



# INUNDACIONES Y SEQUÍAS

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

Joaquín Melgarejo Moreno  
M<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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

<b>BLOQUE I - PLANIFICACIÓN</b> .....	<b>13</b>
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
<b>BLOQUE II - MITIGACIÓN E INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>409</b>
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
EFFECTOS 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
<b>BLOQUE III - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, AMBIENTAL Y JURÍDICA .....</b>	<b>909</b>
EL SISTEMA ESPAÑOL DE SEGUROS AGRARIOS COMBINADOS ANTE LOS RIESGOS DE SEQUÍA E INUNDACIÓN, Miguel Pérez Cimas, M <sup>a</sup> 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



# TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO EN LA VEGA BAJA DEL RÍO SEGURA

**María Francisca Zaragoza Martí**

Departamento de Ciencias Histórico-Jurídicas, Universidad de Alicante, España

maria.zaragoza@ua.es

<https://orcid.org/0000-0003-3912-0395>

**José Manuel Mira Martínez**

Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante, España

jose.mira@ua.es

**Alfredo Ramón Morte**

Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física,

Universidad de Alicante, España

alfredo.ramon@ua.es

<https://orcid.org/0000-0003-0343-2266>

## RESUMEN

El paisaje hidrológico del territorio peninsular es el resultado propio de su singular configuración territorial, así como de una extensa conjugación de elementos sociales, económicos, jurídico-históricos, culturales y patrimoniales que dan sentido a la riqueza natural de nuestro entorno como evocador de esa simbología inmaterial que nos transmite el agua. Fomentar el conocimiento, la protección y la promoción de la huella de nuestra existencia a través del Patrimonio Hidráulico es y debe ser una responsabilidad compartida entre todos los agentes sociales. Mediante proyectos como los que aquí se presentan se generan sinergias positivas en el colectivo académico, destinadas no sólo a conseguir un aprendizaje transversal más significativo, sino también a generar una concienciación hacia los elementos que configuran nuestro entorno, de forma que aquellos que a futuro deban tomar decisiones sobre los mismos tengan el conocimiento necesario para salvaguardar nuestra propia existencia y puedan emplear adecuada, cooperativa, solidaria y responsablemente los medios tecnológicos a su alcance.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

Los recursos hídricos juegan un papel fundamental en el desarrollo cotidiano de la Humanidad, dado que cohesionan, informan y educan en el papel tan relevante que tiene el agua a nivel mundial, gubernamental, local y municipal, puesto que gracias a la acción constante del agua sobre el territorio se dibuja y se perfila el contorno de nuestro entorno (Zaragoza-Martí, 2020a). Desde sus orígenes, el agua ha sido considerada como un recurso esencial, elemento vehicular para el desarrollo de las sociedades, con valores emocionales, espirituales y de vida (Zaragoza-Martí, 2019a), que nos permite, como recuerda Abellán Contreras (2014), conocer y comprender el pasado y el futuro de las sociedades, puesto que supone, a la vez, fuente de vida, de prosperidad, de bienestar y de progreso para el desarrollo y el nacimiento de una civilización.

La percepción humana sobre el entorno y sus recursos evolucionan en función de las connotaciones económicas, sociales, jurídicas, culturales, ambientales o tecnológicas de cada momento (Zaragoza-Martí, 2020b). Gracias a esa tecnología de la que hoy día se hace uso es posible llevar a cabo acciones que ponen en valor la configuración del entorno, a través de un elemento tan básico, como el agua como recurso esencial para dar vitalidad y viabilidad a los planes de sostenibilidad justa, que conecta con la persona, con la sociedad y con el entorno, configurando el telón paisajístico de nuestra propia biografía. Una biografía evocadora de vivencias, experiencias, aprendizajes, sensaciones, emociones y recuerdos transmitidos a través del carácter cultural inmaterial propio del patrimonio hidráulico, el cual debe ser conocido y respetado en su conjunto.

Este es el objetivo fundamental del proyecto Erasmus+ KA2, “*Innovative Learning by Hydraulic Heritage Mapping (H2OMap)*”, a través del cual se está preparando la infraestructura básica para el desarrollo de Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), aplicadas a la formación y valoración del Patrimonio Hidráulico, a través de una metodología basada en actividades de cartografía voluntaria en centros de formación secundaria. Este proyecto cuenta con la participación de la Universitat Jaume I, bajo la coordinación de la cátedra FACSA, la Universidad de Alicante, bajo la coordinación del Instituto Interuniversitario de Geografía, el cual es especialista en bases de datos y georreferenciación, y la Universidad degli Studi di Pavia (Italia), especialista en patrimonio. De esta forma, se promueven actividades de difusión científica sobre el Patrimonio Hidráulico, potenciando el reconocimiento y la valoración de los elementos hidráulicos presentes en el territorio de estudio, desarrollando las competencias digitales mediante el empleo de recursos geotecnológicos. En concreto, se intenta formar al estudiantado en el carácter y el valor inmaterial de las infraestructuras hidrológicas como patrimonio común.

Para ello, se ha creado una base de datos específica en *PostgreSQL - PostGIS* (que será de uso público y abierto al término del proyecto) con un sistema de explotación web de los datos y un conjunto de actividades formativas de tipo práctico que harán uso de software libre de sistemas de información geográfica (*QGIS*) y de una app personalizada para dispositivos móviles android (*QField*), lo que permite la utilización de sistemas de posicionamiento global y captura de localizaciones, información especialmente sensible para el segmento de población al que se dirige, pues los y las estudiantes de secundaria son un colectivo estratégico para la concienciación medioambiental e hidrológica, así como para la conservación futura del medio y el entorno.

## **2. VALORACIÓN DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO DE LA VEGA BAJA DEL RÍO SEGURA**

Las infraestructuras hidráulicas constituyen un elemento de valor patrimonial y un símbolo identitario de la población, pues el regadío histórico mediterráneo es consecuencia de una adaptación secular al medio natural, lo que ha generado un espacio agrario caracterizado por el minifundismo y una estructura parcelaria muy atomizada. No en vano, nos recuerda Gil Olcina (2012), que el patrimonio hidráulico es la huella física de una cultura relacionada con el saber popular para gestionar el agua, un recurso que en las vegas y riberas de los cauces del sureste español representa un gran valor estratégico, como ocurre en la Vega Baja del río Segura, por ser éste un recurso muy escaso y soporte de la economía tradicional, basada en la actividad agraria dependiente del auxilio de un regadío deficitario, en zonas sometidas a un clima con un régimen de precipitación escaso y de comportamiento espasmódico.

En la huerta tradicional del Bajo Segura el sistema de regadío ha sido el elemento estructurante del territorio, generador de las principales unidades de paisaje. Un espacio organizado en torno a una compleja red de azudes, molinos, canales, balsas, paradas, partidores, acequias y brazales, que se encargaban de repartir las aguas “vivas” para el riego y, a su vez, una red de escorredores, azarbetas y azarbes que hacían la labor de drenar el terreno, recoger, transportar y devolver al río las aguas “muertas”, es decir, los sobrantes del riego, para obtener el máximo partido de las aguas y evitar problemas de endorreísmo y estancamiento (Melgarejo Moreno, Trapote Jaume y Rico Rico, 2013).

