

Golf y agua

INFORME SOBRE LOS CAMPOS
DE GOLF ESPAÑOLES Y SU
RELACIÓN CON EL AGUA



*“Cuando llega un momento decisivo,
tú defines el momento...
o el momento te define a ti”*

Roy McAvoy
Tin Cup





**Juan
Antonio
López
Ramírez**

Catedrático de Tecnologías del Medio Ambiente.
Universidad de Cádiz.

Como investigador del agua, siempre me he preocupado porque se haga un buen uso de ésta garantizando la sostenibilidad del proceso. Comencé mi tesis doctoral transformando efluentes secundarios ricos en microorganismos fecales en un agua de calidad superior a la del agua potable, con el objetivo de regenerar agua para recargar acuíferos y luchar contra las intrusiones marinas. Esto formaba parte de una estrategia ministerial como respuesta a la dura sequía de principios de 1990. Para ello, se usaron varios tipos de tecnologías del agua que incluían a la ósmosis inversa. Posteriormente, ahondando en la idea de la sostenibilidad he desarrollado proyectos de investigación para desalar agua empleando exclusivamente energía renovable. El agua y la sostenibilidad del proceso son dos aspectos que me preocupan cada vez más.

Llevo ya algún tiempo trabajando con el sector del golf en materia de reutilización de aguas, asistiendo a congresos, dando conferencias y seminarios y siempre he comprobado la preocupación del sector, en general, por el uso del agua. Sin embargo, esa preocupación no termina de calar en la sociedad. Probablemente, porque la imagen que se transmite no ha sido suficientemente convincente desde el sector del golf. Hacía falta que el sector se mostrara a la sociedad aportando información de calidad, obtenida y tratada de una manera rigurosa. En este contexto, se me ofreció la oportunidad de dirigir el primer estudio de carácter ambiental del golf español y que está a punto de leer. Lo acepté porque es necesario presentarle a la sociedad una imagen lo más real posible de los campos de golf españoles en su relación con el agua. Como miembro que soy de una institución autónoma e independiente a la que me debo, la Universidad de Cádiz, he tratado y abordado el estudio con total libertad, sin sufrir ningún tipo de presión, lo cual quiero dejar claro y agradecer desde el inicio.



Este primer estudio debe servir como un punto de partida en el que el sector de golf vea reflejada su actuación ambiental, donde aparezcan sus fortalezas y sus debilidades para que, en unos años, en un segundo estudio, vuelva a verse reflejado y pueda analizar su evolución. No queda más remedio que ser sostenibles en nuestras acciones, nos lo demanda la sociedad, pero sobre todo nos lo demanda nuestro futuro. La realización de un segundo estudio podrá marcar la evolución ambiental del golf y su uso del agua, pero mientras, este estudio servirá como documento de análisis de la situación actual, en la que, probablemente, caigan muchos mitos e ideas preconcebidas sobre los campos de golf y su gestión del agua.

En España, un país caracterizado por su variabilidad climática y frecuentes periodos de sequía, la gestión eficiente del agua se erige como una prioridad nacional y el golf no puede ser ajeno. Además, el contexto del cambio climático ha cambiado las normas del juego. Las formas de gestionar el agua están cambiando rápidamente; desde Europa nos marcan el itinerario a seguir en materia normativa y ambiental, pero es la realidad la que marca definitivamente el paso. En la Península Ibérica cada vez llueve menos y cuando lo hace, muchas veces, resulta catastrófico para las comunidades afectadas. Nada que no hayan predicho ya multitud de modelos climáticos. La “nueva normalidad” es esta: periodos multirecurrentes y plurianuales de sequía cada vez más periódicos y eventos con precipitaciones e inundaciones extremos en muchos casos. Por lo que se avecina una pugna por el agua cuando escasee y puede resultar inevitable una priorización del uso entre los usuarios del agua. Estar preparados para ser eficientes en el uso del agua, de forma objetiva y demostrable, hará que los daños causados por las sequías sean minimizados y que la sociedad deje de plantearse el debate sobre la existencia de los campos de golf. Estos

forman parte de una industria que genera múltiples beneficios y normalmente a sectores que no están directamente relacionados con el campo de juego. Hacerlo de forma sostenible alejará prejuicios, demostrarlo objetivamente debería eliminarlos. No descarto, en un futuro cercano, la posibilidad de que sea el sector del golf quien empiece a promocionar sus prácticas sostenibles y extienda la educación ambiental a otros usuarios públicos y privados.

En conclusión, la relación entre los campos de golf y el agua en España es un tema complejo y multifacético que requiere de un análisis riguroso y comprensivo. Este estudio técnico aborda esta relación con el objetivo de aportar soluciones prácticas para la gestión hídrica a numerosos campos, pero también puede contribuir a una mayor comprensión de cómo los espacios recreativos pueden coexistir armoniosamente con los ecosistemas naturales. En última instancia, al integrar conocimiento, tecnología y conciencia ambiental, se puede asegurar que los campos de golf continúen siendo un activo valioso para la sociedad española, tanto en términos deportivos como de sostenibilidad.

Por último, deseo agradecer a los presidentes de la Asociación Española de Campos de Golf y a la Real Federación Española de Golf la confianza depositada en la Universidad de Cádiz y la financiación del estudio. También quiero agradecer a la *Asociación Española de Greenkeepers* y a la *Asociación Española de Gerentes de Golf* por ayudar a difundir el cuestionario entre sus asociados para que hubiera una mayor respuesta desde los campos de golf. Y no me puedo olvidar de las personas que me convencieron y depositaron su confianza en mí para dirigir este estudio: Santi Urquijo y Javier Gutiérrez, ¡gracias!

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	18-22
2.1 Precisión y confiabilidad de la encuesta	
2.2 Perfil de la persona encuestada	
2.3 La mediana	
2.4 Diagrama de caja-bigotes	
2.5 Clasificación por zonas de estudio	
3. CARACTERIZACIÓN DE LOS CAMPOS DE GOLF	23-32
3.1 Ubicación de los campos de golf	
3.2 Tamaño y tipos de campos	
3.3 Año de inauguración	
3.4 Presupuestos de mantenimiento	
3.5 Personal de mantenimiento	
3.6 Caracterización de las superficies de los campos de golf	
3.6.1 Superficies de los campos de golf	
3.6.2 Superficies regadas en los campos de golf	
3.7 Las cespitosas	
4. AGUA Y GOLF	33-44
4.1 Consumo de agua	
4.2 Tipos de agua	
5. EL RIEGO	45-50
5.1 El riego	
5.2 Los equipos de riego	
5.3 Reducción de la cantidad de agua de riego	
5.4 Cálculo de la cantidad de agua de riego	
5.5 Auditoría de riego	
5.6 Gestión documental del riego	
5.7 Energía	
6. PERCEPCIÓN DEL GOLF	51-52
7. CAMBIO CLIMÁTICO Y GOLF	53-56
8. RECOMENDACIONES	57-59
9. BUSYNESS CASE: ACOSOL	61-76
9.1 Introducción	
9.1.1 La crisis del agua	
9.2 El agua y el golf	
9.2.1 El riego	
9.2.2 Consumo de agua de los campos de golf	
9.3 La depuración y la regeneración del agua	
9.3.1 Las aguas residuales	
9.3.2 La estación depuradora de aguas residuales (EDAR)	
9.3.3 La estación regeneradora de agua (ERA)	
9.3.4 ACOSOL	
9.3.5 La EDAR de Manilva	
9.3.6 Calidad del agua regenerada en la EDAR de Manilva	
9.4 Aspectos relevantes del agua regenerada	
9.4.1 La legislación	
9.4.2 Gestión agronómica del agua	
9.4.3 Microbiología y protección de la salud	
10. FINCA CORTESÍN	78-84
Finca Cortesín	
El campo	
Copa Solheim en 2023	
Adaptación al agua regenerada	
11. REFERENCIAS	85-88



Promueven





**Gonzaga
Escauriaza**

Presidente Real Federación Española de Golf

Nunca en la historia de nuestro país habíamos dispuesto de un estudio relacionado con el consumo de agua en los campos de golf tan riguroso y profesional como éste. Los datos y la interpretación de los mismos están avalados por la Universidad de Cádiz, Centro Académico de reconocido prestigio que otorga validez a las interesantes conclusiones que se desprenden de este informe, que pone de manifiesto la voluntad del conjunto de golf español por situarse a la vanguardia de la sostenibilidad en este aspecto concreto.

La correcta utilización del agua que hay que realizar forma parte de las obligaciones del golf español como parte integrante de una sociedad muy sensibilizada por estas cuestiones. Además, inmersos como estamos en un proceso de cambio climático cuyas consecuencias, ya visibles en muchas ocasiones, todavía están por llegar.

La industria del golf español en su conjunto lleva trabajando muchos años por marcar unas pautas que han conseguido, objetivamente, significativas mejoras en este sentido. Es cierto que en 2018, durante la celebración de una conferencia organizada por Madrid Foro Empresarial en la sede de Deusto Business School, se dio a conocer que el Pacto Nacional por el Agua no contemplaba, por insignificante, el consumo de los campos de golf.

No obstante, esta aseveración no implica, ni mucho menos, que el golf español no se comprometa con realizar el consumo de agua más eficiente que se pueda en cada momento. Todo lo contrario, nuestro ámbito se caracteriza por la existencia de profesionales altamente cualificados que llevan implantando diversas actuaciones para conseguir que el consumo de agua sea el más eficaz posible.

Hay que repetir todas las veces que sea necesari-

rio que la mayoría de los campos de golf de nuestro país riegan con agua regenerada o desalada no apta para consumo humano, dando precisamente un uso de alto valor económico, social y medioambiental a ese agua con pocas opciones de utilización en la parte final de su ciclo.

Destaquemos además la utilización de la tecnología más puntera para minimizar el consumo y el área de terreno regable –con agua mayoritariamente regenerada, que no se olvide–, así como la implantación de las especies de césped más adecuadas en función de la ubicación y zona geográfica.

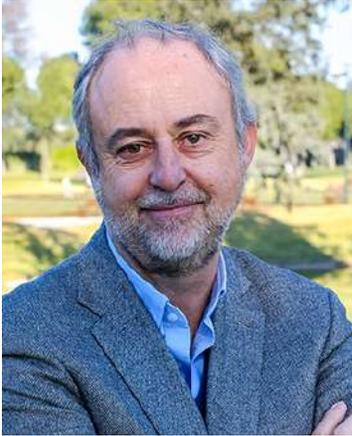
No nos olvidemos tampoco de destacar que el drama ecológico, social y económico provocado por los numerosos incendios que nos asolan todos los veranos, en muchos casos se ven reducidos por los campos de golf que actúan como cortafuegos o como ayuda para recoger agua en sus lagos y poder sofocar más rápidamente el fuego.

Resaltemos y reivindicemos asimismo que la mejoría de la eficiencia del consumo de agua pasa porque las administraciones competentes mejoren las canalizaciones existentes y ejecuten nuevas obras para el acceso total de los campos de golf al agua regenerada.

Es preciso plantear una estrategia común y conseguir la colaboración de todos los actores que participan en el mismo. A imagen y semejanza de otras cuestiones que afectan al conjunto del golf español, nada será posible sin la suma de esfuerzos de todas las instituciones que forman parte de nuestra industria.

Es preciso, por último, que entre todos rompamos la percepción de que el conjunto de la sociedad no tiene una concepción amable del ámbito del golf, una postura que a día de hoy sólo se puede achacar al desconocimiento. No en vano, las personas más próximas a entornos con campos de golf tienen una visión mucho más favorable del mismo, influenciados por poder constatar de manera mucho más directa los beneficios que en el conjunto de la sociedad genera nuestro deporte.

La publicación de este estudio con aval académico es por ello tan importante. No en vano, se tiende a pensar que los esfuerzos realizados para reducir el consumo de agua en los campos de golf nunca llegan a la sociedad, una visión que entre todos los integrantes de esta industria vamos a cambiar. Porque cuidando el agua, cuidamos el golf.



**Luis
Nigorra**

Presidente Asociación Española de Campos de Golf

Ya se ha convertido en algo habitual que cuando atravesamos un período de sequía en nuestro país, los campos de golf son señalados injustamente por el uso que hacen del agua, llegando a reclamar incluso el cierre de éstos, desconociendo por completo la realidad del sector y como si ello fuera la solución a la escasez de este preciado bien, que sufrimos de manera recurrente.

Aunque nuestro sector lleva años siendo pionero en sostenibilidad, precisaba de un documento independiente que avalara aquello de lo que siempre ha hecho gala: la buena gestión de los recursos hídricos y el uso de agua regenerada.

Es por ello que la elaboración de este estudio realizado por la Universidad de Cádiz y que firma el profesor Juan Antonio López Ramírez, aporta información de valor con datos y cifras que ponen de manifiesto, no sólo que los campos de golf no desperdician agua, sino que además contribuyen a la sostenibilidad y al medio ambiente al hacer uso de este residuo que de no utilizarse acabaría en el mar. No en vano, España está a la vanguardia en sostenibilidad siendo líder mundial, con un 59%, en porcentaje de uso de agua regenerada, muy por encima de otros países como son el caso de Estados Unidos o Francia.

En este sentido, es primordial apuntar que es falso afirmar que el golf compite por el uso de agua con el abastecimiento de la población. Al contrario, lo que hace es usar el agua del desagüe, de la que hay excedente, para convertirla en la materia prima con la que genera empleo y riqueza, por lo que el impacto económico por cada litro consumido es muy superior a otros sectores económicos, convirtiendo el golf en el cultivo más rentable. Pero para ello, es necesario que haya sistemas de canalización que permitan que esta agua regenerada llegue a los campos, que el abastecimiento de agua

sea suficiente, con una calidad adecuada y se ofrezca a un precio razonable que permita la viabilidad de las instalaciones de golf. Esta es la auténtica realidad del uso del agua en los campos de golf y no otra.

Como no podía ser de otra manera, el sector del golf está plenamente concienciado en la gestión eficiente del agua como un bien primordial del que hay escasez. La implantación de sistemas de riego eficientes, la siembra de nuevas variedades de cespitosas que requieren de menos agua y/o toleran una mayor conductividad, o la reducción de las zonas regables, son solo algunos ejemplos de las medidas que los campos de golf españoles vienen llevando a cabo desde hace décadas siendo pioneros en sostenibilidad.

Este uso de agua regenerada y una buena gestión de los recursos hídricos es nuestro mejor aval de sostenibilidad.

Colaboran





**Roque
Buendía**

Presidente de la Asociación Española de Greenkeepers.

En calidad de presidente de la Asociación Española de Greenkeepers, me complace presentar este estudio sobre los consumos de agua en los campos de golf de nuestro país. Este documento no solo refleja un análisis exhaustivo y preciso de las prácticas actuales de consumo de agua en nuestros campos, sino que también destaca los esfuerzos significativos de nuestra industria para adaptarse a las distintas calidades de las aguas de riego procedentes de depuradora, así como para reducir el uso total de este recurso tan valioso.

El agua es un recurso fundamental y al mismo tiempo, limitado. En un contexto mundial en el que la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente son prioridades ineludibles, la industria del golf es pionera en la aplicación de prácticas más sostenibles y eficientes. Conscientes de esta realidad, los greenkeepers de España hemos asumido el desafío de innovar y mejorar continuamente nuestras prácticas de gestión del agua.

Uno de los aspectos más destacados de este estudio es el creciente uso de agua regenerada en nuestros campos. La utilización de agua de depuradora para el riego no solo reduce la presión sobre los recursos hídricos naturales, sino que también contribuye a una gestión más sostenible de los recursos urbanos. Esta práctica, que hace algunos años podría haber sido considerada innovadora, hoy se ha convertido en una necesidad a la vez que implica un compromiso con la calidad y la seguridad.

La reducción del consumo de agua ha sido otra área crucial de enfoque. A ello contribuyen la implementación de tecnologías avanzadas de riego, la renovación de sistemas de gestión del riego, las mejoras en los sistemas de riego, el uso de sondas fijas y móviles que nos dan medida de la calidad de agua en cuanto a salinidad se refiere y a su contenido volumétrico en

el suelo, las estaciones meteorológicas, el uso de humectantes, surfactantes y penetrantes, el uso del análisis de imágenes satelitales, vuelo de drones con cámaras y el uso de microondas, y un sinfín de innovaciones que evolucionan a diario. Síntoma claro de que toda la industria del golf trabaja en mejorar el uso sostenible de los recursos hídricos.

Además de las innovaciones tecnológicas, hemos promovido la adopción de prácticas culturales que favorecen la conservación del agua. Esto incluye la selección de especies de césped más resistentes a la sequía y la implementación de programas de aireación y manejo del suelo que mejoran la retención de agua, así como la reducción de zonas de riego. Estas prácticas, combinadas con una gestión cuidadosa y el monitoreo continuo, han permitido a muchos campos de golf reducir significativamente su consumo de agua sin comprometer la calidad del juego.

El compromiso de nuestra industria con la sostenibilidad va más allá de las prácticas de riego. Hemos fomentado una cultura de responsabilidad ambiental entre nuestros miembros, promoviendo la educación y la formación continua en temas de gestión del agua y sostenibilidad. A través de talleres, seminarios y publicaciones, compartimos las mejores prácticas y los últimos avances tecnológicos, asegurando que nuestros greenkeepers estén equipados con el conocimiento y las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos actuales y futuros.

Este estudio es un testimonio del compromiso y la dedicación de los greenkeepers de España. Refleja no solo nuestro esfuerzo por reducir el consumo de agua, sino también nuestra capacidad para adaptarnos y adoptar nuevas tecnologías y prácticas sostenibles. Al presentar estos hallazgos, esperamos inspirar a otros en la industria del golf y más allá, demostrando que es posible combinar la excelencia en el cuidado de los campos de golf con un enfoque responsable y sostenible hacia el uso del agua.

En conclusión, deseo expresar mi agradecimiento a todos los que han contribuido a este estudio y a los greenkeepers que día a día trabajan con dedicación para hacer de nuestros campos de golf un ejemplo de gestión sostenible del agua. Estoy convencido de que, con nuestro continuo esfuerzo y compromiso, podremos seguir avanzando hacia un futuro más sostenible para nuestra industria y para nuestro planeta.



**Eduardo
Ruíz**

Presidente de la Asociación Española de Gerentes de Golf

Como presidente de la Asociación Española de Gerentes de Golf, nos enorgullece haber participado en este informe, un documento crucial que pone de manifiesto el compromiso y la responsabilidad de nuestro sector en la gestión sostenible del agua. Desde nuestra fundación, hemos trabajado incansablemente por la profesionalización y formación de los gerentes de campos de golf, con la firme convicción de que solo a través de la excelencia, la formación y el conocimiento podemos enfrentar los desafíos que se nos presentan.

La utilización responsable del agua es una obligación ineludible para el golf español, especialmente en una sociedad cada vez más consciente y sensibilizada respecto a la sostenibilidad. Es común que, durante los períodos de sequía, los campos de golf sean injustamente señalados por el uso del agua, llegando incluso a sugerirse su cierre como solución a la escasez. Esta percepción errónea ignora la realidad de nuestro sector, que ha sido pionero en gestión eficiente de los recursos hídricos durante años. Nuestro sector está compuesto por profesionales cualificados que han implementado una serie de medidas y tecnologías para maximizar la eficiencia en el consumo de agua. Los avances en la tecnología de riego y las mejoras en los sistemas de gestión del agua, son solo algunos ejemplos de las innovaciones que se han adoptado por nuestros profesionales.

No podemos pasar por alto la importancia de la colaboración con las administraciones competentes. La mejora de las infraestructuras de canalización y la ejecución de nuevas obras para asegurar el acceso total al agua regenerada son esenciales para avanzar en nuestra misión. Es imperativo que todas las partes interesadas trabajemos conjuntamente en una estrategia común.

Este estudio es un testimonio del compromiso y la dedicación de todos los profesionales que integran el sector del Golf en España, quienes día a día demuestran su capacidad para adap-

tarse y adoptar nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.

Agradezco profundamente a todos los que han contribuido a la elaboración de este informe y a los profesionales que, día tras día, trabajan con pasión y compromiso para hacer de nuestros campos de golf un ejemplo de gestión responsable con la sociedad.

Este informe es una herramienta crucial para reivindicar el papel del golf en la gestión sostenible del agua y para demostrar que, a través de la profesionalización y la colaboración, podemos contribuir significativamente a la conservación de este preciado recurso.

Resumen ejecutivo



1



RIEGO CON AGUA REGENERADA EN EL GOLF

El 59% de los campos de golf españoles emplean agua regenerada para el riego. En EEUU es solo el 21%.

59%
ESPAÑA

RIEGO CON AGUA
REGENERADA

21%
EE.UU

RIEGO CON AGUA
REGENERADA

2



EL PAÍS QUE MÁS AGUA REGENERADA EMPLEA EN LOS CAMPOS DE GOLF

España es, con diferencia, el país que más agua regenerada emplea de toda Europa para regar sus campos de golf.

3



RIEGO CON AGUA REGENERADA DE ESPAÑA

El 70% de los campos de golf del sur peninsular y Levante utilizan agua regenerada, mientras que en Canarias este porcentaje asciende al 80% y en las Illes Balears al 96%.

70%
SUR Y
LEVANTE

RIEGO CON AGUA
REGENERADA

80%
CANARIAS

RIEGO CON AGUA
REGENERADA

96%
ILLES
BALEARS

RIEGO CON AGUA
REGENERADA

4



CONSUMO TOTAL DE AGUA

El consumo de agua de todos los campos de golf españoles se establece en 108 hm³, el 0,34% de toda el agua que se consume en España anualmente (32.000 hm³).

0,34%

DEL CONSUMO TOTAL
DE AGUA EN ESPAÑA

5



RECURSOS NO CONVENCIONALES

Más de la mitad del agua consumida por los campos de golf (56%) procede de fuentes no convencionales: agua regenerada y desalada

56%

AGUA REGENERADA
Y DESALADA



6



REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

El 92% de los campos de golf realizan prácticas encaminadas a la reducción del consumo de agua

92%

DE LOS CAMPOS DE GOLF EN ESPAÑA



7



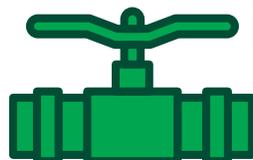
RETORNO ECONÓMICO

Cada metro cúbico de agua utilizado para el riego de los campos de golf genera un retorno económico de 147€, de los cuales 131€ (89%) benefician a sectores distintos al golf.

147€

DE RETORNO POR m³

8



FALTA DE INFRAESTRUCTURAS

La principal razón que alegan los campos de golf para no utilizar agua regenerada es no tener acceso a ella por a falta de infraestructuras para su transporte.





Introducción

01

El agua es fundamental para la vida. Y, además, es un recurso fundamental para que una sociedad moderna pueda desarrollarse satisfaciendo las necesidades de sus ciudadanos, las de su economía y las ambientales.

El cambio climático está alterando nuestra forma de entender la relación del ser humano con el agua. España es el país de Europa más vulnerable a los efectos del cambio climático. Los informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2019) y la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2021) proyectan una disminución significativa en la disponibilidad de recursos hídricos en España, con reducciones medias de hasta el 25% en todo el país y del 40% en el sureste para finales de siglo. Este problema no es exclusivamente español, ya que se estima que cerca del 30% de la población del sur de Europa vivirá en áreas con estrés hídrico permanente. En este contexto, garantizar la eficiencia en la gestión del agua desde una perspectiva técnica, económica y ambiental se convierte en una prioridad ineludible. Una demostración de estos problemas de falta de precipitaciones ha sido la importante sequía que España ha padecido desde hace unos años hasta 2024, destacando especialmente por su crudeza el año 2023. Esto supuso una reducción para el PIB andaluz y catalán de 0,4 y 0,2% respectivamente (CEA, 2024). Las dotaciones de agua cayeron de forma alarmante en, prácticamente, todo el país durante todo este perio-

do de tiempo, y aunque el problema de falta de agua se ha solucionado, parcialmente en la mayoría de los casos, por las fuertes lluvias e inundaciones ocurridas en la primavera de 2024, muchas regiones españolas aún continúan con las situaciones de alarma y emergencia por falta de agua. Nada nuevo que no hayan previsto los modelos climáticos: fuertes y prolongados periodos de falta de lluvias para posteriormente sufrir fenómenos extremos en forma de lluvias torrenciales e inundaciones. Es lo que, a partir de ahora, debemos denominar la “nueva normalidad”.

En el planeta hay cinco zonas de clima mediterráneo, el cual se caracteriza por veranos calurosos y secos, e inviernos suaves y lluviosos, con precipitaciones concentradas principalmente en los meses de otoño e invierno y algunos periodos de sequía. Estas cinco zonas están localizadas en la Cuenca del Mediterráneo, que incluye el sur de Europa, el norte de África y el suroeste de Asia, California, centro de Chile, región del Cabo en el suroeste de Sudáfrica y en el suroeste de Australia. Estas regiones comparten ciertas características: se encuentran generalmente entre los 30 y 45 grados de latitud norte y sur, están ubicadas en las costas occidentales de los continentes, etc. Pero todas padecen los mismos problemas actualmente: escasez de aguas, fenómenos climáticos extraordinarios y aumento generalizado de las temperaturas.



Figura 1. Representación de las zonas del planeta con clima mediterráneo.

Uno de nuestros gemelos climáticos, California, ha entendido y está afrontando esta situación de “nueva normalidad” de varias maneras: aumentando la regulación hidrológica del recurso en acuíferos y embalses (los que se nutren de los ríos y como novedad los que se van a nutrir de agua estando fuera de los ríos, los denominados embalses en derivación) y apostando por los recursos no convencionales: desalación y regeneración del agua. España debe aprender de las mejores estrategias de gestión de nuestros gemelos climáticos y adaptar las estrategias a la situación española, por ello debería emprender de forma urgente las siguientes acciones:

1. Preservar y mejorar las fuentes de agua, evitando vertidos, mejorando la depuración y el saneamiento.
2. Fomentar el ahorro y el uso eficiente del agua, reducir las importantes pérdidas en la distribución y aumentar la digitalización en el ciclo del agua.
3. Aumentar la regulación hidrológica frente a una mayor irregularidad en las precipitaciones.
4. Compartir el agua entre usuarios mediante la creación de bancos de agua.
5. Aumentar la capacidad de desalación, actividad plenamente legitimada.
6. Aumentar y fomentar la regeneración del agua, en fase de legitimación.

El golf no se puede abstraer de esta “nueva normalidad” ya que resulta tremendamente afectado por los periodos de sequía de varias formas: por la falta del propio recurso que condiciona su viabilidad, por el aumento de los costes derivados de la falta de agua y por las fuertes críticas sociales que recibe cuando se ejecutan medidas de emergencia en las poblaciones, en forma de recortes de agua, mientras se riegan los campos. Es por ello, que como cualquier otro sector debe contribuir a fomentar el ahorro y uso eficiente del agua.

El golf español lleva varias décadas mostrando una preocupación importante por el uso eficiente del agua. Son múltiples las acciones que han llevado a cabo para reducir las dotaciones de agua en los campos: desde reducir las superficies de las zonas regables, emplear agua regenerada para regar multitud de campos, emplear especies de cespitosas más adaptadas a los rigores de nuestro clima y más resistentes

a aguas de menor calidad, usar el riego sectorizado, etc. Es por ello, que el golf puede y debe mostrar a la sociedad todas las acciones que le llevan a ser más sostenibles día tras día. En este informe se presenta, por primera vez en España, una imagen de cómo es el sector en su relación con el agua. Una relación que no siempre ha sido bien entendida por parte de la sociedad y a la que el golf no debe ser ajena, más bien al contrario, por ello debe mostrarse con transparencia ante esta, presentando los datos y las acciones emprendidas para que dicha relación sea más acorde con los tiempos que corren, exponiendo una mayor adaptación al cambio climático y una moderna gestión del recurso hídrico. Este informe, se ha realizado a partir de un extenso cuestionario que cubría múltiples aspectos de la gestión del agua en los campos de golf españoles y se ha repartido por todos los campos del territorio nacional. En él se ha tratado de diseccionar cómo se lleva a cabo la gestión del agua en los campos de golf. Los cuales, al igual que el país que los acoge, muestran una diversidad enorme a lo largo de todo el territorio nacional.

El informe se ha dividido en diez partes: una primera dedicada a la introducción. La segunda es un resumen ejecutivo con las principales ideas-fuerza del informe. La tercera muestra la metodología empleada y explica algunos conceptos que se emplean en el informe. La cuarta realiza una caracterización muy completa de los campos de golf españoles. En la quinta se explica la relación con el agua. En la sexta se expone todo sobre el riego. En la séptima se presenta la percepción que tiene la sociedad sobre el golf a partir de la opinión de los encuestados. En la octava se presentan los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España. En la novena se exponen unas recomendaciones que se le hace al sector del golf a la luz de todo lo analizado a lo largo del informe. Y en la 10ª se presenta un caso de éxito de uso de agua regenerada en un campo de golf de élite.



