



INUNDACIONES Y SEQUÍAS

Análisis Multidisciplinar para Mitigar
el Impacto de los Fenómenos
Climáticos Extremos.

Joaquín Melgarejo Moreno
M^a Inmaculada López Ortiz
Patricia Fernández Aracil

(Editores)

INUNDACIONES Y SEQUÍAS

Análisis Multidisciplinar para Mitigar
el Impacto de los Fenómenos
Climáticos Extremos.

Joaquín Melgarejo Moreno
M^a Inmaculada López Ortiz
Patricia Fernández Aracil

(Editores)

© los autores, 2021
© de esta edición: Universitat d'Alacant

ISBN: 978-84-1302-138-6

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual

TABLA DE CONTENIDO

BLOQUE I - PLANIFICACIÓN	13
PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN. ANTECEDENTES HISTÓRICOS, <i>Francisco Roselló Vilarroig</i>	15
EL PLAN VEGA RENHACE: UNA OPORTUNIDAD ESTRATÉGICA PARA LA ADAPTACIÓN DE UN TERRITORIO A LOS EXTREMOS DEL AGUA, <i>Jorge Olcina Cantos</i>	33
BALANCE HÍDRICO ACTUAL Y FUTURO EN LAS CUENCAS EN ESPAÑA, RETOS Y ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN, <i>Manuel Pulido Velázquez, Héctor Macián Sorribes y Alvar Escriva-Bou</i>	55
GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL RIESGO DE SEQUÍA: CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN, PERCEPCIÓN SOCIAL Y OPINIÓN PÚBLICA, <i>Pilar Paneque y Jesús Vargas Molina</i>	77
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, <i>Jesús Vargas Molina y Fulgencio Cánovas-García</i>	101
FENÓMENOS INESTABLES DE ORIGEN TROPICAL EN EL ATLÁNTICO NORTE SURORIENTAL <i>Pedro Dorta Antequera, Jaime Díaz Pacheco y Abel López Díez</i>	127
LOS PLANES DE EMERGENCIA ANTE SITUACIONES DE SEQUÍA EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO URBANO LITORALES DEL SURESTE PENINSULAR, <i>Rubén Villar-Navascués, Sandra Ricart y María Hernández-Hernández</i>	147
MAPA DE MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA PROVINCIA DE ALICANTE, <i>Javier Valdés Abellán, Mauricio Ubeda Muller, Fernando Pérez Calvo y Miguel Fernández Mejuto</i>	169
EL CUMPLIMIENTO DEL ODS DE RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES A TRAVÉS DEL PLANEAMIENTO TERRITORIAL Y URBANÍSTICO, <i>Jesús Conde Antequera</i>	195
CIUDAD DISPERSA E INUNDACIONES EN MÁLAGA (ESPAÑA). LOS ESPACIOS FLUVIALES URBANOS COMO VECTOR DE REFLEXIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD HUMANA Y SU OCUPACIÓN DEL MEDIO NATURAL, <i>Antonio Gallegos Reina y Carmen Elisa Moral Gómez-Monedero</i>	215
INCORPORACIÓN DE CONTENIDOS SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA EDUCACIÓN VIAL, <i>Andrés Díez Herrero, Mario Hernández Ruiz, Daniel Vázquez Tarrío, Mercedes Velasco de la Rubia</i>	225
LA PROTECCIÓN CIVIL Y LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS: EXPERIENCIA DEL PLAN VEGA BAJA RENHACE (ACTUACIÓN 12), <i>Antonio Oliva Cañizares, Jorge Olcina Cantos</i>	237
IMPORTANCIA DE LA FENOLOGÍA DE LOS CULTIVOS EN LA EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN: RÍO DUERO ENTRE TORO Y ZAMORA, <i>Andrés Díez Herrero, Julio Garrote Revilla, Daniel Vázquez Tarrío, Mario Hernández Ruiz</i>	255
RAMBLAS URBANAS, PERCEPCIÓN SOCIAL Y RIESGO DE INUNDACIÓN, EL CASO DE ALGUÉÑA, <i>Ricardo Abad Coloma</i>	265
UTILIZACIÓN DE DRONES AÉREOS Y ACUÁTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE CAUCES FLUVIALES, <i>Daniel Vázquez Tarrío, Mario Hernández Ruiz, Juan Carlos García López-Davalillo, Julio Garrote Revilla y Andrés Díez Herrero</i>	277
PLAN DE EMERGENCIA FRENTE A INUNDACIONES EN LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE MOLINA DE SEGURA (MURCIA), <i>Arturo Albaladejo Ruiz</i>	289
PLANES TERRITORIALES MUNICIPALES FRENTE A EMERGENCIAS: CASO DE ESTUDIO DE COX, (ALICANTE, ESPAÑA), <i>Antonio Vicente Galvañ Vicente, Esther Sánchez Almodóvar y Javier Martí Talavera</i>	301

DANA 2019, INUNDACIÓN Y OCUPACIÓN DE ESPACIOS DE RIESGO EN LA RAMBLA DE ABANILLA, Oriol Pérez Jiménez	315
INTEGRACIÓN CARTOGRÁFICA DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA PALMA (ISLAS CANARIAS), Abel López Díez, Jaime Díaz Pacheco, Pedro Dorta Antequera, Daniella Ghersi Da Gama y Nerea Martín Raya	329
ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS EN LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES Y EN SUS PERIODOS DE RETORNO EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA, Juan Andrés García-Valero	343
INCREMENTO ABRUPTO DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LAS CABECERAS DEL RÍO SEGURA PROMOVIDO POR LA OSCILACIÓN DEL ATLÁNTICO NORTE DESDE 1980, Amar Halifa-Marín, Pedro Jiménez-Guerrero y Juan Pedro Montávez	353
CÁLCULO DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO COÑAQUE (ECUADOR), José Gerardo Becerra Carrión y Antonio Jódar Abellán	369
PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS LEGALES PARA LA DECLARACIÓN DE LA SEQUÍA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA, José Alberto Redondo Orts, María Inmaculada López Ortiz y Miguel A. Sáez García	383
SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE UNA MICROCUENCA EN ECUADOR UTILIZANDO EL MODELO SWAT PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, Leonardo Falcones Rodríguez, Teresa Palacios Cabrera y Antonio Jódar Abellán.....	397
BLOQUE II - MITIGACIÓN E INFRAESTRUCTURAS.....	409
LA GESTIÓN DEL REGADÍO ANTE LA ESCASEZ DEL AGUA: EL CASO DE ESPAÑA, Julio Berbel Vecino y Jaime Espinosa-Tasón.....	411
PRINCIPALES NOVEDADES DE LA REVISIÓN DE LOS PGRI. NUEVAS NECESIDADES Y PRIORIDADES DE ACTUACIÓN PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS.....	417
Juan Francisco Arrazola Herreros, Mónica Aparicio Martín y Francisco Javier Sánchez Martínez ESTADO DE LOS TRABAJOS DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN, Aránzazu Gurrea-Nozaleda Merayo	435
EJEMPLOS DE MEDIDAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DE INUNDACIONES. DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA, Gonzalo Magdaleno Payán	453
CORREDORES HIDRÁULICOS VERDES Y LAGUNAS DE LAMINACIÓN EN LA VEGA BAJA DEL SEGURA, José Vicente Benadero García-Morato, Pedro Ignacio Muguruza Oxinaga y Jordi Marín Abdilla.....	471
ACESSO À ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO FRENTE ÀS AMEAÇAS CLIMÁTICAS, Pedro Roberto Jacobi	493
MODERNAS TÉCNICAS DE AHORRO DE AGUA PARA GESTIONAR LA ESCASEZ DE RECURSOS HÍDRICOS EN FRUTICULTURA, Pablo Melgarejo, Pilar Legua, Juan José Martínez Nicolás y Antonio Marhuenda.....	499
MEJORAS EN EL MANEJO DEL RIEGO MEDIANTE INDICADORES DE GESTIÓN PARA MITIGACIÓN DE SEQUÍAS, Ricardo Abadía, Miguel Mora, Bernat Roig-Merino, Carmen Rocamora, José María Cámara, Ricardo Suay y Herminia Puerto.....	545
LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL SUELO Y SU PAPEL EN LA MITIGACIÓN DE LAS INUNDACIONES, José Navarro Pedreño e Ignacio Gómez Lucas.....	563
LA REUTILIZACIÓN EN ESPAÑA, HERRAMIENTA PARA LA PREVENCIÓN DE LA SEQUÍA Y EL EQUILIBRIO HÍDRICO, Domingo Zarzo.....	591
CONDUCCIÓN JÚCAR - VINALOPÓ. EJEMPLO Y OPORTUNIDAD PARA LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA, Vicente José Richart Díaz	611
PLAN DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES Y DRENAJE SOSTENIBLE EN LA VEGA BAJA DEL SEGURA, Sergio Sánchez Ríos, Ángel Villanueva Blasco, Armando Ortuño Padilla, Jairo Casares Blanco y Paloma Calero Romero.....	643

PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL DÉFICIT HÍDRICO MEDIANTE LA DESALACIÓN SUBMARINA: DISEÑO INNOVADOR COMO PROYECTO TRACTOR DE LA ECONOMÍA, Borja Blanco y Alejandro López Navarrete	665
EL PAPEL DEL PATRIMONIO RELACIONADO CON EL AGUA EN LA RESILIENCIA FRENTE A FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS, Miguel Fernández Mejuto, Rebeca Palencia Rocamora, Fernando Pérez Calvo, Juan Antonio Hernández Bravo y Héctor Fernández Rodríguez.....	683
IMPLICACIONES DE LOS SUDS EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA ESCORRENTÍA URBANA, Arturo Trapote Jaume	699
EL AHORRO DE PRECAUCIÓN COMO INSTRUMENTO PARA CUBRIR EL RIESGO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA EN EL REGADÍO, José A. Gómez-Limón, M. Dolores Guerrero-Baena y José A. Fernández-Gallardo.....	713
AGUAS DEPURADAS Y PLUVIALES: RECURSOS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE SEQUÍA E INUNDACIÓN. EJEMPLOS Y APRENDIZAJES, Sandra Ricart, Rubén Villar-Navascués, Antonio M. Rico-Amorós, María Hernández-Hernández y Jorge Olcina-Cantos	725
LA EXPERIENCIA DEL MAYOR TRASVASE DE AGUA EN BRASIL COMO SOLUCIÓN PARA LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA, José Irivaldo Alves Oliveira Silva.....	737
LA ADAPTACIÓN A LOS EXTREMOS ATMOSFÉRICOS Y AL CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS) Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN): PROPUESTA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CALLOSA DE SEGURA (ALICANTE, ESPAÑA), Antonio Oliva Cañizares, Esther Sánchez Almodóvar y María José Marcos Palacios	747
CONTRIBUCIÓN DE LA AGRICULTURA A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO GLOBAL. BALANCE EN TRES COMUNIDADES DE REGANTES DEL SURESTE ESPAÑOL, Amparo Melián Navarro, Soraya Colino Jiménez y Antonio Ruiz Canales	763
REDES INTELIGENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA GESTIÓN DEL CICLO HÍDRICO MUNICIPAL: CASOS DE GESTIÓN EN PERIODOS DE SEQUÍA, Héctor Fernández Rodríguez, Miguel Fernández Mejuto, Fernando Pérez Calvo y Rebeca Palencia Rocamora.....	775
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES HÍDRICAS DEL SUELO, Teresa Rodríguez-Espinosa, José Navarro-Pedreño, Ignacio Gómez Lucas y María Belén Almendro Candel.....	785
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS CAUDALES MÁXIMOS DE DISEÑO EN LA ESPAÑA PENINSULAR, Adrián López Ballesteros, Javier Senent Aparicio, Patricia Jimeno Sáez y Julio Pérez Sánchez.....	799
REDUCCIÓN DEL ESPACIO DE BÚSQUEDA EN LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DRENAJE BASADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO INUNDACIÓN, Leonardo Bayas-Jiménez, Francisco Alberto Deño Nuñez, F. Javier Martínez-Solano y Pedro L. Iglesias-Rey.....	809
ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS AVENIDAS EN LA CUENCA DRENANTE AL LAGO ERKEN (SUECIA) MEDIANTE SWAT+, Inmaculada Jiménez Navarro, Javier Senent Aparicio, Patricia Jimeno Sáez y Adrián López Ballesteros.....	821
ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RÉGIMEN DE AVENIDAS EN LA CUENCA DEL RÍO LADRA MEDIANTE SWAT+, Gerardo Castellanos Osorio, Javier Senent Aparicio, Adrián López Ballesteros y Patricia Jimeno Sáez	833
MODELO PRELIMINAR DE CIRCULACIÓN DEL AGUA EN EL ARROZ. MARGEN DERECHA RÍO GUADALQUIVIR, Blanca Cuadrado-Alarcón, Sébastien Guery y Luciano Mateos	847
THE ENERGY PRODUCTION IN PHOTOVOLTAIC MODULES AND THE ENERGY CONSUMED IN THE UNIVERSITY OF ALICANTE WATER PRESSURIZED IRRIGATION NETWORK, Housseem Eddine Chabour, Miguel Angel Pardo y Adrian Riquelme	857

