para la mayoría de las reacciones que se producen en el interior de los seres vivos (respiración celular, fotosíntesis, glucólisis, etc.).

RESERVORIOS		CANTIDAD EN MILES DE KM <sup>3</sup>	% SOBRE	
			AGUA TOTAL	AGUA DULCE
Mares, océanos		1.338.000	96,5	
Aguas subterráneas		23.400	1,7	
Aguas dulces		10.530	0,76	30,1
Agua en el suelo		16,5	0,001	0,05
Hielo, nieve		24.364,1	1,766	69,56
Lagos	De agua dulce	91	0,007	0,26
	De agua salada	85,4	0,006	
Zonas pantanosas		11,5	0,0008	0,03
Ríos		2,1	0,0002	0,006
Seres vivos		1,1	0,0001	0,003
Atmósfera		12,9	0,001	0,04

Distribución del agua en la tierra. La hidrosfera

## 14.1. Influencia Humana en el Agua

El agua disponible destinada a cubrir las necesidades del ser humano se localiza principalmente en los continentes en estado líquido. Para disponer de mayores cantidades de agua dulce y con ello lograr una mayor eficiencia y un mejor aprovechamiento del ciclo hidrológico, el hombre intenta llevar a cabo una serie de modificaciones en el ciclo que han de basarse en la disminución de la evaporación, en el aumento de la condensación (y, por tanto, de las precipitaciones) y en la disminución de la escorrentía.

Estas modificaciones en ningún momento deberán interrumpir el funcionamiento natural del ciclo, y con ellas se pretende afrontar los desequilibrios en la distribución temporal y espacial de este recurso.

Con una regulación de la cantidad de agua de escorrentía y de las precipitaciones, mediante su acumulación en presas y embalses, se pueden afrontar épocas de escasez de agua (desequilibrio temporal); con una adecuación del consumo de los recursos hídricos disponibles, como el empleo de sistemas de riego, se pueden solucionar los desequilibrios en la distribución espacial.

Las acciones humanas más destacadas en la actualidad en este sentido son:



- La construcción de presas y embalses que, mediante el laminado de los cursos de agua (diques, muros de hormigón) permite regular y retener el agua.
- La explotación y rellenado de acuíferos.
- La recolección del rocío mediante rampas y canales que van a parar a depósitos subterráneos.
- Los trasvases o transferencias de agua de unas cuencas hidrográficas a otras.
- La desalación o tratamientos de agua del mar o agua salobre, para eliminar su contenido de sal.
- La **depuración de aguas residuales**.

En un futuro se plantean, entre otras, las siguientes intervenciones:

- La cobertura de presas para evitar las grandes pérdidas de agua por evaporación.
- La formación de lluvia artificial a través de estructuras como el “acelerador hidrológico” (tubo de gran longitud y anchura, cargado de helio y anclado en una zona costera, que cuando el aire húmedo asciende por él, se condensa y origina lluvia) o el empleo de aviones que “siembran nubes” con sales de plata para originar núcleos que permitan que el vapor de agua se condense sobre ellos y se genere lluvia.

## 14.2. Usos del Agua

El agua es necesaria para el consumo doméstico y para llevar a cabo diferentes actividades socioeconómicas, como la agricultura, la ganadería, la industria o la minería.

El agua no ha de tener la misma calidad para todos los usos. La **calidad del agua** es un concepto que se utiliza para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua en relación con un uso determinado. Existe una relación entre la calidad del agua y lo usos a que se destina. Así, para el consumo personal debe emplearse agua potable, pero para regar los campos de cultivo puede utilizarse agua de menor calidad.

Teniendo en cuenta este criterio de calidad diferenciamos dos tipos de uso del agua:

- **Uso consuntivo:** es el que implica que el agua, después de ser empleada, no puede volver a usarse de nuevo con el mismo fin, ya que su calidad ahora es menor. El consumo doméstico, agrícola o industrial son usos consuntivos.
- **Uso no consuntivo:** una vez utilizada el agua en una determinada actividad, puede volver a ser utilizada pues sigue presentando unos niveles mínimos de calidad. El transporte por medio del agua, las actividades recreativas y el uso energético o ecológico son usos no consuntivos del agua.

Otro criterio que podemos aplicar es el carácter prescindible o imprescindible del agua dulce para la realización de actividades. En estos casos hablamos de **usos primarios** cuando constituyen una necesidad imposible de satisfacer sin la utilización del agua dulce; resultan imprescindibles para la vida y la actividad (abastecimientos

urbanos e industriales, regadíos y los usos de carácter ecológico y ambiental); o bien de **usos secundarios** cuando pueden ser satisfechos temporalmente con caudales sobrantes, pero que no constituyen una necesidad imposible de satisfacer (energéticos, navegación, recreativos, etc.).

Es importante saber qué es la demanda y qué es el consumo de agua. La **demanda** es la cantidad de agua que resulta necesaria suministrar para satisfacer un uso determinado. El **consumo** es la pérdida o reducción en volumen del agua disponible cuando ésta ha sido utilizada. No obstante, hay que precisar que existen usos no consuntivos de agua.

Las diferencias de consumo de agua entre países desarrollados y países subdesarrollados son sustanciales. En los primeros, el consumo doméstico y urbano es casi del 15%, la industria consume cerca del 10% y la agricultura, el resto; en los segundos, el consumo doméstico en general es bastante inferior al 5%, la industria tampoco alcanza el 5% y la agricultura consume casi todo el agua disponible. Así, el consumo mundial destina de un 65% a un 70% a la agricultura, de una 20% a un 25% a la industria y sólo del orden del 5% al consumo doméstico.

Desde el punto de vista de la utilidad principal del agua en actividades humanas, podemos distinguir de forma general unos seis usos: urbano, industrial, energético, para la navegación, recreativos y el que se destina a satisfacer las necesidades ecológicas y ambientales.

#### *Urbano o Doméstico*

Los usos urbanos o domésticos del agua son aquéllos que surgen para cubrir las necesidades de agua en el hogar, tanto personales (beber, cocinar, higiene personal, limpieza del hogar, etc.) como de mantenimiento y limpieza de establecimientos comerciales o servicios comunitarios (hospitales, escuelas, jardines, etc.).

El agua empleada procede principalmente de embalses (previamente tratada) y aguas subterráneas, que tienen menos probabilidades de estar contaminadas. La cantidad demandada está en relación directa con el nivel de vida, el desarrollo económico y la población (un incremento de estos usos del agua es un indicador de un aumento o mejora en la calidad de vida). La cantidad de agua utilizada con fines urbanos supone menos de una décima parte del consumo mundial.

En el consumo de agua se aprecian grandes contrastes entre distintas poblaciones del mundo. Mientras que en los países ricos se utiliza el agua potable para cualquier uso, en los países más pobres la población apenas dispone de agua para beber. Si bien las necesidades mínimas para el consumo humano requieren 15 l/día, se calcula que una persona necesita unos 80 litros de agua al día para mantener una buena calidad de vida.

No obstante, el **gasto diario de un ciudadano medio en un país desarrollado** es aproximadamente de unos 200 a 300 litros por día que se reparten aproximadamente así: 2% para bebida y cocina; 37% para el cuarto de baño; 32% para uso del váter; 16% para el lavado de vajilla y ropa; y 13% para otras actividades como limpieza del hogar, riego del jardín, lavado del automóvil, etc.

En la actualidad se ha establecido una serie de infraestructuras que facilitan la disponibilidad de agua a toda la población y garantizan su calidad:

- El agua captada de ríos, lagos, pantanos, etc., se conduce a una planta potabilizadora, donde se limpia y desinfecta con el fin de hacerla apta para el consumo humano. De este modo, se garantiza que no contiene patógenos, como bacterias o virus, que transmitan enfermedades.
- El agua potable se almacena en grandes depósitos y es distribuida a la población a través de una red de tuberías.
- Una vez llega a su destino, es utilizada. Después de su uso, es vertida por el desagüe.
- El agua usada se denomina **agua residual**. Para por la red de alcantarillado hasta llegar a una **planta depuradora**, donde el agua se limpia antes de verterla al río o al mar, o bien, se destina a otros usos. Aunque la instalación de plantas depuradoras se está generalizando, todavía existen poblaciones que vierten directamente sus aguas residuales.

En los países donde no circula este tipo de infraestructura, el problema consiste en no sólo en la falta de abastecimiento de gran parte de la población, sino en la baja calidad del agua, que muchas veces transmite enfermedades tan graves como el cólera. Según la Organización Mundial de la Salud las aguas contaminadas causan el 20% de las muertes en el mundo.

El ahorro en las ciudades es un objetivo prioritario en toda gestión del agua, mediante la aplicación de una serie de medidas, entre las que destacan las siguientes:

1. *Empleo de instalaciones de bajo consumo*, como electrodomésticos, cisternas, grifos con temporizador, etc.
2. *Adopción de precios del agua más acordes con su verdadero coste* y que lleven al consumidor a una valoración más alta del agua como recurso.
3. *Aplicación del paisajismo xerofílico* en los ajardinamientos de ciudades y residencias, que consiste en sustituir el césped, que requiere grandes cantidades de agua, por plantas y arbustos autóctonos, más resistentes a la sequía.
4. *Planificación urbana* que no hipoteque los recursos al situar edificaciones en zonas que puedan afectar a fuentes de suministros de agua.
5. **Reutilización de aguas residuales domésticas**, previa depuración, en la agricultura o en el riego de jardines y parques.
6. *Educación ambiental* a través de la inclusión en los programas educativos del estudio de la hidrosfera y mediante campañas de sensibilización y concienciación ciudadana que permitan adquirir hábitos más eficientes y racionales en el uso del agua.

#### *Agrícola y Ganadero*

La utilización del agua como recurso agrícola representa una media del **65%** del consumo a nivel mundial.

Las aguas subterráneas, de ríos y lagos son mayormente demandadas para el riego, además debe incluirse dentro de estos usos la empleada en otras prácticas agrícolas.

Estos usos vienen caracterizados por las características climáticas de la zona, los tipos de suelos y cultivos, la mecanización agrícola y los sistemas de riego.



Los **canales** y **acequias** son sistemas de riego tradicionales. Desvían el agua de los cursos fluviales para hacerla llegar a los campos de cultivo; esta técnica recibe el nombre de riego por **inundación**.

En la actualidad, el **riego por inundación** se sigue utilizando aunque supone un consumo excesivo de agua, ya que gran parte de ella se pierde por evaporación o se infiltra en el suelo. Estas pérdidas, además de

las provocadas por las canalizaciones en mal estado, hacen que la eficiencia del sistema de riego en todo el mundo es inferior al 40%.



En los países desarrollados existe un fácil acceso a los recursos hídricos, se obtiene agua tanto de los cursos superficiales como de los acuíferos y ésta puede transportarse a zonas alejadas del punto de extracción. Por esta razón, hay una gran superficie de tierras dedicadas a la agricultura de regadío, de la que se obtiene un

elevado rendimiento.

El **cultivo de regadío** exige un elevado aporte de agua. Por ello en los países donde hay escasez de precipitaciones, es necesario extraer una mayor cantidad de agua de los ríos y los acuíferos en el caso de los países de clima húmedo.

Éste es el caso de España, donde se desperdician las dos terceras partes del agua destinada a la agricultura, debido a que se cultivan especies que no son adecuadas y, además, se utiliza sobre todo el riego por inundación.

En la mayor parte del mundo, las prácticas agrícolas son básicamente las mismas que se utilizaban hace 5.000 años, y que consisten en inundar el campo o utilizar canalizaciones, lo que provoca pérdidas de agua en su distribución desde los embalses a los campos y pérdidas por evaporación, dado que el riego se suele realizar en regiones secas. Las medidas a adoptar son:

1. *Cambios en los sistemas de riego*, aplicando técnicas modernas, como la denominada **riego por impulsos** a través de los canales, que resulta más eficaz que el riego continuo, ya que se basa en una alternancia del flujo del agua cada dos surcos, de forma que se impermeabilice el terreno, en primer lugar, y que posteriormente el agua fluya más rápidamente. De esta manera se reducen las pérdidas por infiltración y se consigue una distribución más uniforme del agua por los campos, con lo que se pueden lograr reducciones en el consumo entre un 15 % y un 50 %. Otro método es el denominado **riego por goteo**, en el que el agua se reparte mediante una red de conductos porosos en superficie, semienterrados y en contacto con las raíces de las plantas. El agua se aplica en dosis muy pequeñas y frecuentes.

2. *Mejora en las prácticas de gestión del agua* por parte de los agricultores y los administradores del agua, para lograr una distribución equitativa de ella y regar más campos con la misma cantidad mediante un control de los suministros o el aumento de las tarifas agrícolas para evitar el despilfarro.

En las explotaciones ganaderas el agua se emplea para la bebida del ganado y para la limpieza de las grandes naves donde se crían los animales.

#### *Industrial y Minero*

En este caso se trata de demandas de agua provocadas por los diferentes procesos industriales, en los que este proceso puede tener dos formas de utilización:

- Uso **directo**. El agua forma parte de los procesos de fabricación. Éste es el caso de las industrias papelera, textil y química. En la industria de la alimentación el agua se incorpora a bebidas, conservas, etc.
- Uso **indirecto**. El agua se usa, principalmente, como agente **refrigerante** (en la industria energética o para la refrigeración de maquinaria), como **depósito** de vertidos, como **transporte** de materiales y como medio de **limpieza** tanto de materiales como de instalaciones.

Para la limpieza de las aguas residuales industriales y mineras, muchas empresas construyen su propia planta depuradora, o bien envían las aguas a la depuradora municipal. Si las aguas residuales son vertidas directamente al río o al mar, las sustancias que contienen en disolución o en suspensión pueden provocar importantes problemas de contaminación de las aguas y de los ecosistemas asociados a ellas.

Las cantidades de agua empleadas en procesos industriales guardan una relación directa con el mayor o menor desarrollo industrial. La utilización del agua con fines industriales constituye la segunda gran demanda de este elemento a nivel mundial (aproximadamente una **cuarta parte del consumo total**).

Para la fabricación de los distintos productos que empleamos de forma cotidiana se necesitan grandes cantidades de agua. Entre las posibles medidas a adoptar para reducir estos consumos estarían el reciclado del agua que se emplea en refrigeración, su utilización en sistemas cerrados dentro de la industria y la aplicación de diseños de ingeniería que reduzcan el flujo de agua y eviten posibles pérdidas en las conducciones. Por otro lado, existe la posibilidad de ofrecer incentivos a aquellas industrias que reduzcan sus necesidades de agua aplicando tecnologías de bajo

consumo y a la vez menos contaminantes del agua utilizada, de forma que ésta pueda ser empleada de nuevo.

### *Energético*

La crisis del petróleo y la contaminación producida por sus derivados hace necesario la búsqueda de soluciones, como el uso de energías alternativas. Una de las más rentables sería el aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos, hasta el punto de que el agua es fundamental para la producción de energía eléctrica, y como fuente energética es básica en países con escasos recursos petrolíferos.

La obtención de este tipo de energía no produce ninguna contaminación, aunque no hay que olvidar el impacto ambiental y paisajístico que produce la creación de infraestructuras para su aprovechamiento. Además, el uso hidroeléctrico del agua **no produce consumo físico** de la misma, ya que una vez empleada, y siempre que presente unos índices de calidad adecuados, puede volver a ser utilizada.

También se puede incluir en este apartado el uso del agua en centrales térmicas y nucleares como refrigerante del circuito de condensación.

### *Navegación*

Para la navegación fluvial debemos disponer de cauces en condiciones hidráulicas apropiadas y caudales compatibles con el calado de las embarcaciones. Cuando el caudal natural de una corriente fluvial navegable es insuficiente para permitir el tráfico de embarcaciones durante ciertos periodos del año, puede recurrirse al auxilio de embalses de regulación que proporcionen los caudales necesarios.

Ahora bien, aunque la navegación **no implica un uso consuntivo del agua**, la necesidad de mantener caudales mínimos para este fin supone en los ríos navegables una **restricción del empleo del agua** en otros usos consuntivos. Además, puede provocar una pérdida de su calidad que restrinja su utilización posterior; de ahí que las exigencias en cuanto a normativa de seguridad en la navegación fluvial sean mayores que en la navegación marítima.

En España la navegación fluvial es escasa, pues únicamente presenta un uso navegable el río Guadalquivir en su último tramo (desde la desembocadura hasta Sevilla), aunque en el pasado también el río Ebro fue utilizado como vía de transporte de materias primas.

### *Recreativo*

Los usos recreativos del agua comprenden la utilización de embalses, ríos, lagos y mar para ocio o deporte, así como la construcción de piscinas, etc.

A medida que se eleva el nivel de vida aumenta la demanda de los recursos hídricos con fines recreativos. La mayoría de los observadores atribuyen esta tendencia al incremento del tiempo libre, a la mayor renta y a la mayor movilidad de los ciudadanos. Otros factores que han tenido una influencia decisiva en las actividades recreativas han sido las innovaciones que la moderna industria ha desarrollado, con la consiguiente mejora de servicios, material, etc.

Los embalses y sus alrededores juegan un importante papel como espacios de esparcimiento (práctica de deportes náuticos, pesca, etc.). El uso recreativo de los embalses ríos y lagos suele ser, teóricamente, compatible con la mayor parte de los restantes fines del aprovechamiento hidráulico y no supone consumo de agua.

Sin embargo, a medida que aumenta este uso pueden plantearse distintos problemas debido a su estrecha relación con el resto de los usos del agua. Así, por ejemplo, los niveles de los embalses oscilan, a veces fuertemente, para el cumplimiento de sus fines específicos (como la agricultura, el abastecimiento, etc.), y esta oscilación de niveles afecta desfavorablemente al uso recreativo.

También hay que tener en cuenta que los vertidos residuales urbanos o industriales sin un tratamiento adecuado puede inutilizar los cauces y embalses situados aguas abajo para una función recreativa y, por otro lado, la utilización recreativa de embalses destinados al abastecimiento de agua o poblaciones puede poner en peligro la calidad del agua suministrada, sobre todo desde un punto de vista bacteriológico.

#### *Ecológico o Medioambiental*

Antes de plantear los usos de los recursos hídricos es necesario establecer unos caudales ecológicos mínimos (los circulantes de forma natural en periodos secos), de forma que se mantenga el equilibrio en el ecosistema acuático y en su dinámica. En España estos caudales suponen del orden del 10% de los caudales medios.

Si queremos determinar cuál es el caudal mínimo desde el punto de vista ecológico debemos tener presentes los siguientes factores:

- Asegurar el equilibrio biológico del medio acuático natural y el balance físico (erosión).



- Evitar el estancamiento del agua y de esta forma focos de infección que pongan en peligro la salud pública.
- Diluir suficientemente las contaminaciones dispersas.
- Conservar la estética de los parajes naturales
- Necesidad de recarga de acuíferos para hacer posible la navegación, el uso recreativo, etc.

Ahora bien, como los regímenes hidrológicos de los cursos fluviales se han venido modificando con obras a medida que la demanda lo exigía, en las últimas décadas se han producido modificaciones sustanciales. Parece, por tanto, un criterio prudente tomar como referencia las condiciones ecológicas y ambientales del medio natural antes de ser modificado por el hombre, las que han regido los ríos durante milenios.

## 15. ANEXO II: SISTEMAS DE OBTENCIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DE AGUA

Por todo lo expuesto anteriormente se hacen necesarias medidas encaminadas a subsanar tanto el problema de la obtención del agua dulce como el del reparto y la distribución de la misma de unas zonas a otras.

De las soluciones posibles destacaremos, por su importancia, las siguientes:

- Regulación de las cuencas hidrográficas.
- Explotación de las aguas subterráneas.
- Trasvases.
- Construcción de embalses y presas.
- Obtención tecnológica de agua dulce.

### 15.1. Cuencas Hidrográficas

Para el estudio de las aguas continentales, 2,7% del total del agua existente en la hidrosfera, y su relación con el sustrato se utiliza como unidad natural la cuenca hidrográfica.

La **cuenca hidrográfica** es la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye a través de una serie de corrientes a un único río hasta el mar o, eventualmente, a un único lago endorreico.



El agua que se infiltra en el suelo, formando las aguas subterráneas, también forma parte de la cuenca hidrográfica. La suma de las cuencas hidrográficas de todos los ríos que desembocan en un mismo mar constituye la **vertiente** de dicho mar. Y la suma de las cuencas hidrográficas de todos los afluentes de un río constituye la cuenca de dicho río. Por lo que podemos distinguir entre aguas subterráneas y aguas superficiales.

La línea imaginaria que limita esta superficie se denomina **línea divisoria de aguas**, y separa dos cuencas. Generalmente, la línea divisoria de aguas coincide con las crestas de las montañas, de manera que se separan dos vertientes y se definen dos caminos diferentes para el agua procedente de las precipitaciones.

Las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica, constituidas por afluentes y ríos, forman la denominada **red hidrográfica**.

Según donde desagüen las aguas superficiales, las cuencas hidrográficas se clasifican en:

- **Cuencas hidrográficas abiertas o exorreicas.** Son aquéllas en las que las aguas fluyen hasta desembocar en un río, que, finalmente, desemboca a su vez en el mar. Este tipo de cuencas es el más común. Podemos encontrarlas en toda la Península; por ejemplo, en el macizo gallego o en el litoral mediterráneo.
- **Cuencas hidrográficas cerradas o endorreicas.** Son aquéllas en las que las aguas superficiales se infiltran en el terreno o se acumulan en un lago. Estas cuencas no drenan sus aguas, que nunca desembocan en el mar. Son típicas de regiones áridas o semiáridas, en las que a menudo la presencia de agua es ocasional y donde ésta se acumula en depresiones del terreno. El contenido de sales de estas aguas es alto, debido a que en estas zonas se produce una elevada evaporación del agua. Se localizan en algunas zonas de la depresión del Ebro y de la Mancha.