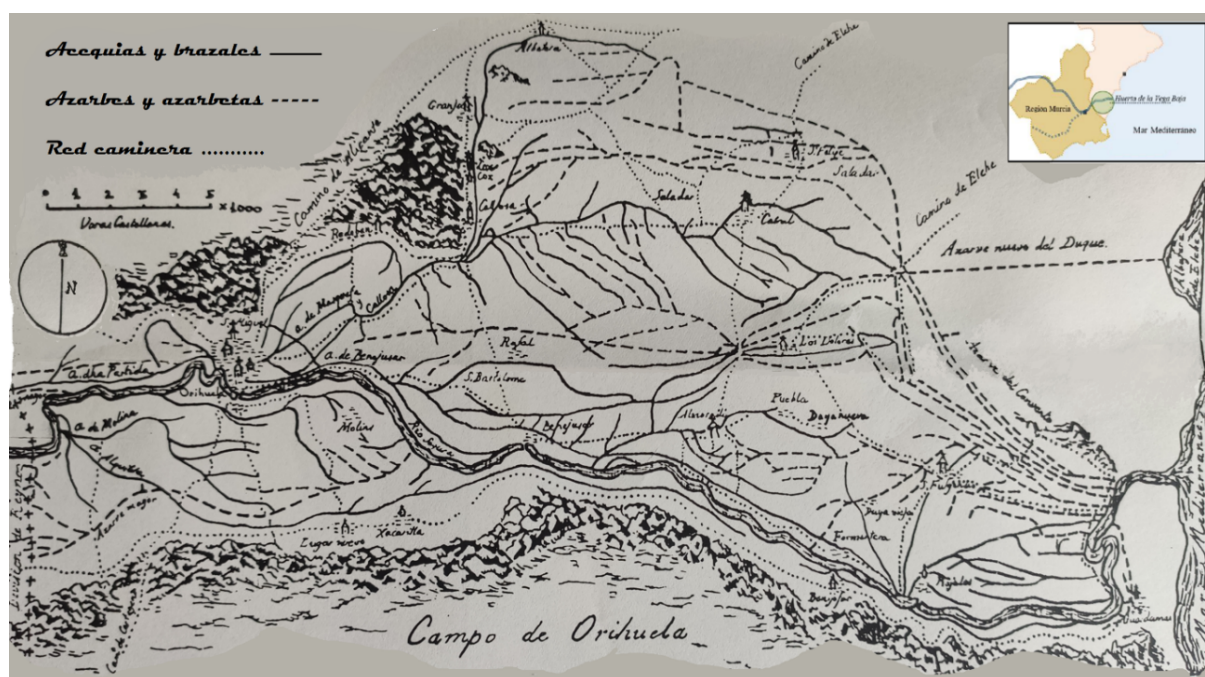


Figura 1. Mapa de la compleja red de acequias y azarbes de la huerta de regadío tradicional de la Vega Baja del río Segura a finales del siglo XVIII. Fuente: Cavanilles, (1797).

Desde mediados del siglo pasado, según Hermsilla Pla y Iranzo García (2014), estos espacios de riego tradicionales están amenazados por las nuevas lógicas de la agricultura comercial de los regadíos tecnificados, en un proceso que se suma a otros relacionados con la urbanización turística y segundas residencias, que están provocando un grave retroceso de la actividad agrícola en estas zonas y una regresión de los sistemas que configuran la arquitectura de los paisajes del regadío tradicional, con la desaparición de los elementos y la infraestructura relacionados. Estamos ante un proceso de adopción de nuevos usos del territorio económicamente más rentables, que están provocando la alteración o destrucción de una parte importante de estos elementos, valiosos desde el punto de vista cultural y ambiental y, en consecuencia, las generaciones más jóvenes corren peligro de entrar en una dinámica de aculturación, en la que la falta de formación y la incapacidad para valorar estos elementos patrimoniales del regadío histórico, pueden conducir a una situación de desaparición o deterioro irreversible. En consecuencia, esta situación aconseja acometer estrategias integrales para la conservación de este patrimonio histórico, en las que deben estar incluidas la formación y la sensibilización social hacia la valoración de los bienes hidráulicos de la Huerta.

Dentro de las actuaciones institucionales, a nivel jurídico, la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, contempla la creación de un catálogo de bienes especialmente representativos de la historia y la cultura valencianas. A tal efecto se procedió a la confección del Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano *como instrumento unitario de protección de los bienes muebles, inmuebles e inmateriales del patrimonio cultural cuyos valores deben ser especialmente preservados y conocidos* (artículo 15). A su vez, estos bienes se clasifican en Bienes de Interés Cultural (BIC), Bienes de Relevancia Local (BRL) y, finalmente, Bienes Inventariados (BI).

En atención a ello, en la Huerta de Orihuela se pueden encontrar 28 BIC, 44 BRL y 317 BI. Entre los primeros, destaca significativamente el conjunto de edificios históricos asociados a la nobleza o al clero, así como algunos paisajes de trascendencia (por ejemplo, los palmerales), mientras que entre los últimos, los bienes inventariados, el predominio es de aquellas infraestructuras, lugares o edificios vinculados con la agricultura y el sistema hidráulico, que incluye la compleja red de canalizaciones de aguas vivas y muertas, con 141 bienes catalogados. A pesar de ello, esta gradación de bienes patrimoniales no ayuda a la sensibilización social para su conservación y protección, pues se atribuye un escaso valor a los bienes cotidianos secularmente empleados en la Huerta, que junto al acelerado cambio en los modos de vida y producción, están agravando su deterioro y desaparición, sin que exista conciencia de la importante pérdida patrimonial (Canales Martínez y Ruiz Segura, 2011). Por esta razón, son importantes iniciativas como la que aquí se presenta, en aras resaltar el valor de elementos histórico-patrimoniales de cultura inmaterial que han definido hidrológicamente los estilos de vida de las sociedades asentadas en estos territorios. No hay que dejar en el olvido nuestro pasado, pues somos lo que somos gracias a lo que fuimos.

### **3. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA EL APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO (TAC)**

Las tecnologías de la Información (TI) y los recursos tecnológicos caracterizan a la sociedad actual en todos sus niveles, no sólo como medios de comunicación (TIC), sino también como herramientas de intercambio de aprendizaje y conocimiento (TAC) (Zaragoza-Martí, en imprenta). El mundo global está interconectado, desde cualquier punto del Planeta y en cualquier momento, por lo que el conocimiento y el aprendizaje pueden y deben ser más accesibles, personales y directos, ya que con el uso diario de las TIC hay un acceso inmediato a multitud de contenidos y herramientas que permiten un aprendizaje diferente (Zaragoza-Martí, 2019b) con nuevas dinámicas dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje, las cuales reflejan este enfoque tecnológico en su razón de ser (Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, 2010).