ANÁLISIS METODOLÓGICO DE ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS. RIESGO HIDROLÓGICO. EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN, Ramón Egea Pérez, Francisco J. Navarro González, Mónica Cortés Molina y Joaquín Melgarejo Moreno	869
INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE PARA ADAPTACIÓN A SUCESOS EXTREMOS DE SEQUÍAS E INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL CAMPO DE CARTAGENA-MAR MENOR, José María Gómez Espín, Encarnación Gil Meseguer y Miguel Borja Bernabé Crespo.....	897
BLOQUE III - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, AMBIENTAL Y JURÍDICA	909
EL SISTEMA ESPAÑOL DE SEGUROS AGRARIOS COMBINADOS ANTE LOS RIESGOS DE SEQUÍA E INUNDACIÓN, Miguel Pérez Cimas, M ^a Carmen Sánchez Morillo-Velarde, Silvia Isabel Crespo Vergara, Gema López Orozco y Almudena Pachá Guerras	911
INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA AFRONTAR LAS SITUACIONES DE ESCASEZ HÍDRICA, Joaquín Melgarejo Moreno, Marcos García López y Borja Montaña	937
LA CONTRIBUCIÓN DE LAS ENTIDADES LOCALES AL PRINCIPIO DE SEGURIDAD HÍDRICA EN LA GESTIÓN DE LAS SEQUÍAS: LOS PLANES DE EMERGENCIA, Estanislao Arana García	961
¿CUMPLE EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO LA NORMATIVA ESPAÑOLA SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS NATURALES?, Jesús Garrido Manrique.....	977
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA COMPARTIDAS ENTRE DIFERENTES ÁMBITOS DE PLANIFICACIÓN: SINGULARIDAD ADMINISTRATIVA O ENTIDAD HÍDRICA CON CONTINUIDAD HIDROGEOLÓGICA. APLICACIÓN EN LA DIVISORIA JÚCAR-SEGURA, José Manuel Murillo Díaz.....	997
MEDIOS DE COMUNICACIÓN: EL CAMPO DE BATALLA DE LA GUERRA DEL AGUA, Fermín Crespo Rodríguez y Arturo Jiménez Rodríguez.....	1023
EL TRASVASE TAJO-SEGURA, INFRAESTRUCTURA DE CORRECCIÓN DEL DÉFICIT HÍDRICO AGRARIO EN EL SURESTE DE ESPAÑA, Patricia Fernández Aracil y Joaquín Melgarejo Moreno	1047
LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA FRENTE A SEQUÍAS E INUNDACIONES, Miguel Ángel Blanes Climent.....	1073
HERRAMIENTAS SOCIALES PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, Guadalupe Ortiz, Pablo Aznar-Crespo y Antonio Aledo.....	1095
INSTRUMENTOS JURÍDICOS PARA LA REGULACIÓN DE LA SEQUÍA, Andrés Molina Giménez.....	1115
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS SEQUÍAS SOBRE LOS CULTIVOS. REGIÓN DE MURCIA, Alberto del Villar García.....	1139
EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LA ESCASEZ Y LA ALTERNATIVA DEL AUTOCONSUMO MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS, Marcos García-López, Borja Montano y Joaquín Melgarejo	1159
EVALUACIÓN EX-POST DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN LA AGRICULTURA ANDALUZA 2005-2008, Jaime Espinosa-Tasón y Julio Berbel	1169
LA IMPORTANCIA DEL FACTOR EDUCACIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS ATMOSFÉRICOS. UN ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES SOBRE LA SEQUÍA QUE SE INSERTAN EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS SOCIALES, (EDUCACIÓN PRIMARIA), Álvaro-Francisco Morote Seguido.....	1183
LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIÓN. LA IMPORTANCIA DEL FACTOR EDUCACIÓN COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN, Álvaro-Francisco Morote Seguido y María Hernández Hernández.....	1195
LA RENTABILIDAD DEL AGUA Y LAS TARIFAS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS DEL TRASVASE TAJO-SEGURA, Marcos García-López, Borja Montano y Joaquín Melgarejo	1207

A STUDY OF JUDICIAL REMEDIES FOR WATER RIGHTS DISPUTES IN EARLY TWENTIETH CENTURY IN CHINA, Yang Yang y Yu Pin Ai	1229
LOS HUMEDALES Y SU EFICACIA PARA EL CORRECTO CONTROL DE AVENIDAS Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES: EVOLUCIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL EN EL MARCO TERRITORIAL VALENCIANO, Francisco José Abellán Contreras	1243
ACTITUDES HACIA LAS MEDIDAS DE GESTIÓN DE LAS INUNDACIONES EN ZAMORA: UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA SU MEDICIÓN Y CAMBIO, Fernando Talayero Sebastián, Juan Antonio García Martín, Raquel Pérez-López, Andrés Díez-Herrero, José María Bodoque del Pozo, Lucía Poggio Lagares y María Amérigo Cuervo-Arango	1255
EL ESTADO DE EXCEPCIÓN FRENTE A FENÓMENOS DE SEQUÍAS E INUNDACIONES EN ECUADOR, Andrés Martínez Moscoso e Israel Castro Enríquez.....	1267
LA UTILIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN ESCOLARES COMO ELEMENTO CLAVE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: UN CASO PRÁCTICO, Juan Carlos García Prieto, Manuel García Roig, Diana Málaga Martín, María Mercedes Ramos Rodríguez, Alicia Gutiérrez del Valle, Francisco Javier Burguillo Muñoz, Felipe José Bello Estévez, Maite del Arco Aláinez, Rebeca Martín Castilla y Juan Carlos Rico Jiménez	1279
EXPLORANDO EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA FERTILIZACIÓN CARBÓNICA EN LOS INVERNADEROS, DE ALMERÍA, Blanca Cuadrado-Alarcón, Javier Martínez-Dalmau, Alfonso Expósito y Julio Berbel	1294
TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO EN LA VEGA BAJA DEL RÍO SEGURA, María Francisca Zaragoza Martí, José Manuel Mira Martínez y Alfredo Ramón Morte.....	1305
ANÁLISIS DEL ESTADO Y CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (ESPAÑA), Antonio Jódar Abellán, Daniel Prats Rico, Miguel Ángel Pardo Picazo, Irene Sentana Gadea y Jesús Rodrigo-Comino	1321
SISTEMA DE DOS NIVELES PARA UNA COBERTURA ÓPTIMA DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, Joaquín Torres y Sonia Sanabria	1333

PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS LEGALES PARA LA DECLARACIÓN DE LA SEQUÍA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA

José Alberto Redondo Orts

Universidad de Alicante, España
jaro@alu.ua.es

María Inmaculada López Ortiz

Departamento de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Alicante, España
iortiz@ua.es
<https://orcid.org/0000-0002-0022-4624>

Miguel A. Sáez García

Departamento de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Alicante, España
msaez@ua.es
<https://orcid.org/0000-0003-4365-7080>

RESUMEN

Históricamente, en el sureste español, y en concreto la Demarcación Hidrográfica del Segura, han tenido lugar innumerables periodos de sequía. La experiencia acumulada en la gestión de estas situaciones críticas ha permitido una adaptación progresiva a estos episodios, consiguiendo amortiguar los impactos socioeconómicos, y convirtiéndose de este modo en un sistema resiliente a las sequías. A su vez, la planificación nacional ha incorporado progresivamente los conceptos de sequía y escasez, permitiendo avanzar tanto en su diagnóstico, mediante el uso de indicadores, como en su gestión, con la aplicación de medidas programadas, encaminadas por un lado al ahorro y por otro a la movilización de recursos extraordinarios, para garantizar la disponibilidad de agua y minimizar los efectos negativos. El cambio climático es otro concepto que cada vez es tenido más en cuenta en la planificación, ya que podrá condicionar la frecuencia y consecuencias de estos episodios.

1. ANTECEDENTES

La Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH en adelante) y los Planes Especiales de Sequía del 2007 (PES 2007 en adelante), revisados en el año 2018 (PES 2018 en adelante), definen la sequía como un fenómeno natural no predecible que se produce principalmente por una falta de precipitación que da lugar a un descenso temporal significativo en los recursos hídricos disponibles.

Por otro lado, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD en adelante), define la sequía como anomalía temporal de precipitación o caudal natural, que puede producir, o no, una situación de insuficiencia en los suministros de agua, en función del nivel de demanda de agua existente en el área y de las características, en general, de los sistemas de explotación del recurso.

Por lo tanto, el concepto de sequía podría considerarse como un cambio de las condiciones climáticas que ocasiona una reducción de las precipitaciones medias en una zona determinada durante un periodo de tiempo, esta escasez de precipitaciones también se conoce como sequía meteorológica. A su vez, esta situación puede derivar en una reducción de los recursos hídricos necesarios para atender a las demandas, produciendo impactos socioeconómicos (regadío, abastecimiento, producción energética, etc.) situación que se conoce como sequía hidrológica.

Consecuentemente, en la sequía intervienen principalmente dos factores, por un lado, el climático, que viene dado principalmente por la disminución de las precipitaciones y, por otro lado, el socioeconómico, que refleja el balance entre la disponibilidad de recurso y la cantidad demandada en todos los sectores de la sociedad.

La Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS en adelante) se sitúa en el sureste español, e históricamente se han producido innumerables episodios de sequía, como así recoge el catálogo de sequías históricas elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEH del CEDEX en adelante) para la Dirección General del Agua (DGA en adelante), y donde quedan reflejados los eventos de sequía anteriores a 1940. En dicho informe se generó una base de datos que recoge información histórica de 184 eventos de sequías.

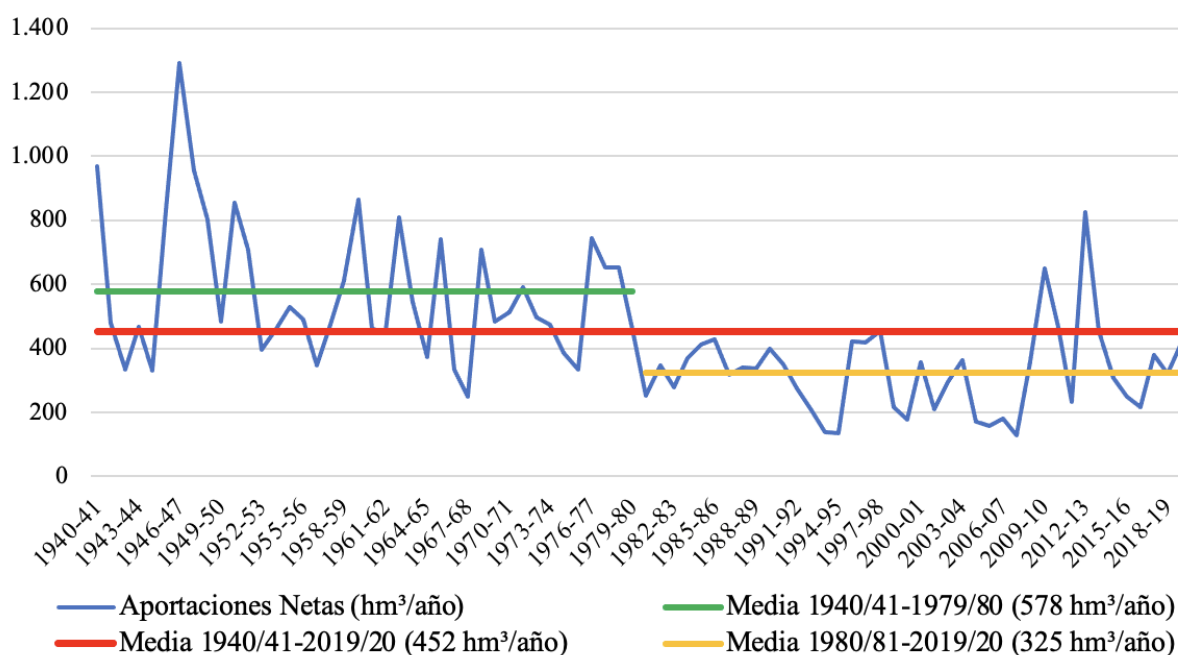


Figura 1. Aportaciones netas reguladas en la cabecera del Segura (hm³/año). Periodo 1940/41–2019/20.
Fuente: Aportaciones netas embalses cabecera Web CHS. Elaboración propia.

Para la caracterización de las sequías desde 1940, en la figura anterior (figura 1) se han representado las aportaciones reguladas en los embalses de cabecera desde del año hidrológico 1940/41 hasta el último dato disponible en los inventarios de aportaciones a los embalses de cabecera de la Demarcación del Segura del año hidrológico 2019/20, alcanzado una media en toda la serie analizada de 452 hm³/año.

En el primer periodo analizado (serie 1940/41-1979/80) se han identificado los siguientes periodos con aportaciones por debajo de la media del periodo analizado (578 hm³/año):

FECHA	Nº AÑOS	APORTACIÓN NETA EN CABECERA (hm ³ /año)
1942-1944	3	335 / 466 / 329
1953-1954	1	396 / 460
1956-1958	3	490 / 347 / 475
1967-1969	2	334 / 250
1972-1976	4	496 / 473 / 384 / 335

Tabla 1. Aportaciones netas anuales en cabecera para las sequías detectadas en el periodo 1940/41-1980/81.

Fuente: PES 2018. Elaboración propia.

El siguiente periodo de 40 años analizado (serie 1980/81-2019/20), tal y como se puede observar en la figura anterior (figura 1), cuenta, prácticamente en todo el periodo, con unas aportaciones inferiores a la media histórica (452 hm³/año). A pesar de ser un periodo con menores aportaciones, la llegada de las aguas trasvasadas desde el Tajo, permitieron contrarrestar los menores recursos disponibles del Segura.

En este periodo se identifican, por encima del resto, cuatro periodos de sequía (1980-1983, 1993-1995, 2005-2008 y 2015-2019), por debajo de la media en el periodo analizado (325 hm³/año), caracterizados en la tabla siguiente:

FECHA	Nº AÑOS	APORTACIÓN NETA EN CABECERA (hm ³ /año)
1980-1983	3	252 / 345 / 278
1993-1995	3	207 / 138 / 135
2005-2008	4	172 / 159 / 181 / 127
2015-2019	5	308 / 250 / 215 / 378 / 322

Tabla 2. Aportaciones netas anuales en cabecera para las sequías detectadas en el periodo 1980/81-2019/20.

Fuente: PES 2018. Elaboración propia.

En la siguiente figura se ha representado el último periodo de sequía 2015-2019 (destacado en verde), donde se incluyen las aportaciones netas en cabecera, situadas siempre por debajo de la media del periodo 1940/41-2019/20 (452 hm³/año) y, salvo un año, por debajo del periodo 1980/81-2019/20 (325 hm³/año). Como información complementaria se ha incorporado la precipitación media anual en la DHS, con gran oscilación, así como los recursos trasvasados desde el Tajo, que también se han situado en mínimos.