Metodología
empleada

02

Este informe se ha realizado mediante el empleo de un cuestionario que ha sido enviado a la mayoría de los campos de golf españoles. En este cuestionario, compuesto por 78 preguntas, se ha intentado analizar la situación de los campos de golf españoles y su relación con el agua. Las preguntas abarcan un amplio espectro, desde la caracterización física del campo: superficie, número de hoyos..., hasta los consumos de agua anuales, el tipo de agua empleada, su coste, la gestión del agua, los tipos de cespitosas del campo, etc.

Los cuestionarios han sido enviados a personal técnico de los campos: directores, gerentes y *greenkeepers*. Para poder distribuirlos y tratar de llegar al máximo número de instalaciones de golf, se recurrió a la Asociación Española de Campos de Golf, a la Real Federación Española de Golf, a la Asociación Española de *Greenkeepers* y a la Asociación Española de Gerentes de Campos de Golf, con el fin de que contactaran con sus respectivos asociados y estos devolvieran los cuestionarios contestados. La ventana temporal de envío de las respuestas fue de tres meses.

La plataforma empleada para la creación de los formularios ha sido “Google Forms” que es una herramienta proporcionada por Google que permite crear encuestas, cuestionarios y formularios en línea de manera rápida y sencilla. Estos formularios son útiles para recopilar información de manera organizada y eficiente. Tras cerrarse el plazo de entrega de los cuestionarios, los datos se descargaron y depuraron para interpretarse estadísticamente.

Existe una gran diversidad entre los campos de golf españoles, con condicionantes geográficos y climáticos distintos entre ellos. Eso implica que las características de cada campo sean diferentes a nivel nacional, pero incluso en la misma región geográfica o incluso en zonas próximas. Esta diversidad queda recogida en la dispersión de los múltiples datos que han sido analizados. En un cuestionario tan extenso y variado y que profundiza en multitud de variables, un análisis de valores promedio puede conducir a errores importantes cuando los datos son analizados en su conjunto. Es por ello, que para comprender y poder analizar los datos, de la forma más correcta posible, se ha recurrido al uso de la mediana como se explica en el apartado 3.3.

2.1. PRECISIÓN Y CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA

Este informe se basa en las respuestas que han dado 150 campos a las preguntas formuladas.

Teniendo en cuenta que en España existen un total de 389 instalaciones de golf, el margen de confianza de la encuesta es del 90% y posee un margen de error del 5%. Una encuesta con estas características es bastante común y generalmente se considera adecuada para la mayor parte de los propósitos. Para una mejor comprensión conviene aclarar estos dos términos técnicos.

- Margen de confianza del 90%: Esto significa que hay un 90% de probabilidad de que los resultados de la encuesta estén dentro del margen de error especificado. En otras palabras, si se repitiera la encuesta muchas veces, en el 90% de las veces los resultados estarían dentro del margen de error.
- Margen de error del 5%: Esto indica cuánto pueden variar los resultados de la encuesta en relación con la población real. Un margen de error del 5% significa que los resultados de la encuesta pueden diferir hasta un 5% hacia arriba o hacia abajo de los resultados que se obtendrían si se encuestara a toda la población.

En definitiva, y a partir de lo expuesto, se concluye que esta encuesta es adecuada y da una buena indicación de las opiniones o características de las instalaciones de golf encuestadas. Por lo que, con la lógica precaución, pero también con una cierta confianza, los datos que son mostrados en este informe son representativos de lo que ocurre en los campos de golf españoles.

2.2. PERFIL DE LA PERSONA ENCUESTADA

A continuación, en la figura 2, se presenta la distribución de los perfiles de las personas que han respondido al cuestionario. Los resultados muestran que hay una proporción casi pareja entre los perfiles de las personas que han contestado al cuestionario: gerentes y *greenkeepers*. En ambos casos, son perfiles técnicos que dominan los contenidos de las preguntas planteadas y ello añade credibilidad, por el conocimiento que posee este tipo de personal, a las respuestas proporcionadas.

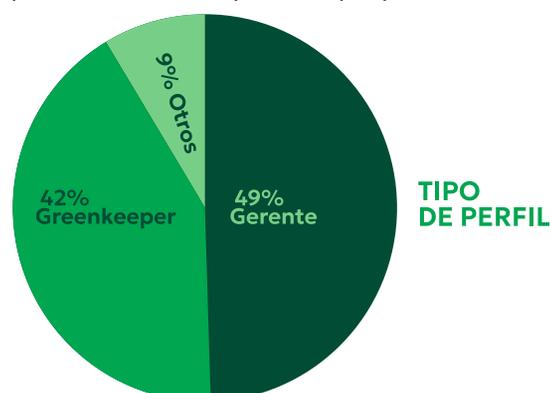


Figura 2. Perfil de las personas que han respondido al cuestionario.

2.3. LA MEDIANA

Es un concepto estadístico que representa el valor que ocupa la posición central en un conjunto de datos ordenados de menor a mayor (o viceversa). Es decir: la mediana es el valor que divide al conjunto de datos en dos partes iguales, con la mitad de los datos por debajo de ella y la otra mitad por encima. Emplear la mediana presenta varias ventajas sobre la media o promedio en ciertas situaciones: es menos sensible a los valores extremos o atípicos en comparación con la media. Esto significa que un valor extremo no afectará significativamente al cálculo de la mediana, mientras que puede distorsionar considerablemente al cálculo de la media. Y cuando los datos están sesgados o distribuidos de manera no simétrica, la mediana puede ser una mejor representación del centro de los datos que la media. Es por ello, que el uso de la mediana en este informe proporciona una mayor probabilidad de interpretar el valor verdadero de una variable que el uso de la media o promedio.

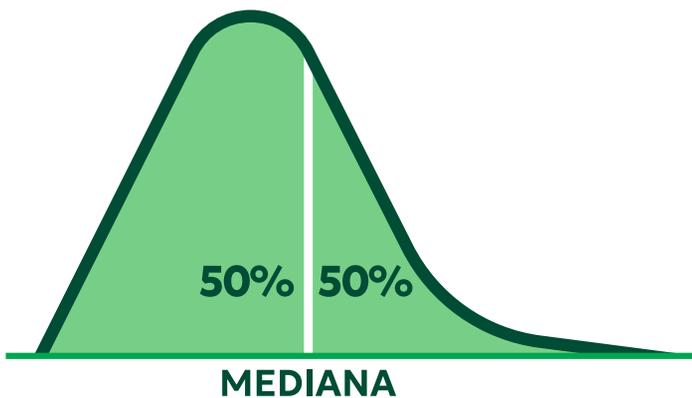


Figura 3. Representación de una mediana en una distribución de datos, esos porcentajes indican la cantidad de datos existentes a cada lado de la mediana.

2.4. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES

Los diagramas de caja-bigotes (*boxplots* o *box and whiskers*) son una presentación visual que describe varias características importantes de una serie de datos como su dispersión y simetría mediante sus cuartiles. Para su realización, se representan los tres cuartiles que dividen al conjunto de datos ordenados en cuatro partes iguales.

- Primer cuartil (Q1): representa al 25% de los datos que se encuentran por debajo de ese valor.
- Segundo cuartil (Q2): corresponde al 50% de los datos, es decir, divide a todo el conjunto en mitades iguales coincide con la mediana y su valor más bajo coincide con Q1.
- Tercer cuartil (Q3): corresponde al 75% de los datos, dejando al 25% superior por encima de este.

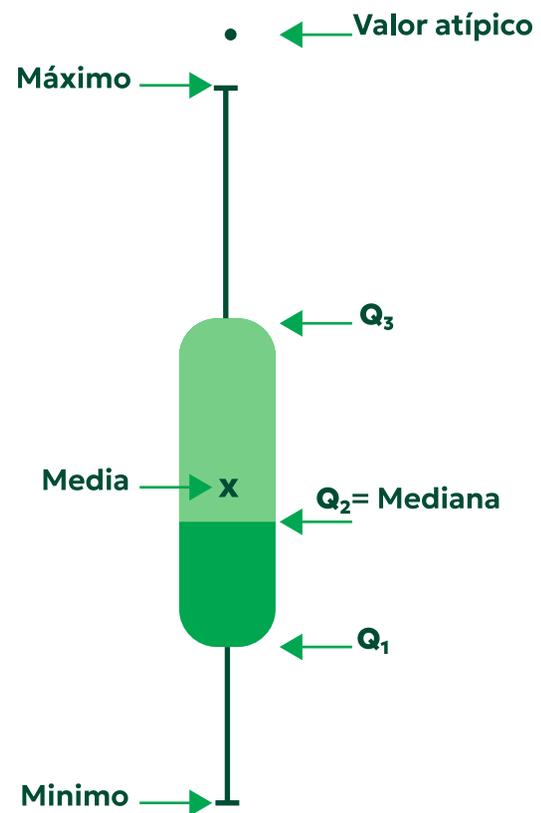


Figura 4. Representación de un diagrama de caja y bigotes.

Las líneas que se extienden paralelas a las cajas se conocen como bigotes, y se usan para indicar variabilidad fuera de los cuartiles superior e inferior. La cruz central indica el valor medio mientras que la raya central se corresponde con la mediana. Los puntos fuera de los bigotes representan valores atípicos y son datos que se encuentran fuera del rango de los bigotes. obtenidos se verá facilitada de una forma importante. Por último, hay que indicar que la “España seca” se ha dividido asimismo en dos tipos: la España seca costera, aquella que linda con el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo y la España seca interior, dada sus diferentes características climáticas y golfísticas como se pondrá de manifiesto a lo largo del informe.

2.5. CLASIFICACIÓN POR ZONAS DE ESTUDIO

Un aspecto muy importante y que debe ser tenido en cuenta en un país tan diverso como España cuando se habla sobre el agua es el clima. España, se encuentra entre las latitudes templadas y cálidas, es decir entre las húmedas y las secas. Por ello, y debido a su ubicación geográfica y su orografía diversa, presenta una variedad notable de climas. En términos generales, el clima en España es de tipo templado-cálido, con dominio de la mediterraneidad, aunque con tendencia a la continentalidad. A partir de esta generalidad, se pueden detallar varios tipos principales, influenciados por factores como la proximidad al mar, la altitud y la latitud. En la siguiente imagen puede apreciarse la clasificación climática de Köppen para España (Fuente: AEMET). Hay tres climas específicos B (clima seco), C (clima templado) y D (clima frío), que a su vez se dividen en subtipos. En total, aparecen 12 subtipos de climas. Tratar de interpretar la relación de todos los campos de golf existentes en España con el agua y los subtipos de clima de su zona sería una tarea compleja y de difícil comprensión. Por eso, se ha tratado de simplificar la clasificación climática al máximo usando solo el tipo de clima. Teniendo en cuenta lo anterior, conviene recor-

dar que en la Península es muy habitual usar los términos de “España seca y España húmeda” como forma de distinguir a dos zonas diferentes. Esta división responde a una clasificación basada en las precipitaciones. De tal manera que se considera a la España húmeda como aquella en la que hay abundantes precipitaciones con isoyetas de más de 800 mm/año y a la seca a aquella en la que las tiene entre los 300-800 mm/año. Existe también una España árida, cuyas isoyetas están por debajo de los 300 mm/año, y que, por simplificación y dada su pequeña extensión, ha sido incluida dentro de la España seca costera. Evidentemente hacer una clasificación tan sencilla lleva a cometer ciertos errores, pues existirán localizaciones que estarán fuera de esas categorías; pero a cambio, estos serán pocos y asumibles, mientras que la interpretación de los resultados obtenidos se verá facilitada de una forma importante. Por último, hay que indicar que la “España seca” se ha dividido asimismo en dos tipos: la España seca costera, aquella que linda con el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo y la España seca interior, dada sus diferentes características climáticas y golfísticas como se pondrá de manifiesto a lo largo del informe.



Figura 5. Clasificación climática de Köppen con los subtipos de clima para España. (Fuente: AEMET).

España seca costera, seca interior, húmeda y Canarias

Seguidamente, se presenta la clasificación por zonas de estudio que se ha decidido usar en este informe. En la figura 6 se muestra una representación de las mismas.

1. España seca costera: esta zona concentra el 51% de los campos de golf a nivel nacional distribuidos en las comunidades de Andalucía, Región de Murcia, Comunitat Valenciana, Cataluña e Illes Balears. Color naranja.

2. España seca interior: esta zona comprende al 27% de los campos de golf en España, repartidos entre Aragón, Comunidad de Madrid, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura y La Rioja. Color beige.

3. España húmeda: esta zona agrupa a las comunidades del norte peninsular conformada por Asturias, Cantabria, Galicia, Navarra y País Vasco que representan el 16% de los campos de golf a nivel nacional. Color azul.

4. Canarias: se considera a la comunidad canaria como una unidad, a pesar de las diferencias climáticas existentes entre las islas. Representan el 6% de los campos nacionales. Color rojo.

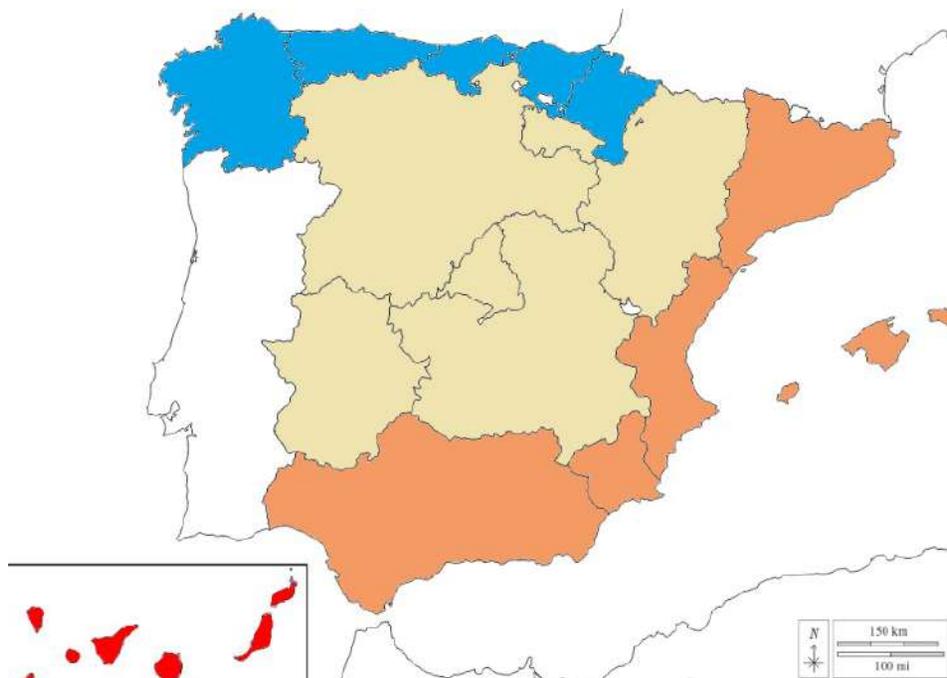


Figura 6. Representación de las cuatro zonas de estudio contempladas en el informe.

En la Figura 7, se muestran los cuestionarios contestados por cada zona de estudio. El porcentaje de cuestionarios recogidos en la España seca costera y en Canarias muestran una alta participación, superior al 40%, mientras que en la España seca interior y España húmeda los porcentajes de participación alcanzaron el 30%.

En general, hay una buena correspondencia entre los campos de golf de cada región con los que participaron en el cuestionario. De tal manera, que puede afirmarse que la representación territorial en los resultados de este informe es buena. La única comunidad autónoma en la que no ha participado ninguno de sus campos de golf en el estudio ha sido el Principado de Asturias.



Figura 7. Distribución de los porcentajes de cuestionarios contestados por zonas de estudio.



Caracterización de
los campos de golf

03

3.1. UBICACIÓN DE LOS CAMPOS DE GOLF

En España hay 389 instalaciones de golf, aunque este número puede variar dependiendo de lo que se entienda por recorrido y números de hoyos. Y aunque los hay repartidos por toda la geografía nacional, se concentran principalmente en Andalucía, Castilla y León, Cataluña, y Comunidades Valenciana y de Madrid. En total, se recibieron 150 cuestionarios correc-

tamente respondidos, lo que supone un porcentaje de participación, a nivel nacional, del 39%. Solo se admitió un único cuestionario por cada campo de golf. En la Tabla 1, se presentan, por CCAA, el número de los cuestionarios contestados, los no contestados y el total de campos existentes en cada comunidad.

COMUNIDAD	CONTESTADO	NO CONTESTADO	NÚMERO DE CAMPOS
Andalucía	44	50	94
Aragón	2	11	13
Asturias	0	15	15
Canarias	10	13	23
Cantabria	1	9	10
Castilla-La Mancha	5	14	19
Castilla y León	5	33	38
Cataluña	15	20	35
Comunidad de Madrid	14	12	26
Comunitat Valenciana	13	20	33
Extremadura	2	6	8
Galicia	8	9	17
La Rioja	3	0	3
Illes Balears	7	12	19
Melilla	0	1	1
Navarra	3	1	4
País Vasco	8	8	16
Región de Murcia	10	5	15
TOTAL	150	239	389
% Total	39%	61%	100%

Tabla 1. Número de cuestionarios contestados por cada comunidad autónoma.

3.2. TAMAÑO Y TIPOS DE CAMPOS

Según el número de hoyos, los campos de golf pueden ser diferentes: 9, 18, 27, 36, etc. A partir de los datos recogidos en los cuestionarios se evidencia que los campos de 18 hoyos son los más comunes en las cuatro zonas de estudio. Los campos de 9 hoyos son menos frecuentes,

según los cuestionarios, en la España seca costera, frente a la España húmeda y seca interior donde hay más.

Hay que destacar también la importante presencia de campos con más de 27 hoyos en la España seca costera frente al resto de zonas,

probablemente esto se debe a su relación con los complejos turísticos habituales en la costa. También se ha analizado el tipo de campo que ha contestado al cuestionario según el tipo de explotación. Los campos privados han con-

tado más en todas las regiones climáticas, seguidos por los campos mixtos y, finalmente, los públicos fueron los que menos han contestado. En la Tabla 2 se presentan las respuestas recogidas sobre estos dos aspectos.

Número de campos					
Campo	España seca costera	España seca interior	España seca húmeda	Canarias	A nivel nacional
9 Hoyos	6	5	6	1	18
18 Hoyos	54	20	10	6	90
27 o más hoyos	29	6	4	3	42
Tipo de campo					
Mixto	29	11	4	0	44
Público	22	8	3	5	38
Privado	38	12	13	5	68

Tabla 2. Clasificación de los campos por tamaño, tipo de campo de gestión y zona.

3.3. AÑO DE INAUGURACIÓN

El golf lleva tiempo jugándose en España. Llegó a finales del siglo XIX, y lo introdujeron la burguesía y la aristocracia británicas. Oficialmente, su inicio se remonta a 1891 con la fundación del Real Club de Golf de Las Palmas. A continuación, se presentan los datos del año de inauguración de los campos de golf que respondieron al cuestionario. Se observa un

fuerte crecimiento a partir de finales de los 60 del siglo pasado, alcanzándose el pico máximo entre los años 1996 a 2011. En la última década se redujo la apertura de nuevos campos de golf de forma importante, probablemente, por los efectos de la crisis financiera mundial de esa época.

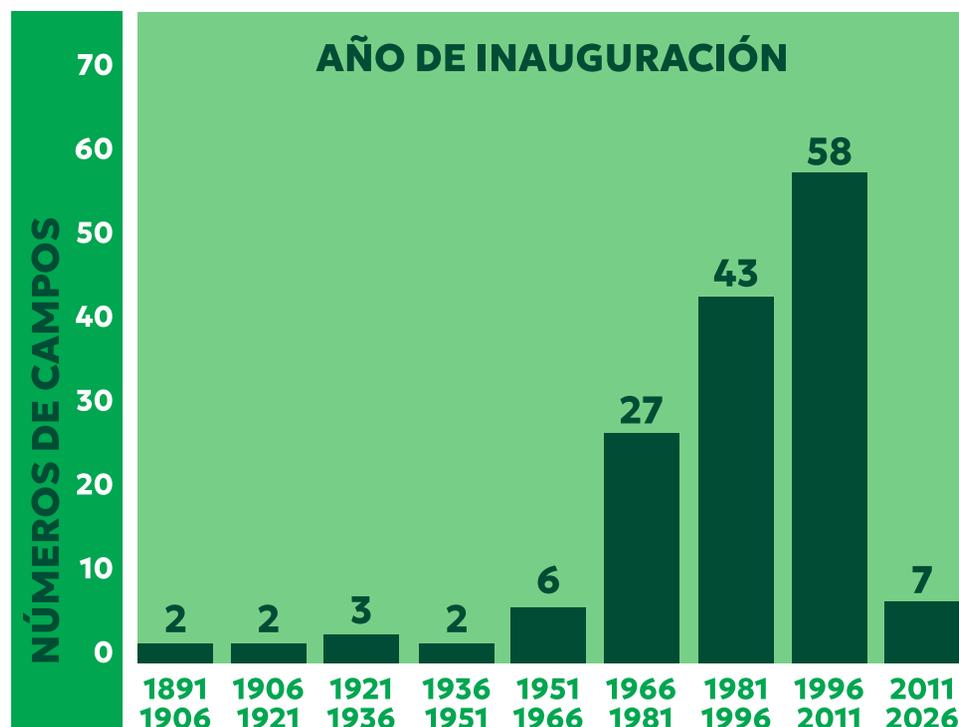


Figura 8. Intervalos temporales de inauguración de los campos que han participado en el informe.

3.4. PRESUPUESTOS DE MANTENIMIENTO

Se ha solicitado a los campos el presupuesto medio de mantenimiento de los últimos cinco años, sin incluir costos de personal. Esto permite evaluar el nivel de exigencia en el mantenimiento y la comparación con otros campos.

En la España seca costera, donde se concentran la mitad de los campos de golf de España, aproximadamente el 42% de ellos destina un presupuesto para el mantenimiento entre 250.000 a 500.000€. Canarias posee un comportamiento similar para el 50% de sus instalaciones. Es posible que uno de los factores se deba a los mayores costos que implican un mayor consumo de agua en estas zonas: una factura mayor por su adquisición y también

mayores costes de bombeo, por ejemplo. Por su parte, en las instalaciones de la España seca interior y la España húmeda predominan los presupuestos bajos y menores a 250.000€. En el caso de la España húmeda los costes de compra de agua y bombeo son muy bajos, justificándose así esos bajos presupuestos. Cabe también la posibilidad de que una menor afluencia de golfistas conduzca a menores niveles de mantenimiento en las cespitosas de los campos.

Los campos con mayores presupuestos están en las zonas donde hay más afluencia de golfistas: España seca costera, Comunidad de Madrid y Canarias.

Zona	Menos de 250.000€	250.000€ - 500.000€	500.000€ - 750.000€	750.000€ - 1.000.000€	1.000.000€ - 2.000.000€	1.000.000€ - 2.000.000€
España seca costera	19	42	15	12	11	1
España seca interior	49	26	3	3	16	3
España húmeda	60	30	10	0	0	0
Canarias	20	50	0	10	20	0

Tabla 3. Distribución, en porcentajes, de los presupuestos de mantenimiento según las zonas de estudio.

3.5. PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El personal de mantenimiento es muy importante para la conservación del buen estado de un campo de golf. Con los datos obtenidos en el cuestionario se calculó la cantidad de personal contratado en mantenimiento. Así, en la época de mayor riego los campos encuestados contratan a 2.112 personas y en época de menor riego a 1.917 personas, hay una diferencia de tan solo un 10% entre una época y la otra. Canarias es la zona con más

contratación de personal, aproximadamente 19 personas para el mantenimiento, y este número es casi invariable durante todo el año.

Si a partir de los datos recogidos, se hace una proyección del personal contratado al resto de campos españoles, se obtienen las estimaciones de personal de mantenimiento contratado que se recogen en la tabla 4.

Zona de estudio	Época mayor riego	Época menor riego	Diferencia porcentual	Mediana por instalación
España seca costera	3.026	2.753	9,92	13
España seca interior	1.329	1.163	14,24	6
España húmeda	564	502	12,35	9
Canarias	393	386	1,79	19
Nacional	5.312	4.805	10,57	11

Tabla 4. Proyección del personal de mantenimiento en los campos de golf españoles por zonas.

El número de personas contratadas en mantenimiento en los Pitch and Putt es notablemente inferior a la de los campos de golf, siendo lo

habitual dos personas en época de mayor riego y una en la de menor.



3.6. CARACTERIZACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LOS CAMPOS DE GOLF

La superficie de los campos de golf es una variable a tener en cuenta en la caracterización de este tipo de instalaciones, ya que de ella pueden depender otras variables importantes como el consumo de agua, o el grado de las labores de mantenimiento. A continuación, se muestra la caracterización de los campos de golf españoles en cuanto a su superficie.

3.6.1. SUPERFICIES DE LOS CAMPOS DE GOLF

Para poder analizar detalladamente el gran volumen de datos de los tamaños y su elevada dispersión ha sido necesario tratar estadística-

mente dichos datos. Así, se han establecido unos intervalos de superficies que estadísticamente fueran significativos. Para ello, se ha seguido la Regla de Sturges, la cual establece una metodología práctica acerca del número de clases que se deben considerar al elaborar un histograma. Estos intervalos pueden apreciarse en el eje de las abscisas de la figura 9. A partir de los datos recogidos puede apreciarse que el 60% de los campos de golf españoles de 18 hoyos poseen unas superficies comprendidas entre las 36-48 ha y 48-60 ha, predominando ligeramente el segundo intervalo. Los campos de gran extensión, más de 72 ha, son muy minoritarios frente al resto.

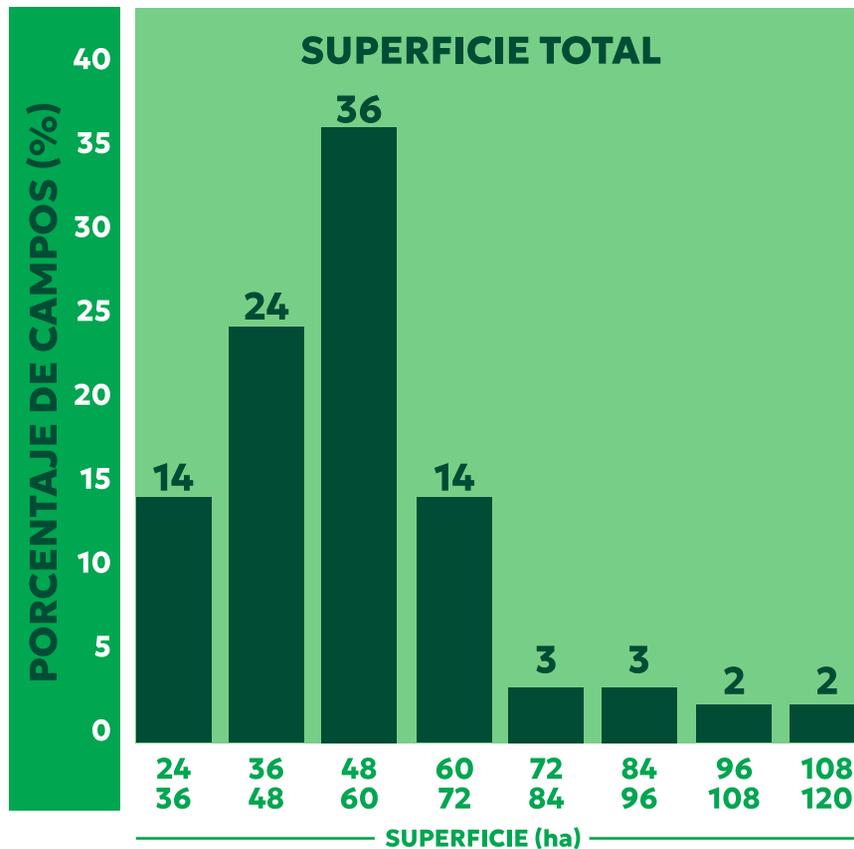


Figura 9. Distribución de las medianas de las superficies totales de los campos de 18 hoyos.

En la España seca interior y en la húmeda, esta con necesidades de riego menos exigentes, los campos tienden a aumentar su extensión, alcanzándose superficies elevadas (69 ha y 52 ha respectivamente). Por el contrario, en la España seca costera y en Canarias los campos poseen una menor superficie, siendo su media-

na de 50 ha y 45 hectáreas (ha) respectivamente. Esto puede deberse a que en la costa o cerca de ella los terrenos alcanzan precios más elevados y hay menos superficie disponible. A nivel nacional la mediana de superficie de un campo de golf está en las 50 ha.

