

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA  
(ORGANIZADOR)**

# **GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA  
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE  
RECURSOS HÍDRICOS E  
SUSTENTABILIDADE 5**



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
G393	<p>Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 5 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-107-7            DOI 10.22533/at.ed.077201206</p> <p>1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 343.81</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 5”, que apresenta uma série de sete contribuições acerca de problemas relacionados a dinâmica e o gerenciamento dos recursos hídricos.

A abertura do livro, com o capítulo “Tecnología e innovación para la mejora de la gestión integrada de recursos hídricos: el caso de la demarcación hidrográfica del río Segura (Sureste de España)”, procura analisar as medias e situações para um melhor aproveitamento e melhoria da gestão dos recursos hídricos em área de bacia hidrográfica.

No capítulo 2 “Degradação das águas subterrâneas na cidade de Fortaleza-CE” avalia a degradação dos recursos hídricos subsuperficiais, ocorridas em decorrência da expansão urbana ao longo dos últimos 40 anos na cidade de Fortaleza.

No capítulo 3 “Diagnóstico ambiental em balneários públicos na região oeste do estado de São Paulo, Brasil” apresenta uma análise acerca das condições ambientais de balneários públicos em dois municípios na região Oeste do estado de São Paulo, os balneários de Teodoro Sampaio e Rosana, por meio de protocolos de avaliação rápida – PARs.

No capítulo 4 “Variação espacial da qualidade de água da microbacia hidrográfica do ribeirão Piracicamirim, Piracicaba - SP” analisa os parâmetros de qualidade de água em amostras bimensais entre outubro de 2016 a julho de 2017, onde foram selecionados 12 pontos ao longo da microbacia visando compreender os diferentes usos do solo.

No capítulo 5 “A gestão dos recursos e o meio ambiente: estudo realizado nas lavanderias industriais” analisa a problemática quanto ao uso da água por parte de gestores de lavanderias industriais em um cenário de escassez desse recurso.

No capítulo 6 “Curvas envoltórias para a estimativa de vazões máximas na bacia do rio Pindaré” apresenta uma contribuição para o entendimento hidrológico regional na bacia hidrográfica do rio homônimo, no estado do Maranhão.

Para o encerramento da presente obra, é apresentado o trabalho intitulado “Vida nova ao velho rio: o financiamento do projeto estratégico meta 2014 dentro da política ambiental do governo de Minas Gerais” onde o objetivo é mostrar a descontinuidade do Projeto Estratégico Meta 2014, bem como evidenciar as consequências desta ação. A Meta 2014 foi um programa do Governo de Minas Gerais direcionado à revitalização do Rio das Velhas.

Assim, a coleção de artigos dessa obra evidencia a diversidade na análise e gestão dos recursos hídricos, consolidando ainda mais essa importante área interdisciplinar do campo científico.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA (SURESTE D ESPAÑA)	
Ramón García Marín Víctor Ruiz Álvarez Francisco Javier Lozano Parra Daniel Moreno Muñoz Rubén Giménez García	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE	
Ediu Carlos Lopes Lemos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM BALNEÁRIOS PÚBLICOS NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL	
Danielli Cristina Granado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DE ÁGUA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA SP	
Elen Blanco Perez Thiago Paes de Almeida Mendes Pablo Eric Toledo Majer Plínio Barbosa de Camargo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
A GESTÃO DOS RECURSOS E O MEIO AMBIENTE: ESTUDO REALIZADO NAS LAVANDERIAS INDUSTRIAIS	
Francinildo Carneiro Benicio Antônio Vinícius Oliveira Ferreira Ana Luiza Carvalho Medeiros Ferreira Lennilton Viana Leal Anderson Lopes Nascimento Augusta da Rocha Loures Ferraz Rosilene Gadelha Moraes Joyce Silva Soares de Lima Ednael Macedo Felix Andreza Cristina de Sousa Fernandes Thiago Alberto Viana de Sousa Márcio Henrique Marques da Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0772012065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
CURVAS ENVOLTÓRIAS PARA A ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS NA BACIA DO RIO PINDARÉ	
José Alexandre Pinto Coelho Filho Matheus Fonseca Durães	

Maísa de Lourdes Martins Araújo

DOI 10.22533/at.ed.0772012066

**CAPÍTULO 7 ..... 86**

VIDA NOVA AO VELHO RIO: O FINANCIAMENTO DO PROJETO ESTRATÉGICO META 2014  
DENTRO DA POLÍTICA AMBIENTAL DO GOVERNO DE MINAS GERAIS

Cristina de Souza Domingues Raposo

DOI 10.22533/at.ed.0772012067

**SOBRE O ORGANIZADOR:..... 112**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 113**

## TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS: EL CASO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL RIO SEGURA (SURESTE DE ESPAÑA)

*Data de aceite: 12/05/2020*

### **Ramón García Marín**

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía  
ramongm@um.es

### **Víctor Ruiz Álvarez**

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía  
victor.ruiz1@um.es

### **Francisco Javier Lozano Parra**

Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile), Instituto de Geografía  
jlozano@uc.cl

### **Daniel Moreno Muñoz**

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía  
daniel.moreno1@um.es

### **Rubén Giménez García**

Universidad de Murcia (España), Departamento de Geografía  
ruben.gimenez@um.es

**RESUMEN:** En las últimas décadas se ha producido un incremento sin precedentes en la demanda de los recursos hídricos en el sureste español debido, fundamentalmente, a la proliferación de los cultivos de regadíos,

al crecimiento de la población y al turismo de masas. Esto, unido a la caracterización climática de la Demarcación del Segura, que sufre con periodicidad episodios de sequías, hace que se incorporen continuamente innovaciones tecnológicas para aprovechar y garantizar un recurso vital para la vida como es el agua. Por ello, la Demarcación es la más regulada de Europa, aprovechando cada gota de agua al máximo. No obstante, fruto de la gran demanda hídrica se generan constantes conflictos sociopolíticos y ambientales, siendo un tema de gran interés social para todos los ciudadanos implicados.