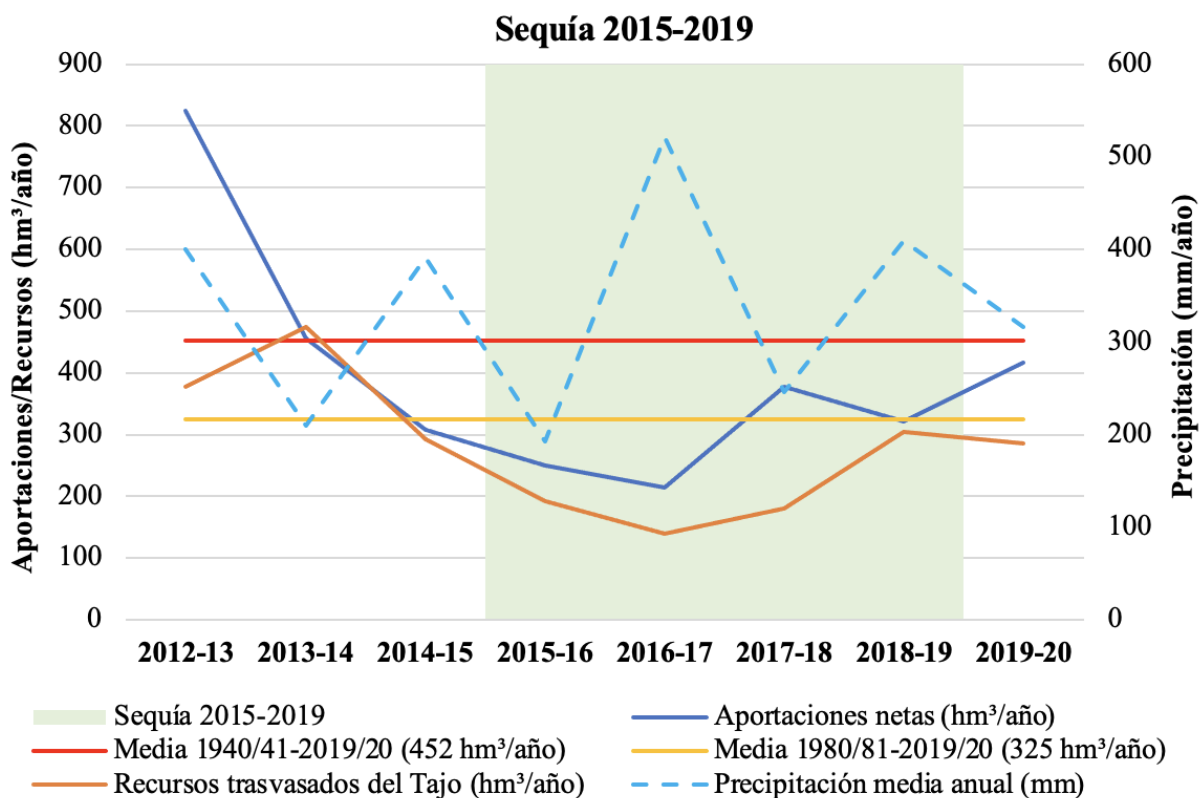


Figura 2. Aportación neta en cabecera, precipitación media anual y recursos trasvasados del Tajo para el periodo 2012/13 – 2019/20. Fuente: Web CHS. Elaboración Propia.

En función de los indicadores de sequía vigentes en ese momento (PES 2007), fue declarada la sequía mediante el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos (vigencia hasta 31 de diciembre de 2015). Posteriormente, fueron aprobadas cuatro prórrogas, la última vigente hasta el 30 de septiembre de 2019 (Real Decreto 1210/2018, de 28 de septiembre).

2. PLANES ESPECIALES DE SEQUÍA

Durante el periodo de vigencia del PES 2007 (vigente hasta el 25 de diciembre de 2018) ha tenido lugar la declaración de la sequía 2015-2019, mediante los sistemas de indicadores de estado, definidos a partir de las variables hidrometeorológicas más representativas de la disponibilidad de recursos, por medio de los cuales se trata de cuantificar de algún modo la intensidad de la sequía.

No obstante, con la revisión del Plan Especial de Sequías realizada en el año 2018, se actualiza y modifica de manera significativa el procedimiento utilizado para la declaración de la sequía, introduciendo nuevos indicadores para la cuantificación de la sequía prolongada y escasez coyuntural.

Por todo ello, resulta imprescindible conocer en detalle ambas metodologías y sus diferencias para la declaración de la sequía.

2.1. Metodología Plan Especial Sequías 2007

La metodología utilizada en el PES 2007 se basa en el cálculo de tres indicadores de estado, uno para el sistema de explotación de la Cuenca, otro para el sistema de explotación del Trasvase, así como uno Global para toda la Demarcación.

El valor del indicador de Cuenca otorga más peso a las aportaciones que a las existencias ya que la sequía en la DHS depende en mayor medida de las aportaciones que de su almacenaje. Este hecho está relacionado con los altos consumos de agua que hay durante todo el año, de manera que la regulación no permite mucha capacidad de maniobra. El valor responde a la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} & \textit{Indicador Sistema Cuenca} \\ & = \frac{(2 \times \textit{Aportaciones Cabecera Segura} + \textit{Existencias Embalses Segura})}{3} \quad (1) \end{aligned}$$

Según la regla de explotación del Trasvase Tajo-Segura, los volúmenes trasvasables al Segura dependen de las aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía y de la disponibilidad de existencias trasvasables. Por lo tanto, para la definición de umbrales y estado de sequía en el sistema Trasvase se ha considerado el indicador siguiente:

$$\begin{aligned} & \textit{Indicador Sistema Trasvase} \\ & = \frac{(\textit{Aportaciones Cabecera Tajo} + 2 \times \textit{Existencias Embalses Tajo})}{3} \quad (2) \end{aligned}$$

El sistema de explotación de la DHS es único, y, por lo tanto, se establece también un indicador Global que incorpora los problemas de sequía tanto de los recursos del propio Segura como los del Tajo. La proporción de cada uno de ellos se establece según sus rangos de variación. El rango de variación del indicador del trasvase es inferior del de cuenca y ambos controlan un volumen de demanda semejante (540 hm³ frente a 495 hm³), por lo tanto, se propone la siguiente formulación:

$$\begin{aligned} & \textit{Indicador Sistema Global} \\ & = \alpha \times \textit{Indicador Trasvase} + \beta \times \textit{Indicador Cuenca} \quad (3) \end{aligned}$$

Donde los coeficientes se calculan según:

$$\alpha = 1 - \frac{\textit{Rango Indicador Trasvase}}{\textit{Rango Total}} \quad (4)$$

$$\beta = 1 - \frac{\textit{Rango Indicador Cuenca}}{\textit{Rango Total}} \quad (5)$$

Siendo el rango la diferencia entre el máximo y el mínimo de la serie histórica para cada indicador, y el total la suma de ambos.

Posteriormente al cálculo de los indicadores, se establecen los umbrales de sequía, mediante la expresión del Índice de Estado (Ie), un valor adimensional entre 0 y 1, constituyendo los siguientes umbrales:

ÍNDICES DE ESTADO	VALORES UMBRAL
Normalidad	Entre 1 y 0,5
Prealerta	Entre 0,5 y 0,35
Alerta	Entre 0,35 y 0,2
Emergencia	Inferior a 0,2

Tabla 3. Índices de estado y valores umbral. Fuente: PES 2007.

En la DHS los índices de estado son calculados de manera independiente para el subsistema Cuenca y para el subsistema Traslase. De la agregación ponderada de ambos valores se obtiene el índice de estado Global.

2.2. Metodología Plan Especial Sequías 2018

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el PES 2018 realiza una diferenciación entre las situaciones de sequía prolongada y de escasez coyuntural, la primera relacionada con la disminución de precipitaciones y aportaciones, y la segunda con la problemática de atención de las demandas socioeconómicas.

A priori, sus unidades de gestión deberían ser diferentes, unas homogéneas en cuanto a recursos (unidades territoriales de sequía, UTS en adelante) y las otras en cuanto a demandas e infraestructuras (unidades territoriales de escasez, UTE en adelante). Pero en la Demarcación del Segura, ambas unidades territoriales, para el análisis de la sequía prolongada y para el de la escasez, están interrelacionadas entre sí.

UTS	UTE
UTS 1 – Sistema Principal	UTE 1 – Sistema Principal
UTS 2 – Cabeceras ríos Segura y Mundo	UTE 2 – Cabeceras ríos Segura y Mundo
UTS 3 – Ríos Margen Izquierda	UTE 3 – Ríos Margen Izquierda
UTS 4 – Ríos Margen Derecha	UTE 4 – Ríos Margen Derecha

Tabla 4. Relación entre UTS y UTE. Fuente: PES 2018.

Como base para la definición de las UTS y UTE, en el PES 2018 se han tomado las subzonas hidráulicas definidas en el PHDS 2015/21, basadas en criterios hidrográficos, ambientales, administrativos y socioeconómicos, primándose los aspectos hidrográficos sobre el resto. Sobre estas unidades territoriales se basará el sistema de indicadores para el análisis de la sequía prolongada y de la escasez coyuntural.