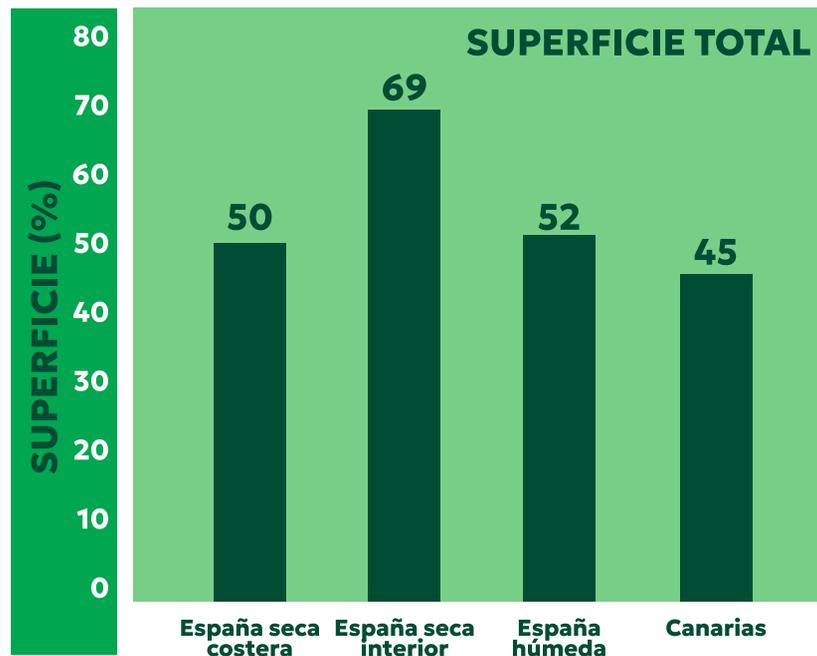


Figura 10. Medianas de las superficies totales para los tipos de campo de 18 hoyos según su zona de estudio.

3.6.2. SUPERFICIES REGADAS EN LOS CAMPOS DE GOLF

Existe una relación entre la extensión de la superficie de un campo de golf, el tipo de clima y la cantidad de agua empleada para el riego. No obstante, conviene aclarar que en los campos de golf no se suele regar toda su superficie. Precisamente, una forma de ahorrar agua en estas instalaciones es reducir la superficie de riego. En ese sentido, en los últimos cinco años más del 90% de las instalaciones participantes en el cuestionario han reducido la superficie regada, principalmente en áreas como los *roughs* y en las zonas de juego, alcanzándose una mediana nacional de 31 ha regadas. Tan solo un 8% de los campos ha incrementado su superficie de riego en al menos 2 ha.

La mayor tendencia en la reducción de la superficie regada se evidencia en la España húmeda donde el porcentaje de reducción de superficie representa un 73% respecto del total, como resultado de sus favorables condiciones climáticas y el casi nulo riego de las hectáreas de *roughs* (15,4 ha de mediana) pues una parte importante del riego la proporciona la lluvia. En la España seca interior existe un comportamiento similar, donde la reducción de la superficie de riego en la zona de *roughs* y en el campo de prácticas hacen que el porcentaje de reducción de la superficie alcance un 52%. Por su parte en la España seca costera y Canarias, donde las escasas precipitaciones, las elevadas temperaturas y las altas tasas de evapotranspiración condicionan fuertemente las necesida-

des de riego, la reducción de la superficie regada es menor, reduciéndose respectivamente la superficie tan solo un 36% y 22% respectivamente. Todo lo anteriormente comentado puede verse con detalle en la figura 11.

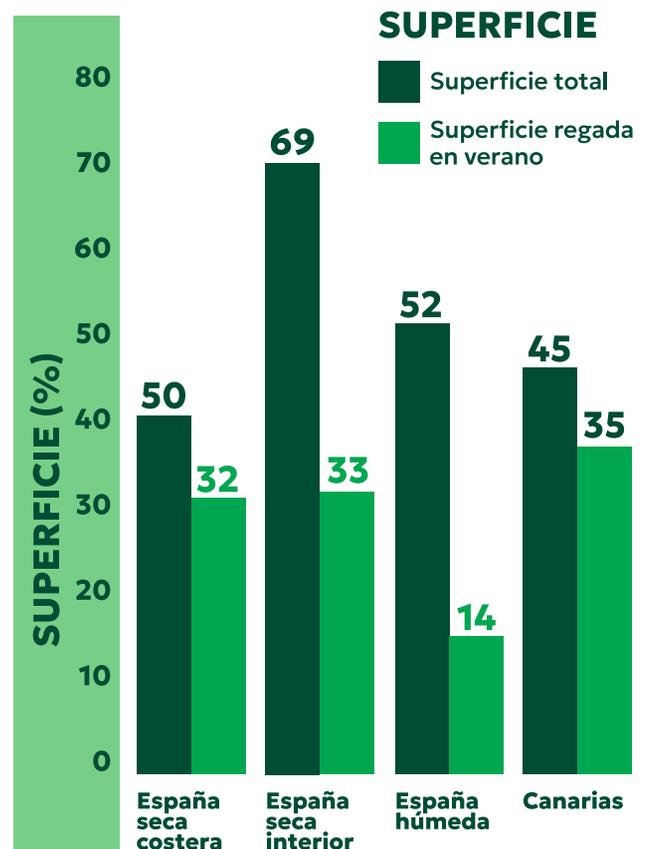


Figura 11. Medianas de las superficies totales de los campos y las regadas en verano para los campos de 18 hoyos según su zona de estudio.

En general, el 60% de los encuestados considera que las zonas de juegos regadas (*greens*, *calles*, *tees*, *rough* y *campo de prácticas*) demandan mayor consumo de agua que las zonas de jardinería (24%) y el resto de las instalaciones. En la figura 12 se expone la opinión de los encuestados según las zonas de estudio,

respecto de las superficies que más agua consumen en sus campos. Las zonas de jardinería son más importantes en la España húmeda y Canarias que en el resto de las zonas donde las zonas de juego cobran mayor importancia en el riego.

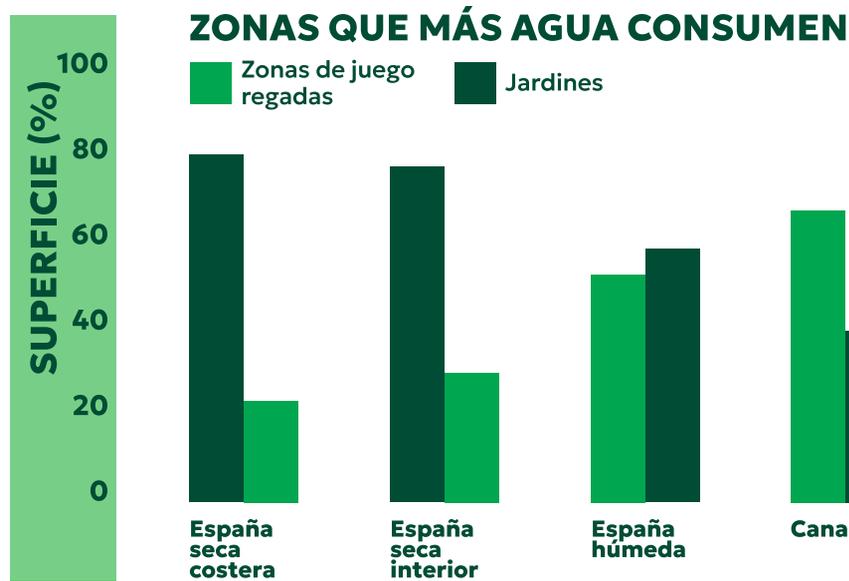


Figura 12. Opinión sobre las zonas que requieren de mayor riego para todos los tipos de campo de golf según su zona.

Por último, hay que indicar que más de la mitad de los campos españoles en las cuatro zonas riegan sus calles y campos de prácticas en época de verano. El porcentaje de riego de los *roughs* disminuye en todas las zonas, principalmente en la España húmeda donde solo el 20% de sus instalaciones lo riegan.

En la tabla 5 se recogen las medianas de las superficies regadas de las diversas partes de un campo de golf que declaran los encuestados

según su zona de estudio. Es evidente que son las calles las zonas de juego que poseen una mayor extensión. En la fila inferior quedan recogidas las medianas de las superficies a nivel nacional. Es decir, un campo tipo español tendría aproximadamente esas dimensiones calculadas a partir de los datos de los campos encuestados. El resto de superficie hasta las 50 has (mediana nacional) lo conformarían el *outrough*, los viales, la casa club, etc.

SUPERFICIE REGADA (ha)							
Zona de estudios	Greens	Calles	Tees	Rough	Campo de práctica	Jardines	TOTAL
España seca costera	1,2	14,5	1	13	2	0,4	32
España seca interior	1,2	13,6	1	12	2,3	0,5	31
España húmeda	1,1	10,5	0,7	N/A	1,5	0,5	14
Canarias	1,4	16	1	13	2,2	0,4	35
MEDIANA NACIONAL	1,2	14,0	1,0	13,0	2,1	0,5	31,8

N/A: no aplica

Tabla 5. Medianas de las superficies de las distintas partes de un campo de golf por zona de estudio.

En la figura 13 aparecen las respuestas que dan desde los campos encuestados cuando se les pregunta si poseen *rough* naturalizados sin riego. Este predomina en la España seca interior y en la húmeda. En la España seca costera y en Canarias son menos frecuentes. Por otro lado, la presencia de especies autóctonas en los *outroughs* es muy elevada en la España seca interior y costera, seguidos de

cerca por las otras dos zonas de estudio. Facilitar la existencia de especies autóctonas promueve la biodiversidad local, proporcionando hábitats adecuados para la fauna nativa, incluidas aves, insectos y otros animales, además están mejor adaptadas al clima local, lo que reduce la necesidad de riego excesivo y el uso de fertilizantes y pesticidas.

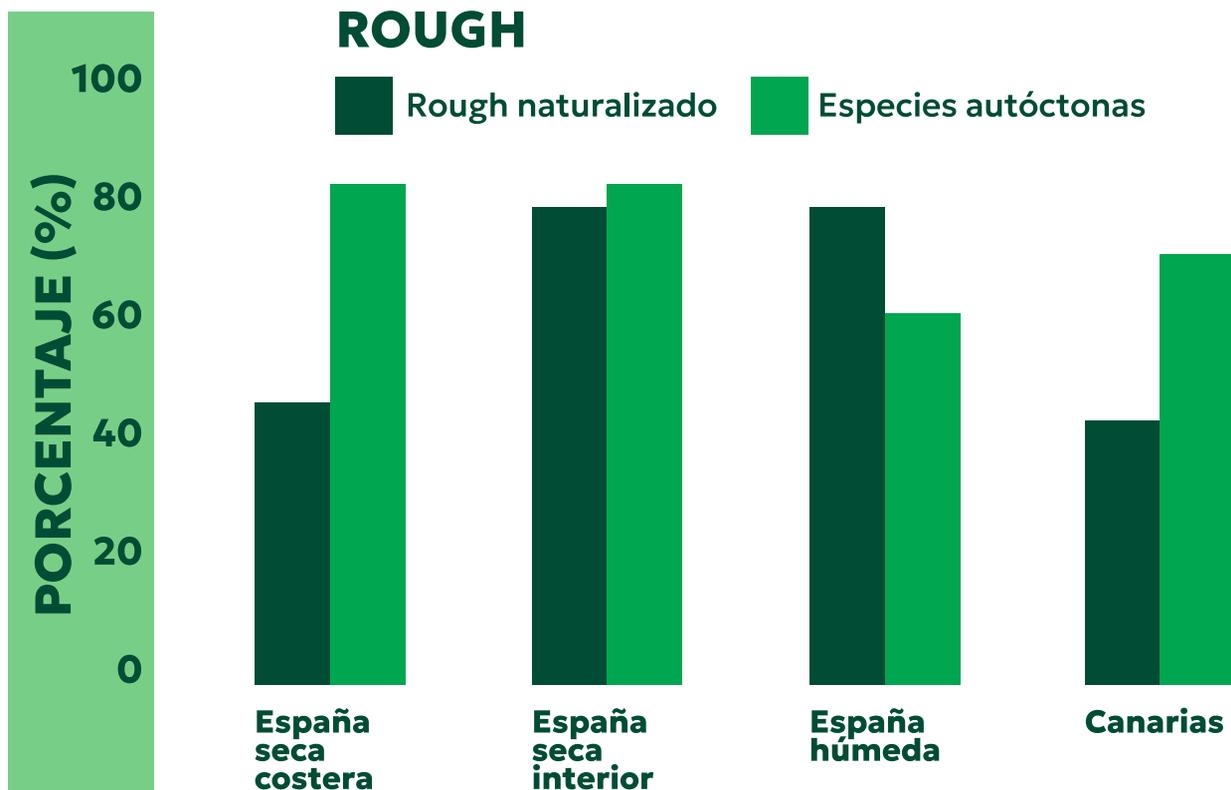


Figura 13. Porcentajes de roughs naturalizados y especies autóctonas en los *outroughs* para todos los tipos de campo de golf según su zona

3.7. LAS CESPITOSAS

Los tipos de cespitosas que hay en una instalación de golf dependen del clima de la zona y de las características de cada parte del campo. Los resultados demuestran que, a diferencia de los *greenes*, otras partes del campo como calles, *tees* y *roughs* comparten el mismo tipo de cespitosa. Las siguientes figuras reflejan las especies de cespitosas más frecuentemente

empleadas en *greenes*, calles, *tees* y *roughs* por cada una de las cuatro zonas de estudio. La especie preferida para los *greenes* es la *Agrostis spp.*, excepto en Canarias. Esta especie (C3) se ve afectada por las altas temperaturas veraniegas y tolera muy bien los fríos invernales con ligera dormancia.

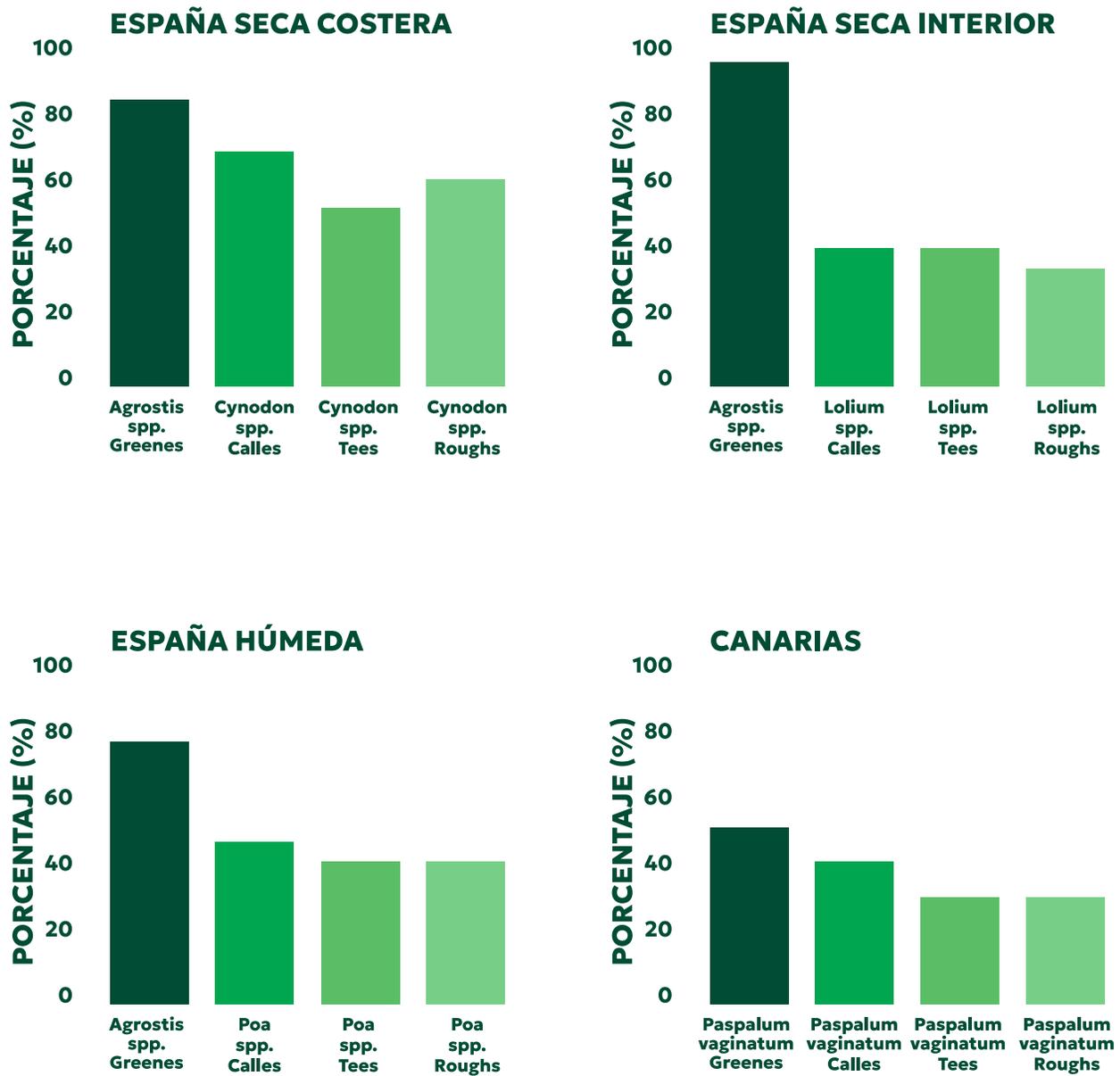


Figura 14. Gráficas de los tipos de cespitosas empleadas en las distintas partes del campo y agrupadas por zonas de estudio.

En la España seca costera es común emplear para calles, tees y roughs la especie *Cynodon spp.* la cual es la cespitosa de clima cálido (C4) más utilizada. Experimenta dormancia invernal, tolera muy bien las elevadas temperaturas, sequías y salinidad. En la España seca interior, exceptuando en los greenes, la más usada es la especie *Lolium spp.* Esta tiene una tolerancia media o baja al calor, altas necesidades hídricas y resistencia media a la salinidad. Por su parte,

en la España húmeda se suele plantar en las calles, tees y roughs la especie *Poa pratensis*, especie de clima templado (C3) de textura media, muy exigente en agua y fertilizantes, especialmente nitrógeno. Y finalmente, en Canarias predomina el uso de *Paspalum vaginatum*, especie de clima cálido (C4), propia de zonas tropicales y templadas. Destaca por su tolerancia a la salinidad y a iones como el cloro y el sodio.



Agua y golf

04

4.1. CONSUMO DE AGUA

El consumo de agua de los campos de golf es, probablemente, el aspecto ambiental más relevante de estos. Por ello, se ha analizado el consumo de agua del año 2023 y el promedio de los últimos cinco años (desde 2019 hasta 2023), con el objetivo de disponer de dicha información y de poder evaluar tendencias futuras en el consumo. Para poder analizar toda la información recogida, y dada la gran dispersión de los datos recibidos, se decide

presentar estos datos en forma de diagramas de cajas y bigotes. Los diagramas de caja-bigotes (*boxplots* o *box and whiskers*) son una presentación visual que describe varias características importantes al mismo tiempo, tales como la dispersión y la simetría de una serie de datos. En el apartado 3.3 hay una explicación del significado de cada parte de este tipo de representaciones.

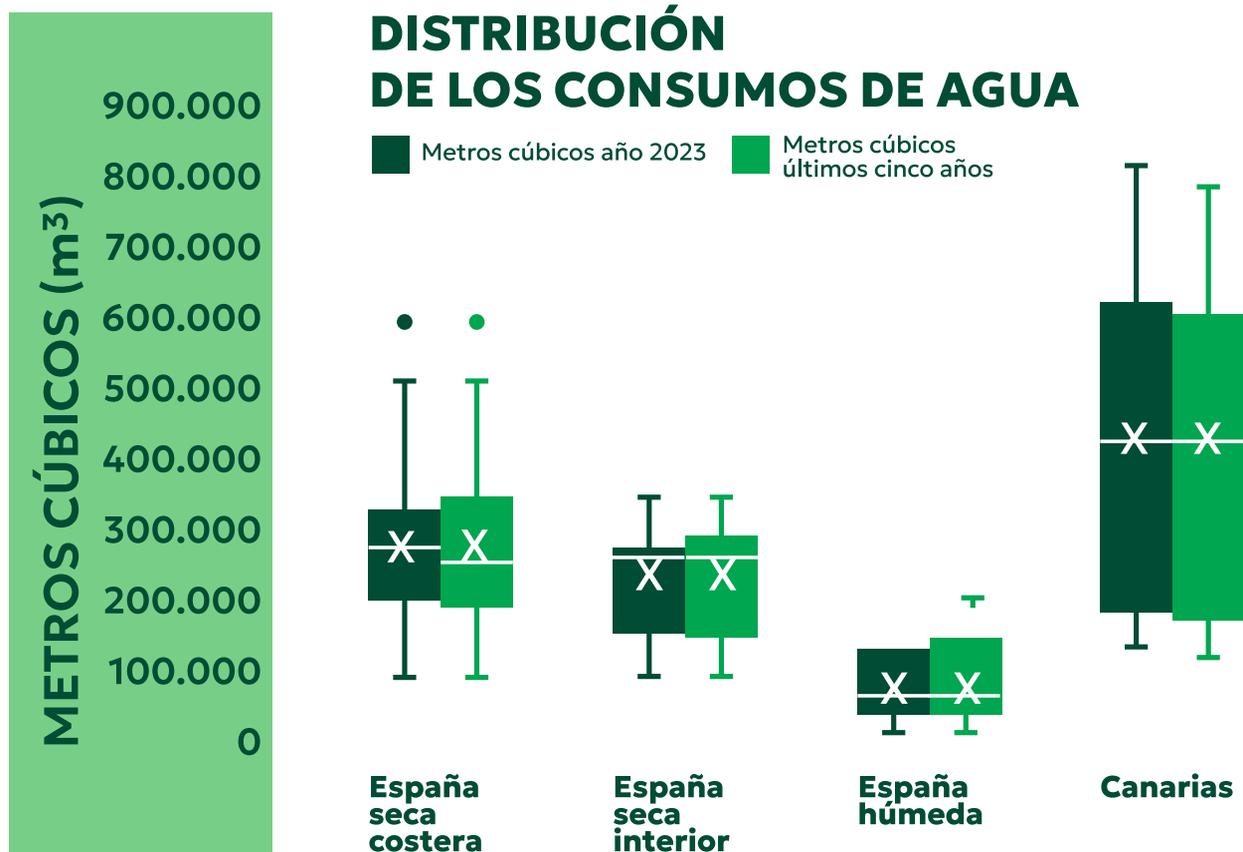


Figura 15. Distribuciones de consumos de agua por zonas de estudio y periodos de tiempo para campos de 18 hoyos (2023 vs. 2019-2023).

Analizando la figura se observa como Canarias posee el mayor consumo de agua, muy por encima del resto de campos españoles, tanto en los valores máximos, como las medianas y medias. Probablemente es debido a que el periodo de riego alcanza a todo el año. Los datos recogidos también muestran una elevada dispersión, lo que indica que hay campos que usan menos agua y otros que consumen un volumen importante. La explicación podría estar en el riego de los jardines tropicales del campo de golf y al empleo de agua con exceso de sales. La mediana de consumo de agua de los últimos cinco años es de 409.000 m³.

En la España seca costera la mediana de los consumos es menor que en Canarias. Se aprecia una menor dispersión que en el caso canario

y una mayor simetría, pero también aparecen algunos campos como “valores atípicos”, es decir con consumos muy por encima de lo que deberían. La mediana de consumo de agua anual de los últimos cinco años es de 250.000 m³. Si se comparan las medianas del año 2023 con la de los últimos cinco años se aprecia un ligero incremento del riego en el año 2023, debido a la falta de lluvias que obligó a ampliar la época de riego.

En la España seca interior la dispersión de los datos es menor que en Canarias y en la España seca costera, lo que indica que los datos de consumo están más agrupados y son más tendentes a regar con consumos similares. La mediana de los consumos de los últimos cinco años es de 257.500 m³. Este ligero incremento, respecto de la España seca costera, debe deberse a una mayor severidad de los veranos de interior y a que disponen de campos algo más extensos.

Como era de esperar, los consumos de agua de la España húmeda son los menores y el agrupamiento de los datos es el mejor. Ello indica que los volúmenes de agua usados son muy parecidos, dada la mayor homogeneidad climática y mayor humedad de esta zona. La mediana de consumo de agua de los últimos cinco años es de 69.000 m³.



Figura 16. Distribuciones de consumos de agua por zonas de estudio y periodos de tiempo para campos de 9 hoyos (2023 vs. 2019-2023).

El número de campos de 9 hoyos es bastante menor que el de 18 hoyos. En la España seca costera la dispersión existente en los consumos de agua es muy elevada. El consumo en el 2023 es ligeramente mayor que en los últimos cinco años, quizás por la falta de lluvias que obliga a

extender el periodo de riego. Los consumos de agua de riego, tanto en la España seca interior como en la húmeda, parecen estar más agrupados que en la España seca costera, eso implica que los riegos están más ajustados entre sí.



Figura 17. Distribuciones de consumos de agua por zonas de estudio y periodos de tiempo para campos de 27 hoyos (2023 vs. 2019-2023).

En cuanto al consumo de los campos de 27 hoyos en la España seca costera e interior los consumos son bastante parejos para este tipo de campo. Si acaso indicar que en la España seca costera aparecen algunos valores atípicos

lo que indica que hay algún campo que consume mucha más agua que sus congéneres. Como era de esperar en la España húmeda se recogen los valores más bajo de consumo de agua para este tipo de instalaciones.

Tasa de riego m ³ /(ha*año)				
Hoyos	España seca costera	España seca interior	España seca húmeda	Canarias
9 Hoyos	5.211	9.873	4.601	11.900
18 Hoyos	7.813	7.886	4.044	10.266
27 o más hoyos	9.115	9.412	4.334	-
Tipo de campo				
Mixto	7.068	9.185	4.286	-
Público	8.100	11.321	3.975	16.181
Privado	9.091	7.274	5.153	11.900

Tabla 7. Porcentajes de campos y tipos de aguas empleadas por zonas de estudio.

En la tabla 6 se recogen datos de la tasa de riego (m³/(ha*año)) en las distintas zonas de estudio y según el tipo de campo (número de hoyos y tipo de explotación). En la España seca costera se observa una relación lineal de crecimiento de la tasa de riego al aumentar el número de hoyos. Si se compara la tasa de riego con el tipo de explotación del campo, aquella es mayor en los campos privados que en los públicos y mixtos respectivamente. Debido, probablemente, a la exigencia en el mantenimiento. En las otras zonas de estudio no se observan tendencias claras.

El almacenamiento del agua en balsas es algo habitual en los campos de golf. Uno de los problemas que posee almacenar agua en estos sistemas es que se producen pérdidas de agua de forma natural por evaporación, como en cualquier otro sistema de almacenamiento. Sin embargo, en los campos de golf computan como agua de riego. Puede parecer que la cantidad de agua que se evapora es despreciable, pero puede suponer una pérdida relevante a lo largo de un año. Y cobra mayor importancia ante el aumento de las temperaturas máximas diarias como consecuencia del cambio climáti-

co. En un artículo publicado por Martínez-Álvarez et al. (2008) se puso de manifiesto la importancia que tienen las pérdidas por evaporación en la comunidad de Murcia cuando se calculó que en las 14.145 balsas de almacenamiento de agua existentes en esta comunidad se perdía una cantidad de algo más de 58 hm³/año.

4.2. TIPOS DE AGUA

El origen del agua de riego empleada puede ser diversa. A veces, dicha agua posee un único origen, en otras ocasiones posee más de uno pues se usa una mezcla. Para aquellos campos ubicados en la España seca costera y que usan una única fuente de agua, el agua regenerada es la más usada con diferencia. Esto es así por la obligación legal de emplear este tipo de agua para el riego de campos de golf en todas las CCAA afectadas (López-Ramírez, 2016).

En la siguiente tabla se presentan los porcentajes de usos de las distintas fuentes de agua empleadas para el riego de los campos de golf españoles agrupados por zonas de estudio y a nivel nacional.

Zona de estudio	Fuente	Agua regenerada	Agua desalada	Agua subterránea	Agua superficial
España seca costera	Única fuente	37	1	3	110
	Más de una fuente	22	6	13	6
	La usan pero no es principal	10	0	8	38
España seca interior	Única fuente	6	0	13	16
	Más de una fuente	19	0	32	12
	La usan pero no es principal	13	0	19	38
España húmeda	Única fuente	0	0	0	35
	Más de una fuente	0	0	5	60
	La usan pero no es principal	0	0	15	45
Canarias	Única fuente	40	10	0	10
	Más de una fuente	30	0	10	0
	La usan pero no es principal	10	0	20	20
A nivel nacional	Única fuente	26	1	5	15
	Más de una fuente	19	3	16	15
	La usan pero no es principal	9	0	12	39

Tabla 7. Porcentajes de campos y tipos de aguas empleadas por zonas de estudio.