**PALABRAS CLAVE:** Demarcación Hidrográfica del río Segura, Demanda de Recursos Hídricos, Innovaciones tecnológicas, Sequías.

## 1 | INTRODUCCIÓN

El Segura es un modesto río del sureste de la península ibérica que nace al pie de la sierra de Segura (1.413 metros de altitud) en el municipio de Santiago Pontones (provincia de Jaén). Esta sierra pertenece al dominio Prebético de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas. En esta área de cabecera se superan los 2.000 metros de altitud. Tras discurrir por un total de 333 km, desemboca

en el municipio de Guardamar del Segura (provincia de Alicante) (Gil, 2004). La cuenca hidrográfica del río Segura, junto con otras que vierten al mar Mediterráneo, entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, y las cuencas endorreicas de Yecla y Corralrubio, conforman el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS), que es gestionado por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS).

La CHS, es un organismo autónomo de la Administración General del Estado español adscrito, a efectos administrativos, al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que gestiona, desde su creación en 1926, una demarcación compleja y rica en matices, paisajes y formas de entender el agua (Vera, 2004). Administra una superficie de 20.234 km<sup>2</sup> (19.025 km<sup>2</sup>, si se tiene solo en cuenta la parte continental, excluyendo las aguas costeras). Engloba un total de 132 municipios cuyos territorios se encuentran repartidos en cuatro comunidades autónomas: Región de Murcia, Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (provincia de Albacete) y Comunidad Valenciana (provincia de Alicante) (Figura 1).

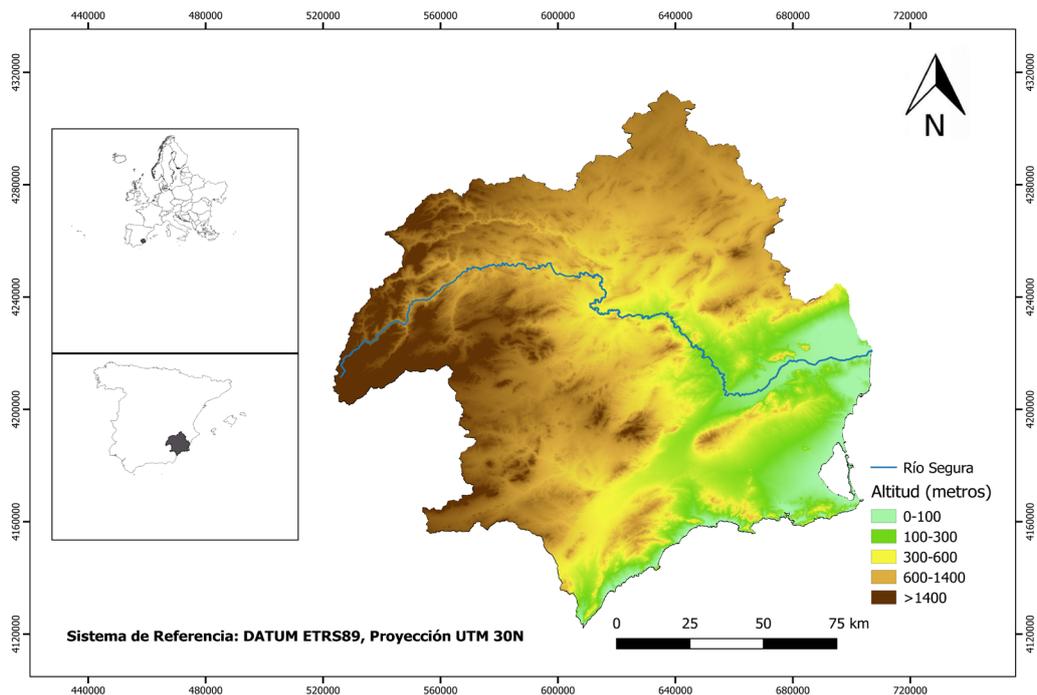


Figura 1. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista climático, la DHS está encuadrada bajo el dominio del clima Mediterráneo, y cuenta con una gran heterogeneidad en su territorio. La temperatura media anual oscila entre los 18°C de la zona litoral y los 10°C de las áreas montañosas del extremo noroccidental. Por otra parte, las precipitaciones se

caracterizan por tener una elevada variabilidad interanual, de modo que se suceden largos periodos de sequía, con episodios de lluvias breves pero muy intensas que causan graves inundaciones (Martín y Olcina, 2001). La distribución de las precipitaciones en el territorio de la DHS es muy irregular, superándose los 1.000 mm de media anual en las áreas montañosas del extremo noroccidental, debido a que están expuestas a la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas. En cambio, en el extremo suroccidental, en la depresión de Águilas se registran precipitaciones inferiores a los 200 mm de media anual, debido a que esta área se encuentra a sotavento de la llegada de los vientos húmedos de origen atlántico, siendo afectada por el Efecto Foehn. La evapotranspiración potencial media es del orden de 700 mm, y la evapotranspiración real media estimada en 328 mm. La escorrentía media total es del orden del 13% de la precipitación media total, siendo la más baja de la península ibérica (CHS).

