

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE
LABORATORIOS DE HIDRÁULICA DE ESPAÑA
PTLHE**

**ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DE
I+D+I EN INGENIERÍA HIDRÁULICA
EN ESPAÑA**

**PRESENTACIONES DE LÍNEAS
PRIORITARIAS A-B**

BARCELONA, FEBRERO 2009

Índice

1	COMUNICACIONES DE LA LÍNEA PRIORITARIA A: CRITERIOS HIDROMORFOLÓGICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES DEGRADADOS	4
1.1	Flujo de agua a través de lechos vegetados con aplicaciones en restauración fluvial. acercamiento experimental, teórico y numérico. GITS - Allen Bateman, Vicente Medina.....	6
1.2	FLATModel, modelo numérico bidimensional para la simulación de eventos de flujos de agua y de flujos detríticos de alta pendiente. Aplicación a la delimitación de zonas de riesgo. GITS - Vicente Medina, Allen Bateman	7
1.3	Caracterización de la reología de los flujos detríticos saturados y semisaturados a través de experimentos en un Canal de Alta Pendiente .GITS-Allen Bateman, Vicente Medina.....	8
1.4	Estudio de erosión potencial sobre un colector situado en el cauce de avenidas del río Besòs. <u>Ernest Bladé</u> , Martí Sánchez-Juny. Grupo de Investigación FLUMEN	9
1.5	Transporte de sedimentos y formas de fondo en un lecho experimental con mezclas de grava y arena. Francisco Núñez González, Juan P. Martín Vide	10
1.6	Estudio en modelo matemático del río Tietar. <u>Georgina Corestein</u> ⁽¹⁾ , Ernest Bladé ⁽¹⁾ , Gonzalo Olivares ⁽¹⁾ , Josep Dolz ⁽¹⁾ , Paula Pascual ⁽²⁾ , Enrique Aramburu ⁽²⁾ , Ángel Lara ⁽²⁾ ⁽¹⁾ Grupo de Investigación FLUMEN. UPC ⁽²⁾ Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX.....	11
1.7	Incisión de ríos por extracciones de áridos. modelación matemática. Carles Ferrer i Boix ⁽¹⁾ y Juan Pedro Martín Vide ⁽²⁾ ⁽¹⁾ Dept. d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental ⁽²⁾ Universitat Politècnica de Catalunya	12
1.8	Casos complejos de incisión. Juan P. Martín Vide, UPC	13
1.9	Sistemas de captación en cauces efímeros. <u>Luis G. Castillo E.</u> ⁽¹⁾ Juan Pedro Martín Vide ⁽²⁾ ⁽¹⁾ Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT. Grupo Hidr@m. ⁽²⁾ Universidad Politécnica de Catalunya, UPC. Grupo GITS	14
1.10	Algunos retos actuales en el estudio de fenómenos de erosión local en ríos. Gonzalo Simarro Grande. Universidad de Castilla – La Mancha	15
1.11	La audacia del Pabellón Puente en el río Ebro (Expo 2008): Consecuencia en erosión fluvial y exigencias de protección y auscultación. Martín-Vide, Juan P.; Núñez, Francisco ; Ferrer, Carles (UPC).....	16
1.12	Modelo morfodinámico de la evolución temporal de la erosión local en pilas de puente de base cuadrada y circular, con base en la comparación con resultados experimentales. GITS - Allen Bateman.....	17

1.13	Estudio experimental sobre las plumas formadas en zonas de aguas someras como marismas y humedales. Comparación entre situaciones de existencia de vegetación rígida emergente. GITS - Anna Mujal i Colilles; Allen. Bateman Pinzón	18
1.14	Estudio teórico de pasos de peces y desarrollo de una metodología de evaluación de su eficacia. GITS - Allen Bateman, Borja Trapote, Vicente Medina	19
1.15	Hidrodinámica del Embalse de Flix. comparación entre modelación numérica y experimental. <u>Martí Sánchez-Juny</u> , Ernest Bladé, Josep Dolz, Daniel Niñerola, Juan Pomares . Grupo de Investigación FLUMEN.....	20
1.16	Estudio sobre la capacidad de resuspensión de las corrientes de densidad. Aplicación al caso del Embalse de Flix. GITS - Albert Herrero, Allen Bateman....	21
2	COMUNICACIONES DE LA LÍNEA PRIORITARIA B: HIDRODINÁMICA DE EMBALSES. GESTIÓN SOSTENIBLE	22
2.1	La gestión de los embalses en relación con la calidad del agua en condiciones de aportes normales y de sequía extrema. <u>Joan Armengol</u> ⁽¹⁾ , Daniel Niñerola ⁽²⁾ , Joaquím Rabadá ⁽²⁾ , Rafel Marcé ⁽¹⁾ y Josep Dolz ⁽²⁾ ⁽¹⁾ FLUMEN-UB, ⁽²⁾ FLUMEN-UPC	23
2.2	Estudio de la evolución química de las aguas del lago de Meirama durante su inundación controlada. <u>Jordi Delgado</u> , Ricardo Juncosa. Universidade da Coruña	41
2.3	Introducción a la modelización numérica de embalses, caso del Embalse de Ribarroja de Ebro. <u>Marina Arbat Bofill</u> , Martí Sánchez Juny, Ernest Bladé Castellet. FLUMEN-UPC	43
2.4	Incidencia de los embalses de Mequinenza y Ribarroja en el transporte sólido en suspensión del Río Ebro. <u>Katrien de Pourcq</u> ⁽¹⁾ , Montserrat Roura ⁽¹⁾ , Marina Arbat ⁽¹⁾ , Joan Armengol ⁽²⁾ y Josep Dolz ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ FLUMEN-UPC , ⁽²⁾ FLUMEN-UB.....	56
2.5	Obtención y manejo de información hidrometeorológica de campo en la Marisma de Doñana. Josep Dolz Ripollés, Daniel Ninyerola Chifoni, Juan Pomares Abad, Joaquim Rabadà Manuel, <u>Anaïs Ramos Fuertes</u> . FLUMEN-UPC.....	70
2.6	La teledetección como herramienta de monitorización de cuerpos de agua. Aplicación a las Marismas del Espacio Natural de Doñana. <u>Belén Martí</u> , Josep Dolz, Ernest Bladé. FLUMEN-UPC.....	84
2.7	Hidrodinámica de las Marismas de Doñana. Proyecto Ramwass. Ernest Bladé, <u>Martí Sánchez-Juny</u> , Belén Martí, Kattrien de Pourcq, Josep Dolz. FLUMEN-UPC.....	96

COMUNICACIONES DE LA LÍNEA PRIORITARIA A: CRITERIOS HIDROMORFOLÓGICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ESPACIOS FLUVIALES DEGRADADOS

1. FLUJO DE AGUA A TRAVÉS DE LECHOS VEGETADOS CON APLICACIONES EN RESTAURACIÓN FLUVIAL. ACERCAMIENTO EXPERIMENTAL, TEÓRICO Y NUMÉRICO.
Allen Bateman, Vicente Medina
2. DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE FLUJO EN RÍOS
Ernest Bladé, Luis Cea, Georgina Corestein, Enrique Aramburu, Angel Lara, Jerónimo Puertas, Manuel Gómez, Josep Dolz, Luis Balairón
3. FLATMODEL, MODELO NUMÉRICO BIDIMENSIONAL PARA LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DE FLUJOS DE AGUA Y DE FLUJOS DETRÍTICOS DE ALTA PENDIENTE. APLICACIÓN A LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE RIESGO.
Vicente Medina, Allen Bateman
4. CARACTERIZACIÓN DE LA REOLOGÍA DE LOS FLUJOS DETRÍTICOS SATURADOS Y SEMISATURADOS A TRAVÉS DE EXPERIMENTOS EN UN CANAL DE ALTA PENDIENTE.
Allen Bateman, Vicente Medina
5. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y MOVIMIENTO DE SEDIMENTOS DEL RÍO VALIRA (PRINCIPADO DE ANDORRA)
Hans Sánchez, Manuel Gómez, Ernest Bladé
6. ESTUDIO DE EROSIÓN POTENCIAL SOBRE UN COLECTOR SITUADO EN EL CAUCE DE AVENIDAS DEL RÍO BESÒS
Ernest Bladé, Martí Sánchez-Juny
7. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y FORMAS DE FONDO EN UN LECHO EXPERIMENTAL CON MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA
Francisco Núñez González, Juan P. Martín Vide
8. ESTUDIO EN MODELO MATEMÁTICO DEL RÍO TIÉTAR
Georgina Corestein, Ernest Bladé, Gonzalo Olivares, Josep Dolz, Paula Pascual, Enrique Aramburu, Angel Lara
9. INCISIÓN DE RÍOS POR EXTRACCIONES DE ÁRIDOS. MODELACIÓN MATEMÁTICA.
Carles Ferrer i Boix, Juan P. Martín Vide
10. CASOS COMPLEJOS DE INCISIÓN

Juan P. Martín Vide

11. SISTEMAS DE CAPTACIÓN EN CAUCES EFÍMEROS

Luis G. Castillo E. Juan Pedro Martín Vide

12. ALGUNOS RETOS ACTUALES EN EL ESTUDIO DE FENÓMENOS DE EROSIÓN LOCAL EN RÍOS

Gonzalo Simarro Grande

13. LA AUDACIA DEL PABELLÓN PUENTE EN EL RÍO EBRO (EXPO 2008): CONSECUENCIA EN EROSIÓN FLUVIAL Y EXIGENCIAS DE PROTECCIÓN Y AUSCULTACIÓN.

Juan P. Martín-Vide, Francisco Núñez González, Carles Ferrer i Boix

14. MODELO MORFODINÁMICO DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA EROSIÓN LOCAL EN PILAS DE PUENTE DE BASE CUADRADA Y CIRCULAR, CON BASE EN LA COMPARACIÓN CON RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Allen Bateman

15. ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LAS PLUMAS FORMADAS EN ZONAS DE AGUAS SOMERAS COMO MARISMAS Y HUMEDALES. COMPARACIÓN ENTRE SITUACIONES DE EXISTENCIA DE VEGETACIÓN RÍGIDA EMERGENTE.

Anna Mujal i Colilles, Allen Bateman Pinzón

16. AVANCES EN LA MODELIZACIÓN DE FENÓMENOS HIDROBIOLÓGICOS Y DE CALIDAD DE LAS AGUAS

Jerónimo Puertas, Luis Cea, Luis Pena, José Anta, María Bermúdez, Ignacio Fraga, Ramón Trel, Eva Martín, Joaquín Suárez

17. ESTUDIO TEÓRICO DE PASOS DE PECES Y DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE SU EFICACIA.

Allen Bateman, Borja Trapote, Vicente Medina

18. HIDRODINÁMICA DEL EMBALSE DE FLIX. COMPARACIÓN ENTRE MODELACIÓN NUMÉRICA Y EXPERIMENTAL

Martí Sánchez-Juny, Ernest Bladé, Josep Dolz, Daniel Niñerola, Juan Pomares

19. ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE RESUSPENSIÓN DE LAS CORRIENTES DE DENSIDAD. APLICACIÓN AL CASO DEL EMBALSE DE FLIX

Albert Herrero, Allen Bateman

**Flujo de agua a través de lechos vegetados con aplicaciones en restauración fluvial.
Acercamiento experimental, teórico y numérico.**

GITS- Allen Bateman, Vicente Medina

En esta presentación se quiere mostrar los resultados de la tesis doctoral presentada por el Dr. David Velasco en el año 2006. Se presenta una base experimental que sirve de modelo de comparación de los fenómenos turbulentos que se desarrollan dentro de la vegetación. El modelo presenta un desarrollo conceptual de la longitud de mezcla mediante la cual es posible integrar las ecuaciones de Reynolds en la vertical, siempre y cuando se desprecien los efectos transversales del flujo. La vegetación se modela como una estructura en forma de cantiliver o ménsula empotrado en el fondo del canal y que, según el valor del modulo elástico de la planta, esta puede tener grandes deformaciones. La fuerza del agua sobre la vegetación es simplemente el resultado de aplicar las fuerzas de arrastre (más conocidas como fuerzas de Drag) en pequeños elementos diferenciales de la estructura y a lo largo de ella (se desprecia el peso unitario de la vegetación y los problemas de vibración derivados de los fenómenos no lineales asociados a los elementos involucrados). El método numérico de diferencias finitas permite valorar la deformación de la vegetación tal que está este en equilibrio con la distribución de velocidades resultante de la integración en vertical de las ecuaciones de Reynolds (que contienen las fuerzas de drag que actúa sobre la vegetación). Como se podrá apreciar el modelo puede predecir bastante bien el flujo a través de vegetación flexible sumergida, dando como resultado final la distribución de velocidades y la distribución de tensiones de Reynolds a lo largo de la profundidad del flujo.

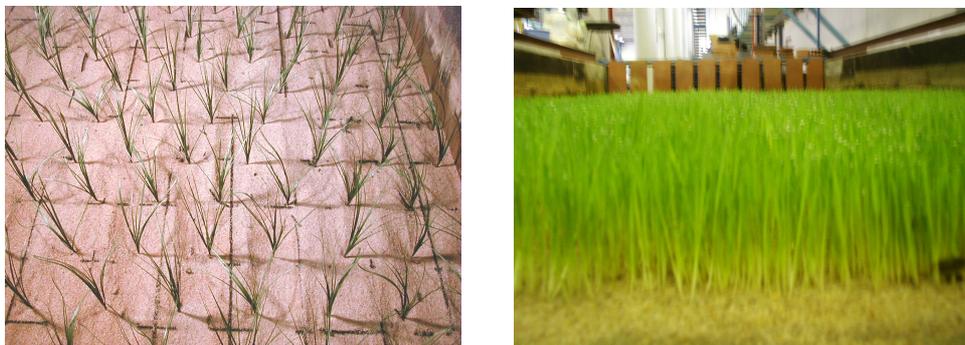


Figura. Experimentos con vegetación real y vegetación plástica llevados a cabo en el Laboratorio de Morfodinámica Fluvial.

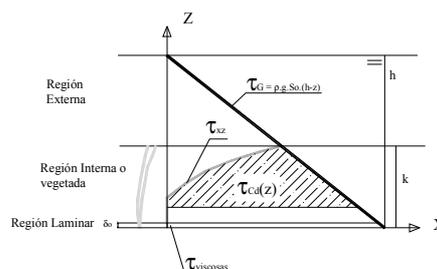


Figura 2. Distribución de tensiones de Reynolds y de Drag a lo largo de la profundidad.

FLATModel, modelo numérico bidimensional para la simulación de eventos de flujos de agua y de flujos detríticos de alta pendiente. Aplicación a la delimitación de zonas de riesgo.

Vicente Medina, Allen Bateman

Se describe las capacidades del modelo FLATModel en aras de simular eventos de inundabilidad caracterizados por flujos de agua y eventos en los que la reología del material cambia radicalmente y se comporta como una mezcla detrítica. Se mostrarán las últimas características que hacen del FLATModel un modelo adecuado para la simulación de una diversidad de fenómenos. El pre y postproceso de los datos para el FLATModel se realiza mediante el programa SIG de la ESRI el ARC-VIEW. De esta forma dar la cartografía y usarla para la presentación de los datos es un proceso natural sencillo.

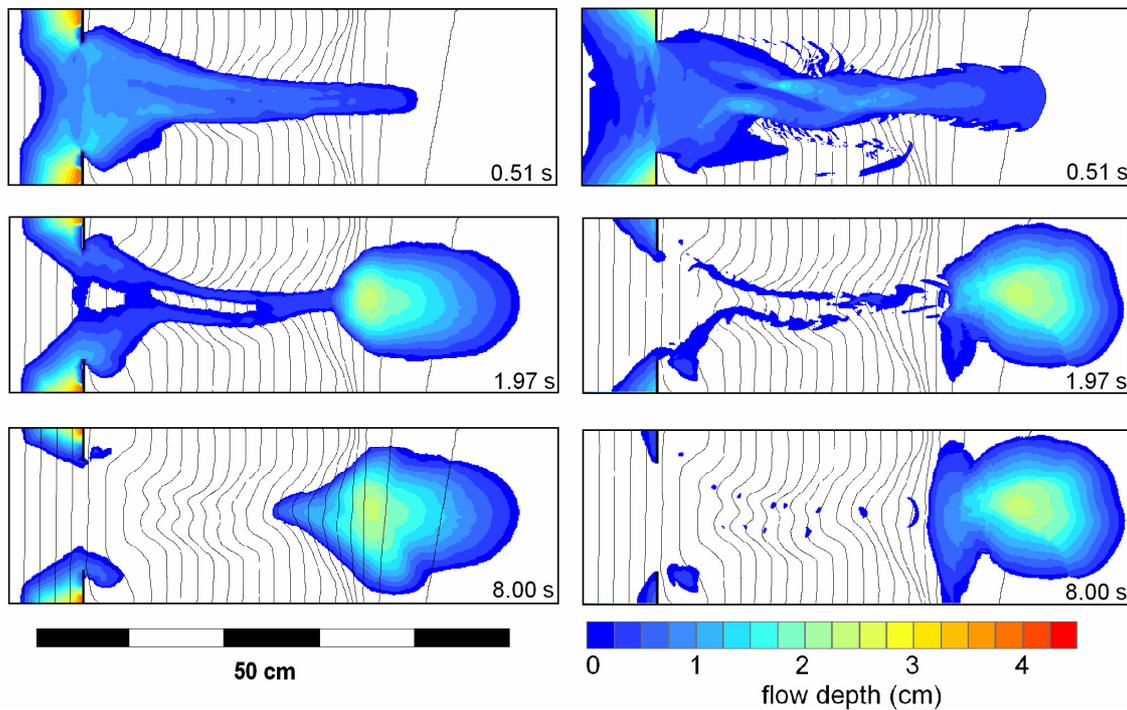


Figura 1. Comparación entre los experimentos de avalanchas de arena (Iverson et al., 2004 USGS) y los resultados del FLATModel (figuras de la columna derecha). La profundidad del flujo se presenta en una base topográfica con intervalos de líneas de nivel de 1 cm.

Caracterización de la reología de los flujos detríticos saturados y semisaturados a través de experimentos en un Canal de Alta Pendiente.

GITS- Allen Bateman, Vicente Medina

En esta presentación se muestran los experimentos realizados en el canal de alta pendiente que pertenece al laboratorio de Morfodinámica fluvial del Departamento de Hidráulica, Marítima y Ambiental de la UPC. Se trata de dos tipos de experimentos muy diferentes; en uno de ellos, el flujo de detritos se encuentra completamente saturado y escurre por la base lisa del canal de alta pendiente, en donde, la resistencia al flujo se consigue por el contacto agua y sedimento con el acero y el cristal que conforman la base y las paredes del canal respectivamente. El otro experimento destaca el proceso de flujo de material saturado sobre un lecho conformado por el mismo material.

En el primer experimento se muestra que el flujo es prácticamente un flujo en pistón que al modelarlo con una reología tipo Voellmy sólo una pequeña parte de las tensiones de fondo son explicables a través de la parte turbulenta de la ecuación, el resto es explicable por la parte de Coulomb o friccional.

En el segundo tipo de experimentos se muestra que un flujo de partículas que se mueven sobre si mismas generan una distribución de velocidades lineal. Que se aleja de todas las funciones reológicas conocidas en fluidos.



Figurta 1. Laboratorio de Morfodinámica Fluvial. Canal de Alta Pendiente (CAP).

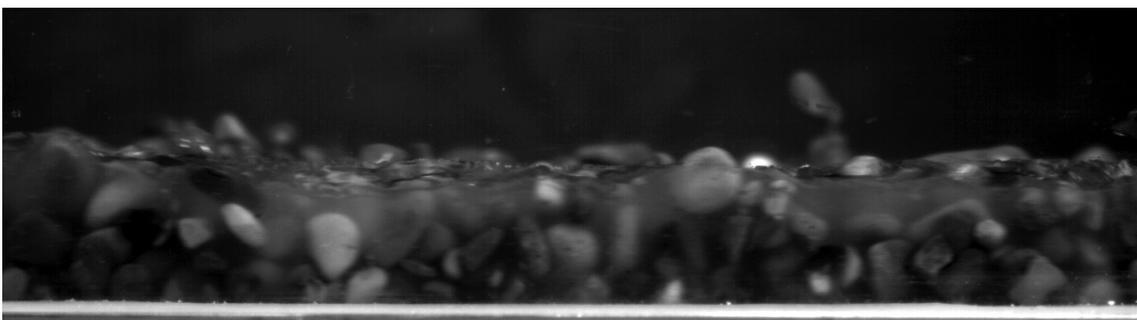


Figura 2. Imagen de un flujo de detritos saturado obtenida con cámara de alta velocidad a 600 fps.

ESTUDIO DE EROSIÓN POTENCIAL SOBRE UN COLECTOR SITUADO EN EL CAUCE DE AVENIDAS DEL RÍO BESÒS

Ernest Bladé, Martí Sánchez-Juny
Grupo de Investigación FLUMEN.

LÍNEA PRIORITARIA A

A petición de SANJOSE CONSTRUCTORA se ha realizado el estudio para estimar la erosión potencial en el cauce de avenidas del río Besòs en la zona donde se pretende trasladar un colector existente afectado por la plataforma del AVE. El estudio se ha realizado mediante simulación numérica bidimensional en régimen variable. Para ello se ha utilizado el programa CARPA desarrollado por el grupo de investigación Flumen. CARPA resuelve de forma conjunta las ecuaciones del flujo en lámina libre en dos dimensiones y la ecuación de continuidad del transporte de fondo (ecuación de Exner) mediante un esquema numérico en volúmenes finitos de alta resolución.

La ecuación de continuidad del sedimento puede escribirse como

$$(1 - \lambda) \frac{\partial z}{\partial t} = -\nabla \mathbf{q}_s$$

Donde λ es la porosidad, z la cota de fondo y \mathbf{q}_s el caudal sólido por unidad de ancho. Para la determinación del caudal sólido se ha utilizado la ecuación de Mayer-Peter y Müller modificada según Parker, que queda como:

$$q_s = 3.97 \left(\left(\frac{n_s}{n} \right)^{3/2} \tau^* - \tau_c^* \right)^{3/2}, \tau_c^* = 0.047$$

El estudio se ha realizado, corrigiendo el valor de la tensión tangencial crítica τ_c^* para considerar el efecto de la pendiente de fondo sobre la misma.

