



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

**Gestión sostenible del agua a nivel regional mediante Teledetección Aérea basada en Sistemas Aéreos no Tripulados (UAS). (Proyecto LIFE+2009 ENV/ES/456)**

Autor: Teófilo Vitoria Mangado

Institución: Asociación de Industria Navarra

e-mail: tvitoria@ain.es

## RESUMEN

Antecedentes La Directiva Marco del Agua WFD (2000/60/EC) requiere de los estados miembros la implementación de programas de vigilancia para disponer de visión general comprensible del estado químico y ecológico de la calidad de las aguas a nivel de cuenca hidrográfica. Numerosas técnicas y métodos son actualmente usadas para la vigilancia del estado de las aguas, sin embargo, la mayoría de ellos presentan problemas de coste y fiabilidad. El uso de cámaras multiespectrales está generando un gran interés en el campo de la vigilancia medioambiental, las cuales usadas en combinación con los métodos actuales podrían contribuir a la mejora de la vigilancia espacial de masas de agua. Objetivos del Proyecto El objetivo general del proyecto es desarrollar una herramienta espacial, económicamente viable para una más eficiente y sostenible vigilancia y gestión del agua, de acuerdo con los requerimientos de la Directiva Marco. La idea central del proyecto es la de una nueva metodología teledetección orientada a la vigilancia de los recursos hídricos. Se basa en tecnología UAV (vehículos aéreos no tripulados) y es capaz de cubrir áreas extensas de agua y de suministrar información acerca de su estado. La metodología podría ser extrapolada a la vigilancia de aire y suelo. Esta metodología persigue cubrir el hueco entre la teledetección satelital (con limitaciones críticas en resolución temporal y espacial) y la teledetección basada en medios aerotransportados convencionales (muy cara a escala regional)

**Palabras Clave:** Agua; teledetección; vigilancia medioambiental

## Antecedentes

La Directiva Marco del Agua (2000/60/EC) requiere de los estados miembros la implementación de programas de vigilancia para disponer de visión general comprensible del estado químico y ecológico de la calidad de las aguas a nivel de cuenca hidrográfica. Numerosas técnicas y métodos son usadas actualmente para la vigilancia del estado de las aguas, sin embargo, la mayoría de ellos presentan problemas de coste y fiabilidad. El uso de cámaras multispectrales está generando un gran interés en el campo de la vigilancia medioambiental, las cuales usadas en combinación con los métodos actuales podrían contribuir a la mejora de la vigilancia espacial de masas de agua.

## Objetivos del Proyecto

El objetivo general del proyecto es demostrar la viabilidad técnico-económica de una nueva metodología de Teledetección Aérea, basado en UAS (vehículos aéreos no tripulados), para mejorar la gestión integral del agua, contribuyendo a su uso sostenible a una escala regional. Esta metodología persigue cubrir el hueco entre la teledetección satelital (con limitaciones críticas en resolución temporal y espacial) y la teledetección basada en medios aerotransportados convencionales (muy cara a escala regional).

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Ensayar dos nuevos sistemas innovadores de teledetección aérea, mediante el diseño y construcción de dos prototipos, uno basado en una cámara infrarroja de alta resolución y otro en una cámara multispectral, ambos usando un helicóptero no tripulado como plataforma aérea
- Demostrar la viabilidad técnica del método en las siguientes misiones medioambientales:
  - Detección de fugas y filtraciones en infraestructuras hidráulicas (abastecimiento y transporte)
  - Detección de fugas y filtraciones en infraestructuras de almacenamiento de residuos mineros
  - Identificación de las necesidades hídricas de cultivos
  - Detección de vertidos y emisiones en aguas superficiales
  - Detección de contaminación térmica en masas de agua
  - Vigilancia del estado ecológico y químico de aguas superficiales
  - Detección de recursos hídricos a efectos de inventario
- Demostrar la viabilidad económica del método (evaluación de los costes de operación de las misiones medioambientales)
- Promover un Plan de Difusión a nivel nacional y europeo del Proyecto y de sus resultados para apoyar la política medioambiental de la EU

- Desarrollar un manual de procedimientos para la aplicación efectiva de la nueva metodología en la gestión sostenible del agua soportando el desarrollo y aplicación de las Directivas 2000/60/CE y 2006/21/CE.