Sequía Prolongada:

El indicador seleccionado en el PES 2018, en cada UTS, para la representación y análisis de la sequía prolongada ha sido el índice SPI acumulado de 9 meses (índice estandarizado de

precipitación). Para cada una de las UTS se ha establecido el índice de estado (I_e) mediante normalización de dicho índice:

- Máximo SPI = 1,00
- Mediana SPI = 0,50
- Percentil 10 SPI = 0,30 Sequía Prolongada (cumplimiento caudal ecológico)
- Mínimo SPI = 0,00

Para el establecimiento del índice de estado global de la demarcación se ha realizado una ponderación de cada uno de los índices de estado de cada UTS con los kilómetros de masas de agua de categoría río en los que se han establecido caudales ecológicos. Este índice global será el considerado para la declaración de la sequía prolongada, mediante la siguiente expresión:

$$I_e = I_e^{Cabecera} \cdot 0,602 + I_e^{Principal} \cdot 0,165 + I_e^{Derecha} \cdot 0,224 + I_e^{Izquierda} \cdot 0,009 \quad (6)$$

No obstante, en la Demarcación del Segura, también se puede declarar la sequía prolongada si en la Demarcación del Tajo se declara la sequía prolongada en la UTS de Cabecera del Tajo ($I_e < 0,3$), según las aportaciones de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Para el cálculo de este índice, en el PES del Tajo se utiliza una ponderación de las aportaciones acumuladas (3 meses) en los embalses de Entrepeñas y Buendía, mediante la siguiente expresión:

$$I_e = 0,55 \cdot Aport. Entrepeñas + 0,45 \cdot Aport. Buendía \quad (7)$$

Escasez Estructural y Coyuntural:

En el PES 2018 se definen dos tipos de escasez, por un lado la escasez estructural definida como *situación de escasez continuada que imposibilita el cumplimiento de los criterios de garantía en la atención de las demandas reconocidas en el correspondiente plan hidrológico*, y por otro lado la escasez coyuntural definida como *situación de escasez no continuada que, aun permitiendo el cumplimiento de los criterios de garantía en la atención de las demandas reconocidas en el correspondiente plan hidrológico, limita temporalmente el suministro de manera significativa*.

Los criterios de garantía que deben cumplirse se recogen en la IPH. Se incumplirían los criterios para el uso agrario cuando:

- El déficit en un año sea superior al 50% de la demanda anual, o
- El déficit en dos años consecutivos sea superior al 75% de la demanda anual, o
- El déficit acumulado en 10 años consecutivos superior al 100% de la demanda anual

En el caso del uso urbano, se produciría incumplimiento cuando:

- El déficit en un mes sea superior al 10% de la correspondiente demanda mensual, o
- En 10 años consecutivos, la suma del déficit acumulado sea superior al 8% de la demanda anual

Al problema de la escasez estructural deberá darse solución en el próximo Plan Hidrológico 2022/27, no obstante, en el PES 2018 se ha calculado su valor. Para poder comprender con más exactitud este problema es necesario conocer que la DHS cuenta con un déficit de aplicación de 203 hm³/año, centrado en la UTE 1 principal, producido por una falta de garantía de los recur-

Los trasvasados desde el Tajo (para el regadío han llegado de media 205 hm³/año, serie 1980/81-2011/12, frente a los 400 hm³/año proyectados). Además, el uso de recursos subterráneos no renovables produce una sobreexplotación de 226 hm³/año.

Para que la demanda global de la UTE I principal no incumpliese los criterios de garantía de la IPH (para el uso agrario, ya que el uso urbano sí que los cumple), y asumiendo que los recursos no renovables subterráneos se aplicarán hasta 2027 como máximo, los recursos procedentes del trasvase Tajo-Segura deberían superar todos los años los 280 hm³/año para regadío. Por lo tanto, puesto que los recursos medios trasvasados en la serie 1980/81- 2011/12, han sido de 205 hm³/año en destino para regadío, la escasez estructural en la Demarcación del Segura se ha definido en 75 hm³/año.

Por otro lado, en el PES 2018 para el cálculo del indicador de la escasez coyuntural se ha establecido la relación entre la disponibilidad de recursos y las demandas, identificando las situaciones de déficit coyuntural en cada una de la UTE definidas, de modo que se obtenga un único indicador de escasez coyuntural para cada UTE. En la tabla siguiente se muestra un resumen de los indicadores seleccionados:

UTE	Indicador
UTE 1 – Sistema Principal	Indicador RECURSOS DE CUENCA: - Aportaciones de cuenca acumuladas en 12 meses en los embalses de cabecera. Peso 2/3 - Recursos embalsados de cuenca. Peso 1/3
	Indicador RECURSOS DE TRASVASE: - Aportaciones acumuladas en 12 meses en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Peso 1/3 - Recursos embalsados en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Peso 2/3
	Indicador GLOBAL: 50% Indicador recursos cuenca 50% Indicador recursos trasvase
UTE 2 – Cabeceras Segura y Mundo	SPI acumulado a 9 meses
UTE 3 – Ríos Margen Izquierda	SPI acumulado a 9 meses
UTE 4 – Ríos Margen Derecha	SPI acumulado a 9 meses

Tabla 5. Indicadores de escasez coyuntural. Fuente: PES 2018.

Para el cálculo del índice de estado (Ie) para cada una de las variables seleccionadas en cada UTE, es necesario realizar un reescalado (con valores entre 0 y 1) del valor de cada indicador para permitir que sea comparable el estado en el que se encuentra cualquier UTE. Debido al peso de las demandas de la UTE 1 sobre el conjunto de la demarcación (84%), y a que es en esta UTE donde se plantea el problema de infradotación por falta de garantía del trasvase del Tajo-Segura, en el PES 2018 se ha establecido el indicador de escasez de la UTE 1 Principal como indicador de escasez del Sistema Global.

ÍNDICES DE ESTADO	VALORES UMBRAL
Normalidad	Entre 1 y 0,5
Prealerta	Entre 0,5 y 0,3
Alerta	Entre 0,3 y 0,15
Emergencia	Inferior a 0,15

Tabla 6. Escenarios de escasez coyuntural. Fuente: PES 2018.

Sequía Extraordinaria

Finalmente, tras la definición de la sequía prolongada (en la Demarcación del Segura y en la Demarcación del Tajo) y de la escasez coyuntural, según se indica en el PES 2018, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura podrá declarar *situación excepcional por sequía extraordinaria* cuando en el conjunto de la demarcación se den:

- Escenarios de alerta de escasez que coincidan temporalmente con el de sequía prolongada (bien en la Demarcación del Segura o del Tajo).
- Escenarios de emergencia de escasez.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA 2015-2019

3.1. Caracterización de la Sequía 2015-2019 con el Plan Especial de Sequías 2007

Tal y como se ha indicado anteriormente, la metodología utilizada en el PES 2007 se basa en el cálculo de tres indicadores de estado, uno para el sistema de explotación de la Cuenca, otro para el sistema de explotación del Trasvase, así como uno Global para toda la Demarcación. En la figura siguiente (figura 3) se muestra la evolución del índice Global para el periodo septiembre de 2006 a septiembre de 2018.