La Agenda 2030 de Naciones Unidas destaca el papel catalizador de la tecnología y las TIC como uno de los motores de consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el ámbito educativo (Sancho Gil, Ornellas y Arrazola Carballo, 2018). De igual modo, el informe UNESCO 'Educación 2030' (2015) prescribe la importancia de estas tecnologías en aspectos tan innovadores como: a) La difusión del conocimiento, b) El acceso a la información, c) El aprendizaje efectivo de calidad y, e) La prestación eficaz de servicios. Desde este punto de vista, la innovación docente educativa-tecnológica se centra en conseguir un cambio en la enseñanza, que repercuta en la práctica educativa y que tiene como finalidad la mejora de la calidad del aprendizaje (Carrizo Aguado y Alonso García, 2019).

Evidentemente, hoy en día, esa innovación docente está intrínsecamente ligada al dominio de las TIC (Pérez de la Fuente, 2013), ya que su uso en el aula permite generar entornos educativos y de aprendizajes más abiertos, flexibles y diversos, de forma que el resultado alcanzado sea más significativo. La abundancia de recursos tecnológicos está generando una forma diferente de aprender que va más allá de las aulas, de la sincronía del tiempo y la coincidencia en el espacio, donde cada uno se construye y personaliza su propio espacio educativo electrónico, conocido como *Personal Learning Environment* (Adell Segura y Catañeda Quintero, 2014).

Los y las *nativos* digitales y los y las *millennials* asumen su papel de *residentes digitales*, es decir, usan Internet de forma constante para obtener información, aprender y compartir conocimiento. En la enseñanza, las TIC se han convertido en TAC, Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento, como medio eficaz para comprender y valorar, activamente, fenómenos complejos (López Fernández, 2016), como la valoración del patrimonio hidráulico desde una perspectiva cultural y ambiental. Por ello es importante hacerse eco de las palabras de Beltrán y Bueno (1995) al indicar que aprendemos pensando y las estrategias que mejor logran ese objetivo son aquellas que mayor inciden en el pensamiento. De este modo, las nuevas tecnologías han de convertirse en un facilitador para empoderar a los alumnos y a las alumnas a que descubran su entorno a través de la cooperación, dotándolos de responsabilidad dentro de la estructura de su aprendizaje (Zaragoza-Martí y Pardo Beneyto, pendiente de publicación). Así lo afirma también Portillo (2017) al mencionar que el desafío de adoptar las TIC puede ser orientado hacia una sinergia, que podría propiciar entre los y las estudiantes, una cultura del protagonismo y de la responsabilidad compartida. Sin duda, el punto esencial del H2OMap, gracias al cual se implicará a los y las estudiantes en una acción social de promoción y protección del patrimonio hidráulico en un lenguaje propio de este colectivo.

### 3.1. Las Geotecnologías como recurso educativo

Dentro de las TIC, las geotecnologías están desempeñando un papel muy importante en la sociedad actual, al intervenir de manera estratégica en muchas cuestiones que hoy despiertan una preocupación colectiva, como los procesos ambientales, los riesgos naturales, el desarrollo económico o la desigualdad. Sin embargo, junto a los grandes problemas ambientales o sociales, hay otras cuestiones relativas al ocio, la recreación y el turismo, en las que el uso de la información geográfica está teniendo también un enorme impacto. Hay una gran demanda y preocupación por la *localización geográfica* de todo aquello que resulta interesante para el colectivo humano y las geotecnologías hacen posible que ello suceda, de manera accesible, rápida y fácil, en condiciones estratégicas de tiempo y forma. En consecuencia, la incorporación de las geotecnologías en la vida cotidiana y la *democratización* de los datos geográficos, ahora normalizados y abiertos, ofrece a la sociedad acceso a experiencias relacionadas con la geolocalización, en las que grupos de personas o comunidades virtuales llevan a cabo actividades colaborativas que hacen uso del geoposicionamiento mediante satélites (GPS), para actualizar y ampliar los datos de mapas de alguna zona de interés o simplemente para divertirse con juegos relacionados con la búsqueda de elementos en el territorio con un objetivo temático.

La Cartografía actual, con sus recursos visuales y de comunicación, ya es una fórmula de éxito en sí misma, por su poder visual (Elwood, 2010) y de atracción para una juventud acostumbrada a ver las cosas desde una pantalla. Esto facilita la comprensión de muchos fenómenos complejos que ocurren en la superficie terrestre desde el punto de vista pedagógico, siendo una herramienta muy útil para poner en valor cuestiones estratégicas sobre el territorio, como son el patrimonio histórico, paisajístico, natural, valor ambiental, riesgos naturales, comunicaciones,

movilidad o desarrollo económico. Además, las geotecnologías, como cualquier tecnología digital, proporcionan al alumnado destrezas informáticas de especial trascendencia en su futuro profesional, como el uso y la gestión de bases de datos, ofimática, aplicaciones *web* y manejo de dispositivos móviles con GPS.

Pero van más allá de lo tecnológico, pues también implica la adquisición de competencias transversales, vinculadas a la cooperación y colaboración en equipo en trabajos de campo para la adquisición de datos *in situ*, muchas veces sobre temas de valor ambiental o cultural, mucho más fáciles de geolocalizar o catalogar. Por lo que las geotecnologías, así entendidas, ayudan a percibir el mundo real, fomentando las relaciones sociales y configurándose como un gran aliado en aquellas tareas que implican conocer el entorno, viajar y aprender en grupo (Ramón-Morte, 2017).

El éxito de las competencias *geoespaciales* en la enseñanza depende de una tecnología fácil de usar, asequible y divertida, cuyo modelo de explotación de la información permite rentabilizar de inmediato el tiempo de la curva de aprendizaje. Conseguir hacer algo con geotecnologías es muy fácil y lleva muy poco tiempo, resultando algo tan cotidiano como divertido. Las competencias digitales y los recursos tecnológicos necesarios para usar las geotecnologías coinciden básicamente con los que ya se emplean en las TIC y están disponibles en las aulas, lo que facilita un mayor protagonismo del alumnado en el proceso de aprendizaje, con estrategias metodológicas activas, en las que el profesor orienta y ayuda a la resolución de problemas y abandona el papel de transmisor central de conocimiento (Buzo Sánchez, 2017).

Junto a ello, la computación en la *nube* está facilitando el uso de las TIC y las Geotecnologías en el proceso de aprendizaje, al disminuir la necesidad de recursos técnicos complejos en el aula (Milson, 2011), aumentando el protagonismo creciente de dispositivos móviles como los teléfonos móviles, tan del gusto de los e-estudiantes, con el uso de interfaces informáticas y aplicaciones cada vez más intuitivas, que abren el camino a usuarios casi sin formación específica. Buen ejemplo de ello es la plataforma ArcGIS Online, que permite la creación de *Web Mapping* en la Nube sobre diferentes temas relativos a paisaje agrario, contaminación o itinerarios geográficos (Lázaro Torres, Miguel González y Buzo Sánchez, 2016), en sintonía con otras iniciativas similares como QGIS Cloud para datos de GIS o *EOS Earth Observing System Data Analytics* para el manejo de imágenes de satélite de todo el planeta (puede consultarse estudios sobre dicha cuestión en Walshe y Healy (2020), Kerski, Demirci y Milson (2013) o Milson (2011) o, en los que se analiza el estado de los SIG en las escuelas de treinta y tres países y se proponen recomendaciones para avanzar en la implementación y eficacia de los SIG en la educación). En consecuencia, se avanza hacia una relación bidireccional entre alumnado y profesorado, con traslación de responsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia el propio estudiante, mediante el uso de un lenguaje digital más cercano a esta generación.

