



**PROYECTO SINGULAR DE ACTUACIONES DE TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO:** ADAPTACION DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA A LA REALIDAD ANDALUZA: EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR COMO MODELO DE GESTIÓN INTEGRADA

**COORDINA:** CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL CEI-CAMBIO

**UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:**

Universidad Pablo de Olavide (Coordinadora)  
Universidad de Almería  
Universidad de Cádiz  
Universidad de Córdoba  
Universidad de Huelva  
Universidad de Jaén

**SOCIOS PARTICIPANTES**

Fundación Pública Andaluza CENTA: Centro de las nuevas tecnologías del agua

**ENTIDADES COLABORADORAS (stakeholders listados por orden alfabético)**

Agua y Medioambiente Asesoría Industrial, SL  
Altekio  
Alvaro Pallarés S.L.  
Asociación Termalismo de Andalucía  
Autoridad Portuaria de Sevilla  
Bioavan S.L.  
Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda  
Confederación Hidrográfica del Guadalquivir  
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía  
Demarcación de Costas Andalucía Atlántico, Ministerio para la Transición Ecológica  
Estación Biológica de Doñana (CSIC)  
Federación Andaluza de Municipios y Provincias FAMP  
Federación de Arroceros de Sevilla  
Grow2Grow Algae Solutions S.L.  
Grupo de Acción local de Pesca de la Comarca Noroeste de Cádiz  
HYDRAENA, S.L.L  
Instituto Español de Oceanografía  
Instituto Geológico y Minero de España IGME  
Pesquerías Isla Mayor S.L.  
SOMAJASA  
WWF y SEO/ BirdLife

**FINANCIACIÓN DEL PROYECTO SINGULAR (FASE I): 330.000,00 €**

## **BREVE DESCRIPCIÓN DEL MARCO DE ACTUACIÓN**

El Campus de Excelencia Internacional CAMBIO está centrado en el Medio Ambiente y la Sostenibilidad e identifica el Agua como recurso estratégico en un escenario de cambio climático, cuyos efectos, según todos los estudios científicos, serán particularmente importantes en Andalucía. Se elige el Estuario del río Guadalquivir como modelo de estudio para la implantación en el resto del territorio de las metodologías y resultados desarrollados. La oportunidad del proyecto, se identifica por el momento crucial en el que se encuentra Andalucía para abordar las necesidades y las urgencias para la implementación de la Directiva Marco del Agua (DMA), obtener las herramientas y las sinergias necesarias para asegurar la gestión de los recursos naturales desde una perspectiva integradora. La coordinación entre administraciones gestoras de masas de agua de transición, costeras y marinas adyacentes, junto a gestores (Parque Natural de Doñana, Parque Nacional de Doñana y Espacio Marino del Golfo de Cádiz) y Agentes Sociales es el gran reto que persigue este proyecto singular.

El proyecto se plantea, pues, desde una perspectiva ambiental, siguiendo los objetivos planteados en el artículo 4 de la DMA (asegurar que todas las aguas superficiales se encuentren en el mejor estado ecológico y químico posibles). Del desarrollo de las investigaciones científicas se obtendrán resultados que servirán para mejorar los modelos conceptuales de funcionamiento de las masas de agua superficiales de transición, poco desarrollados hasta ahora, lo que redundará en mayor precisión y efectividad, tanto de la planificación como de la gestión de los recursos de manera adaptada a las que permitan establecer Modelos de Gestión Integrada en base al Funcionamiento Hidrológico de las masas de agua en cuestión, y definir estrategias correctas de restauración en aquellas gravemente alteradas.

Dentro de este marco, y dada la extensión de nuestra región, se elige a la cuenca hidrográfica del Río Guadalquivir y, en particular, a su Estuario como modelo de gestión integrada que sirva de referencia para el resto de recursos hídricos naturales.