Por otra parte, desde un punto de vista demográfico, el número de habitantes en la Demarcación Hidrográfica del Segura ha experimentado un crecimiento durante los últimos años, alcanzando una población de 1.951.006 habitantes en el año 2016 (Tabla 1).

Comunidad Autónoma	Nº Habitantes	Fracción de la cuenca (%)	Densidad (Hab./km <sup>2</sup> )
Región de Murcia	1.464.847	75,1	131
Com. Valenciana	395.909	20,3	303
Castilla-La Mancha	65.502	3,4	14
Andalucía	24.748	1,3	13
Total	1.951.006	100	103

Tabla 1. Población según comunidades autónomas que integran el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Segura (2016)

Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura.

Por último, es importante resaltar, que a pesar de que el río Segura cuenta con un humilde caudal (el caudal medio en su zona media-alta alcanza los 25 m<sup>3</sup>/s mientras que en la desembocadura es de menos de 1 m<sup>3</sup>/s), es uno de los ríos con mayor aprovechamiento hidrológico en todo el mundo (Calvo, 2005), siendo una de las demarcaciones hidrográficas más reguladas de Europa, con la existencia de grandes embalses en la zona de cabecera que tienen una doble finalidad, que es combatir e intentar mitigar los efectos de los dos riesgos naturales de mayor gravedad presentes en el territorio de la DHS: inundaciones y sequías. En las últimas décadas ha sido tristemente famoso por los graves problemas de contaminación de sus aguas en el curso bajo -aunque de forma reciente se ha apreciado una

considerable mejora tras importantes inversiones en depuración y recuperación- y por los conflictos sociopolíticos generados tras la construcción y funcionamiento del Trasvase Tajo-Segura, una de las obras de ingeniería hidráulica más grandes realizadas en España.

En este trabajo se analizan aquellas medidas y actuaciones encaminadas a un mejor aprovechamiento y a la mejora de la gestión integrada de los recursos hídricos en la DHS. De este modo se exponen las acciones llevadas a cabo en las diferentes infraestructuras y el uso de las nuevas tecnologías, destinados a tal fin. La utilización de las nuevas tecnologías en la gestión de los recursos hídricos, puede ser fundamental en las próximas décadas, sobre todo si se cumplen las estimaciones de los escenarios y proyecciones regionalizadas de cambio climático. Estos escenarios prevén una intensificación de los periodos de sequía en las regiones mediterráneas (Cuadrat *et al.*, 2004; Lehner *et al.*, 2006). Las proyecciones de cambio climático para el siglo XXI realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), para las distintas demarcaciones hidrográficas, muestran para la DHS una reducción continua de las precipitaciones entre un 5-15%, así como una intensificación de los eventos pluviométricos extremos (aumento de las precipitaciones intensas y de la duración de los periodos secos y disminución del número de días de lluvia).

## **2 | MATERIALES Y MÉTODOS:**

Para la elaboración del presente estudio se realizó, en primer lugar, una revisión bibliográfica y documental de los textos e informes publicados sobre la evolución en la gestión y administración del agua en la DHS. Igualmente, se recopiló la información disponible en el archivo general de la CHS sobre las innovaciones tecnológicas introducidas relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hídricos. Un análisis de las noticias de prensa sobre los conflictos políticos también ha sido realizado. Por último, se efectuó un trabajo de campo con el fin de comprobar *in situ* el funcionamiento de las infraestructuras implantadas y su incidencia en el territorio.

## **3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

### **3.1. Contexto territorial, hidrológico y sociopolítico:**

#### *3.1.1. Recursos hídricos superficiales y subterráneos*

El Estudio General de la Demarcación 2015-2021, indica que los recursos hídricos superficiales naturales considerados, son los correspondientes al río

Segura en su desembocadura, y están constituidos por las escorrentías totales en régimen natural evaluadas a partir del Modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación) desarrollado en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, para el período 1980/81-2011/12, con una aportación media anual de 740 hm<sup>3</sup>/año. Según los últimos estudios de caracterización realizados, los recursos hídricos subterráneos disponibles se estiman en 540,7 hm<sup>3</sup>/año en valor medio interanual. Se han considerado como recursos disponibles de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas/salidas laterales procedentes de otras cuencas menos las reservas medioambientales.

### *3.1.2. Reutilización, desalación y transferencias externas:*

En la DHS se superan las 200 instalaciones de depuración, y el volumen de agua residual tratada se eleva a 140 hm<sup>3</sup>/año, reutilizándose de forma directa 78 hm<sup>3</sup>/año (como dato medio). Los recursos desalinizados en la demarcación alcanzan los 158 hm<sup>3</sup>/año, de los que 96 hm<sup>3</sup>/año se destinan al regadío y 62 hm<sup>3</sup>/año al uso urbano, industrial y de servicios.

En cuanto a transferencias externas, destacan las aportaciones a través del Acueducto Tajo-Segura (ATS) (Figura 2). El volumen máximo del trasvase asciende a 540 hm<sup>3</sup>/año, destinándose, de acuerdo con la legislación vigente, 110 hm<sup>3</sup>/año a abastecimiento, 400 hm<sup>3</sup>/año a regadíos y hasta 30 hm<sup>3</sup>/año por menores pérdidas a repartir entre el usuario agrario y el abastecimiento de Almería en las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Es necesario matizar la insuficiente garantía del ATS, que en tan sólo un año durante su periodo de funcionamiento (desde 1979) ha trasvasado el volumen máximo potencial para el regadío, 440 hm<sup>3</sup>/año en origen o 400 hm<sup>3</sup>/año en destino, siendo el aporte medio de 196 hm<sup>3</sup>/año en origen o 176 hm<sup>3</sup>/año en destino.