## 15.2. Explotación de las Aguas Subterráneas

Un embalse subterráneo es una formación geológica, porosa y natural de dimensiones muy variables, capaz de almacenar en sus poros un fluido (agua) y de permitir su movimiento bajo la acción de las fuerzas gravitatorias. Cuando está saturado de agua viene a ser sinónimo de acuífero.

En un país como España, de precipitaciones muy irregulares y con escasas reservas de nieve, es la escorrentía subterránea la que fundamentalmente permite que los principales ríos tengan carácter continuo, aunque con fuertes dispersiones entre los caudales máximo y mínimo.



Además los acuíferos subterráneos son alimentados por infiltración desde la escorrentía y pueden ser considerados como recursos renovables, cuando los volúmenes extraídos no superen la tasa de renovación. Sin embargo, en muchos casos, dicha tasa puede ser muy lenta y presenta periodos de renovación de varios miles de años y por tanto muy superiores a los de explotación. Por ello, dichos embalses subterráneos deben ser considerados como recursos no renovables en la escala temporal humana.

Aún conociendo dicha circunstancia, muchos acuíferos profundos, especialmente los que se distribuyen en zonas áridas, como el centro de Australia, Arabia Saudí, Egipto, Libia y Sahara septentrional, por las necesidades planteadas por el desarrollo de estas regiones, son sobreexplotados.

La sobreexplotación de los acuíferos (que supone la extracción de cantidades de agua mayores que los aportes que reciben) para diferentes usos, sobre todo agrícolas, en épocas de escasez de agua puede llevar a su agotamiento, a la reducción del caudal de ríos que reciban aportes de agua de los mismos y a provocar fenómenos de subsidencias o hundimientos del terreno. Si los acuíferos están situados en zonas costeras, su sobreexplotación puede conducir a fenómenos de intrusión marina, con la consiguiente salinización, al ser ocupados por el agua del mar.

Para evitar todos estos problemas asociados a la sobreexplotación de acuíferos es necesario ejercer un control preciso sobre su explotación, con el fin de reducir la demanda y permitir su recuperación de forma natural. En estos casos extremos en que estas medidas no sean suficientes, se puede recurrir al rellenado de los acuíferos de forma artificial, siempre que las características del terreno (permeabilidad) y las condiciones climáticas permitan que la infiltración sea superior a la evaporación, para mantener así el nivel freático.

Un caso alarmante relacionado con el uso insostenible de aguas subterráneas es el empleo de acuíferos fósiles que se sitúan a grandes profundidades, cuyas aguas datan de miles de años y cuya recarga no va a ser posible mediante mecanismos naturales o artificiales.

En nuestro país, la existencia de acuíferos está ligada, a grandes rasgos, a la clásica división litológica en cuatro zonas: silíceas, calcáreas, arcillosas y volcánicas.

- La España silícea ocupa el tercio occidental de la Península, incluyendo gran parte de Portugal, y penetra fundamentalmente en el centro, ocupando otras pequeñas áreas en el sur y el noreste. En esta área, a causa de las fuertes

pendientes del paso de la Meseta a Portugal, no hay depósitos fluviales importantes, puesto que los ríos están aún en proceso de encajamiento (es decir, de la profundización de su propio cauce) y lejos del equilibrio.

- En la España calcárea, que se extiende por Levante, parte de Cataluña, Meseta Norte, Pirineos y Cordillera Cantábrica, así como por la mayor parte de Baleares, existen formaciones permeables por fisuración (calizas y dolomías) y frecuentes manifestaciones kársticas.
- La España arcillosa, formada por materiales predominantemente arcillosos y detríticos de los rellenos terciarios y cuaternarios, ocupa una franja en forma de S con extremos en Cataluña y Bajo Guadalquivir.
- En las Islas Canarias dominan casi exclusivamente formaciones volcánicas de gran espesor, las cuales también están representadas en pequeñas áreas del norte de Cataluña, Levante y cabecera del Guadiana.

Así pues, se observa que del orden de la mitad del territorio peninsular está constituido por formaciones desprovistas o con acuíferos de poca entidad aunque, a pesar de esto, en muchos casos es posible obtener de ellos pequeñas cantidades de agua, suficientes para atender numerosas demandas locales. Estas zonas ocupan, principalmente, la mitad suroeste y el borde norte de la Península.

En cambio, en el área levantina abundan las formaciones permeables por fisuración, de ahí que existan algunos importantes manantiales.

Las formaciones permeables por porosidad son, en general, de reducidas dimensiones, con la singular excepción de la depresión del Duero que, aunque tienen una permeabilidad muy variable, en pequeñas ocasiones, constituye un enorme embalse subterráneo, aún poco conocido en detalle.

En el centro existen acuíferos más o menos extensos, entre los que se encuentran las arenas del terciario de Madrid que, aunque poco permeables, tienen un espesor considerable saturado de agua y están proporcionando un complemento importante de abastecimiento.

En el sur son interesantes los acuíferos aluviales del Guadalquivir.

Por último, los materiales que rellenan la depresión del Ebro son, en general, muy poco permeables y los acuíferos quedan reducidos normalmente a las zonas de depósitos aluviales de sus principales ríos.

### 15.3. Trasvases

Consisten en exportar agua desde una cuenca hidrográfica con excedentes a otra con déficit, utilizando energía que impulsa el agua a través de cauces naturales o por un sistema de canalizaciones destinadas a comunicar dichos cauces con las zonas receptoras y cuyo impacto en el medio natural y en el paisaje es muy elevado.

En España, el **Plan Hidrológico Nacional** (PHN) contempla la creación de una red de trasvases que se sustenta en cuatro principios básicos:

- a) Que los trasvases sean del agua excedentaria de una zona.
- b) Que el volumen de agua que se trasvase sea regulado legislativamente.
- c) Que vayan acompañados de obras de acondicionamiento de cauces en las cuencas receptoras para evitar pérdidas de agua durante los mismos.
- d) Que las zonas receptoras paguen un canon a las zonas donadoras.

### 15.4. Construcción de Embalses y Presas

La construcción de presas y embalses tiene como finalidad regular las aguas de los ríos y controlar sus crecidas para evitar inundaciones; el abastecimiento de agua a poblaciones, industria y agricultura; generar electricidad; y, por último, su utilización para el ocio y tiempo libre.

Una presa es una estructura (básicamente un muro) que tiene por objeto contener el agua en un cauce fluvial. La presa retiene el agua para luego poder utilizarla; ello requiere unos sistemas de desagüe regulables a voluntad para controlar esta utilización, que se denominan **tomas**. Pero, junto con este objetivo de explotación, la presa debe estar preparada para evacuar el agua sobrante de las avenidas, pues, por grande que sea un embalse puede presentarse una crecida excepcional que rebase su capacidad de retención. Los dispositivos destinados a la evacuación de caudales sobrantes se llaman **aliviaderos**.

Los diversos tipos de presas responden a las variadas formas de cumplir la doble exigencia de resistir el empuje del agua y evacuar los caudales sobrantes. En cada caso, la importancia relativas de estas dos premisas, las características del terreno y los usos del agua (hidroeléctrico, riego, etc.) condicionan la elección del tipo más adecuado.

En España hay cerca de mil presas, las cuales pueden embalsar casi 50.000 hm<sup>3</sup> de agua. La mayor parte de ellas se han construido a partir de 1950, aunque se

conservan algunas de nuestras presas más antiguas (de la época romana), como son la de Proserpina y la de Cornalbo, ambas en Mérida, levantadas en el siglo II de nuestra era y aún en buen uso.

Una proporción importante de las presas (la mitad, en el caso de España) se usan para obtener energía hidroeléctrica. Además de esta aplicación energética, otra ventaja que se debe a la construcción de embalses es la regularización del flujo del agua. Esto ayuda al control de inundaciones, suaviza los efectos de las sequías, garantiza el aporte continuo de agua a las industrias, las ciudades y los regadíos, y proporciona lugares destinados al esparcimiento, a las actividades náuticas o la pesca.

### **15.5. Obtención Tecnológica de Agua Dulce**

Las principales formas tecnológicas para obtener agua dulce son la producción de precipitaciones artificialmente y la desalación de aguas marinas y salobres.

#### *a) Lluvia Artificial*

Por lo que respecta a la intensificación artificial de la precipitación o **lluvia artificial**, como vulgarmente se la conoce, hay que recordar que anualmente la precipitación se distribuye de la siguiente forma: aproximadamente las cuatro quintas partes (unos 385.000 km<sup>3</sup>) caen sobre los océanos y sólo una quinta parte (unos 111.000 km<sup>3</sup>) lo hace sobre los continentes y demás tierras emergidas. La diferencia entre precipitación y evaporación continental (unos 40.000 km<sup>3</sup>) constituye el límite superior del agua renovable y, por tanto, utilizable de forma permanente por el hombre.

Los primeros experimentos para la generación de lluvia artificial se llevaron a cabo en 1946. Se trata, como es sabido, de provocar el crecimiento de las gotas de agua o de los cristales de hielo en una nube hasta que pesan lo bastante como para hacerlos caer (0,005 mm o mayores). El sistema por el que se intenta provocar el crecimiento de las gotas o cristales es la siembra de la nube con núcleo de condensación que desencadene ésta. Estos núcleos pueden ser líquidos, como una dispersión de un líquido higroscópico (siembra en caliente), o sólidos, como cristales de CO<sub>2</sub> (hielo seco) o de ioduro de plata. En este segundo método, conocido como siembra en frío, se intenta precipitar la formación de cristales de hielo, bien enfriando la nube con el hielo seco o aprovechando la similitud cristalográfica de ioduro de plata con el hielo.

La siembra de las nubes se puede realizar con cohetes o desde aviones. Las nubes elegidas como blanco deben tener una eficiencia de precipitación (porcentaje de gotas condensadas que llega al suelo) relativamente baja, lo que se ha demostrado que sucede cuando su temperatura superior es mayor de 20°C. Dentro de éstas, las nubes más prometedoras son los cúmulos, cuya eficiencia es normalmente baja (10% es un valor típico incluso en grandes cúmulos de tormenta) porque su desarrollo típico como nubes aisladas significa que se mezclan con aire no saturado, lo que inhibe el crecimiento de las gotas. Por desgracia, las gotas existentes en los cúmulos continentales son más pequeñas que en los marinos, lo que implica que su crecimiento hasta tamaños precipitados no es sencillo.

Hasta la fecha, los resultados de los programas de lluvia artificial han tenido una eficacia, en el incremento de las precipitaciones, comprendida entre un 10 o 20% y un 80%.

*b) Desalación del Agua del Mar (o Salobre)*

El agua del mar contiene un 3,5% de sales minerales y el uso corriente de agua sólo admite un 0,1% de sales disueltas. Por ese motivo, para poder utilizar el agua del mar y demás aguas salobres para el consumo se utilizan distintas técnicas de desalación o desalinización. Entre los métodos utilizados destacan los procedimientos térmicos y los de filtración.

- En los **procedimientos térmicos** la separación de la sal se realiza mediante evaporación del agua de la disolución salina y su posterior conversión en agua dulce por condensación. El agua que se obtiene es pura, siendo necesario añadirle ciertas sales para hacerla potable, ya que si no disolvería y arrastraría sustancias útiles para el organismo; además hay que rectificar su acidez y dureza. Entre las técnicas más empleadas tenemos:
  - **Evaporación de múltiple efecto (ME)**. Consiste en evaporar el agua del mar en varias etapas sucesivas. En la primera etapa se emplea energía externa y luego se va aprovechando el calor de condensación del vapor.
  - **Destilación por corriente en vapor en varias etapas (MSF)** Consiste en calentar el agua salada y hacer pasar el vapor resultante por una serie de cámaras o evaporadores cuya presión va disminuyendo a medida que lo hace la temperatura de la salmuera con el fin de mantener el agua en forma de vapor hasta el final del proceso. El vapor

que se forma en cada cámara asciende a la parte superior (condensador) y se enfría sobre una serie de tubos por los que circula la salmuera, a los que cede el calor, y así sucesivamente hasta que el proceso termine. El líquido que se ha ido condensando se recoge como agua desalada al terminar el proceso y la salmuera final es devuelta al mar, donde (salvo en el caso de mares muy frágiles) se difundirá sin problemas.

- **Compresión por vapor (CV)**. Se diferencia de la técnica anterior porque emplea un compresor para aumentar la temperatura a la que se somete el agua para que se evapore.
- Entre los procesos de **filtración** destaca la **ósmosis inversa** que consiste en provocar, mediante la aplicación de una presión superior a la presión osmótica, el paso de agua exclusivamente desde una salmuera a través de una membrana semipermeable a otro compartimento.

Su uso primordial (igual que el de la electrodiálisis que veremos a continuación) se hallará probablemente en la desalación de aguas continentales salinas o residuales más que en la desalación del agua del mar, aunque en principio pueda aplicarse a cualquier solución de sales. La ventaja consiste en que este proceso no necesita funcionar continuamente para resultar económico.

- Otro sistema es la **electrodiálisis**. Cuando se sumergen en una solución salina electrodos conectados a una batería, la corriente circula a través de los alambres debido a que el circuito se cierra por el flujo de partículas cargadas (iones) en la solución salina. Los iones positivos son atraídos por el electrodo negativo (en el lado de la batería rico en electrones), que se llama cátodo, y los iones negativos se mueven hacia el electrodo con deficiencia de electrones (el positivo), llamado ánodo. Si tratamos con cloruro sódico disuelto, el ión sodio ( $\text{Na}^+$ ) irá al cátodo y el ión cloro ( $\text{Cl}^-$ ) irá al ánodo.
- Un último proceso que interesa conocer es la **congelación**. Cuando el agua del mar se enfría en grado suficiente, se forma hielo en la superficie. La sal no forma parte de la red cristalina del hielo, pero comúnmente se halla en cierto grado en el hielo de mar formando diminutos granos entre los cristales. Este proceso, que se observa en la naturaleza, puede emplearse para extraer la sal del agua del mar. Para ponerlo en práctica es necesario el uso de un fluido



refrigerante (como el butano, que tiene un punto de ebullición de  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ), es decir, un material que añadido al agua del mar reduzca su temperatura favoreciendo la formación de hielo.

El optimismo con que se contemplaba en las pasadas décadas el futuro de la desalación ha sido la causa principal de las frecuentes argumentaciones sobre la bondad de esta solución como alternativa de las tradicionales, para las demandas situadas en zonas costeras, sin embargo, es preciso reconocer que, a pesar de los numerosos ejemplos existentes, en ningún país se ha adoptado, salvo cuando no existe solución alternativa.

La razón hay que buscarla en el precio resultante del agua (diez veces mayor que el transporte hasta el lugar deficitario). Su elevado coste se debe a que las tecnologías de la desalinización consumen mucha energía. Por tanto, el precio del agua desalada en ningún momento resulta competitivo con los precios del agua trasvasada, ni tampoco con las previsiones de coste de los tratamientos de aguas residuales.

## 16. ANEXO III: CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Un **impacto ambiental en la hidrosfera** consiste en la modificación de las características del medio acuático debido a la intervención humana. Dicha modificación suele tener repercusiones en la salud y el bienestar de las personas, así como en la conservación de los ecosistemas, de los paisajes y de los procesos ecológicos. Los impactos ambientales dependen de la naturaleza, la localización y el grado de intervención. Pueden ser reversibles o irreversibles; a corto, medio o largo plazo; directos o inducidos. Los principales impactos sobre la hidrosfera se deben a la introducción de contaminantes en el agua, a la sobreexplotación de los recursos hídricos y de los ecosistemas acuáticos y al cambio en los usos del suelo (como la realización de infraestructuras hidráulicas, la transformación en regadíos, etc.).

Los efectos negativos de los impactos pueden evitarse, en muchos casos, con medidas de prevención y con mecanismos legales. Estas medidas son relativamente estrictas en los países desarrollados, pero casi inexistentes en regiones del mundo menos desarrolladas, en las que los efectos sobre el medio ambiente y sobre la población humana pueden ser devastadores. En muchas ocasiones, son empresas o intereses particulares de los países desarrollados los que provocan impactos graves en los países en vías de desarrollo.

La **contaminación del agua** es, según la Ley de Aguas, “la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica” (Ley de Aguas, art. 85).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el agua está contaminada cuando su composición o su estado natural se ven modificados de tal modo que el agua pierde las condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada. Así pues, un agua contaminada presenta alteraciones en sus propiedades físicas (temperatura, color, densidad o radiactividad) y químicas (composición) que resultan perjudiciales para un uso posterior, como el consumo humano, o para su función ecológica.

El 72% de los ríos, lagos y arroyos del mundo están contaminados por vertidos urbanos o industriales. Por otra parte, más de la mitad de las enfermedades infecciosas conocidas dependen del agua para su transmisión, pues los agentes patógenos se desarrollan en las aguas insalubres. Estas aguas son a menudo las

únicas disponibles para la población, por lo que el agua mata al menos 25 millones de personas al año en los países en vías de desarrollo. Según la OMS, las aguas contaminadas son las causantes del 20% de las muertes en el mundo.

### 16.1. Origen y Tipos de Contaminación

Si atendemos al modo en que la contaminación se produce, diferenciamos dos tipos de fuentes de contaminación:

- **Fuentes puntuales.** Es producida por un foco emisor que aporta los vertidos en un lugar determinado, afectando a una zona concreta. Este es el caso de la mayoría de los efluentes de las fábricas, de las plantas de tratamiento parcial de aguas residuales urbanas, de las minas o de la lixiviación de los vertederos.
- **Fuente dispersa.** Su origen no está claramente definido; se produce una descarga de contaminantes sobre una región extensa, sin que tenga un foco emisor concreto. Este tipo de vertidos procede principalmente de las explotaciones agrícolas y ganaderas.

En función de su origen diferenciamos una contaminación **natural** consistente en la presencia de determinadas sustancias en el agua sin que intervenga la acción humana: partículas sólidas y gases atmosféricos arrastrados por las gotas de lluvia y aguas de deshielo; pólenes, esporas, hojas secas y otros residuos vegetales, y excrementos de peces y aves acuáticas. Todos estos residuos naturales sufren una serie de procesos químicos y biológicos que forman parte de la capacidad autodepuradora del agua y en su mayoría son eliminados.

La contaminación **antropogénica** o producida por el hombre puede tener diversos orígenes. Por un lado, la contaminación de **origen urbano o doméstico** es el resultado del uso del agua en viviendas, actividades comerciales y de servicios, lo que genera un vertido de aguas residuales al receptor.

Dentro de los vertidos urbanos pueden diferenciarse: las **aguas domiciliarias** (con productos de limpieza, jabones, materias grasas, otros restos de la cocina, arenas y papel del lavado de locales), las **aguas negras** procedentes de la defecación de las personas (1,2 a 1,3 litros por habitante y día), las **aguas de la limpieza** viaria y riego, y las **aguas de lluvia** de características variables según la contaminación atmosférica.



La composición de estos vertidos es variada, pero, en general, contienen gran cantidad de microorganismos (algunos patógenos), materia orgánica, abundantes nutrientes (fósforo y nitrógeno), detergentes y materias flotantes.

La contaminación de origen agrícola deriva del uso de plaguicidas, pesticidas, biocidas, fertilizantes y abonos que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos organoclorados que pueden llegar al suelo por lixiviado y contaminar las aguas subterráneas.

En las **explotaciones ganaderas** la contaminación procede de los restos orgánicos que caen al suelo y que aportan al agua grandes cantidades de estiércol y purines, y de vertidos con aguas cargadas de materia orgánica que, asimismo, pueden contaminar las aguas subterráneas. En estos vertidos destaca la presencia de contaminantes como microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

La contaminación de **origen industrial** es una de las que produce un mayor impacto por la gran variedad de materiales y fuentes de energía que puede aportar al agua: materia orgánica, metales pesados, incremento de pH y temperatura, radiactividad, aceites, grasas, etc. El grado de contaminación que aportan al agua dependerá del tipo de industria y de los procesos de fabricación.

Entre las industrias más contaminantes se encuentran las petroquímicas (el refinado del petróleo genera aguas con residuos químicos, cianuros, grasas, fenoles, sólidos, materiales tóxicos diversos y álcalis que aumentan el pH), las metalúrgicas (producen vertidos de similares características y agua caliente), las industrias del papel, de los curtidos de pieles y de textiles (vierten aguas en las que predominan los residuos químicos orgánicos, los sólidos, los detergentes y algunas sustancias tóxicas), las industrias químicas y farmacéuticas (que pueden emitir sustancias realmente peligrosas, como metales pesados y material químico tóxico y biológico, si no se someten a un control exhaustivo), las mineras (vierten sobre todo metales contaminantes como cobre, cadmio, cinc, plomo o mercurio) energéticas y alimenticias.

Muchas industrias de países desarrollados construyen sus fábricas en países del Tercer Mundo en los que hay menos controles ambientales. De esta forma exportan el problema de sus vertidos.

**Otros vertidos antropogénicos.** El uso de embarcaciones a motor con fines recreativos o para el transporte puede disminuir la calidad del líquido por la presencia de hidrocarburos y por la agitación del agua, que afecta al plancton.

La contaminación por restos de combustibles, como lubricantes, anticongelantes, asfaltos, etc., todos ellos derivados de las infraestructuras y uso del automóvil.

Los vertederos de residuos, tanto urbanos como industriales y agrarios.

La contaminación de agua por fugas en conducciones y depósitos de carácter industrial.