## **OBJETIVOS**

**1).** Crear un modelo de gestión integral de los recursos naturales que circulan en una misma cuenca hidrográfica, desde el medio terrestre al acuático y, desde las aguas marinas internas a las externas, que armonice la implementación de la legislación europea en materia de calidad del agua (Directiva Marco del Agua) y protección de la naturaleza (Directiva Hábitats y Directiva Aves), y que asegure la participación activa de todos los agentes y usuarios ("stakeholders") en la toma de decisiones para, así, alcanzar una gestión integradora y sostenida en el tiempo. Para ello se formará una red de entidades y usuarios que mantendrán un canal de comunicación dinámico a lo largo de todo el período de ejecución del proyecto. Se diseñarán actividades específicas para mantener la comunicación y el dinamismo, en la gestión frente a nuevos retos

**2).** Inventariar los recursos naturales (masas de agua superficiales y subterráneas), cartografiarlos, conocer los beneficios ecosistémicos de los espacios naturales protegidos y conectarlos con las actividades socio-económicas de su entorno. Para proporcionar un punto de encuentro común, nos guiaremos por procesos naturales fundamentales de los que depende, en último término, tanto la calidad ambiental de los espacios naturales, como la

calidad nutricional de los productos que consumimos y el grado de sostenibilidad de las actividades socio-económicas que se desarrollan en el territorio.

**3).** Mejorar el conocimiento y la gestión de episodios de sequía que serán cada vez más frecuentes, duraderos e intensos y que, en un contexto de cambio climático, generarán afecciones económicas, ecológicas e institucionales cada vez mayores. Elaboración de planes de sequía.

**4).** Conocer las características hidrogeológicas, físico-químicas de las aguas, los entornos naturales de las surgencias, el valor paisajístico de los espacios termales, las relaciones históricas, sociales y culturales del origen de sus balnearios, las formas de explotación histórica de las aguas, tanto desde el punto de vista arquitectónico, artístico, etnográfico y ambiental. Estudiar los factores de riesgo de contaminación puntual o difusa de las aguas termales y mineromedicinales a fin de proteger los acuíferos de los que se alimentan las surgencias y de sus propias captaciones. Evaluar iniciativas turísticas, implicando a los distintos actores locales, técnicos y empresarios en los resultados y en las propuestas de futuro considerando la resiliencia socioecológica de los espacios naturales en los que se insertan.

**5).** Realizar un estudio de la calidad y cantidad de agua, así como de los procesos morfo-sedimentarios del río mediante un análisis a nivel de cuenca. Demostrar la importancia de la conectividad hidrológica entre cauce y marismas adyacentes, entre aguas superficiales y subterráneas. Elaborar planes de mejora de la depuración de aguas residuales, bien en las EDAR convencionales o bien en tratamientos no convencionales para pequeños núcleos de población, que aseguren una reducción significativa de la concentración de macronutrientes (N y P) en los efluentes que vierten a zonas vulnerables y/o sensibles. Para ello se cuenta con la colaboración del CENTA, ASA y de diversos investigadores en universidades y centros de investigación.

**6).** Evaluar la presencia de especies alóctonas invasoras en el estuario del Guadalquivir, grado de amenaza e impacto en los socio-ecosistemas, y diseño de un plan su mitigación/control/erradicación. Mejillón cebra, almeja asiática y briozoos son especies altamente invasivas que ya han colonizado amplias zonas de la cuenca del Guadalquivir. Además, los estuarios templados bajo clima Mediterráneo se clasifican como áreas muy vulnerables al cambio global, lo que incrementa la potencialidad de invasiones. En la Demarcación Sudatlántica y, más aún en el estuario del Guadalquivir, los vectores ligados al tráfico marítimo cobran especial relevancia, pero también se considera a la acuicultura como un vector de introducción de especies alóctonas (a pesar de que la acuicultura sostenible no introduce deliberadamente especies alóctonas para su explotación). Es preciso contar con una información veraz y precisa sobre las fuentes de introducción de especies invasoras para diseñar planes de contención/mitigación o, en su caso, erradicación de las mismas.

**7).** Estimar la influencia de la producción primaria sobre el alevinaje en el estuario del Guadalquivir y las pesquerías de la zona, atendiendo a su variación estacional y zona de extracción, mediante: a) identificación de marcadores moleculares de ADN los principales eslabones tróficos anteriores (depredadores primarios) en el contenido estomacal de consumidores primarios; b) determinación del porcentaje de ácidos EPA y DHA en larvas y adultos de consumidores primarios; c) estudio de los otolitos de boquerón de las pesquerías del entorno para determinar la contribución del estuario del Guadalquivir en su crecimiento y estado nutricional. Las muestras para el ADN ambiental se rastrearán mediante sistemas robóticos aéreos no tripulados, drones.