Figura 2. Canal del Traspase Tajo-Segura, Campo de Cartagena.

Fuente: Autores

### *3.1.3. Usos y demandas:*

Se consideran usos del agua a las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones sobre el estado de las aguas. En este sentido, los usos considerados y demandas (Tabla 2) son:

- Abastecimiento de poblaciones: incluye el uso doméstico, público y comercial, así como las industrias de pequeño consumo conectadas a la red. Además, incluye el abastecimiento de la población turística estacional.
- Uso agrario: incluye el riego de cultivos y el uso de agua en la producción ganadera.
- Uso industrial: incluye la totalidad del uso industrial.
- Otros usos: se incluyen aquí el uso energético (tanto para la producción de energía, como para la refrigeración de centrales hidroeléctricas, térmicas y nucleares), la acuicultura y los usos de servicios (campos de golf).

	Urbana		Agraria		Industrial no conectada		Servicios (Riego de campos de Golf)		Mantenimiento humedales (consuntiva)		Total	
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%
<b>Demanda actual</b>	189,1	11,00	1.487,10	86,10	9,1	0,50	11,3	0,70	29,6	1,70	1.726,20	100
<b>Demanda horizonte 2021</b>	194,3	11,20	1.487,10	85,90	9,5	0,50	11,3	0,70	29,6	1,70	1.731,80	100
<b>Demanda horizonte 2027</b>	208,3	11,90	1.490,90	85,20	10,3	0,60	11,3	0,60	29,6	1,70	1.750,40	100
<b>Demanda horizonte 2033</b>	210,9	12,00	1.490,90	84,50	11,5	0,70	20,6	1,20	29,6	1,70	1.763,50	100

Tabla 2. Evolución y previsión de las demandas hídricas brutas según usos en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-2021.

En la tabla de demandas no se incluye la demanda industrial para uso energético, pues el mismo no es un uso consuntivo. El uso para la refrigeración térmica es realizado exclusivamente con agua de mar. El uso en centrales termosolares no alcanza los 2,5 hm<sup>3</sup>/año, valor no significativo, y las concesiones se han tramitado mediante cambio de uso de concesiones agrarias. No obstante, existen otras demandas ubicadas fuera de la DHS que son atendidas con recursos de la misma o a través del ATS. Estas demandas aproximadas serían: 45 hm<sup>3</sup> para usos urbanos, 60 hm<sup>3</sup> para usos agrarios y unos 2 hm<sup>3</sup> para mantenimiento de humedales.

### 3.1.4. Balance Hídrico:

En la tabla 3 puede observarse un resumen del balance hídrico en hm<sup>3</sup> según las diferentes demandas y características de suministro para el horizonte 2021.

	Demanda	Déficit Total	Suministro recursos renovables	Suministro total recursos	Bombes no renovables	Déficit Aplicación
<b>Demandas agrarias</b>	1.546	394	1.139	1.352	202	193
<b>Demandas urbanas</b>	238	0	238	238	0	0
<b>Demandas industriales</b>	9	3	6	9	3	0
<b>Demandas riego campos de golf</b>	11	3	8	11	3	0
<b>Demandas ambientales</b>	39	0	39	39	0	0
<b>Total</b>	<b>1.843</b>	<b>400</b>	<b>1.430</b>	<b>1.649</b>	<b>207</b>	<b>193</b>

Tabla 3. Déficit hídrico medio para cada tipo de demanda. Horizonte 2021

Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-2021.

### *3.1.5. El Acueducto o Trasvase Tajo-Segura (ATS); conflictos sociopolíticos:*

Como puede apreciarse a partir de los recursos disponibles en la cuenca hidrográfica y las demandas contempladas, existe una situación de déficit hídrico sobre todo para atender las demandas agrarias que se intenta solventar con las aguas que llegan a través del ATS y mediante sobreexplotación de acuíferos. Desde la puesta en funcionamiento del ATS no han cesado los conflictos sociales y políticos entre los gobernantes y diferentes actores sociales de las distintas comunidades autónomas que engloban la cuenca cedente (Cuenca Hidrográfica del Tajo) y la cuenca receptora.

Sin retrotraernos mucho en el tiempo, pues en este trabajo no disponemos de la extensión necesaria para explicar toda la evolución de los conflictos engendrados y multiplicados, debe destacarse el acuerdo político que en 2013 sepultó la guerra por el trasvase Tajo-Segura, aunque sólo pudo conseguirse cuando el mismo partido, el PP, llegó al poder en todas las instituciones. Actualmente, se constata que el conflicto no estaba enterrado, sino sólo en periodo de letargo; el agua se convierte de nuevo en foco de tensiones entre comunidades, y entre estas y el Gobierno central. Castilla-La Mancha (PSOE) ha exigido ya varias veces el cierre “inmediato” del trasvase (p.e. diario El País, 14/08/2015). La Comunidad Valenciana, también en manos del PSOE, pide calma y rechaza que se esté fraguando una batalla interna, pero avisa de que defenderá los intereses de sus regantes.