Para el hidrogramas de cálculo, se utilizó un hidrograma patrón a partir de de los hidrogramas de avenidas significativas suministrados por la Agència Catalana de l'Aigua.

Aparte de los resultados de calados y velocidades se han obtenido los siguientes resultados: cota de fondo en todo el dominio a lo largo de la avenida, erosiones máximas, valor del caudal sólido a lo largo del tiempo.

Los resultados indican que el cauce del río Besòs presenta un comportamiento morfodinámico con claras zonas de erosión y sedimentación, existiendo zonas con sedimentaciones considerables incluso durante la punta de la avenida

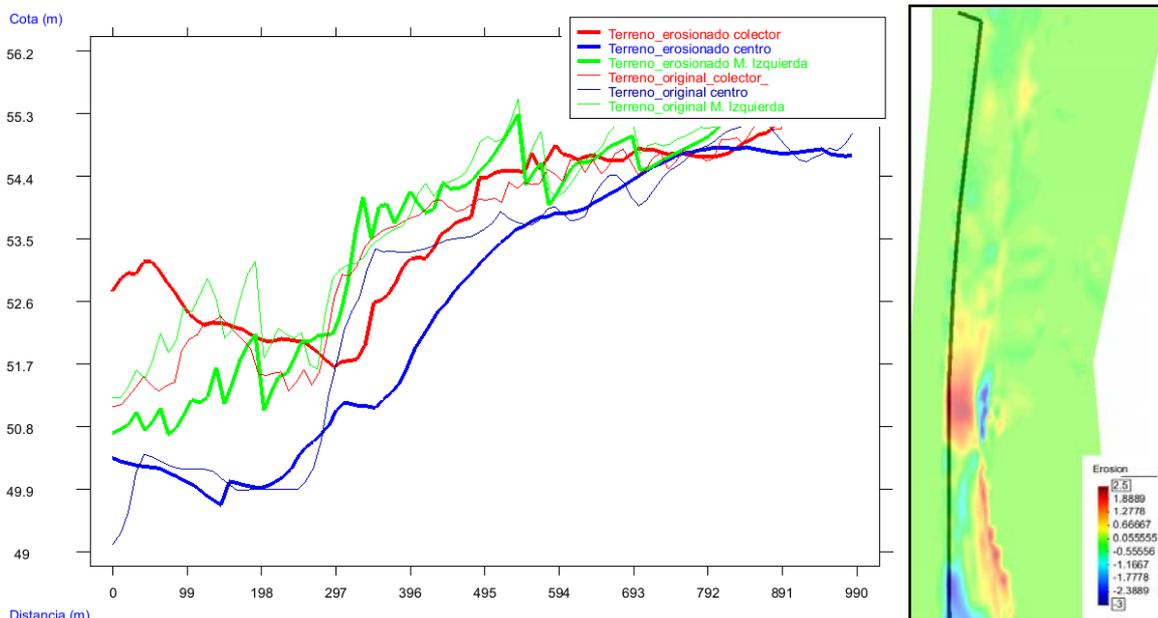


Figura 1. Perfil longitudinal inicial y erosionado en la traza del colector, centro, y margen izquierda (izq) y Valores máximos de erosión y la correspondiente sedimentación (derecha).

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y FORMAS DE FONDO EN UN LECHO EXPERIMENTAL CON MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA

Francisco Núñez González, Juan P. Martín Vide

Los cursos fluviales torrenciales de carácter efímero, con pendientes moderadamente fuertes, como los que existen en la costa mediterránea española, cuentan con una gran capacidad para transportar sedimentos. Con mucha frecuencia, el sedimento disponible en estos cauces comprende un amplio rango de tamaños, por lo que al estudiar la capacidad de transporte de estas corrientes es necesario aplicar metodologías que consideren la heterogeneidad del material aluvial. De igual forma, al aplicar modelos hidráulicos es necesario considerar la resistencia al flujo debida a las formas de fondo que se generan para las características específicas del cauce: su geometría, tamaño de grano del sedimento y la energía del flujo. Poca información existe en la literatura sobre la resistencia al flujo y las formas de fondo en este tipo de cauces, lo cual se explica en parte por el carácter empírico de la investigación necesaria para caracterizar la variedad de configuraciones del lecho y la rugosidad equivalente que producen; al tratarse de cauces con una gran capacidad de transporte resulta muy difícil generar estas condiciones en laboratorio. Para investigar la resistencia al flujo y el transporte de sedimentos en condiciones que representen las que ocurren en los cauces torrenciales, hemos realizado ensayos en una instalación experimental que permite explorar rangos hidráulicos y de transporte de sedimentos similares a las de este tipo de cauces. El canal (en la UCLM) cuenta con 30 metros de largo y es posible alimentar y recircular sedimento compuesto de grava y arena, a tasas que llegan incluso a más de 1 kg por segundo. En los experimentos se buscó establecer condiciones de equilibrio dinámico en el lecho para diferentes combinaciones de condiciones hidráulicas y características granulométricas del sedimento. Se registraron el tipo de formas de fondo, el transporte por fracciones y la clasificación que el flujo hace del sedimento por tamaños. Con esta información ha sido posible estimar coeficientes de resistencia al flujo para ser comparados con datos de formas de fondo similares registradas en la bibliografía. De igual forma, se ha comparado la configuración del fondo al finalizar los ensayos con configuraciones típicas en ríos naturales, con lo cual se han podido establecer hipótesis sobre la relación entre las formas de fondo y el transporte de sedimentos en periodos torrenciales y el tipo de configuraciones fluviales visibles durante periodos de aguas bajas.



ESTUDIO EN MODELO MATEMÁTICO DEL RÍO TIETAR

Georgina Corestein ⁽¹⁾, Ernest Bladé ⁽¹⁾, Gonzalo Olivares ⁽¹⁾, Josep Dolz ⁽¹⁾,
Paula Pascual ⁽²⁾, Enrique Aramburu ⁽²⁾, Ángel Lara ⁽²⁾

(1) Grupo de Investigación FLUMEN. UPC
(2) Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX

LÍNEA PRIORITARIA A

Como bien se sabe, debido a la dinámica de un río, año tras año existe un cambio continuo en el cauce y las tierras aledañas a él. En el caso del Río Tietar esta situación parece verse agravada por la presencia de zonas de explotación comercial de la extracción de áridos. Aparentemente esta actividad ha intensificado los cambios en la morfología y composición vegetacional en el mismo cauce, llevando así a cambios en la respuesta hidrodinámica del río.

La sospecha de que estos cambios en comportamiento del río Tietar eran los responsables de las afectaciones en las cimentaciones de algunos de los puentes existentes a lo largo del cauce impulsó la realización de diversos estudios tanto por administraciones públicas como por grupos privados.

El estudio realizado por el grupo Flumen consistió en la modelización numérica de la hidrodinámica del río Tietar en el tramo comprendido entre los embalses de Rosarito y Torrejón. La modelización numérica de la evolución de las variables hidrodinámicas en el tramo considerado se realizó mediante el modelo CARPA, combinando tramos estudiados en una dimensión y dos dimensiones.

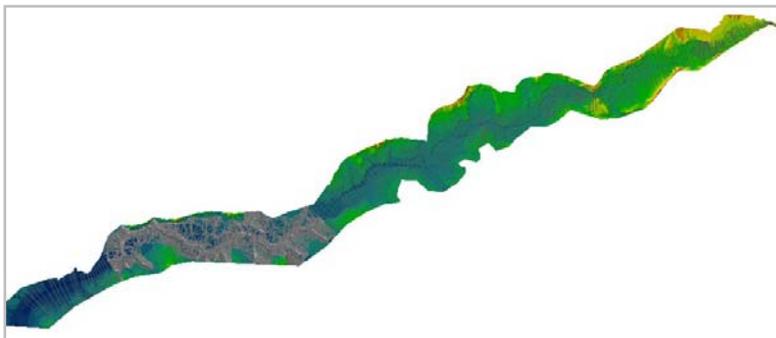


Figura 1. Malla 1D-2D-1D empleada en las simulaciones. De fondo imagen de la TIN usada como base.

Las simulaciones se realizaron para distintos supuestos con variaciones de los datos de caudales, de topografía, de usos del suelo y sedimentológicos

Se estudiaron caudales asociados a diferentes períodos de retorno obtenidos a partir de un modelo HMS de la cuenca.

Para la modelización numérica de la morfología del río Tietar en el tramo en estudio el modelo incorporó un módulo de transporte de sedimentos por arrastre de fondo. Para la aplicación de este módulo se emplearon los datos sedimentológicos (granulometrías y densidades) de los que dispone el CEH para el tramo en cuestión.

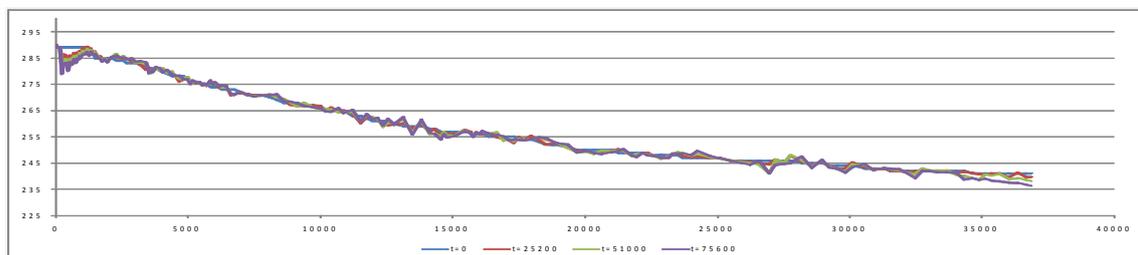


Figura 2. Perfil longitudinal del análisis morfológico del primer tramo 1D.
Cota de fondo en los instantes T= 0, T= 25200s, T=51000s, T= 75000s

Finalmente la caracterización de la llanura de inundación del río Tietar se realizó mediante una fotointerpretación del área de estudio, dividiendo el terreno en 5 clases de uso del suelo. Se consideraron dos escenarios representativos del estado del cauce y de la llanura de inundación, en dos momentos de la vida del río. La expectativa es conocer la respuesta de la hidrodinámica del río ante cambios en el uso de suelo, como puede ser el repoblamiento vegetacional de zonas que anteriormente fueron zonas de suelo desnudo o bien zonas que han sido destinadas a la extracción de áridos que en el pasado pueden haber sido consideradas como una zonas de matorrales o arbustos. Así también zonas aledañas al río que han sido reconvertidas para la agricultura.

INCISIÓN DE RÍOS POR EXTRACCIONES DE ÁRIDOS. MODELACIÓN MATEMÁTICA

Carles Ferrer i Boix y Juan Pedro Martín Vide
Dept. d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental
Universitat Politècnica de Catalunya

Las extracciones de material aluvial del cauce pueden provocar grandes alteraciones a la morfología fluvial de los ríos. Estas alteraciones, la más significativa de las cuáles es la incisión o erosión generalizada del lecho, provocan a su vez otros impactos sobre el entorno fluvial. En esta comunicación, se presentan una metodología a seguir para el estudio de la evolución del perfil longitudinal de ríos sujetos a extracciones y los resultados de estas aplicaciones a casos reales. En particular, se detallan los resultados del estudio del tramo inferior del río Gállego en Zaragoza. En este tramo de 11 km, 1 millón de m³ fueron extraídos en 25 años causando una incisión generalizada de 4 m, superando en algún punto los 5 m.



Esta incisión no se produjo de forma inmediata al inicio de las extracción ni cesó inmediatamente después del cese de las actividades. Se ha observado un retardo o inercia en el proceso de erosión del lecho. También se ha observado un cambio en la hidrodinámica del río Gállego. A medida que el río se incide, los caudales que antes desbordaban, en la nueva situación ya no lo hacen, aumentando de esta manera la acción del agua sobre el fondo. Este aumento de la acción erosiva se ha comprobado mediante la comparación de perfiles longitudinales históricos recopilados para este estudio. De dicha comparación se ha obtenido que el volumen de material del lecho perdido asciende en este tramo a 2 millones de m³.

Toda esta dinámica ha sido modelada a través de un modelo unidimensional basado en hipótesis simplificadas para la descripción del flujo de agua, conjuntamente con la ecuación de conservación de la masa de sedimentos o de Exner. Estas simplificaciones dan como resultado una ecuación de tipo difusivo que puede resolverse de forma analítica para cualquier distribución de extracciones. Los resultados satisfactorios de la modelación en términos de comparación de perfiles longitudinales históricos muestran que esta metodología puede aplicarse a casos reales de ríos sujetos a extracciones de material, toda vez que se conoce su historia de extracciones.

Martín-Vide, J.P., Ferrer-Boix, C. and Ollero, A. "Incision due to gravel mining: modelling a case study", *Geomorphology*. (aceptado).

Ferrer-Boix, C. and Martín-Vide, J.P. "Mathematical model for river bed degradation due to case gravel mining" in *River Flow 2008*, Çeşme (Turkey) edited by M.S. Altınakar, M.A. Kokpinar, M. Gogus, G. Tayfur, S.Y. Kumcu and N.Yildirim, pp. 1505-1513.

Martín-Vide, J.P. and Ferrer-Boix, C. "River incision due to gravel mining a case study" in *River, Coastal and Estuarine Morphodynamics: RCEM 2005*, Urbana-Champaign, Illinois (USA) edited by G. Parker and M.H. García, pp 91-94, Taylor and Francis, London.

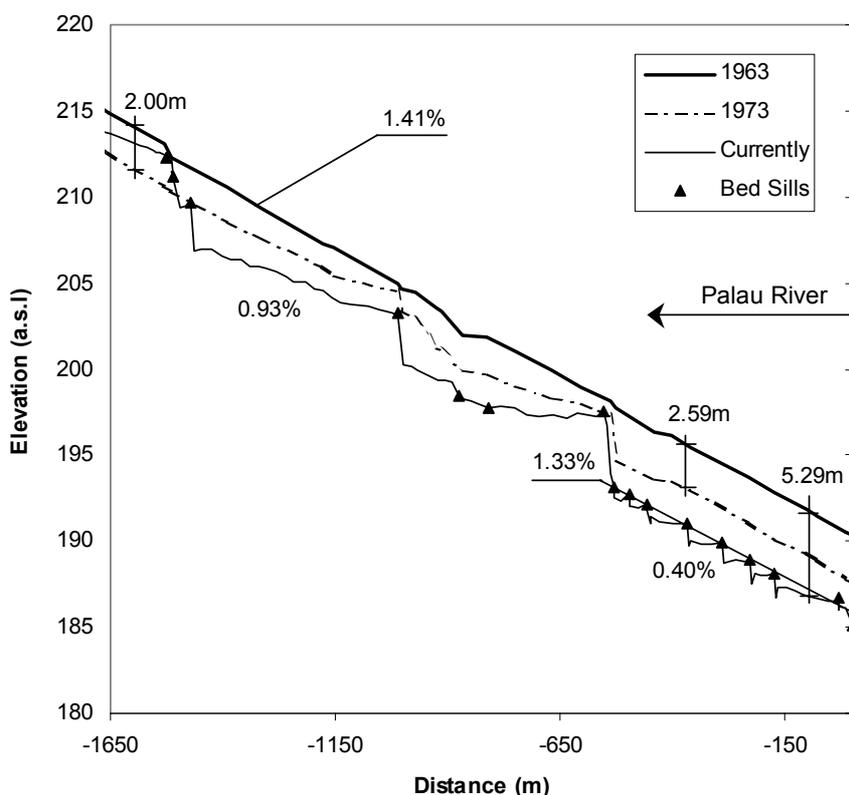
Casos complejos de incisión

Juan P. Martín Vide, UPC

Se trata dos casos de dinámica fluvial estudiados recientemente, en los que existe una incisión debido a una combinación de varias causas.

El primero son las ramblas efímeras de Las Arenas, Palau y Rubí (Barcelona). En ellas se aprecian descensos muy importantes (incluso de 5m) en unos 30 años. A veces son descensos paralelos cuando el medio aluvial no tiene restricción alguna a la erosión. En otros lugares son descensos condicionados por puntos no erosionables. En otros se ha puesto freno con traviesas que han inducido pendiente parciales muy bajas. El análisis de la información cartográfica histórica ha permitido distinguir las varias fases de estos procesos (la figura es un ejemplo). En este caso la pérdida de fuentes de suministro de material sólido, el aumento de la escorrentía y la reducción de anchura por encauzamiento son las razones de la incisión.

El segundo es el río Aragón en Caparroso (Navarra). Se aprecia un descenso muy suave, de poca magnitud, en un lugar en que la derivación de caudal para una central hidroeléctrica debería haber causado, por el contrario, la acreción del cauce.



Referencias: Martín-Vide, J.P., Andreatta A. “Channel Degradation and Slope Adjustment in Steep Streams Controlled through Bed Sills”. Earth Surface Processes and Landforms 34, 38-47 (2009).

SISTEMAS DE CAPTACIÓN EN CAUCES EFÍMEROS

Luis G. Castillo E.¹ Juan Pedro Martín Vide²

Línea Prioritaria A

En regiones de morfología abrupta y régimen irregular de precipitaciones las crecidas suelen presentarse transportando una gran cantidad de transporte de sedimentos. Por esta razón los flujos torrenciales no pueden captarse con los sistemas habituales presa-embalse ya que implicarían su sedimentación en poco tiempo. El cambio climático incidirá en los flujos torrenciales, éstos serán cada vez más acusados en las regiones semiáridas, lo que obligará a controlar este tipo de flujos para minimizar sus efectos destructivos y, simultáneamente, captar estos caudales, incrementando así la disponibilidad del recurso.

Una primera experiencia en el estudio y diseño de estos sistemas de captación, desde una perspectiva moderna, se llevó a cabo en la Isla de la Palma (Islas Canarias), concretamente en el Barranco de Las Angustias. Las obras que existen actualmente (tomaderos) captan caudales bastante reducidos, constituyendo el de Dos Aguas el de mayor capacidad ($Q=2,27 \text{ m}^3/\text{s}$). Su dimensionamiento se ha realizado de forma empírica, resultando así su funcionamiento bastante ineficiente.

Es necesario por tanto realizar estudios sistematizados en modelos reducidos y prototipos que nos permitan obtener unos parámetros de diseño más eficientes, junto con una metodología de diseño general que incluya los principales aspectos de tipo geomorfológico, hidrológico e hidráulico.

Como punto de partida se considerará la experiencia adquirida en Suiza, ex Unión Soviética y de diversas regiones andinas, en los diseños de captación de ríos de montaña (captación de rejillas de fondo, denominadas tomas tirolesas o caucasianas), pero considerando las condiciones de las regiones semiáridas.

Los principales objetivos del proyecto de investigación son los siguientes:

1. Caracterizar los procesos geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos en regiones semiáridas a diferente escala temporal y espacial.
2. Evaluación de las diferentes formulaciones de transporte de sedimentos y selección de las más adecuadas para su aplicación en este tipo de regiones.
3. Evaluación de las diferentes formulaciones para la caracterización de los coeficientes de rugosidad y macrorugosidad en cauces de alta pendiente, selección de las más adecuadas y su acoplamiento con las formulaciones de transporte de sedimentos.
4. Estudio de los sistemas de captación en zonas similares, su adaptación y corrección, así como la generalización del diseño en zonas semiáridas.

¹ Universidad Politécnica de Cartagena, UPCT. Grupo Hidr@m.

² Universidad Politécnica de Catalunya, UPC. Grupo GITS

ALGUNOS RETOS ACTUALES EN EL ESTUDIO DE FENÓMENOS DE EROSIÓN LOCAL EN RÍOS

**Gonzalo Simarro Grande
Universidad de Castilla – La Mancha
Barcelona, 24 de febrero de 2009**

Cuando en el lecho de un río se coloca alguna estructura (frecuentemente pilas y estribos de puente), el patrón hidrodinámico que se deriva de esta presencia es tal que lleva a una erosión del lecho localizada alrededor de la propia estructura.

Estos fenómenos, denominados “de erosión local” son la principal causa de colapso de puentes fluviales. No debe extrañar por lo tanto que la erosión local haya recibido mucha atención: desde mediados del siglo pasado se han desarrollado gran cantidad de estudios sobre el tema. Debido a la complejidad del tema, que involucra un movimiento en lámina libre que es tridimensional turbulento y con transporte de sedimentos), los estudios han sido hasta el momento de carácter fundamentalmente experimental.

En general se pueden considerar dos tipos de planteamientos básicos en relación a los problemas de erosión local. Por un lado, considerando que es posible estimar la erosión local (y su combinación con otros tipos de erosión, como la transitoria) que se puede llegar a alcanzar en una cierta estructura, ésta se puede asumir en el cálculo estructural. Por otro, se puede tratar de proteger el lecho alrededor de la estructura (normalmente con mantos de escollera) de tal forma que la erosión sea nula. También puede considerarse una combinación de los dos planteamientos.

A pesar de los muchos trabajos realizados y avances obtenidos tanto en el estudio de las medidas de protección como, especialmente, en el de erosiones (sin protección), existen bastantes aspectos en los que se debe profundizar el conocimiento. El objetivo de la charla es, precisamente, el destacar algunos de los aspectos en los que parece claro que debe mejorarse el conocimiento.

En lo que respecta al análisis de la erosión local sin protecciones, se consideran aspectos fundamentales no suficientemente bien entendidos algunos relacionados con la evolución temporal de la erosión y la erosión de equilibrio, la posible influencia de los efectos viscosos y del tamaño de grano, así como el análisis general de algunas estructuras que pueden reducir la erosión local (encepados de pilotes). En lo referente a la protección mediante mantos de escollera, se consideran como aspectos fundamentales, entre otros, el correcto dimensionamiento de los bloques de escollera y del espesor del manto y la optimización de su geometría en planta.

Se destaca asimismo que en el análisis de algunos de los problemas anteriores, el uso de modelos numéricos tridimensionales puede ayudar a la, en todo caso necesaria, tarea experimental.

La audacia del Pabellón Puente en el río Ebro (Expo 2008): consecuencia en erosión fluvial y exigencias de protección y auscultación

Martín-Vide, Juan P. (UPC); Núñez, Francisco (UPC); Ferrer, Carles (UPC)

Se trata del riesgo de erosión fluvial en una pila compleja de gran anchura, construida en el cauce del río Ebro en Zaragoza. Se describe el problema de erosión local en la pila, las características del modelo físico ensayado y los mantos de escollera que consiguen detener la erosión, así como la ejecución y auscultación de esta protección.