8). Aportar técnicas complementarias que faciliten la interpretación de los datos de seguimiento de la biomasa de las comunidades biológicas, así como desarrollar nuevos indicadores mejor adaptados a las particularidades de las especies bajo estudio.

9). Visibilizar las interrelaciones mutuas entre los espacios naturales y los sectores productivos (agricultura y acuicultura sostenibles, pesca, turismo y ocio) cuando se aplican prácticas sostenibles, respetuosas con el medio natural, creadoras de empleo y socialmente responsables. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado de la contribución del principal sector agroalimentario al mantenimiento de los servicios ecosistémicos del estuario.

10). Informar a la sociedad en general y a los consumidores en particular, sobre la conexión entre calidad nutricional y calidad ambiental. Realizar una campaña publicitaria para los consumidores, con un mensaje claro y simple sobre el que se articula el proyecto: calidad del producto y calidad del medio natural donde se produce, van unidas. El mensaje resultante de nuestro proyecto sería doble: a) los productos de la agricultura y acuicultura sostenibles, a diferencia de los obtenidos de forma intensiva, no contribuyen a esquilmar nuestros recursos, sino que benefician a su entorno natural y permiten, además, el desarrollo de otras actividades (pesca, ocio y turismo); b) la sinergia entre espacios naturales protegidos y actividades socio-económicas, bien planificadas en una misma unidad hidrográfica funcional, generan productos de mayor calidad, respetuosos con el entorno y socialmente responsables.

11). Reducir la producción de residuos y utilizarlos como recursos, en el contexto de una economía circular, donde la reducción, reutilización y reciclado son los principales ejes de la economía.

## **PRINCIPALES LINEAS DE ACCIÓN**

### **Líneas que se ponen en marcha en la FASE I**

1. Creación de una mesa de trabajo donde participen todos los agentes, sectores y usuarios involucrados en la gestión integral del estuario del Guadalquivir y, que su actividad sea dinámica, adaptativa hacia nuevos retos y sostenida en el tiempo.

**Relevancia para el Proyecto Singular:** para crear un modelo de gestión integral de los recursos naturales es imprescindible contar con la participación activa de todos los agentes y usuarios (“stakeholders”) en la toma de decisiones.

**Plazo de ejecución:** 24 meses. En el primer semestre de 2020 quedará establecida la mesa de trabajo, cuya agenda se implementará durante el 2020 y 2021.

**Objetivos de los indicadores de transferencia:** se realizarán diversos convenios de colaboración y/o contratación con los principales agentes sectoriales, agrupaciones de usuarios y administraciones involucradas para asegurar la participación activa de todos los *stakeholders* en la toma de decisiones y, así, alcanzar una gestión integradora y sostenida en el tiempo. Estos convenios se diseñarán en función de las necesidades específicas de cada *stakeholder*, para lo que primero se llevarán a cabo reuniones específicas con cada uno de ellos. Una vez establecida la armonización de los intereses particulares de cada colectivo y tras la elaboración de una propuesta de sinergias y escenarios para la transferencia, se invitará a todo el conjunto de actores a una reunión multilateral, en la que se analizarán dichas propuestas y con la que dará comienzo la mesa de trabajo para la gestión integral del estuario del Guadalquivir en 2020 (Fig. 1). En esta reunión se fijarán las pautas de su funcionamiento, se establecerá una agenda de trabajo para el año siguiente y se acordará una metodología que

permita una gestión adaptativa a nuevos retos, incluyendo jornadas de difusión para la transferencia del modelo de gestión integral que podrían organizarse a modo de simposio.