El presente proyecto es uno de los proyectos españoles aprobados por la Unión Europea en la convocatoria LIFE 2009, con plazo de ejecución de 3 años a partir del 01/10/2010.

### **Problemática ambiental**

Existen situaciones de ineficiencia (conocidas o no) en la gestión del agua que impiden una utilización eficiente y sostenible del recurso:

- Infraestructuras hidráulicas (acopio y transporte) → pérdidas por fugas y filtraciones
- Infraestructuras de almacenamiento de residuos mineros → problema medioambiental
- Agua de Riego representa el 80 % del consumo en Europa → potencial de mejora
- Vertidos incontrolados en aguas superficiales → afección al medio ambiente y a la salud
- Vigilancia de la calidad de las aguas → métodos puntuales y costosos

Los métodos de control actuales pueden ser manifiestamente mejorables, dado que al requerir una utilización de recursos considerable, los puntos de muestreo deben ser limitados, y por tanto el conocimiento del estado de las aguas es también limitado.

### **Participantes en el Proyecto**

La ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA NAVARRA (AIN), es la organización que lidera y coordina la ejecución de este proyecto, siendo responsable de que se alcancen los objetivos planteados en el mismo.

Dado el carácter ambiental de las misiones cuya viabilidad técnico-económica se pretende demostrar, y las expectativas creadas en torno a este proyecto, en la definición de las misiones ambientales participa el DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE DE GOBIERNO DE NAVARRA, así como RIEGOS DE NAVARRA, empresa pública dependiente de Gobierno de Navarra.

El CENTRO DE RECURSOS AMBIENTALES DE NAVARRA (CRANA), será quien lleve a cabo el Plan de Comunicación y Difusión del Proyecto. La presencia en CONAMA 2010 forma parte del Plan de Comunicación y Difusión previsto.

## **Carácter innovador**

La nueva metodología de Teledetección Aérea propuesta puede contribuir a la mejora de los métodos actuales y a una mejor identificación / comprensión de los problemas.

Así pues el carácter innovador de la propuesta radica en “hacer posible el uso de Teledetección desde medios aéreos mediante una solución UAS que pueda superar los problemas de coste y operatividad”, frente a las soluciones actuales de Teledetección (satélite y avión) cada una con sus limitaciones.

## **Aplicaciones a demostrar**

El proyecto permitirá demostrar la viabilidad técnico-económica de la metodología en las siguientes aplicaciones:

### **1. Detección de fugas y filtraciones en infraestructuras hidráulicas (abastecimiento y transporte)**

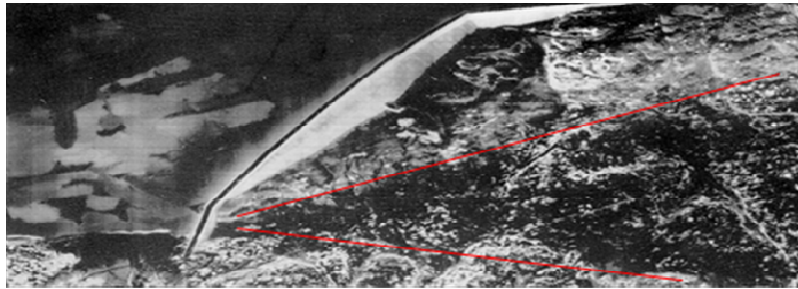
Las fugas y filtraciones en infraestructuras hidráulicas representan una de las mayores ineficiencias en el ciclo integral del agua. En la actualidad se pueden utilizar diferentes técnicas, pero no resultan prácticas para su aplicación en la vigilancia de instalaciones hidráulicas. Únicamente son utilizadas en casos especiales, como información puntual.