Las mareas negras ocasionadas por el vertido de petróleo crudo sobre el mar, principalmente como consecuencia de accidentes de los grandes petroleros o como resultado de su limpieza.

La construcción de presas que retienen el agua de los ríos modifica su caudal y provoca alteraciones en el medio acuático.

## 16.2. Factores y Nivel de Contaminación

Existen una serie de factores que contribuyen a disminuir o a agravar los procesos de contaminación de las aguas, como son las características del receptor (ríos, lagos, mares u océanos) y de la zona donde éste se encuentra y los usos previos del agua.

Si tenemos en cuenta las **características del receptor**, debemos distinguir:

- **Tipo de receptor**, es decir, si se trata de aguas superficiales o subterráneas. Es más fácil de contaminar y de depurar el primer tipo, ya que en principio las aguas subterráneas están más protegidas.
- **Cantidad y calidad del receptor**. Si el volumen de que se dispone es mayor, también lo será la posibilidad de diluir la contaminación, pero si el receptor ya presenta una calidad baja, se produce un efecto sumativo que agrava el problema.
- **Características dinámicas o estáticas**, que le dan mayor o menor poder, respectivamente, de dispersión de la contaminación y la posibilidad de una mayor autodepuración en el caso de que el agua no quede concentrada en un punto. Por ejemplo, los ríos caudalosos que además circulan por zonas de fuertes pendientes, dispersan mejor la contaminación.

- **Características de la biocenosis**, es decir, la mayor o menor presencia de organismos capaces de degradar la materia contaminada.

Por lo que se refiere a las **características de la zona** donde se localiza el receptor puede existir en ella diferentes aportes de aguas contaminadas que aumenten el grado de contaminación del receptor, influyendo también las particularidades climáticas y geomorfológicas de la zona, que aportan las características al receptor. Una zona con un índice de pluviosidad alto incrementará el caudal del receptor y aumentará su capacidad para dispersar la contaminación. Una zona de relieve acusado, aumentará la dinámica del receptor y, por tanto, su capacidad de dispersión de la contaminación.

En cuanto a los **usos previos del agua del receptor**, referidos concretamente al tipo y cantidad de vertidos que el agua ha tenido que soportar con anterioridad, así como a la existencia o no de sistemas de depuración en el receptor que contribuyan a aumentar o disminuir el grado de contaminación que provocaría una utilización posterior.

### **16.3. Contaminantes del Agua y sus Efectos**

Los contaminantes del agua son todas aquellas sustancias químicas, seres vivos o formas de energía que se encuentran en proporciones superiores a las consideradas normales. Según su naturaleza los contaminantes del agua pueden clasificarse en biológicos, físicos y químicos.

#### **16.3.1. Biológicos**

**Materia orgánica.** La contaminación orgánica es la forma de contaminación más importante en magnitud. Incluye los excrementos, los papeles, los restos de comida y los residuos vegetales. Estos materiales pueden descomponerse mediante la acción de bacterias aerobias que usan los residuos orgánicos como alimento y que consumen oxígeno en el proceso de biodegradación.

Si el aporte de materia orgánica al agua es muy elevado, la actividad de tales bacterias será muy alta y consumirá todo el oxígeno disuelto. Sin oxígeno, mueren las bacterias aerobias y se favorece el crecimiento de microorganismos anaerobios, que producen gases malolientes (como el sulfuro de hidrógeno) al descomponer los restos orgánicos. Otro efecto relacionado con este proceso es la muerte de las formas de vida acuática que requieren oxígeno.

Los indicadores de contaminación orgánica que más se emplean son la **cantidad de oxígeno disuelto (OD)** y la **demanda biológica de oxígeno (DBO)**.

El OD es fundamental para el desarrollo de la vida acuática. Las aguas superficiales limpias están saturadas de  $O_2$ , pero si se realizan vertidos de material orgánico, esta cantidad disminuye al ser utilizado este elemento para su descomposición. Oscila alrededor de las 10 ppm en el agua sin contaminar, mientras que un contenido de OD menor de 4 ppm indica un agua gravemente contaminada, en la cual muy pocas especies de peces sobreviven.

La DBO es una medida de la cantidad de oxígeno que los microorganismos aerobios necesitan para descomponer (oxidar) la materia orgánica. Este proceso de oxidación es lento y los compuestos orgánicos sencillos (glucosa) se oxidan casi completamente en cinco días, mientras que los complejos sólo se degradan en un 40% en el mismo periodo de tiempo. Existen diferentes formas de determinar este parámetro, pero la más frecuente es la que se refiere al periodo de incubación de cinco días, la  $DBO_5$ , que estima la cantidad de oxígeno consumida por los descomponedores durante 5 días, a  $30^{\circ}C$  de temperatura, en un volumen de agua determinado. El resultado se expresa en mg de oxígeno por litro de agua.

Además de los residuos orgánicos biodegradables (que pueden ser descompuestos por organismos), hay otras muchas sustancias orgánicas no biodegradables. La mayor parte de ellas son sintetizadas por el hombre, como los plásticos, plaguicidas, gasolinas, disolventes limpiadores, ceras y otros productos químicos.

Un tercer modo de estimar la cantidad de materia orgánica presente en el agua, sea biodegradable o no, es mediante la **demanda química de oxígeno (DQO)**. Es un ensayo de oxidación de compuestos orgánicos por la acción de agentes químicos oxidados en un medio ácido y en presencia de catalizadores inorgánicos. Este parámetro señala la cantidad de oxígeno necesario (expresado en mg/l) para oxidar todos los compuestos orgánicos presentes en el agua sin la intervención de organismos vivos.

**Organismos patógenos.** Se incluyen los microorganismos presentes en el agua (bacterias, virus, protistas y algas que proceden de aguas residuales domésticas o de plantas de tratamiento), cuyo efecto más importante es la producción o transmisión de enfermedades cuando sobrepasan unos valores mínimos (algunos de

ellos, en condiciones normales, intervienen en los procesos de autodepuración del agua).

Muchas epidemias que afectan, sobre todo, a ciudadanos de países menos desarrollados están relacionadas con el agua. En la tabla figuran los cuatro tipos básicos de formas de transmisión.

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA		
Forma de transmisión	Agentes infecciosos	Ejemplos
Empleo de agua contaminada para beber, lavarse o regar.	Las sustancias tóxicas o microorganismos patógenos presentes en el agua contaminada.	Tifus, cólera, disentería y diarrea. Esta última mata a 6 millones de niños al año.
Los insectos que proliferan en las aguas estancadas.	Los gérmenes patógenos que se transmiten a través de la picadura de estos insectos.	La malaria está producida por el protozoo <i>Plasmodium malariae</i> , que transmiten los mosquitos del género <i>Anopheles</i> .
Consumo de animales asociados a zonas húmedas, como moluscos, crustáceos, etc.	Los parásitos que viven en el interior de estos animales.	La esquistosomiasis se debe a un helminto que se transmite a través de los caracoles.
Empleo de aguas contaminadas con materias fecales, debido a la escasez de agua para los servicios sanitarios y de higiene personal.	Los organismos patógenos presentes en las aguas fecales, que ven facilitada su dispersión debido a una higiene deficiente.	Lepra, sarna y conjuntivitis. Lombrices intestinales, cuyos huevos se excretan con las heces.
Tipo de Organismo		Enfermedad
<b>Bacterias</b>	<i>Escherichia coli</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea Cólera Disentería bacteriana Gastroenteritis Conjuntivitis
<b>Virus</b>	<i>Adenovirus</i> <i>Enterovirus</i> <i>Virus de la hepatitis A</i>	Hepatitis Poliomielitis
<b>Protozoos parásitos</b>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Disentería amebiana
<b>Gusanos parásitos (helmintos)</b>	<i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Schistosoma haematobium</i>	Esquistosomiasis

Aparte de los microorganismos patógenos, también forman parte de las aguas contaminadas otros organismos no patógenos. Algunos de ellos se usan como indicadores de contaminación, pues su presencia en determinadas cantidades permite estimar el número probable de patógenos existente. Los indicadores más conocidos de la contaminación fecal son bacterias coliformes (principalmente *Escherichia coli*) que habitan en el intestino humano y se expulsan en gran cantidad con las heces.

### 16.3.2. Físicos

**Cambio de temperatura.** Que pueden ser ocasionados por el vertido de agua caliente de centrales térmicas y ciertas industrias que la emplean como refrigerante o



bien el agua de las turbinas de los embalses que son vertidas al río y que poseen una temperatura inferior.

El principal efecto del aumento de la temperatura es la disminución del oxígeno disuelto (con las graves consecuencias ya descritas) por dos razones básicamente. Por un lado, la mayor temperatura favorece la descomposición de la materia orgánica por las bacterias aerobias y, por otro, disminuye la solubilidad del oxígeno.

Entre otros efectos asociados a los cambios de temperatura pueden citarse: desaparición de especies poco tolerantes a dichos cambios de temperatura; variación en los ciclos de crecimiento de algunas especies; reproducción anormal de algunas especies de agua fría (como el salmón y la trucha).

**Partículas radiactivas.** Es un tipo muy especial de contaminación, generalmente muy localizado y controlado, procedente de los circuitos de refrigeración de las centrales nucleares o de residuos radiactivos de centros de investigación, hospitales, minas de uranio o de centrales nucleares.

Entre los efectos que ocasionan podemos destacar la producción de cáncer (la inhalación de radón puede ocasionar cáncer de pulmón) y daños genéticos o su acumulación en lodos de ríos, embalses y fondos oceánicos.

**Sólidos en suspensión y sedimentos.** Pueden ser de tipo inorgánico, (lodos, arenas finas y gruesas o gravas) o de tipo orgánico (restos de animales y vegetales). Generalmente proceden de las aguas residuales domésticas e industriales, de la erosión del suelo o de infiltraciones incontroladas.

Como principal efecto ha de mencionarse que la presencia de materias insolubles en suspensión en el agua produce la turbidez, la cual dificulta la actividad fotosintética de la vegetación acuática, perjudicando indirectamente a toda la cadena alimentaria.

Otro efecto nocivo de las partículas en suspensión es que dificultan la visión de los organismos acuáticos, así como su movilidad y respiración pudiendo dañar sus branquias.

También producen la modificación de las propiedades físicas del agua, olor, color sabor (características organolépticas del agua).

Cuando los sólidos en suspensión coagulan y forman flóculos, sedimentan en el fondo del cauce fluvial o del lago y perjudican a los organismos que viven allí (larvas de insectos, huevos de peces, etc.). Los sedimentos también pueden proceder de

movimientos de laderas próximas al medio acuático. Su acumulación excesiva en los embalses incide negativamente en la utilidad de éstos para almacenar agua.

### 16.3.3. Químicos

**Nutrientes.** Consistentes básicamente en nitrógeno y compuestos nitrogenados (nitritos y nitratos) y fósforo y sus derivados. Estos compuestos de nitrógeno y, sobre todo de fósforo son nutrientes poco abundantes en la naturaleza (factores limitantes) que controlan el crecimiento de la vegetación. Los vertidos de aguas residuales domésticas, con gran cantidad de detergentes, y de aguas residuales agrícolas, con abundantes restos de abono, aportan un exceso de nitratos y fosfatos que dan lugar al fenómeno denominado **eutrofización**, que será tratado más adelante como un proceso específico de contaminación.

Respecto a la salud humana, la ingestión de agua con altas concentraciones de nitratos tiene efectos tóxicos que pueden causar la muerte. Esto se debe a que los nitratos se transforman, dentro del organismo, en nitritos que alteran la hemoglobina de la sangre, de tal modo que ya no puede transportar el oxígeno a los tejidos. Como consecuencia, la piel se pone azulada, aparecen signos de anoxia y finalmente sobreviene el coma.

**Sustancias inorgánicas.** Las sustancias minerales más abundantes que son solubles en el agua son el cloruro sódico (sal común), que produce la salinización del agua, y los carbonatos de calcio y magnesio, cuya abundancia provoca el aumento de la dureza del agua. Las **aguas duras** inhiben la formación de espuma en jabones y detergentes, dificultan la cocción de los alimentos y producen incrustaciones en las calderas industriales y en los electrodomésticos por donde circula. Aunque confieren un sabor peculiar al agua, no son perjudiciales para la salud.

Se considera que un agua es dura si contiene más de 0,5 g de sales por litro de disolución. En cambio, cuando el contenido en  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  es insignificante, se dice que las aguas son **blandas**.

**Sustancias químicas especiales.** Otros contaminantes químicos mucho más nocivos son los **metales pesados**, como el mercurio, el plomo, el cinc, el cadmio, el cromo, el cobalto o el arsénico. Bastan pequeñas cantidades de estos metales tóxicos para provocar graves alteraciones en los seres vivos. Además, son sustancias bioacumulativas y persistentes (no biodegradables), que tras entrar en las cadenas alimentarias de los ecosistemas, van aumentando su concentración en los tejidos



animales a medida que se asciende de nivel trófico. Por ello, los carnívoros superdepredadores y el ser humano son los más perjudicados. Suelen proceder de vertidos industriales e incluso de vertidos agrícolas y ganaderos.

Ciertos contaminantes químicos sintéticos, como los plaguicidas (DDT, bifenilos policlorados como los PCB, o furanos) tienen efectos similares a los descritos, en cuanto a su amplificación biológica en las cadenas tróficas. Los daños que provocan en dosis altas son muy graves.

**Ácidos y álcalis.** El grado de acidez del agua (**pH**) influye en los peces, las plantas y los microorganismos. La actividad biológica normal en el agua se desarrolla en unos valores de pH entre 6 y 8,5. Algunos contaminantes pueden alterar gravemente estos valores, haciendo desaparecer por completo la vida de algunos ecosistemas acuáticos por acidificación del medio.

**Gases.** Los gases que provocan contaminación del medio acuático proceden fundamentalmente de aguas residuales domésticas ricas en materia orgánica, cuya descomposición produce, entre otros, sulfuro de hidrógeno y metano, que dan lugar a variaciones de sabor y color en el agua.

## **16.4. Efectos Generales de la Contaminación del Agua**

### **16.4.1. Contaminación de Ríos y Lagos: Eutrofización**

Debido a su poder erosivo, los ríos arrastran sales, materia orgánica y sólidos en suspensión. A todo esto, la acción humana añade residuos provenientes de sus actividades domésticas, industriales (sólidos y metales de actividades mineras), agrícolas y ganaderas (nitratos, fosfatos, pesticidas, etc.) que la capacidad de autodepuración que los ríos poseen no puede asumir, por lo que se desencadenan procesos de contaminación cuyos efectos más importantes son: restricción en el uso del agua; alteraciones en la fauna y flora acuáticas; y apariencia y olor desagradables.

La principal defensa que los ríos tienen para contrarrestar la contaminación es su dinámica. Sin embargo, la contaminación de los lagos es un problema de mayor magnitud, puesto que se trata de masas de agua estáticas. En las aguas sin contaminar existe un equilibrio biológico entre la fauna y la flora que se rompe por la presencia de contaminantes, dando lugar a que algunas especies desaparezcan, mientras que otras se desarrollan demasiado. Un ejemplo de esto es el proceso conocido como **eutrofización**, que consiste en un aumento de la productividad biológica que ocasiona un excesivo crecimiento de algas provocado por la introducción



en el ecosistema de materia orgánica a través de vertidos de origen agrícola y doméstico.

El término eutrofización se emplea para describir la secuencia de cambios que ocurren en un ecosistema acuático (río, estuario, bahía, lago, embalse, laguna, etc.) a causa del incremento en el suministro de nutrientes al agua. Afecta sobre todo a zonas palustres, a lagos y a embalses, por permanecer sus aguas más estáticas.

Para entender el fenómeno, conviene primero considerar las distintas clases de organismos fotosintéticos que pueden vivir en el medio acuático: la **flora béntica** y el **fitoplancton**.

La **flora béntica** (*benthos = profundidad*) está compuesta por plantas acuáticas enraizadas en el fondo, cuyas raíces absorben los nutrientes minerales de los sedimentos allí acumulados. Un aspecto esencial es que esta vegetación requiere que el agua sea suficientemente clara como para que pase la luz, de modo que a mayor turbidez, menor es la profundidad a la que las plantas sumergidas pueden sobrevivir.

El **fitoplancton** (*phyt = vegetal y plancton = errante*) está constituido por algas microscópicas y cianobacterias que flotan y se multiplican cerca de la superficie, absorbiendo los nutrientes directamente del agua. En situaciones extremas, si hay nutrientes suficientes, el agua se torna verdosa, turbia y espesa por el exceso de fitoplancton, que prolifera y absorbe toda la luz. Un contenido escaso en nutrientes limita su crecimiento.

El equilibrio entre el fitoplancton y la flora béntica se altera cuando se incrementa el aporte de nutrientes al agua, lo cual tiene graves consecuencias para el ecosistema en su conjunto. Esto ocurre al ir pasando del estado oligotrófico al estado eutrófico, como se explica a continuación.

**Estado oligotrófico.** La condición original de la mayor parte de ecosistemas acuáticos era oligotrófica (*oligo = poco y trophein = alimento*), con un bajo aporte de nutrientes, sobre todo compuestos de fósforo y nitrógeno. La escasez de estas sustancias implica un limitado crecimiento del fitoplancton, con la consiguiente penetración de la luz hasta la vegetación sumergida, que prolifera y da alimento y hábitat a numerosos organismos animales (peces y crustáceos, principalmente). Otra característica fundamental del medio oligotrófico es su alto contenido en oxígeno disuelto, desde la superficie del agua, donde se renueva en contacto con la atmósfera y por la actividad del escaso fitoplancton, hasta el fondo, generado por las plantas bentónicas.

Las masas de agua de estas características son apreciadas por sus cualidades estéticas y recreativas, así como por su producción pesquera de calidad (trucha, albur, etc.).

**Estado eutrófico.** La eutrofización (*eu = bien*) comienza con el enriquecimiento del agua en nutrientes que provoca el rápido crecimiento de fitoplancton, enturbiando el agua. Así, muere la vegetación del fondo por falta de luz, perdiéndose alimento y cobijo para los animales acuáticos. Las poblaciones planctónicas proliferan con mucha rapidez, alcanzando pronto su densidad máxima. En este punto, mueren masivamente (al ritmo que se reproducen) y caen al fondo, formando espesos depósitos de detritos orgánicos. En consecuencia, aumentan allí las bacterias descomponedoras que consumen rápidamente el oxígeno disuelto en el agua del fondo.

El agotamiento de oxígeno conduce a la muerte por asfixia de peces y crustáceos, a la vez que permite la supervivencia de bacterias anaerobias facultativas que fermentan los restos orgánicos depositados en los sedimentos del fondo. Esto produce malos olores y confiere un aspecto de lodo negro y fétido al fondo del lago o pantano.

Así, mientras que la parte profunda de la masa de agua carece de oxígeno (no se renueva tras su consumo, porque no hay actividad fotosintética), la capa superficial presenta la máxima concentración de ese gas (generado por el fitoplancton), que escapa a la atmósfera. Sólo en ciertos momentos de la primavera y del otoño, en algunos lagos se mezclan las aguas y llega el oxígeno al fondo.

Una masa de agua eutrófica resulta turbia, maloliente, poco atractiva y con peces menos apreciados (carpas, foxinos, percas, etc.). Una situación intermedia entre los extremos oligotrófico y eutrófico puede calificarse como estado **mesotrófico**. La **eutrofización natural** depende de factores geológicos y climáticos y es un proceso lento y gradual. En cambio, el enriquecimiento rápido de las aguas con nutrientes a causa de actividades humanas provoca, en muy pocos años, una eutrofización intensa, a veces irreversible, que llamamos **eutrofización cultural** o **artificial**.

Los principales nutrientes que la causan son aquellos para los que existe una limitación natural, es decir, el nitrógeno y el fósforo. Puesto que el nitrógeno atmosférico puede ser fijado por las cianobacterias, es el fósforo el que, en último término, causa la eutrofización más aguda. El agotamiento del nitrógeno provocará la muerte del fitoplancton que irá a parar al fondo del lago y la proliferación de las algas



cianofíceas (especies oportunistas) que lo fijarán de la atmósfera y que crecerán mientras exista fósforo suficiente en el lago. Así, las aguas residuales urbanas ricas en polifosfatos (procedentes de los detergentes) y las aguas agrícolas con abonos fosfatados, son los principales contaminantes causantes de la eutrofización.

Aparte de los nutrientes, otro factor puede agravar este problema: el aporte de sedimentos. Los materiales finos, como arcilla, partículas orgánicas, etc., acarreados en suspensión, enturbian el agua dificultando la fotosíntesis, como antes se expuso. Además cuando terminan por asentarse lo cubren todo, obstruyendo las branquias y los órganos de alimentación de los animales acuáticos, enterrando huevos de peces y colmando los lugares de resguardo de diversos organismos.

La eutrofización puede aparecer también en estuarios costeros y mares más o menos cerrados (Báltico, Mar Negro, Mediterráneo) que provoca la aparición de algas tóxicas que acaban con peces, aves acuáticas y mamíferos marinos.

**Posibilidades de recuperación.** Una masa de agua eutrofizada puede llegar a un estado mesotrófico, e incluso recuperarse por completo el ecosistema original. Si se reduce drásticamente el aporte de nutrientes, principalmente el fósforo, habrá un período más o menos largo durante el cual la liberación de nutrientes de los detritos en descomposición mantendrá el estado eutrófico. Pero, más adelante se van retirando del ciclo los nutrientes (fluyen del sistema, se estabilizan en el fondo o son consumidos por las bacterias) de modo que va disminuyendo el fitoplancton y se restablece el estado inicial.