En la España seca costera hasta un 70% de los campos de golf usan el agua regenerada. Este es un valor realmente importante. Un 37% del total de campos existentes en esta zona la usa como única fuente de agua. Un 22% la usa como la principal fuente de agua de las que utiliza (pueden ser dos o más), y finalmente un 10% la usa como una fuente más siendo otra la principal. Tan solo un 30% no la usa en ninguna circunstancia. En cuanto al agua desalada un 7% de los campos usa agua desalada (ubicados en Murcia y Cataluña).

En la España seca interior el agua regenerada la usan el 39% de los campos encuestados, tan solo un 6% de los campos la usan como fuente principal, mientras que el resto que la usa lo hace mezclada con otras aguas. Es la Comunidad de Madrid la que lleva toda la responsabilidad del uso del agua regenerada en esta zona de estudio. Las razones por las cuales otras CCAA del interior no usan agua regenerada estarían en que no existe obligación del uso de este tipo de agua y que la reutilización del agua en el interior peninsular no supone un incremento de los recursos hídricos, al contrario que en la costa que sí contribuye a ello y a que ya disponen de otras fuentes de agua convencionales.

En Canarias el agua regenerada es muy usada y

la usa el 80% de los campos que han respondido al cuestionario. Como fuente única lo hace la mitad de esos campos. El 30% como fuente principal y un 10% mezclada con otras fuentes principales. Un 10% de los campos usa agua desalada como fuente única.

El uso de recursos no convencionales de agua en la España húmeda es inexistente, básicamente porque no lo necesitan. El balance hídrico en esta zona de estudio suele ser favorable, ya que las abundantes precipitaciones y las reservas de los recursos convencionales son superiores a las demandas de consumo, permitiendo satisfacer las demandas de todos los sectores productivos, incluidos los campos de golf.

Los porcentajes mostrados de uso de aguas procedentes de fuentes no convencionales sitúan a España en la vanguardia mundial en el uso de este tipo de aguas para el riego de campos de golf.

A partir de los porcentajes mostrados y conociendo los consumos de agua de los últimos cinco años de los campos que han contestado al cuestionario, se puede proyectar el consumo nacional de agua para cada tipo de agua de todos los campos de golf españoles.



Estimación de consumos (hm ³)					
Zona de estudio	Agua regenerada	Agua desalada	Agua subterránea	Agua superficial	Total agua
España seca costera	37,8	4,4	7,8	9,1	59,1
España seca interior	10,8	0,0	11,8	5,7	28,1
España húmeda	0,0	0,0	0,1	4,2	4,4
Canarias	6,3	1,8	8,3	0,3	16,6
A nivel nacional	54,9	6,2	28,0	19,3	108,4

Tabla 8. Estimación de los volúmenes anuales de consumo de agua según las zonas de estudio y los diferentes tipos de agua.

En la tabla 9 se presentan los datos de la demanda total de agua en España, repartidos entre el consumo de agua por parte de la agricultura, el consumo de agua del ciclo urbano, y el consumo de agua para uso industrial (Fuente MITERD, 2021). Se ha añadido a la tabla la estimación del consumo anual de agua de la industria del golf. Este dato se ha obteni-

do a partir de los cuestionarios recibidos por parte de los campos de golf y la proyección del número total de campos. Se observa que, la agricultura es el sector que más agua consume respecto de los otros sectores, con casi el 80,4% del total. La industria del golf consumiría tan solo el 0,34% de las necesidades hídricas del país.

Nacional	Agricultura	Ciclo urbano	Industrial	Golg
32.000 hm ³	25.728 hm ³	4.960 hm ³	1.088 hm ³	108 hm ³

Tabla 9. Demanda de agua en España para los diferentes sectores en 2021.

En el ciclo urbano, no toda el agua llega a su destino: los domicilios de los españoles. En una nota de prensa publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 27 de julio de 2022) se estimó en 652 hm³ las pérdidas reales de agua de las redes de suministro durante el 2020 (fugas, roturas y averías en la red), lo que supuso un 15,4% del total de agua suministrada a dichas redes. Si se compara esa cifra con el consumo anual de agua por parte de los campos de golf, las pérdidas en las redes de suministro a los hogares son seis veces mayor que el consumo de todos los campos de golf españoles. Llegados a este punto, es preciso destacar también que una parte importante del volumen de agua total consumido por los campos, unos 60 hm³, tendrían su origen en un recurso no convencional; esto es, agua regenerada y agua desalada. Esto implicaría al 55% de los campos españoles. Esto tiene una suma importancia, pues de esta manera se contribuye a una sostenibilidad ambiental mejorada aprovechando recursos hídricos alternativos, reduciendo la presión sobre las aguas superficiales y subterráneas y ayudando a conservar los ecosistemas naturales.

En un informe publicado por IE University, (Santaló, J., 2024) titulado “Impacto económi-

co del golf en España”, actualización del informe: “El golf como catalizador de la actividad económica en España” se pone de manifiesto la importancia que posee el golf para España y más concretamente para el sector económico y turístico español. El informe valora en 15.937 millones de euros la cantidad de ingresos que aporta la industria del golf al sector productivo español de forma directa, indirecta e inducida a partir de los 1,4 millones de turistas extranjeros que se desplazan hasta España para jugar al golf, a los que hay que sumar los federados españoles que juegan. Es importante destacar, asimismo, que el 89% de los todos los beneficios generados por la industria del golf impactan en otros sectores no relacionados directamente con el deporte del golf como son hoteles, hostelería, transportes, etc. Por lo cual son múltiples los empleos y actividades ajenas al golf que se benefician también de esta actividad.

Por último, indicar que la cantidad de superficie regada en España por la agricultura de regadío se establece en 3.862.811 ha, el 22,85% de un total de 16.902.423 ha cultivadas (MAPA, 2021). El golf, a nivel nacional, riega aproximadamente, unas 12.100 ha.

Como se ha comentado con anterioridad, algo más de la mitad de los campos españoles usaría el agua regenerada, mientras que el resto no lo hace (45%). Consultados por las razones existentes para no usarla, la mayoría

explica que el principal motivo radica en que no hay infraestructura que conduzca dicha agua a sus campos. Un 9% aducen que no la necesitan pues ya poseen otras fuentes de agua. Estos datos se presentan en la tabla 10.

Razones para no emplear agua regenerada	España seca costera	España seca interior	España húmeda	Canarias
No hay infraestructura que permita el suministro.	28%	35%	65%	20%
No es necesario al disponer ya de otra fuente habitual.	1%	19%	20%	0%
Normativa de cuenca hidrográfica.	1%	0%	15%	0%
Es muy cara.	0%	6%	0%	0%
No procede contestar.	1%	0%	0%	0%

Tabla 10. Razones por las que no se emplea el agua regenerada.

El agua regenerada es un agua que los campos tienen que comprar en la inmensa mayoría de los casos (hay alguno que solo paga un canon anual), a diferencia de las aguas de pozo, por las cuales solo se tiene que pagar el precio de la energía del bombeo de extracción. En la siguiente gráfica, figura 18, se recogen las medianas de los precios del metro cúbico del agua regenerada en las diversas CCAA donde esta es usada. Los precios facilitados por los encuestados reflejan las tarifas medias entre 2019 y 2023. Hay notables diferencias entre ellas. Destaca, por su elevado coste, el agua

regenerada en la Comunidad de Madrid alcanzando un precio de 0,54€/m³ (mediana). Esta comunidad es la única representante de la España seca interior que usa este tipo de agua. Dado que las otras CCAA e esta zona de estudio poseen campos que, en general, son poco rentables económicamente, llegado el caso de obligarles a emplear el agua regenerada, si esta tuviera un elevado precio como en la Comunidad de Madrid y además tuvieran que asumir el coste de las infraestructuras de distribución se les pondría en una situación complicada para la continuidad de su actividad.

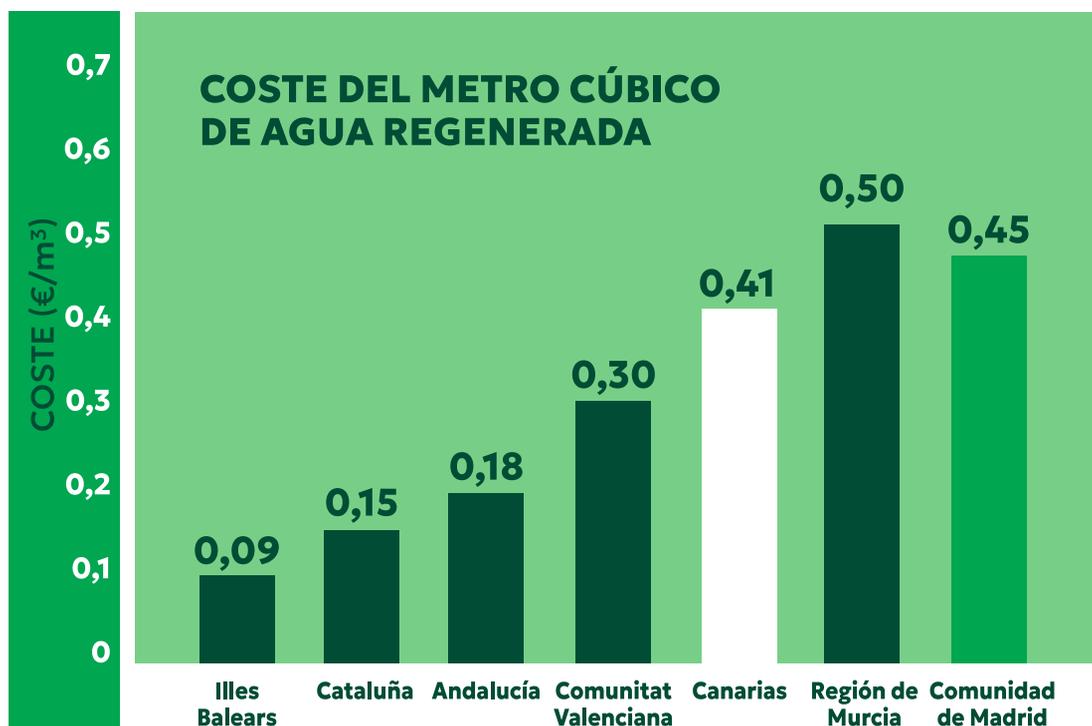


Figura 18. Mediana del coste del agua regenerada por comunidades autónomas donde se usa dicha agua. Precios comprendidos entre 2019 y 2023.

A la Comunidad de Madrid le sigue en precio la Región de Murcia y luego la Región de Canarias. Es de destacar la diferencia de precios en la España seca costera, representados en color azul oscuro, habiendo una diferencia importante de hasta seis veces el coste entre Illes Balears y la Región de Murcia.

Es interesante destacar lo que sucede en Andalucía: aquí se concentra la mayor cantidad de campos de golf de toda España, campos que proyectan una buena imagen de calidad, que usan agua regenerada en un porcentaje muy alto y en la que el coste del agua regenerada era el tercero más bajo por entonces. Conviene aclarar que en febrero de 2024 se ha producido una revisión al alza de precios en la Costa del Sol que no queda recogida en el estudio por

producirse la subida de precios después de la entrega de los cuestionarios.

Disponer de un agua regenerada de bajo coste confiere una mayor competitividad a los campos reduciendo la cantidad de dinero destinada a la compra del agua. De esta manera, parte de sus presupuestos se pueden destinar a otras actividades de mantenimiento que fomenten más el desarrollo de la industria del golf, trasladando a la sociedad una imagen más sostenible del uso del agua y conservando así las fuentes convencionales para usos prioritarios como el consumo humano.

En cuanto a la opinión que poseen los responsables de los campos sobre la calidad del agua que usan, esta es diversa y dependiente del tipo de agua empleada.

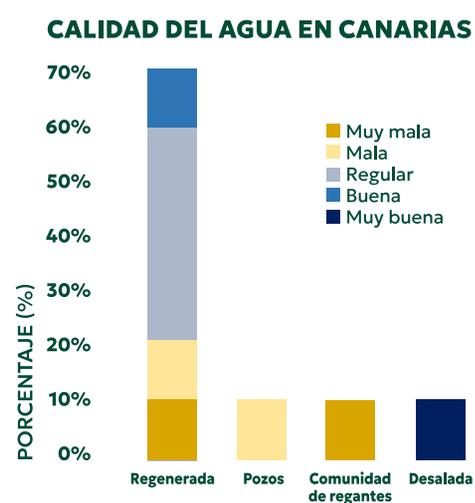
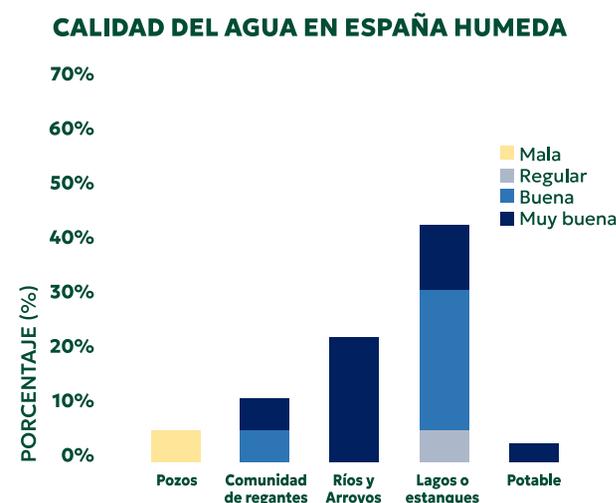
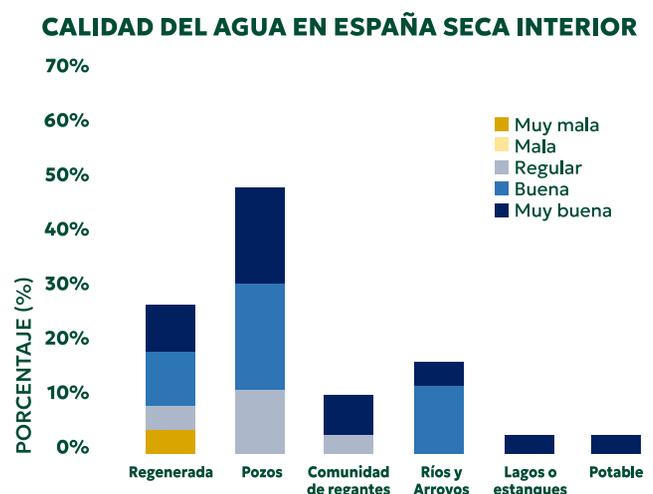
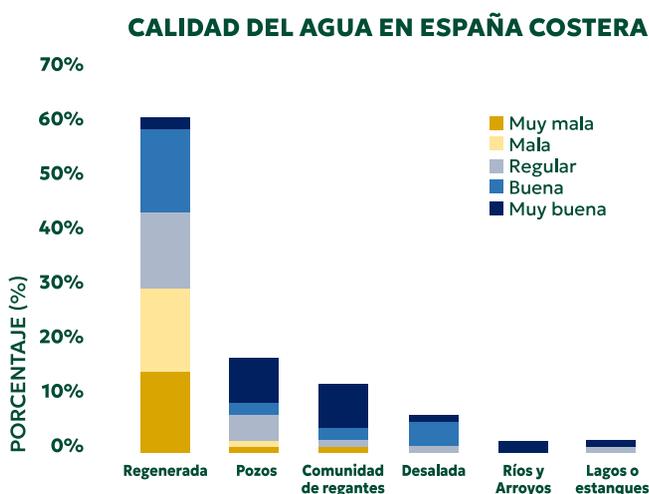


Figura 19. Gráficas sobre la opinión de la calidad del agua de riego empleada según zonas de estudio

Como se ha analizado anteriormente, la España seca costera es la zona que más agua regenerada emplea para el riego. La opinión más extendida sobre la calidad de esta agua en esta zona es regular o negativa, alcanzando al 43% de los campos encuestados. Las razones que aportan para este malestar son sobre todo el alto contenido de sales de estas aguas, consideradas excesivas. La explicación de estos problemas tiene que ver, en la mayoría de los casos, con las intrusiones marinas en los colectores costeros de las aguas residuales que conducen estas a las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs), y que presentan deficiencias o daños estructurales. Aunque también existen reproches, menores, relativos a la presencia de materia orgánica en el agua regenerada. La razón por la cual en la España seca interior las quejas por la calidad del agua regenerada son menos frecuentes, es que, a diferencia de la España costera, en esta zona no existen intrusiones marinas. En Canarias ocurre algo similar con el alto contenido de sales, pero este problema también se extiende a los otros tipos de agua, dada la naturaleza salina de sus aguas naturales de origen volcánico. Si el contenido de sales en un agua de riego es muy

alto se puede llegar a alcanzar niveles tóxicos para las plantas regadas, afectando seriamente a las cespitosas y alterando la naturaleza química del suelo. Una forma de combatir este fenómeno de acumulación de sales es incrementar la fracción de lavado aumentando la tasa de riego. Esto conlleva un incremento en el consumo de agua total de la instalación. La salinización del suelo es un fenómeno grave, lento, pero acumulativo y conviene estar atentos en el uso de aguas con concentraciones de sales elevadas como las aguas regeneradas. Si la calidad del agua regenerada es mala o muy mala puede ser recomendable emplear, temporalmente, otra fuente de agua de mejor calidad, con menor contenido de sales, para llevar a cabo el lavado de las sales acumuladas en el suelo.

El problema de la calidad alcanza tal magnitud en algunos casos, que en la España seca costera el 17% de los campos se ven obligados a mejorar la calidad del agua de riego, asumiendo ellos los gastos añadidos. Estos gastos pueden llegar a suponer hasta 0,26€/m³ adicionales al coste del agua regenerada.

Frecuencia temporal de análisis del agua de riego						
Zona de estudio	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	anual	Rara vez
España seca costera	26	40	12	6	11	4
España seca interior	16	6	16	19	3	39
España húmeda	0	15	0	10	30	45
Canarias	10	20	20	20	20	10
A nivel nacional	18	26	12	11	13	21

Tabla 11. Frecuencia temporal (%) de análisis de las aguas de riego en los campos.

Los campos, en general, analizan poco frecuentemente la calidad del agua de riego que emplean en sus campos, ver tabla 11. Para aquellos que usan agua subterránea, esto se justifica por la estabilidad química de este tipo de aguas. Sin embargo, los campos que usan agua regenerada, conviene recordar que son más del 50% de los campos españoles, deberían analizar el agua al menos una vez cada semana, mientras que aquellos que lo hacen son un porcentaje inferior. Una buena gestión agronómica del campo obliga a conocer la calidad del agua de riego con frecuencia para

evitar problemas a medio y largo plazo, tanto en las cespitosas como en el suelo.

Las características de la calidad del agua empleada para riego son diferentes según sean las zonas de estudio. En la tabla 12 se recogen los intervalos más frecuentes de conductividad y tasa de absorción de sodio suministrados por las respuestas de los cuestionarios y en función del tipo de agua usada. Puede obtenerse así una cierta idea de la calidad química del agua de las diferentes zonas de estudio.

Tipo de agua	Variable analítica	Zona de estudio			
		España seca costera	España seca interior	España húmeda	Canarias
Agua regenerada	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1000-5000	0-2000	-	1000-4000
	*TAS	6-20	3-12	-	3-12
Agua de pozo	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0-3000	0-2000	0-2000	4000-5000
	TAS	3-12	**	3-12	6-12
Agua de comunidad de regantes	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0-1000	-	1000-2000	1000-2000
	TAS	0-6	-	3-6	3-6
Agua desalada (mezclada)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1000-3000	-	-	0-1000
	TAS	3-6	-	-	3-6
Agua de ríos y arroyos	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0-3000	0-2000	0-1000	-
	TAS	0-3	**	0-3	-
Agua de lagos o estanques	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0-4000	-	0-1000	-
	TAS	0-6	-	0-3	-
Agua potable	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	-	-	0-1000	-
	TAS	-	-	0-3	-

* TAS= tasa de absorción de sodio.

** Los campos de golf afectados no lo analizan habitualmente.

Tabla 12. Intervalos de valores de conductividad y TAS* de las aguas empleadas para el riego según las zonas de estudio.

La idoneidad de un agua regenerada que se va a usar para riego debe establecerse en función del nivel de gestión necesario para resolver satisfactoriamente los problemas que pudieran producirse durante su uso. Puesto que es imposible abarcar todos los escenarios que pueden darse al emplear este tipo de agua en todos los campos de golf en los que se emplea, el enfoque que se debe adoptar debe recaer sobre los aspectos de gestión necesarios para poder utilizar satisfactoriamente un agua de determinada calidad. En cualquier caso, la elección concreta de las técnicas a seguir debe hacerse en el propio campo de golf o por el propio *greenkeeper*.

En la tabla 13 aparecen unas directrices que se dividen en tres tipologías diferentes cuyas divisiones son arbitrarias, ya que los cambios se producen gradualmente y no existen puntos claros de separación entre ellas. Variaciones del diez al veinte por ciento por encima o por debajo de algunos parámetros pueden ser perfectamente válidas por lo anteriormente expuesto.

Estas directrices se han elaborado a partir de numerosos estudios de campo, ensayos de investigación y observaciones prácticas. No obstante, la forma de gestión del campo por parte *greenkeeper* puede alterar considerablemente los resultados que se obtengan

Tipo de agua	Descripción	Variable analítica	Unidad	Grado de restricciones en el uso			
				Ninguno	Débil a moderado	Elevado	
Salinidad	Afecta la disponibilidad de agua para la planta.	Conductividad eléctrica (CE)	μS/cm	< 700	700-3000	>3000	
		Sólidos disueltos totales	mg/l	< 450	450-2000	>2000	
Permeabilidad	Afecta la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Valorada mediante la CE y TAS.	TAS (b) (c) (d)	0 - 3	y CE	≥ 700	700 - 200	< 200
			3 - 6		≥ 1200	1200 - 300	< 300
			6 - 12		≥ 1900	1900 - 500	< 500
			12 - 20		≥ 2900	2900 - 1300	< 1300
			20 - 40		≥ 5000	5000 - 2900	< 2900
Toxicidad de iones específicos	Puede llegar a afectar ciertas especies de cespitosas.	Sodio (Na) (e) (f)		70 mg/l			
		Riego superficial	TAS	< 3	3 - 9	>9	
		Riego por aspersión	mg/l	< 70	>70		
		Cloruro (Cl) (e) (f)		100 mg/l			
		Riego superficial	mg/l	<140	140 - 350	>350	
		Riego por aspersión	mg/l	<100	>100		
		Boro (B)	mg/l	<0,7	0,7 - 3,0	>3,0	
Efectos diversos	Puede afectar especies sensibles.	Nitrógeno total (N-total) (g)	mg/l	<5	5 - 30	>30	
		Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	mg/l	<90	90 - 500	>500	
		Cloro residual	mg/l	<1,0	1,0 - 5,0	>5,0	
		pH		Intervalo normal entre 6,5 y 8,4			

* Adaptado de "Riego con agua residual municipal regenerada. Manual práctico". R. Mujeriego. Universitat Politècnica de Catalunya. 1990.

Tabla 13. Directrices para evaluar la calidad del agua de riego*

- Adaptado del informe del *University of California Committee of Consultants* (1974) (Guidelines for interpretation of Water Quality for Agriculture. Memo report, 13 páginas, California), y de Ayers y Wescot (1984) (Ayers, R. S. y D. W. Wescot, 1984. Water quality for agriculture, irrigation and drainage. Paper no. 21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, Italia).
- TAS significa Tasa de Absorción de Sodio
- Para un valor dado de la TAS la velocidad de infiltración aumenta a medida que lo hace la salinidad. Los problemas potenciales de permeabilidad deben evaluarse mediante la TAS y la conductividad eléctrica conjuntamente
- Se recomienda que para aguas residuales se ajuste el valor de la TAS con objeto de tener en cuenta una estimación más correcta del calcio presente en el agua intersticial después de regar empleando la TAS ajustada.
- La mayor parte de los árboles y arbustos ornamentales son sensibles al sodio y a los cloruros; deben utilizarse los valores indicados.
- Con riego por aspersión elevado y humedad baja, por debajo del 30%, unas concentraciones de sodio y cloruros superiores a 70 y 100 mg/l, respectivamente, han dado lugar a una excesiva absorción por las hojas y han dañado plantas sensibles.
- El nitrógeno total debe incluir el amoníaco, el nitrato y el nitrógeno orgánico a pesar de que las diferentes especies de nitrógeno de un agua residual varían con el tiempo, la respuesta de las plantas viene determinada por el aporte total de nitrógeno.



El riego

05

5.1. EL RIEGO

La estructura que posee un suelo influye notablemente en su capacidad de hacer circular el agua o de retenerla. En algunos casos los suelos pueden tener una naturaleza hidrofóbica de forma natural, en otros casos, la presencia de materia orgánica hace que lo sean. Las características hidrofóbicas del suelo impiden un buen aprovechamiento del agua por parte de las cespitosas. Y aunque el término de suelo es cuestionable en los campos de golf, con el fin de mejorar la eficiencia del riego es habitual que los *greenkeepers* añadan algún tipo de

agente que contribuya a hacer más eficiente el uso del agua por parte de las plantas. En España un 92% de los campos contestan que añaden algún agente que mejora la eficiencia del riego, un 69% los suelen combinar con otros productos, principalmente, ácido (56%), agentes de control biológico (28%) y yeso (25%). Resulta interesante que ya hay campos que empiezan a emplear, aunque aún de forma muy incipiente, la agricultura regenerativa. Ver tabla 14.

Zona de estudio	% Sí	Un solo producto		Más de un producto						
		Agente humectante	Fertilizante	Agente humectante	Fertilizante	Yeso	Agentes de control biológico	Ácido	Azufre	Agricultura regenerativa
España seca costera	92	26	3	63	19	20	27	45	6	0
España seca interior	94	13	0	81	19	35	29	77	10	3
España húmeda	85	25	0	60	5	20	15	50	5	0
Canarias	100	10	0	90	10	30	70	70	0	0
A nivel nacional	92	21	2	69	16	25	28	56	6	1

Tabla 14. Tipos de agentes usados para mejorar la eficiencia del riego según las zonas de estudio.

A la hora de gestionar el riego los sistemas automáticos son más eficientes que el sistema manual. Prueba de la búsqueda de la eficiencia es que en el 92% de los campos consultados el sistema de riego es automático, aunque la

mayor parte de ellos posee más de veinte años de antigüedad. En la tabla 15 se muestra la distribución de la antigüedad de los sistemas automáticos de riego por zonas.

Zona de estudio	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2024
España seca costera	4	15	44	26	10
España seca interior	0	26	35	19	16
España húmeda	0	35	30	25	10
Canarias	20	0	30	30	20
A nivel nacional	3	20	38	24	12

Tabla 15. Antigüedad (años) de los sistemas automáticos de riego según las zonas de estudio.

5.2. LOS EQUIPOS DE RIEGO

Respecto de los subsistemas que conforman al sistema de riego, en general, la antigüedad de los equipos (tabla 16) supera los 10 años e inclu-

so más en muchos casos, siendo habitual encontrar equipamiento con más de 20 años de antigüedad.

Zona de estudio	Antigüedad	Estación de bombeo	Bombas	Tuberías principales	Tuberías secundarias	Satélites	Aspersores
España seca costera	Menos de 10 años	34	49	16	19	33	45
	Más de 10 años	64	48	82	79	56	52
España seca interior	Menos de 10 años	32	42	16	13	39	32
	Más de 10 años	65	55	81	84	58	65
España húmeda	Menos de 10 años	35	40	15	25	30	40
	Más de 10 años	60	55	80	75	60	60
Canarias	Menos de 10 años	10	10	0	10	40	40
	Más de 10 años	70	60	100	90	60	60

Tabla 16. Antigüedad (en años) de los subsistemas de riego según las zonas de estudio.

Dada la antigüedad existente en los equipos de los sistemas de riego, el 55% de los campos

expresa su voluntad de modernizar alguna parte de estos en los próximos dos años.