Con este proyecto se demostrará un nuevo concepto basado en la información a través de imágenes.

Se utilizará una cámara infrarroja de alta resolución (IR-8-12  $\mu$ ) para la detección de fugas en embalses y canales de riego (basándose en la detección de diferencias en temperaturas).

Como resultado de ello se obtendrá:

- Información espacial de las infraestructuras examinadas
- Establecimiento de las condiciones ambientales para máxima detectividad
- Configuración del sistema para máxima detectividad



## 2. Detección de fugas y filtraciones en infraestructuras de almacenamiento de residuos mineros

Las balsas de almacenamiento de residuos de la industria extractiva son una de las mayores amenazas para la salud y el medio ambiente. Los accidentes ambientales debidos a la rotura de diques de este tipo de infraestructuras son numerosos (siendo el más reciente el acontecido en Kolontar, Hungría), y en España están registrados cerca de 500 balsas y 400 diques.

La Directiva 2006/26/EC regula la gestión de residuos procedentes de las industrias extractivas, y trata de introducir normas comunitarias para prevenir la contaminación del agua y el suelo procedente de su almacenamiento. La estabilidad de las infraestructuras de almacenamiento de estos residuos debe estar garantizada para minimizar posibles consecuencias ante accidentes.

El objetivo del proyecto en esta aplicación es comprobar la eficacia de la metodología utilizando una cámara infrarroja de alta resolución (IR-8-12  $\mu$ ) en diferentes áreas de ensayo en Navarra.

Como resultado de ello se obtendrá:

- Información espacial de las infraestructuras examinadas
- Configuración del sistema para máxima detectividad



Kolontar-2010/ Hungary

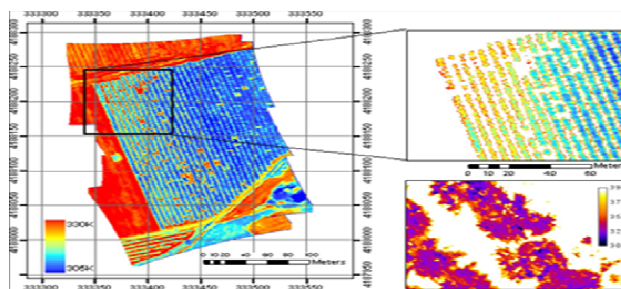
### 3. Identificación de las necesidades hídricas de cultivos

Como ya se ha indicado anteriormente, el consumo de agua de riego representa el 80% del consumo total de agua en la Unión Europea.

Es obvio el gran potencial de ahorro de agua en este sector, mediante la mejora de la eficiencia de los procesos de riego. Se han llevado a cabo numerosos proyectos de investigación y demostración para la optimización del consumo de agua, basados en la instalación de estaciones agro-climáticas y sensores de humedad, cuya implantación en áreas extensas conlleva grandes inversiones económicamente no viables para las comunidades de regantes.

Mediante este proyecto se llevarán a cabo diversos ensayos en áreas de regadío de Navarra, que proporcionarán información espacial cuantitativa para determinación de las necesidades de riego. Utilizando para ello:

- Una cámara multispectral (250-850 nm),: estudio / seguimiento de índices de vegetación
- Una cámara Térmica (IR-8-12  $\mu$ ): determinación de temperaturas (indicativo de estrés hídrico)



Estrés Hídrico en zona ampliada

### 4. Detección de vertidos y emisiones en aguas superficiales

La finalidad de esta aplicación es demostrar la capacidad de la metodología para identificación y control de emisiones en aguas superficiales, para facilitar el cumplimiento de lo establecido en la Directiva Marco de Agua.

Mediante sensor remoto (IR-8-12  $\mu$ ) se pueden detectar fácilmente este tipo de vertidos, debido a la diferencia de temperatura entre el vertido y las aguas superficiales receptoras.

El resultado es una imagen que suministra información espacial del recurso analizado.