### **3.2. Cartografía Voluntaria y valoración del Patrimonio Hidráulico**

La sencillez en el uso de la Cartografía ha sido la clave de éxito para adaptarse a los nuevos retos impuestos por las TIC y la Era Internet. Recurrir a la información geográfica resulta natural y cotidiano, desde cualquier dispositivo móvil, integrado en comunidades virtuales o redes sociales (Ramón-Morte, 2017). La circulación de datos por Internet y la Web tejen las costuras que unen una “enorme aldea conectada en lo global y muy activa en lo local” (Castells, 2002). En este sentido, la información geográfica está cumpliendo con este requisito social, gracias a lo cual se pueden ver los datos geográficos en la web actualizados en tiempo real, seguir la

información de los satélites o ver cambiar los mapas a “golpe de ratón” desde un ordenador portátil o desde un teléfono.

Para gestionar esta enorme cantidad de contenidos geográficos ha sido necesaria la intervención de herramientas adecuadas, como los SIG que han hecho factible el paso de una cartografía analógica (en papel) a una cartografía digital. Un SIG es un sistema complejo que integra tecnología informática, personal especializado e información geográfica, cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Olaya, 2012). Además, esta *digitalización geográfica* ha venido auspiciada con acciones institucionales como la llevada a cabo por la Unión Europea a través de la Directiva INSPIRE<sup>2</sup> (Directiva 2007/2/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo), la cual ha coordinado los esfuerzos de todos los países miembros para ofrecer a los ciudadanos el acceso libre a la información geográfica de cualquier parte del territorio europeo, tal y como aparece expresado en el Geoportal INSPIRE<sup>1</sup>, donde se centraliza este tipo de información para la Unión Europea.



Figura 2. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y bases de datos espaciales: núcleo de proceso de la cartografía digital. Elaboración propia. Fuente: Wikimedia Commons and Pixabay License<sup>2</sup>.

El éxito de la información geográfica como elemento de interés de redes sociales o comunidades virtuales permite hablar de una nueva geografía (Haklay, Singleton y Parker, 2008), mediante el uso de mapas digitales por parte de usuarios no expertos en Ciencias de la Tierra o en Geografía, ya que su fin inicial es informal, frente a planteamientos más analíticos o académicos de la Geografía (Turner, 2006). Desde el ámbito científico, algunos expertos en geoinformación han preferido aplicar el concepto de *Volunteered Geographic Information* (VGI) o Cartografía Colaborativa (Goodchild, 2007), para diferenciarlo de la Geografía como disciplina académica. Por lo tanto, la VGI es un movimiento social con tres objetivos muy claros: la socialización de los medios de producción cartográfica, la disponibilidad de datos de información geográfica y la necesidad temática de geolocalizar (Del Río San José, 2008).

Los servicios de Web Mapping desarrollados por Google (Google Maps), por Microsoft (Bing Maps) o Apple Inc. (Apple Maps), por poner algunos ejemplos, han sabido aprovechar este tipo de información y convertirse en la referencia geográfica (mapa base) que soporta gran parte de las iniciativas de información geográfica en Internet. Pero, sin embargo, lo más importante es

<sup>1</sup> <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

<sup>2</sup> <https://pixabay.com/es/service/license/>

compartir información entre comunidades de usuarios de forma instantánea, es lo que significa el término *wikiwiki* (rápido, en hawaiano) y de entre todas las *wikis* geográficas, destaca *OpenStreetMap* (OSM) como la wikipedia de los mapas o el callejero digital abierto.

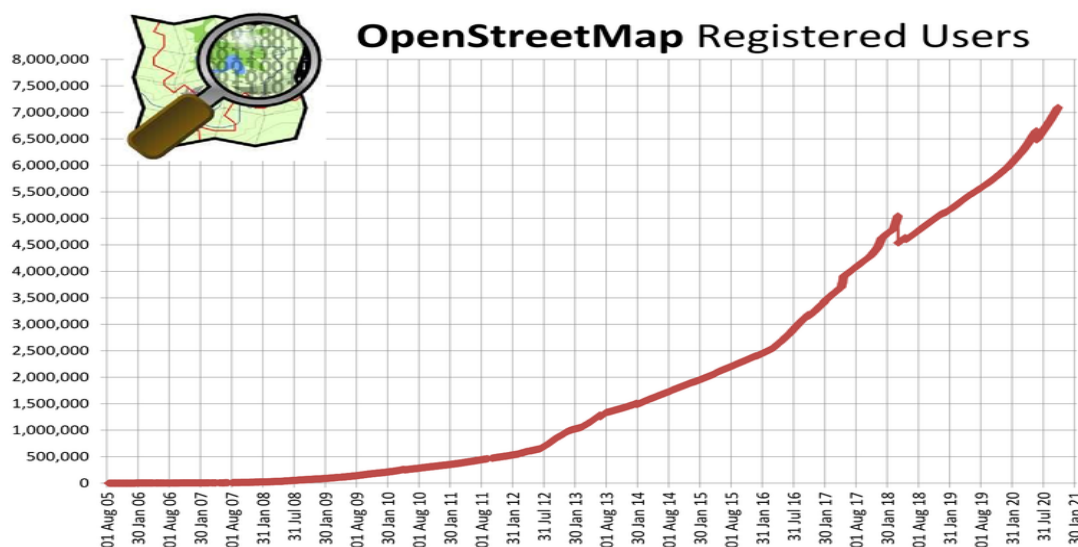


Figura 3. Evolución de usuarios registrados en OSM. Source: OSM Wiki<sup>3</sup>.

No obstante, es algo más que cartografía accesible (Buzai, 2014), es una nueva visión de la realidad por parte de un contingente social con vocación de *geógrafos amateurs* que se han incorporado al uso de datos espaciales, saltándose los paradigmas académicos de la Geografía o la Cartografía. Eso ha servido para enriquecer la información geográfica, al incorporar nuevos enfoques y funcionalidades, además de la aparición de nuevas empresas geoespaciales, con servicios adaptados a estas nuevas necesidades. De esta forma, mencionan Delgado Peña, Campoy Gómez y Subires Mancera (2015), los mapas participativos constituyen, a menudo, una manera social o culturalmente distinta de entender el paisaje y contienen información que se excluye de los mapas habituales, diferenciándose, de esta forma, de la cartografía institucional para recurrir a un concepto que nos recuerda el “espacio vivido y sentido” de la antigua *Geografía Social* (Chevalier, 1974). En este enfoque social reside el verdadero valor de utilizar la cartografía participativa para experiencias relacionadas con la valoración de bienes culturales, sociales, históricos o ambientales y, como en este caso, para la valoración del patrimonio hidráulico.