5.3. REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA DE RIEGO

Con el fin de reducir el consumo de agua de riego, el personal técnico del campo desarrolla una serie de prácticas conducentes a ello. La principal es la de usar tecnologías aplicadas al riego. El uso de sensores proporciona objetividad a la toma de decisiones y este aspecto es muy importante y cobrará una creciente importancia en los próximos años. La concienciación

sobre la conservación del agua le sigue en importancia y después le sigue la disponibilidad de agua y la reducción de las áreas regables de juego. En la figura 20 se muestran los porcentajes de campos que desarrollan alguna práctica para reducir el consumo de agua de riego (anillo exterior) y las prácticas ejecutadas (anillo interior)

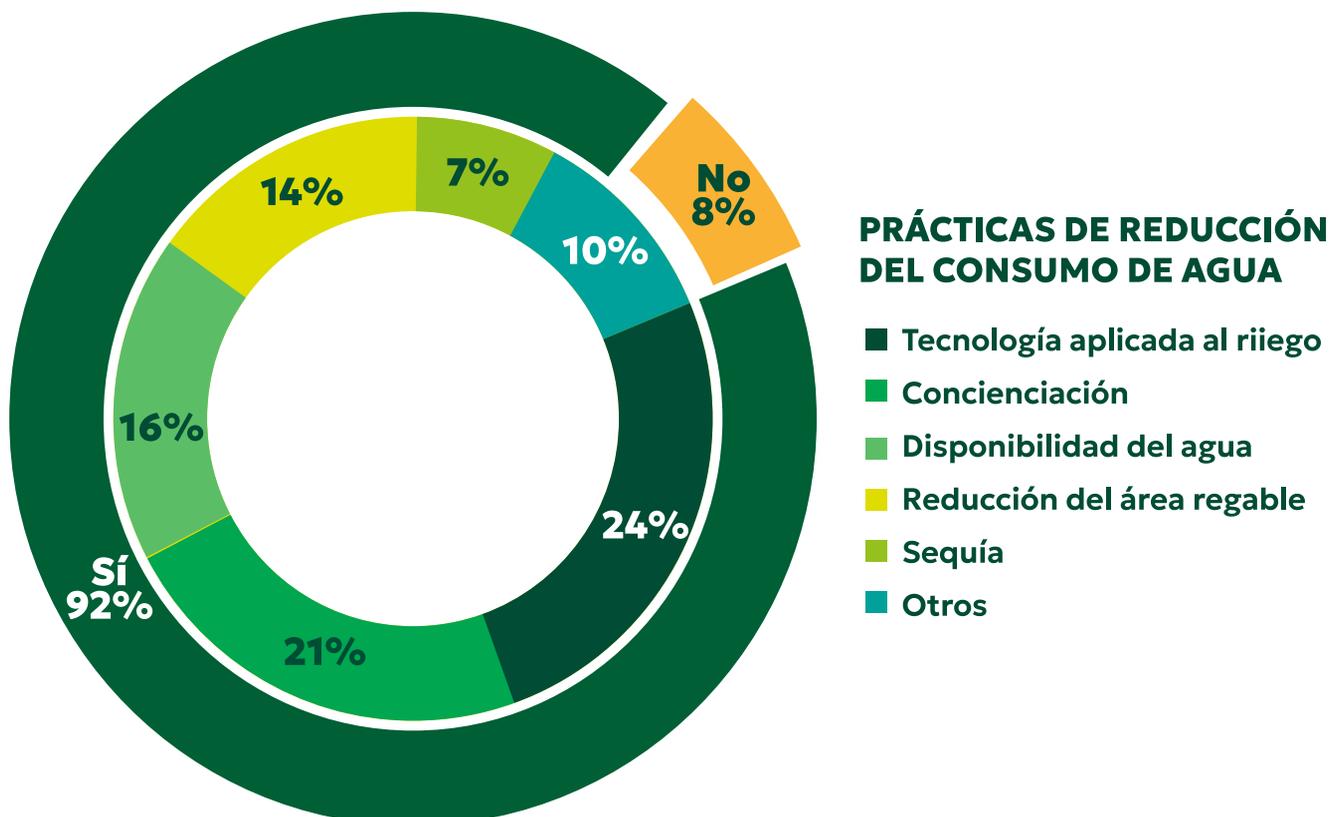


Figura 20. Prácticas conducentes a la reducción del consumo de agua de riego.



5.4. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA DE RIEGO

Calcular la cantidad de agua de riego es muy importante para un *greenkeeper*; probablemente sea la pregunta más importante de su jornada. En la figura 21 quedan recogidas las respuestas de la pregunta sobre los métodos empleados para estimar la tasa de riego diaria. Es muy habitual que se emplee más de un método para calcular dicho valor. Un 71% se basa en la percepción del estado del césped, un 61% emplea sensores de humedad, en su

mayoría portátiles, un 55% utiliza la predicción meteorológica, un 47% observa el contenido de humedad del suelo, y un 43% consulta el valor de evapotranspiración de una estación meteorológica en el campo. Los métodos indirectos predominan sobre la medida directa del contenido de humedad del suelo. Sin embargo, usar sensores dota de objetividad a la toma de decisiones y es algo que debe ser potenciado en el sector.

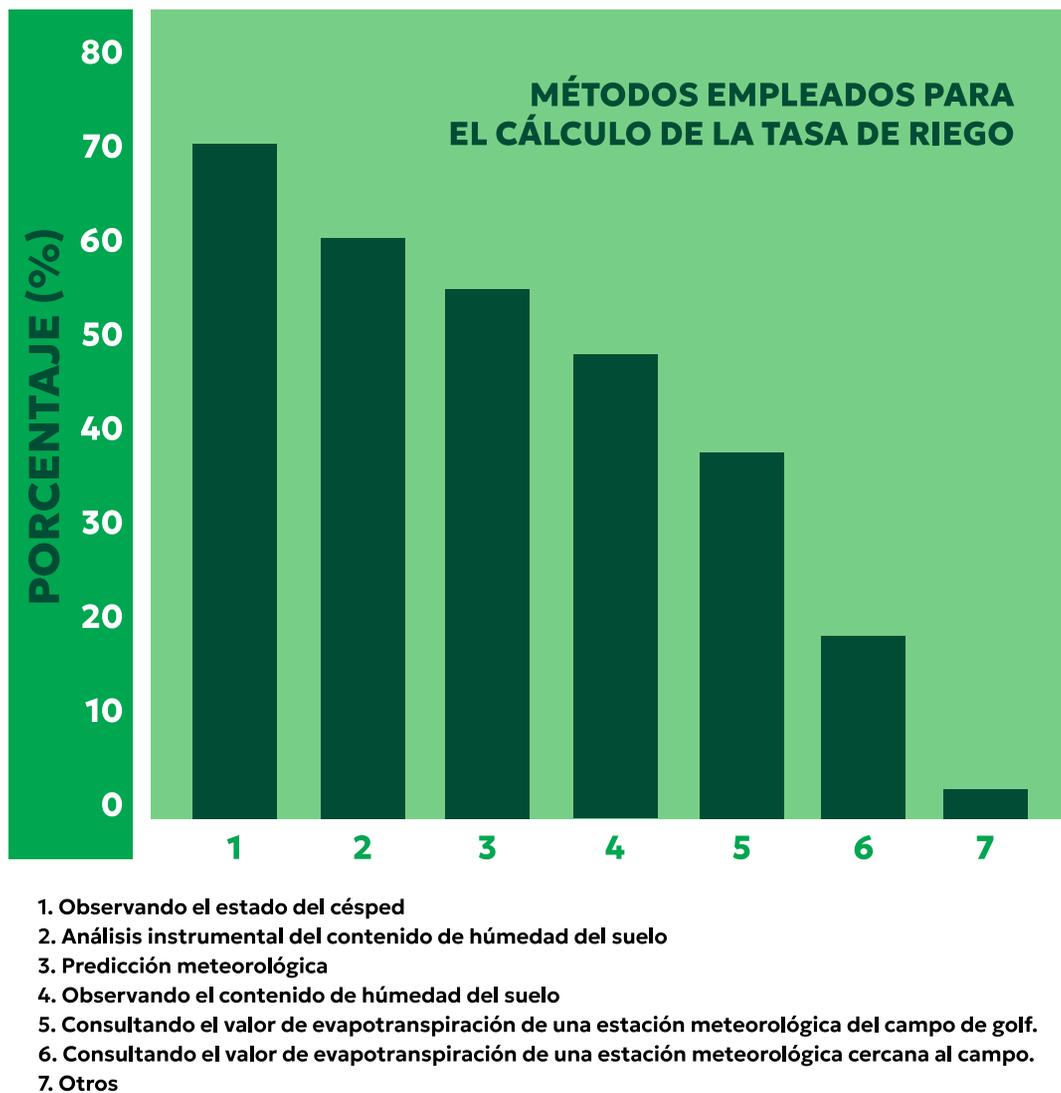


Figura 21. Métodos empleados para el cálculo de la tasa de riego.

5.5. AUDITORÍA DE RIEGO

La mitad de los campos de golf ha desarrollado alguna vez una auditoría de riego según se recoge en la tabla 17. No hay diferencias significativas entre las distintas zonas de estudio. Sólo el 21% de los campos la ha desarrollado en el último año. El resto de los que la han ejecutado lo ha hecho en los últimos cinco años. Cono-

cer bien la eficiencia del riego es crítico para poder conservar agua.

EL 80 % de las personas consultadas desconocen el coeficiente de uniformidad obtenido durante la auditoría de riego. Aquellos que la conocen la sitúan entre el 0,7-0,9.

Zona de estudio	¿Ha realizado alguna vez una auditoría de riego?		Antigüedad de la última auditoría de riego			
	Sí	No	Último año	Últimos cinco años	Últimos diez años	No se ha hecho nunca
España seca costera	56	44	26	28	2	44
España seca interior	58	42	10	29	19	42
España húmeda	25	75	10	10	5	75
Canarias	30	70	10	20	0	70
A nivel nacional	50	50	18	25	7	50

Tabla 17. Porcentajes de campos que han hecho auditoría de riego y antigüedad de la última por zonas.

5.6. GESTIÓN DOCUMENTAL DEL RIEGO

Realizar una gestión documental en una organización puede transformar la forma en la que esta maneja su información y mejora de forma importante la operatividad y respuesta ante adversidades. El 44 % de los campos que han respondido no poseen un plan, programa o protocolo de gestión documental para la gestión de sequías, gestión del agua de riego, mantenimiento preventivo de equipos o uso de agua de lluvia. Los campos que, por el contrario, sí disponen de alguno lo dirigen principalmente a aspectos técnicos como el mantenimiento preventivo de los equipos del sistema de riego o a la gestión del agua de riego. Una

posible respuesta a esta situación de falta de planificación puede estar en que las autoridades (confederación hidrográficas o autonómicas) tampoco se los exigen. La “nueva normalidad” que genera el cambio climático, con periodos de sequía más intensos y extensos en el tiempo, irá obligando a los campos a implantar sistemas documentados sobre las formas de responder a estas adversidades.

Es importante destacar que a un 28 % de los campos de golf se les han restringido las asignaciones de agua de riego por parte de alguna autoridad durante el año 2023, como consecuencia de la excepcional sequía.

5.7. ENERGÍA

La energía es un recurso muy importante para los campos de golf. Sin energía no hay bombeo alguno. Y si no se bombea agua el riego está impedido.

La guerra en Ucrania incrementó de forma importante el precio de la electricidad durante los años 2022 y 2023. Consultado el personal de los campos sobre la importancia que concedían al precio de la energía, este manifestó que era muy importante este coste, tal y como se refleja en la parte izquierda de la figura 22. Sin lugar a duda estas respuestas están condicionadas por el alto valor que llegó a alcanzar la electricidad en España, con hasta 340€/MWh durante el mes de marzo de 2022 y que permaneció alto los meses posteriores hasta principios de 2024.

IMPORTANCIA COSTE DE ENERGÍA

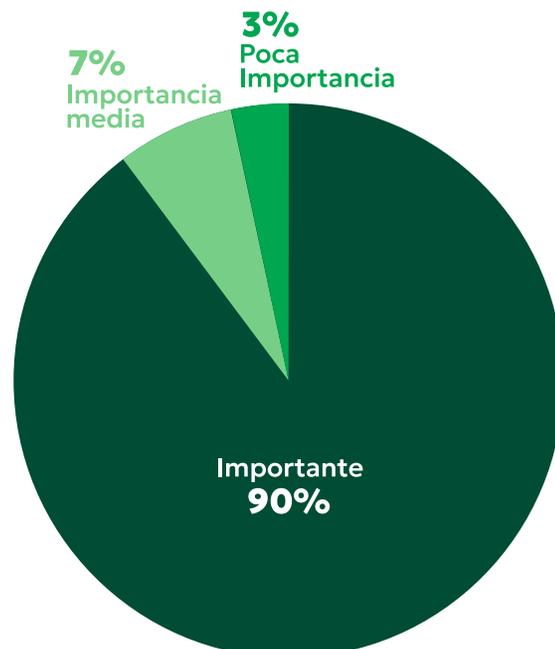


Figura 22. Importancia que tiene el coste de la energía para los campos de golf encuestados.

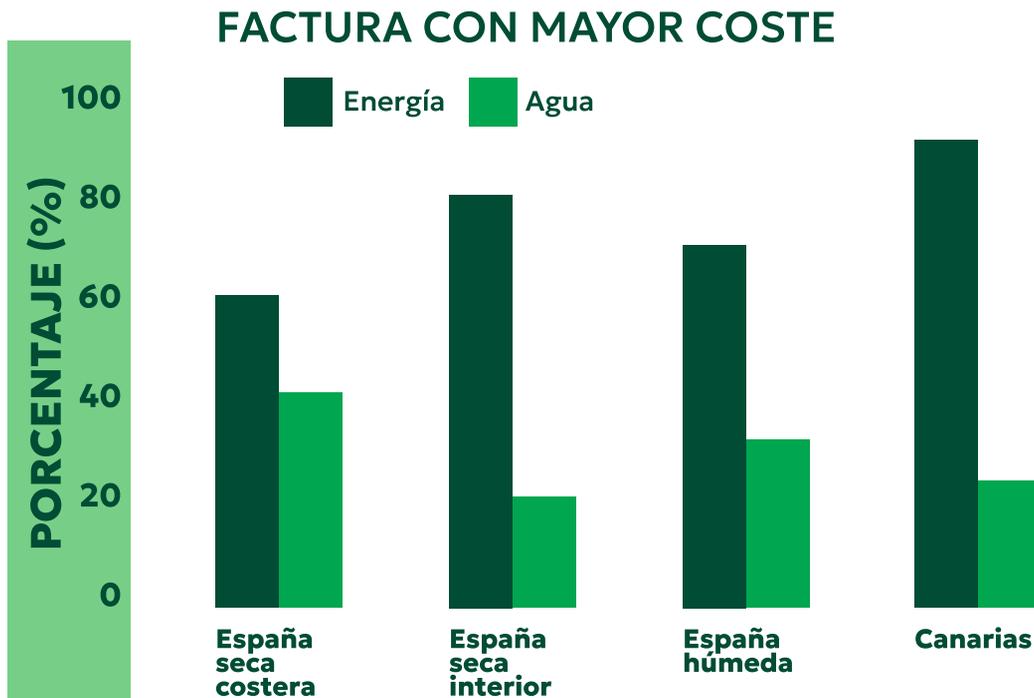


Figura 23. Recurso que supone un mayor coste para los campos de golf encuestados.

Una vez consultada la importancia del coste de la energía, se les preguntó a los campos de golf sobre qué recurso representaba un coste mayor para estos: si el coste del agua o el de la energía. Como queda reflejado en la figura 23, los campos estaban más preocupados en ese momento por el coste de la energía, asociado al bombeo del agua de riego, que por el coste de la propia agua. Conviene recordar nuevamente que estas respuestas están condicionadas por el alto coste que llegó a alcanzar la energía tras la invasión rusa en Ucrania. A fecha de junio de 2024, la realidad es que el coste del agua es mayor que el de la energía como siempre ha sucedido. Esta afirmación ha sido recogida a partir de consultas personales realizadas por el autor del informe a varios gerentes de campos de golf.

La importancia que posee la energía es tal, que el 41% de los campos de golf españoles posee algún tipo de sistema de producción de energía renovable, tabla 18. Algunos de ellos poseen sistemas fotovoltaicos para producir electricidad para autoconsumo y otros poseen solo sistemas para calentar el agua sanitaria. Uno de los inconvenientes que posee instalar sistemas fotovoltaicos en los campos de golf es que están limitados a una potencia máxima de 100 kWpico. En el caso de querer utilizar estos sistemas para el bombeo del agua de riego esto no es posible, ya que el riego suele tener lugar por la noche cuando los sistemas fotovoltaicos ya no pueden operar, por lo cual la producción fotovoltaica se dedica principalmente a la

climatización de la casa club, a la iluminación interior y a la carga de *buggies*. Sería interesante entonces para el sector disponer de, o más capacidad de producción más allá de los 100 kWpico, o utilizar mecanismos de compensación en factura para compensar el bombeo nocturno del riego que es cuando más electricidad consumen los campos. La idea de que un campo se convierta en productor de electricidad es actualmente descabellada, dada la enorme carga burocrática que ello conlleva. Por ello, el sector demanda aumentar la limitación de potencia hasta los 500kWp.

Finalmente, conviene destacar que en la España seca costera uno de cada dos de sus campos ha implementado algún sistema de energía renovable.

Zona de estudio	Sí	No
España seca costera	49	50
España seca interior	32	68
España húmeda	35	65
Canarias	0	100
A nivel nacional	41	59

Tabla 18. Porcentaje de campos que poseen algún sistema de producción de energía renovable.



Percepción
del golf

06

En los cuestionarios se preguntó al personal técnico de los campos acerca de la percepción que tiene la sociedad sobre el golf, tabla 19. Los cuestionarios revelan claramente que la

opinión percibida es regular, mala o muy mala en general. Las personas encuestadas perciben que la sociedad no ve amablemente al deporte del golf.

Opinión percibida de la sociedad hacia el golf					
Zona de estudio	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
España seca costera	12	39	39	8	1
España seca interior	10	26	52	3	10
España húmeda	25	35	40	0	0
Canarias	40	40	10	10	0

Tabla 19. Opinión (%) que las personas encuestadas perciben que tiene la sociedad sobre el golf.

Por el contrario, a la pregunta sobre la percepción que posee el entorno más inmediato sobre el campo de golf las respuestas fueron: regular, buena y muy buena, tabla 20. Consideran así

que en el entorno más cercano al campo los beneficios superan a los prejuicios existentes sobre el deporte del golf.

Opinión generada por el campo de golf en su entorno					
Zona de estudio	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
España seca costera	1	6	31	44	18
España seca interior	6	6	26	39	23
España húmeda	5	5	60	25	5
Canarias	10	10	30	40	10

Tabla 20. Opinión (%) que las personas encuestadas perciben que tiene su campo de golf en su entorno.

Y a la pregunta sobre si creen que la sociedad percibe las medidas desarrolladas para reducir el consumo de agua en sus campos, tabla 21, la

respuesta mayoritaria de las personas que contestaron los cuestionarios es contundente: no.

Percepción sobre si los esfuerzos hechos para reducir el consumo de agua en el campo de golf llegan a la sociedad		
Zona de estudio	Sí	No
España seca costera	12	88
España seca interior	29	71
España húmeda	20	80
Canarias	10	90

Tabla 21. Opinión (%) que las personas encuestadas perciben sobre si los esfuerzos hechos para reducir el consumo de agua en sus campos llegan a la sociedad.



Cambio
climático y golf

07

El cambio climático está provocando alteraciones significativas en los patrones climáticos a nivel mundial, afectando de manera particular a los recursos hídricos. En Europa, y específicamente en España, se prevé que las presiones sobre los recursos de agua dulce se intensifiquen debido al cambio climático (MITERD, 2023). A continuación, se analizan los principales efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España, destacando la escasez de agua, la reducción de la capa de nieve, el aumento de fenómenos meteorológicos extremos y las implicaciones de estos cambios.

España, ubicada en el sur de Europa, ya enfrenta una grave escasez de agua debido a su clima mediterráneo, caracterizado por veranos secos y calurosos e inviernos suaves y húmedos. El cambio climático está exacerbando esta situación, reduciendo aún más la disponibilidad de

agua. Diferentes estudios (UE, 2017; EEA, 2020; IPCC, 2021) han mostrado que se espera una disminución de las precipitaciones anuales y un aumento de las temperaturas, lo que conducirá a una mayor evaporación y menor recarga de acuíferos.

Como se ha comentado en este informe, la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) proyecta que, para finales de siglo, los recursos hídricos en España podrían reducirse en un 25% a nivel nacional y hasta en un 40% en el sureste del país. Este escenario de estrés hídrico se verá agravado por la creciente demanda de agua para uso agrícola, urbano e industrial, lo que podría llevar a conflictos por el agua y afectar gravemente la economía y la calidad de vida (World Bank, 2020). Los usuarios se verán afectados por la escasez de agua e iniciarán una lucha administrativa y socioeconómica por dichos recursos.

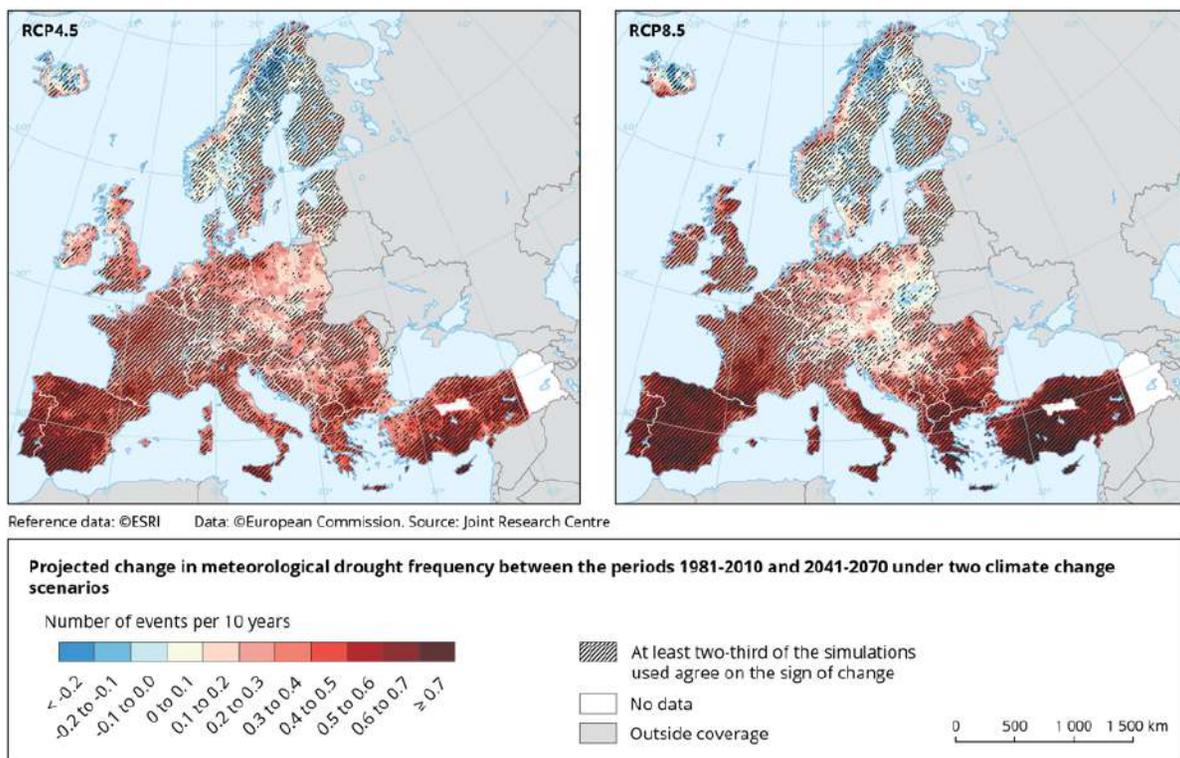


Figura 24. Histórico de las frecuencias de las sequías entre 1981-2010 (izquierda) y proyección para el periodo 2041-2070 (derecha). (Fuente: EU, 2017)

A nivel nacional también se han hecho estudios parecidos; el CEDEX ha comparado escenarios climáticos en una encomienda de gestión de la Dirección General del Agua (MARM) titulada “Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural”. A continuación, se presentan algunas de las principales conclusiones que afectan a los recursos hídricos. Para un análisis más detallado se recomienda la lectura de dicho documento. Las

proyecciones realizadas indican una reducción importante de las precipitaciones de aquí a finales de siglo y que oscilan según el modelo empleado entre un -5% hasta un -28%. Estas desviaciones varían regionalmente, con los mayores descensos en Canarias y suroeste peninsular y los menores en el Levante. La evolución de la temperatura proyectada en los periodos del siglo XXI muestra tendencias crecientes. Los incrementos medios estimados

varían desde +1,5°C para el periodo 2011-2040, de +2,9°C para el 2041-2070 y de +4,8°C para el 2071-2100. Los incrementos de temperatura serán mayores en las zonas interiores que en las próximas a la costa. En cuanto a la media de las proyecciones para la evapotranspiración potencial estas varían entre el +6 y +7% (2011-2040), entre el +7 y +13% (2041- 2070) y el +15 y +21% (2071-2100) para los mismos periodos. En cuanto a la distribución espacial, el incremento será mayor en el interior de la Península que en las zonas costeras y en algunas cabeceras de las principales cuencas de España. Los cambios no son uniformes en todos los meses y estaciones del año. Los mayores incrementos medios y las mayores diferencias entre proyecciones se dan entre el final de la primavera y el verano; y los menores, entre otoño e invierno.

Por último, se pronostica una reducción generalizada de recursos hídricos en España, más acentuada conforme avance el siglo XXI, si bien

hay grandes variaciones entre las reducciones estimadas por las diferentes proyecciones analizadas. Así hay un escenario estudiado (A1) en el que se dan unas reducciones para España del -8% para 2011-2040, del -16% para 2041-2070 y del -28% para 2071-2100; mientras que en otro (B2) son del -8%, -11% y del -14% respectivamente.

Esto parece confirmarse con la cruda realidad, pues actualmente los ríos españoles ya reciben menos cantidad de agua que hace unos años. Los planes hidrológicos de tercer ciclo muestran una reducción en las demandas y en la asignación de recursos para los diferentes usos, acordes con los escenarios existentes, indicando una menor disponibilidad de agua, ver figura 25. En total, hay una reducción algo superior a los 1.700 hm³/año sólo para los planes hidrológicos intercomunitarios (b, MITERD, 2021) a lo que habría que sumar las reducciones de los intercomunitarios. En definitiva, una cantidad significativa de agua.

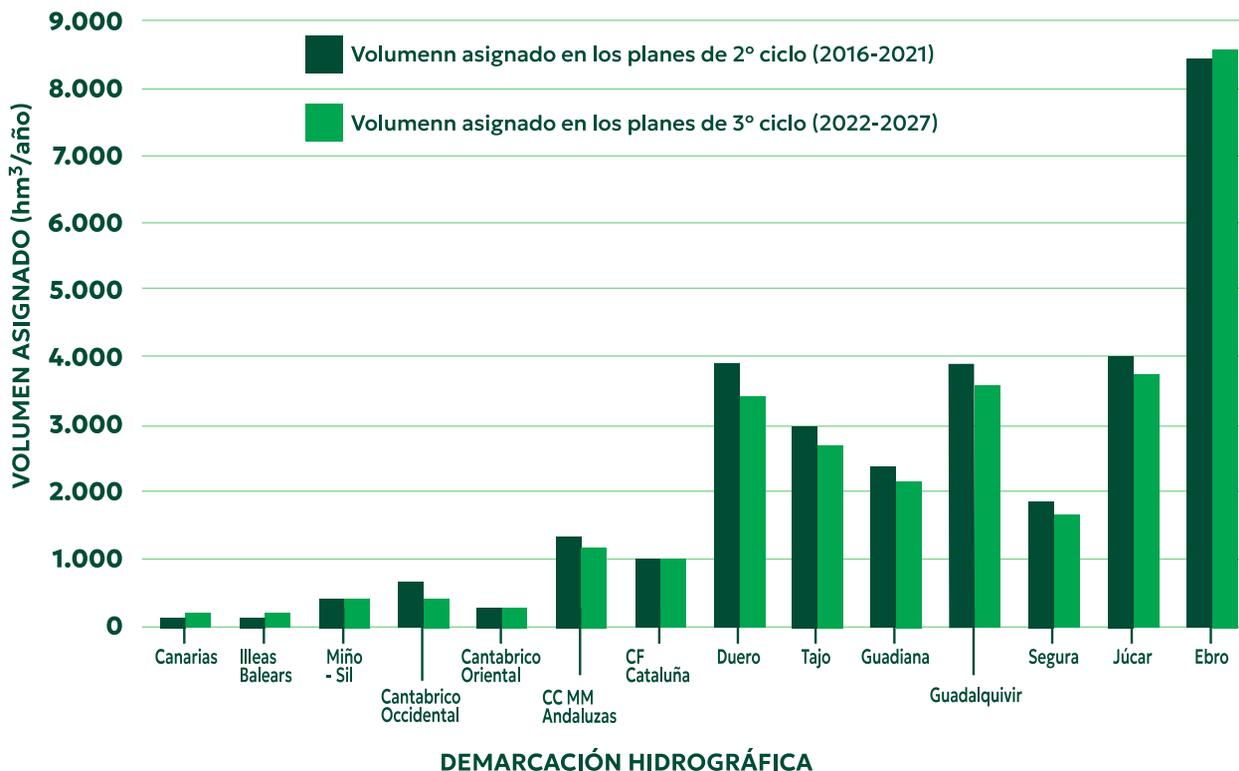


Figura 25. Comparación de los volúmenes asignados a los usos del agua en los planes hidrológicos del tercer ciclo (en verde) y de los de segundo ciclo (en azul) por demarcación hidrográfica. Valores en hm³/año. (Fuente: b) MITERD, 2021; y Planes Hidrológicos de diversas CCAA).