**Medidas preventivas.** Entre las medidas que permiten minimizar y corregir la eutrofización se encuentran las siguientes:

- Limitar o prohibir vertidos domésticos y agrícolas en ecosistemas acuáticos reducidos o con escasa dinámica.
- Depurar las aguas residuales antes de su devolución al receptor.
- Disminuir el contenido de los polifosfatos de los detergentes.
- Inyectar O<sub>2</sub> puro en lagos y embalses afectados.
- Añadir nitrógeno al agua para evitar el crecimiento de algas cianofíceas.

El problema se ha agravado en los últimos cincuenta años, y muchos lagos españoles y europeos se ven afectados por él. La causa parece estar en los

cambios en los sistemas de explotación agrarios, que conlleva un uso abusivo de abonos y un gran consumo de detergentes con fosfatos.

#### 16.4.2. Contaminación de Las Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas suponen un recurso hídrico importante puesto que su confinamiento en los acuíferos le proporciona unas características, según la naturaleza de los materiales por los que circula, en general aptas para su consumo (en España se estima que el 30% de la población y un cuarto de la superficie agrícola de regadío se abastece de ellas). También tienen un importante valor ecológico pues son el soporte para el desarrollo de la vida en muchas zonas húmedas. Pero ahora se ven seriamente afectadas por graves problemas como la **contaminación, sobreexplotación y salinización**; estos dos últimos íntimamente ligados.

En cuanto a la contaminación de las reservas de agua subterránea puede tener lugar por fuentes puntuales y por fuentes dispersas.

En el primer caso, se trata de un foco localizado, como puede ser un vertedero o una fosa séptica, y que afecta a zonas muy concretas y próximas al foco emisor. Las principales causas se encuentran en los vertidos de residuos urbanos e industriales como consecuencia de una inadecuada ubicación de los mismos.

En cuanto a las fuentes dispersas, cabe destacar la actividad agropecuaria. En especial, el uso de grandes volúmenes de fertilizantes químicos y pesticidas en los cultivos intensivos, que afecta a la calidad de las aguas subterráneas y amenaza el suministro de agua potable a las poblaciones. También los purines (mezcla de excrementos sólidos y líquidos del ganado, aguas de limpieza de los establos y restos de comida) pueden constituir una fuente difusa de contaminación cuando se expanden en el campo como abono orgánico. La parte líquida de los purines se convierte en una fuente puntual, con grave incidencia en el ámbito local, cuando los tanques de almacenamiento se vacían sobre un cauce fluvial o un terreno próximo, ya que contamina los acuíferos cuyo nivel freático esté cercano a la superficie. Otras fuentes dispersas pueden encontrarse en las fugas de aguas residuales e infiltraciones de las mismas y en el lixiviado o arrastre de sustancias por el agua de lluvia.

Los principales contaminantes que afectan a los acuíferos en España son los nitratos, que proceden de las actividades humanas antes descritas y, con mucha menor incidencia, los residuos orgánicos y los pesticidas.

El problema de la contaminación del agua subterránea es particularmente serio por tres razones:

- El agua subterránea no puede autodepurarse del mismo modo que las corrientes superficiales. Esto se debe a la escasez de oxígeno disuelto y de organismos descomponedores, así como a la dificultad de dilución y dispersión de los contaminantes.
- La gran lentitud en el desplazamiento del agua subterránea implica que la expulsión de los contaminantes en el mar (o al exterior del acuífero, en general) tarde cientos de años.
- La evaluación y el control de la verdadera extensión de la contaminación subterránea, así como la purificación artificial de los acuíferos son muy difíciles y costosos.

Por todos estos motivos se hace necesaria la aplicación de medidas que prevengan o disminuyan su contaminación. Entre otras podemos citar: limitaciones de ciertas actividades, instalaciones y obras de infraestructuras en zonas próximas a acuíferos, control de los vertidos en las ya existentes, instalación de depuradoras en los procesos de producción industrial, etc.

AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRÁNEA
<ul style="list-style-type: none"><li>– Fácil de contaminar</li><li>– Fácil de proteger</li><li>– Contaminación visible y fácil de detectar</li><li>– Autodepuración rápida</li><li>– Depuración artificial fácil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Difícil de contaminar</li><li>– Difícil de proteger</li><li>– Contaminación no visible y difícil de detectar</li><li>– Autodepuración lenta</li><li>– Depuración artificial difícil</li></ul>

### 16.4.3. Sobreexplotación y Salinización de Acuíferos

Un acuífero está sobreexplotado si se extrae agua del subsuelo a un ritmo superior al de la infiltración o recarga natural, lo que puede provocar un descenso del nivel freático, disminuyendo sensiblemente su utilidad como recurso. Esta sobreexplotación supone el agotamiento progresivo del agua almacenada durante siglos en el terreno y tiene diversos efectos negativos, como el encarecimiento de la extracción, la reducción de los cursos de agua superficiales, los conflictos entre usuarios y la degradación de la calidad del agua. La sobreexplotación de acuíferos conduce, además, a la degradación de los ecosistemas de los humedales que se alimentan de aguas freáticas, como los criptohumedales y muchas zonas palustres.

En España hay 373 unidades hidrogeológicas (zonas que contienen agua subterránea en cantidades significativas). De ellas, 44 se califican como

sobreexplotadas (en el sudeste peninsular, Cataluña, la zona occidental de La Mancha y las Islas Baleares).

Si la sobreexplotación tiene lugar en acuíferos situados en regiones costeras se puede producir la intrusión de agua marina, según la cual el agua del mar, con su carga de sales y su mayor densidad, invade el espacio libre (poros y conductos que quedan libres por la extracción) del acuífero y desaloja poco a poco al agua dulce de manera irreversible, produciendo una **salinización** del agua subterránea.

En España este fenómeno es frecuente en el litoral mediterráneo, en las islas y en las costas de Huelva y Cádiz. Es provocado por la creciente demanda de agua en usos domésticos (zonas muy turísticas), usos agrícolas (agricultura de regadío) y asentamientos industriales. Aproximadamente el 60% de las unidades hidrogeológicas costeras de España presentan algún grado de intrusión marina.

#### **16.4.4. Impactos sobre Mares y Océanos**

Los mares y los océanos son el sumidero final para gran parte de la materia de desecho que producimos. Durante muchos años se ha tenido la idea de que los mares podían diluir, dispersar y degradar grandes volúmenes de contaminantes sin que se notaran efectos negativos. Realmente, el gran volumen de agua de que disponen mares y océanos les permite una capacidad de autodepuración mucho mayor que la de los ríos, lagos y aguas subterráneas. Sin embargo existen diferencias de unos mares a otros en cuanto a volumen, diversidad biológica y dinámica, características que influyen en su capacidad para diluir, dispersar y asimilar los contaminantes.

Su contaminación por vía natural es muy pequeña y puede ser eliminada por los propios mecanismos de autodepuración. No obstante, las repercusiones ecológicas de los vertidos al mar son evidentes.

Las principales causas de contaminación marina son:

- La desembocadura en el mar de ríos contaminados (aguas y sedimentos contaminados con microorganismos, metales pesados, materia orgánica, etc.) que afecta a los ecosistemas costeros.
- Los vertidos intencionados e incontrolados de todo tipo de residuos (sustancias químicas, radiactivas, etc.) desde la costa o desde buques de carga.

- Los accidentes marítimos, en los que la carga (petróleo u otros materiales peligrosos) o el combustible de los barcos se derrama sobre las aguas.
- Los procesos industriales, como la minería en la plataforma continental o la extracción y el refinado del petróleo, que pueden dar lugar a escapes que ocasionen mareas negras.

La circulación a nivel global de las corrientes oceánicas y la cadena alimentaria marina contribuyen a que la contaminación se extienda por todo el océano. El efecto es más grave en mares cerrados y con escasa dinámica como es el caso del Mediterráneo, cuyas aguas tardan entre 100 y 200 años en renovarse a través del Estrecho de Gibraltar, por lo que los residuos se van concentrando. Los países mediterráneos han acordado controlar su contaminación a través del denominado “Plan de Acción del Mediterráneo”.

#### a) *Contaminación con Petróleo*

Las grandes mareas negras ocasionadas por accidentes de buques-tanque suponen el origen de sólo un 12% del total de hidrocarburos que llega al mar. El resto procede de la limpieza rutinaria, con agua del mar, de los tanques de los petroleros, de la liberación del aceite mineral desde los pozos petrolíferos durante las operaciones normales, los vertidos de refinerías e industrias, las pérdidas de las tuberías de conducción y los brotes naturales del crudo. Aunque no existen datos exactos, se estima que se vierten entre 3 y 4 millones de toneladas de hidrocarburos a los mares cada año.

Actualmente, la legislación obliga a los barcos a llevar sistemas de limpieza en circuito cerrado y a que evacuen los productos de lavado de los tanques en las zonas de carga y descarga del petróleo.

Los efectos producidos por los vertidos dependen del tipo de petróleo (es decir, si es crudo o ha sido sometido a tratamientos de refinado), las cantidades, la distancia a la costa y las características del mar u océano donde se produce el vertido.

Los efectos del petróleo son muy conocidos en el caso de las mareas negras: la mancha del crudo impide la entrada de luz y oxígeno al agua, imposibilitando la actividad fotosintética del plancton marino, que es la base de la cadena trófica. Así mueren los organismos animales por falta de alimento y oxígeno.

El petróleo cubre las plumas de las aves marinas, así como la piel y el pelo de los mamíferos provocando la muerte de estos organismos marinos por hundimiento al

perder la flotabilidad. Además, esta cubierta aceitosa destruye la capacidad aislante que protege a los animales de las bajas temperaturas, provocándoles la muerte por hipotermia.

Por otro lado, cuando los componentes pesados del petróleo se hunden en el fondo del mar o en los estuarios, pueden matar a los organismos que habitan allí. Una concentración de tan solo un microgramo por litro de hidrocarburos dispersos en agua de mar puede producir daños en organismos sensibles como crías de peces y crustáceos.

Si el vertido sucede cerca de la costa, se alteran las actividades pesqueras (disminución de bancos de peces y crustáceos) y turísticas (deterioro de las playas), ocasionando graves consecuencias económicas para la zona afectada. Además se destruyen ecosistemas de gran valor ecológico como marismas, manglares y arrecifes de coral.

#### *b) Eliminación de las Mareas Negras*

Para combatir las mareas negras en primer lugar han de aplicarse medidas de tipo preventivo como son la elaboración de reglamentaciones y leyes o la exigencia para el transporte de crudo y sustancias peligrosas de buques con doble casco.

Las medidas correctoras que permiten eliminar el crudo y paliar sus efectos pueden agruparse en dos tipos:

- **Procesos de eliminación natural.** Los hidrocarburos pueden eliminarse mediante procesos físico-químicos y biológicos de manera natural, aunque muy lentamente y con ciertas repercusiones negativas para los seres vivos. Estos procesos incluyen la **evaporación** de los compuestos volátiles (etano, metano, etc.), la **fotooxidación** de los componentes que quedan en la superficie de la mancha de petróleo, la **disolución** y la **emulsión** de otra pequeña cantidad de crudo, que posteriormente será asimilado por diversos organismos marinos o se adsorberá sobre partículas, y la **sedimentación** en las zonas profundas de los componentes más pesados, como el alquitrán, donde se irán degradando mediante **oxidación bacteriana**.
- **Procesos de eliminación artificial.** La limpieza artificial de un vertido de petróleo debe efectuarse lo más inmediatamente posible y empleando el procedimiento más efectivo según las circunstancias. El método más ventajoso suele ser la **biorremediación**, que consiste en la inoculación de

microorganismos seleccionados capaces de degradar el petróleo como puede ser *Pseudomonas*. Este método se puede mejorar añadiendo nutrientes inorgánicos de fósforo y nitrógeno para las bacterias y dispersando la mancha de crudo con detergentes (aumenta la superficie posible de contacto con las bacterias). Otros métodos que se emplean incluyen la recogida mecánica para su uso posterior, la combustión in situ del crudo (esta medida provoca problemas de lluvia ácida por la emisión de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) y el aislamiento de la mancha usando flotadores diversos, geles y otros absorbentes para evitar su extensión y para su ulterior hundimiento artificial hacia el fondo o para su quema.

### 16.5. Medidas de Prevención y Control

El enfoque de la legislación europea y española en materia de impactos sobre los recursos de agua y los ecosistemas acuáticos en general se centra en medidas preventivas y en soluciones tecnológicas para minimizar los daños.

En España, los grandes planes de actuación en relación el agua son el **Plan Hidrológico Nacional**, el **Plan de Costas** y el **Plan Nacional de Saneamiento y Depuración**. Las principales líneas de acción que se proponen son:

- La reducción progresiva de la contaminación mediante el fomento del ahorro de agua, el mayor control de las autorizaciones de vertidos contaminantes, el cobro eficaz de un “canon de vertido” y un “canon de ocupación” (por realizar vertidos contaminantes y por ocupar o utilizar bienes de dominio público hidráulico, respectivamente) y el fomento de la reducción en origen de la contaminación.
- El tratamiento adecuado de las aguas residuales y de los lodos. Es fundamental depurar las aguas antes de verterlas a los cursos fluviales o al mar. En los países desarrollados, la tendencia es la de usar el tratamiento avanzado (terciario) para eliminar todo tipo de residuos contaminantes de los efluentes urbanos y de las plantas industriales. Además, la directiva 91/271 de la UE obliga a que las poblaciones con más de 2.000 habitantes estén dotadas de infraestructuras de recogida y saneamiento de agua antes del final del año 2005, así como depuradoras con tratamiento secundario en el caso de aglomeraciones que tengan más de 10.000 habitantes. Estas normas son más exigentes para el caso de vertidos a zonas sensibles.

- El uso adecuado del suelo y del dominio público hidráulico.
- La utilización más eficiente del recurso hidráulico, mediante la reutilización de aguas residuales, las medidas de ahorro de agua (sobre todo para regadío) y un especial control de la explotación de las aguas subterráneas.
- La recuperación ambiental de zonas que ya han sufrido anteriormente impactos.
- La obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental antes de acometer grandes obras hidráulicas.

La vigilancia de la calidad del agua tiene como objetivo detectar con rapidez las alteraciones sobre las aguas y su origen. Se lleva a cabo mediante Sistemas de Redes de Control. Los órganos encargados del control y vigilancia de las aguas son las Comisarías de Aguas de las diferentes Cuencas Hidrográficas.

Para el control y vigilancia de la calidad de las aguas continentales en España se encuentra implantado el Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA). Basado en una amplia red de estaciones de medida de la calidad del agua repartidas por las nueve cuencas hidrográficas y en una base de datos que contiene toda la información referente a normativa, organismos implicados, información cartográfica de cauces, vertidos, captaciones, estaciones de control, etc., permite analizar los datos de las redes de control y, mediante aplicaciones informáticas y personal especializado, ofrece información para la toma de decisiones en las tareas de vigilancia y control de calidad de las aguas. Además, recoge toda la normativa, la interpreta y reconoce las competencias de cada administración pública.

El Sistema SAICA se apoya principalmente en dos tipos de Redes de control de la calidad de las aguas; las encuadradas en la RED ICA, caracterizadas por obtener los datos analíticos mediante periódicamente en estaciones de muestreo manual y, las pertenecientes a la RED ALERTA, caracterizadas por obtener los datos en continuo a través de estaciones automáticas mediante analizadores y tomas de muestras automáticas, disponiendo de resultados en tiempo real.

Estas redes de control son imprescindibles para realizar un seguimiento veraz y continuo de la calidad de las aguas, siendo sus objetivos principales conocer el estado real de las aguas, especialmente en zonas afectadas por vertidos y/o destinadas a la producción de agua potable, baño, etc., evaluando el comportamiento de los objetivos



de calidad y de la normativa vigente, a la vez que sirve de base para la adopción de estrategias de lucha contra la contaminación.

La Red Integrada de Calidad de las Aguas (Red ICA) se diseñó en el año 1993 basándose en la Red de Control Oficial de la Calidad del Agua (COCA), la Red de Control de agua destinada a Abastecimientos (COAS) y la Red de Control de calidad del agua para la vida Piscícola (COPI). Esta red no cuenta con infraestructura propia, sino que está compuesta por más de 1.000 puntos localizados en ríos, lagos, embalses, etc. de las nueve Confederaciones Hidrográficas en los que se toman muestras con una periodicidad determinada por la legislación vigente.

La Red COCA, en funcionamiento desde el año 1962, controla desde unos 626 puntos las aguas superficiales, mientras que la Red COAS, con 605 estaciones de medida, controla las aguas de ríos, lagos, embalses, etc., todo ello en cumplimiento de la Directiva 75/440/CEE, relativa a la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable y la Directiva 79/ 869/CEE relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Por último, la Red COPI, que cuenta con 402 estaciones de medida, controla los parámetros en los tramos de cauce designados como piscícolas en base a la Directiva 78/659/CEE relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para la vida de los peces.

Por otro lado, la Red Alerta, formada por 200 estaciones automáticas de enlaces terrestres analiza el agua de forma continua y automática. La información resultante se transmite vía satélite (Hispasat) y en tiempo real a los centros de proceso de las Confederaciones Hidrográficas y de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Las estaciones de muestreo se instalan en puntos críticos caracterizados por la existencia de usos especialmente críticos o focos potencialmente contaminantes, todo ello con el objetivo de controlar instantáneamente la calidad general de las aguas, tener la capacidad de adoptar acciones inmediatas de prevención frente a situaciones de emergencia y controlar y evitar vertidos contaminantes.

En estas estaciones se emplean básicamente técnicas de potenciometría y espectrofotometría, además de realizar tomas de muestras automáticas de agua que se almacena para la posible comparación de valores críticos o negativos.

Complementariamente al Sistema SAICA y, de acuerdo con las directrices europeas y la Ley de Aguas, existen redes nacionales de control piezométrico,

hidrométrico y de calidad general de las aguas subterráneas. Actualmente, desde el Ministerio de Medio Ambiente se está desarrollando un proyecto de reunificación de las mismas con el objetivo de crear una Red Oficial de Aguas Subterráneas, que será gestionada por cada una de las Confederaciones Hidrográficas.

Estas redes subterráneas son la Red Piezométrica, formada por cerca de 3.000 puntos gestionada por el Instituto Tecnológico Geominero (ITGE) y la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOHCA), la Red hidrométrica, controlada por cada una de las Confederaciones Hidrográficas para determinar el caudal de las descargas naturales de agua subterránea, la Red de Observación de Calidad de Aguas Subterráneas (ROCAS) gestionada por el ITGE para analizar los macroconstituyentes químicos desde unos 1.800 puntos y, por último, la Red de Observación de Intrusión (ROI), creada para estudiar la evolución de la intrusión marina en los acuíferos costeros.

Por último, existen dos redes más de control de calidad; la Red de control de calidad de las aguas de baño, en cumplimiento a la Directiva 76/ 160/CEE de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño y la Red Nacional de Control de Radiactividad Ambiental en aguas superficiales, en funcionamiento desde 1978 para el control y seguimiento de diversos parámetros radiológicos.

De forma resumida el principal objetivo de esta red SAICA es producir información continua y transmitirla al Ministerio y a los centros de proceso de datos de las Confederaciones Hidrográficas:

- Proporciona información cualitativa de la contaminación detectada y su evolución en el tiempo, analizando las curvas de tendencia.
- Complementa las redes de control periódico de la calidad de las aguas existentes.
- Tiene efectos disuasorios frente a vertidos intencionados.
- Monitoriza en tiempo real permitiendo actuaciones inmediatas de alerta a las captaciones existentes (estaciones de tratamiento de aguas potables, regadíos...), contribuyendo en el seguimiento y control a corto plazo del vertido.
- Facilita el control y seguimiento a corto plazo del vertido.

## 17. ANEXO IV: CALIDAD DEL AGUA



La calidad ecológica del agua es un concepto establecido por la Unión Europea en 1994. Se establece en función del uso a que va a ser destinada (bebida, riego, baño, etc.) mediante el establecimiento de una serie de características físicas, químicas y biológicas y cualidades (color, olor, sabor, etc.), además de la estética del medio acuático. Cuando se encuentra en estado natural en los ríos, lagos, manantiales o en el mar, tiene un conjunto de características que se conoce como **calidad natural**. Se considera que las aguas son de “buena calidad”, si cumplen los requisitos necesarios para que puedan ser destinadas tanto al consumo humano como al mantenimiento de la biodiversidad que llevan asociada.

Sin embargo, en su circulación por el subsuelo o por la superficie terrestre, el agua se carga de sustancias (disueltas y en suspensión), que son diferentes según el tipo de terreno por el que discurre. Además de estas impurezas naturales, las actividades humanas incorporan al agua contaminantes diversos, a veces muy peligrosos. Por todo ello, ésta debe ser depurada, tratada y sometida a controles de calidad antes de emplearla. Después de su uso, esa agua debe ser limpiada para evitar daños ambientales.

La OMS establece una normativa internacional y otra europea relativas al agua, que pueden ser modificadas por cada país exclusivamente para aumentar su severidad. Así, ha fijado una serie de criterios de calidad que varían dependiendo de los usos del agua y que se revisan y se cambian a medida que los científicos descubren nuevas sustancias perjudiciales y mejores métodos para su detección.

Para medir la calidad del agua se emplean determinados parámetros e índices que nos permiten cuantificar el grado de alteración de sus características naturales, teniendo en cuenta su uso. Así, existen índices generales de calidad, específicos en función del uso, para planificación y estudios estadísticos. En el caso de las aguas potables, las más estrictamente reguladas, las directivas europeas consideran un total

de 62 parámetros indicadores de las características y propiedades que deben tener, así como una concentración máxima admisible (CMA) para cada uno de ellos.