### Indicadores

- nº de convenios colaboración (valor a alcanzar :12)
- nº de documentos de armonización elaborados (valor a alcanzar :15)
- nº de reuniones multilaterales y presenciales de la mesa de trabajo (valor a alcanzar: 2)
- nº de jornadas de transferencia de resultados (valor a alcanzar: 2)
- nº de jornadas de difusión y/o simposios del proyecto (valor a alcanzar :2)

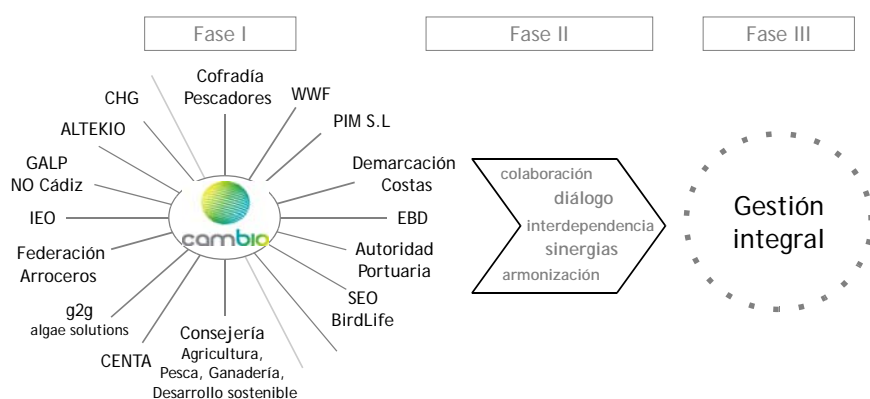


Fig. 1. creación de una mesa de trabajo que involucre a todos los *stakeholders* para la gestión integral del estuario del Guadalquivir. Fase I: creación de convenios específicos con administraciones, empresas, agrupaciones, etc; Fase II: generación de conocimiento y pautas innovadoras para una gestión integral; Fase III: creación de la mesa de trabajo.

2. Experimentación en ríos, humedales, lagunas y acuíferos modelo, con énfasis en el impacto de los procesos de asimilación, exportación y retención de nutrientes que interaccionan en la eutrofización antrópica, en zonas sensibles/vulnerables. Validación de metodologías y pruebas de concepto en el estuario del Guadalquivir. Elaboración de planes de mejora de la depuración de aguas residuales.

**Relevancia para el Proyecto Singular:** imprescindible para crear un modelo de gestión integral de los recursos naturales que circulan en una misma cuenca hidrográfica, desde el medio terrestre al acuático y, desde las aguas marinas internas a las externas.

**Plazo de ejecución:** 18 meses

**Objetivos de los indicadores de transferencia:** en primer lugar, mediante la generación de conocimiento a través del estudio de la calidad del agua y procesos morfosedimentarios del río a nivel de cuenca, que combina el análisis actualizado de investigaciones anteriores, con la adquisición de nuevos datos en campo. Paralelamente, se llevará a cabo una fase de elaboración de planes de mejora de la depuración de aguas residuales, bien en las EDAR convencionales o bien en tratamientos no convencionales para pequeños núcleos de

población, que aseguren una reducción significativa de la concentración de macronutrientes (en particular, fósforo) en los efluentes que vierten a zonas vulnerables y/o sensibles (zonas protegidas). Esta fase permitirá trasladar el *know-how* de los grupos de investigación de las universidades que conforman CEI-CamBio y CENTA al contexto geográfico del proyecto tractor.

**Indicadores:**

- nº de actuaciones de campo realizadas (valor a alcanzar: 18)
- nº de muestras de agua recogidas y analizadas (valor a alcanzar: 150)
- nº de planes de mejora de la depuración de aguas residuales en EDAR (valor a alcanzar :18)
- nº de planes de mejora de la depuración de aguas residuales para pequeños núcleos de población (valor a alcanzar: 10)

3. Propuesta de adaptación de la normativa vigente en materia de depuración de aguas a la realidad andaluza. Transferencia en I+D hacia metodologías de economía circular y empresas de “bio-refinería” para la recuperación y valorización de subproductos (fósforo, arenas, microplásticos biodegradables, etc).

**Relevancia para el Proyecto Singular:** Se persigue armonizar la implementación de la legislación europea en materia de calidad del agua (Directiva Marco del Agua) con la protección de la naturaleza (Directiva Hábitats y Directiva Aves) con una exigencia superior en materia de depuración terciaria.

**Plazo de ejecución:** 12 meses

**Objetivos de los indicadores de transferencia:** Esta fase permitirá trasladar el *know-how* de los grupos de investigación de las universidades que conforman CEI-CamBio y CENTA en lo que se refiere a transferencia de metodologías I+D hacia empresas del sector de la depuración de aguas residuales, así como la transferencia del conocimiento a la administración responsable de implementar una normativa más exigente.