Nota: Cuencas Mediterráneas Andaluzas (CCMM Andaluzas); Cuenca Fluvial de Cataluña (CF Cataluña).

El cambio climático también afectará significativamente a las zonas montañosas de Europa, incluyendo los Pirineos en el norte de España y a los otros sistemas montañosos españoles (EC, 2022) Se prevé una reducción de la capa de nieve y un derretimiento temprano, lo que disminuirá los flujos de agua derivados del deshielo en primavera y en verano. Estos cambios alterarán los regímenes hidrológicos y afectarán a la disponibilidad de agua durante los meses más secos del año, con todo lo que ello supone. La reducción de la capa de nieve afectará no solo a los recursos hídricos sino también a la biodiversidad y a las actividades económicas como el turismo de invierno. Además, la disminución de los glaciares y la nieve perpetua puede tener impactos significativos en el almacenamiento natural de agua y en la regulación de los caudales de los ríos.

El cambio climático está incrementando la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, como las sequías y las inundaciones. En España, estos eventos ya están teniendo un impacto considerable y se espera que se agraven en el futuro. Durante la estación húmeda, se prevé un aumento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones debido a episodios de lluvias torrenciales. Como los experimentados en la primavera de 2024, en

los que tras un largo periodo de extrema sequía, se han sufrido importantes tormentas que han causado daños significativos en bienes públicos y privados. Las infraestructuras actuales pueden no ser suficientes para gestionar estos eventos extremos, lo que podría llevar a daños significativos en propiedades y cultivos, además de poner en riesgo vidas humanas.

Frente a estos desafíos, es crucial implementar estrategias de adaptación y mitigación para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos. Algunas de estas ideas ya se han expuesto a lo largo de este informe.

El golf es una actividad muy sensible al uso del agua y por ello deberá afrontar, como el resto de la sociedad estos cambios, desarrollando nuevas estrategias que lo adapten a esta nueva normalidad. Estrategias que pasan por el ahorro y uso eficiente del agua, una mayor digitalización de los campos empleando más sensores que ayuden a gestionar eficientemente el riego, el uso de fuentes no convencionales como el agua regenerada y desalada, allá donde sea necesario, y emplear nuevas cespitosas que puedan surgir de la industria y que aporten más resiliencia que las actuales a la falta de agua, aumento de la salinidad y mayores temperaturas.





Recomendaciones

08

Como se intuye tras la lectura del capítulo anterior, el ahorro y el uso eficiente del agua se han vuelto aspectos prioritarios en los últimos años. A continuación, se van a mostrar una serie de prácticas que se han desarrollado en muchos campos y que se han revelado como muy eficaces para conseguir reducir el consumo de agua en los campos. Este es un aspecto que cada vez más irá cobrando importancia a medida que avanza el siglo XXI. Estas recomendaciones funcionan, pero como cada campo posee sus propias particularidades las soluciones deben ser adaptadas a cada campo en particular. Implantar este tipo de recomendaciones en los campos de golf españoles, u otras que también se consideren efectivas, harán que el sector del golf pueda demostrar que ha tomado el reto de la sostenibilidad de una manera seria y decidida. No queda más remedio ante la amenaza del cambio climático. Indicar, por último y de forma adicional, que un ahorro importante en el consumo de agua implica generar otros efectos colaterales positivos, como son una reducción de la factura del consumo eléctrico del bombeo de agua de riego y una huella de emisiones de CO₂ menor, entre otros.

• Durante la fase del diseño

Los conceptos de ahorro y uso eficiente del agua deben comenzar desde la mesa de diseño de un campo. Buscando las mejores condiciones topográficas y de superficie que permitan captar agua de lluvia mediante la creación de varias balsas de agua, o en su caso pequeñas presas que intercepten algún arroyo, lo cual requerirá de los permisos pertinentes. Algunas estrategias de diseño orientadas a la conservación de agua incluyen seleccionar especies de césped resistentes a la sequía, reducir el área regada manteniendo zonas nativas sin alterar que pueden potenciarse o crearse en el campo, recircular agua de drenajes y escorrentías para usarla en el riego, minimizar pendientes y montículos, reducir la superficie de lagos y elementos de agua susceptibles a la evaporación, disminuir zonas de alto mantenimiento, especialmente en el *rough*, utilizar vegetación autóctona con bajos requerimientos hídricos a lo largo del recorrido, y emplear suelos adecuados con buenas propiedades de infiltración y retención de humedad, porosidad, contenido en materia orgánica y profundidad. Estas medidas ayudarán a crear campos de golf más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Cuando no es posible diseñar un campo desde cero y se desea promover el uso eficiente del agua en un campo en explotación hay que

adaptarlo a unas nuevas condiciones. A continuación, se explican algunas medidas que suelen funcionar adecuadamente.

• Contabilidad de los consumos de agua

Resulta crucial conocer el consumo de agua de una instalación para poder acometer mejoras y reducciones de consumos en las mismas. No se puede gestionar aquello que no se mide. Hay campos que desconocen su consumo real y calculan los caudales de riego por las horas de funcionamiento del bombeo, lo cual nunca será un valor exacto. Disponer de un caudalímetro es algo crucial y permitirá realizar registros diarios del agua consumida. Si el caudalímetro está a la salida del bombeo permitirá incluso establecer los caudales empleados en las distintas zonas regadas. Eso permitirá clasificar aquellas zonas que por alguna circunstancia estén empleando más agua que otras, con lo cual se podrá trabajar para reducir los excesos de consumo. La contabilidad de los caudales permitirá poder comparar los consumos de agua de un año a otro, lo que permitirá medir el avance en el cumplimiento de los objetivos establecidos de reducción de consumos de agua.

Una vez que se conozca bien el consumo de las diversas zonas del campo es posible realizar auditorías internas de riego que identifiquen de forma comparativa las desviaciones de los consumos.

• Cespitosas

La selección de las cespitosas empleadas en un campo de golf es algo crucial en la conservación del agua. Las plantas pueden condicionar de forma importante dicho consumo, por las propias características de la especie, como el tamaño de hoja, sistema radicular, etc., y por factores ajenos a ella como son los aspectos ambientales o el exceso de tráfico de *boogies* y personas. La industria del césped ha conseguido grandes avances en el desarrollo y selección de especies, cada vez más resilientes, a condiciones que hasta hace poco se consideraban extremas para las plantas.

Cespitosas como la *Bermuda* o *Zoizysia* se adaptan bien a cantidades más reducidas de agua de riego, mientras que la *Paspalum* permite ser regada con aguas salinas. En definitiva, el uso de determinadas especies o el cambio a otras especies de cespitosas diferentes a las originales puede conllevar ahorros significativos en los volúmenes de agua de riego. Lo cual en el escenario de cambio climático y de escasez de agua mostrado en este infor-

me se revela como algo a tener muy en cuenta. Adaptar los *roughs* y *outroughs* a especies poco exigentes con el agua y emplear especies autóctonas cuando sea posible también ayuda a reducir el consumo de agua. La reducción del consumo de agua en estas zonas puede llegar a ser importante en algunos casos.

• Reducción de las resiembras

En España es habitual que se realicen las resiembras en la época de dormancia de las especies de clima cálido incorporando especies de clima frío. Ello supone un incremento importante del consumo de agua si la resiembra se realiza en calles y *roughs* zonas de grandes superficies. Puesto que la implantación de estas nuevas especies conlleva diversos tipos de tratamientos adicionales también se requerirán riegos adicionales frecuentemente. Algunos estudios realizados han comparado el consumo de agua cuando se practica la resiembra y cuando no se resiembra en calles y *rough* y permiten establecer el ahorro de agua hasta en 180.000 m³. En última instancia, la resiembra es una práctica que el *greenkeeper* debe valorar en función de la demanda de los golfistas, pero también en función de los objetivos de reducción de los consumos de agua planteados en el campo. Esta práctica conlleva grandes reducciones en el consumo de agua.

• Cambios en el perfil del suelo

El objetivo de modificar el perfil del suelo mediante ciertas prácticas es incrementar el volumen de suelo ocupado por las raíces, aumentando así la disponibilidad de agua para las plantas. Estas prácticas, ya incorporadas en el mantenimiento de cada *greenkeeper*, deben aplicarse no solo a los *greens* sino también a calles y *roughs*, que consumen la mayor parte del agua de riego del campo. Las principales prácticas para modificar el perfil del suelo en la zona radicular pasan por: aplicar enmiendas al suelo, usar agentes humectantes que facilitan la penetración del agua en el suelo, recebar con arena para mejorar la infiltración y reducir las escorrentías y descompactar el suelo mediante pinchados sólidos para facilitar el movimiento del aire y agua en el suelo.

• Desarrollo de las raíces.

Un sistema radicular bien desarrollado permite a las plantas captar más cantidad de agua y hace más eficiente el riego. Para fomentar el crecimiento radicular, se recomiendan las siguientes acciones: ajustar las alturas de corte, no aportar excesos de nitrógeno especialmente si se riega con agua regenerada, controlar el *thatch* para evitar el crecimiento de las raíces en el mismo, controlar adecuadamente a los

nemátodos, airear las raíces y emplear reguladores de crecimiento.

• Riego deficitario

El riego deficitario consiste en emplear menos agua que la evapotranspiración real de la planta, estresándola para promover un mayor desarrollo radicular y mejores condiciones de juego, reduciendo malas hierbas y enfermedades. Aunque puede ahorrar agua, también puede aumentar la susceptibilidad del césped ante problemas como un tráfico intenso, ataques de insectos, malas hierbas, *dry patch* y acumulación de sales. Esto es crítico en céspedes con siega baja, que no desarrollan suficientes reservas de carbohidratos y pueden morir. El riego deficitario es positivo solo si el sistema de riego es uniforme, la especie de césped es tolerante a la sequía y los jugadores comprenden los cambios estéticos.

• Sistema de riego

Una readaptación del sistema de riego en un campo de golf debe priorizar la eficiencia hídrica, aplicando agua de manera precisa según las necesidades de las plantas y evitando pérdidas por escorrentía, percolación o evaporación. Es esencial mejorar la uniformidad del riego, optimizando triangulaciones y espaciamientos, configurar adecuadamente las boquillas de los aspersores para las presiones de trabajo existentes y sectorizar bien el riego. Aunque un diseño eficiente de riego implica un costo inicial más alto, los ahorros en agua y energía a medio y largo plazo compensarán este sobrecoste. Incorporar estos aspectos fundamentales garantiza la conservación del agua y una gestión más sostenible de los campos de golf.

• Cambio de mentalidad

Los avances en la tecnología del riego permiten disponer de superficies de juego visualmente impactantes, con céspedes uniformes y colores intensos, lo que conduce a valorar más la estética que la funcionalidad. Este cambio ha habituado a los golfistas a campos deslumbrantes, que requieren de bastante más agua de riego.

El futuro del riego en campos de golf debería centrarse en mantener la salud de la planta, superficies firmes y perfectamente jugables y no tanto en la apariencia estética. Las restricciones de agua debido al cambio climático, los costes de agua y bombeo y la competencia por los recursos hídricos harán que el riego estético sea cada vez menos promocionado. Los golfistas deberán aceptar campos con menos uniformidad en el color verde a cambio de una mayor sostenibilidad de su juego y del campo.

Patrocina



ACOSOL



**Manuel
Cardeña**

Presidente de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental

Aunque, todavía, de tanto en tanto, alguien con una información muy desfasada o, sencillamente, de forma maliciosa, esgrime el absurdo argumento de que el golf es un “depredador de agua”, ya nadie puede sostener ese argumento. El golf, uno de los segmentos turísticos más importantes de la Costa del Sol, fue pionero en muchas cosas, pero también en incorporar el agua regenerada en su circuito de riego, convirtiéndose así en consumidor y potenciador de un recurso que será básico, esencial, en los próximos años, si no lo es ya.

En las primeras décadas del siglo XXI el agua se ha convertido en el recurso natural más preciado, no solo por su importancia en el abastecimiento urbano sino también por el papel que tiene en el desarrollo sostenible de diversas actividades socio-económicas (agricultura, ganadería, industria, turismo) y en la preservación del medio ambiente. El agua es un activo económico y social, motor de desarrollo económico y social, pero también un recurso ambiental. En este contexto es necesario profundizar en el conocimiento de los recursos hídricos convencionales (aguas superficiales y subterráneas) pero también en el aprovechamiento de otras fuentes de agua, como el agua regenerada.

Cuando comenzamos a usar este recurso era un concepto un tanto novedoso. Al fin y al cabo, lo que estábamos haciendo era asimilar agua y reciclaje. No deja de ser sorprendente, bien mirado, que no se haya comenzado a hablar de esto hasta hace relativamente poco tiempo, cuando de reciclaje se venía hablando desde hacía mucho tiempo. Podríamos, casi, poner fecha de nacimiento a este concepto. El químico, biólogo y economista francés Lavoisier a finales del siglo XVIII, estableció un revolucionario concepto científico, el del equilibrio en la naturaleza, con su famosa frase “Nada se pierde, todo se transforma”, que sin duda es la

condensación, muy hermosa por cierto, del pensamiento que dará lugar al concepto de reciclaje y a su siguiente paso evolutivo, la llamada “economía circular”, que es, ni más ni menos, más de dos siglos después, la puesta en práctica de la frase de Lavoisier. El modelo que propone la economía circular va más allá de reciclaje; no se trata sólo de minimizar o reparar los daños, sino de ir a la raíz del problema. Desde la propuesta de Lavoisier hasta llegar a la filosofía de diseño *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna), que considera todos los materiales involucrados en los procesos industriales y comerciales como nutrientes. Lograr una extensión de vida del producto y reducir, por tanto, la generación de residuos.

La naturaleza tiene la respuesta. Los ecosistemas y su funcionamiento son el ejemplo a imitar si queremos reconducir nuestro sistema hacia un desarrollo verdaderamente sostenible. La naturaleza teje conexiones, fomenta la cooperación y la interdependencia entre los organismos y construye así ecosistemas prodigiosos y sostenibles. No hay que olvidar que otros organismos hacen cosas muy similares a las que nosotros necesitamos hacer. En efecto, el fin último de la economía circular es reproducir la dinámica de la naturaleza.

El gran Francisco Umbral, que durante décadas brilló en la columna periodística de los más importantes diarios españoles, dijo en alguna ocasión que “el agua es una desaparición”. En la Costa del Sol Occidental, cuya empresa de aguas, Acosol, tengo el honor de presidir, llevamos ya muchos años siendo pioneros en la utilización de agua regenerada en los campos de golf, jardines públicos y baldeo de calles.

Con este agua se riegan más de 700 hoyos de golf de toda la comarca. Los campos de golf que actualmente se surten de agua regenerada son El Paraíso, Atalaya, Gualdamina, Los Arqueros, La Quinta, El Higueral, Los Naranjos, Las Brisas, Aloha, Dama de Noche, Río Real, Santa Clara, Benahavís Golf, Los Flamings, La Zagaleta, El Campanario, Magna Marbella, La Resina, Doña Julia, El Cortesín, Bahía, La Duquesa, La Cala, La Noria, Calanova, Miraflores, Santana, Los Lagos, Los Olivos, Torrequebrada, Cabopino, Santa María, Cerrado del Águila y El Chaparral.

Con estos datos, es insostenible seguir manteniendo el argumento de que golf y agua son depredador y presa. Golf y agua (regenerada) son un binomio sostenible, ecológico, duradero, perfecto.



Business case:
Acosol

09

9.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se demostrará que un campo de golf de reconocido prestigio, Finca Cortesín, puede ser regado perfectamente con un agua regenerada. Para ello, ha sido necesario adaptar el campo a las nuevas circunstancias que rodean al agua regenerada, pero finalmente se ha conseguido y es un buen ejemplo de mejora de la sostenibilidad del golf al emplear un recurso no convencional. Es cierto que las actividades que se han tenido que desarrollar para poder conseguirlo no han sido cómodas, pero sí han dado su fruto. Para poder entender todo el proceso en su totalidad es preciso repasar y entender por qué y cómo se ha llevado a cabo

9.1.1. LA CRISIS DEL AGUA

EL clima mediterráneo se caracteriza por una escasez continuada de precipitaciones. La persistencia de altas temperaturas y la escasez de esas precipitaciones pueden provocar condiciones de sequía severa en gran parte de la cuenca mediterránea, amenazando a la biodiversidad y afectando a la agricultura y a la población. Es habitual que, durante algún periodo de tiempo, que puede cubrir algunos años, la escasez de precipitaciones sea alarmante y que estos episodios se repitan pocos años después. Es lo que se conoce como sequías plurianuales y multirecurrentes en el tiempo. Para salvar estos periodos de tiempo de escasez de lluvias la política hidráulica en España se ha basado tradicionalmente en almacenar agua regulando los ríos mediante embalses. Es decir, se ha empleado el concepto de, frente a la irregularidad, la regulación. Este esquema ha funcionado tradicionalmente con mayor o menor éxito. Pero la evolución del cambio climático y la existencia de periodos secos, cada vez más intensos y extensos en el territorio nacional, han llevado a los reguladores del agua a situaciones límites que han obligado a ejecutar acciones que hasta ahora eran casi impensables.

Una forma de poder solventar la escasez de aguas en ciertas regiones es promover la regeneración y la desalación del agua. Estas dos actividades son más caras y están basadas en las tecnologías del agua, pero ayudarán, sin lugar a dudas, a solventar los problemas de falta de agua recurrentes en España. La primera se basa en intensificar los tratamientos de los efluentes secundarios de las depuradoras de aguas residuales hasta un cierto nivel de calidad que le permita ser reutilizada con garantías sanitarias. La segunda consiste en retirar las sales de aguas salobres o aguas de

mar. Ambas contribuyen a obtener un nuevo recurso hídrico: el denominado recurso no convencional. Esta nueva fuente de agua permite aumentar las existencias de agua y su disponibilidad allá donde exista la materia prima necesaria (efluente secundario o aguas salobres o marinas) para que sea usada donde se necesite.

9.2. EL AGUA Y EL GOLF

9.2.1. EL RIEGO

El riego del césped es una de las operaciones más importantes que se desarrollan en un campo de golf. Su objetivo debe ser el de proporcionarle al césped la cantidad de agua adecuada para conseguir un buen desarrollo de éste y que facilite el juego. Si además de ello, el campo luce con una estética adecuada se habrán cumplido los objetivos del *greenkeeper*. En zonas húmedas y lluviosas las precipitaciones pueden ser casi suficientes para mantener un campo, pero en zonas de clima cálido, que juegan casi todos los días del año y que lógicamente son las más demandadas, hay que recurrir a un riego frecuente. Para lo cual hacen falta dos aspectos importantes y que no siempre van aparejados: agua en cantidad y agua de calidad.

9.2.2. CONSUMO DE AGUA DE LOS CAMPOS DE GOLF

La cantidad de agua que necesita un campo de golf es variable y depende de varios factores, siendo los principales: el clima y la meteorología de la zona, el número de hoyos, el tipo o tipos de cespitosas, el nivel de mantenimiento exigido al campo, su ubicación geográfica, la cantidad de superficie regada frente a la total, etc. Existe bibliografía publicada al respecto sobre la cantidad de agua necesaria (López-Ramírez, 2002 y Rodríguez et al., 2007). No obstante, en este informe elaborado desde la Universidad de Cádiz a partir de una encuesta realizada a los campos de golf españoles a nivel nacional, se ha determinado que el consumo de agua de un campo de golf de 18 hoyos (valor de la mediana de todos los consumos recibidos) en la “España seca costera” es de 250.000 m³/año mientras que en la “España húmeda” es de 69.000 m³/año. Esta diferencia depende lógicamente de los importantes contrastes existentes en ambos tipos de regiones. Conviene aclarar que, dentro de una misma región, donde se pueden compartir clima y condiciones meteorológicas parecidas, el consumo de dos campos de golf no tiene por qué coincidir, puesto que las diferencias de mantenimiento exigidas en ambos pueden diferir notablemente y ello puede conducir a que un campo consuma más agua que otro.

El otro aspecto fundamental es el de la calidad que va a ser tratado un poco más adelante.

9.3. LA DEPURACIÓN Y LA REGENERACIÓN DEL AGUA

9.3.1. LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales urbanas se originan en las actividades domésticas, industriales y comerciales que se desarrollan en las aglomeraciones humanas. Incluyen desechos líquidos de hogares, como agua usada en baños, cocinas y lavanderías, así como efluentes de establecimientos comerciales e industriales.

Las aguas residuales sin depurar se caracterizan en términos de su composición física, química y biológica. Destacan como componentes principales la materia orgánica (biodegradable o no), los sólidos en suspensión, la materia inorgánica (iones y nutrientes como nitrógeno y fósforo) y los microorganismos patógenos. Los vertidos incontrolados de aguas residuales sin depurar generan problemas de salud y contaminación de las masas de aguas receptoras, haciéndolas perder su calidad y dañando de forma importante, en algunos casos, su biodiversidad y sus posibles aplicaciones.

9.3.2. LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR)

Una EDAR es una instalación diseñada específicamente para tratar las aguas residuales y obtener de ellas un agua que pueda ser vertida al medio ambiente sin que cause problemas ambientales. Para conseguir sus objetivos emplea operaciones unitarias físicas y químicas y procesos biológicos unitarios. El nivel de calidad exigido a las aguas depuradas o efluentes secundarios viene determinado por la normativa española a partir de una directiva europea que se describe a continuación. Las características de las aguas residuales pueden ser algo diferentes de unas poblaciones a otras, pues dependen de la naturaleza del agua potable, de los constituyentes químicos que posea y de las actividades domiciliarias e industriales que se lleven a cabo en dichas poblaciones.

De una forma análoga a los campos de golf, que son distintos entre sí, también puede decirse que existen diferencias, en algunos casos notables, entre los diseños de algunas EDARs y otras. El uso de diferentes tipos de tecnologías y el nivel de tratamiento aplicado puede condicionar la calidad de las aguas depuradas obtenidas. Sin importar el tipo de tecnología empleada, todas las EDARs europeas deben cumplir con la Directiva Europea 91/271/CEE para el tratamiento y vertido de las aguas

residuales, que obliga a conseguir una calidad mínima en las aguas depuradas para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 = 25 mg O2/L), sólidos en suspensión (SS = 35 mg/L) y demanda química de oxígeno (DQO = 125 mg O2/L). Esta Directiva será reemplazada pronto por otra más exigente.

Cuando el agua residual bruta ingresa en una EDAR se somete a tratamientos diferentes y consecutivos, para reducir la carga contaminante que llevan. La forma más sencilla de clasificar los tratamientos aplicados es la de usar los nombres atendiendo al orden en el que, habitualmente, se suelen aplicar: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado. No es la denominación más acertada, pero es la más intuitiva para el lector no familiarizado

Lo habitual consiste en la aplicación de, al menos, un pretratamiento, un tratamiento primario y un tratamiento secundario para conseguir los requerimientos mínimos legislados. No obstante, para conseguir un grado superior de depuración que permita una reutilización segura es preciso recurrir a los tratamientos terciarios. A continuación, se describen los objetivos de cada tipo de tratamiento efectuado a un agua residual doméstica.

- **Pretratamiento:** persigue eliminar todo aquel material, sustancia o cuerpo que arrastrado por el agua residual bruta pueda afectar negativamente, tanto a las partes móviles de los distintos equipos de la EDAR, como a los procesos posteriores de tratamiento.
- **Tratamiento primario:** su misión consiste en eliminar los sólidos decantables presentes en el agua que sale del pretratamiento.
- **Tratamiento secundario:** su objetivo radica en la reducción de la materia orgánica coloidal y disuelta (biodegradable principalmente). Para este tratamiento se utiliza, de forma casi general, la capacidad biodegradativa de los microorganismos. De ahí que a esta etapa se le conozca como tratamiento biológico y se continua con una decantación secundaria llamada clarificación donde los microorganismos son separados del agua depurada y donde algunos materiales no biodegradables también pueden ser eliminados.
- **Tratamiento terciario:** este tratamiento otorga al efluente final la calidad requerida y que no consiguen obtener los anteriores tratamientos. Se usa principalmente para que el agua se reutilice con seguridad y según su uso. Los tratamientos terciarios permiten llevar a

cabo la regeneración del agua. El agua obtenida de este proceso se denomina agua regenerada. Ejemplos de tratamientos terciarios son: la nitrificación-desnitrificación, la precipitación del fósforo, la filtración en arena, la filtración en anillas, la cloración, la microfiltración, la ultrafiltración, la ósmosis inversa, etc.

9.3.3. LA ESTACIÓN REGENERADORA DE AGUA (ERA)

Suele formar parte de una EDAR, constituyendo el denominado tratamiento terciario que se ha analizado anteriormente. Pero puede aparecer también como una instalación única y aislada de la EDAR, aunque no es lo habitual. Una ERA implica un conjunto de equipos de tratamiento donde las aguas residuales depuradas se someten a operaciones unitarias físicas, químicas y procesos biológicos unitarios para proporcionar a esas aguas el tratamiento adicional que adecúe su calidad al uso previsto según la normativa, obteniéndose así el agua regenerada. Para ello, además de las tecnologías que mejoran la calidad del agua, hacen falta también infraestructuras de almacenamiento y distribución, como sistemas de bombeo, sensores y depósitos que están destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso. Todo el sistema debe garantizar la calidad del agua hasta el punto de entrega al usuario.

9.3.4. ACOSOL

ACOSOL es una empresa pública perteneciente a la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental. Agrupa a los siguientes municipios: Benahavís, Benalmádena, Casares, Estepona, Fuengirola, Istán, Manilva, Marbella, Mijas, Ojén y Torremolinos y gestiona el ciclo integral del agua. Es un referente en la gestión del agua, destacando por su liderazgo en la regeneración de aguas en España y Europa. Esta empresa demuestra su compromiso con la sostenibilidad y la economía circular implementando sistemas de depuración avanzados convirtiendo las aguas residuales en recursos no convencionales perfectamente reutilizables.

9.3.5. LA EDAR DE MANILVA

La EDAR de Manilva es propiedad de ACOSOL y se encuentra en la zona suroeste de la Costa del Sol Occidental. Es una EDAR diseñada inicialmente para tratar 15.000 m³/día. Originalmente no estaba prevista la reutilización de sus efluentes por lo que no disponía de tratamiento terciario. Posteriormente, con el crecimiento del número de urbanizaciones y la necesidad de conectar a estas con la EDAR para depurar sus aguas, se decidió ampliar la EDAR construyendo un sistema de tratamiento

terciario que permitiera la reutilización del agua regenerada. Actualmente abastece de agua regenerada a tres campos de golf, entre ellos Finca Cortesín. La construcción de los equipamientos necesarios fue incluida dentro del Plan de Saneamiento Integral de la Costa del Sol Occidental, en el Plan de Ordenación del Territorio de la Costa del Sol Occidental y en el Plan Hidrológico de cuenca.

El objetivo del sistema de tratamiento terciario era el de obtener un agua regenerada con una concentración máxima de sólidos en suspensión de 10 mg/l, y un máximo de Coliformes fecales de 10 UFC/100 ml. El sistema terciario está diseñado para tratar un caudal de 1.000 m³/h, con dos líneas de tratamiento independientes diseñadas para 500 m³/h cada una. Y aunque toda la obra civil de ambas líneas está construida ya, solo una de ellas está totalmente dotada de los equipos necesarios, por lo que el caudal máximo de agua regenerada diario es de 12.000 m³/día. Seguidamente se describe el tratamiento terciario:

• Elementos del tratamiento terciario. Ver figuras 26 y 27

• Arqueta de bombeo

Dispone de dos bombas para cada línea para elevar el agua a una cámara de mezcla que envía el agua a su vez a la cámara de coagulación donde comienza realmente el tratamiento.

• Cámara de coagulación

Cada línea de tratamiento dispone de una cámara de 25 m³ de capacidad con un agitador vertical de velocidad rápida en la que se puede llevar a cabo una coagulación.

• Cámara de floculación

Cada línea de tratamiento dispone de una cámara de 92,5 m³ para realizar la floculación.

• Microtamiz

Se dispone de un microtamiz de tipo compacto instalado sobre un tanque de acero inoxidable para recoger el agua filtrada y con capacidad para tratar 500 m³/h. El tamaño de poro del material filtrante es de 10 micrómetros. El agua filtrada, descarga en un canal de reparto que permite tanto la entrada a la siguiente fase del tratamiento (desinfección ultravioleta) como al canal de *by-pass* del mismo.