Referencias: Martín-Vide JP, Fael C, Núñez F, Ferrer C, Gutiérrez F, Goyeneche, F.J. mismo título de este resumen. *Revista de Obras Públicas*, marzo 2009 (*in press*).

Modelo morfodinámico de la evolución temporal de la erosión local en pilas de puente de base cuadrada y circular, con base en la comparación con resultados experimentales.

GITS- Allen Bateman

El presente estudio se basa en la aplicación de la teoría de los vórtices (Teorías de Batchelor y Kolmogorov) y la energía contenida en ellos que conforman la base activa capaz de erosionar el lecho al pie de la pila. Unido a este factor activo existe el fenómeno asociado al derrumbamiento del talud que constituye toda una problemática y que se modela de la forma más sencilla como si el foso de erosión fuese una cuenca pero en lugar de flujo de agua la cuenca transporta sedimentos. Como resultado se presenta un sistema de dos ecuaciones en derivadas totales, en función de la erosión y el caudal sólido neto que emerge del foso, estas se resuelven por el método de Runge Kutta. Se presenta una comparación entre los resultados numéricos y experimentales para la erosión en pilas de base cuadrada de 3, 4, 6 y 9 cm de lado y en pilas de base circular de 3, 5 y 6 cm de diámetro. Las medidas de erosión y la morfología del foso se baso respectivamente en la aplicación de un sistema de ecoerosímetros en puntos estratégicos y la morfología del foso se baso en un levantamiento topográfico mediante procesado de imágenes con iluminación láser.

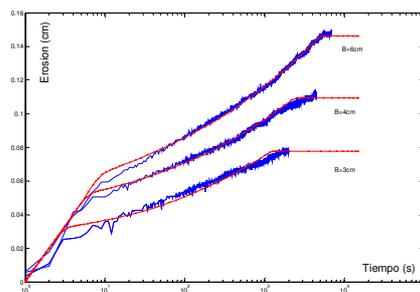


Figura 1. Comparación numérico experimental para pilas de puente de base cuadrada.

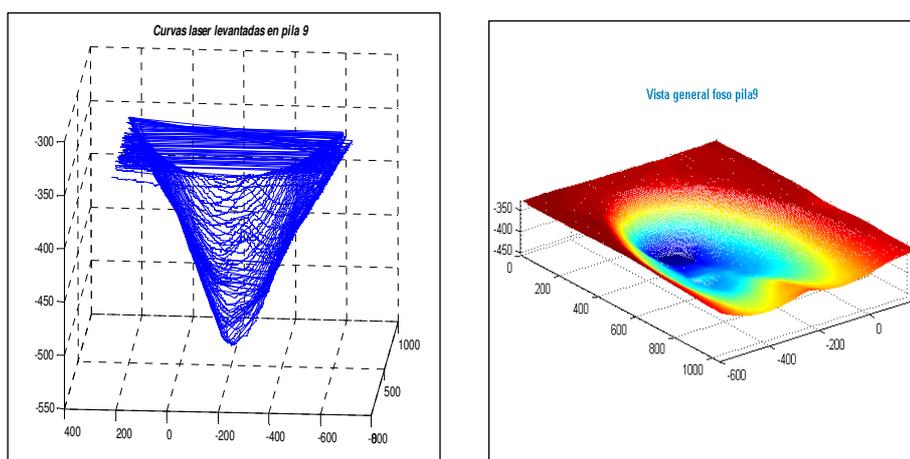


Figura 2. Morfología del foso de erosión, levantamiento topográfico mediante tratamiento de imágenes.

Estudio experimental sobre las plumas formadas en zonas de aguas someras como marismas y humedales. Comparación entre situaciones de existencia de vegetación rígida emergente.

Anna Mujal i Colilles; Allen. Bateman Pinzón

Abstract: las plumas formadas en zonas de aguas someras con bajas velocidades, como marismas, generan fenómenos de mezcla cuyo proceso puede resultar crucial para la continuidad de dichos ecosistemas. Tratándose de procesos de mezcla en los que se considera la turbulencia, la causante principal del fenómeno, el estudio siguiente se basa en la escala de Reynolds. Se presenta el estudio experimental de este tipo idiosincrasias, realizado en el laboratorio de Morfodinámica Fluvial, con técnicas de tratamiento de imágenes y un modelo a escala reducida de aguas someras, que juega con la autosemejanza de los jets entrantes que son, en definitiva, los causantes de la mezcla con el agua del ambiente. Se compara también la existencia de vegetación rígida emergente con las situaciones en las que no existe impedimento para la mezcla de las plumas con el agua almacenada en la marisma.



Figura 1. Resultado de los experimentos del flujo entrante en el medio con y sin vegetación emergente.

Estudio teórico de pasos de peces y desarrollo de una metodología de evaluación de su eficacia.

Allen Bateman, Borja Trapote, Vicente Medina

Descripción de la ictiofauna de Cataluña y las capacidades natatorias de algunos peces. Se describen las fuerzas actuantes sobre los peces centrándose sobre todo en la fuerza de arrastre o Drag. Esta es la fuerza que el agua ejerce sobre el pez y corresponde a la acción de las fuerzas normales y tangentes que actúan sobre la superficie del pez en su movimiento a lo largo de la corriente.

Se presentan las típicas estructuras que están presentes en la red hidrográfica catalana y algunas especiales de otros países. Se comentan sus características especiales.

Finalmente se presenta una nueva metodología de evaluación de la eficacia de la estructura al paso de los peces. Ésta se basa en el cálculo bidimensional con el FLATModel que conjuntamente con la fuerza de Drag actuante sobre el pez y la potencia que ejercen los músculos rojos y blancos para vencer la corriente, permiten desarrollar una clasificación de la idoneidad de la estructura. Las variables nuevas que se verían involucradas en la decisión final son: la longitud del pez, la temperatura del agua, la especie, el caudal circulante (velocidad local), hecho que complica bastante los estudios.

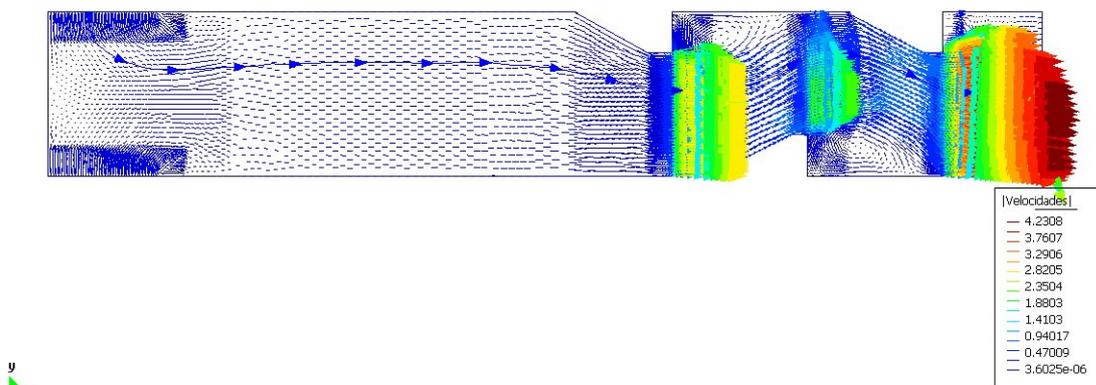


Figura 1. Resultados del cálculo bidimensional con FLATModel.

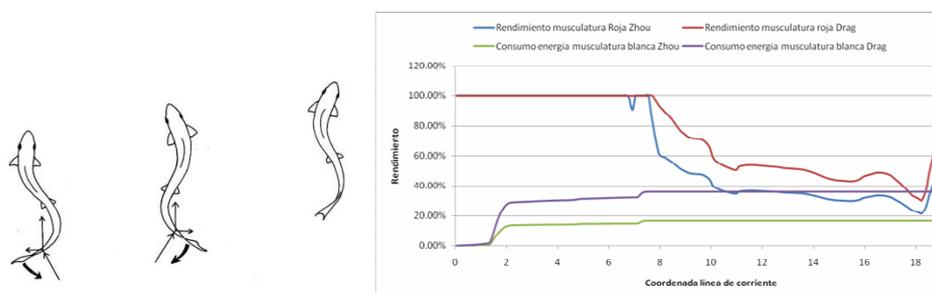


Figura 2 Esquema de las fuerzas que ejerce el agua sobre el pez y viceversa durante su movimiento, valoración de la potencia de cada una de las musculaturas.

HIDRODINÁMICA DEL EMBALSE DE FLIX. COMPARACIÓN ENTRE MODELACIÓN NUMÉRICA Y EXPERIMENTAL

Martí Sánchez-Juny, Ernest Bladé, Josep Dolz, Daniel Niñerola, Juan Pomares

Grupo de Investigación FLUMEN. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. Universitat Politècnica de Catalunya, Jordi Girona 1-3 D-1, 08034, Barcelona.
Tel.: +34 934 016 481; fax: +34 934 017 357; e-mail: marti.sanchez@upc.edu

LÍNEA PRIORITARIA A: Criterios hidromorfológicos para la recuperación de espacios fluviales degradados

El embalse de Flix es un pequeño embalse situado en el municipio del mismo nombre en el Bajo Ebro. En este embalse la existencia de un importante depósito de residuos tóxicos ha provocado la elaboración de un proyecto para extraerlo del lecho del río con la finalidad de evitar su arrastre hacia aguas abajo en caso de avenida.

Se ha analizado la hidrodinámica del embalse a fin de dar apoyo a la redacción del proyecto para definir los procedimientos seguros de extracción. Para ello se ha desarrollado un modelo numérico 2D cuyas simulaciones serán contrastadas y complementadas mediante la construcción de un modelo reducido en laboratorio así como una campaña de medidas de campo. La simulación bidimensional ha sido llevada a cabo mediante el modelo CARPA. Este modelo resuelve las ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones mediante un esquema de volúmenes finitos de alta resolución.

La situación durante la realización de las obras contempla la ejecución de un muro de tabletas que permita cerrar un recinto para aislar la zona afectada por las obras. La geometría de dicho recinto (Figura 1, izquierda) es el resultado de un proceso iterativo, con el que se pretende preservar lo mejor posible la hidrodinámica del embalse en la situación actual, en particular el esfuerzo cortante sobre el lecho del río que puede afectar a su estabilidad. Así, se ha analizado cómo el citado recinto modifica la acción hidrodinámica sobre el lecho del río. La simulación numérica ha mostrado que la acción erosiva del flujo para un cierto caudal específico con el recinto es el mismo que el existente en la situación actual (sin el recinto) para un caudal un 63% menor.

Se ha medido el campo de velocidades tanto en el modelo reducido como en campo usando un anemómetro acústico de efecto Doppler. Se ha obtenido una buena coincidencia de los resultados entre la simulación numérica y las medidas experimentales (Figura 1, derecha).

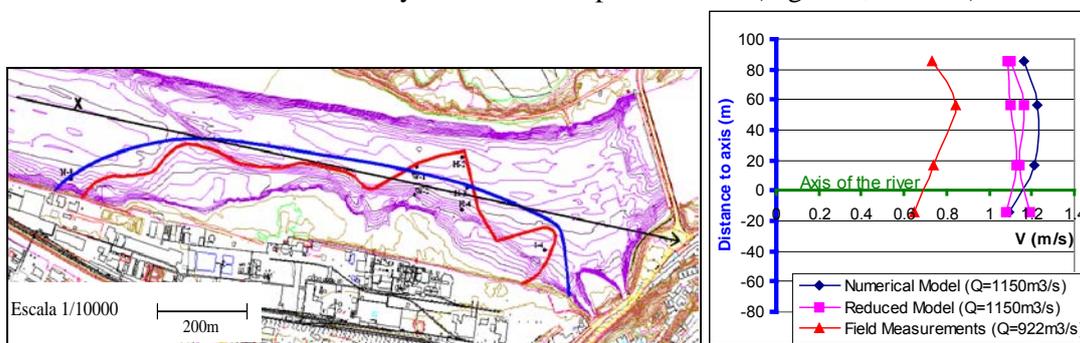


Figura 1. Izquierda: topografía actual. Delimitación del recinto (azul) y de los residuos contaminados (rojo). Derecha: Comparación de los perfiles de velocidad medidos y calculados en función del caudal circulante.

Estudio sobre la capacidad de resuspensión de las corrientes de densidad. Aplicación al caso del Embalse de Flix

Albert Herrero, Allen Bateman

En este artículo se estudia la capacidad de las corrientes de densidad, formadas por diferencia de temperatura, para resuspender el sedimento en el fondo de un embalse. El estudio se enmarca dentro de un suceso de contaminación que se produjo en el embalse de Flix en 2001, en el que murieron varios miles de peces y se vio afectada el agua de abastecimiento de poblaciones como Tarragona. Se discuten otras hipótesis sobre la explicación del acontecimiento, y se desarrolla un nuevo hilo de razonamiento basado en las corrientes de densidad. La modelación numérica del fenómeno se ha realizado mediante el programa Bang 1DT, extensión del Bang 1D (Parker et al, 2001)

Distribución en la capa de residuos y sedimentos superficiales de las concentraciones máximas de Mercurio (mg/kg)

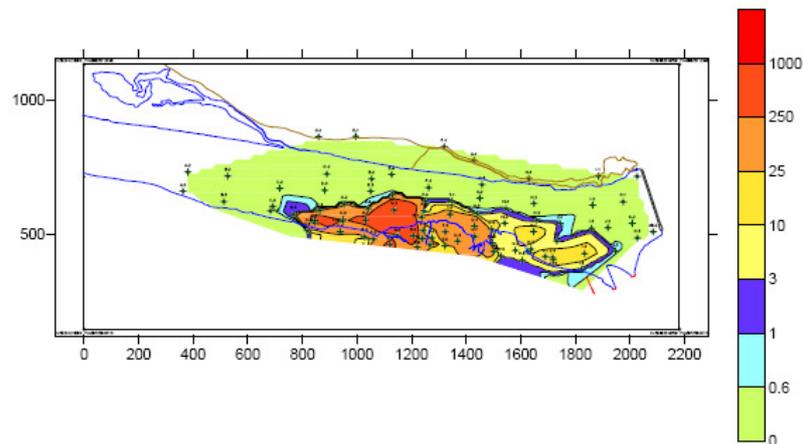


Figura 1. Distribución de concentraciones de mercurio en el fondo del embalse

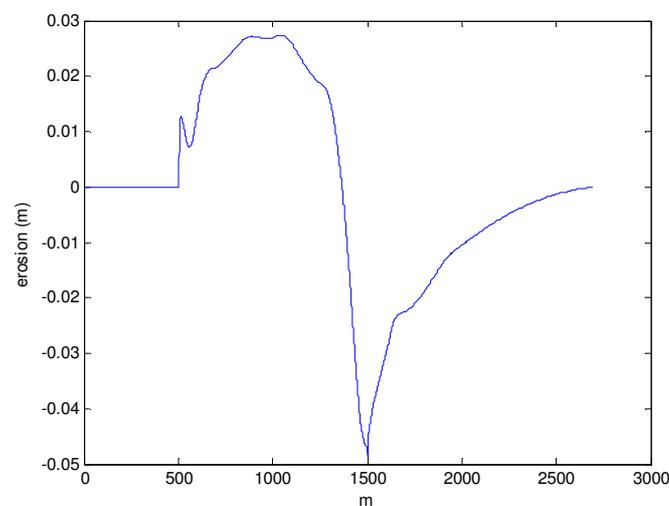


Figura 2. Perfil de erosión obtenido para una de las corrientes de densidad simuladas

COMUNICACIONES DE LA LÍNEA PRIORITARIA B: HIDRODINÁMICA DE EMBALSES. GESTIÓN SOSTENIBLE

1. LA GESTIÓN DE LOS EMBALSES EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN CONDICIONES DE APORTES NORMALES Y DE SEQUÍA EXTREMA.
Joan Armengol¹, Daniel Niñerola², Joaquim Rabadá², Rafel Marcé¹ y Josep Dolz²
¹ FLUMEN-UB
² FLUMEN-UPC
2. ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DEL LAGO DE MEIRAMA DURANTE SU INUNDACIÓN CONTROLADA.
Jordi Delgado, Ricardo Juncosa
Universidade da Coruña
3. INTRODUCCIÓN A LA MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE EMBALSES, CASO DEL EMBALSE DE RIBARROJA DE EBRO.
Marina Arbat Bofill, Martí Sánchez Juny, Ernest Bladé Castellet
FLUMEN-UPC
4. INCIDENCIA DE LOS EMBALSES DE MEQUINENZA Y RIBARROJA EN EL TRANSPORTE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN DEL RÍO EBRO.
Katrien de Pourcq¹, Montserrat Roura¹, Marina Arbat¹, Joan Armengol² y Josep Dolz¹
¹ FLUMEN-UPC
² FLUMEN-UB
5. OBTENCIÓN Y MANEJO DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE CAMPO EN LA MARISMA DE DOÑANA.
Josep Dolz Ripollés, Daniel Ninyerola Chifoni, Juan Pomares Abad, Joaquim Rabadà Manuel, Anais Ramos Fuertes
FLUMEN-UPC
6. LA TELEDETECCIÓN COMO HERRAMIENTA DE MONITORIZACIÓN DE CUERPOS DE AGUA. APLICACIÓN A LAS MARISMAS DEL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA.
Belén Martí, Josep Dolz, Ernest Bladé
FLUMEN-UPC
7. HIDRODINÁMICA DE LAS MARISMAS DE DOÑANA. PROYECTO RAMWASS.
Ernest Bladé, Martí Sánchez-Juny, Belén Martí, Katrien de Pourcq, Josep Dolz
FLUMEN-UPC

LA GESTIÓN DE LOS EMBALSES EN RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN CONDICIONES DE APORTES NORMALES Y DE SEQUÍA EXTREMA.

Joan Armengol¹, Daniel Niñerola², Joaquím Rabadá², Rafel Marcé¹ y Josep Dolz²

¹ FLUMEN-UB

² FLUMEN-UPC

Hasta hace poco tiempo la mejora de la calidad del agua de los embalses se basaba en actuaciones externas, como la realización de planes de saneamiento o la restauración de algunas zonas de la cuenca. La construcción de torres de toma del agua a profundidades variables introdujo la posibilidad de seleccionar la profundidad de extracción en la que el agua presentaba la mejor calidad. Recientemente, la aplicación de criterios hidrodinámicos y ecológicos permite una gestión ecosistémica de los embalses, que se ve acrecentada cuando hay varios de ellos en cadena.

Este tipo de gestión cobra especial interés en los momentos de sequía, en los que la poca cantidad de agua hace que su calidad sea muy baja, con crecimiento masivo de algas, presencia de metales reducidos y compuestos reducidos, que complican su potabilización.

En esta presentación se muestra el ejemplo de gestión de los embalses de Sau y Susqueda durante la sequía del 2005 y la reciente del 2007-08 y el seguimiento del efecto de perturbaciones meteorológicas "meteorological forcing" en el seguimiento del desarrollo de poblaciones de algas tóxicas, como es el caso del Atazar. La utilización de sondas de alta sensibilidad y bajo tiempo de respuesta, combinado con cadenas de sensores, temperatura, conductividad, etc., y estaciones meteorológicas permite seguir la evolución de los embalses en periodos cortos o muy cortos, lo que permite anticipar algunas medidas para mejorar la calidad del agua. Este tipo de aproximaciones ha llevado a construir plataformas que realicen de forma automática el monitoreo de los embalses, como la construida por Flumen y que se está utilizando en el embalse de Ribarroja.

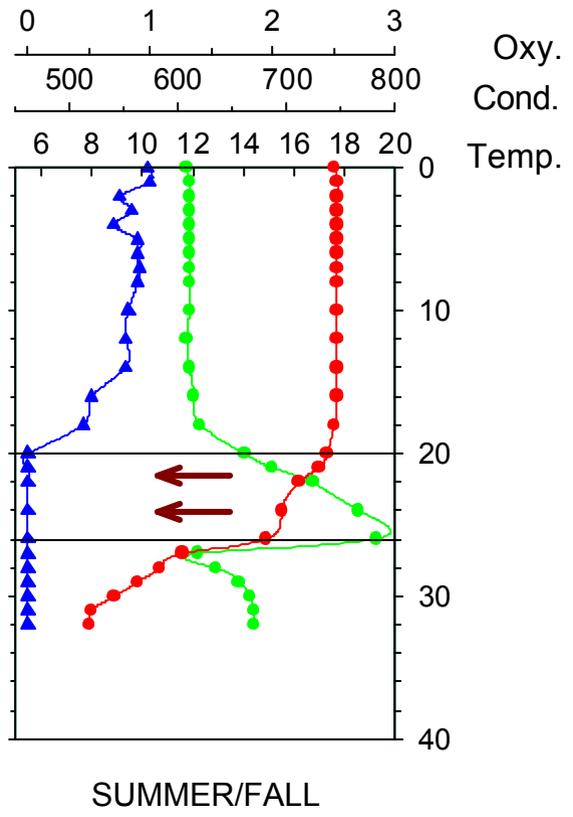
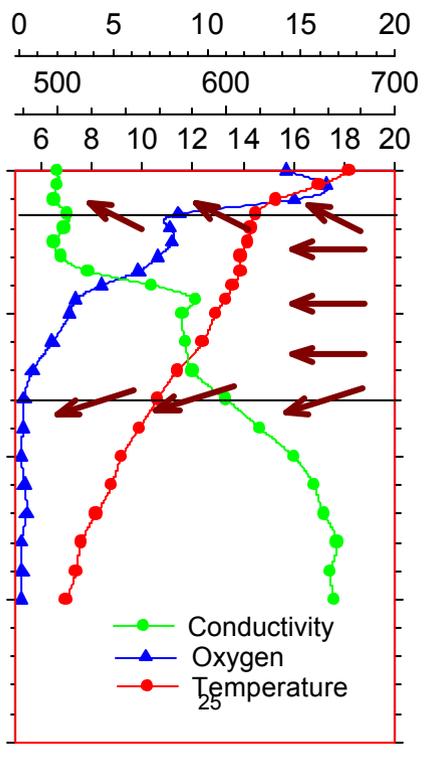
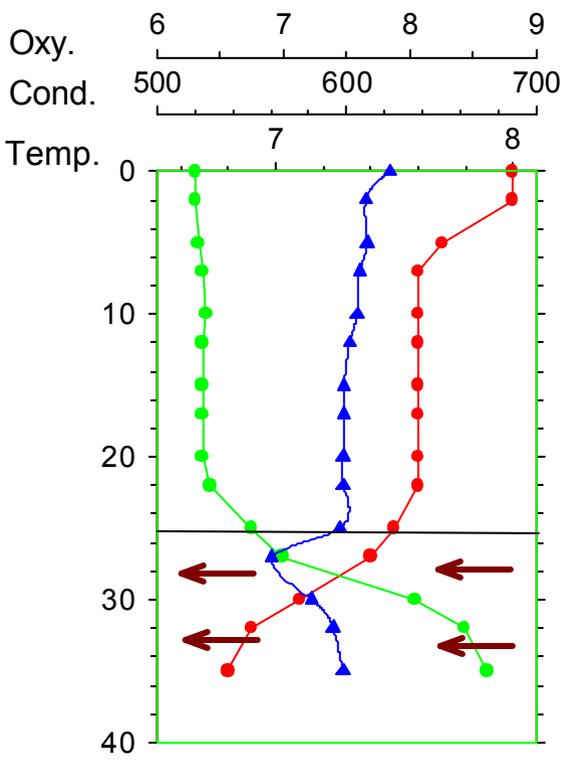
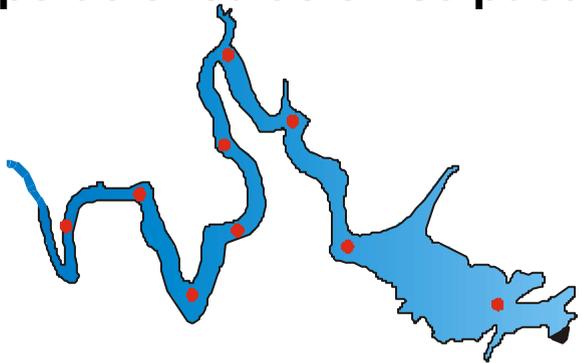
El equipo de medida instalado en el embalse de Ribarroja consiste en una plataforma flotante sobre la que se instalan la estación meteorológica y los equipos para desplazar la sonda multiparamétrica. La estación meteorológica mide lluvia, velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad y radiación solar. La sonda multiparamétrica obtiene de forma automática perfiles de temperatura, conductividad y oxígeno a lo largo de la columna de agua.