### 17.1. Parámetros

Los **parámetros** son indicadores de las características y de las propiedades que los diferentes contaminantes pueden proporcionar al agua, por lo que son de utilidad para determinar el grado y el origen de las alteraciones de su calidad. Se clasifican en físicos, químicos y biológicos.

1.- **Parámetros físicos.** Destacan entre ellos la transparencia o la turbidez, en función de la presencia de partículas sólidas o microorganismos; el color, el sabor y el olor (características organolépticas del agua) debidos a la existencia de materia orgánica presente en el agua; y la conductividad eléctrica, que depende de la cantidad de sales disueltas y que es proporcional a los sólidos disueltos totales y sólidos en suspensión.

2.- **Parámetros químicos.** Son los más útiles para determinar la calidad del agua. Existe una gran variedad de ellos, entre los que los más utilizados son:

- Presencia de iones bicarbonatos, cloruros, sulfatos, etc.
- **Oxígeno disuelto (OD)**, cuya presencia es fundamental para el desarrollo de la vida acuática. Las aguas superficiales limpias están saturadas de  $O_2$ , pero si se realizan vertidos de material orgánico, esta cantidad disminuye al ser utilizado este elemento para su descomposición.
- **Demanda biológica de oxígeno (DBO)** que como ya hemos visto es una medida de la cantidad de  $O_2$  que los microorganismos aerobios necesitan para oxidar la materia orgánica.
- **Demanda química de oxígeno (DQO)** que como ya sabemos se utiliza para calcular la cantidad de  $O_2$  necesario en la oxidación de compuestos presentes en el agua, sin la participación de los seres vivos.

La relación DBO/DQO menor de 0,2 nos informa de un vertido de tipo inorgánico, mientras que si es mayor de 0,6 el vertido es orgánico.

- El **COT (Carbono Orgánico Total)** es la medida del contenido total de carbono de los compuestos químicos.

DBO, DQO y COT son parámetros que miden la contaminación orgánica de las aguas.

- El **pH** mide la acidez y basicidad del medio a través de la concentración de iones  $H^+$  presentes en el agua. Las reacciones químicas y biológicas dependen del pH. La actividad biológica normal en el agua se desarrolla en unos valores de pH que oscilan entre 6 y 8,5.

Parámetro	Coefficiente a	Tipo
Oxígeno disuelto	1	x
Materias en suspensión	1	x
pH	1	x
Conductividad	1	x
D.Q.O.	3	x
D.B.O. <sub>5</sub>	1	x
Coliformes totales	1	x
Cloruros	2	y
Sulfatos	2	y
Fosfatos totales	3	x
Calcio	3	y
Magnesio	4	y
Sodio	4	y
Nitratos	3	x
Detergentes	1	y
Cianuros	1	y
Fenoles	1	y
Cadmio	1	y
Cobre	2	y
Cromo hexavalente	1	y
Mercurio	1	y
Plomo	1	y
Zinc	1	y

- La **alcalinidad** que viene determinada por la presencia de iones bicarbonato o hidroxilo.

- La **dureza**, expresada en concentración de  $CaCO_3$ , se debe a la presencia de iones  $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$  y supone algunos riesgos para la salud, como el aumento de los cálculos renales y una serie de perjuicios derivados del hecho de que las aguas duras requieren más gastos de jabón y más energía en procesos industriales.

Se denominan aguas blandas a las que poseen una concentración menor a 50 mg/l de  $CaCO_3$ ; y aguas duras a las que tienen concentraciones superiores a 200 mg/l de  $CaCO_3$ . La OMS recomienda que el agua de bebida se mantenga entre unos límites de 100 a 500 mg/l de  $CaCO_3$ .

- El **nitrógeno** en sus diferentes formas (orgánico, amoniacal, nitritos, nitratos). Si un análisis de agua nos indica la presencia de N orgánico y amoniacal podemos deducir que se trata de una contaminación reciente.

En función del valor numérico del ICG (23 parámetros) resultante se asigna una calidad al agua según la Tabla siguiente:

Entre 100 y 90: Calidad Excelente.

Entre 90 y 80: Calidad Buena.

Entre 80 y 70: Calidad Intermedia.

Entre 70 y 60: Calidad Admisible.

Apartir de 60: Calidad Inadmisibile.

3.- **Parámetros biológicos.** Nos indican la cantidad de microorganismos que se concentran en el agua: los virus, las bacterias coliformes, los hongos (responsables de olores y sabores del agua), las algas verde-azuladas (que ocasionan problemas de olor, sabor, color y turbidez) y los protozoos (que son vehículos transmisores de enfermedades).

GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SEGÚN LOS VALORES DE DIFERENTES PARÁMETROS			
PARÁMETRO	No CONTAMINACIÓN	CONTAMINACIÓN DÉBIL	CONTAMINACIÓN FUERTE
OD (mg/l)	7	5	3
DBO (mg/l)	< 5	< 20	< 50
DQO (mg/l)	20 a 40		< 80

De todos los parámetros que establece la reglamentación se suelen emplear entre 23 y 48, pero los más utilizados son el OD, la DBO, la DQO, los sólidos disueltos y en suspensión, los compuestos de N, P, S y Cl, la dureza, la turbidez, los elementos tóxicos y los microorganismos patógenos.

El empleo de todos estos parámetros sólo nos indica el grado de calidad que posee el agua en el momento de la toma de la muestra, pero no nos informa de su estado anterior ni de su capacidad de autodepuración, de ahí que en la actualidad se preste mucha atención a los denominados “indicadores biológicos de contaminación”, es decir, determinadas especies cuya presencia es orientativa sobre los niveles de contaminación y las variaciones en las poblaciones por alteración del medio acuático.

#### a) Índices Compuestos

Para obtener una valoración general de la calidad del agua se han establecido fórmulas globales en las que se contemplan varios parámetros de los ya nombrados relacionando entre sí los más adecuados para medir la característica a estudiar y otorgarle a cada uno una escala de calidad y la importancia que le corresponde para formular de esta manera el índice que estábamos buscando.

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS SEGÚN EL GRADO DE CONTAMINACIÓN					
	CONTAMINACIÓN	CLASIFICACIÓN	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES (PPM)		BACTERIAS
			CONTENIDO NUTRIENTES	DBO <sub>5</sub>	Nº DE COLIFORMES POR LITRO
1	Sin contaminación	Oligosaprobio	1	5	20 – 50.000
2	Ligera		1 - 2	5 – 10	
3	Moderada	Mesosaprobio ( $\alpha$ )	2 - 6	10 – 20	50.000 – 100.000

4	Media		5 - 10	20 - 40	
5	Fuerte	Mesosaprobio ( $\beta$ )	7 - 13	40 - 70	100.000 - 1.000.000
6	Muy fuerte		10 - 20	70 - 95	
7	Fortísima	Polisaprobio	> 15	> 95	1.000.000 - 20.000.000

Estos índices pueden ser físicos y químicos (que reúnen ambas características del agua) y bióticos, que señalan la variación en la biocenosis. Todos ellos, unidos a los valores del medio, establecen una escala de 0 a 10 para expresar la “calidad biológica” del agua.

## 17.2. Características de las Aguas Residuales



La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) el agua residual es aquella que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a

su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar (las aguas de refrigeración no se consideran aguas residuales).

La clasificación de las aguas residuales deriva de sus características:

- **Físicas:** Color, olor, sabor; grasas, aceites; temperatura; conductividad; y, sólidos: totales, disueltos y en suspensión. Por ejemplo:
  - **Color:** varía en función del tiempo que transcurre desde que se genera hasta que llega al lugar de tratamiento o vertido (sin tratamiento) al medio receptor. Varía entre el tono beige claro (recién producida), a grisácea en función de las condiciones de septicidad que se dan en ellas (reducción o desaparición del oxígeno en el agua residual).
  - **Olor:** el agua residual “normal” no presenta olores, se producirán si la distancia entre el lugar de generación y el de tratamiento o vertido (sin tratamiento) es elevada, provocándose la disminución de oxígeno en el agua que da lugar a olores más o menos intensos. Es la característica

que, después del color, nos va a producir señales de “alarma” de que algo ha acompañado o está acompañando a las aguas residuales.

- **Temperatura:** es un parámetro muy importante, pues valores muy bajos (inferiores a 12°C) o altos (superiores a 20°C) producirá interferencia en el proceso de tratamiento. El aumento de la temperatura del agua residual respecto a la temperatura ambiente viene como consecuencia del uso de los calentadores domésticos calderas. También algunas industrias contribuyen por sus procesos productivos a elevar la temperatura. En la provincia de Málaga, en los municipios del interior, la temperatura media del agua residual de entrada en las EDAR está en invierno en el entorno de los 11-13°C y en verano en el entorno de los 22-25°C.
- **Conductividad:** tiene una gran importancia su control en la explotación de una EDAR, indica la presencia de sales disueltas, impurezas, que en la mayoría de los municipios malagueños interiores de la provincia provienen de descargas/vertidos de las actividades agroalimentarias. Si se pretende reutilizar el agua tratada para riego agrícola es fundamental su control, a fin de no superar determinados valores. Las ordenanzas municipales establecen el límite de vertido 3.500 micro-siemens/cm.
- **Materia sólida flotando:** papel, cartón, plástico, madera, heces, etc., que serán retiradas de las aguas y no se cuantificarán.
  - *Sólidos en suspensión:* son partículas que tienen un tamaño superior a 0,45 micras, que no pasarán por un filtro de 0,45 micras de poro. Por ejemplo: arena, limo, arcilla, diferentes microorganismos, etc. En los sólidos en suspensión están los sedimentables y los no sedimentable.
  - *Sólidos disueltos:* aquellos que pasarán a través del filtro.
- **Químicas:** Materia orgánica con carbohidratos, proteínas, grasas...; demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días ó DBO<sub>5</sub>, demanda Química de oxígeno ó DQO; biodegradabilidad; materia inorgánica con pH, acidez, N<sub>2</sub>, P, salinidad, gases (Oxígeno, Sulfuro de hidrógeno, Metano). Por ejemplo:
  - **DBO<sub>5</sub>** Indica la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual (vía biológica), mediante la diferencia de la

concentración de oxígeno disuelto en un agua durante un periodo de cinco días a 20°C, en oscuridad y pH neutro. Representa el oxígeno consumido por los microorganismos presentes en el agua residual al degradar los compuestos del carbono (materia orgánica carbonácea). Se expresa en mg de O<sub>2</sub>/l o en ppm (1 ppm. = 1 mg/L). Valores por encima de 30 mg O<sub>2</sub>/l pueden ser indicativos de contaminación en aguas continentales, aunque las aguas residuales pueden alcanzar una DBO de miles de mg O<sub>2</sub>/litro. Un valor aceptable es DQO<sub>5</sub> 25 mg O<sub>2</sub>/l.

- **DQO** Representa la cantidad de oxígeno consumido al oxidar químicamente las sustancias orgánicas y algunas inorgánicas (biodegradables y no biodegradables) sin intervención de los microorganismos (vía química), con una sustancia fuertemente oxidante como es el dicromato potásico en caliente. Es un parámetro mucho más rápido de obtener que la DBO<sub>5</sub>, consumo de oxígeno tanto por la materia orgánica biodegradable y no biodegradable en el agua residual. Se expresa en mg de O<sub>2</sub>/l o en p.p.m. (1 ppm. = 1 mg/l). Un valor aceptable es DQO 125 mg O<sub>2</sub>/l.
- **Biodegradabilidad.** Se calcula mediante la razón DBO<sub>5</sub>/ DQO y ofrece una idea de la naturaleza de los compuestos:
  - DBO<sub>5</sub>/ DQO > 0.4      Muy Biodegradable
  - DBO<sub>5</sub>/ DQO 0.2-0.4      Moderadamente Biodegradable
  - DBO<sub>5</sub>/ DQO < 0.2      Poco Biodegradable
- **Materia inorgánica:** pH, nutrientes (nitrógeno y fósforo) y gases. Por ejemplo, para no interferir en los procesos biológicos de depuración el pH ha de estar comprendido entre el siguiente rango 6,5<pH<8.5. En EDAR de los municipios del interior de la provincia de Málaga el pH 7,8.
- **Nitrógeno.** La Directiva 91/271/CEE distingue en las aguas residuales el nitrógeno presente en varias formas: como ión amonio (NH<sub>4</sub>), mayoritariamente, y nitrógeno orgánico (N-orgánico), formando ambos el nitrógeno total Kjédhal (NTK), y en concentraciones reducidas en forma de nitritos (NO<sup>2-</sup>) y nitratos (NO<sup>3-</sup>). Todas las formas constituyen conjuntamente el Nitrógeno Total (N). Las formas oxidadas son los nitritos y nitratos, y las formas no oxidadas el nitrógeno amoniacal y el

orgánico. El nitrógeno total está limitado en los vertidos de zonas sensibles para no superar: 10 mg/l en las aglomeraciones urbanas superiores a 100.000 h y 15 mg/l en aglomeraciones urbanas entre 10.000 y 100.000h.

- **Fósforo.** Representa el nutriente principal de la eutrofización en los embalses, lagos, y en general en las masas de agua. Las aguas residuales lo contienen principalmente por los detergentes (domésticos e industriales) y fertilizantes (por la escorrentía de las tierras de cultivo). Los compuestos de fósforo se encuentra en forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), polifosfatos ( $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ) que se añaden a los detergentes y fósforo orgánico. La concentración de fósforo total en los vertidos de zonas sensibles está limitado, no pudiéndose superar los valores siguientes: 1 mg/l en las aglomeraciones urbanas superiores a 100.000 h y 2 mg/l en aglomeraciones urbanas entre 10.000 y 100.000 h.
- **Gases:**
  - **Oxígeno.** Disuelto en el agua es imprescindible para la vida, la concentración de oxígeno disuelto es un parámetro muy importante en el control de los vertidos. Los peces requieren una concentración de oxígeno mínima de entre 2 y 3 mg de  $\text{O}_2$ /l.
  - **Sulfuro de hidrógeno.** Se produce por la descomposición bacteriana de algunos compuestos orgánicos o la reducción bacteriana de los sulfatos y tiene un olor desagradable. Redes de alcantarillado supone un grave problema, que ha producido episodios de muerte en algunas ocasiones. Breves exposiciones a concentraciones de 140 mg/m<sup>3</sup> origina náuseas y conjuntivitis. Exposiciones a concentraciones superiores a 280 mg/m<sup>3</sup> originan pérdida de conciencia, parálisis respiratoria y muerte. Podemos decir que el olor del  $\text{H}_2\text{S}$  no es el principal problema en las redes de alcantarillado, sino la corrosión que se produce por la formación de ácido sulfúrico en la superficie interior de las tuberías.
  - **Metano.** Está producido por la acción de las llamadas bacterias metanogénicas que se desarrollan por ejemplo en: las aguas residuales, los vertederos de residuos urbanos, o el estómago

de los rumiantes. Además de por los riesgos a la salud de las personas, la emisiones de metano en una depuradora, como en cualquier otra actividad, contribuyen al efecto invernadero. Es necesario controlar y/o eliminar las emisiones de CH<sub>4</sub> a la atmósfera de las EDAR.

— **Biológicas:** Microorganismos, gérmenes, virus...

La composición típica de agua residual urbana es:

Sólidos en suspensión	300-400 ppm
DBO <sub>5</sub>	250-350 ppm
DQO	400-750 ppm
NTK	30-60 ppm
P-Total	10-20 ppm
Grasas y aceites	70-120 ppm

### 17.3. Sistemas de Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales

El interés del hombre por un abastecimiento de agua adecuado y por la utilización de sistemas para eliminar aguas residuales viene desde la Antigüedad. Se tienen datos, gracias a la existencia de restos arqueológicos, de letrinas neolíticas, restos de tuberías de arcilla, de fuentes y acueductos romanos, de desagües subterráneos para el abastecimiento de agua, etc. pero es en el siglo XVIII cuando el interés por la depuración y el tratamiento de las aguas para uso público alcanza un grado importante que continúa hasta nuestros días, sobre todo en los países desarrollados, donde es posible aplicar los mecanismos de depuración y tratamiento más eficaces, pero a su vez más costosos. Estos sistemas entran dentro de lo que podríamos considerar como el **ciclo de utilización del agua**.

#### a) *Tratamiento del Agua para Consumo*

El agua natural posee unas características físicas, químicas y biológicas que impiden su uso directo en la alimentación, por ejemplo, pues debe ser sometida a una serie de tratamientos y procesos que la conviertan en agua potable (carente de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas, de sabor, olor, color y turbidez desagradables). La potabilización se realiza en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) y los procesos que se llevan a cabo son de dos tipos:

**a.- Tratamiento global**, que consiste en aplicar diferentes procesos físicos (como la decantación, filtrado y tamizado) que permiten separar la partículas presentes

en el agua por su tamaño al sedimentar, y procesos químicos, como la coagulación y la floculación, que emplean sales minerales para formar agregados de partículas y su posterior precipitación.

**b.- Tratamiento especial**, como la desinfección, que puede realizarse de dos formas: la cloración, que es el método más empleado, dado que el cloro es un poderoso oxidante y desinfectante, barato y fácil de controlar, pero presenta el inconveniente de que aporta un sabor desagradable al agua; que el ozono y las radiaciones ultravioleta, que son procedimientos caros, pero más eficaces. Las cloraminas se suelen emplear en estaciones de tratamiento alejadas de las zonas de consumo, ya que éstas permanecen mucho más tiempo en el agua que el cloro libre. Por último, añadir los denominados “tratamientos de afine” como la neutralización, que reduce la acidez del agua empleando reactivos (sosa o cal), y el ablandamiento, para reducir la dureza del agua y evitar deposiciones calcáreas en las conducciones de la red de abastecimiento de agua potable.

#### *b) Autodepuración de las Corrientes Fluviales*

La autodepuración es un sistema que tiene lugar en las aguas naturales consistente en una serie de mecanismos de sedimentación de las partículas presentes en ellas y de procesos químicos y biológicos que producen la degradación de la materia orgánica existente para su conversión en materia inorgánica, que servirá de nutriente a las algas, aumentando su actividad fotosintética y enriqueciendo de O<sub>2</sub> el agua. Con ellos se elimina la materia extraña del agua y se restablece el equilibrio natural.

La autodepuración del río se basa pues en la existencia de seres vivos que son capaces de alimentarse de restos orgánicos y descomponerlos y en la regeneración continua del oxígeno disuelto (OD) en el agua mediante la reaireación y la actividad fotosintética de la vegetación acuática.

En un río con una suficiente cantidad de OD, las sustancias orgánicas se transforman en nutrientes minerales para las algas, por la actividad de bacterias aerobias. Éstas y las algas sirven de alimento a los protozoos, a los crustáceos y a los moluscos, que, a su vez, son comidos por los peces. La muerte y la descomposición de todos ellos cierran el ciclo al devolver los nutrientes a la vegetación.

Cuando a una corriente llegan volúmenes de aguas residuales relativamente importantes respecto al propio caudal del río, se pueden distinguir zonas en la corriente fluvial:

- **Zona de degradación.** La zona inmediatamente aguas abajo del vertido presenta un aspecto sucio, antiestético y a veces maloliente. Aquí se ven peces y aves que se alimentan de desechos. También comienza la descomposición bacteriana de la materia orgánica, que consume gran cantidad de oxígeno. El OD disminuye rápidamente hasta una saturación del 40% (4 ppm).
- **Zona de descomposición activa (zona séptica).** El aspecto del agua se hace más oscuro y putrefacto. El contenido de OD es muy bajo e incluso nulo en algunos puntos y la DBO es muy elevada, presentando valores de 15 a 100 mg/l. Los organismos que viven en esta zona reciben el nombre de polisaprobios (seres vivos de agua muy sucia), como son ciertos “hongos del agua de cloaca”, gusanos Tubifex, larvas de insectos “colas de rata” (del género *Eristalomyia*) y grandes poblaciones de bacterias descomponedoras, algunas de ellas anaerobias.
- **Zona de recuperación.** El agua va recuperando su aspecto natural. Aumenta paulatinamente la cantidad de organismos verdes como cianobacterias o algas, que reponen el oxígeno disuelto. Por otro lado, las bacterias aerobias terminan de descomponer la materia orgánica. Los animales, como algunos insectos y crustáceos, empiezan a poblar las aguas, si no hay nuevas contaminaciones, la captación de los elementos nutritivos por los organismos del propio cauce y la oxigenación natural del agua acaban por retornar al río en unas condiciones relativamente normales, con agua limpia, flora y fauna.

Este mecanismo autodepurativo funciona sólo mientras no haya una sobrecarga de contaminantes. Además, las sustancias lentamente degradables o no biodegradables no pueden ser eliminadas por estos procesos naturales de dilución y descomposición.

De este modo, cuando a lo largo de una corriente fluvial se ubican ciudades, granjas e industrias, el río recibe nuevos aportes antes de purificarse espontáneamente y acaba siendo una cloaca.

Para evitarlo, existen sistemas de tratamiento de las aguas residuales que eliminan la mayor parte de los contaminantes antes de verterlas al río o al mar.

### c) *Sistemas de Depuración de las Aguas Residuales*

Los sistemas de depuración de las aguas contaminadas o residuales consisten en una serie de procedimientos que tratan de devolver al medio natural al agua, una vez empleada para diferentes usos, con unas características físicas, químicas y biológicas lo más parecidas a su estado natural o, al menos, con unas características que hagan posible que el receptor y sus mecanismos de autodepuración recuperen ese estado natural.