Para la valoración del patrimonio hidráulico, la aparición de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS, más conocidos como GPS), supone una herramienta fundamental para esa *Geografía Social* a través del trabajo de campo, al permitir posicionar y capturar con exactitud la ubicación de los objetos de estudio y la posterior realización de su cartografía. Mediante este sistema de aprendizaje hay tres momentos vehiculares, con naturaleza transversal, en los que se desarrollan diversas competencias en el alumnado:

- Actividades preparatorias, donde el alumnado se documenta sobre la zona en la que va a realizar la actividad y diseña el cuaderno de campo sobre el que va a trabajar. De esta forma, se preparan mapas, rutas o se realizan consultas con aplicaciones como Google Earth, donde se pueden ver imágenes de satélite de la zona de trabajo e incluso cargar esta información en el dispositivo móvil como *app*.

<sup>3</sup> <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/File:Osmdbstats1.png>



- Actividades de campo: hay muchas aplicaciones para el uso trivial del etiquetado geográfico o *Geotagging*, que permiten al usuario asociar la localización geográfica a otro tipo de información, normalmente fotografías, vídeos, textos, noticias o incluso comentarios en determinadas redes sociales. Otra opción es el *Geocaching* o búsqueda del tesoro, en el que organiza un evento en el que un grupo de participantes compiten por encontrar una caja de la que sólo conocen las coordenadas geográficas donde está escondida.
- Actividades de postproceso, las cuales se desarrollan en un aula o puesto informático donde se descarga la información obtenida en el campo mediante el uso de software para editarla, corregirla o completarla cartográficamente, como paso previo a su almacenaje en la base de datos.

Por tanto, las utilidades didácticas del GPS muestran interesantes iniciativas relativas a estudios urbanos, paisajes agrarios, problemas de contaminación, rutas en espacios naturales (Lázaro Torres, Miguel González y Buzo Sánchez, 2016) o la promoción cultural de infraestructuras de regadío histórico en destinos de turismo de masas como la Costa Brava (Ricart, Rivas, Pavón, Gabarda-Mallorquí y Roset, 2019). Alcanza incluso área de conocimiento relacionadas con la Historia Medieval de Madrid (Gómez Ruiz, Morales-Yago y Lázaro-Torres, 2021), pues estas herramientas permiten crear un conocimiento transversal que, sin duda, enriquece el proceso de enseñanza-aprendizaje y aumenta la concienciación social del entorno y sus elementos, objetivo compartido por los proyectos H2OMap y GRE19-21.

#### 4. PROPUESTA GEOTECNOLÓGICA PARA EL PATRIMONIO DE LA HUERTA DEL BAJO SEGURA

Las iniciativas en el marco del programario libre para la gestión espacial ofrecen soluciones variadas en todos los aspectos, desde las librerías espaciales a las aplicaciones de escritorio, el web mapping en sus diferentes versiones (tecnologías de servidor, *API* de mapas y *GIS cloud*) o las bases de datos espaciales con el binomio *PostgreSQL- PostGIS* y los *GeoPackage*. De entre todo ello, destaca el programa *QGIS* de código abierto, ya que ha permitido la personalización de complementos de código abierto para la consecución de necesidades particulares en proyectos específicos, muchos de los cuales han acabado formando parte del propio núcleo de *QGIS*. Esta característica ha sido la esencial para su elección y uso en el proyecto *H2O Map*, ya que la capacidad de personalización y programación complementaria ofrecida facilita la creación de nuevas funcionalidades. Gracias a ello, se pueden crear incluso aplicaciones independientes que utilizan el núcleo de *QGIS* y el interfaz gráfico *Qt* para generar scripts de *PyQgis* que automatizan tareas o resuelven procesos cotidianos. Tampoco debe olvidarse la arquitectura abierta de *QGIS* para integrar otros entornos que dispongan de un puente de comunicación en *Python*, integrándose con otros programas de la calidad como *GRASS*, *GDAL/OGR*, *Sextante* y *SAGA GIS*, además de librería temáticas como *LasTools* (LIDAR), *Taudem* (MDE), *Orfeo* (Teledetección), *Cran-R* (análisis estadístico).

En concreto, para el desarrollo de este proyecto, se ha creado una base de datos *PostgreSQL/PostGIS* que incluye los siguientes repositorios de datos (*schemas*): datos de uso público, conformado por las tablas de información geográfica que conforman el patrimonio hidráulico, acompañado de otros datos temáticos para dar soporte, como son los datos hidrológicos (cuencas, hidrografía lineal) y delimitaciones administrativas (NUTS). Además, se han programado vistas (*views*) o consultas específicas usadas en el propio programa *QGIS*, como para la publicación web, además de funciones SQL para la extracción de información de contexto espacial.

*QGIS* se basa en la organización de “proyectos”. Un proyecto es un fichero donde se almacena el entorno para procesar la información espacial, incorporando capas temáticas de mapas, con su simbología y composiciones. En el contexto del proyecto *H2OMap* se está trabajando en un proyecto piloto de *QGIS*, denominado *Maestro*, capaz de satisfacer las tareas que han de desempeñar los principales usuarios del proyecto. Este proyecto podrá abrirse desde cualquier ordenador con una conexión a Internet y permite enlazar con todos los recursos de datos espaciales online (tanto de capas ráster como vectoriales), de forma que el usuario no tiene que preocuparse por definir los enlaces a las fuentes de datos en línea, formadas por capas vectoriales editables y capas auxiliares de apoyo visual (mapas de fondo).

El proyecto *Maestro* también incorpora una serie de formularios diseñados para facilitar la introducción de atributos temáticos relacionados con los objetos que se van a trabajar (molinos, pozos, aljibes, balsas, canales, acequias, azarbes...), que hacen uso de controles avanzados (desplegables, casillas de verificación, deslizadores, etc.). Finalmente, está configurado para permitir su portabilidad de forma desconectada (sin Internet) y preparado para la internacionalización (idiomas), ya que el proyecto *H2OMap* también se está implementando en instituciones de enseñanza de Italia y Portugal.