La gestion de los embalses en relacion con la calidad del agua en condiciones de aportes normales y de sequía extrema

Joan Armengol¹, Daniel Niñerola², Joaquím Rabadá²,
Rafel Marcé¹ y Josep Dolz²

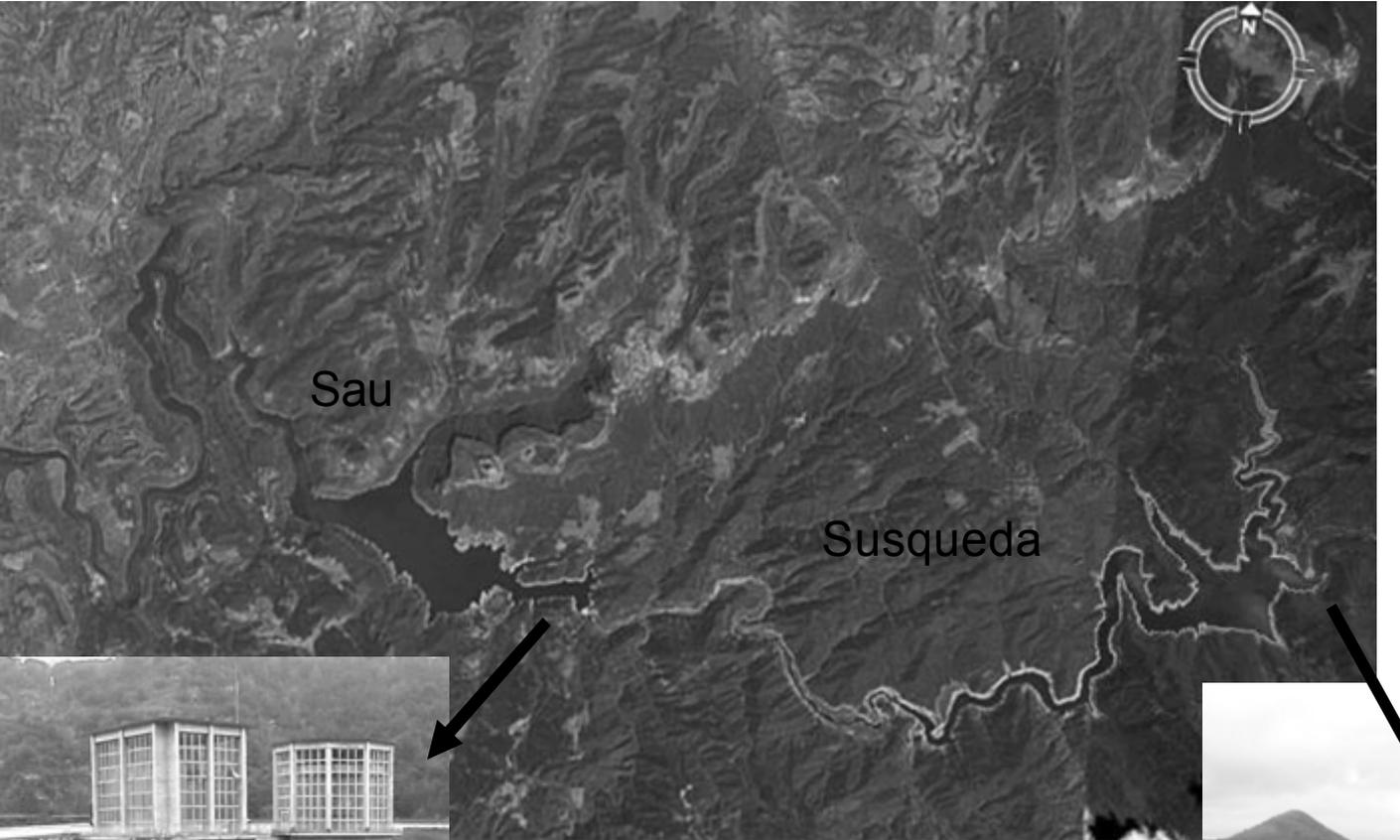
1 FLUMEN-UB
2 FLUMEN-UPC

La circulación del agua dentro de los embalses se realiza por profundidades en las que la densidad del río y de la columna de agua se igualan. En embalses largos y estrechos el tipo de circulación se puede mantener desde la cola hasta la presa



● Conductivity
▲ Oxygen
● Temperature

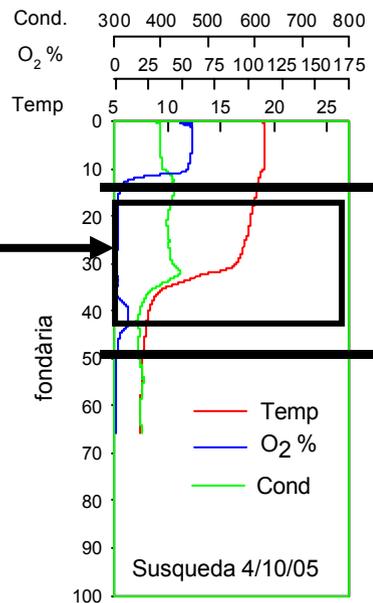
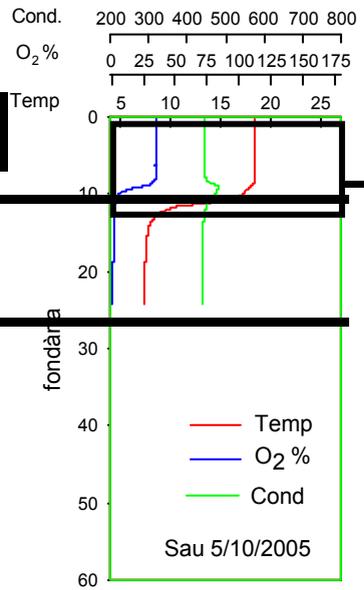
Las torres de toma de agua se pueden combinar con la profundidad de circulación del río y de extracción del agua para asegurar su calidad



La sequía de otoño de 2005. El trasvase de agua de Sau a Susqueda

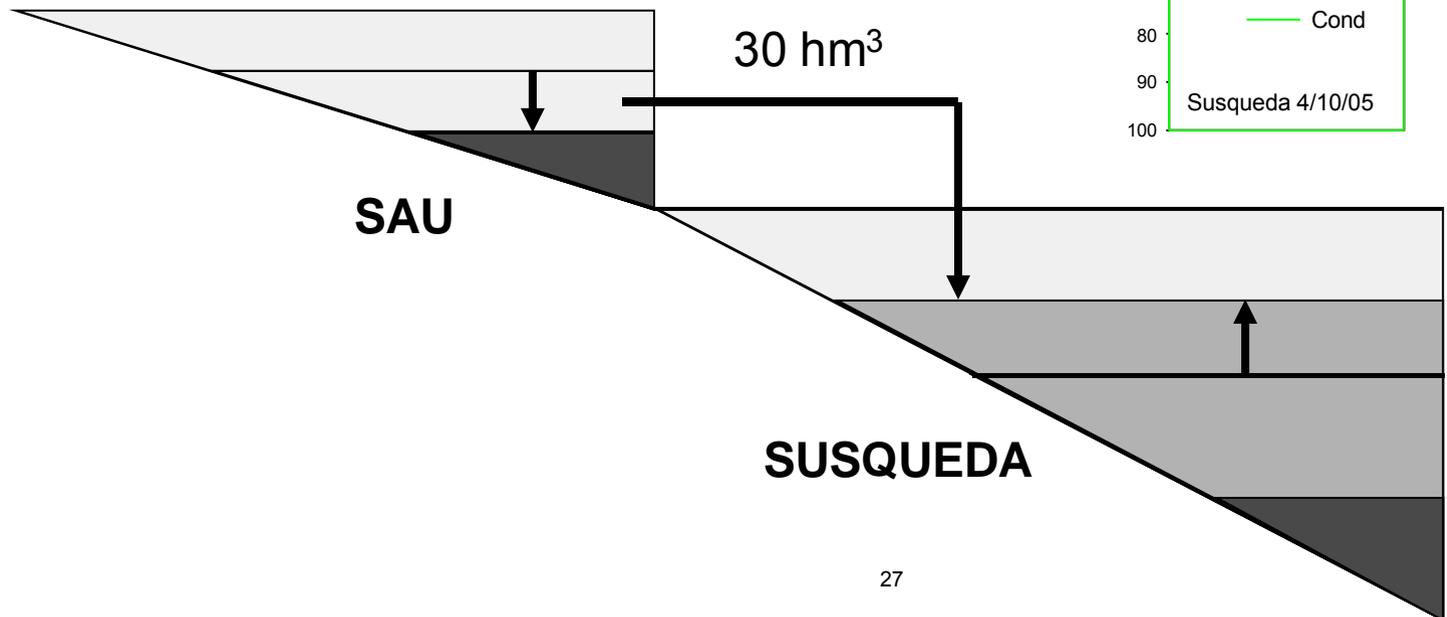
Buena Calidad

Mala calidad



Buena calidad

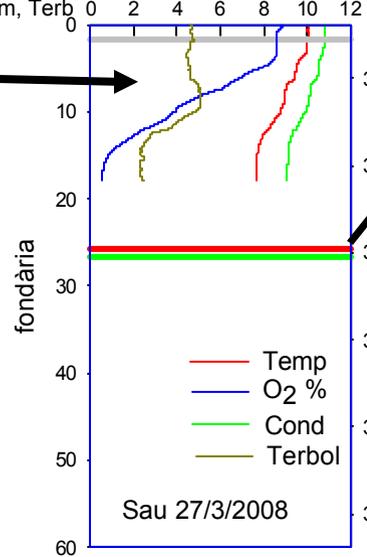
Calidad moderada



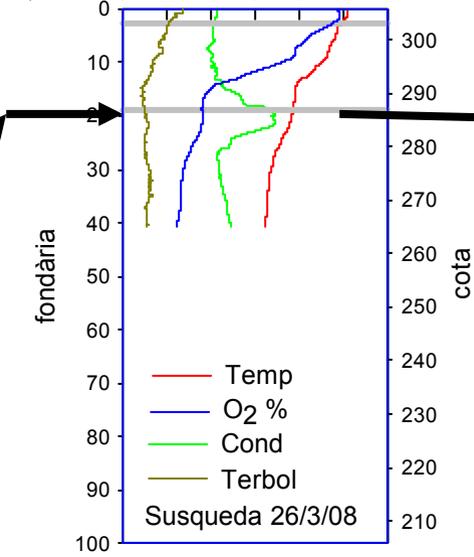
La sequia de 2007-2008.



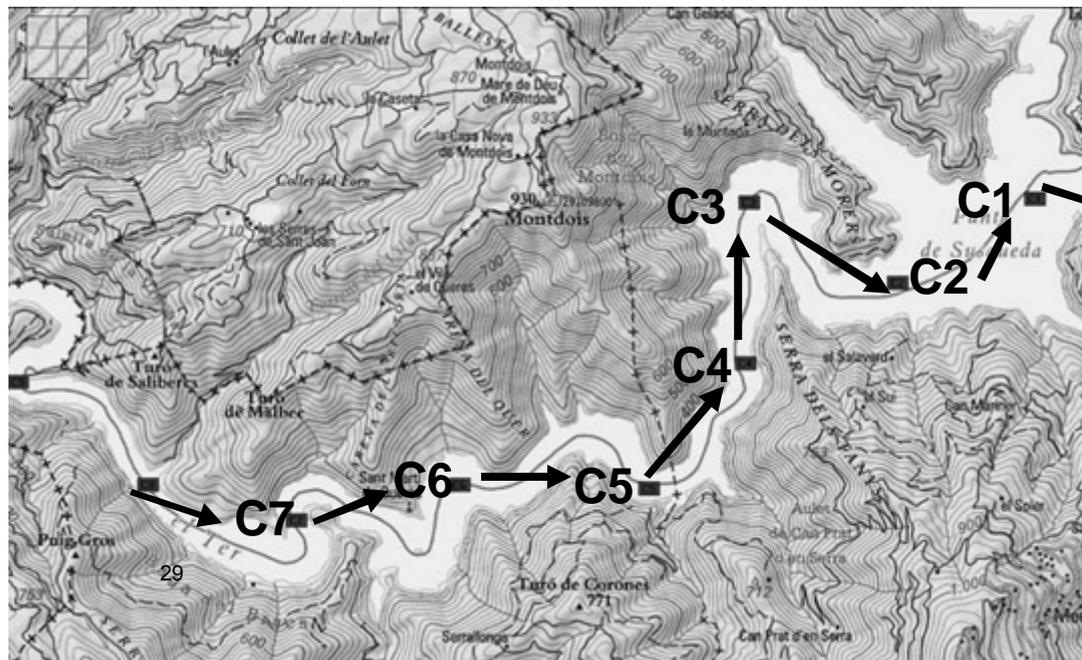
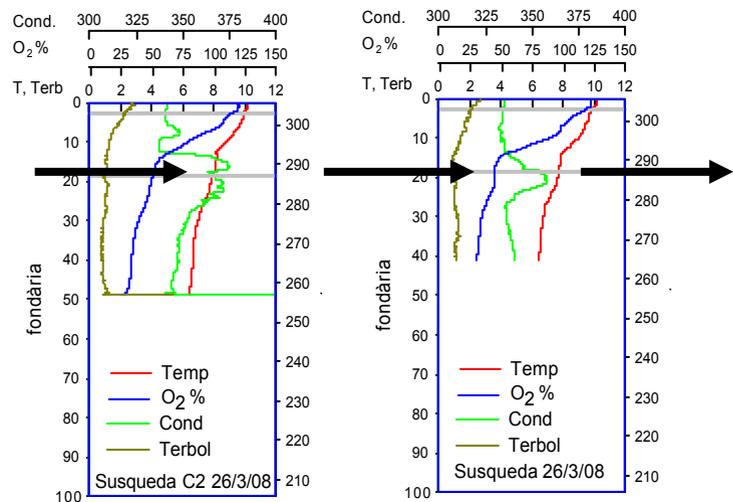
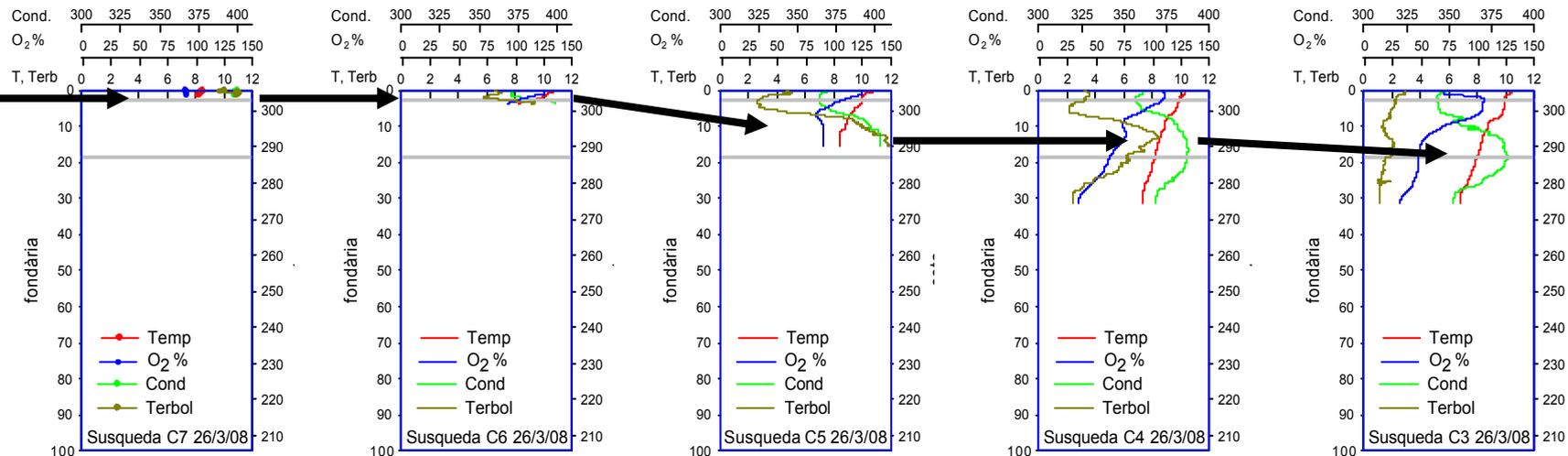
Cond 300 400
 O₂ % 0 25 50 75 100
 Tem, Terbol 0 2 4 6 8 10 12



Cond. 300 325 350 375 400
 O₂ % 0 25 50 75 100 125 150
 T, Terbol 0 2 4 6 8 10 12

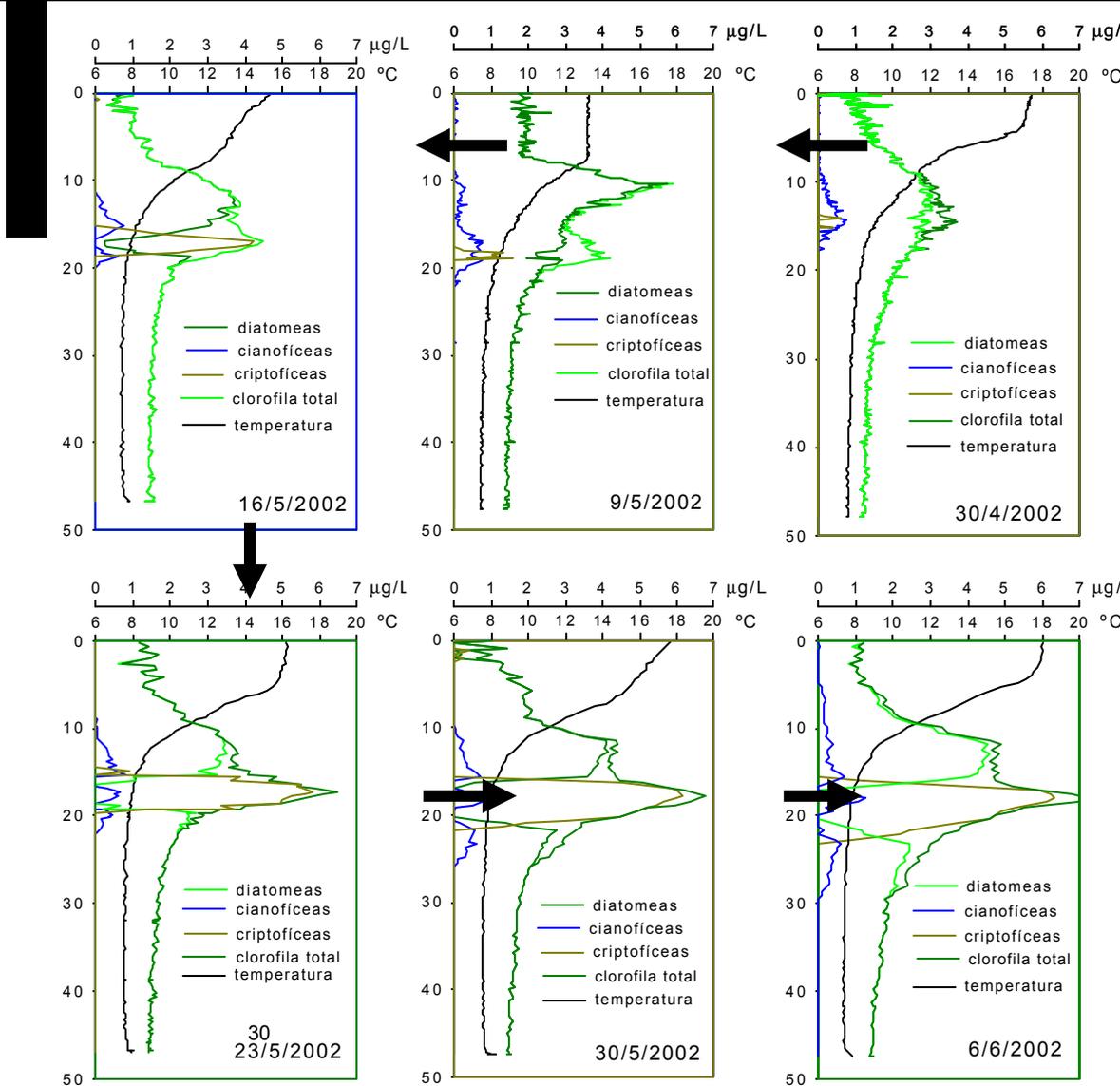
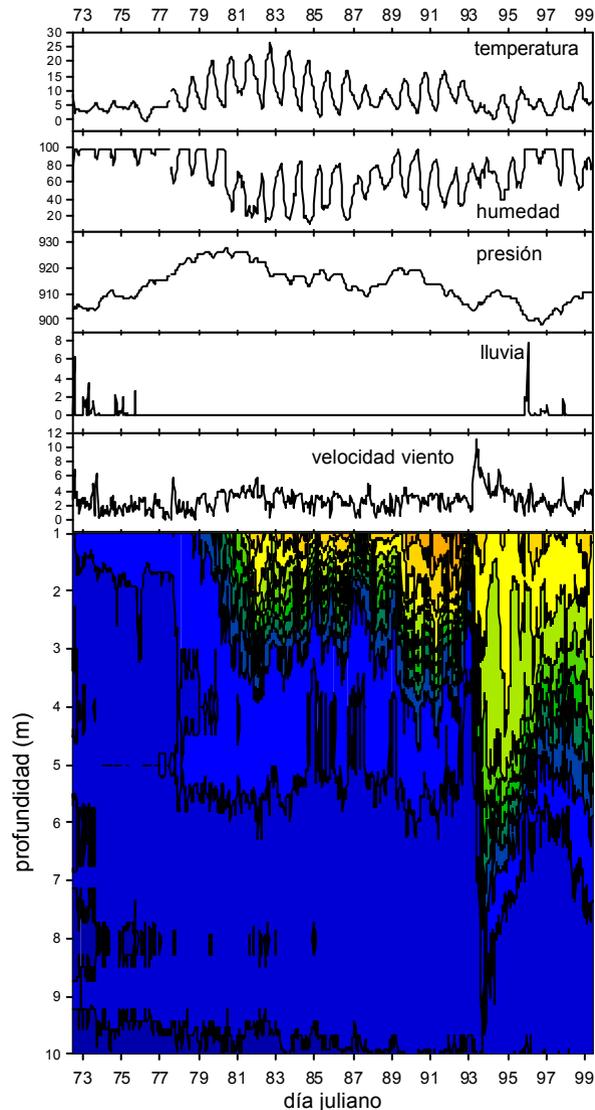