Recientemente (abril de 2017) sigue la guerra política del agua. El responsable de Agua del PP en Murcia alertó de las “continuas amenazas que pesan sobre esta infraestructura hídrica por parte del PSOE y Podemos” (diario La Verdad, 24/04/2017), recordando las reacciones del gobierno de Castilla-La Mancha tratando de bloquear todas las aportaciones de agua hacia la Cuenca del Segura aprobadas por el Gobierno de España. Afirmó, además, cuando se cumplen 38 años de la existencia del trasvase, que éste “ha sido la palanca del desarrollo de la Región por el empleo y el bienestar que ha generado”... “el trasvase Tajo-Segura es la infraestructura más rentable de España”... “en realidad hay un doble trasvase, uno de agua hacia el sureste y otro de rentabilidad económica (hacia el centro y norte de Europa) que genera riqueza para toda España”.

Según un informe de la consultora Pricewaterhouse (PWC) de 2013 elaborado para el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, la industria agroalimentaria vinculada al agua del trasvase Tajo-Segura aporta 2.364 millones de euros/año al PIB nacional y sostiene 100.000 empleos. Gracias al trasvase se producen el 70% del total de las exportaciones de hortalizas de España y el 28% de las frutas. El Gobierno de Castilla-La Mancha recurrió la aprobación de un nuevo trasvase de 15 hectómetros cúbicos del Tajo al Segura por el Ministerio de

Agricultura para el mes de abril, argumentando que los embalses de la cabecera del Tajo están al 16% de su capacidad total, y porque Castilla-La Mancha “necesita agua para su desarrollo” (diario La Vanguardia, 11/04/2017).

La llegada de recursos hídricos a través del ATS se puede ver muy mermada con la modificación de la Ley del Plan Hidrológico Nacional<sup>1</sup>, por parte de la Ley de evaluación ambiental<sup>2</sup>. Esta modificación radica en el aumento del nivel de consideración de aguas excedentarias a partir del cual se pueden realizar trasvases. En la Ley del Plan Hidrológico Nacional se consideraban aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas- Buendía que superaran los 240 hm<sup>3</sup>. En cambio, con la entrada en vigor de la Ley de evaluación ambiental, en el año 2013 se va ir incrementando este nivel en 32 hm<sup>3</sup> anuales, hasta llegar a los 400 hm<sup>3</sup>, en el año 2018, que será el nuevo límite de aguas excedentarias, a partir del cual se podrán realizar trasvases.

Por lo tanto, este aumento del umbral mínimo de aguas excedentarias para la realización del trasvase, puede llevar consigo importantes repercusiones socioeconómicas en el ámbito territorial abastecido por el trasvase Tajo-Segura, que es gran parte del territorio de la DHS. En un futuro, situaciones de déficit hídrico en la cabecera del Tajo, pueden poner en jaque la viabilidad de miles de hectáreas de cultivos de regadío en la Región de Murcia y de las provincias de Alicante y Almería, lo que, unido a episodios de sequías excepcionales, generaría enormes pérdidas económicas en el sector agrario.

Del mismo modo, la ausencia de trasvases mensuales en los episodios de sequía hidrológica de los embalses de Entrepeñas y Buendía (reserva por debajo de los 400 hm<sup>3</sup> establecidos por la Ley de evaluación ambiental), podría generar graves problemas en el abastecimiento de agua potable realizado por la MCT. Por lo tanto, el aumento del umbral mínimo de aguas excedentarias del complejo Entrepeñas-Buendía hasta los 400 hm<sup>3</sup>, puede generar importantes conflictos sociopolíticos por la lucha del agua en un futuro cercano, más si cabe, si tal y como se prevé en numerosos estudios se produce una intensificación de la intensidad, frecuencia y duración de las sequías. Bajo esta hipótesis se hace necesario buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua.

Ante esta incesante guerra política del agua, puede decirse que en el Sureste español, y más concretamente en la Cuenca del Segura, existe una sequía mediática (no meteorológica) sempiterna, con el fin de generar un estado de opinión sobre la sociedad regional.

---

1 Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE, N°296)

2 Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (BOE, N°161)

## 3.2. Innovación reciente y Nuevas Tecnologías para mejorar la gestión y administración del recurso agua:

Las innovaciones proporcionan ventajas competitivas a las empresas, afectando de forma paralela a multitud de factores económicos, sociales, ambientales y culturales relacionados con el desarrollo. La innovación, también llamada “cambio técnico” en otros colectivos, puede tener visiones sociológicas, conductistas, sociales y pragmáticas, entre otras, mostrando todas ellas un doble sentido de acción y de efecto (Rogers, 2003).

### 3.2.1. Modernización de regadíos:

Como se advertía anteriormente, la agricultura es la principal actividad demandante del recurso hídrico. Las plantaciones ubicadas en esta cuenca hidrográfica, con modalidades de cultivo muy intensivas, altamente competitivas y escasamente subvencionadas, proporcionan productos destinados principalmente a un mercado exterior exigente y competitivo. Las nuevas orientaciones en la política de regadíos priorizan la mejora, modernización y consolidación de regadíos existentes, la ejecución compartida y coordinada de las Administraciones Públicas con competencia en materia de regadíos [UE, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) y las Comunidades Autónomas (CCAA)] y la corresponsabilidad de los regantes en las actuaciones que les afectan. Acorde con los programas de Desarrollo Rural y sus ayudas estructurales, la mejora de las estructuras agrarias incluye las medidas de gestión de los recursos hídricos en la agricultura.

Dentro de las nuevas orientaciones de la política de regadíos española y acorde con los Planes Hidrológicos de Cuenca (PPHHC) y el Plan Hidrológico Nacional (PHN), el programa de actuación en las zonas de regadío existentes pretende solventar los problemas actuales con una planificación sectorial que: optimice el riego del agua disponible reduciendo el consumo y reestructurando la demanda; fomente una incorporación de nuevas tecnologías en los sistemas de riego que favorezca las condiciones de trabajo; y contribuya a la recuperación de los acuíferos sobreexplotados.