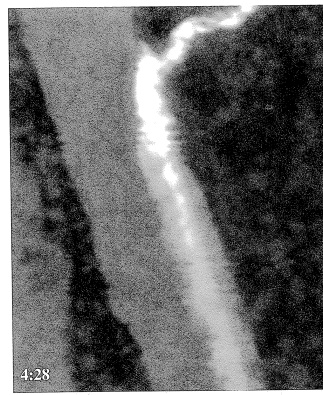




##### 5. Detección de contaminación térmica en masas de agua

El proyecto permitirá demostrar la fiabilidad de la metodología en el control cuantitativo y delimitación de masas de agua afectadas por centrales térmicas, para controlar que el incremento de la temperatura del agua no excede de 3°C o que la temperatura máxima alcanzada no supera los 30°C.

La utilización de un sensor remoto (IR-8-12  $\mu$ ) permite obtener medidas viables de la temperatura del agua y por tanto proporciona información espacial cuantitativa de gran valor para controlar el impacto de dichas actividades.



##### 6. Vigilancia del estado ecológico y químico de aguas superficiales

De acuerdo a la Directiva Marco de Aguas, se deben establecer programas de seguimiento del estado químico y ecológico de las aguas superficiales con objeto de obtener una visión general coherente completa del estado de las aguas en cada demarcación hidrográfica; seguimiento que se ajustará a lo dispuesto en el Anexo V de la misma.

El coste de mantenimiento de estos programas es alto, pero obviamente necesario. El objetivo de esta acción es mejorar los métodos actuales, suministrando información espacial completa del estado de las aguas:



- Probando la eficacia de un sensor remoto multiespectral en la identificación y cuantificación de constituyentes orgánicos e inorgánicos en aguas superficiales
- Verificando la fiabilidad de las mediciones para caracterización del estado del agua

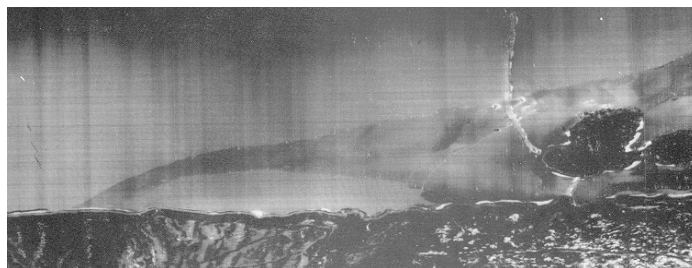


#### 7. Detección de recursos hídricos a efectos de inventario

La Directiva Marco de Aguas establece la necesidad de realizar una caracterización de las masas de aguas subterráneas que presenten un riesgo. Dicha caracterización debe incluir un inventario de los sistemas de superficie asociados, incluidos los ecosistemas terrestres y las masas de agua superficial con los que esté conectada dinámicamente la masa de agua subterránea.

La finalidad de esta actuación es comprobar la eficacia de la metodología en la detección y caracterización de corrientes de aguas subterráneas que afloran a la superficie.