La circulación del agua dentro del embalse de Susqueda



EL ATAZAR, Efecto del paso de perturbaciones

El Atazar (13/3/2002 a 9/4/2002)

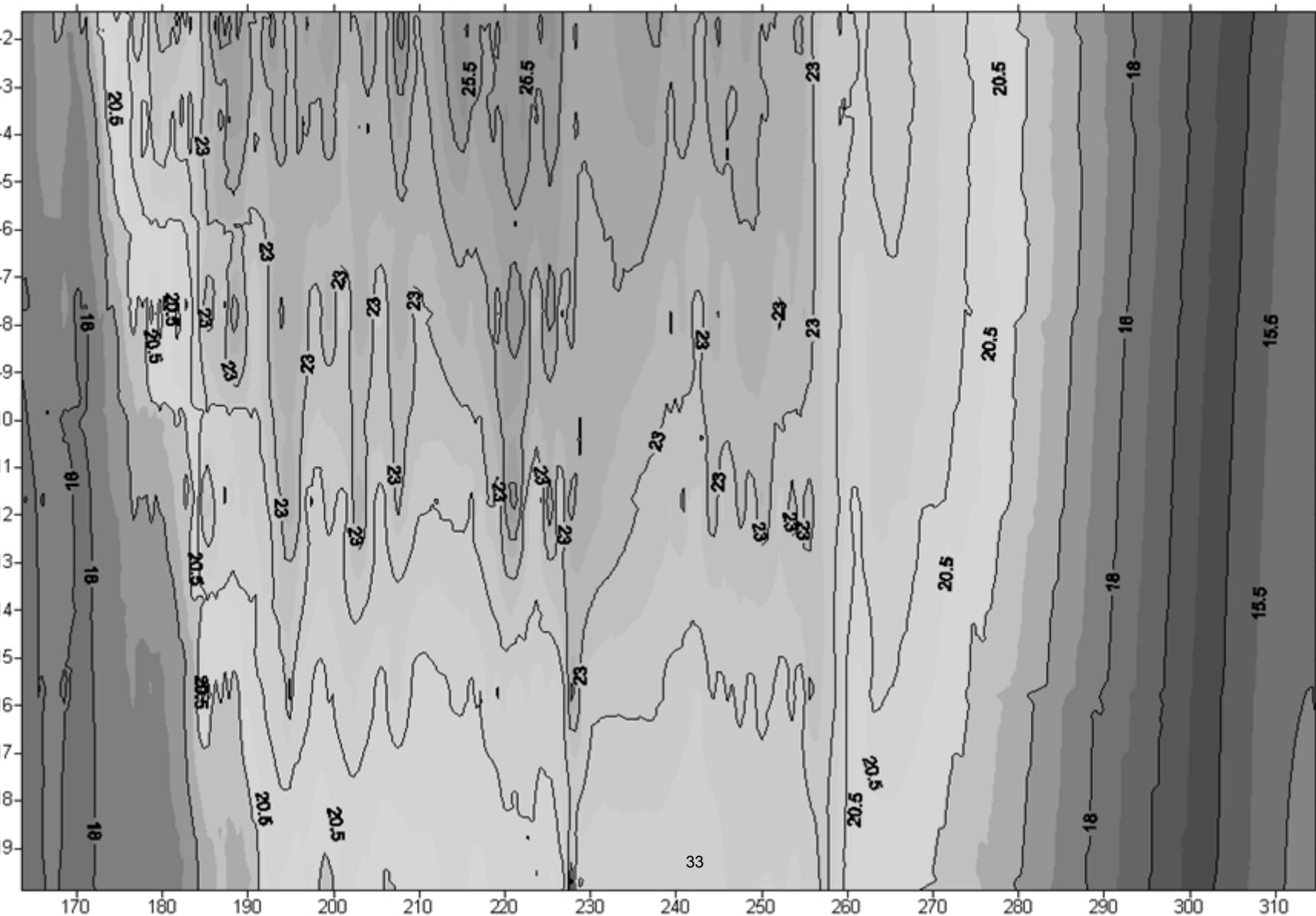


Conclusiones:

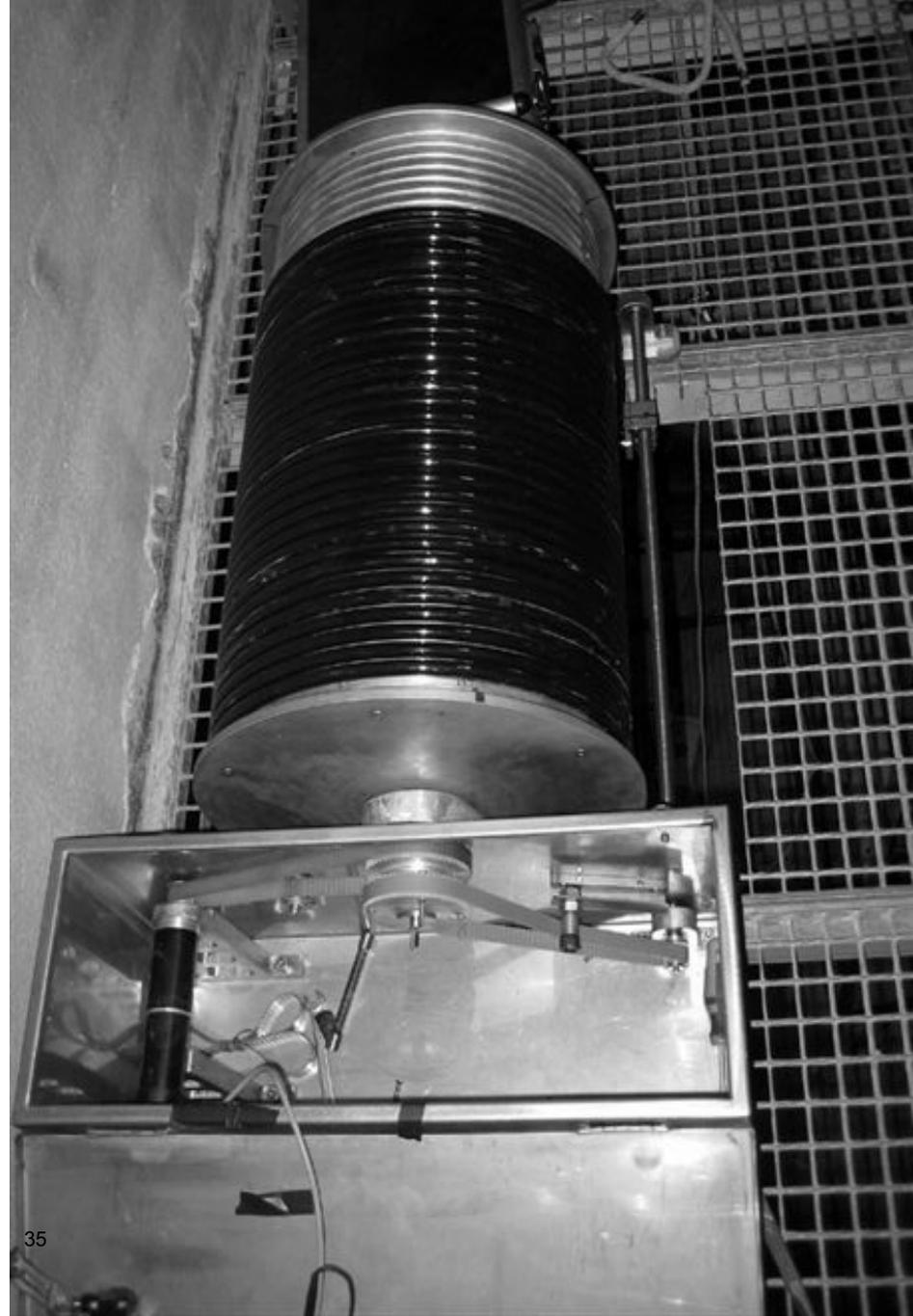
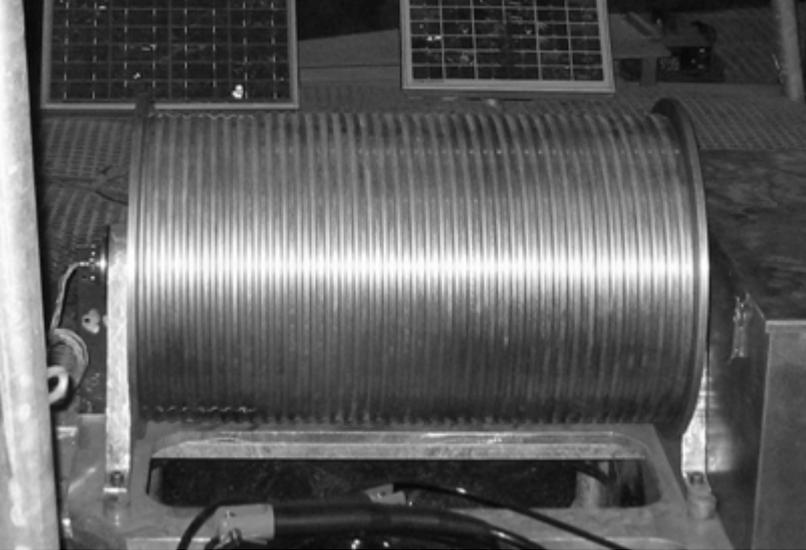
Se puede realizar una gestión eficaz del agua almacenada en un embalse al objeto de optimizar su calidad. Para ello es preciso conocer sus comportamientos hidrodinámicos y limnológico, lo que requiere una amplia información de campo (en espacio y tiempo).



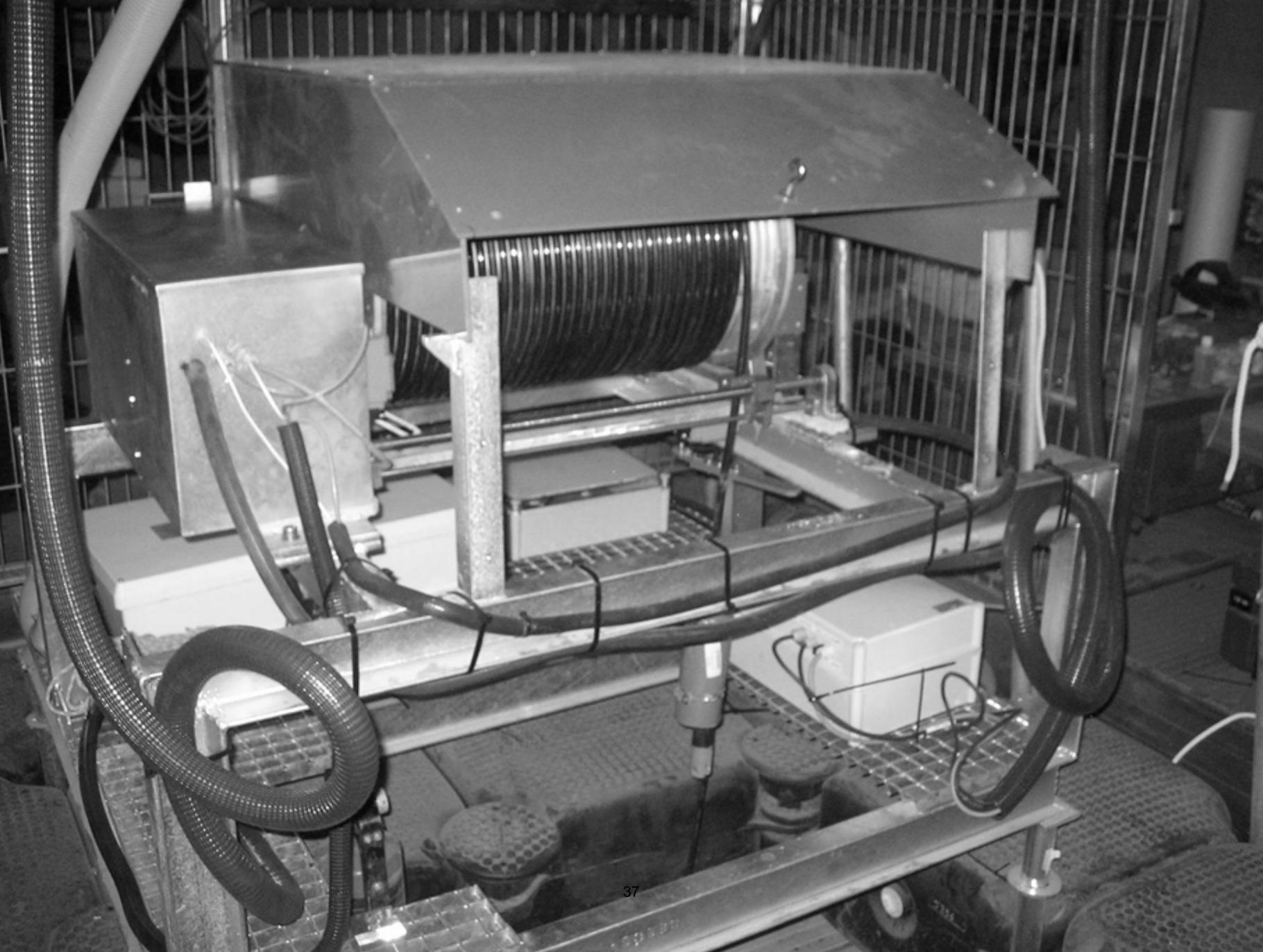
PERIODO DE ESTRATIFICACIÓN DEL DÍA JULIANO 163 (12/06/08) AL 314 (10/11/08) DEL AÑO 2008

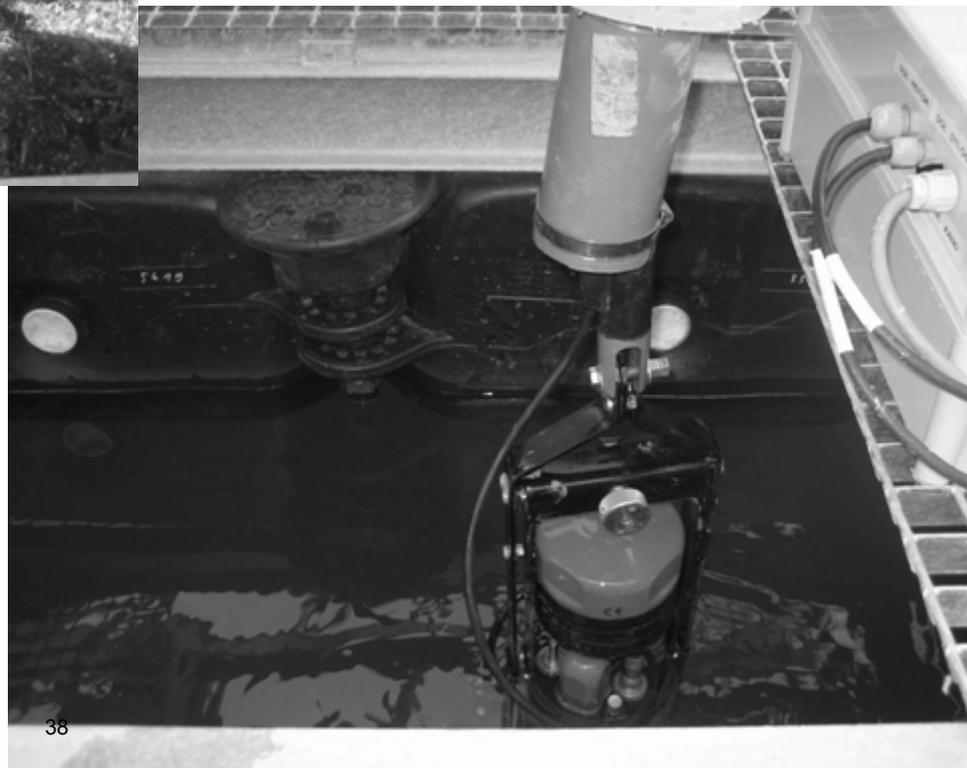


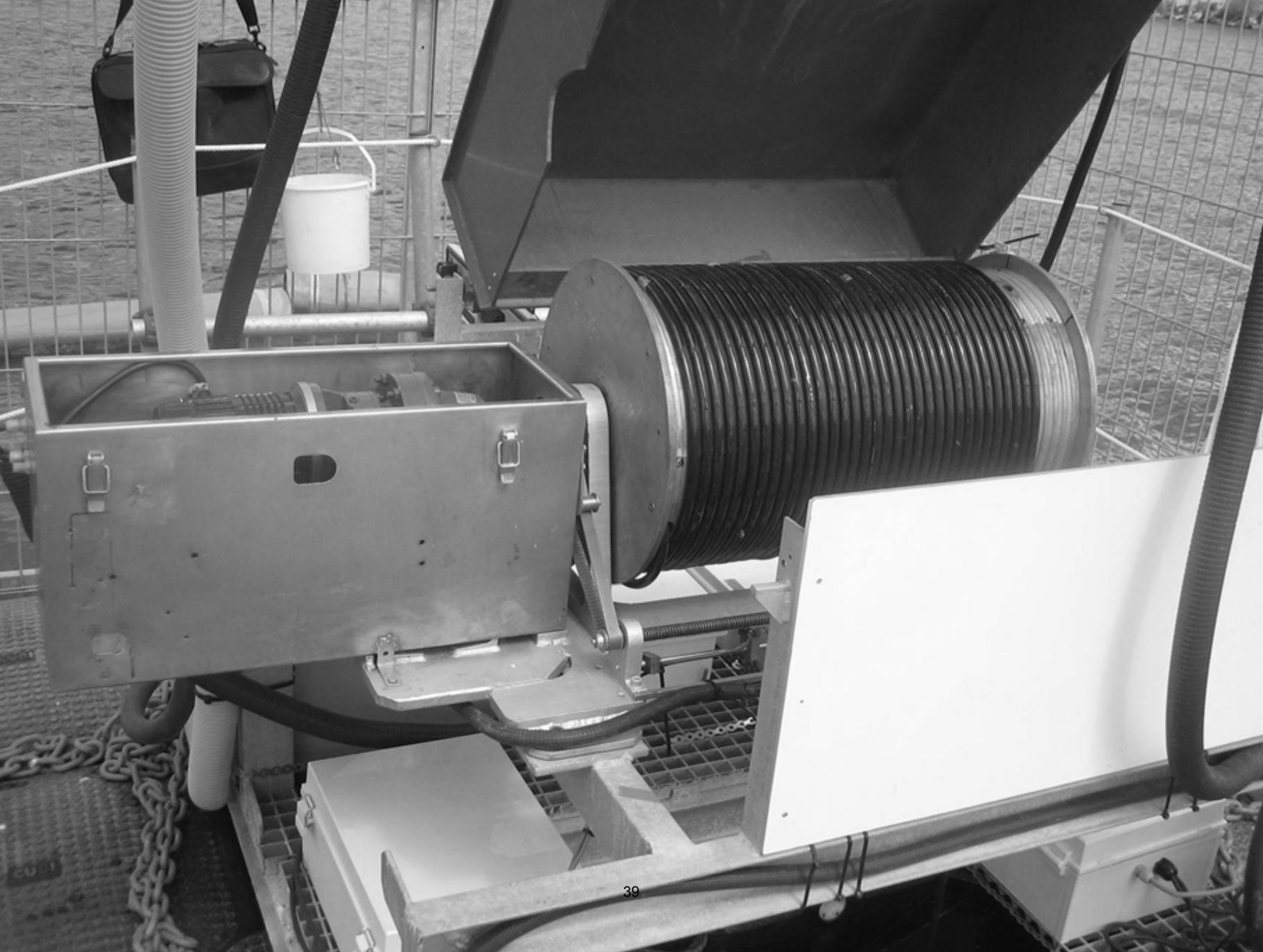














 flumen 
Estudi tèrmic de l'embassament de Riba-roja
Estudio térmico del embalse de Riba-roja
Thermal Study of Riba-roja reservoir
Thermische Studie von Riba-roja Vorratsbehälter
Tel: 93 401 19 63

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS DEL LAGO DE MEIRAMA DURANTE SU INUNDACIÓN CONTROLADA.