Las posibles obras y actuaciones de mejora a realizar para lograr un ahorro de agua se distinguen según su nivel de actuación:

- Mejoras en la red principal, que transporta el agua desde su origen hasta la cabecera de la zona regable. De titularidad pública y responsabilidad las Confederaciones Hidrográficas correspondientes.
- Mejoras en la red secundaria, que distribuye el agua desde la cabecera de la zona regable hasta las parcelas de riego. De titularidad pública o privada con

carácter colectivo y responsabilidad de las comunidades de regantes (CCRR).

- Mejoras en las técnicas y tecnologías de riego, que aplican el agua a la planta en el interior de la parcela. De titularidad privada y responsabilidad de los usuarios del agua.

Los proyectos de modernización de los regadíos realizados por las CCRR persiguen la consecución de alguna de las siguientes finalidades: a) mejora de la eficiencia del riego y el ahorro de agua, b) aprovechamiento conjunto y óptimo de recursos hídricos de distintas procedencias, c) incorporación y/o sustitución de nuevos caudales de agua para riego, d) gestión integral y optimizada de la explotación de la zona, e) mantenimiento de las condiciones medioambientales, y f) reducción significativa de costes energéticos, asociada al proyecto de modernización. Para realizar estas modificaciones en los sistemas de transporte y distribución, y en aras a incrementar la eficiencia del riego y el ahorro del agua, se ha adoptado tecnología de distribución, gestión y control del agua instalada en la red secundaria por las CCRR. Esta implementación, basada en la ejecución de un plan de modernización, consta al menos de una de las siguientes actuaciones: a) obtención de recursos hídricos no convencionales, b) tomas y captaciones de agua, a partir de las concesiones y autorizaciones de que disponga la CR, c) estaciones elevadoras de agua con sus correspondientes tuberías de impulsión, d) construcción de balsas de regulación, e) recubrimiento de balsas de regulación para disminuir la evaporación del agua, f) instalación de sistemas comunes de filtrado, g) instalación de tuberías presurizadas en las redes de riego, h) instalación de hidrantes, i) instalación de dispositivos de medición y control de los volúmenes de agua, j) automatización del sistema, e informatización de la explotación y la gestión, k) construcción de edificaciones (casetas, centro de control, etc.) necesarias para la adecuada gestión, l) mejoras medioambientales, y m) otras mejoras que se consideren necesarias y tendentes al cumplimiento de las finalidades de los proyectos de modernización.

El resultado del trabajo conjunto realizado en los últimos años por administraciones públicas, CCRR y regantes particulares en la DHS ha sido más que sorprendente. En este sentido, respecto a la tecnología utilizada para la aplicación del agua a los cultivos, en España el 36% del volumen de agua utilizado en la agricultura se aplica por gravedad, el 27% por aspersión y el 37% por tecnología de riego por goteo. En el territorio administrado en la Región de Murcia por la DHS el 16% se aplica por gravedad, el 2% mediante aspersión y el 82% con tecnología de riego por goteo (INE, 2016) (Figura 3).



Figura 3. Superficie de cultivos hortícolas con tecnología de riego por goteo.

Fuente: Autores.

### *3.2.2. Desalación:*

El volumen disponible de agua desalada parece aún no ser suficiente, y su uso en regadío es imposible si no se establece un precio competitivo. Existen varios compromisos públicos para fijar un precio social para este recurso, si bien hasta la fecha no se ha materializado. La ventaja de la desalinización de agua de mar es su condición de inagotable, además de ser un recurso no sujeto a variaciones climáticas (Moreno, 2014). No obstante, aún presenta serios inconvenientes:

- Elevado consumo energético asociado a su producción (3,70 - 4,30 kWh/m<sup>3</sup>).
- Nivel de emisiones de GEI poco compatible con las políticas relativas al cambio climático.
- Elevada concentración de boro, que puede producir problemas de fitotoxicidad en los cultivos. Al limonero, por ejemplo, le puede provocar daños cuando el índice de boro es superior a 0,3 mg/l, y entre 0,5 y 0,75 mg/l en el resto de cultivos.
- Carencias y desequilibrios en su composición, al poseer unos contenidos mínimos de calcio, magnesio y sulfato, precisando así un postratamiento de remineralización.
- Elevada acidez y poder corrosivo, que ocasiona problemas en las tuberías.
- Y sobre todo, un coste del agua producto muy elevado, entre 0,60 y 0,80 €/m<sup>3</sup>, que si se compara con la tarifa del agua del ATS (0,097 €/m<sup>3</sup>), una de las más caras de España, resulta obvia la diferencia.

Estos problemas podrían paliarse en caso de poder mezclar esta agua con

la del trasvase (lo que vuelve a hacer de ésta un recurso irremplazable) en una proporción para el agua desalada no superior al 30-35%, si bien el problema seguiría siendo el precio de esta última, considerando los regantes que no debería ser nunca superior a 0,30 €/m<sup>3</sup>, la cual puesta a pie de parcela supone por lo menos otros 10 céntimos adicionales (0,40 €/m<sup>3</sup>). Pasar de ahí hace inviable el uso de estas aguas para riego.

Actualmente se estudia la posibilidad de interconectar todas las desaladoras de la DHS con los pantanos e infraestructuras existentes. Parece esta una opción viable que permitiría aprovechar al máximo el rendimiento de las desaladoras, infraestructuras de inversión millonaria a las que se debería sacar la mayor rentabilidad factible. Si se acometieran las actuaciones necesarias para llevar a cabo esta operación, podría optimizarse el funcionamiento de las plantas de tratamiento del agua desalada y conseguir elevar la producción hasta los 200 Hm<sup>3</sup>.