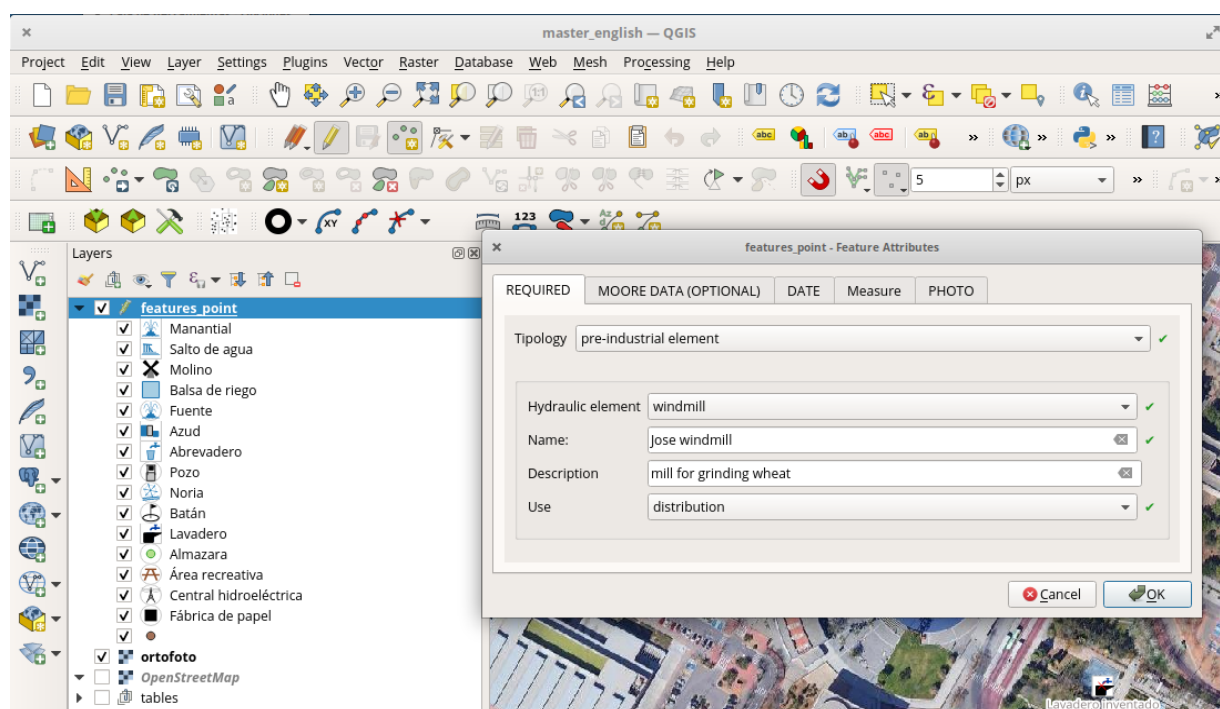


Figura 4. Detalle de la pantalla del Proyecto *Maestro* preparado para digitalización con formulario y ortofotografía aérea de fondo para facilitar la ubicación del trabajo de campo.

Con el objetivo de trasladar esta estructura a los dispositivos móviles, se ha utilizado una aplicación Android denominada *Qfield* que, en definitiva, utiliza el mismo núcleo y librería de *QGIS* adaptada a dispositivos móviles, enfocando la funcionalidad en la productividad para la digitalización de elementos temáticos, con o sin GPS. Se trata de una aplicación libre, intuitiva e integrada en el SIG de *QGIS*, puesto que permite abrir el proyecto *Maestro* antes indicado, por lo que no es necesario recurrir a tediosas labores de conversión de datos.

Cada uno de los agentes que intervienen en el proyecto *H2OMap* tienen un papel concreto en

la gestión de la información espacial, generada de forma colaborativa: el especialista de SIG será el encargado de poner a disposición del profesorado el proyecto *Maestro* de *QGIS*; el profesorado se encargará de asignar los grupos de trabajo, así como de crear un proyecto portable a usar por el alumnado, ya que éste será la herramienta de trabajo para las tareas de campo y el alumnado digitalizará en el campo los elementos que integran el patrimonio hidráulico del territorio objeto de análisis. En consecuencia, la secuencia de trabajo con *QField* abarca las fases siguientes:

1. Creación o carga del proyecto *Maestro* en *QGIS*: en el proyecto se integran todos los recursos cartográficos, la base para generar proyectos portables para *QField*, así como la sincronización de datos desde los dispositivos móviles del alumnado con el programa *QGIS*, así como entre este último y la base de datos. En el proyecto está ya resuelta la simbología de los elementos temáticos, adecuada para su representación en dispositivos móviles e incorpora una capa ráster en un fichero local en formato *MBTiles* con la ortofotografía de la zona de estudio. Las capas a digitalizar están personalizadas con formularios inteligentes que evitan errores y facilitan la introducción de datos. Estos formularios serán los mismos que se encontrará el usuario en el campo con la aplicación *QField*.
2. Exportación del proyecto *Maestro* al dispositivo móvil: para realizar la sincronización con *QField* se utiliza un complemento de *QGIS*, *QField Sync*, cuyo fin es satisfacer los procesos de entrada y salida del proyecto SIG. En este caso, el proceso implica la generación de un proyecto de *QGIS* portable para su uso de manera desconectada.
3. La copia del proyecto portable al dispositivo móvil es una tarea que llevará a cabo el profesor responsable de los grupos de trabajo. Actualmente, la transferencia del proyecto portable se realiza mediante un cable físico USB-miniUSB, pero se está desarrollando un servicio basado en sincronización en la nube, al estilo de *OwnCloud*.
4. Trabajo de campo con *QField*: será realizado por cada estudiante o grupo de estudiantes en la zona de estudio, utilizando su dispositivo móvil con la aplicación *QField* ya instalada y el proyecto aportado por el profesor. Tras activar el sensor de posicionamiento en el dispositivo móvil y abrir la aplicación *QField* el alumno selecciona el proyecto portable y procederá a digitalizar los elementos en las capas geográficas que lo permitan, rellenando todos los atributos conocidos con la ayuda de los formularios diseñados en *QGIS*. Además, se podrán adjuntar fotografías u otros recursos multimedia de la galería. La digitalización podrá ser utilizando el posicionamiento proporcionado por el GPS o dibujando directamente sobre el mapa.
5. Transferencia de los datos capturados con los dispositivos móviles al proyecto *Maestro* en *QGIS* (en aula informática con un PC). Lo realizará el alumnado simplemente copiando la carpeta con el proyecto portable del dispositivo móvil al PC.
6. Sincronización con la base de datos *PostgreSQL/PostGIS* de los datos capturados en el campo. Para ello el profesor abrirá en *QGIS* el proyecto principal y, con ayuda del complemento *QField sync*, seleccionará la carpeta con el trabajo de campo de *QField* del/a alumno/a e iniciará el proceso de sincronización, donde los datos son transferidos a la base de datos *PostgreSQL/PostGIS* en el servidor del Proyecto *H2O Map*. El profesorado se encargará de la revisión del contenido sincronizado, pudiendo modificar los atributos, cambiar la posición o eliminar elementos (en posteriores salidas de campo se repetirán los pasos del 2 al 6).