Jordi Delgado, Ricardo Juncosa
Universidade da Coruña

En diciembre de 2007 la mina de lignitos pardos de Meirama (Cerceda, A Coruña) cesó su actividad extractiva y la empresa explotadora, LIMEISA, inició un proceso de inundación controlada con aguas subterráneas y superficiales. El proceso de llenado dará lugar a un lago minero de forma aproximadamente elíptica (~1.5 x 0.8 km) de con un volumen de unos 150 Hm³ y una profundidad máxima de unos 170 m. Pese a que la tramitación de la autorización definitiva para la derivación de aguas superficiales aún no está resuelta por parte de la correspondiente Demarcación Hidrográfica y del visto bueno definitivo de la Dirección General de Minas (responsable de las actuaciones de clausura de la mina), el proceso de llenado sigue su curso. Hasta finales de enero de 2009 habían accedido a la corta en torno a 8.5 Hm³ de aguas subterráneas, superficiales y de precipitación.

El lago en formación se sitúa dentro de la cuenca del río Barcés, que es uno de los que alimenta con sus aguas al embalse de Cecebre. Desde este embalse, cuya capacidad es de ~22 Hm³ se abastece de agua potable a la ciudad de A Coruña así como a una buena parte de sus municipios limítrofes (~300.000 personas).

Desde el año 2004, el GEAMA está estudiando la hidrología e hidroquímica de las aguas superficiales y subterráneas del entorno de la mina de Meirama y en la actualidad está desarrollando una campaña de muestreo semanal de los principales aportes de agua al lago en formación así como del propio lago. En conjunto, se está realizando el muestreo de entre 7 y 10 puntos (Fig. 1) con medida en cada uno de ellos de aproximadamente 50 parámetros físico-químicos (tanto in situ como en el laboratorio).

El lago en formación de Meirama es un sistema excepcional desde varios puntos de vista: a) Se trata de una nueva masa de agua que, con excepción del lago minero en formación de As Pontes de García Rodríguez), otra mina de lignito clausurada a la par que Meirama) es único en Galicia y del que no existen análogos en España; b) Se ha tenido la oportunidad de estudiar el sistema desde antes de la inundación y a lo largo del proceso; c) La proximidad respecto de varias universidades propicia su consideración de laboratorio natural fácilmente accesible; d) En este sistema es posible estudiar tanto los distintos fenómenos transitorios de llenado como la instauración progresiva de nuevos ecosistemas actualmente inéditos en panorama gallego; g) Desde el punto de vista social y de gestión, el lago genera inquietudes, expectativas, oportunidades y riesgos que deben quedar perfectamente entroncadas dentro de las exigencias de la Directiva Marco del Agua.

Por otro lado, el estudio de la evolución del lago durante su llenado exige el acceso a información específica de la columna de agua y no sólo los muestreos en superficie. Para ello nuestro grupo ha emplazado una plataforma flotante de trabajo y observación, la cual está siendo dotada progresivamente de equipamiento científico para el mejor conocimiento del funcionamiento del lago.

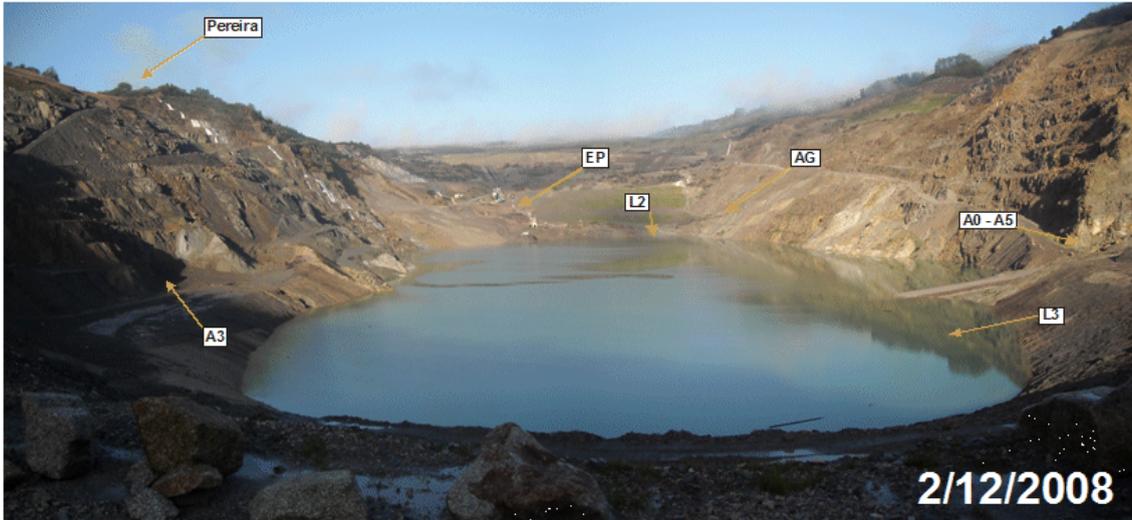


Fig. 1. Localización de algunos puntos de muestreo en el Lago de Meirama

INTRODUCCIÓN A LA MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE EMBALSES, CASO DEL EMBALSE DE RIBARROJA DE EBRO

Marina Arbat Bofill, Martí Sánchez Juny, Ernest Bladé Castellet
FLUMEN-UPC

Los modelos numéricos centrados en la hidrodinámica de embalses son una herramienta útil tanto para el estudio del comportamiento de los embalses como para las predicciones y la gestión sostenible de los mismos.

Predecir el comportamiento de un embalse en base a distintos escenarios vendrá condicionado por la calidad de los datos disponibles y la precisión del esquema numérico, aunque también por la posibilidad de calibración utilizando registros existentes o experiencias previas en casos semejantes.

Actualmente los modelos numéricos que se utilizan en el campo del estudio hidrodinámico de embalses pueden ser: unidimensionales (DYRESM), predicen la distribución de temperatura, salinidad y densidad en una vertical para lagos y embalses; modelos bidimensionales (CE-QUAL-W2), estudio longitudinal y vertical de la hidrodinámica y la calidad del agua, aplicable a grandes masas de agua; modelos tridimensionales (ELCOM) predicciones de velocidad, temperatura y salinidad en masas de agua naturales así como pautas de circulación y dispersión.

MODELIZACIÓN NUMÉRICA DEL EMBALSE DE RIBARROJA DE EBRO

El Grupo FLUMEN lleva trabajando en el entorno del bajo Ebro, estudiando los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Flix desde la década de los 90. Se dispone de una red de medidas de campo que permite tener controladas una serie de variables meteorológicas y de niveles de agua a lo largo de esta zona. Además desde el año 2007 se dispone de una plataforma multiparamétrica de medida de variables de calidad del agua en el embalse de Ribarroja. Todos estos datos de campo han sido imprescindibles para el ajuste de un primer modelo unidimensional (DYRESM) para la simulación de la evolución de los procesos de estratificación del embalse de Ribarroja.

El modelo fue capaz de predecir bien la tendencia de los perfiles de temperatura, aunque para el embalse de Ribarroja se evidenciaron dos problemas debidos a la modelación unidimensional: 1. La marcada diferencia de temperatura y localización entre la salida de Mequinenza y su tributario principal (Segre); y 2. La morfología del embalse confiere a su comportamiento un marcado funcionamiento bidimensional.

Así, se extendió el modelo a una simulación bidimensional (CE-QUAL-W2), para estudiar el particular régimen hidrodinámico, especialmente centrado en el comportamiento térmico del embalse de Ribarroja.

Actualmente se dispone de series temporales de gran calidad respecto a la meteorología (Plataforma multiparamétrica del Grupo FLUMEN). Se ha realizado un modelo de batimetría del fondo del embalse de alta precisión y, actualmente, se está preparando una red de medidas del comportamiento térmico a lo largo de la longitud del embalse. La idea es modelar con precisión el comportamiento hidrodinámico vertical y longitudinal del embalse de Ribarroja (en el próximo período de estratificación y enfriamiento 2009), calibrar el modelo y utilizarlo en futuros estudios.

MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE EMBALSES:

El caso del embalse de Ribarroja en el río Ebro.



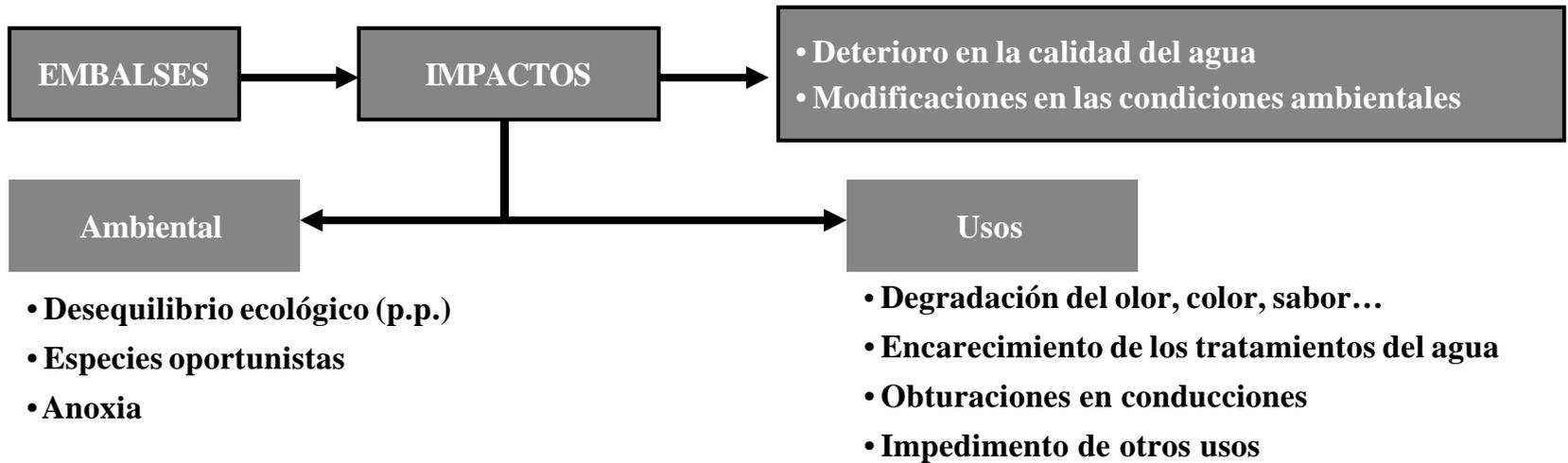
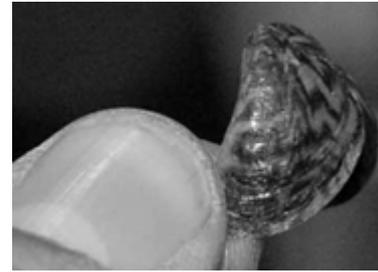
Marina Arbat Bofill
Martí Sánchez Juny
Ernest Bladé Castellet

Grupo de Investigación **flumen** UPC

Barcelona, 24 de febrero de 2009

Motivación del estudio

Analizar la aplicabilidad de un modelo numérico como herramienta para caracterizar la hidrodinámica de un embalse



DIRECTIVA MARCO DEL AGUA DE LA UNIÓN EUROPEA 2015

Modelo DYRESM (Dynamics Reservoir Simulation Model)

Modelo de hidrodinámica de embalses desarrollado por la *Western Australia University* a partir de estudios de campo y de laboratorio con flujos estratificados.

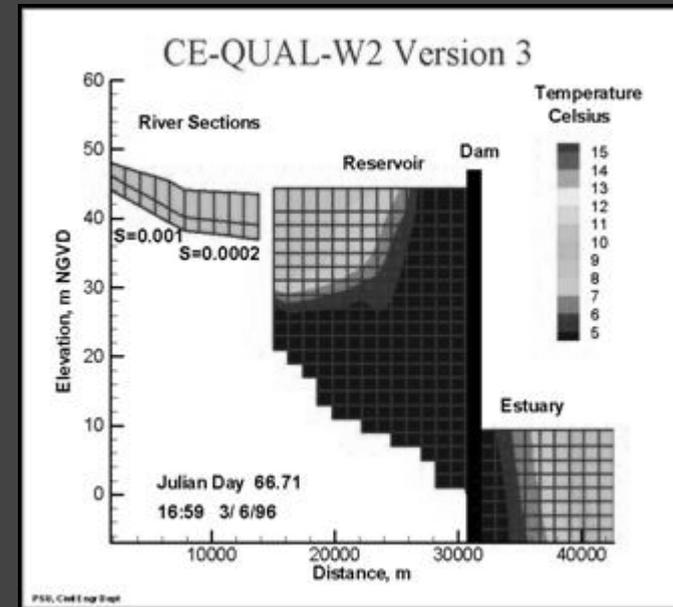
- Simula los cambios temporales en la distribución vertical (perfiles) de las variables de temperatura, salinidad y densidad
- Unidimensional: sólo trabaja en la dimensión de profundidad y supone la misma distribución de capas en todo el embalse



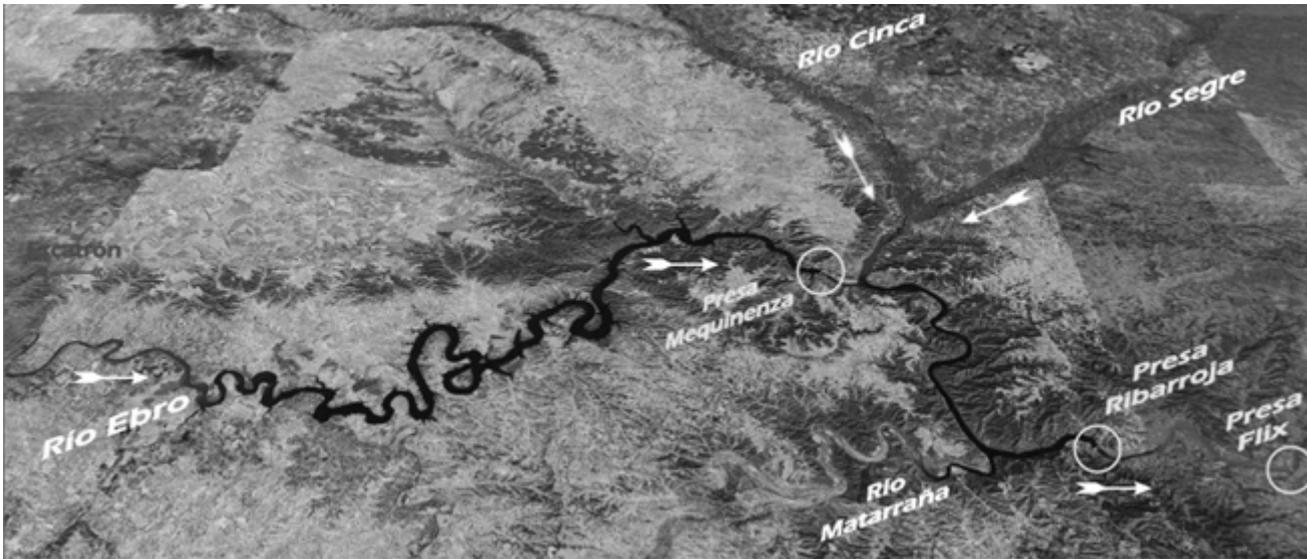
Modelo CE-QUAL-W2

Modelo de hidrodinámica de embalses desarrollado por la *Portland State University*.

- Simula los cambios temporales en la distribución vertical y longitudinal de las variables de temperatura, velocidad y densidad .
- Bidimensional: trabaja en las dimensiones de profundidad y longitudinal

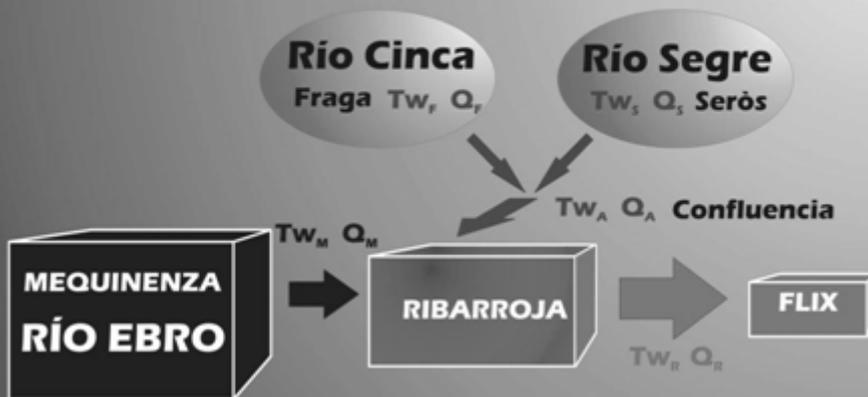


Caso de estudio: el Embalse de Ribarroja



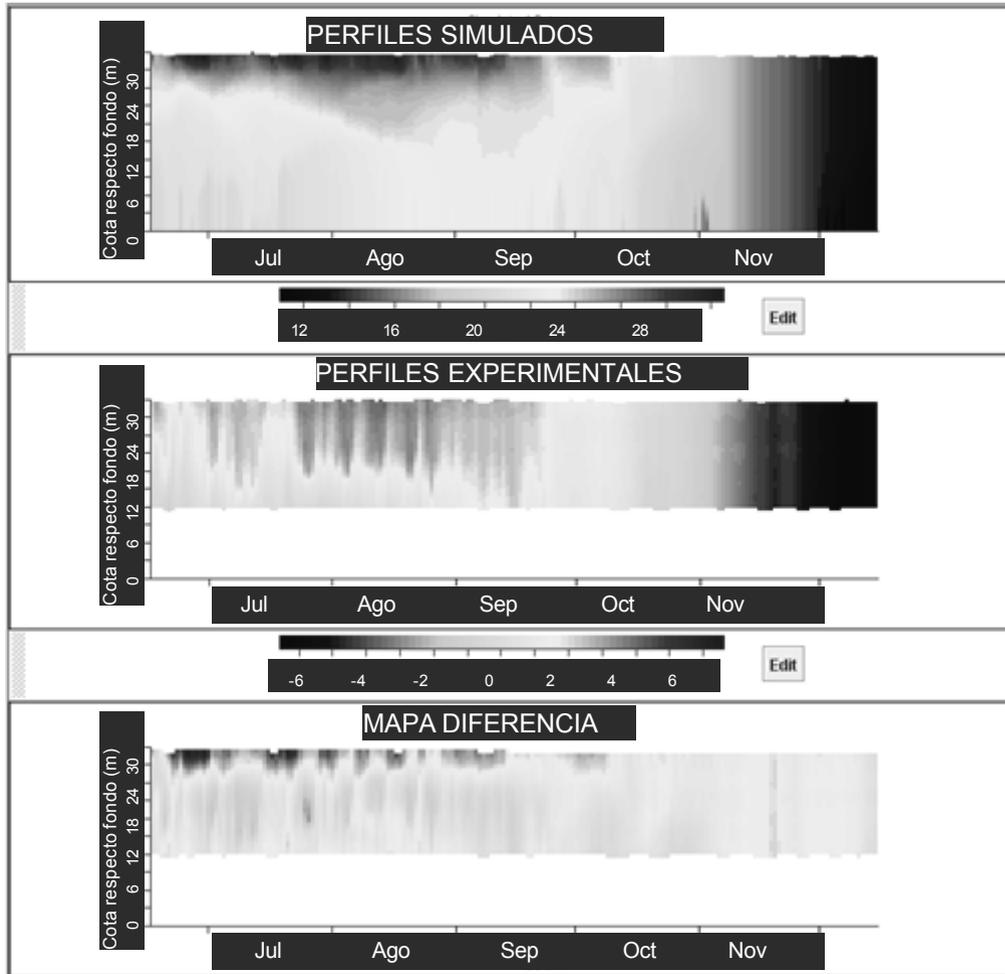
ESQUEMA DEL SISTEMA

Variables meteorológicas:
Taire, Radiación, Pressió de vapor,
Velocidad del viento, Precipitaciones.



- Sistema de tres embalses
- 3 flujos de entrada (temperaturas y caudales)
 - Cinca (datos en Fraga)
 - Segre (datos en Seròs)
 - Mequinzenza datos del flujo turbinado
- Variables meteorológicas de la estación de Ribarroja

Modelación con DYRESM



Análisis de la simulación definitiva:

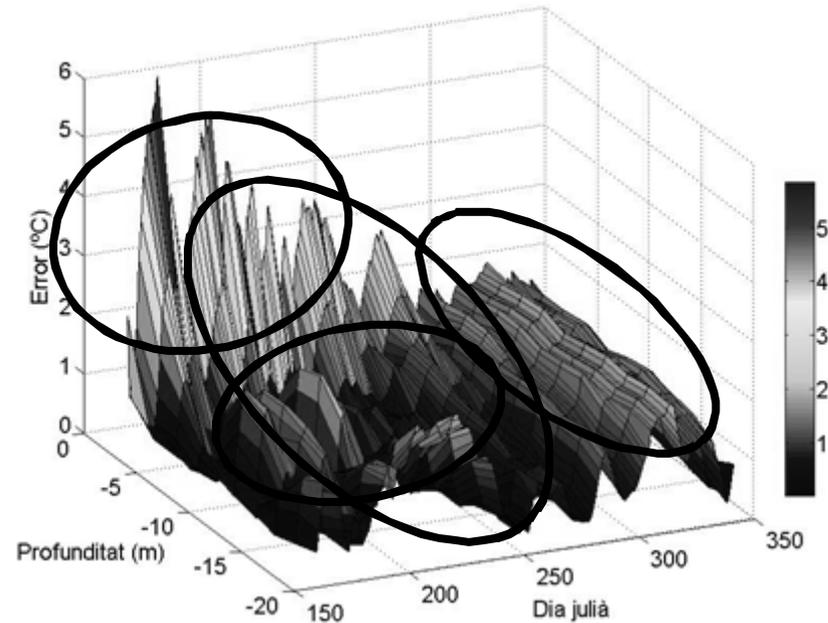
- Diferencia entre capas profundas y superficiales
- Correctos periodos estratificación y mezcla
- Capas superficiales con errores de orden de los 4 °C

Óscar González (2007)

Optimización de datos

- Programación de un algoritmo en Matlab que ejecuta las simulaciones del programa DYRESM automáticamente.
- Basado en las Simulaciones de Montecarlo.
- Análisis de sensibilidad exhaustivo.
- Calibración de los conjuntos de parámetros significativos (metodología GLUE).
- Notable mejora de los perfiles de temperatura.