### *3.2.3. Reutilización de las aguas depuradas:*

La seguridad sanitaria que en los últimos años han proporcionado tanto los avances técnicos como la regulación específica en reutilización de aguas ha permitido que la sociedad, cada vez más, considere las aguas regeneradas como un recurso no convencional a incorporar en el ciclo hidrológico, de forma que la reutilización de aguas depuradas se presenta como una herramienta para afrontar el déficit hídrico desde la perspectiva de gestión de la oferta.

En la actualidad, se ha otorgado en la DHS un volumen anual de aguas regeneradas de 105.438.910 m<sup>3</sup>/año (algo más de 100 Hm<sup>3</sup>) para reutilización en diferentes usos. La distribución por Comunidades Autónomas es la siguiente: en la Región de Murcia está otorgado un volumen aproximado de 78 Hm<sup>3</sup>; en la provincia de Alicante de 22 Hm<sup>3</sup>; en la provincia de Albacete casi 4 Hm<sup>3</sup>; y finalmente, en Almería de 0,5 Hm<sup>3</sup>. Sin embargo, indicar que el volumen de agua otorgado y que, por lo tanto, se incluye en los títulos administrativos (concesiones o autorizaciones de reutilización) no siempre se corresponde con lo que realmente se reutiliza cada año. El volumen real reutilizado depende de la producción de agua depurada de la EDAR de ese año, ya que no es una cifra fija. Además, las propias necesidades de los usuarios pueden reducir la cifra de reutilización, especialmente en los casos de comunidades de usuarios que disponen de otros derechos de aguas superficiales o subterráneas, y que pueden preferir los recursos convencionales a las aguas regeneradas. El principal uso en la DHS es el uso agrícola, lo que se corresponde con la calidad 2 del anexo I.A del RD 1620/2007. La distribución aproximada según usos es la siguiente: 78% uso agrícola, 21% golf y zonas verdes de urbanizaciones, 0.84% riego de zonas verdes municipales, 0.15 riego de zonas verdes no municipales,

0.001% uso industrial.

### *3.2.4. El Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH)<sup>3</sup>:*

El SAIH es un sistema de sensores que permite controlar de forma instantánea el estado de los cauces, ramblas y embalses de la cuenca del Segura. Resultó crucial, por ejemplo, para evitar una tragedia en la ciudad de Lorca durante la inundación de San Wenceslao en 2012 (Romera y Romera, 2016). Se trata, en definitiva, de una importante herramienta de vigilancia, información y gestión.

El SAIH está formado por 135 puntos de control distribuidos por toda la cuenca del Segura, que miden más de un millar de variables y están conectados de forma instantánea con el centro de control de CHS. También es posible el acceso a sus datos directamente a través de una aplicación para móviles. Los datos son transmitidos desde cada estación cada quince minutos y son cargados en las bases de datos. Toda la información recogida permite, finalmente, describir el estado hidrológico e hidráulico de la cuenca, incluyendo, por tanto, el conocimiento del régimen hídrico a lo largo de su red fluvial y el estado de las obras hidráulicas principales y de los dispositivos de control que en ellas se ubican.

La Confederación ha invertido recientemente unos 13 millones de euros en la puesta en marcha de este sistema y trabaja constantemente en su ampliación y actualización. En estos momentos se están acometiendo nuevas inversiones para mejorar la cobertura de información en las ramblas costeras de las provincias de Murcia y Almería, así como en los cauces de la cabecera de la cuenca en las provincias de Jaén y Albacete.

### *3.2.5. Las últimas innovaciones llevadas a cabo en la Demarcación Hidrográfica del Segura:*

Como se ha podido ver a lo largo de las páginas anteriores, la importancia de una gota de agua en regiones como Murcia es altísima. En este sentido, una de las labores de las Confederaciones Hidrográficas es conocer la cantidad de agua de los embalses para gestionar su uso, sobre todo en periodos o fases de sequía hidrológica. La CHS necesitaba conocer con exactitud cuál era el volumen de agua embalsado en la Región de Murcia, un dato que no medía desde hacía veinte años debido a los altos costes económicos del proceso. Sin embargo, el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) cuenta con la tecnología Drone2Map for ArcGIS<sup>4</sup>, que posibilita realizar este proyecto con garantía

<sup>3</sup><http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/saih/>

<sup>4</sup> Drone2Map para ArcGIS es una aplicación que convierte las imágenes de los drones en ortomosaicos y mallas 3D. Genera cartografía en 2D y 3D de áreas difíciles de acceder. Un breve resumen de este caso de éxito utilizando Drone2Map for ArcGIS por parte de la Confederación Hidrográfica del Segura e IMIDA puede verse en:

y sin costes elevados. Ambas organizaciones han llevado a cabo este proyecto con el que no sólo han conseguido saber con exactitud de cuánta agua disponen los embalses, sino que han reducido un 75% sus costes, posicionándose a la cabeza en innovación y transformación digital de datos varios dentro del ámbito hidrográfico internacional.

#### 4 | CONCLUSIONES:

Si hubiese que buscar un rasgo geográfico característico para el Sureste de España, este podría ser el de la aridez. Sin embargo, ha sido precisamente este rasgo “adverso” el que ha actuado como acicate para intentar superar esta dificultad con todo tipo de actuaciones tendentes a sacar el máximo partido de los escasos caudales disponibles. Durante siglos, la divisa en esta tierra ha sido aprovechar hasta la última gota de las escasas precipitaciones e idear sistemas para atraer, preservar o extender todo lo posible su vivificadora presencia. La necesidad aguza el ingenio y, posiblemente, ha sido la escasez de agua para atender las crecientes demandas la que ha impulsado a las sociedades implicadas a aprovechar el agua de la mejor manera posible.