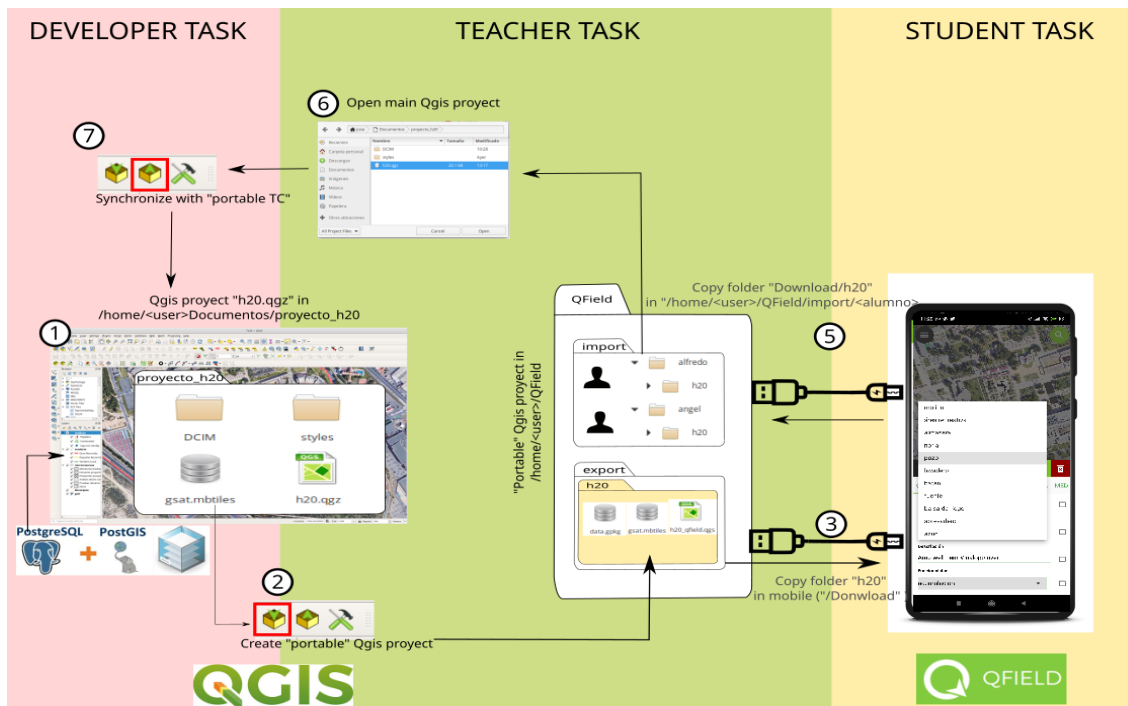


Figura 5. Esquema de flujo de información en las herramientas del proyecto *H2OMap*.  
Fuente: elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

La nueva política ecosocial en materia hídrica promueve un desarrollo, una gestión y un uso más sostenible de los recursos en sintonía con el ciclo natural en el que se insertan, lo que favorece también la preservación de aquellos elementos históricos que han configurado el paisaje hidrológico del territorio, como patrimonio del ideario común, puesto que gracias a ello la preservación natural se ha mantenido en equilibrio. Por ello es necesario implementar estrategias no sólo dirigidas a la promoción o protección de un activo ecológico, económico o turístico (como el fallido Plan de Dinamización y Gobernanza Turística “Vega Baja, interior de la Costa Blanca”), sino también generar sinergias en las generaciones que, a futuro, delimitarán las decisiones sobre la zona.

Es necesario que las administraciones asuman su participación estratégica en el coste de conservación y puesta en valor de un legado que cada vez está más amenazado, con los esfuerzos de coordinación que ello conlleva. En una sociedad democrática, las instituciones públicas son el reflejo de la decisión y la manera de pensar de los votantes, en definitiva, de la población. Hay un valioso patrimonio amenazado, un sistema legal que ofrece instrumentos para su conservación, un gran número de iniciativas a nivel local, con la creación de itinerarios, rutas guiadas e interesantes museos, creados o renovados (Canales Martínez y Castejón Porcel, 2020), pero sigue siendo necesario una mayor implicación social en un lenguaje óptimo, mediante el uso de las herramientas digitales de las que hoy se dispone y su relación habitual con el desarrollo de la población en entornos multimodales, abiertos e hiperconectados.

Sin duda, el uso de las geotecnologías contribuye a ello, a promover un conocimiento responsable del entorno y sus elementos, puesto que la consideración de un elemento material como

bien cultural, no depende del objeto en sí mismo, sino del valor que le atribuye la sociedad en cada momento de su historia y esto es lo que permite determinar qué bienes hay que proteger y conservar para la posteridad (Hernández Hernández, 2016). Parece, por tanto, bastante atinado poner en marcha iniciativas educativas para la puesta en valor del patrimonio hidráulico con herramientas adaptadas a la realidad de la sociedad tecnológica de la Era Internet. El proyecto *H2OMap* propone unos recursos novedosos desde el punto de vista de las TAC aplicadas a la valoración del patrimonio hidráulico y aunque, actualmente, es un trabajo en proceso de desarrollo y comprobación en tres áreas contrastadas de Europa (El Alentejo portugués, La Lombardía Italiana y la Comunidad Valenciana en España), sus resultados serán abiertos y públicos, susceptibles de aplicación a cualquier territorio, como es el caso de las huertas tradicionales del Bajo Segura o del Camp d'Elx, entre otros, fortaleciendo la acción social y el valor histórico-patrimonial de estas zonas. Incluso, quizás, genere la necesaria repercusión para implementar aquellas acciones normativas que ofrezcan cobertura particular a escenarios de valor inmaterial como los mencionados, puesto que, como indica la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, ésta cuenta con valores ambientales y paisajísticos sobresalientes en el mundo mediterráneo europeo, tal y como se aborda en el proyecto emergente GRE19-21.

## AGRADECIMIENTOS

La información aquí presentada forma parte del desarrollo vigente de dos proyectos: proyecto Erasmus+ KA2 “H2OMap” (2020-2023) y el proyecto emergente GRE19-21 “El Bajo Segura como enclave geoestratégico de la UE” (2020-2022).

## REFERENCIAS

- Abellán Contreras, F. J. (2014). El aprovechamiento de las aguas en la Ley de 13 de junio de 1879. Trayectoria de un texto legislativo a la luz de la optimización y eficacia de los recursos hídricos. En: C. Sanchis-Ibor, G. Palau-Salvador, I. Mangué Alférez, y L. P. Martínez Sanmartín (Eds.), *Irrigation, Society, Landscape. Tribute to Thomas F. Click* (pp.686-698). Universidad Politécnica de Valencia.
- Adell Segura, J., & Castañeda Quintero, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. En: R. Roig Vila, R., & M. Fiorucci (Eds.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Strumenti di ricerca per l'innovazione e la qualità in ambito educativo. La Technologie de-ll'informazione e della Comunicazione e l'interculturalità nella scuola* (pp. 19-30). Marfil - TRE Università degli studi Roma.
- Beltrán, J., & Bueno, L.A. (1995). *Psicología de la educación*. Boixareu Universitaria.
- Buzai, G. D. (2014). Neogeografía y sociedad de la información geográfica. Una nueva etapa en la historia de la Geografía. *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*, 1, 1-12.
- Buzo Sánchez, I. (2017). De las TIG a las TAG: integrando la información en el aprendizaje geográfico. En: R. Sebastián, & M. E. Tonda (Eds.). *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 175-200). Universidad de Alicante.
- Canales Martínez, G. y Castejón Porcel, G. (2020). Iniciativas para dar valor a la huerta del Bajo Segura. Análisis del proyecto “La vega baja interior de la Costa Blanca” (Alicante). *Cuadernos de Turismo*, 46, 395-421.