El tipo y el grado de tratamiento a que debe someterse el agua dependen del tipo y del grado de contaminación que contiene, de la capacidad de dispersión en el medio receptor, de la calidad y fragilidad de este y de la función que se dará al agua resultante.

a) *Sistemas de Depuración Natural o Blanda*

Los sistemas de depuración natural se basan en reproducir los procesos de autodepuración bajo condiciones especiales. Estos mecanismos requieren poco gasto de instalación y mantenimiento, puesto que apenas emplean equipos mecánicos o eléctricos, y son adecuados para aguas residuales procedentes de pequeños núcleos de población y zonas con pocos recursos económicos.

Entre los modelos empleados destacamos el **lagunaje**, que consiste en la depuración biológica de aguas residuales mediante la construcción de lagunas artificiales, poco profundas, que se llenan con el agua objeto de depuración. Ésta permanece allí durante meses, donde tiene lugar una sedimentación de materiales sólidos en suspensión y una degradación de la materia orgánica por vía aerobia o anaerobia. El tiempo y la acción de estos microorganismos llevan a una depuración del agua contaminada.

Existen tres tipos de lagunas según el proceso biológico que se lleve a cabo:

- a) **Lagunas aerobias**. Son estanques excavados en la tierra, poco profundos y de extensa superficie con el fin de facilitar los procesos de descomposición aerobia de la materia orgánica del agua residual.
- b) **Lagunas anaerobias**. Son estanques de pequeña superficie, pero muy profundos para crear condiciones de anoxia que favorezcan los procesos de descomposición anaerobia.
- c) **Lagunas facultativas**. Combinan ambos procesos.

Existen otros sistemas como los **filtros verdes**, que consisten en terrenos cubiertos de vegetación arbórea de crecimiento rápido (chopos), sobre los que se

realiza el vertido de aguas residuales y que por medio de los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo en los que intervienen los microorganismos que en él se encuentran, se produce su depuración.

*b) Sistemas de Depuración Tecnológica o Dura*

La depuración tecnológica se realiza por medio de un conjunto de mecanismos existentes en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), en las que se utilizan una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, combinados o aislados, con el fin de conseguir una concentración o transformación de los contaminantes presentes en el agua residual, de forma que éstos puedan ser eliminados o reducidos, y se devuelva al receptor agua con alteraciones mínimas.

TRATAMIENTOS		
FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
Desbaste de sólidos	Coagulación emulsionones	Lagunaje
Desarenado	Neutraización	Lagunas aireadas
Eliminación de grasas y aceites	Precipitación	Biodiscos, biocilindros
Decantación de sólidos	Redox	Filtros biológicos
Flotación		Fangos activos
Ósmosis inversa, electrolisis		Nitrificación-Desnitrificación
Filtración sobre arena		Digestión anaerobia
Micro y Ultrafiltración		
Evaporación, Adsorción		

Estos sistemas requieren unas inversiones grandes en instalaciones, equipos y energía, de ahí que existan dificultades para una mayor extensión de su aplicación en países o poblaciones con baja potencialidad económica y social. La ventaja que presentan respecto a los sistemas de depuración blanda es la mayor rapidez y el mayor volumen de depuración.

No todas las instalaciones y equipos de las plantas depuradoras son iguales, puesto que las características y procesos que realizan dependen de la naturaleza del agua residual a depurar, es decir, si procede exclusivamente de usos domésticos o si contiene vertidos agrícolas e industriales, y del volumen de agua residual a depurar ( $m^3/día$ ).

En una estación depuradora convencional podemos diferenciar:

- a) **Línea de agua.** Es el camino que recorre el agua residual desde su llegada a la instalación, pasando por distintos tratamientos, hasta su vertido final al receptor.

- b) **Línea de fangos, lodos o biosólidos.** Resulta de concentrar los contaminantes presentes, que siguen un recorrido distinto dentro de la depuradora y tienen otros tratamientos, en el agua residual.
- c) **Línea de gas.** Está formada por el proceso a que es sometido el biogás generado en el tratamiento de los lodos o fangos.

c) *Línea de Agua*

Los tratamientos que constituyen la línea de agua son:



**Pretratamiento.** Es la separación de sólidos en suspensión o flotantes de gran tamaño y densidad (trapos, palos, hojas, plásticos, cuerpos de gran volumen, arenas, piedras y ciertas grasas), que llegan al colector de entrada de la estación depuradora y cuya presencia en el agua podría ocasionar grandes alteraciones en conducciones y bombas de la instalación o impedir otras fases del tratamiento. Para ello se realizan los siguientes procesos:

- **Desbaste o retención**, a través de rejas gruesas o finas de los materiales más voluminosos. Posteriormente, y mediante una cinta transportadora, se depositan en contenedores para su transporte a vertederos municipales o incineradoras.
- **Desarenado** o sistema de circulación del agua en cámaras a velocidades controladas para provocar el depósito de arenas en el fondo y su posterior extracción y eliminación. Para evitar malos olores se procede a inyectar aire durante este proceso.
- **Desengrasado** o eliminación de grasas, aceites y otros materiales flotantes como pelos o fibras. Se lleva a cabo mediante los mismos procesos que en el caso anterior, por lo que al controlar la velocidad del agua, las grasas, menos densas, se quedan en la superficie. Además, la inyección de aire (aireación) facilita aún más la permanencia en superficie de los materiales antes citados, que son retirados con dispositivos de recogida superficial. Ambos procesos, desarenado y desengrasado, se suelen realizar juntos.

**Tratamiento primario.** Consiste en la separación por medios físicos de sólidos en suspensión y material flotante que no han sido retenidos en el pretratamiento. Hay muy pocas plantas que finalizan la depuración con este tratamiento, que incluye los procesos siguientes:

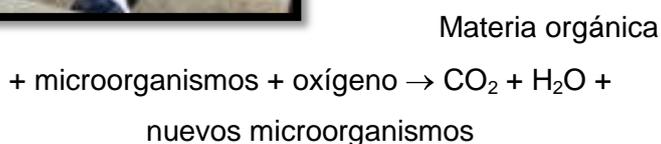
- **Sedimentación primaria.** Se lleva a cabo en los decantadores primarios que, básicamente, son piscinas donde se separan por gravedad las partículas o sólidos en suspensión de mayor densidad. En los decantadores primarios se elimina un 60% de los sólidos en suspensión y un 30% de la materia orgánica. Los fangos decantados se evacúan de forma periódica para ser tratados posteriormente.
- **Flotación con aire.** Para eliminar sólidos en suspensión con una densidad próxima a la del agua, así como grasas, se introducen burbujas de aire finas en el agua residual. Éstas se fijan a las partículas y las hacen flotar. Así pueden ser retiradas de la superficie.
- **Coagulación y floculación.** Las partículas coloidales presentes en el agua se desestabilizan usando coagulantes y se agrupan en flóculos, que son retirados por decantación o flotación.
- **Neutralización.** Emplea diversos compuestos químicos que ajustan el pH a un valor idóneo para el tratamiento posterior.

**Tratamiento secundario.** También se llama tratamiento biológico, porque en él



participan microorganismos vivos. Es un conjunto de procesos biológicos complementados con un sistema de decantación secundario cuya finalidad es eliminar la materia orgánica presente en el agua residual y, por tanto, reducir la DBO de las aguas residuales.

El proceso se basa en la descomposición de la materia orgánica por la acción de organismos aerobios, como sucede de forma natural en los ríos. En resumen, lo que ocurre es la siguiente reacción:



La mayor parte de las EDAR vierten las aguas



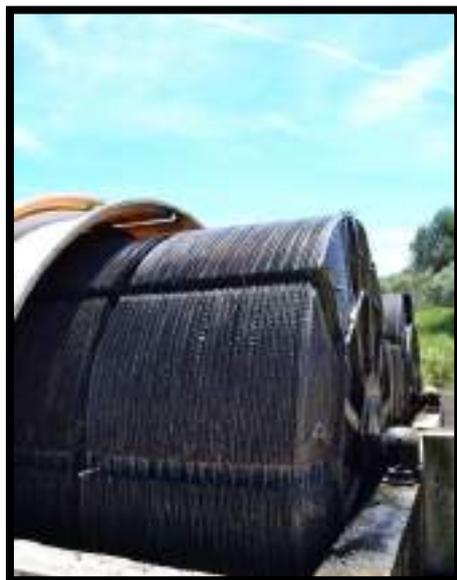
a los ríos, lagos o mares tras este tratamiento. Para realizar los tratamientos secundarios se han desarrollado varios métodos que aparecen descritos a continuación.

- **Lodos activados.** Consiste en colocar el agua residual en depósitos de grandes dimensiones bajo condiciones aerobias de modo que las bacterias presentes en el agua o las que se añadan para agilizar el mecanismo degraden la materia orgánica mediante procesos de oxidación. Para ello se necesita un aporte de oxígeno, realizada mediante turbinas o difusores, que



da lugar al crecimiento de microorganismos (bacterias, hongos, etc.). La mezcla de microorganismos descomponedores con el agua residual se agita continuamente para facilitar el contacto y para evitar la sedimentación de los flóculos que se forman.

Después de un tiempo, se envía esa mezcla un clarificador o decantador secundario, en el cual se separan del agua, por sedimentación los fangos o lodos (masa de microorganismos con restos de materia orgánica). Un porcentaje de estos fangos se devuelve al tanque de aireación para mantener en él la suficiente biomasa activa, mientras que el resto se somete aún proceso de



tratamiento. Con este proceso se elimina entre un 85 y un 90% de la DBO.

Para que todo este procedimiento se desarrolle con normalidad es necesario que se controle la cantidad de  $O_2$  presente en los depósitos, la temperatura, el pH y las sustancias tóxicas que se puedan generar o introducir.

- **Lechos bacterianos.** Este método de depuración consiste en hacer pasar el agua residual a través de un filtro de varios metros de altura formado por una masa de piedras de unos 10 cm de diámetro, en cuya superficie los microorganismos descomponedores forman una película. Los filtros están provistos de drenajes en la parte inferior para recoger el agua depurada y se mantienen en condiciones aerobias.



**Tratamiento terciario.** Son métodos avanzados, complementarios o alternativos, realizados para extraer materia orgánica suplementaria no eliminada anteriormente o para eliminar ciertos contaminantes específicos que permanecen después de un tratamiento secundario, como son los metales pesados, el fósforo, el nitrógeno, los isótopos radiactivos y las sustancias inorgánicas. Reducir. Estos procedimientos resultan caros, y se aplican en pocas estaciones depuradoras. Su empleo posibilitaría la reutilización del agua depurada.

Se utilizan diversos métodos especializados, como la adsorción, el cambio iónico, la ultrafiltración, la ósmosis inversa o la electrodiálisis. Son tratamientos muy costosos tanto por su construcción como por su operación y mantenimiento, por lo que sólo se utilizan cuando los vertidos presentan determinadas concentraciones de las citadas sustancias.

**Desinfección.** Es un tratamiento final destinado a evitar problemas de salud debido a la existencia de bacterias y virus patógenos en el agua. Su utilización está en función del grado de eficacia de los tratamientos anteriores. Se suelen aplicar procesos como la radiación ultravioleta, la cloración, que emplea cloro en forma de gas; la ozonización, o empleo de O<sub>3</sub>, aunque encarece el tratamiento.

Como resultado de los procesos a los que ha sido sometida el agua residual, se ha originado una concentración de contaminantes, de apariencia líquida, que se denominan fangos o lodos, cuyo tratamiento se realiza en la línea d fangos como analizaremos a continuación.

d) *Línea de Fangos o Biosólidos*

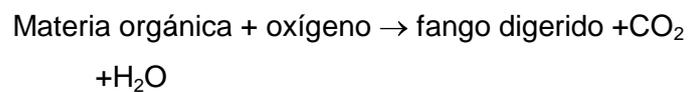
Comprende los siguientes procesos:

**Espesamiento de fangos.** Su finalidad es reducir el volumen de los mismos eliminando la mayor parte del agua que contienen, lo que facilita su manejo y el

rendimiento de los tratamientos posteriores. Para ello se emplean los espesadores que se basan en mecanismos de gravedad o flotación.



**Estabilización de los fangos.** Se utiliza para eliminar la materia orgánica presente en ellos. Este proceso se puede realizar por vía aerobia o anaerobia. En la estabilización aerobia se produce la oxidación de la materia orgánica presente en los fangos, para lo cual se necesita un aporte de oxígeno, y se airean los fangos de forma que los microorganismos puedan actuar.



Esto eleva el coste del tratamiento, por lo que es un sistema que se emplea en pequeñas instalaciones. En la mayoría de las estaciones depuradoras se realiza estabilización anaerobia en los digestores, que son depósitos cerrados donde tienen lugar reacciones de fermentación que estabilizan la materia orgánica, transformándola en ácidos y gases, como el metano y el dióxido de carbono, que forman el llamado **biogás**, utilizado en la actualidad en algunos procesos industriales como combustible.

**Acondicionamiento químico.** Se realiza mediante la adición de compuestos de dicha naturaleza (cal, cloruro férrico) o calor a presión, para provocar la coagulación de sólidos y facilitar el siguiente proceso.



**Deshidratación.** Se lleva a cabo mediante secado, filtro prensa y centrifugación, para eliminar el agua que todavía contienen los fangos. Éstos pueden ser recogidos para su traslado a vertederos, o sufrir procesos de incineración o fabricación de compostaje para su posterior

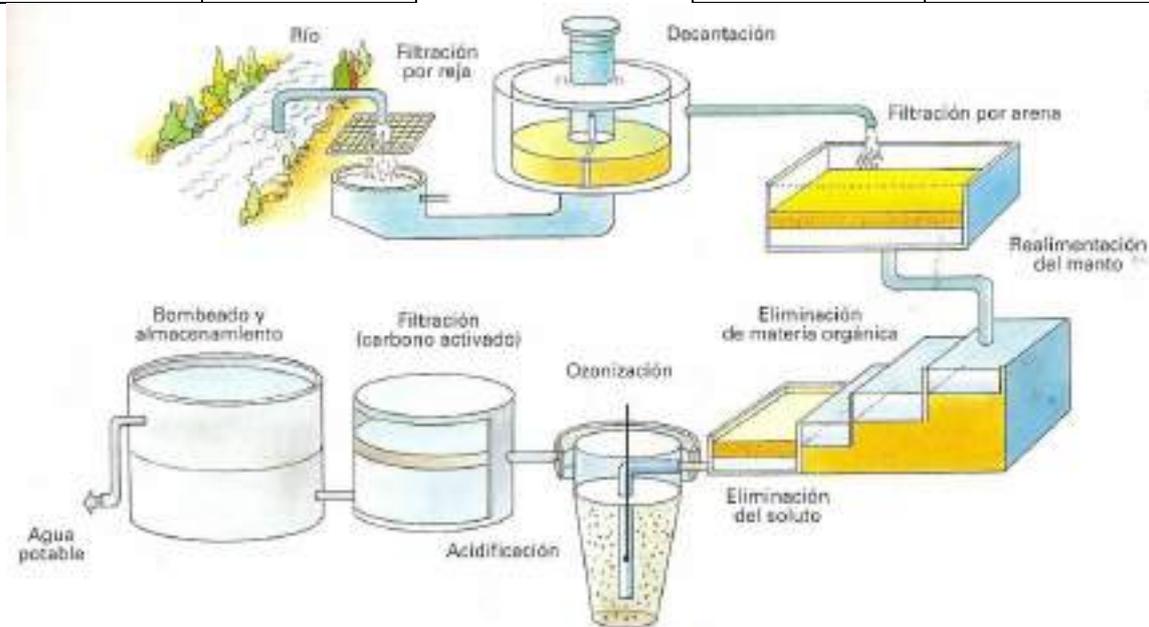
aplicación a la agricultura.

#### e) Línea de Gas

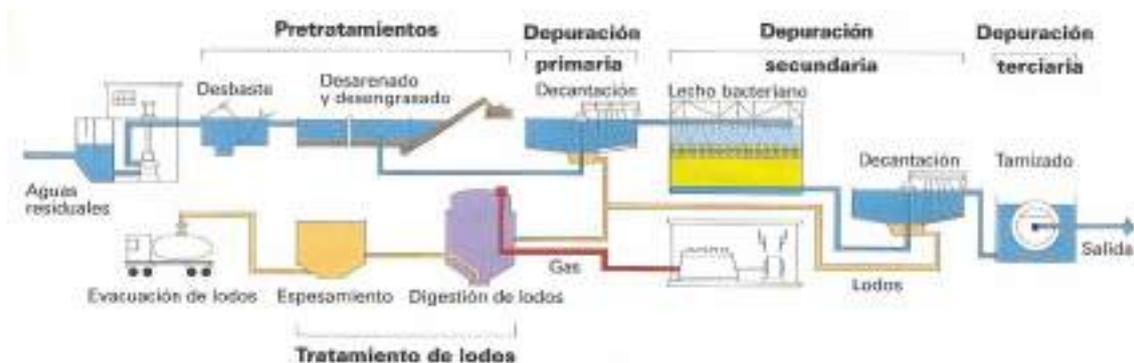
El gas resultante de la digestión de fangos constituye la llamada línea de gas, ya que puede ser reutilizado para aportar parte de la energía que la planta depuradora necesita para su funcionamiento. El gas que no es utilizado se suele quemar en una antorcha que tienen las estaciones depuradoras.

Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas en una EDAR				
1.	2. Tratamiento	3. Tratamiento	4. Tratamiento	5. Tratamiento de

Pretratamiento	primario	secundario o biológico	terciario	lodos
Desengrasado Desarenado Desbaste	<p><b>Misión:</b> Elimina por medios físicos partículas en suspensión en decantadores primarios</p> <p><b>Métodos:</b> Sedimentación primaria Flotación con aire Coagulación y floculación Neutralización</p>	<p><b>Misión:</b> Elimina sustancias orgánicas en decantadores secundarios (con o sin O<sub>2</sub>) de la materia</p> <p><b>Métodos:</b> Lodos activados Lechos bacterianos Desinfección</p> <p><b>Resumen del proceso:</b> Materia orgánica + bacterias + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + nuevas colonias bacterianas</p>	<p><b>Misión:</b> Metales pesados P.P. Isótopos radiactivos Sustancias inorgánicas</p> <p><b>Métodos:</b> Costosos como: Adsorción Cambio iónico Ultrafiltración</p>	<p><b>Métodos:</b> Concentración en espesadores Eliminación en digestores (con o sin O<sub>2</sub>) de la materia orgánica con producción de biogás (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>) Secado Incineración Evaluación</p> <p><b>Aplicaciones:</b> Para fabricar abonos (compost) Para obtener combustible (biogás)</p>



Esquema de tratamiento de potabilización de las aguas de un río



Esquema de los procesos que tienen lugar en una EDAR



Esquema de la línea de fangos de una depuradora

#### 17.4. Efectos de las Obras Hidráulicas

Aunque son necesarias para regular los recursos hídricos, las obras públicas que intervienen sobre sistemas acuáticos conllevan importantes perjuicios que hay que valorar.

##### a) Presas

Frente a las ventajas que aporte la construcción de una presa, se oponen numerosos inconvenientes:

- Se altera el territorio de modo irreversible, al sumergir grandes áreas bajo el agua. Paradójicamente, se transforman las fértiles tierras cultivables de los valles fluviales en embalses que servirán luego para abastecer cultivos de regadío. A menudo se pierden también bosques y otros ecosistemas valiosos.
- Los canales de riego que se generan a partir de los embalses concebidos para ese fin conllevan con frecuencia problemas de eutrofización y salinización de las aguas. Los suelos también se salinizan en tierras de regadío en clima cálido, por la intensa evaporación.
- En numerosos casos, en países en desarrollo, como la India, los productos alimentarios generados en las tierras de regadío se destinan a la exportación, para enriquecimiento de unos pocos terratenientes, y no

alimentan a los más necesitados, que suelen ser los que pierden sus casas y medios de subsistencia al inundarse los valles.

- Se produce el desplazamiento de la población, a veces masivamente. Se calcula que más de 30 millones de personas se han desalojado desde los años treinta a la actualidad. En países en desarrollo es muy frecuente la falta de programas de reinstalación de esas gentes, que nunca recuperan sus antiguos niveles de vida.
- Desde un punto de vista ecológico, la construcción de una presa dificulta o impide la migración de peces (anguila, salmón, lamprea, esturión), así como el desplazamiento de elementos nutritivos aguas abajo. Disminuye la biodiversidad, sobre todo de peces.
- Se altera el nivel de las capas freáticas y el intercambio de bienes comerciales y culturales a lo largo del río.
- Impide la navegación fluvial y el intercambio de bienes comerciales y culturales al largo del río.
- Retiene sedimentos que nunca llegarán a la desembocadura, lo cual es especialmente grave en el caso de los deltas, que van retrocediendo. Simultáneamente, esos sedimentos van colmatando el embalse, que quedará inutilizado al cabo de un tiempo.
- Provoca un considerable impacto visual en el paisaje. Éste será tanto mayor cuanto más grande sea la presa. El tamaño de la misma no sólo influye en el aspecto paisajístico, también es importante en el resto de alteraciones hasta ahora descritas: a mayor presa, mayores repercusiones. Además influye el tipo de presa construida: las presas de gravedad, hechas con materiales sueltos, pueden recubrirse con vegetación autóctona, enmascarando en cierta medida la infraestructura. En cambio, las presas de fábrica, como las de hormigón, causan mayor impacto.
- La construcción de presas y el control del agua que implica pueden acarrear graves conflictos sociopolíticos, sobre todo cuando afecta a varios países: quienes controlan la cuenca superior, controlan el caudal del río. Hay al menos 70 focos de tensión relacionados con el agua en el mundo (Oriente Próximo, Asia, ciertas zonas de América Latina y de África).