**Indicadores:**

- Número de propuestas de modificación de la normativa (valor a alcanzar: 1)
- Número de subproductos valorizados (valor a alcanzar: 2)
- Nº de empresas del sector de la depuración interesadas en aplicar las metodologías desarrolladas (valor a alcanzar: 8)
- Número de jornadas de difusión (valor a alcanzar :2)

**Líneas principales de actuación pendientes de financiación**

4. Cuantificación y georreferenciación de organismos invasores en el estuario del Guadalquivir, diferenciación en ciclo de vida y hábitat. Elaboración de sistemas de alerta temprana.

5. Revisión bibliográfica, cartográfica, hemerográfica y documental de los municipios termales.

6. Recopilar y facilitar el acceso a la información sobre los distintos episodios de sequía ocurridos en Andalucía, su gestión y comunicación, que se visualizarán en un geoservicio alojado en la web, desarrollado sobre software libre basado en estándares del Open Geospatial Consortium (OGC) y basado en un cliente ligero de visualización y consulta.

7. Facilitar la participación de la ciudadanía a través de una serie de herramientas incorporadas al geovisor que permitan mejorar el conocimiento sobre este riesgo, así como generar opiniones informadas que mejoren la calidad del debate público sobre las sequías y su gestión en el futuro próximo.
8. Seleccionar las sondas moleculares más adecuadas y calibrar la sensibilidad del análisis en el laboratorio mediante muestras con diferente grado de dilución (para simular las condiciones ambientales).
9. Determinación de la proporción de cianobacterias procariotas y otros eucariotas fotosintéticos mediante técnicas metagenómicas y PCR cuantitativo, permitirá contar con un nuevo método para conocer la diversidad mayor de organismos fotosintéticos eucariotas en el nano y picoplancton de los sistemas acuáticos.
10. Cuantificación de la calidad nutricional de muestras integradas de los tributarios del estuario: contenido en antioxidantes y ácidos grasos omega 3 - de cadena larga (EPA y DHA)
11. Uso de una tecnología robótica innovadora que se desarrollará en el proyecto y que permita la recogida de muestras de agua superficial mediante sistemas aéreos no tripulados equipados con cámara y sensores en el estuario del Guadalquivir y zonas costeras adyacentes
12. Cuantificación de la biodiversidad mediante análisis de ADN ambiental del estuario y su proporción mediante técnicas metagenómicas y PCR cuantitativo.

#### IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES:

##### **INDICADORES DE IMPACTO Y DE RESULTADOS ESPERADOS**

- Creación de una mesa de trabajo donde participen todos los agentes, sectores y usuarios involucrados, en la gestión integral del estuario del Guadalquivir
- Introducción del concepto de caudal sólido en suspensión y, su cuantificación, entre los indicadores hidromorfológicos principales de la DMA, así como el balance entre caudal sólido y líquido en el cálculo de los caudales ecológicos
- Grado de mejora de los actuales tratamientos de aguas residuales en los municipios del territorio
- Desarrollo de un modelo de datos SIG en geodatabase para gestionar la información sobre la extensión de especies invasoras
- Desarrollo de metodología de análisis mediante uso de marcadores moleculares de ADN con una sensibilidad suficiente para detectar organismos clave de la red trófica del estuario, en muestras ambientales
- Desarrollo de tecnología robótica para la teledetección de clorofila, así como la recogida de muestras ambientales

##### **INDICADORES CUANTITATIVOS GLOBALES**

- nº de convenios colaboración
- nº de documentos de armonización elaborados
- nº de reuniones multilaterales y presenciales de la mesa de trabajo
- nº de jornadas de transferencia de resultados
- nº de jornadas de difusión del proyecto
- nº de actuaciones de campo realizadas

nº de muestras de agua recogidas y analizadas

nº de planes de mejora de la depuración de aguas residuales en EDAR

nº de planes de mejora de la depuración de aguas residuales para pequeños núcleos de población

nº de propuestas de modificación de la normativa de depuración de aguas residuales

nº de subproductos valorizados

nº de empresas del sector de la depuración interesadas en aplicar las metodologías desarrolladas

nº de solicitudes de patentes