VALOR ABSOLUTO DEL ERROR EN LAS PREDICCIONES



Ariadna Salgado (2008)

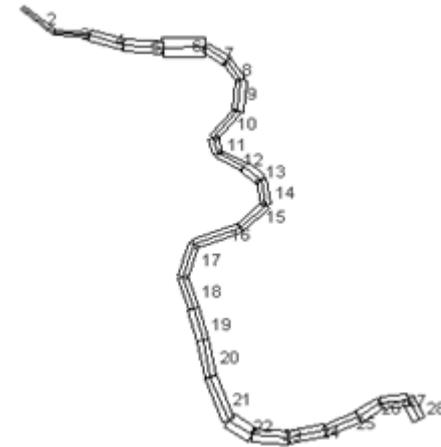
Modelación con CE-QUAL-W2

PREPROCESADOR WMS 8.0

- Malla irregular de triángulos (TIN)
- Fichero batimetría
- Fichero de control

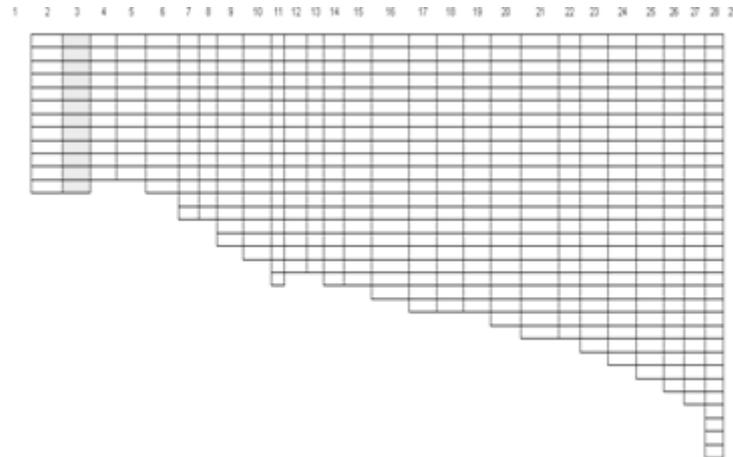
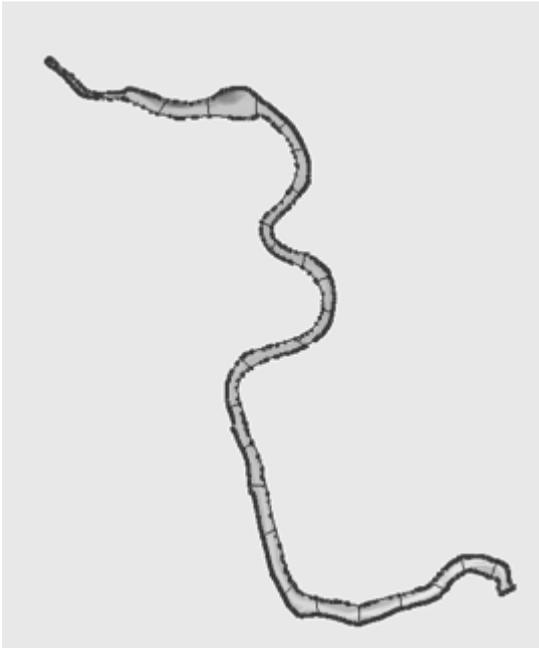
PREPROCESADOR CE-QUAL-W2 W2Control 3.5

- Corrección de errores para estos dos ficheros

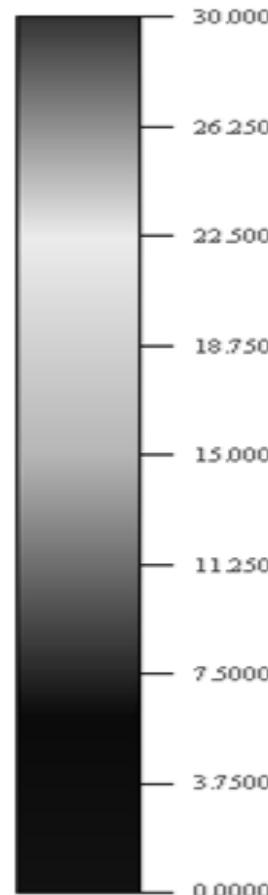
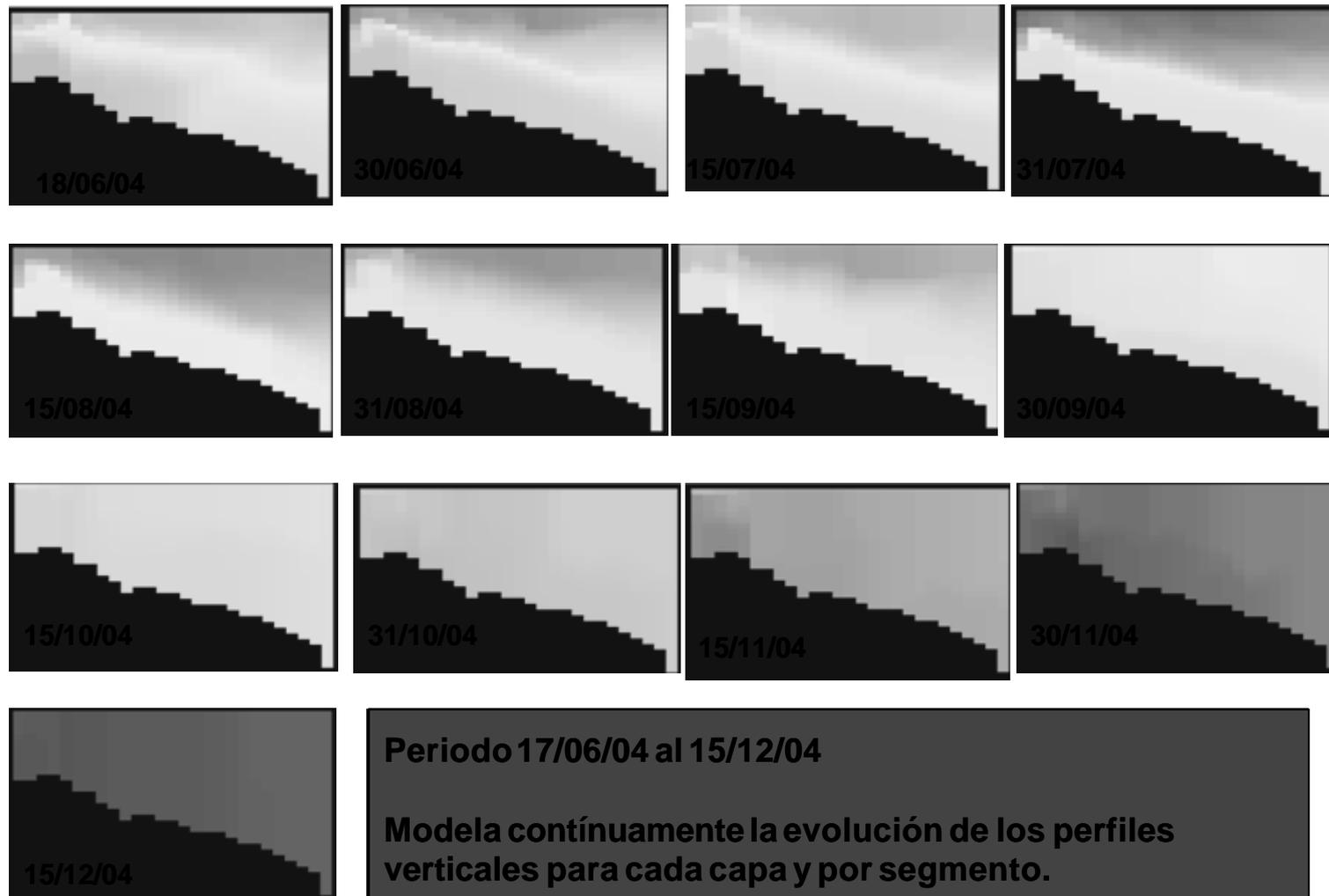


PRE-PROCESO

- 27 Segmentos + 2
- 34 capas + 2



Modelación con CE-QUAL-W2



Periodo 17/06/04 al 15/12/04

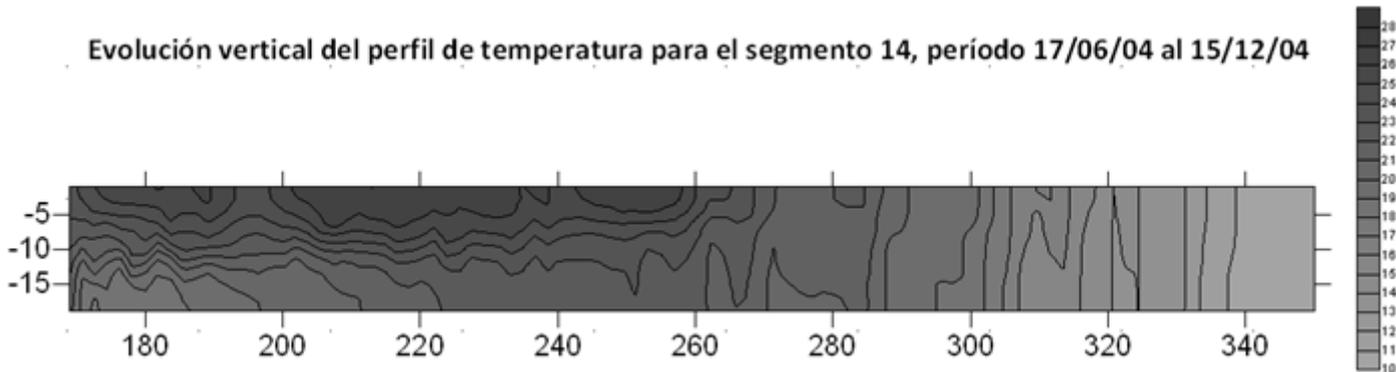
Modela continuamente la evolución de los perfiles verticales para cada capa y por segmento.

Marina Arbat (2008)

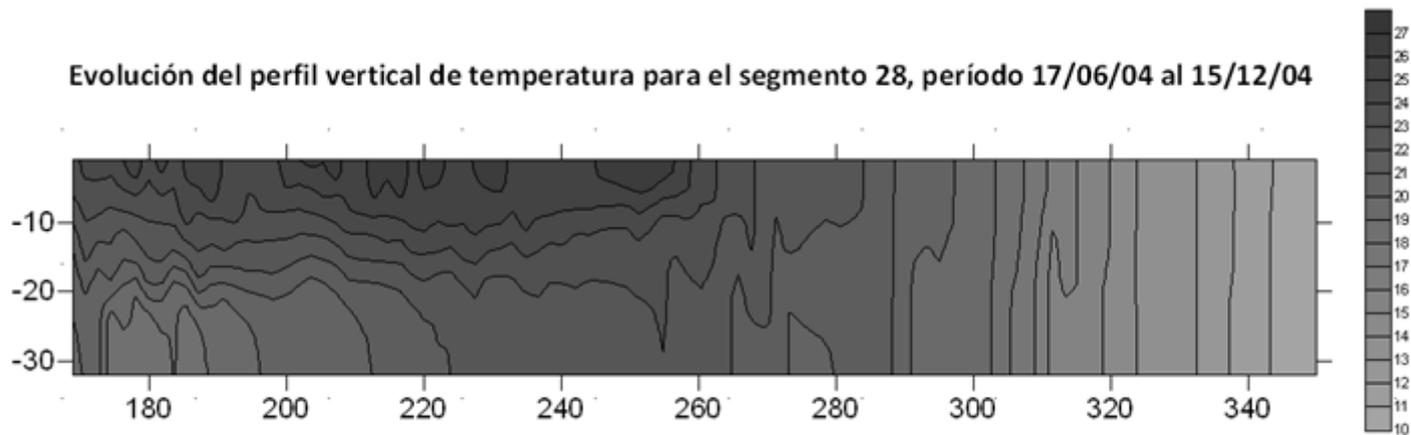
Modelación con CE-QUAL-W2

Estudio de la evolución de los perfiles de temperatura para distintos segmentos del embalse

Evolución vertical del perfil de temperatura para el segmento 14, período 17/06/04 al 15/12/04



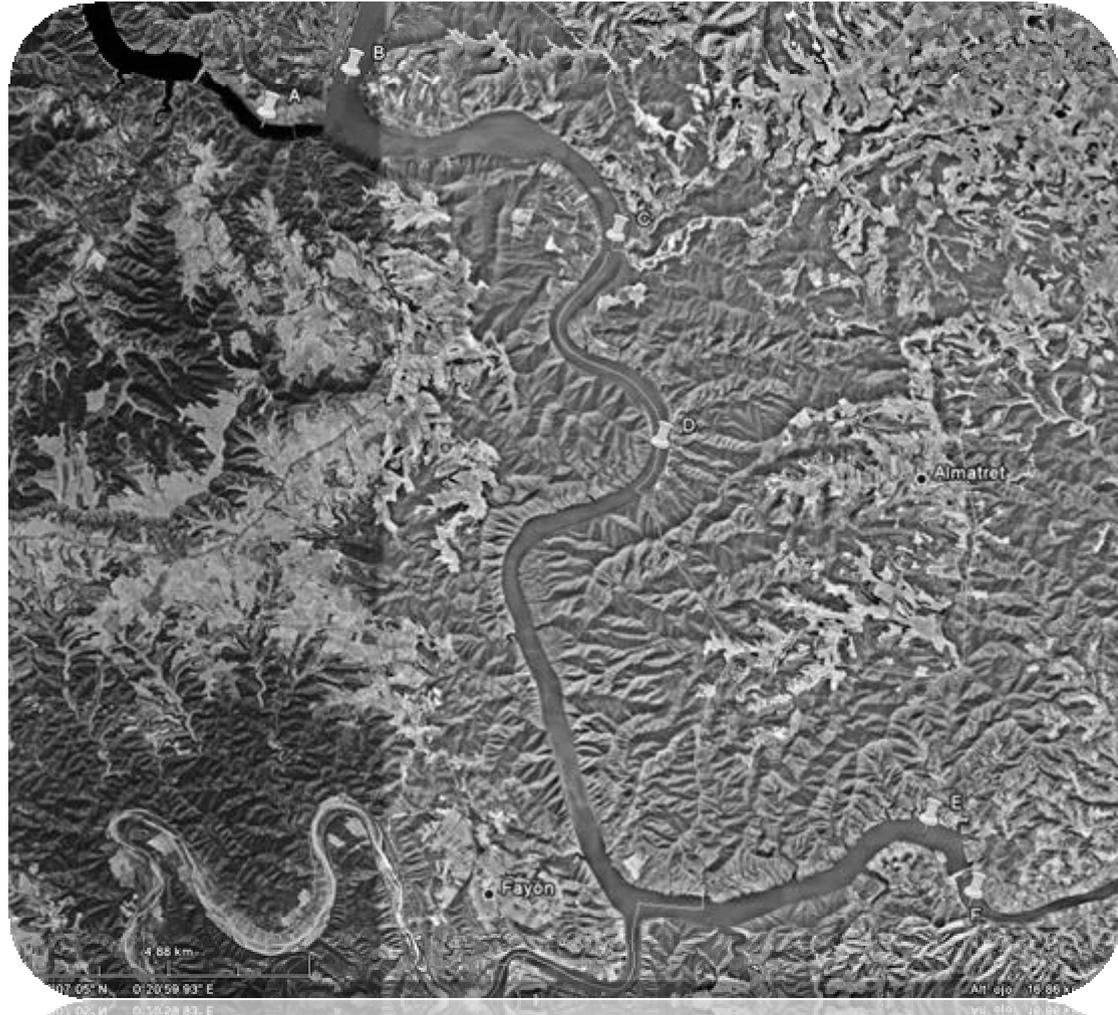
Evolución del perfil vertical de temperatura para el segmento 28, período 17/06/04 al 15/12/04



Marina Arbat (2008)

Futuras líneas de investigación

- Localización de la futura red de termistores (Periodo de estratificación-enfriamiento 2009)
- Modelación del periodo 1998-1999 con CEQUAL-W2
- Recopilación de perfiles de temperatura a distintos puntos del embalse.



INCIDENCIA DE LOS EMBALSES DE MEQUINENZA Y RIBARROJA EN EL TRANSPORTE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN DEL RÍO EBRO

Katrien de Pourcq¹, Montserrat Roura¹, Marina Arbat¹, Joan Armengol² y Josep Dolz¹

¹ FLUMEN-UPC

² FLUMEN-UB

En el tramo medio del río Ebro existen los embalses de Mequinenza y Ribarroja, este último situado inmediatamente aguas abajo del primero. Además del Ebro, en el embalse de Ribarroja también desaguan el Cinca y el Segre.

Se tomaron muestras de agua para la determinación de la concentración de sólidos en suspensión y su composición (contenido orgánico e inorgánico) mediante la instalación de 5 muestreadores automáticos: en la entrada y salida de Mequinenza, en el río Cinca a la altura de Fraga, en el río Segre a la altura de Serós y en la salida de Ribarroja. El período de estudio comprendió entre el 25 de Noviembre de 1997 y el 19 de setiembre de 1999.

Los datos obtenidos muestran que la concentración de sólidos en suspensión en la salida de Mequinenza disminuye drásticamente respecto a la entrada. Durante el período de estudio la retención en el embalse de Mequinenza fue del 98%, muy superior a la del embalse de Ribarroja, 41%. Ello se debe a que el tiempo de residencia en el embalse de Ribarroja es corto, especialmente durante las crecidas cuando el aporte sólido es mayor.

La distribución temporal del caudal sólido muestra una elevada irregularidad, el 70% del caudal sólido transportado en la salida de Ribarroja durante 22 meses se concentró en los 6 días que transcurrió una crecida (caudal máximo de 2067 m³/s).

La calidad del material sólido en suspensión también se ve modificada por la presencia de los embalses, a la salida la fracción orgánica incrementa considerablemente debido a la sedimentación diferencial de la fracción inorgánica y al desarrollo de fitoplancton en los embalses.

Para estudiar la cantidad y la distribución de los materiales sedimentados en un embalse es imprescindible la realización de una batimetría que nos permita conocer la morfología del fondo del embalse. Para ello se definen previamente unas líneas de navegación a seguir con una embarcación dotada de ecosonda y GPS. En el embalse de Ribarroja se ha utilizado una sonda multihaz. Los datos obtenidos permiten generar un modelo digital de precisión del fondo del embalse con coordenadas xyz. Éste puede representarse en planta y también de manera tridimensional facilitando la interpretación de la disposición de materiales.

Por otro lado, la obtención de información topográfica previa a la construcción del embalse es de especial interés para estudiar cuantitativamente la acumulación de sedimentos. Para ello, se han digitalizado mapas topográficos anteriores a la obra que han permitido generar un modelo aproximado del cauce original. Calculando la diferencia entre el modelo actual y el anterior se obtiene un modelo digital de sedimento que permite calcular los valores medios de sedimentación y los volúmenes acumulados a lo largo del embalse.