Tal y como se puede observar la tendencia es claramente descendente desde marzo de 2014, alcanzado la situación de prealerta en enero de 2015, la situación de alerta en julio de 2015 y la situación de emergencia en enero de 2016 y, posteriormente y más significativa, en mayo de 2017. Cabe indicar que, a 8 de mayo de 2015, fecha de la declaración de sequía, el índice de Estado Global se hallaba en situación de prealerta.

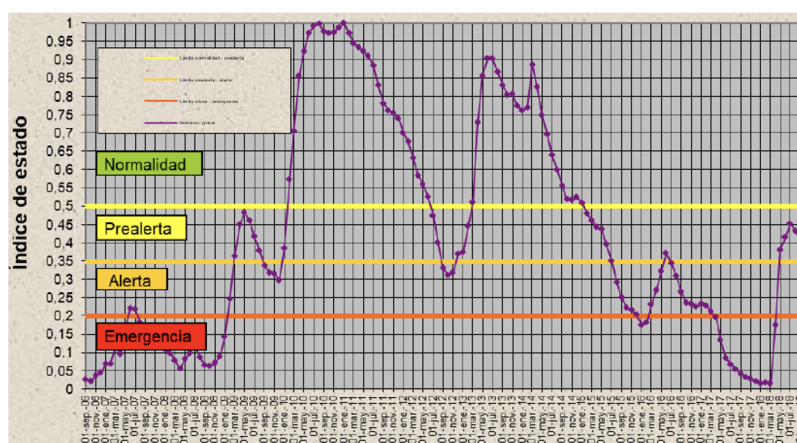


Figura 3. Evolución del Índice de Estado Global, periodo sept. 2006- sept. 2018. Fuente: CHS.

La evolución del índice del Sistema Trasvase mostraba una situación más desfavorable, ya que, desde marzo de 2014, la tendencia era descendente, alcanzado el nivel de prealerta en junio de 2014, el de alerta en septiembre de 2014 y el de emergencia en dos grandes periodos, julio 2015-mayo 2016 y septiembre 2016-abril 2018. A 8 de mayo de 2015, fecha de la declaración de sequía, el índice de Estado del Sistema Trasvase se encontraba en situación de prealerta.

La evolución del índice del Sistema Cuenca también indicaba una tendencia descendente desde marzo de 2014, las situaciones de alerta y emergencia son menores. El nivel de prealerta se alcanzaba en junio de 2016, el de alerta en mayo de 2017 y el de emergencia en el periodo, octubre 2017-marzo 2018. A 8 de mayo de 2015, fecha de la declaración de sequía, el índice de Estado del Sistema Cuenca se encontraba en situación de normalidad.

Por lo tanto, tras el análisis de los tres índices de sequía definidos en el PES 2007, puede señalarse que, a 8 de mayo de 2015, fecha de la declaración de sequía, la situación era de preemergencia en el índice Global y en el índice del Sistema Trasvase, y de normalidad, en el índice del Sistema Cuenca. No obstante, la situación claramente descendente en los tres índices fue el detonante para la declaración de la sequía, y no la situación de alerta o emergencia en alguno de ellos.

3.2. Caracterización de la Sequía 2015-2019 con el Plan Especial de Sequías 2018

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el PES 2018 realiza una diferenciación entre las situaciones de sequía prolongada y de escasez coyuntural.

Tal y como se observa en la siguiente figura, la Demarcación del Segura, desde la declaración de la sequía el mayo de 2015, estuvo en situación de sequía prolongada los meses de enero y febrero de 2015. Sin embargo, la Demarcación del Tajo lo estuvo en dos periodos, julio 2015-enero 2016 y octubre 2016-febrero 2018.

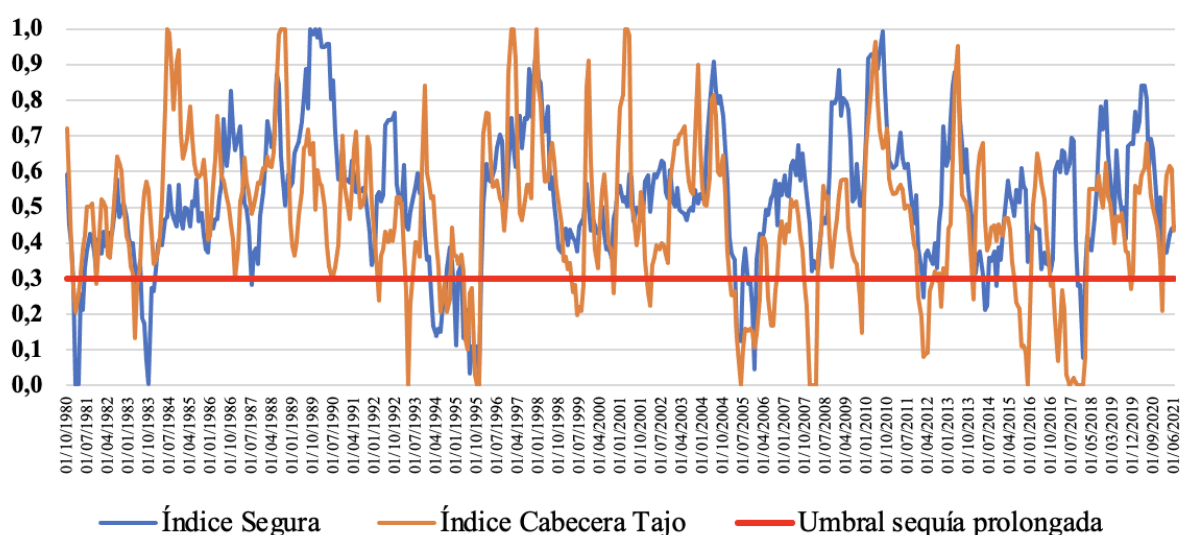


Figura 4. Evolución del Índice sequía prolongada, periodo oct. 1980-jun. 2021.

Fuente: CHS. Elaboración propia.

En cuanto a la escasez coyuntural, en la figura siguiente se puede observar la evolución del indicador Global de la Demarcación del Segura, en situación de alerta en tres periodos (enero 2016-febrero 2016, septiembre 2016-junio 2017 y julio 2019-diciembre 2019), y en situación de emergencia en un único periodo de junio 2017-mayo 2018.

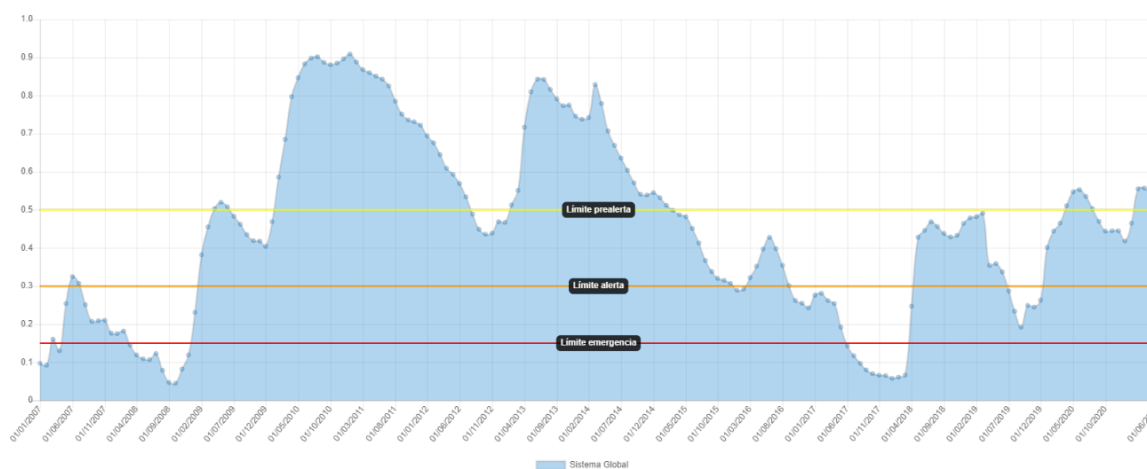


Figura 5. Evolución del Índice sequía prolongada, periodo oct. 1980-jun. 2021. Fuente: CHS.