Cuando se proyecta una presa, se realiza una **evaluación de impacto ambiental (EIA)**, para valorar las repercusiones negativas que puede traer consigo el desarrollo de las obras y su uso posterior. La EIA es previa a la ejecución de las obras y suele descomponerse en tres fases: construcción, operación y abandono. Si la EIA es negativa, deben plantearse alternativas al proyecto inicial que sean menos impactantes.

*b) Encauzamiento y Rectificado de Cursos Fluviales*

Los principales impactos derivados de estas prácticas son la destrucción de valiosos ecosistemas, como los bosques de ribera o galería, junto con la alteración drástica del hábitat e los peces y otra fauna fluvial que se aloja en el cauce natural del río.

Además, el agua confinada por canalizaciones o diques fluye más deprisa y con más violencia, aumentando su fuerza erosiva e intensificando los efectos devastadores de las riadas, cuando se producen.

En el caso de España, los planes hidrológicos de cuenca incluyen la realización de encauzamientos a lo largo de más de 1.000 km de ríos. Esto supone la desaparición de un millón de árboles y la inversión de 400.000 millones de pesetas de dinero público.

*c) Trasvases*

Las conexiones entre las cuencas de los ríos suponen alterar de manera irreversible el caudal del río donante y son origen de profundos desequilibrios ecológicos y conflictos sociales. Por ejemplo, el trasvase Tajo-Segura prometía agua abundante a los agricultores de la Cuenca del Segura, que multiplicaron sus regadíos. Pero la experiencia ha demostrado que el río Tajo no tiene capacidad suficiente para aportar tanta agua, y cada año se repite el conflicto entre los agricultores de la cuenca del Segura, que demandan agua, y los de la cuenca del Tajo, que la ven pasar sin poder usarla. El concepto de “agua excedentaria” (aquella que puede ser trasvasada de una cuenca a otra) es virtual ya que, si se tienen en cuenta las necesidades ecológicas del río, es difícil que ese concepto se materialice en la realidad.

## 18. ANEXO V: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE NELSON PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA EN EL SECTOR INDUSTRIAL POR ÁREAS FUNCIONALES (DATOS DEL SIMA)

ACTIVIDADES ECONÓMICAS CNAE93																			
		Agricultura, ganadería, caza, selvicultura (sector primario)			Extracción productos energéticos			Industria manufacturera			Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua			Construcción			Comercio y reparaciones		
Municipio/Área Funcional	Población Total Municipio	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice
Benahavis	1513	29	1,92		2	0,132	1	23	1,52		1	0,07		83	5,49		78	5,16	
Benalmádena	34565	169	11,17		2	0,006		601	1,74		52	0,15		1.618	4,68		2.157	6,24	
Casáres	3387	137	9,05		5	0,148	1	137	4,04	2	7	0,21		347	10,25		93	2,75	
Estepona	43109	495	32,72	1	1	0,002		665	1,54		71	0,16		3.714	8,62		3.006	6,97	
Fuengirola	49675	314	20,75		6	0,012		945	1,90		89	0,18		2.902	5,84		3.738	7,52	
Istán	1343	25	1,65		0	0,000		22	1,64		5	0,37	1	144	10,72	1	50	3,72	
Manilva	6303	113	7,47		4	0,063		162	2,57		6	0,10		637	10,11		290	4,60	
Marbella	100036	893	59,02	2	5	0,005		1.443	1,44		196	0,20		6.143	6,14		8.523	8,52	1
Mijas	46232	402	26,57		9	0,019		809	1,75		53	0,11		3.359	7,27	1	3.486	7,54	
Ojén	2041	26	1,72		1	0,049		24	1,18		9	0,44	2	234	11,46		137	6,71	
Torremolinos	44772	203	13,42		5	0,011		812	2,11		53	0,12		1.553	3,47		3.500	7,82	1
Media			16,86			0,04			1,92			0,19			7,64			6,14	
Desviación Típica			17,37			0,053			0,79			0,12			2,73			1,85	
Especializado (Media+DT)			34,23			0,094			2,71			0,31			10,37			7,99	
Muy Especializado (Media+2DT)			51,59			0,147			3,49			0,42			13,09			9,83	
Polarizado (Media+3DT)			68,96			0,200			4,28			0,54			15,82			11,68	

ACTIVIDADES ECONÓMICAS CNAE93																			
		Hostelería			Transporte, almacenamiento y comunicaciones			Intermediación financiera			Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales			Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria			Educación		
Municipio/Área Funcional	Población Total Municipio	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice	Población Ocupada	%	Índice
Benahavis	1513	98	6,48		21	1,39		8	0,53		49	3,24		107	7,07	2	16	1,06	
Benalmádena	34565	3.040	8,80	1	1.128	3,26	1	261	0,76		1.110	3,21		1.084	3,14		688	1,99	1
Casáres	3387	73	2,16		67	1,98		13	0,38		61	1,80		81	2,39		32	0,94	
Estepona	43109	2.667	6,19		609	1,41		293	0,68		1.441	3,34		1.246	2,89		806	1,87	1
Fuengirola	49675	3.313	6,67		963	1,94		357	0,72		1.739	3,50		1.118	2,25		951	1,91	1
Istán	1343	62	4,62		10	0,74		7	0,52		23	1,71		75	5,58	1	13	0,97	
Manilva	6303	313	4,97		72	1,14		13	0,21		173	2,74		262	4,16		77	1,22	
Marbella	100036	8.430	8,43	1	1.859	1,86		1.029	1,03	1	4.385	4,38	2	2.867	2,87		1.601	1,60	
Mijas	46232	2.749	5,95		925	2,00		368	0,80		1.513	3,27		912	1,97		565	1,22	
Ojén	2041	122	5,98		17	0,83		5	0,24		80	3,92	1	60	2,94		17	0,83	
Torremolinos	44772	3.569	7,97	1	1.389	3,10	1	386	0,86	1	1.383	3,09		1.248	2,79		841	1,88	1
Media			6,20			1,79			0,61			3,11			3,46			1,41	
Desviación Típica			1,89			0,82			0,26			0,80			1,56			0,45	
Media+DT			8,09			2,61			0,87			3,91			5,02			1,86	
Media+2DT			9,97			3,43			1,13			4,70			6,58			2,30	
Media+3DT			11,86			4,25			1,39			5,50			8,14			2,75	

ACTIVIDADES ECONÓMICAS CNAE93							
		Actividades sanitarias y veterinarias, servicio social			Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad		
Municipio/ Área Funcional	Poblacion Total Municipio	Poblacion Ocupada	%	Índice	Poblacion Ocupada	%	Índice
Benahavís	1513	8	0,53		33	2,18	
Benalmádena	34565	651	1,88	1	630	1,82	
Casáres	3387	31	0,92		50	1,48	
Estepona	43109	639	1,48		773	1,79	
Fuengirola	49675	727	1,46		757	1,52	
Istán	1343	6	0,45		10	0,74	
Manilva	6303	58	0,92		79	1,25	
Marbella	100036	1.817	1,82	1	1.702	1,70	
Mijas	46232	596	1,29		641	1,39	
Ojén	2041	32	1,57		21	1,03	
Torremolinos	44772	868	1,94	1	686	1,53	
Media			1,30				1,49
Desviacion Típica			0,53				0,40
Media+DT			1,82				1,89
Media+2DT			2,35				2,29
Media+3DT			2,87				2,68

## 19. ANEXO VI: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE NELSON PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA EN EL SECTOR AGRARIO POR ÁREAS FUNCIONALES (DATOS DEL SIMA)

Municipio/ Área Funcional	Superficie total de tierras (ha)	TIPOS DE CULTIVOS																				
		Cereales para la producción de grano (Trigo blando y duro, cebada, avena, maíz en grano)			Leguminosas (garbanzos, judías, lentejas, guisantes, habas, habonillos y otras leguminosas para grano)			Patata			Algodón			Plantas aromáticas, medicinales y especias			Forrajes (raíces, tubérculos, maíz y leguminosas cosechadas en verde y otros forrajes verdes anuales)			Hortalizas, melones y fresas. Al aire libre o en abrigo		
		ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice
Benahavís	286,46		0,00		0	0		0,11	0,04							20,00	6,98	2	0,27	0,09		
Benalmádena	20,64	1	4,84	1	0	0		0,20	0,97	2						0,50	2,42		0	0,00		
Casares	5977,15	199	3,33		32	0,53		0,70	0,01		11	0,18				258,28	4,32		5,15	0,09		
Estepona	1442,47	15	1,04		0,5	0,04		2,55	0,18					2,22	0,15	16,65	1,15		12,05	0,84	1	
Fuengirola	12,58	0,5	3,97		0	0			0,00						0,00	0,00		0	0,00			
Istán	243,11		0,00		0,5	0,2		0,03	0,01						0,00	0,00		0,73	0,30			
Manilva	590,77	22	3,72		6,6	1,12			0,00						5,00	0,85		0,9	0,15			
Marbella	583,63	5,7	0,97		37	6,26	2		0,00						0,00	0,00		0,91	0,16			
Mijas	1604,74	29	1,79		5	0,31		1,42	0,09						13,60	0,85		5,2	0,32			
Ojén	143,29	1	0,70		0,1	0,03		0,27	0,19						0,30	0,21		1,66	1,16			
Torremolinos	28,19		0,00		0	0			0,00						0,50	1,77		0	0,00			
Media			1,85			0,77			0,14							1,69			0,28			
Desviación Típica			1,79			1,85			0,29							2,19			0,38			
Especializado (Media+DT)			3,65			2,62			0,42							3,88			0,66			
Muy Especializado (Media+2DT)			5,44			4,47			0,71							6,07			1,04			
Polarizado (Media+3DT)			7,24			6,33			0,99							8,26			1,41			

Municipio/ Área Funcional	Superficie total de tierras (ha)	TIPOS DE CULTIVOS																				
		Flores y plantas ornamentales Semillas y plantas destinadas a la venta			Barbechos			Huerto para consumo familiar (menor a 500 m <sup>2</sup> )			Cítricos			Frutales originarios de clima templado			Frutales originarios de clima subtropical			Bayas		
		ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice	ha	%	Índice
Benahavís	286,46	0,5	0,00		2,0	0,7		0,07	0,02		3,5	1,22			0,00		4,73	1,65				
Benalmádena	20,64	0	0,00		0,0	0,0		0,07	0,34	1	0,5	2,37			0,00		5,06	24,52				
Casares	5977,15	8,5	0,14		311,9	5,2		0,72	0,01		389,8	6,52		0,25	0,00		26,61	0,45				
Estepona	1442,47	20,6	1,43		21,5	1,5		1,97	0,14		227,2	15,75	1		36,5	2,53		100,25	6,95		0,05	0,0035
Fuengirola	12,58	0	0,00		0,0	0,0		0,02	0,16		0,4	3,18			0,00			1,6	12,72			
Istán	243,11	0	0,00		4,3	1,7		0,49	0,20	1	49,0	20,17	2	51,64	21,24	2	60,17	24,75	2			
Manilva	590,77	0	0,00		96,5	16,3	2	0,37	0,06		0,9	0,15		0,6	0,10		3,25	0,55				
Marbella	583,63	25	4,28	2	43,8	7,5		0,11	0,02		4,2	0,71			0,00		38,57	6,61				
Mijas	1604,74	0,07	0,00		52,0	3,2		1,05	0,07		25,0	1,56		2,62	0,16		318,84	19,87	1			
Ojén	143,29	0	0,00		8,2	5,7		0,23	0,16		3,2	2,23			2,56	1,79		9,89	6,90			
Torremolinos	28,19	0	0,00		0,0	0,0		0,04	0,14		0,8	2,84		0,19	0,67		2,91	10,32				
Media			0,53			3,81			0,12			5,16			2,41			10,48				
Desviación Típica			1,31			4,89			0,10			6,62			6,30			9,01				
Especializado (Media+DT)			1,85			8,70			0,22			11,78			8,71			19,49				
Muy Especializado (Media+2DT)			3,16			13,59			0,32			18,40			15,02			28,49				
Polarizado (Media+3DT)			4,48			18,48			0,41			25,02			21,32			37,50				

Municipio/ Área Funcional	Superficie total de tierras (ha)	TIPOS DE CULTIVOS																							
		Frutales de fruto seco			Aceitunas (de mesa y de almazare)			Uva (de mesa, para pasas y de vinificación)			Viveros			Otros cultivos leñosos (al aire libre y en invernadero)			Prados y praderas permanentes			Otras superficies utilizadas para pastos			Otras superficies que no se utilizan a efectos de producción		
		ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice	ha	%	índice
Benahavís	286,46	0,00	0,00		0,24	0,08		0,00	0,00		2,0	0,70		0,10	0,03		80,0	27,93		100,0	34,91		67,7	23,63	
Benalmádena	20,64	0,00	0,00		8,81	42,68		0,00	0,00		0,0	0,00		0,00	0,00		1,5	7,27		0,2	0,97		2,86	13,86	
Casares	5977,15	6,64	0,11		42,85	0,72		26,28	0,44		0,0	0,00		11,40	0,19		1465,8	24,52		1816,1	30,38		1365,12	22,84	
Estepona	1442,47	4,70	0,33		23,58	1,63		7,40	0,51		11,5	0,80		3,66	0,25		418,9	29,04		311,3	21,58		203,12	14,08	
Fuengirola	12,58	0,00	0,00		6,85	54,45	1	0,00	0,00		0,0	0,00		0,00	0,00		3,1	24,48		0,0	0,00		0,13	1,03	
Istán	243,11	7,26	2,99		29,97	12,33		1,00	0,41		0,0	0,00		3,66	1,51		3,5	1,42		6,4	2,64		24,58	10,11	
Manilva	590,77	0,00	0,00		5,09	0,86		131,83	22,31	3	0,0	0,00		0,00	0,00		281,6	47,66	2	0,0	0,00		36,12	6,11	
Marbella	583,63	16,56	2,84		54,57	9,35		0,00	0,00		1,9	0,33		0,50	0,09		11,0	1,88		330,3	56,59	2	13,19	2,26	
Mijas	1604,74	22,55	1,41		115,76	7,21		0,62	0,04		0,0	0,00		1,34	0,08		154,0	9,59		21,2	1,32		835,83	52,09	2
Ojén	143,29	10,52	7,34	2	84,22	58,78	1	0,00	0,00		2,4	1,64	2	0,00	0,00		0,1	0,06		8,0	5,58		10,81	7,54	
Torremolinos	28,19	0,59	2,09		17,72	62,86	1	0,00	0,00		0,0	0,00		2,74	9,72	2	0,1	0,28		0,0	0,00		2,62	9,29	
<b>Media</b>		1,55			22,81			2,16			0,31			1,08			15,83			14,00			14,80		
<b>Desviación Típica</b>		2,25			26,01			6,69			0,53			2,90			15,78			19,22			14,36		
<b>Especializado (Media+DT)</b>		3,81			48,82			8,85			0,85			3,98			31,61			33,22			29,16		
<b>Muy Especializado (Media+2DT)</b>		6,06			74,82			15,53			1,38			6,88			47,39			52,44			43,52		
<b>Polarizado (Media+3DT)</b>		8,31			100,83			22,22			1,91			9,78			63,16			71,67			57,88		

## 20. ANEXO VII: MODELO DE FORMULARIO UTILIZADO PARA LA RECOGIDA DE DATOS EN LOS CAMPOS DE GOLF (ELABORACIÓN PROPIA)



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



Facultad de Turismo  
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



REAL FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE GOLF

### FICHA TÉCNICA

**NOMBRE DEL CAMPO:**

**HOYOS:** 9 ó 18 (reglamentarios o cortos)

**UBICACIÓN:** Benahavís, Benalmádena, Casares, Estepona, Fuengirola, Istán, Manilva, Mijas, Marbella, Ojén ó Torremolinos

**PORCENTAJE DE AGUA CONSUMIDA:**

- AGUA SUPERFICIAL
- SUBTERRÁNEA
- REGENERADA (TRATAMIENTO SECUNDARIO)
- REGENERADA (TRATAMIENTO TERCIARIO)
- DESALADA.

**CONSUMO TOTAL ANUAL (m<sup>3</sup>)/POR TIPO DE AGUA:**

Área	Tipo de césped verano	Tipo de césped invierno	M <sup>3</sup>	Tipo de agua consumida	Valore la calidad del agua consumida (de 1 a 10)
Green + collar					
Calle					
Rough					
Resto del campo					
Total					

**SUPERFICIE CAMPO DE GOLF (ha):**

**¿SE RIEGA EL ROUGH?**

**¿UTILIZARÍA EL AGUA RECICLADA SI EXISTIERA CANALIZACIÓN?**



**Nª DE POZOS PROPIOS:**

**POSEE DEPURADORA:**

**NÚMERO DE EMPLEADOS (MEDIA ANUAL):**

**RED DE RIEGO UTILIZADA:**

**DISPONIBILIDAD DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA:**

**PROGRAMAS INFORMÁTICOS PARA EL MANTENIMIENTO DE RIEGO:**

**TIPO DE EXPLOTACIÓN:** SÓLO CAMPO DE GOLF, COMPLEJO RESORT HOTELERO, COMPLEJO RESIDENCIAL, COMPLEJO RESORT HOTELERO Y RESIDENCIAL.

**SUPERFICIE DEL COMPLEJO RESIDENCIAL (ha):**

**SUPERFICIE DEL RESORT HOTELERO (ha):**

**PLAZAS DEL RESORT HOTELERO:**

**FACTURACIÓN ANUAL SÓLO DEL CAMPO DE GOLF (EUROS)**



## 21. ANEXO VIII: DATOS RECOGIDOS A TRAVÉS DE LOS FORMULARIOS A LOS CAMPOS DE GOLF SELECCIONADOS (ELABORACIÓN PROPIA)

Campo	Ubicación	Zona Urbana, Periurbana o rural	Hoyos	¿Reglamentarios o cortos?	Tipología	Superficie Campo de golf (ha)	Consumo total anual de agua (m <sup>3</sup> )	%Consumo de agua superficial	% utilización agua reciclada	Nº de pozos propios	% utilización agua de pozo	% utilización agua desalada	¿Posee depuradora?	Red de riego utilizada	¿Estación meteorológica?	¿Programas informáticos para el mantenimiento del riego?	Número de empleados del campo de golf (Media anual)	Tipo de explotación	Superficie del complejo residencial (ha)	Superficie del resort hotelero (ha)	Piazza del resort hotelero	Facturación anual sólo del campo de golf (Euros)	
La Quinta Golf & Country Club	Benahavís	Periurbana	27	Reglamentarios	Mixto	50	290000	0%	100%	0	0%	0%	No	Rainbird	Si	Si	38	Complejo Hotelero	0	0,86	170	1000000	
Los Arqueros Golf & Country Club	Benahavís	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	31	262700	20%	80%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si	25	Solo campo de Golf	0	0	0	1600000	
Club de Campo La Zagaleta	a. Los Barrancos (new course)	Benahavís	18	Reglamentarios	Club de	42	536550	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si	80	Complejo Residencial	95	0	0	--	
	b. La Zagaleta (old course)	Benahavís	18	Reglamentarios	Club de	38	485450	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si							
Marbella Club Golf Resort	Benahavís	Periurbana	18	Reglamentarios	Mixto	50	250000	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si	14	Campo de Golf y Residencial	--	0	0	--	
Club de Golf EL Hiqueral	Benahavís	Urbana	9	Reglamentarios	Comerci	24	125000	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	Si	No Pro satel	6	Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Benalmádena Golf	Benalmáden	Periurbana	9	Cortos	Comerci	13	1100	0	100%	0	0	0%	No	Rainbird	Si	Si	3	Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Bil Bil Golf	Benalmáden	Urbana	18	Cortos	Mixto	6	36000	0	55,56	1	44	0%	No	Toro	No	No	2	Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Torrequebrada Golf	Benalmáden	Urbana	18	Reglamentarios	Comerci	52	--	0	100%	0	0	0%	No	Toro	No	Si	15	Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Finca Cortesín Golf Club	Casares	Periurbana	18	Reglamentarios	Comerci	70	350000	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si	23	Complejo Hotelero y Residencial	300	2,3	67	--	
Casares Costa Golf	Casares	Rural	9	Reglamentarios	Mixto	18	96182	0%	100%	0	0%	0%	No	Toro	No	Si	6	Solo campo de Golf	0	0	0	200000	
Doña Julia Golf Club	Casares	Periurbana	18	Reglamentarios	Comerci	38	326000	0%	100%	0	0%	0%	No	Rainbird	Si	Si	16	Solo campo de Golf	0	0	0	1060000	
Atalaya Golf & Country Club	a. Old Course	Estepona	18	Reglamentarios	Mixto	80	328000	53%	35%	1	12%	0%	No	Toro	Si	Si	24	Solo campo de Golf	0	0	0	3100000	
	b. New Course	Estepona																					
El Paraíso Golf Club	a. Troneros	Estepona	18	Reglamentarios	Mixto	50	165000	0%	70%	0	0%	30%	No	Aspersión	No	Si	12	Solo campo de Golf	0	0	0	1900000	
	b. Alferini	Estepona	18	Reglamentarios	Mixto	25	162500	0%	100%	0	0%	0%	No	Aspersión	No	No	6	Complejo Hotelero	0	0,2	130	--	
	c. Flamings	Estepona	18	Reglamentarios	Mixto	40	325000	0%	100%	1	0%	0%	No	Aspersión	Si	Si	13	Complejo Hotelero	0	0	0	--	
Club de Golf El Coto	Estepona																						
Valle Romano Golf Resort	Estepona																						
Estepona Golf Club	Estepona																						
La Duquesa Golf & Country Club	Manilva	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	60	--	0%	100%	0	0%	0%	No	Aspersión	No	No		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Cabopino Golf	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Comerci	25	225000	0	100%	0	0	0%	No	Toro	Si	Si	17	Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Santa María Golf & Country Club	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	55	100000	5%	85%	1	10%	0%	Si	Aspersión	Si	Si	24	Solo campo de Golf	0	0	0	1600000	
Greenlife Golf	Marbella																						
Marbella Golf & Country Club	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	106	257000	20%	0%	2	80%	0%	No	Toro	No	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1700000	
Monte Paraíso Golf	Marbella																						
Aloha Golf	Marbella																						
Real Club de Golf Las Brisas	Marbella	Periurbana	18	Reglamentarios	Club de	50	26500	20%	80%	0	0%	0%	No	Toro	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	4000000	
Magna Marbella Golf	Marbella	Urbana	9	Reglamentarios	Mixto	12,5	63875	0%	100%	0	0%	0%	No	Rainbird	No	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Los Naranjos Golf Club	Marbella	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	60	320000	0%	100%	0	0%	0%	No	Rainbird	No	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Real Club de Golf Guadalmina	a. Campo Norte	Marbella	18	Reglamentarios	Mixto	40	800000	20%	75%	1	5%	0%	No	Toro	Si	Si	29	Complejo Hotelero y Residencial	296	4	398	--	
	b. Campo Sur	Marbella	18	Reglamentarios	Mixto	35																	
Río Real Golf & Hotel	Marbella																						
Santa Clara Marbella	Marbella	Periurbana	18	Reglamentarios	Comerci	40	504000	0%	10%	1	90%	0%	No	Rainbird	No	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1700000	
Mijas Golf Internacional	a. Los Lagos	Mijas	18	Reglamentarios	Comerci	90	1607	30%	70%	0	0	0%	No	Toro	Si	Si	65	Solo campo de Golf	0	0	0	3900000	
	b. Los Olivos	Mijas	18	Reglamentarios	Mixto	60	--	0	100%	0	0	0%	No	Aspersión	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1750000	
El Chaparral Golf Club	Mijas	Urbana	18	Reglamentarios	Mixto	60	--	0	100%	0	0	0%	No	Aspersión	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1750000	
La Cala Resort	a. Campo América	Mijas																					
	b. Campo Asia																						
	c. Campo Europa																						
La Noria Golf & Resort	Mijas	Periurbana	9	Reglamentarios	Mixto	8	100000	0	100%	0	0	0%	No	Aspersión	No	No		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Miraflores Golf	Mijas	Periurbana	18	Reglamentarios	Mixto	26	492750	0	100%	0	0	0%	No	Rainbird	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1500000	
Calanova Golf Club	Mijas	Urbana	18	Reglamentarios	Comerci	49	350000	0	100%	0	0	0%	No	Aspersión	No	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	1500000	
Club de Golf La Siesta	Mijas	Periurbana	9	Cortos	Mixto	5	--	0	100%	0	0	0%	Si	--	No	No		Solo campo de Golf	0	0	0	120000	
Santana Golf	Mijas	Rural	18	Reglamentarios	Comerci	45	450000	25%	15%	1	60%	0%	No	Aspersión	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Cerrado del Aguilá Golf	Mijas	Urbana	9	Reglamentarios	Comerci	30	209178	0%	100%	0	0	0%	No	Toro	Si	Si		Complejo Residencial	70	0	0	--	
El Soto Club de Golf	Ojén	Periurbana	9	Cortos	Mixto	1,5	16000	100%	0%	No contesta	--	0%	No	Aspersión	Si	Si		Solo campo de Golf	0	0	0	--	
Miguel Ángel Jiménez Golf Academy	Torremolinos																						