• Equipo de lámparas ultravioleta

Se cuenta con un canal de desinfección ultravioleta con capacidad de tratamiento de 500 m³/h, dotado de un total de cuarenta y ocho lámparas dispuestas en dos bancadas, con

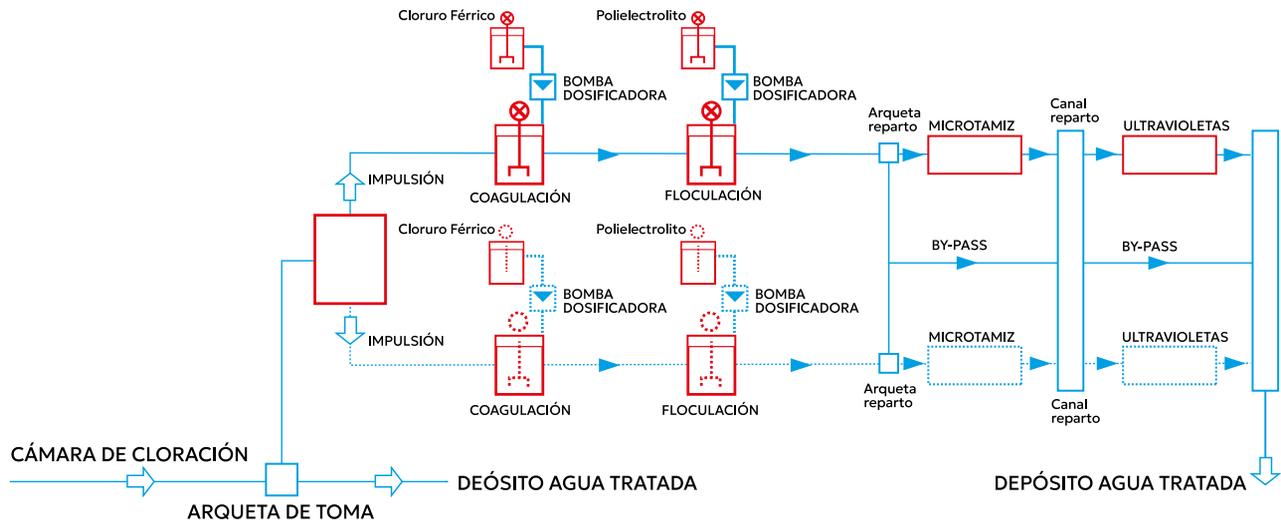


Figura 26. Esquema de funcionamiento del tratamiento terciario (Fuente: ACUAMED)





Figura 27. Fotografías de la EDAR de Manilva. De arriba abajo y de izquierda a derecha: vista del reactor biológico en primer término; decantador secundario; cámaras de coagulación y floculación; microtamiz abierto para mostrar su interior; canal del sistema UV y una bancada de lámparas UV con cuatro módulos. (Fuente: autor)



Figura 28. Fotografía del sistema de bombeo. (Fuente: autor)

Una vez que el agua ha sido regenerada se envía a un depósito de 1000 m³ de capacidad de diseño, con un volumen útil de 500 metros cúbicos pues fue preciso instalar un sistema de bombeo. Desde aquí el agua almacenada es

enviada a los campos bajo demanda. Cada campo de golf posee su propio equipo de bombeo, sensores y conducciones, figura 28. El agua es clorada antes de salir de la EDAR.

9.3.6. CALIDAD DEL AGUA REGENERADA EN LA EDAR DE MANILVA

A continuación, se presentan datos de caudales y parámetros analíticos facilitados por ACOSOL que muestran la calidad del agua regenerada que riega el campo de golf Finca Cortesín y a los otros dos campos. Se corresponden con los años 2022 y 2023 para los

caudales y para el año 2023 los analíticos. En la Figura 29 se representan los caudales de agua residual bruta que ingresan en la EDAR de Manilva. El color azul recoge los de 2022. Se observan en esta curva dos picos que se corresponden con los meses de marzo, abril y diciem-

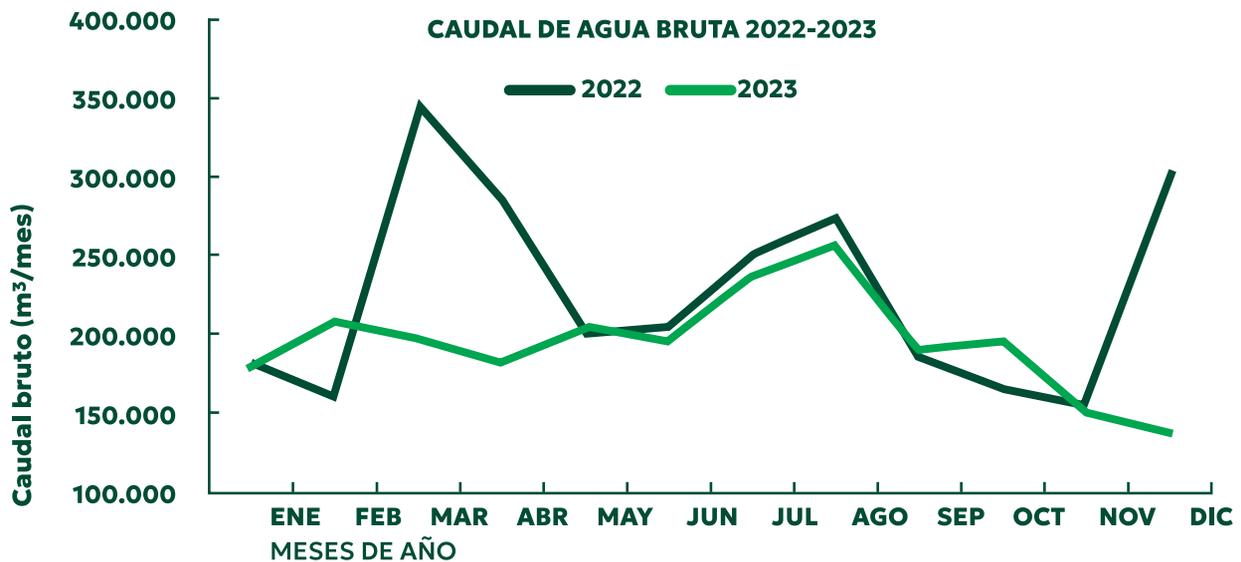


Figura 29. Representación de los caudales de agua residual bruta en la EDAR de Manilva en los años 2022 y 2023

En la figura 30 se representan los caudales de agua regenerada enviados desde la EDAR de Manilva a los campos. Poseen prácticamente la misma forma con ligeras diferencias y reflejan las necesidades de agua de los campos. En el año 2022 durante los meses de marzo y abril requirieron de menos agua regenerada

porque, como se ha comentado anteriormente, se produjeron episodios de lluvias, al igual que en diciembre. Lo mismo se produjo en mayo y junio del año 2023 con las precipitaciones que tuvieron lugar. En ambas se observan las necesidades hídricas de las cespitosas que se hacen máximas lógicamente, durante los meses de estío.

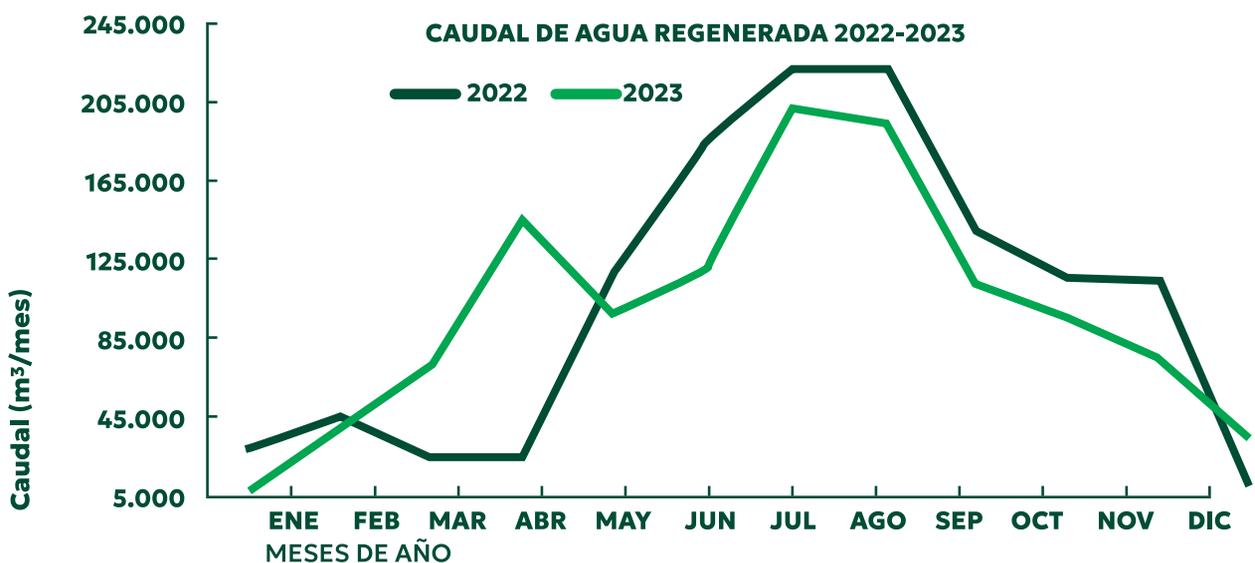


Figura 30. Representación de los caudales de agua regenerada de la EDAR de Manilva en los años 2022 y 2023.

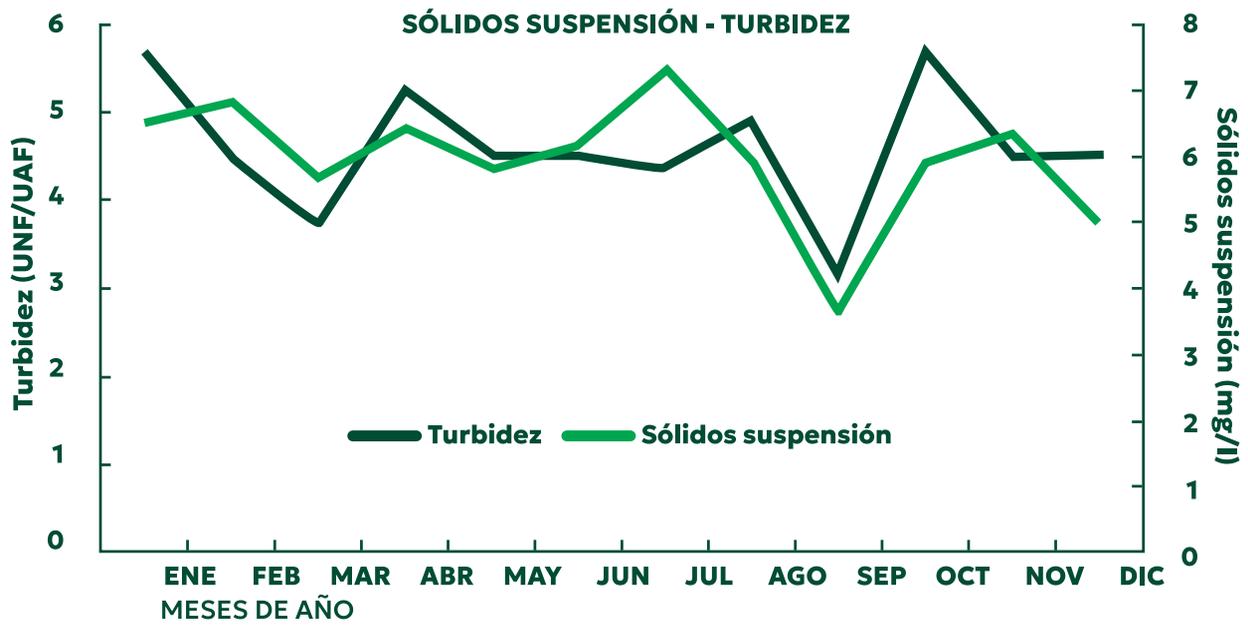


Figura 31. Representación de los valores de turbidez y sólidos en suspensión del agua regenerada en 2023.

En la figura 31 aparecen los valores mensuales medios de los sólidos en suspensión y turbidez del agua regenerada. Se observa un funcionamiento muy constante del equipo microtamiz.

En todo momento los valores están por debajo de lo establecido por la normativa de reutilización.

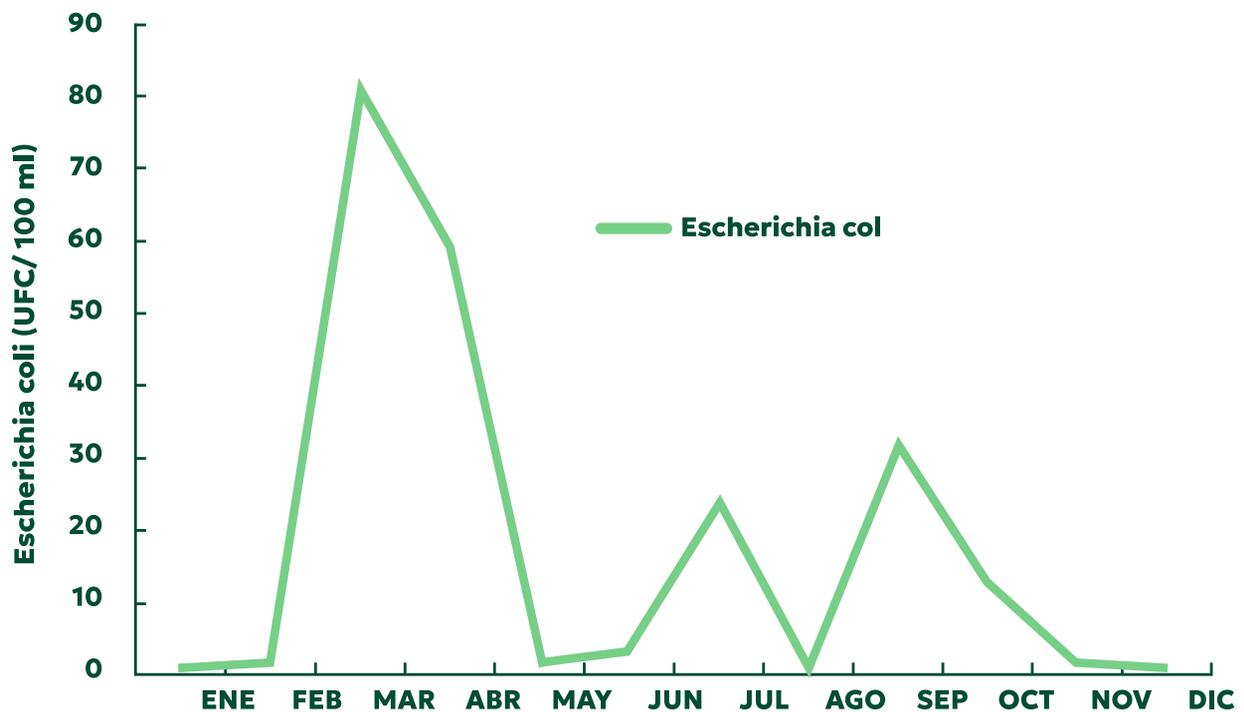


Figura 32. Concentración de Escherichia coli en el agua regenerada en 2023

En la figura 32 se representan las concentraciones de *Escherichia coli* en el agua regenerada. Este es un microorganismo de origen fecal y se emplea como un bioindicador de contaminación fecal. Los nemátodos intestinales también fueron analizados, pero en ningún momento se registraron huevos de los mismos, por lo que no se representan en esta gráfica. Los valores de *E. coli* permanecen en todo momento por debajo de los límites establecidos en el R. D. 1620/2007. Ello es fruto de un buen sistema de eliminación de sólidos en suspensión y del correcto dimensionamiento y funcionamiento del sistema de lámparas ultravioleta y la cloración que conducen a un buen control microbiológico. Es preciso recordar que un efluente secundario posee del orden de $1 \cdot 10^6$ UFC/100 ml de *Escherichia coli*. Luego el abatimiento de este sistema es muy importante y en torno al 99,999%

En la figura 33 aparecen los valores medios mensuales de la conductividad del agua. Aunque se elevan un poco al principio del año 2023 después vuelven a bajar y son relativamente constantes. Estos valores son muy normales en las aguas residuales domésticas. Resulta habitual que durante los años de sequía la conductividad aumente, especialmente si la sequía lleva instalada varios años, debido a los procesos de concentración en sales que se producen en los embalses por fenómenos de evaporación y al empleo de otras fuentes de agua de menor calidad como pozos salobres que ayuden a complementar los caudales necesarios. Un fenómeno adicional es que los ciudadanos consumen menos agua por la sequía y eso hace que las aguas residuales originadas en sus domicilios se concentren más, pues emplean menos agua de dilución para sus actividades domésticas y fisiológicas.

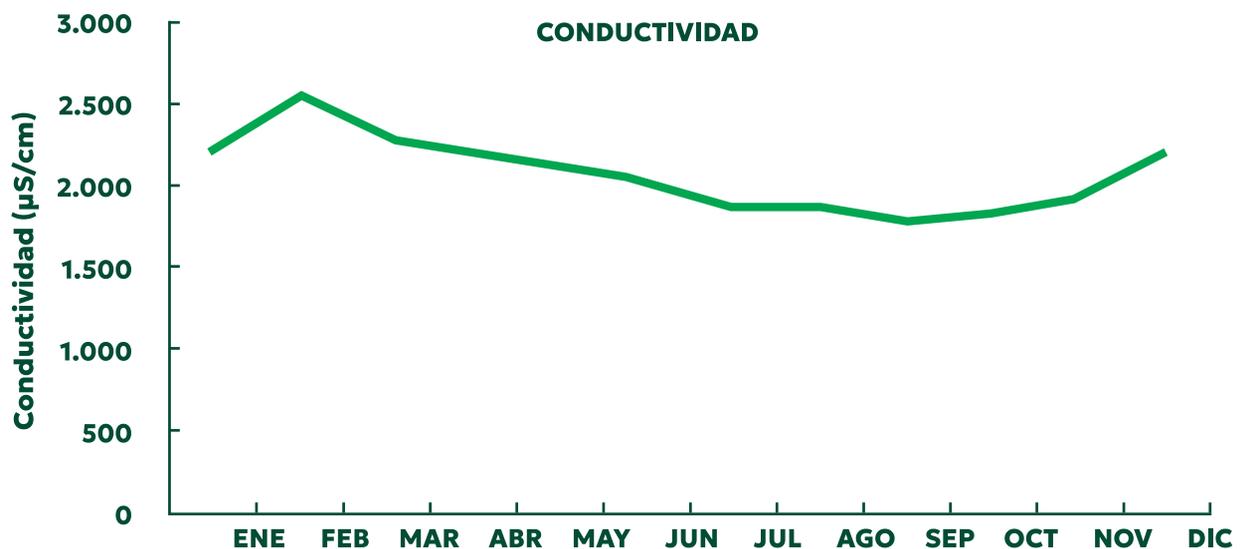


Figura 33. Conductividad del agua regenerada durante 2023.

En la figura 34 se representan las tasas de absorción de sodio y la ajustada. Estos valores son bajos, pero deben analizarse en conjunto con la conductividad siempre, si no pueden llegarse a conclusiones erróneas. El agua como se ha comentado anteriormente es ligeramente salina, pero los valores bajos de TAS hacen que los problemas de salinización en los suelos que emplean esta agua sean reducidos o nulos.

Por supuesto, la calidad de drenaje de los suelos de las cespitosas es muy importante, ya que si estos no disponen de esa capacidad pueden darse fenómenos de salinización a largo plazo si no se eliminan esas sales de la zona radicular. Por lo que la gestión del agua en los campos también resulta crucial para evitar problemas.

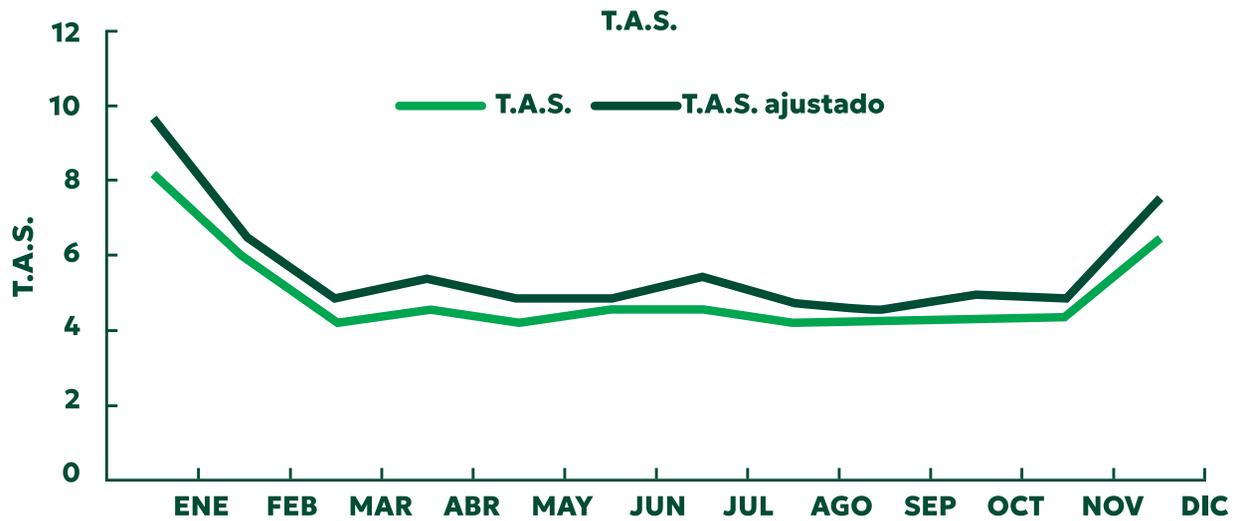


Figura 34. Tasas de absorción de sodio y ajustada del agua regenerada durante 2023.

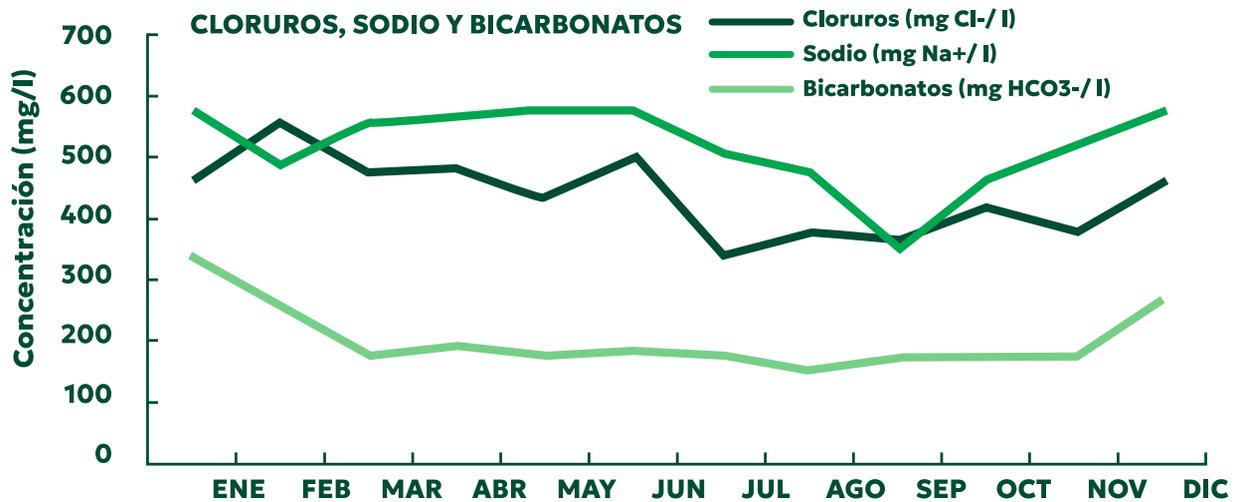


Figura 35. Concentraciones de cloruros, bicarbonatos y sodio del agua regenerada durante 2023.

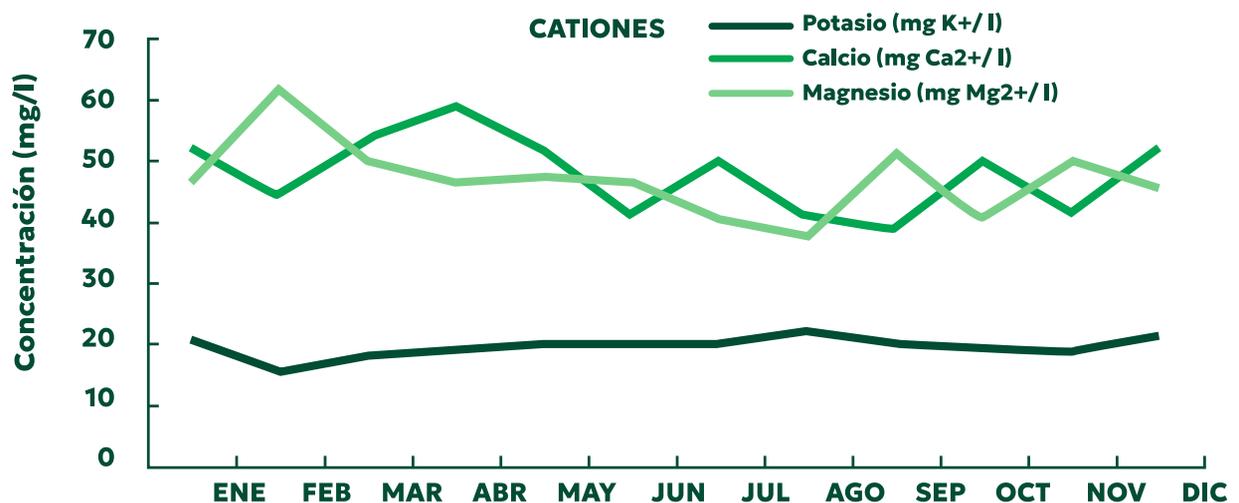


Figura 36. Concentraciones de potasio, calcio y magnesio del agua regenerada durante 2023.

En las figuras 35 y 36 se recogen los valores medios mensuales de algunos iones. Los tratamientos habituales empleados en las EDARs apenas afectan a las sales, por lo que el agua regenerada tendrá los mismos valores que en el agua residual bruta. En general se observan valores normales en este tipo de aguas. Es importante destacar que a medida que aumenta la tasa de riego, el suelo irá incorporando más cantidad de sales, aunque también es cierto que al aumentar el volumen de agua de riego una fracción de ese excedente de agua servirá para arrastrar a las propias sales. La solución es un adecuado balance.

En la Figura 37 aparecen las concentraciones de las distintas especies de nitrógeno y la concen-

tración del nitrógeno total. Como cabe esperar son valores normales en este tipo de agua, aunque ligeramente altos. Resaltar también, que la principal forma de nitrógeno es la amoniacal lo que indica que la EDAR no ha realizado ningún tipo de tratamiento de nitrificación-desnitrificación a lo largo del año, excepto en el mes de septiembre donde se registra un ligero aumento de los nitratos en detrimento del nitrógeno total. Un *greenkeeper* debe tener en cuenta esas concentraciones de nitrógeno porque cuando se añaden al campo durante el riego diario pueden llegar a suponer muchos kilogramos de nitrógeno por hectárea en un año.