Hoy día, en este territorio –como ayer, como siempre–, el agua y su escasez se sitúan en el centro de la sociedad. La regulación, gestión y administración e innovación para obtener el máximo aprovechamiento de este bien tan preciado continúa tan vigente como lo estuvo siempre. En la región se adoptan con prontitud nuevas técnicas que permiten el ahorro, reciclaje y reutilización del agua, e incluso se implantan sistemas novedosos en esta materia. Se trata de seguir perfeccionando esa senda. La senda que un día iniciaron nuestros antepasados, y que han venido perfeccionando todas y cada una de las generaciones que les han sucedido desde entonces en estas tierras.

#### AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen la financiación de los proyectos FONDECYT 11161097 y REDI170640.

#### REFERENCIAS

CALVO, F. 1997. Ciudad y río en la cuenca baja del Segura. *Áreas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 17: 145-153.

CUADRAT, J.M., SERRANO, V. y MARTÍN, S. 2004. Comportamiento de las sequías en la península Ibérica: Análisis mediante el Standardized Precipitation Index. En: J.C. GARCÍA CODRON, C. DIEGO

---

<https://www.youtube.com/watch?v=w9JolYtmnE&t=1s> [Fecha de consulta: 20/04/2017].

LIAÑO, P. FDEZ. DE ARRÓYABE HERNÁEZ, C. GARMENDIA PEDRAJA y D. RASILLA ÁLVAREZ (Eds.). *El clima entre el mar y la montaña*. Santander: Asociación Española de Climatología, 245-254.

GIL, A. 2004. *La cultura del agua en la Cuenca del Segura*. CajaMurcia, Murcia.

MARTIN, J. y OLCINA, J. 2001. *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial. Madrid, 258 pp.

MORENO, D. 2014. Demanda de agua en Águilas. La influencia de las desaladoras en el Plan de Modernización de Regadíos. *Geographos: Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, 5 (71): 375-399.

LEHNER, B., DÖLL, P., ALCAMO, J., HENRICHS, T., y KASPAR, F. 2006. Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. *Climatic Change*. 75: 99-273.

PWC. 2013. Impacto económico del trasvase Tajo-Segura Informe disponible en: <http://www.scrats.es/ftp/memorias/Impacto-economico-trasvase-Tajo-Segura.pdf> [Consulta: 20/04/2017].

ROGERS, E. 2003. *Diffusion of innovations*. 3. ed. McMillan Publishing, New York.

ROMERA, J. & ROMERA, J.D. 2016. *La riada de San Wenceslao en Lorca y Puerto Lumbreras*. Ayuntamiento de Lorca, Lorca.

VERA, P. 2004. *Murcia y el agua: Historia de una pasión*. Murcia, Academia Alfonso X El Sabio.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açude 54, 56, 59, 60, 64

Água 17, 18, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 85, 92, 93, 94, 99, 103, 106

Ambientes 19, 21, 31, 32

Análise 19, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 45, 51, 54, 60, 61, 62, 66, 67, 69, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 96, 107, 110

Aquáticos 31, 32, 35, 50, 92

Avaliação 29, 31, 32, 35, 38, 52, 67, 68, 69, 91, 93

### B

Balneabilidade 37, 38

Balneários 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

### C

Cabeceira 40, 42

Castanhão 54, 56, 59, 60, 64

Clima 2, 16, 19, 46, 58

Cromatografia 40, 41, 44, 49, 51

### D

Degradação 17, 18, 19, 25, 32, 43, 51, 93, 103, 104

Demanda 1, 7, 10, 16, 40, 44, 49, 50, 58, 60, 90, 92, 108

Demarcación Hidrográfica Del Río Segura 1

Despesas 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 96, 104

### E

Enchente 20, 68, 72

### F

Fortaleza 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 82

Frequência 67, 69, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81

### G

Gestão 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,

25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112

## H

Hidrobiogeoquímica 41

Hidrologia 29, 67, 82

## I

Inovaciones tecnológicas 1, 4

Inundação 67

Íons 40, 41, 44, 47, 49, 50, 51

## M

Meio Ambiente 19, 26, 37, 38, 39, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 65, 66, 84, 93, 94, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 108

Microbacia 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52

Minas Gerais 82, 84, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108

Mudanças 21, 22, 52, 55, 85, 91

## O

Obras 4, 10, 14, 66, 69, 81, 87, 88

Orçamento 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 102, 106, 107

## P

Parâmetros 29, 40, 41, 44, 46, 51, 52, 58, 69, 74, 75, 78, 81, 108

População 17, 19, 20, 27, 28, 32, 34, 37, 42, 89, 90, 91, 96, 102, 104

Precipitação 68

Protocolos 31, 32, 35, 36, 38

## R

Receitas 32, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 101, 102, 104

Região geográfica 68

Revitalização 84, 92, 96, 103, 108

Rio Paranapanema 34, 59, 60, 84, 85, 92, 93, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 108

## S

Santiago Pontones 1

Sequías 1, 3, 9, 15

Solo 2, 17, 19, 20, 25, 27, 28, 29, 40, 41, 45, 46, 50, 51, 52, 58

Subterrânea 17, 18, 21, 66

## Z

Zona litorânea 18

Zoneamento 19

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**