- Canales Martínez, G., y Ruiz Segura, E. (2011). La Huerta del Bajo Segura (Alicante), un patrimonio cultural en peligro. Reflexiones sobre un proyecto museológico integral. *Investigaciones Geográficas*, 54, 205-248.
- Carrizo Aguado, D. y Alonso García, M.N. (2019). Métodos de planificación y práctica docente con herramientas digitales: ¿desencuentro con el reglamento europeo de protección de datos? *Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, 19, 11-23.
- Castells, M. (2002). *The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society*. Oxford University Press on Demand.
- Cavanilles, A. J. (1797). *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del reino de Valencia* (Vol. 2). Imprenta Real.
- Chevalier, J. (1974). Espace de vie ou espace vécu? L'ambiguïté et les fondements de la notion d'espace vécu. *L'espace géographique*, 3(1), 68-68.
- Del Río San José, J. (2008). *El triángulo de fuego de la Neogeografía*. Orbemapa (hemeroteca). <http://www.orbemapa.com/2008/04/el-triangulo-del-fuego-de-la-neogeografia.html>
- Delgado Peña, J. J., Campoy Gómez, R., & Subires Mancera, M. P. (2015). Geografía, TICs e Inclusión Social: empoderamiento ciudadano desde el ámbito educativo para una regeneración urbana. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 54(1), 307-336.
- Elwood, S. (2010). Geographic information science: visualization, visual methods, and the geoweb. *Progress in Human Geography*, 33(2), 256-263.
- Gil Olcina, A. (2012). Patrimonio Hidráulico. En: C. Barciela López, J. Melgarejo Moreno, & M.I. López Ortiz (Coords.), *Los bienes culturales y su aportación al desarrollo sostenible* (pp. 343-358). Universidad de Alicante.
- Gómez-Ruiz, M. L., Morales-Yago, F. J., & Lázaro-Torres, M. L. (2021). Outdoor Education, the Enhancement and Sustainability of Cultural Heritage: Medieval Madrid. *Sustainability*, 13(3), 1106.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221.
- Haklay, M., Singleton, A., & Parker, C. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), 2011-2039.
- Hermosilla Pla, J., & Iranzo García, E. (2014). Claves geográficas para la interpretación del patrimonio hidráulico mediterráneo. A propósito de los regadíos históricos valencianos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 66, 49-66.
- Hernández Hernández, M. (2016). Paisajes rurales y patrimonio hidráulico en el sureste de España. Claves identificativas y estado de la cuestión. En: J. Melgarejo, P. Martí, & A. Molina (Coords.). *Agua, arquitectura y paisaje en Europa* (pp. 83-101). Alicante: Universidad de Alicante.
- Kerski, J. J., Demirci, A., & Milson, A. J. (2013) The Global Landscape of GIS in Secondary Education. *Journal of Geography*, 112(6) 232-247.
- Lázaro Torres, M. L., Miguel González, R., & Buzo Sánchez, I. (2016). Outdoor Learning and Geography on the Cloud: A Challenge for the European “School on the Cloud” Network. *The International Journal of Technologies in Learning*, 23(3), 1-13.
- López Fernández, J. A. (2016). De las TIG a las TAG en la formación docente. En: *XVII Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica, Málaga, Proceeding Book*. AGE-CSIC. <https://n9.cl/tig-tag>
- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Melgarejo Moreno, J., Trapote Jaume, A. y Roca Roca, J. F. (2013). La infraestructura hidráulica y la gestión del agua en los regadíos tradicionales en la Vega Baja del Segura

- (Alicante). *Pilquen-Sección Agronomía*, 13, 3-20.
- Milson, A. J. (2011). SIG en la Nube: WebSIG para la enseñanza de la Geografía. *Didáctica Geográfica*, 12, 111-124.
  - Olaya, V. (2012). Sistemas de información geográfica. *Tomos I y II. Disponible libre formato Pdf*. [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG)
  - Pérez de la Fuente, O. (2013). Una experiencia de innovación docente con nuevas tecnologías para la aplicación del modelo Bolonia desde la Filosofía del Derecho. *Revista de Educación y Derecho*, 9, 1-21.
  - Portillo, G. (2017). Concepción teórico-metodológica para el empleo innovador de tecnologías educativas emergentes en la asignatura Sociedad y Cultura de la Nivelación de Carreteras. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación.
  - Ramón-Morte, A. (2017). Tecnologías de la Información Geográfica. Un recurso para el aprendizaje en la vida cotidiana. En: R. Sebastiá Alcaraz, & E. M. Tonda Monllos (Dirs.). *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 151-174). Universidad de Alicante.
  - Ricart, S., Ribas, A., Pavón, D., Gabarda-Mallorquí, A., & Roset, D. (2019) Promoting historical irrigation canals as natural and cultural heritage in mass-tourism destinations. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 9(4), 520-536.
  - Sancho Gil, J. M., Ornellas, A. & Arrazola Carballo, J. (2018). La situación cambiante de la Universidad en la era digital. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 31-49.
  - Turner, A. (2006). *Introduction to neogeography*. O'Reilly Media, Inc.
  - Unesco. (2015). *Educación 2030. Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. <http://unesdoc.org>
  - Walshe, N., & Healy, G. (Eds.). (2020). *Geography Education in the Digital World: Linking Theory and Practice*. Routledge.
  - Zaragoza-Martí, M. F. (2019a). El Bajo Segura como enclave geoestratégico del sureste español: recorrido normativo del derecho al agua como elemento configurador del paisaje histórico-patrimonial. En: M.A. Álvarez-Vázquez, & E. De Álvarez-Uña (Coords.), *Investigación, gestión y valores del agua en el mundo actual* (pp. 133-140). Dykinson.
  - Zaragoza-Martí, M.F. (2019b). Simbiosis entre la Universidad y el e-alumnado por medio de las Tic como metodología docente. En: M. Clemente Díaz, & J.M. Moreno Carrillo (Coords.), *Inseguridades y desigualdades en sociedades complejas* (pp. 989-999). Uno editorial.
  - Zaragoza-Martí, M. F. (2020a). El derecho al paisaje fluvial como elemento de planificación territorial. En: M. Rivera Mateos (Coord.), *Usos sostenibles de la Tierra y desarrollo humano* (pp. 154-168). Egregius.
  - Zaragoza-Martí, M. F. (2020b). El agua como clave del ecodesarrollo urbano: paisaje, patrimonio, territorio y sociedad. *Revista Barataria*, 28, 67-76.
  - Zaragoza-Martí, M. F. (en imprenta). Los recursos Tic en criminología: el Flip Teaching como metodología innovadora en la enseñanza en línea (pp.459-472). En: C. J. Santos Martínez, S. Martínez, & N. Martínez León (Coords.), *Alfabetizando digitalmente para la nueva docencia*. Pirámide.
  - Zaragoza-Martí, M. F., & Pardo Beneyto, G. (pendiente publicación). El Aprendizaje Basado en Proyectos y su implementación inter-área en el grado de criminología. En: *Reinventando la docencia en el siglo XXI*. Tirant lo Blanch.