Tal y como se observa en la siguiente figura, con la nueva metodología del PES 2018, en el periodo de sequía 2015-2019 se podría haber declarado la situación de sequía extraordinaria en dos periodos: enero 2016 (un mes) y octubre 2016-abril 2018 (19 meses).

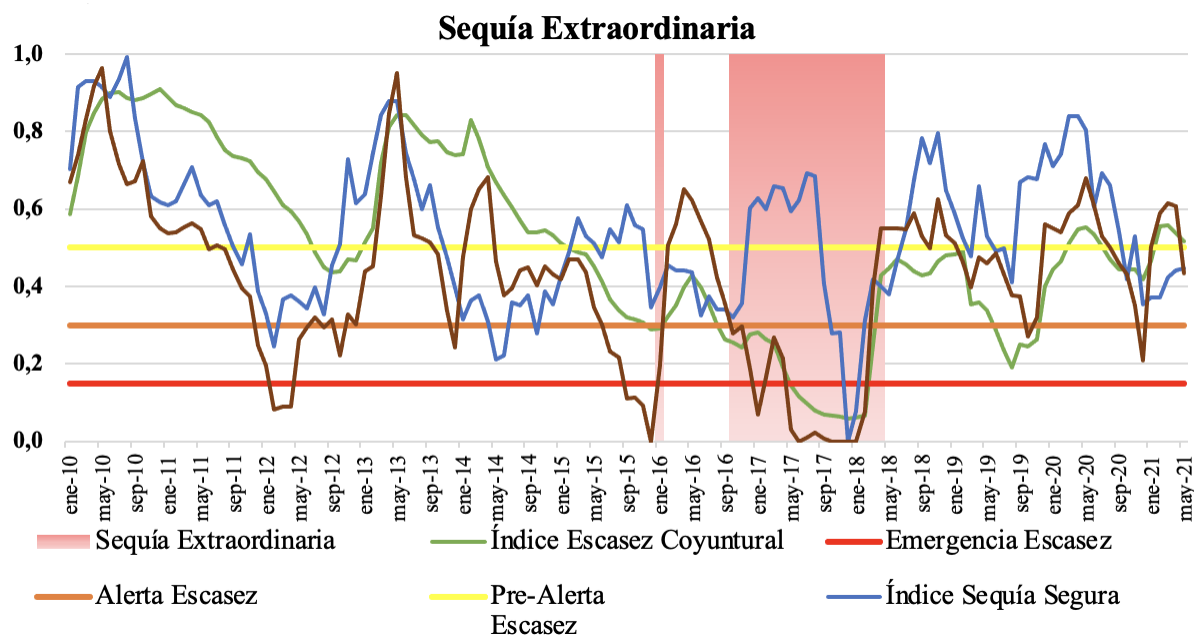


Figura 6. Declaración de la sequía extraordinaria, metodología PES 2018, periodo enero 1980-junio 2021. Fuente: CHS. Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Tras analizar ambas metodologías, los resultados obtenidos muestran un comportamiento similar. Mientras que con el PES 2007 se producen dos periodos en situación de emergencia, enero 2016 y mayo 2016-mayo 2018, con el PES 2018 la sequía extraordinaria se produce en enero 2016 (coincidente) y entre octubre de 2016 y abril 2018.

Ambas situaciones determinarían una potencial declaración de la sequía posterior a la producida en mayo de 2015. Sin embargo, la tendencia observada era claramente descendente durante el año 2014, en todos los indicadores, y en especial del indicador de recursos del Trasvase y de la sequía prolongada en la Demarcación del Tajo, que permitieron anticipar la declaración de la sequía.

En consecuencia, el 8 de mayo de 2015, fue publicado el RD 356/2015 por el que se declaraba la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptaban medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos. Posteriormente han sido aprobadas cuatro prórrogas (la última vigente hasta el 30 de septiembre de 2019) y otra legislación relacionada con la sequía.

La Ley 1/2018, de 6 de marzo, ha sido de las más importantes, ya que incluye medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía, entre las que destacan exenciones relativas a la disponibilidad de agua (cuotas de la tarifa de utilización del agua, canon de regulación, gastos fijos y variables de la tarifa de conducción de aguas, y cuotas de las conducciones postrasvase), mejoras laborales y de Seguridad Social, reducciones fiscales, anticipo de las ayudas de la PAC, etc.

Con todo ello se han conseguido movilizar más de 360 hm³ de recursos extraordinarios, destinados en parte a garantizar el suministro de abastecimiento a las poblaciones, y mayoritariamente al sector agrario, ya que este sector concentra el 80% de las demandas totales de la demarcación.

	AÑO 2014/15	AÑO 2015/16	AÑO 2016/17	AÑO 2017/18	TOTAL (m ³)
Subterráneos	36.822.500	54.167.696	28.437.973	4.000.000	123.428.169
Desalinización	40.583.625	30.347.500	56.434.500	20.400.000	147.765.625
Presas y otros	55.987.793	2.000.000	3.860.000	-	61.847.793
Contratos Cesión*	9.100.000	10.900.000	8.900.000	-	28.900.000
TOTAL	142.493.918	97.415.196	97.632.473	24.400.000	360.941.587

Tabla 7. Volúmenes máximos autorizados Fuente: Informe seguimiento PHDS 2015/21, año 2017 y Melgarejo y López-Ortiz* (2018). Elaboración propia.

Finalmente, resulta necesario destacar como el gran esfuerzo realizado en materia de planificación, con los mecanismos desarrollados de detección de las situaciones de sequía y escasez en los Planes Especiales de Sequía, mediante el uso de indicadores y el análisis de su evolución, han permitido tanto la movilización de recursos extraordinarios, como la puesta en marcha de otras medidas que han buscado minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de las situaciones de sequía.

REFERENCIAS

- BOE, Boletín Oficial del Estado. (2007). *Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias*. Ministerio de Medio Ambiente. <https://www.boe.es/eli/es/o/2007/03/21/mam698>
- BOE, Boletín Oficial del Estado. (2008). *Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. <https://www.boe.es/eli/es/o/2008/09/10/arm2656/dof/spa/pdf>
- BOE, Boletín Oficial del Estado. (2015). *Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-5162
- BOE, Boletín Oficial del Estado. (2018). *Ley 1/2018, de 6 de marzo, por la que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio*. Ministerio para la Transición Ecológica. <https://www.boe.es/eli/es/l/2018/03/06/1>
- BOE, Boletín Oficial del Estado (2018). *Orden TEC/1399/2018, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la revisión de los planes especiales de sequía*. Ministerio para la Transición Ecológica. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-17752
- CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (2017). *Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Centro de Estudios Hidrográficos (CEH), Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- CHS, Confederación Hidrográfica del Segura (2016). *Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-2021. Memoria*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España). <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>
- Melgarejo-Moreno, J., y López-Ortiz, M.I. (2018). Los mercados del agua como instrumento para la gestión de la escasez en cuencas deficitarias en España. En: T. Navarro-Caballero (Ed.), *Mercado de derechos al uso privativo de las aguas en España* (pp. 183-211). Aranzadi.