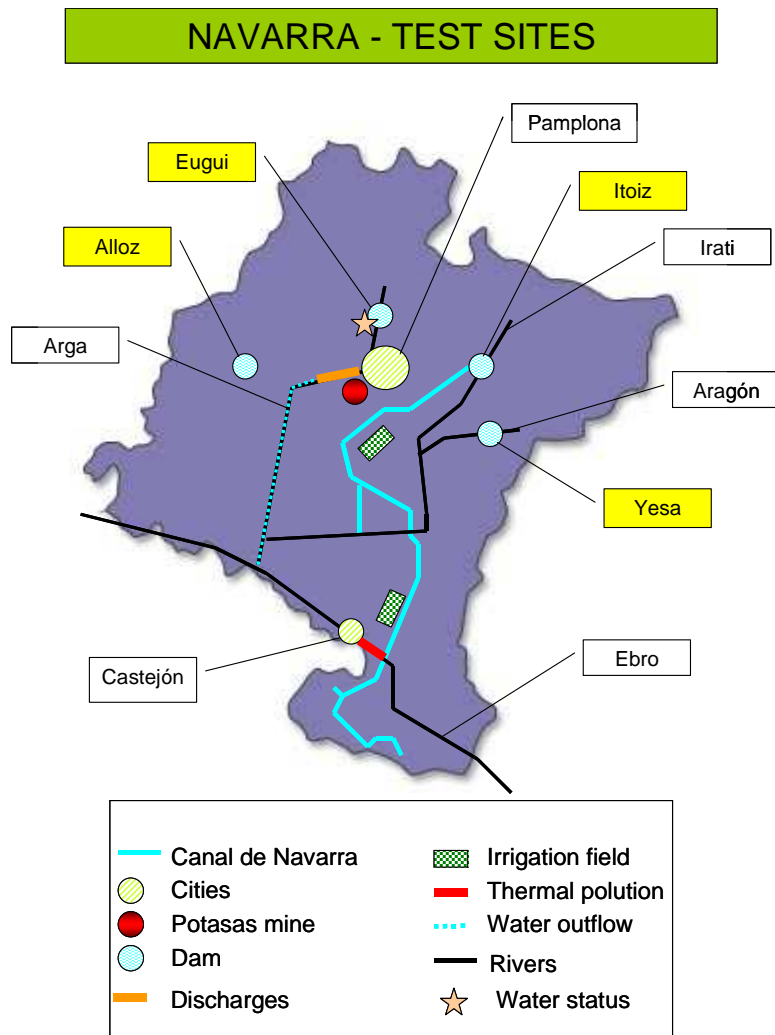
Dependiendo de la diferencia de temperaturas entre el flujo de agua subterránea y la masa de agua receptora, será posible, por medio de un sensor remoto (IR-8-12  $\mu$ ), identificar estos flujos.



#### **Plan de Demostraciones**

La demostración de las aplicaciones indicadas se concretará en un Plan de Demostraciones que incluirá 142 vuelos de demostración a lo largo de 30 meses, a llevar a cabo en infraestructuras, en regadíos y en masas de agua superficiales de la Comunidad Foral de Navarra.

En el siguiente plano se incluye la planificación geográfica desarrollada para la realización de estos test, si bien, como etapa inicial del plan de demostración se ha planteado un trabajo previo en el que se involucra a los actores relacionados con los recursos a analizar. Como aglutinante y actor principal se sitúa el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra a través del cual se abrirán vías de comunicación con el resto de actores relacionados con los recursos objeto del proyecto (confederaciones hidrográficas, entidades locales, empresas públicas, etc.) con capacidad de gestión en mayor o menor medida sobre las infraestructuras y recursos en estudio, con el objetivo de dirigir el plan de demostración hacia los puntos más representativos en estas infraestructuras.



## Resultados del proyecto

Los resultados esperados del proyecto son:

- 1 prototipo demostrador instrumentado con una cámara infrarroja (8-12  $\mu$ ) giroestabilizada de alta resolución con peso máximo al despegue (MTOW) de 75 Kg y 1,5 horas de autonomía.
- 1 prototipo demostrador instrumentado con una cámara multispectral (6 bandas) con máximo peso al despegue de 20 Kg y 30 min de autonomía.
- Información espacial (imagen), geo-referenciada de las aplicaciones medioambientales objetivo para interpretación y análisis con el fin de evaluar la viabilidad técnica
- Evaluación de los costes del proceso de captación e interpretación de la información con el fin de evaluar la viabilidad económica.
- Establecimiento de contactos y audiencia suficiente a nivel nacional y europeo de organismos relacionados con la gestión del agua como futuros clientes potenciales demandantes de servicio
- Definición de los mejores procedimientos para llevar a cabo las misiones medioambientales incluyendo las condiciones atmosféricas adecuadas, franja horaria para máxima detectividad, condiciones de vuelo y configuración de los sensores