## 22. ANEXO IX: CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE REGADÍO DE LOS MUNICIPIOS DONDE SE LOCALIZAN LOS CAMPOS DE GOLF DEL ESTUDIO (INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008)

Municipio	Nombre de la Unidad de Agregación (UA)	Tipo de UA	Superficie regable de la UA (ha)	Superficie Regada (ha)	nº de parcela de riego de la UA	Consumo (Uso de agua bruto a nivel de la zona de riego)	Necesidades de riego netas	Coste de agua total (euro/ha)	Coste de agua total (euro/m3)	%sup. regadío cultivo arroz	%sup. regadío cultivo cítricos	%sup. regadío cultivo extensivos de invierno	%sup. regadío que cultiva extensivos de verano	%sup. regadío cultivo fresa, fresas, frambuesa	%sup. regadío cultivo subtropicales	%sup. regadío cultivo frutales	%sup. regadío cultivo hortícola	%sup. regadío con invernaderos	%sup. regadío con olivo	%sup. regadío cultivos semintensivos (remolacha y algodón)	%sup. otros cultivos (forrajes, forestales...)	Cultivos con más superficie en la UA	
Benahavis	Benahavis - Regantes particulares	Zona de riego	53,4	53,4	55	7000	3893,97	1400	0,200	0,00	25,02	0,00	0,00	0,00	74,98	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
Benalmadena	Benalmadena - Regantes particulares	Zona de riego	5,7	5,7	11	7000	4450,96	1400	0,200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
Casares	C.R. Valle de la Acedia	Comunidad regante	11,9	11,9	29	6628	1757,94	338	0,051	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales
Casares	C.R. los Lobos	Comunidad regante	5,2	5,2	21	4500	3000,23	45	0,010	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Maniva	Comunidad regante	77,7	77,7	114	5500	2906,28	150	0,027	0,00	12,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	87,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hortícolas
	C.R. San Martín del Tesorillo	Comunidad regante	1003,0	1003,0	280	4519	3507,82	391	0,087	0,00	74,78	0,00	5,98	0,00	2,49	4,5	1,79	0,50	0,00	4,98	4,99	0,00	Cítricos
	Casares - Regantes particulares	Zona de riego	423,2	423,2	53	6000	2961,38	320	0,053	0,00	95,15	0,00	0,00	0,00	0,95	3,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	Gaucín - Regantes particulares	Zona de riego	59,0	59,0	26	5999	3223,51	600	0,100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,76	32,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	Cenatquicil - Regantes particulares	Zona de riego	35,4	35,4	52	4218	3045,43	42	0,010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,3	70,62	0,00	0,00	0,00	14,13	Hortícolas
	Jimena de la Frontera - Zona Intermedia JCU del R-jo Guadiaro	Zona de riego	1182,2	950,0	250	6980	2740,76	330	0,047	0,00	42,11	0,00	17,89	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	12,63	27,37	Cítricos
Estepona	Casares - Regantes particulares zona Tesorillo Genal	Zona de riego	336,3	336,3	58	7000	3143,11	975	0,139	0,00	89,00	0,00	0,00	0,00	7,43	0,0	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Arroyo de en Medio	Comunidad regante	20,4	20,4	54	4500	3471,13	225	0,050	0,00	73,71	0,00	0,00	0,00	26,29	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Guadalnansa-Cancelada	Comunidad regante	103,2	103,2	220	4726	3491,28	110	0,020	0,00	48,43	0,00	0,00	0,00	24,22	0,0	27,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Guadalobín Alto	Comunidad regante	15,9	15,9	66	7737	2689,48	374	0,048	0,00	62,74	0,00	0,00	0,00	0,00	37,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Guadalobom Camno Casares	Comunidad regante	122,6	122,6	196	2121	3773,87	2545	1,200	0,00	30,14	0,00	0,00	0,00	59,48	0,0	10,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	C.R. Cala-Pradrón	Comunidad regante	99,6	99,6	342	7565	3910,60	191	0,025	0,00	14,68	0,00	0,00	0,00	75,28	0,0	10,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	Estepona - Regantes particulares	Zona de riego	387,2	387,2	1093	8000	3581,21	480	0,060	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,48	22,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
Marbella	C.R. San Pedro de Alcantara	Comunidad regante	277,9	277,9	505	6000	3261,77	109	0,018	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00	28,79	0,0	64,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hortícolas
Mijas	C.R. Acequia de Arriba	Comunidad regante	16,7	16,7	13	6996	4450,96	67	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	C.R. el Molinillo	Comunidad regante	8,3	8,3	17	7000	4450,96	67	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	C.R. Remanente del Pilar	Comunidad regante	3,9	3,9	13	7000	4450,96	70	0,010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	C.R. R Rbo de las Pasadas	Comunidad regante	28,1	28,1	62	7000	4329,58	67	0,001	0,00	19,57	0,00	0,00	0,00	80,43	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	Alhaurín el Grande - Regantes particulares	Zona de riego	323,0	323,0	645	7000	3003,22	1600	0,220	0,00	33,74	0,00	0,00	0,00	12,38	27,9	19,83	0,00	6,19	0,00	0,00	0,00	Cítricos
Mijas - Regantes particulares	Zona de riego	1135,5	1135,5	1723	7000	4111,92	1400	0,200	0,00	9,69	0,00	0,00	0,00	73,80	0,0	16,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales	
Ojén	C.R. de las Siete Revueltas	Comunidad regante	10,1	10,1	60	3500	3621,98	375	0,107	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,21	20,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frutales Subtropicales
	C.R. del Partido Bajo	Comunidad regante	21,9	21,9	227	3500	3330,13	35	0,010	0,00	37,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	62,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hortícolas
	C.R. el Nacimiento	Comunidad regante	30,3	30,3	289	3500	3313,29	10	0,002	0,00	49,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	50,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hortícolas
	C.R. la Cañada	Comunidad regante	22,0	22,0	60	4000	3145,63	167	0,042	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,36	27,3	36,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hortícolas
	C.R. la Fuentezuela	Comunidad regante	2,4	2,4	27	5021	2689,87	50	0,010	0,00	62,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Partido de Cañada de la Fuente	Comunidad regante	3,2	3,2	17	3500	3242,81	350	0,100	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Partido de la Jaula	Comunidad regante	13,2	13,2	136	3500	3297,65	35	0,010	0,00	60,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	39,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	C.R. Partido de Rochiles	Comunidad regante	2,5	2,5	8	5000	3242,81	50	0,010	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Cítricos
	Ojén - Regantes particulares	Zona de riego	109,4	109,4	278	4991	3544,71	1000	0,200	0,00	26,88	0,00	0,00	0,00	0,00	27,42	0,0	45,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Municipio	Nombre de la Unidad de Agregación (UA)	Contadores	Telecontrol	% Superficie de riego utiliza sistema de riego superficial	% Superficie de riego utiliza sistema de riego por aspersión	% Superficie de riego utiliza sistema de riego localizado	Sistema de riego más usado en la UA	% sup. UA usa agua de origen superficial	% sup. de la UA usa agua de origen subterránea	% sup. de la UA usa agua de origen reutilizada	% sup. de la UA usa agua de origen desalada	Origen de agua más usado en la UA	Sistema de distribución más usado en la UA
Benahavis	Benahavis - Regantes particulares	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
Benalmadena	Benalmadena - Regantes particulares	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
Casares	C.R. Valle de la Acedia	No	No	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. los Lobos	No	S	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Manilva	No	No	51	0	49	Loc. y Sup.	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. San Martín del Tesorillo	No	No	50	13	37	Loc. y Sup.	72	28	0	0	Superficial	Acequia no Revestida
	Casares - Regantes particulares pozo	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
	Gaucín - Regantes particulares	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
	Genalguacil - Regantes particulares	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia no Revestida
	Jimena de la Frontera - Zona Intermedia JCU del R. J. J. J.	No	No	7	38	55	Loc. y Asp.	100	0	0	0	Superficial	Tubería
Casares - Regantes particulares zona Tesorillo Genal	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería	
Estepona	C.R. Arroyo de en Medio	No	No	74	0	26	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Guadalmanza-Cancelada	No	No	27	0	73	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Guadalobín Alto	No	No	37	0	63	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Guadalobom Camino Casares	No	No	10	0	90	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Cala- Padrón	No	No	10	0	90	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	Estepona - Regantes particulares	No	No	23	0	77	Localizado	15	85	0	0	Subterráneo	Tubería
Marbella	C.R. San Pedro de Alcantara	No	No	36	0	64	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
Mijas	C.R. Acequia de Arriba	No	No	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. el Molinillo	No	No	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. Remanente del Pilar	No	No	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	C.R. R Río de las Pasadas	No	No	0	0	100	Localizado	100	0	0	0	Superficial	Tubería
	Alhaurín el Grande - Regantes particulares	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
	Mijas - Regantes particulares	No	No	5	0	95	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
Ojén	C.R. de las Siete Revueitas	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia Revestida
	C.R. del Partido Bajo	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia no Revestida
	C.R. el Nacimiento	No	No	100	0	0	Superficie	0	100	0	0	Subterráneo	Acequia no Revestida
	C.R. la Cañada	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia Revestida
	C.R. la Fuentezuela	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia Revestida
	C.R. Partido de Cañada de la Puente	No	No	0	0	100	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería
	C.R. Partido de la Jaula	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia no Revestida
	C.R. Partido de Rochiles	No	No	100	0	0	Superficie	100	0	0	0	Superficial	Acequia Revestida
Ojén - Regantes particulares	No	No	23	0	77	Localizado	0	100	0	0	Subterráneo	Tubería	

**23. ANEXO X. CÁLCULOS DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN MEDIA DE LAS UA EN LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA DE ESTUDIO Y DE LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA BAJO EL ESCENARIO DE LA MEJORA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO (ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008)**

Municipio	Nombre de la Unidad de Agregación (UA)	% Superficie de riego utiliza sistema de riego superficial	% Superficie de riego utiliza sistema de riego por aspersión	% Superficie de riego utiliza sistema de riego localizado	Sistema de riego más usado en la UA	Cálculo de la eficiencia superficial en cada UA (75%)	Cálculo de la eficiencia de aspersión en cada UA (85%)	Cálculo de la eficiencia de localizado en cada UA (92%)	Eficiencia aplicada media (%)	Reducción consumo agua (%)
<b>Benahavís</b>	Benahavís - Regantes particulares	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0,0
<b>Benalmádena</b>	Benalmádena - Regantes particulares	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0,0
<b>Casares</b>	C.R. Valle de la Acedía	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0,0
	C.R. los Lobos	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0,0
	C.R. Manilva	51	0	49	Loc. y Sup.	38	0	45,08	70,1611	23,7
	C.R. San Martín del Tesorillo	50	13	37	Loc. y Sup.	38	11	34,04	68,8343	25,2
	Casares - Regantes particulares pozo	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0
	Gaucín - Regantes particulares	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0
	Genalguacil - Regantes particulares	100	0	0	Superficie	75	0	0	56,25	0
	Jimena de la Frontera - Zona Intermedia JCU del Río Guadiaro	7	38	55	Loc. y Asp.	5	32	50,6	77,9445	15,3



	Casares - Regantes particulares zona Tesorillo Genal	0	0	100	Localizado	0	0	92	84,64	0
<b>Estepona</b>	C.R. Arroyo de en Medio	74	0	26	Superficie	56	0	23,92	63,6314	15,2
	C.R. Guadalmanza-Cancelada	27	0	73	Localizado	20	0	67,16	76,9747	16,3
	C.R. Guadalobín Alto	37	0	63	Localizado	28	0	57,96	74,1357	19,4
	C.R. Guadolobom Camino Casares	10	0	90	Localizado	8	0	82,8	81,801	11,1
	C.R. Cala-Padrón	10	0	90	Localizado	8	0	82,8	81,801	11,1
	Estepona - Regantes particulares	23	0	77	Localizado	17	0	70,84	78,1103	15,1

**24. ANEXO XI. CÁLCULO DEL VAB BAJO EL ESCENARIO DE LA APLICACIÓN DE LA EFICACIA DE APLICACIÓN ÓPTIMA EN LAS UA Y LA UTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS A UN PRECIO DE 0,21€/M<sup>3</sup> (ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE REGADÍOS DE ANDALUCÍA, 2008)**

Municipio	Nombre de la Unidad de Agregación (UA)	Eficiencia aplicada media (%)	Reducción consumo agua (%)	Coste actual de agua total (euro/m <sup>3</sup> )	Nuevo coste del agua regenerada (euro/m <sup>3</sup> )	Nuevos costes incluyendo mejoras (euro/m <sup>3</sup> )	Consumo reducido (m <sup>3</sup> /ha)	Nuevos costes (euro)/ha	(costes-nuevos consumos incluyendo mejoras) %diferencia de coste agua teniendo en cuenta las mejoras	intermedios (teniendo en cuenta el % de diferencia del precio del agua)	VAB	VAB/ha	VAB/m <sup>3</sup>	
Benahavís	Benahavís - Regantes particulares	84,64	0,0	0,200	0,210	0,210	131,209	27,554	0,010	5	65849	265225	4971	37,89
Benalmádena	Benalmádena - Regantes particulares	84,64	0,0	0,200	0,210	0,210	1234,568	259,259	0,010	5	7575	30512	5381	4,36
Casares	C.R. Valle de la Acedía	84,64	0,0	0,051	0,210	0,210	559,325	117,458	0,159	314	107939	29770	2512	4,49
	C.R. los Lobos	84,64	0,0	0,010	0,210	0,210	865,385	181,731	0,200	2000	25305	-18943	-12887	-4,21
	C.R. Manilva	70,1611	23,7	0,027	0,210	0,160	53,954	11,330	0,133	487	1209371	-121039	-1556	-22,01
	C.R. San Martín del Tesorillo	68,8343	25,2	0,087	0,210	0,157	3,371	0,708	0,071	81	958886	1831187	4816	405,22
	Casares - Regantes particulares pozo	84,64	0	0,053	0,210	0,210	14,179	2,978	0,157	293	3382608	1158280	2787	193,05
	Gaucín - Regantes particulares	84,64	0	0,100	0,210	0,210	101,626	21,342	0,110	110	9872	14945	4321	2,49
	Genalguacil - Regantes	56,25	25,0	0,010	0,210	0,158	89,364	18,767	0,148	1475	4713	-3133	-13435	-0,74



	particulares													
	Jimena de la Frontera - Zona Intermedia JCU del Río Guadiaro	77,9445	15,3	0,047	0,210	0,178	6,225	1,307	0,131	278	121757	48507	1236	6,95
	Casares - Regantes particulares zona Tesorillo Genal	84,64	0	0,139	0,210	0,210	20,813	4,371	0,071	51	1151313	2880427	8566	411,49
<b>Estepona</b>	C.R. Arroyo de en Medio	63,6314	15,2	0,050	0,210	0,178	187,611	39,398	0,128	256	72141	34737	1707	7,72
	C.R. Guadalmanza-Cancelada	76,9747	16,3	0,020	0,210	0,176	38,301	8,043	0,156	779	1222851	-488014	-4727	-103,26
	C.R. Guadalobín Alto	74,1357	19,4	0,048	0,210	0,169	391,132	82,138	0,121	250	77095	39312	2466	5,08
	C.R. Guadalobom Camino Casares	81,801	11,1	1,200	0,210	0,187	15,381	3,230	-1,013	-84	23941	788326	6430	371,68
	C.R. Cala-Padrón	81,801	11,1	0,025	0,210	0,187	67,513	14,178	0,162	647	974095	-285572	-2866	-37,75
	Estepona - Regantes particulares	78,1103	15,1	0,060	0,210	0,178	17,541	3,684	0,118	197	1701231	1321099	3412	165,14
<b>Marbella</b>	C.R. San Pedro de Alcantara	74,4196	19,1	0,018	0,210	0,170	17,463	3,667	0,152	839	6042221	-2643438	-9512	-440,57
<b>Mijas</b>	C.R. Acequia de Arriba	84,64	0	0,001	0,210	0,210	419,424	88,079	0,209	20900	4457043	-4344998	-260491	-621,07
	C.R. el Molinillo	84,64	0	0,001	0,210	0,210	841,346	176,683	0,209	20900	2223177	-2167289	-260491	-309,61
	C.R. Remanente del Pilar	84,64	0	0,010	0,210	0,210	1818,182	381,818	0,200	2000	102875	-77014	-20004	-11,00
	C.R. R Río de las Pasadas	84,64	0	0,001	0,210	0,210	249,110	52,313	0,209	20900	7071469	-6893700	-245327	-984,81
	Alhaurín el Grande - Regantes particulares	84,64	0	0,220	0,210	0,210	21,670	4,551	-0,010	-5	89	402	5739	0,06
	Mijas - Regantes particulares	83,2205	9,5	0,200	0,210	0,190	5,577	1,171	-0,010	-5	1981369	9031503	7954	1290,21
<b>Ojén</b>	C.R. de las Siete Revueltas	56,25	25,0	0,107	0,210	0,158	259,901	54,579	0,050	47	21720	56251	5569	16,07



C.R. del Partido Bajo	56,25	25,0	0,010	0,210	0,158	120,082	25,217	0,148	1475	593343	-394462	-18045	-112,70
C.R. el Nacimiento	56,25	25,0	0,002	0,210	0,158	86,605	18,187	0,156	7775	3733091	-3482834	-114907	-995,10
C.R. la Cañada	56,25	25,0	0,042	0,210	0,158	136,364	28,636	0,116	279	134289	52961	2407	13,24
C.R. la Fuentezuela	56,25	25,0	0,010	0,210	0,158	1575,628	330,882	0,148	1475	52057	-34608	-14481	-6,89
C.R. Partido de Cañada de la Puente	84,64	0	0,100	0,210	0,210	1100,629	231,132	0,110	110	5992	9072	2853	2,59
C.R. Partido de la Jaula	56,25	25,0	0,010	0,210	0,158	199,165	41,825	0,148	1475	293948	-195420	-14827	-55,83
C.R. Partido de Rochiles	56,25	25,0	0,010	0,210	0,158	1482,213	311,265	0,148	1475	35757	-23771	-9396	-4,75
Ojén - Regantes particulares	78,1103	15,1	0,200	0,210	0,178	38,730	8,133	-0,022	-11	156273	769152	7030	154,11