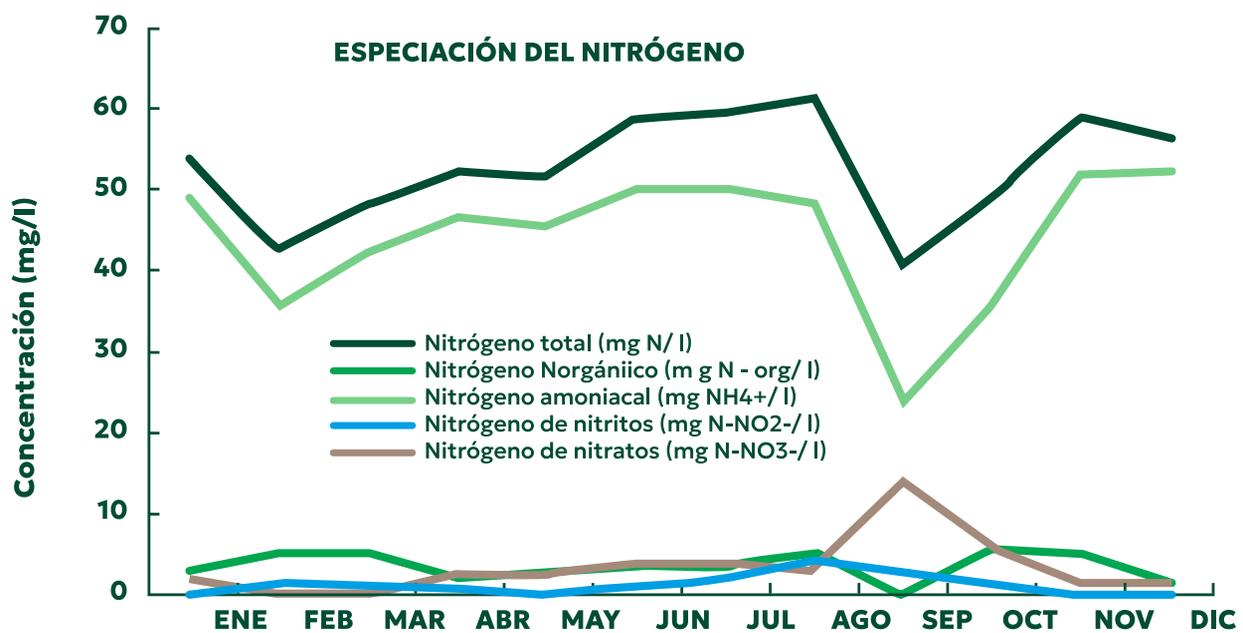


Figura 37. Concentraciones de las diversas especies de nitrógeno del agua regenerada durante 2023

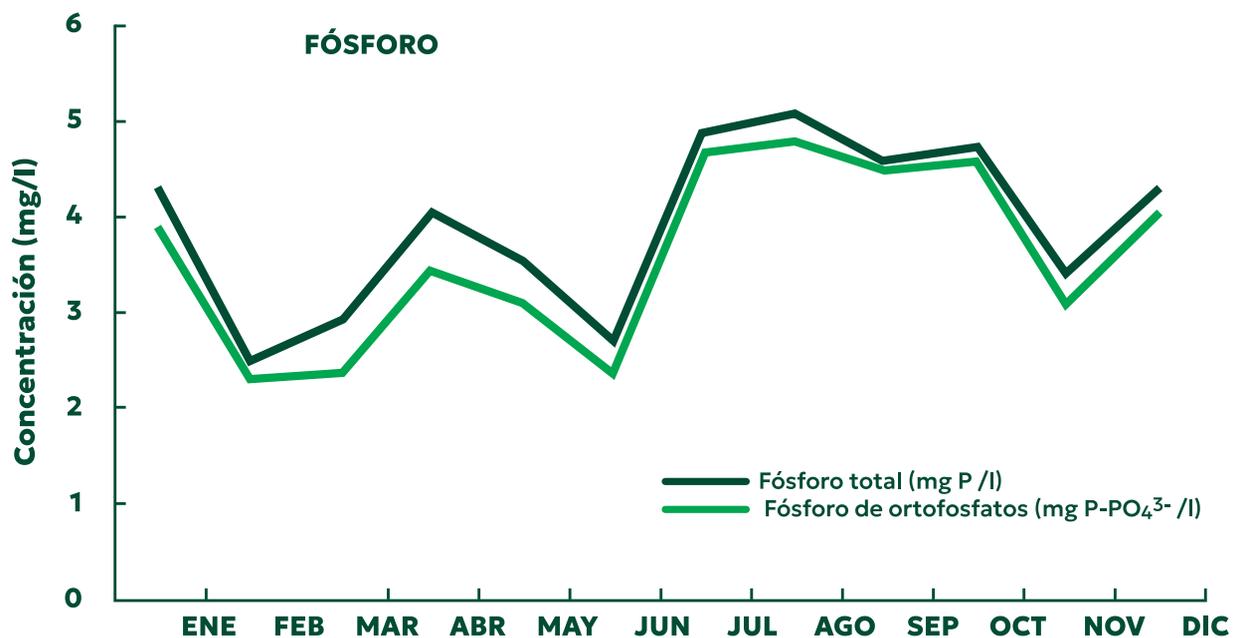


Figura 38. Concentraciones de fósforo total y ortofosfato del agua regenerada durante 2023.

En la figura 38 aparecen las concentraciones de fósforo total y ortofosfato del agua regenerada. Son valores que se deben considerar como bajos. El principal componente del fósforo total, como cabe esperar es el ortofosfato. Esta es una especie muy presente en formulaciones detergentes de uso domiciliario. Con el fósforo

total, al igual que ocurre con el nitrógeno total y el potasio, se debe llevar una buena contabilidad, mediante analíticas periódicas, ya que son nutrientes esenciales para las plantas y el riego los está aportando continuamente a las cespitosas.

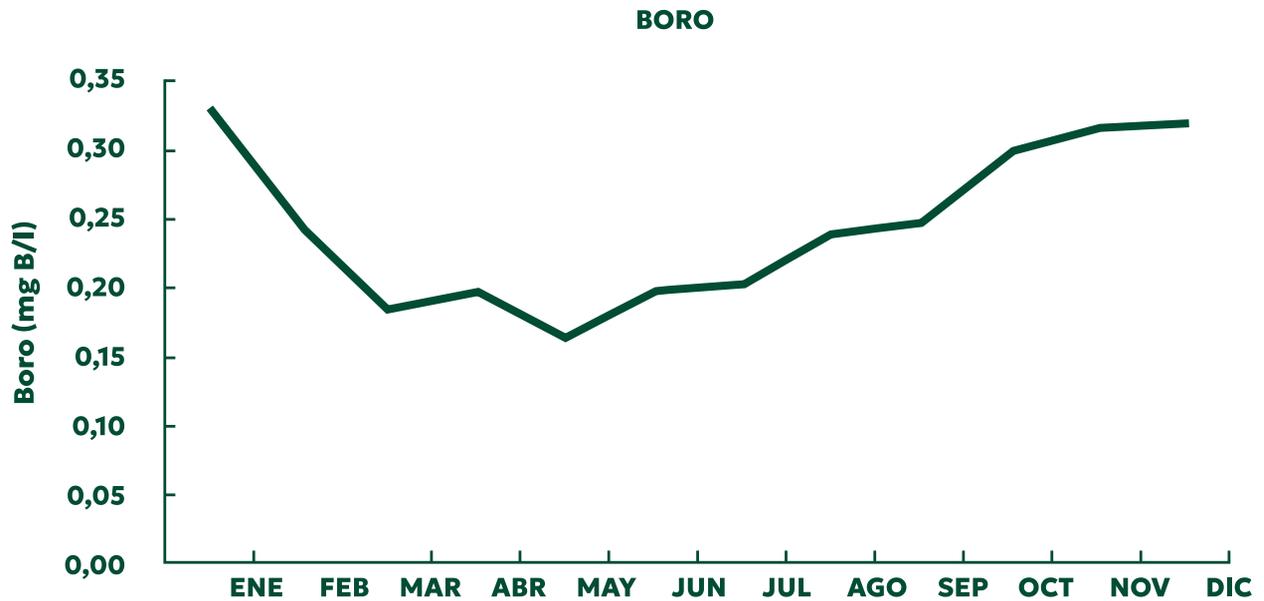


Figura 39. Concentración de boro del agua regenerada durante 2023.

En la figura 39 se muestran los valores de boro en el agua regenerada. El boro es un elemento que también aparece en el agua residual procedente, principalmente, de las formulaciones detergentes. El intervalo de las concentraciones en las que el boro es beneficioso para las plantas es muy estrecho: valores por debajo de 0,5 mg/kg de suelo causan daños por déficit de

este elemento y valores superiores a 2,0 mg/kg de suelo causan daños importantes por exceso. Afortunadamente, el boro carece de carga eléctrica, al contrario que casi todos los iones y atraviesa los suelos mejor que otros iones. Los valores de concentración registrados en esta agua son bajos y no se debe esperar ningún tipo de daño.



9.4. ASPECTOS RELEVANTES DEL AGUA REGENERADA

9.4.1. LA LEGISLACIÓN

El uso de aguas regeneradas se ha vuelto un componente esencial en la gestión integrada de los recursos hídricos. Esta práctica presenta diversas oportunidades y ventajas claras, como facilitar una mejor administración de los recursos al liberar volúmenes de agua de mayor calidad para otros fines, incluyendo el suministro de agua de boca. Además, la reutilización de aguas regeneradas puede aumentar los recursos disponibles en áreas costeras y asegurar una mayor fiabilidad y regularidad en el abastecimiento. La solución a los problemas de escasez y sequía mediante el uso de fuentes de agua regenerada es una tendencia en aumento.

El Real Decreto 1620/2007, del 7 de diciembre, estableció el marco jurídico para la reutilización de aguas depuradas en España. Esta normativa básica definió los requisitos administrativos necesarios para obtener el permiso correspondiente, así como los usos permitidos y los criterios de calidad requeridos. Por primera vez, se reguló el uso de agua regenerada en cinco sectores diferentes: usos urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales. Más tarde, en 2010, se aprobó la Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007, con el propósito de explicar y facilitar el cumplimiento de la normativa y asegurar los niveles de calidad y el correcto uso de las aguas regeneradas.

Dado el interés que la reutilización ha empezado a suscitar, el 5 de junio de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea el nuevo

Reglamento (UE) 2020/741 sobre la reutilización del agua. Este reglamento, aprobado por el Parlamento Europeo el 25 de mayo de 2022, establece los requisitos mínimos de calidad y control del agua, así como disposiciones sobre la gestión del riesgo para el uso seguro de las aguas regeneradas en el riego agrícola y en el contexto de una gestión integrada del agua. Es de cumplimiento obligatorio para los estados miembros.

En respuesta a la pandemia de COVID-19, en julio de 2020, el Consejo Europeo acordó un instrumento excepcional de recuperación temporal llamado «*Next Generation EU*» para los Estados Miembros. En España, la gestión de estos fondos se articula a través del «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia» (PRTR).

Como consecuencia de ello, entra en vigor el Real Decreto-ley 4/2023, del 11 de mayo, que modifica la ley de aguas, introduciendo, entre otros aspectos, el nuevo marco legal para la reutilización de aguas. Esto ha permitido adaptar el régimen jurídico español de la reutilización de aguas al reglamento europeo.

En el caso de la reutilización del agua regenerada en campos de golf, mientras no se apruebe el nuevo real decreto, el cual ya ha pasado el informe preceptivo del Consejo Nacional del Agua (abril de 2024), la normativa de momento permanece inalterada.

Uso del agua previsto	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	Nematodos intestinales	Escherichia COLI	Sólidos en suspensión	Turbidez	Otros criterios
4.- usos recreativos					
Calidad 4.1 ¹ a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	Otros contaminantes contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las ncas. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de calidad 2.3 legionella spp. 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)

Tabla 22. Valores máximos admisibles en el agua regenerada para el riego de campos de golf (Fuente: BOE).

Como se puede apreciar, el objetivo del regulador es garantizar la protección de la salud de trabajadores y usuarios en contacto con el agua regenerada del agua, y en absoluto se vela por

la salud de las cespitosas. Ello tiene sentido pues se garantiza así que el nivel de tratamiento aplicado al agua sea elevado y permita sobre todo un uso seguro de la misma.

9.4.2. GESTIÓN AGRONÓMICA DEL AGUA

A veces, el agua regenerada puede ser la única fuente disponible para el riego de un campo de golf, este es el caso de Finca Cortesín. Debido a la naturaleza del agua regenerada y a sus características, que pueden diferir notablemente de otras fuentes, es crucial una gestión adecuada. Comprender la naturaleza del agua regenerada es clave para su correcta gestión y para lograr un uso exitoso en los campos de golf. En el apartado 5.2 se recogen los cambios que ha tenido que realizar Finca Cortesín para adaptarse al agua regenerada.

Tradicionalmente, el *greenkeeper* ha planificado anualmente y de forma separada tanto el riego como la fertilización del campo, estableciendo de antemano las cantidades de nutrientes y fertilizantes que se van a utilizar para el mantenimiento del césped. El uso del agua regenerada crea una nueva situación, ya que esta agua contiene concentraciones significativas de nutrientes que deben considerarse en esa planificación anual. Esto requiere análisis periódicos del agua para contabilizar la cantidad de nutrientes añadidos al suelo y a las plantas, lo que puede llevar, a veces, a suspender temporalmente la fertilización programada. No obstante, esto debe verse como una ventaja que se reflejará en el balance económico anual. La calidad del agua de riego condiciona este nuevo escenario de fertilización, por lo que es fundamental mantener una buena comunicación con los responsables de la depuración y regeneración del agua, preferiblemente mediante contrato. Así, el responsable de la depuradora podría ajustar, según las necesidades del *greenkeeper*, la concentración de nitrógeno y fósforo en el agua regenerada, utilizando las tecnologías más adecuadas disponibles en la depuradora. Cuando esto no es posible, la capacidad de gestión en este nuevo modelo de fertirrigación es menor. Las pocas soluciones existentes incluyen el uso de especies adaptables al agua regenerada, buenos sistemas de drenaje, un incremento en el cuidado del césped, la adaptación del riego al nuevo modelo de gestión del agua y la educación y adaptación del usuario a este nuevo escenario.

Existe una gran diferencia entre el agua regenerada y otras fuentes de aguas convencionales (como las aguas subterráneas), su calidad puede variar debido a diversas variables que influyen en el resultado final del proceso de depuración y regeneración. Por ello, el análisis periódico de las aguas regeneradas es esencial para su uso. El *greenkeeper* debe entender que no se puede gestionar lo que no se cuantifica. El objetivo del análisis del agua regenerada

para su uso en el riego de un campo de golf es identificar posibles problemas y ayudar en la toma de decisiones. En el apartado 10.3.6 ha quedado recogido la importancia de realizar analíticas periódicas al agua.

El principal factor a considerar en la evaluación de la calidad del agua para riego es la cantidad y el tipo de sales presentes. A medida que aumenta la salinidad del agua regenerada utilizada para el riego de un campo de golf, también aumenta la probabilidad de problemas en el suelo o en las plantas. Como se ha comentado más arriba el origen y naturaleza de la cuenca del agua potable determina el nivel mínimo de sales en un agua residual. Después de ser utilizada el agua en los domicilios, su concentración de sales puede aumentar significativamente. El tratamiento de depuración y regeneración apenas cambia la concentración de sales del agua residual, a menos que se utilice alguna técnica de desalación. La presencia de intrusiones marinas en los colectores costeros agrava notablemente el problema de la salinidad el cual tiene una solución costosa.

El contenido de sales se mide mediante la conductividad eléctrica. Se considera aceptable que los valores de conductividad eléctrica que no introducen ningún grado de restricción en el uso de un agua para riego son aquellos por debajo de 0,7 dS/m o 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1 dS/m=1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que valores entre 0,7 y 3,0 dS/m presentan un grado creciente de restricción, de débil a moderado. Sin embargo, estos valores deben tomarse como indicativos, ya que un agua con 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ puede no suponer problemas para un césped en un suelo arenoso y bien drenado, pero sí para el mismo césped en un suelo arcilloso y mal drenado, debido a la acumulación de sales en la zona radicular. Valores superiores a 3,0 dS/m implican un alto grado de restricción, por lo que cuando se deban usar aguas regeneradas con estos niveles de conductividad se deberán emplear técnicas especiales de gestión, que incluyen:

- La selección adecuada de especies de césped resistentes a la salinidad.
- Un riego apropiado que favorezca el correcto desarrollo del césped y facilite el lavado del suelo.
- Un drenaje eficaz que permita la evacuación del agua de lavado del suelo.

Como medida de protección ante la salinización del suelo puede ser necesario usar una fracción adicional del agua de riego para realizar lavados de las sales de los primeros centímetros del suelo. Esto supone emplear algo más de agua que lo habitual. Otra forma de prevenir dicha salinización es como dice el artículo 8.3 del Decreto 43/2008 de la Junta de Andalucía emplear aguas de fuentes convencionales para aquellos campos de golf que sean de interés turístico y exclusivamente para el lavado de sales de *greenes* y calles. Siempre y cuando esté autorizado por el organismo de cuenca correspondiente lo cual resultará difícil de conseguir durante episodios de sequía.

9.4.3. MICROBIOLOGÍA Y PROTECCIÓN DE LA SALUD

Se ha comentado con anterioridad que el control de los microorganismos en el agua

regenerada destinada al riego de campos de golf es crucial para garantizar la salud de los golfistas y trabajadores. El agua regenerada puede contener microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos. Si no se controlan adecuadamente, estos microorganismos pueden propagarse a través del riego y afectar la salud de las personas que trabajan en los campos de golf o que están expuestas al agua. El adecuado cumplimiento de la normativa de uso de aguas regeneradas garantiza que los riesgos asociados a esta práctica estén bajo control. Para ello se debe garantizar la desinfección del agua regenerada desde la salida de la estación de regeneración de agua hasta el aspersor de riego. La realización de análisis periódicos y el cumplimiento de los parámetros analíticos que establece el RD 1620/2007, garantizan que el riesgo microbiológico está controlado suficientemente.







Caso de éxito
Finca Cortesín

10

1. EL CAMPO

Finca Cortesín, ubicado en Manilva, Málaga, es un prestigioso campo de golf conocido por su belleza escénica y su diseño desafiante inaugurado en 2006. El campo está situado en un entorno natural impresionante, rodeado de colinas y con vistas panorámicas al mar Mediterráneo. La vegetación autóctona y los jardines meticulosamente cuidados complementan el entorno natural, creando una experiencia visualmente atractiva. Diseñado por Cabell B. Robinson, el campo de golf cuenta con 18 hoyos (par 72) y se extiende a lo largo de 6.802 metros desde los tees más largos. El diseño del campo incluye una mezcla de calles amplias y desafiantes, *bunkers* estratégicamente ubicados y *greens* ondulantes. Los hoyos presentan una variedad de obstáculos naturales, como

barrancos, árboles y cuerpos de agua, que requieren precisión y estrategia. Finca Cortesín ofrece instalaciones de primera clase, incluyendo una academia de golf, un campo de prácticas y zonas de entrenamiento. Las instalaciones también incluyen un club de golf con una casa club elegante, restaurantes gourmet y una tienda profesional. El campo es conocido por su mantenimiento impecable, con céspedes de alta calidad y una atención meticulosa a los detalles. Los *greens* y las calles están en condiciones excepcionales durante todo el año, lo que proporciona una experiencia de juego de alto nivel. Desde varios puntos del campo, los jugadores pueden disfrutar de vistas espectaculares tanto al mar como a las montañas circundantes.



Vista general del campo Finca Cortesín con uno de los greens en primer término y un lago al fondo.

2. COPA SOLHEIM EN 2023

La *Solheim Cup* es una competición bienal de golf femenino profesional que enfrenta a equipos de Europa y Estados Unidos. Nombrada en honor a Karsten Solheim, fundador de una empresa de equipamiento de golf y principal impulsor del torneo, la *Solheim Cup* es considerada el equivalente femenino de la *Ryder Cup*.

Para organizar una *Solheim Cup*, un campo de golf debe ser de clase mundial, con excelentes condiciones en *greenes* rápidos, calles bien mantenidas y bunkers cuidados, y un diseño desafiante que ponga a prueba todas las habilidades de las jugadoras. La preparación del campo debe comenzar con varios meses de anticipación.

Son muchos los requerimientos que un evento deportivo de esta clase exige: el campo debe contar con unas instalaciones de alta calidad, que facilite la estancia de las jugadoras y la multitud de aficionados que reúne un evento deportivo de tan alto nivel. Es esencial que tenga buenas conexiones de transporte, alojamiento de calidad cercano, seguridad y servicios médicos en el lugar. La cobertura mediática global, áreas de hospitalidad VIP, tribunas y actividades complementarias para espectadores también resultan fundamentales, figura 41. La organización requiere un equipo experimentado, voluntarios bien formados, patrocinios suficientes, y planes de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social para garantizar un impacto positivo en la comunidad.



Vista del campo desde el tee del 17 durante la Copa Solheim con parte del equipamiento temporal que requiere una competición de este nivel.

Finca Cortesín reunió todas estas características que requieren este tipo de eventos, pero, además, lo hizo usando agua regenerada. Esto demuestra que un campo, adaptado a este tipo de agua, es comparable a otros de la más alta

categoría a nivel deportivo. Se requiere adaptación y cambios al nuevo sistema, es cierto, pero una vez conseguida la calidad del campo puede ser la más alta.

3. ADAPTACIÓN AL AGUA REGENERADA

El riego del campo se hace exclusivamente con agua regenerada proveniente de la EDAR de Manilva, para ello se utiliza un sistema de impulsión y una tubería de 5,6 km, propiedad de Finca Cortesín, que vierte el agua en el lago del hoyo 3. Esta balsa de agua posee una tubería de fondo que recoge el agua y la traslada hacia el sistema de bombeo que riega todo el campo. Existe otra balsa de agua adicional, situada en el hoyo 4. Ambas tienen una capacidad de 12,000 y 18,000 m³ respectivamente, ocupando una superficie aproximada de 14,000 m².

El sistema de riego es un Toro Lynx y se compone de una central con estación meteorológica conectada a 23 satélites de riego que controlan a 1.800 aspersores.

El campo fue sembrado originalmente con *Agrostis estolonifera* variedad L93 en los *greenes* y anillos exteriores, *Festuca arundinacea* en los *antegreenes*, y *Bermuda 419* en los *tees*, calles y *roughs*. Por el riego continuado con un agua regenerada con más sales que otras fuentes convencionales, estas plantas de clima frío sufrieron problemas de adaptación. Por esta razón hubo que realizar una serie de modificaciones importantes en el campo.

A continuación, se presentan los principales cambios que fueron necesarios acometer para adaptar exitosamente el campo a este tipo de agua.

- **Mejora de drenajes para gestionar la salinidad**

Con el fin de evitar la acumulación de agua en las zonas bajas de calles y *antegreenes* que pudieran producir acumulación de sales en el suelo, se realizaron cambios sustanciales en los drenajes, instalando sistemas de tipo francés para eliminar aguas subterráneas, y en superficie mediante el empleo de una tubería lisa con



Colocación de tepes de Bermuda en un *antegreen*.

- **Antegreenes**

Ocupaban una superficie de 30.000 m² y estaban sembrados originalmente con tepes mezcla de *Festuca arundinacea* y *Poa pratensis* con cortes bajos. Estas zonas de *antegreenes* no contaban con un buen drenaje, ya que la mayoría del suelo existente estaba compuesto en su totalidad por arcillas. Con el paso del tiempo, estas zonas fueron degenerando, y a finales de 2008 se decidió cambiar todas las superficies de *antegreenes* por tepes de *Bermuda 419*, al igual que el resto del campo. Tras la implantación de esta cespitosa se modificaron las alturas de corte en estas zonas, bajándolo a unos 10 mm y dejando las zonas más alejadas, en el *rough*, a unos 40 mm.



Colocación de tepes de Bermuda en un *antegreen*.

salidas a arquetas y drenajes principales.

Este tipo de prácticas son muy recomendables en los *greenes* antiguos, compactados y con escasa capacidad drenante, ya que tenderán a acumular sales. Para evitarlo se recomienda llevar a cabo riegos de lavado con una frecuencia quincenal que permitan alejar a las sales de las raíces de las plantas.

•Cambio de cespitosas en *greenes*

Con el tiempo, los efectos de los veranos en las cespitosas se complicaron, ya que además de experimentar las altas temperaturas propias de esta estación, las lluvias de otoño no llegaban a producirse. Puesto que la única agua disponible para las plantas era el agua regenerada estas iban sufriendo cada vez más: la *Agrostis* tenía poca densidad y la *Poa* se aprovechaba de ello e iba extendiéndose por los *greenes*. Además de todo esto, los altos contenidos de nitrógeno del agua regenerada provocaban en la *Agrostis* un crecimiento flácido e incontrolable, por lo que era muy habitual tener que segar hasta dos veces en un mismo día y cambiar de hoyos también hasta dos veces al día debido al estrés causado por el pisoteo de los golfistas.

Como consecuencia de ello, y por los problemas generados, se decidió tomar medidas para

solucionar la situación. Tras un análisis detallado de situaciones parecidas en otros campos que empleaban agua regenerada se decidió probar con variedades de *Bermudas* enanas, las cuales se adaptan al clima mediterráneo perfectamente. Para ello, es imprescindible disponer de *greenes* bien contruidos, minimizando las zonas con más sombra, ya que estas especies de clima cálido requieren más luz que las de clima frío. La temporada de mayor crecimiento de esta cespitosa abarca desde abril hasta noviembre. En los meses más fríos puede llegar a desarrollar una parada vegetativa con pérdida de color y en algunos casos hasta de densidad. Para evitarlo es conveniente reforzar a la planta antes de la entrada del invierno con aplicaciones de bioestimulantes y protectores biológicos para minimizar al máximo el estrés. Otra planta que pronto empezarán a ser usadas en el campo son algunas variedades de *Zoysias*.



Efecto del exceso de nitrógeno en un green de *Agrostis*.



Agrostis estolonífera dañada en un green durante e verano de 2016



Trabajos de retirada de la capa superficial en un green.

La transformación a la nueva cespitosa se realizó durante un periodo de cinco semanas que puede servir de ejemplo de procedimiento:

1. Primera semana, se empieza a sembrar en los primeros nueve *greenes* cerrándolos al juego y se dejan abiertos los otros 9 hoyos.
2. Segunda semana, los otros 9 hoyos comienzan su transformación. Ello obliga a cerrar todo el campo.
3. Tercera semana el campo sigue cerrado.
4. Cuarta semana se abren al juego los primeros 9 hoyos renovados.
5. Quinta semana se abre todo el campo.

Los trabajos de renovación de *greenes* consistieron en las siguientes operaciones:

1. Tratamiento con un herbicida total.
2. Decapado de los primeros cinco centímetros del material vegetal.
3. Preparación y labrado del suelo con motocultivador.
4. Refinado superficial respetando el moldeo original.
5. Colocación de los nuevos tepes.



Colocación de los tepes de Bermuda enana.

- **Abonado**

El uso del agua regenerada implica una fertirrigación continua por la presencia de nutrientes en este tipo de agua. Ello obliga al *greenkeeper* a reajustar los abonados, e incluso a suprimirlos en algunas zonas del campo dependiendo de las necesidades de las plantas en esas zonas y de las concentraciones de nutrientes presentes en el agua. En el caso concreto de Finca Cortesín, desde hace 10 años no se aportan fertili-

zantes minerales a calles y roughs, habiéndose observado un mayor equilibrio nutricional en el suelo y en las plantas. La única fertilización adicional que se emplea es de tipo orgánico mediante recebos de arena mezclada con compost, notándose un crecimiento más gradual a lo largo del año de las cespitosas, así como una mejora de la microbiota del suelo que ha conllevado un descenso de enfermedades con el paso de los años.



Aspecto actual de una parte del campo



Referencias

11

11. REFERENCIAS

- Agencia Catalana del Agua. (2023). Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña 2022-2027. Comunidad de Cataluña.
- Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), & Instituto de Meteorología de Portugal (IM). (2011). Atlas Climático Ibérico. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Agencia Estatal de Meteorología, Instituto de Meteorología de Portugal. Madrid.
- Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET). (2024). Resúmenes climatológicos por comunidades autónomas.
 - o Recuperado de: https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=1
- Ayers, R. S. y Wescot, D. W. (1984). Water quality for agriculture, irrigation and drainage. Paper no. 21. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, Italia.
- CEA. (2024). Universidad Loyola y Confederación de Empresarios de Andalucía. XXXIV Informe Loyola Economic Outlook (LEO). Universidad de Loyola.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). (2022). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural. CEDEX.
- Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. (2023). Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas: Plan Hidrológico Revisión de tercer ciclo (2022-2027). Junta de Andalucía.
- Consejería de Política Territorial, Cohesión Territorial y Aguas. (2023). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrológica de Tenerife. Gobierno de Canarias.
- Dirección General de Recursos Hídricos: Consejería de Medio Ambiente y Territorio. (2023). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears. Gobierno de las Illes Balears.
- European Commission (2022). "EU Adaptation Strategy".
- EEA. (2020). European Environment Agency (EEA). El agua en Europa: calidad y disponibilidad.
- EEA. (2021). European Environment Agency. Water resources across Europe — confronting water stress: an updated assessment. Report No 12/2021.
- European Union (UE). (2017). Science for disaster risk management. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- Instituto de Estadística de Cataluña (2024). Estadística de datos meteorológicos y monitorización climática 2019-2023. Servicio Meteorológico de Cataluña.
- López-Ramírez, J. A. (2016). El riego en los campos de golf: equipamiento y gestión sostenible del agua. IC Editorial. Antequera.
- Martínez-Alvarez, V., Gonzalez-Real, M. M., Baille, A., Maestre-Valero, J. F., GallegoElvira, B. (2008). Regional assessment of evaporation from agricultural irrigation reservoirs in a semiarid climate. *Agr. Water Manage.* 29, 1056–1066.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA. (2021). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE).
- a) Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). (2021). Informe de seguimiento de los planes hidrológicos de cuenca y de los recursos hídricos en España.
- b) Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). (2021). Síntesis de los borradores de planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias.

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). (2023). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- Mujeriego, R. (1990). Riego con agua residual municipal regenerada. Manual práctico. Universitat Politècnica de Catalunya.
- IPCC. (2019). Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Calentamiento global de 1,5°C. Informe especial SR15 del IPCC.
- IPCC. (2021). Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Sixth Assessment Report.
- Santaló, J. (2023). El golf como catalizador de la actividad económica en España. IE University, Instituto de Empresa, S.L. Madrid.
- Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR). (2024). Ficha de evolución histórica de datos meteorológicos por estación.
 - o Recuperado de: <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>
- University of California Committee of Consultants. (1974). Guidelines for interpretation of Water Quality for Agriculture. Memo report, 13 páginas, California.
- World Bank (2020). Water Security in Europe and Central Asia. Report.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA
Y TURISMO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TURISMO

Promueven



Colaboran



Patrocina



Proyecto financiado por la Secretaría de Estado de Turismo (SETUR).