INCIDENCIA DE LOS EMBALSES DE MEQUINENZA Y RIBARROJA EN EL TRANSPORTE SÓLIDO EN SUSPENSIÓN DEL RÍO EBRO

Katrien De Pourcq
Montserrat Roura
Marina Arbat
Joan Armengol
Josep Dolz

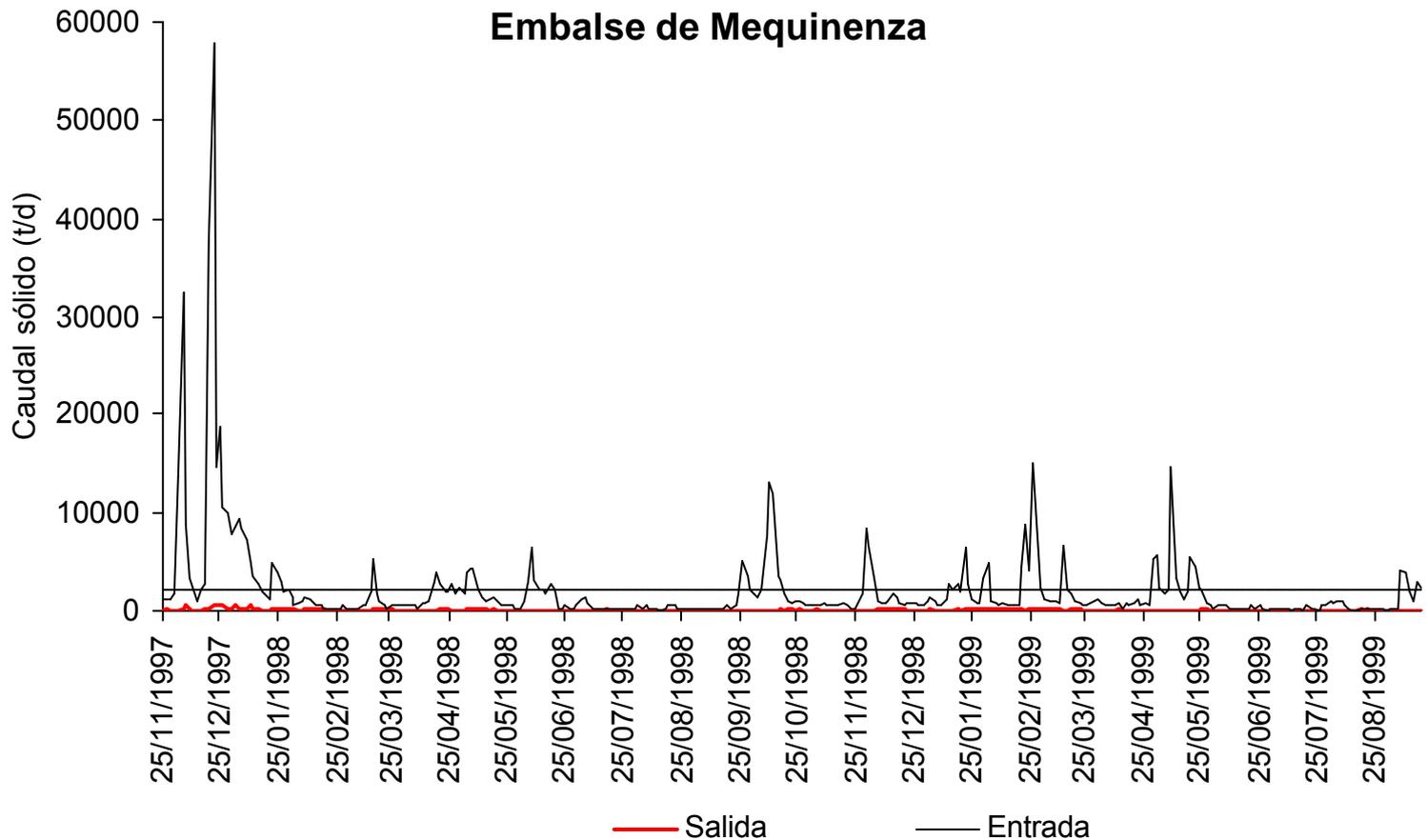
Grupo de Investigación **flumen** UPC

Barcelona, 24 febrero 2009

Índice

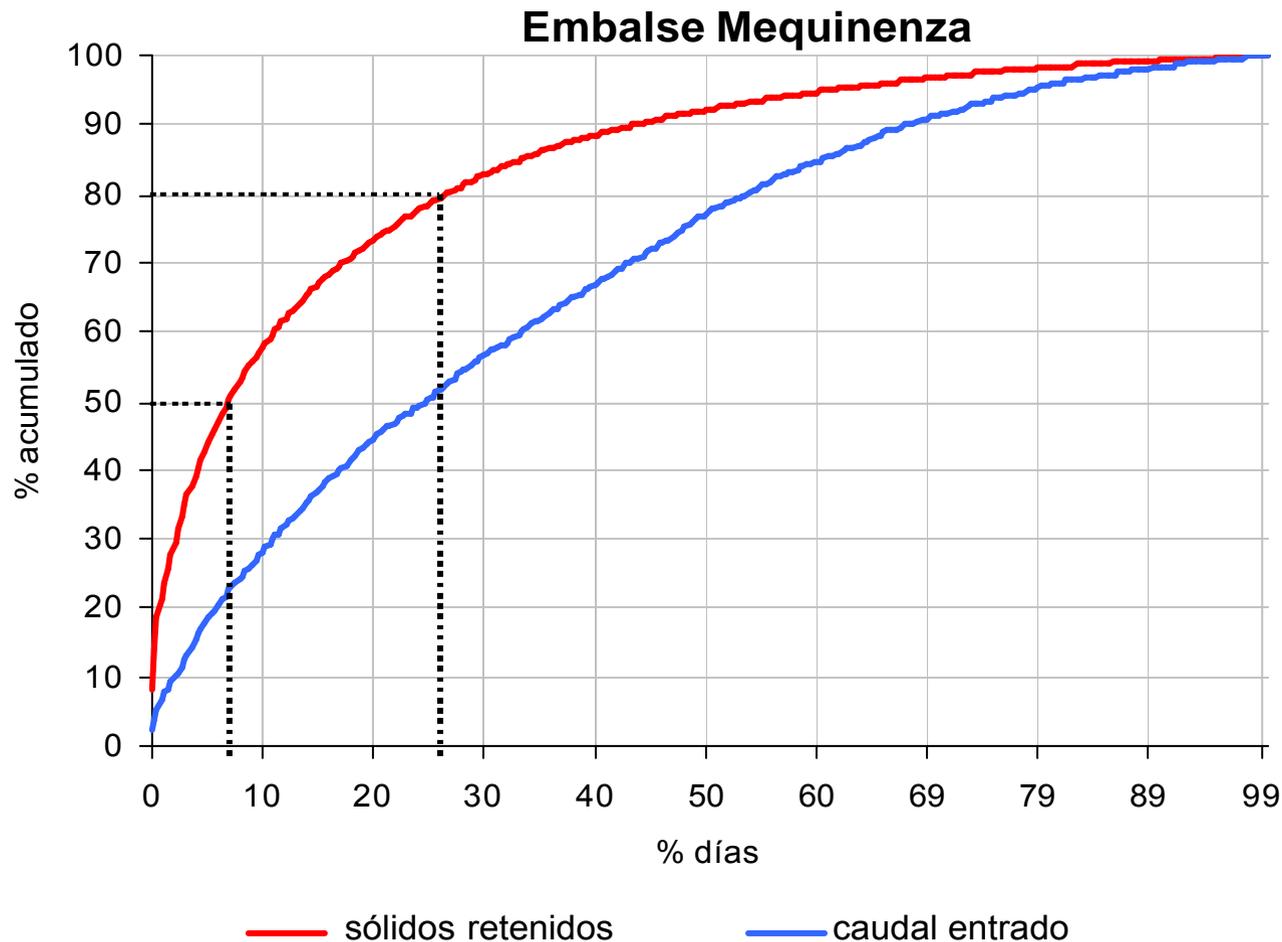
- Estudio del sólido en suspensión
 - Caudal sólido
 - Embalse de Mequinenza
 - Embalse de Ribaraja
 - Balance fracción orgánica/inorgánica Mequinenza
- Estudio del material depositado en el fondo
 - Campaña batimétrica
 - Modelo digital del fondo del embalse
 - Modelo de sedimentación

Caudal sólido



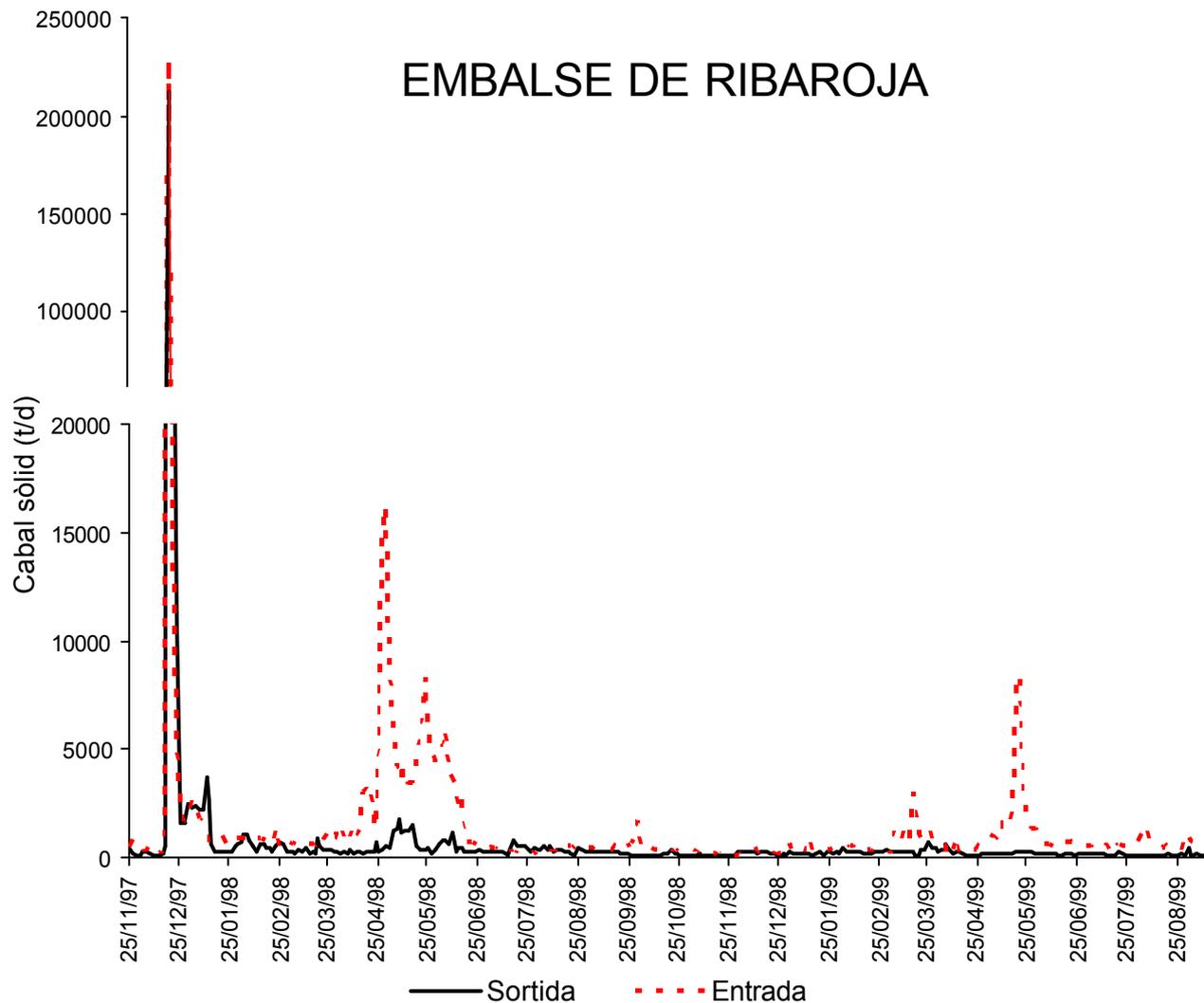
Evolución del caudal sólido (promedio cada dos días) en la entrada y salida del embalse de Mequinenza durante el período de estudio.

Caudal sólido



Porcentaje acumulado del caudal y la carga sólida retenida durante el período de estudio.

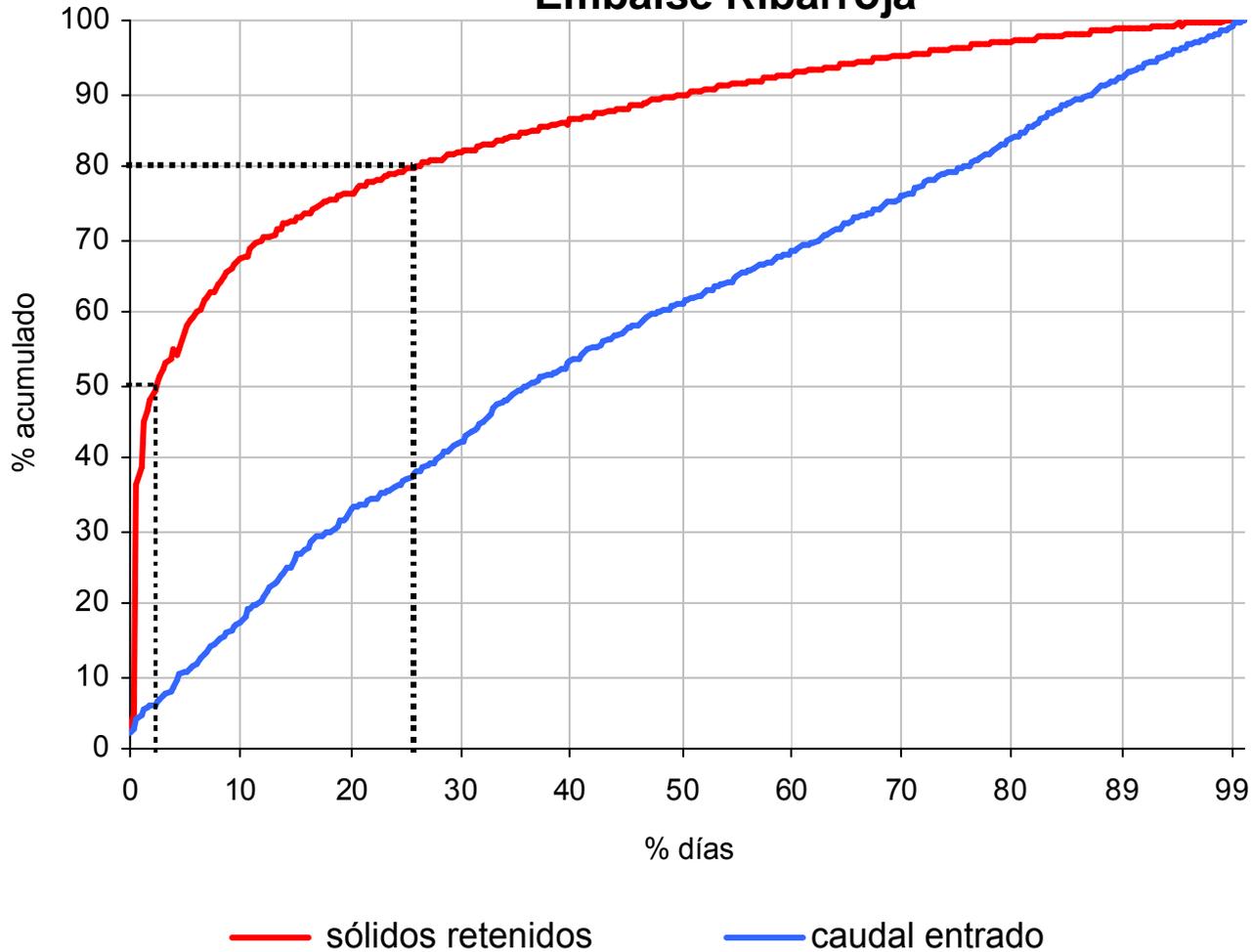
Caudal sólido



Evolución del (A) del caudal y (B) del caudal sólido (promedio cada dos días) en la entrada y salida del embalse de Ribarroja durante el período de estudio.

Caudal sólido

Embalse Ribarroja



Porcentaje acumulado del caudal y la carga sólida retenida durante el período de estudio.

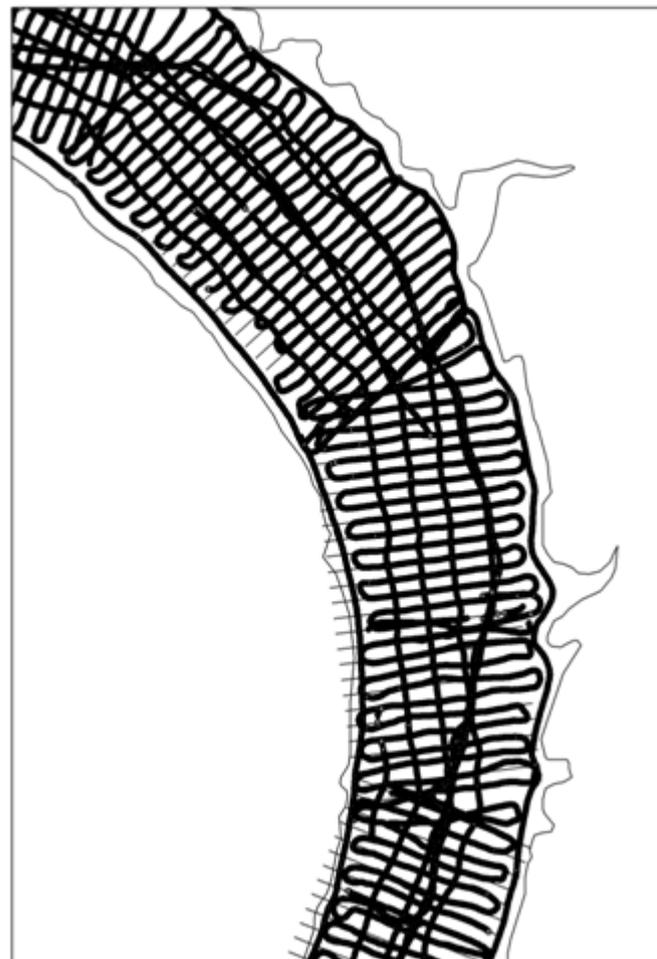
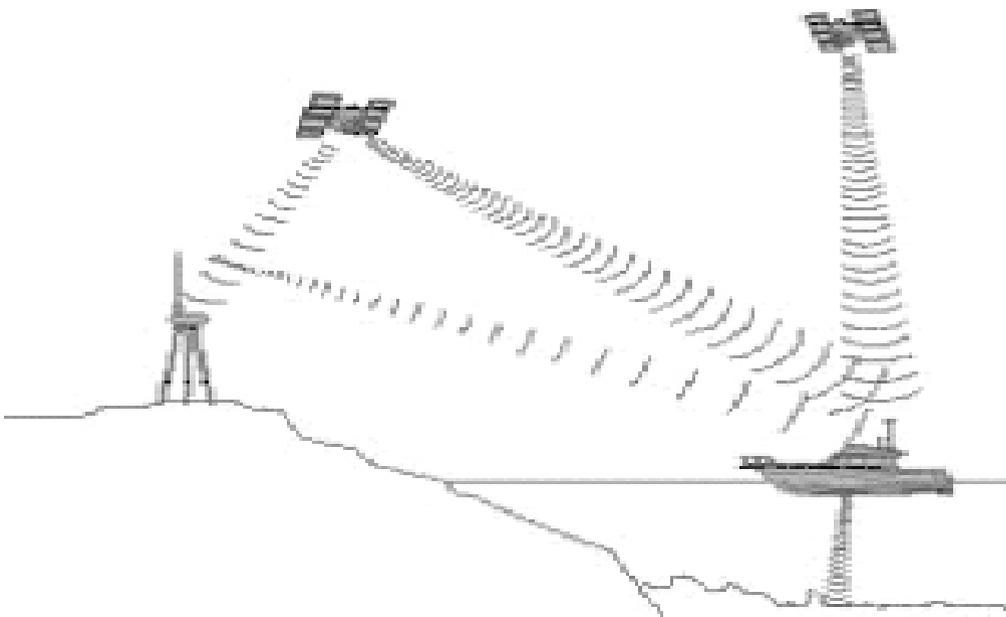
Balance orgánico/inorgánico

Aportación de Sólidos en Suspensión (t)	Embalse de Mequinenza		
	Entrada	Salida	Disminución %
Fracción Inorgánica	445299	19721	97
Fracción Orgánica	42357	13685	68
Total Sólidos en Suspensión	487656	33406	93

Balance de la aportación sólida y sus fracciones orgánica e inorgánica en el embalse de Mequinenza (t) en el período comprendido entre febrero de 1998 y febrero de 1999.

Campaña batimétrica

- Líneas de navegación
- Ecosonda multihaz
- Sensor gps



Campaña batimétrica

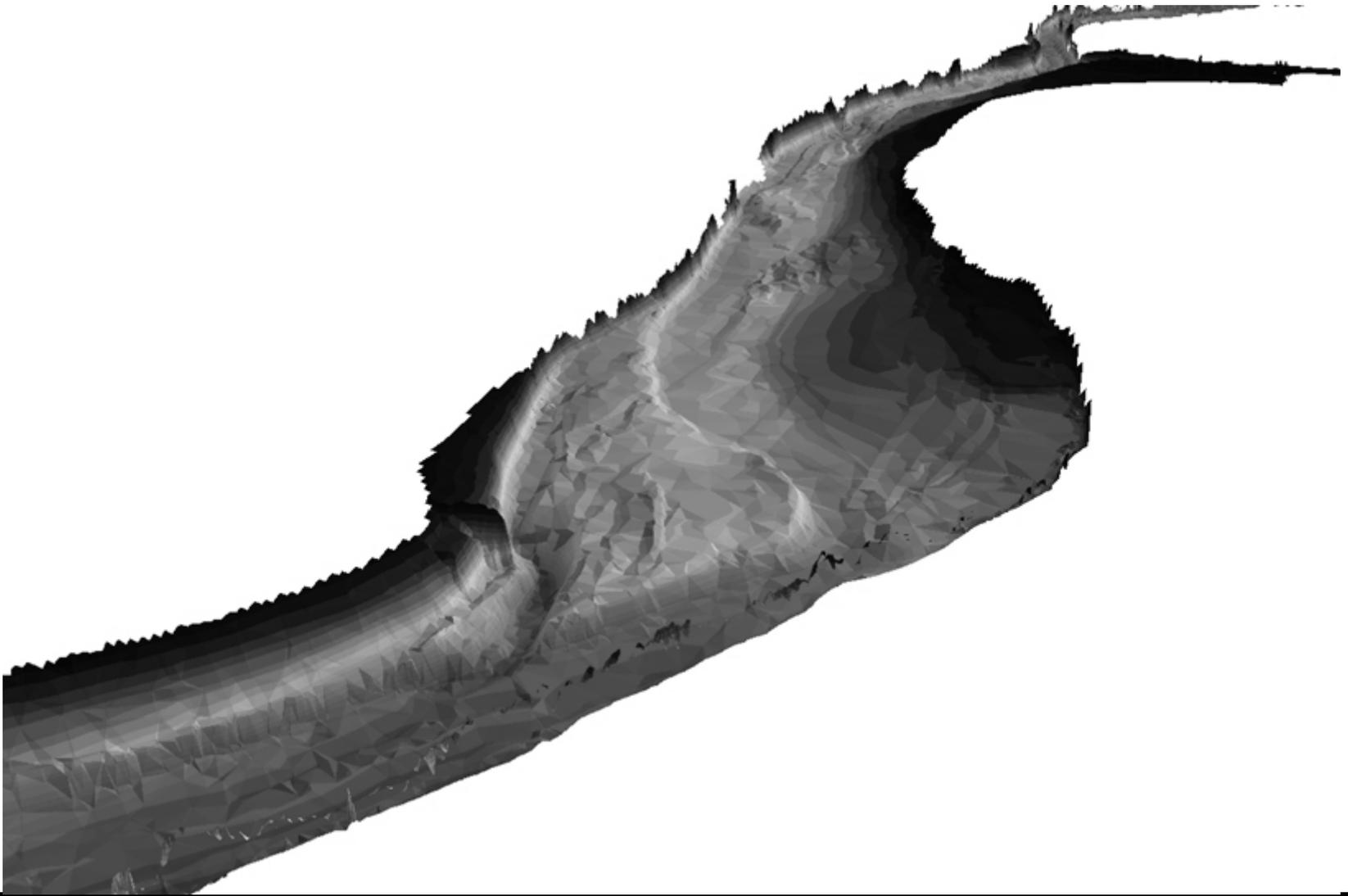
- Líneas de navegación
- Ecosonda multihaz
- Sensor gps



Modelo digital del fondo del embalse



Modelo 3D del fondo del embalse



Digitalización topografía preexistente



Modelo de sedimentación

- Sedimentación a lo largo del eje
- Volumen acumulado



OBTENCIÓN Y MANEJO DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE CAMPO EN LA MARISMA DE DOÑANA

Josep Dolz Ripollés, Daniel Ninyerola Chifoni, Juan Pomares Abad, Joaquim Rabadà Manuel, Anaïs Ramos Fuertes
FLUMEN-UPC

La marisma de Doñana, resultado del relleno del antiguo estuario del río Guadalquivir, forma parte de uno de los complejos fluvio-litorales más importantes de Europa. Los recursos hídricos, incluyendo las aguas superficiales y subterráneas, son un factor clave en este espacio protegido, ya que constituyen la base estratégica del mantenimiento de los ecosistemas y del ambiente marismero en particular. Se trata, sin embargo, de un sistema que ha sufrido en el pasado recientes considerables transformaciones hídricas y que requiere estudios específicos y herramientas de gestión que permitan actuar correctamente ante estos cambios.

En esta línea, el grupo Flumen lleva a cabo en la actualidad un proyecto de investigación en la marisma de Doñana, cuyo objetivo principal es el desarrollo y aplicación de un modelo numérico de simulación hidrodinámica. El proyecto contempla diversas actividades que se complementan, como la calibración de un modelo digital del terreno de alta resolución, la monitorización de las marismas mediante técnicas de teledetección y la recopilación de datos hidrometeorológicos.

La información de campo se obtiene a través de una red de estaciones instalada en la marisma y permite apoyar la monitorización por teledetección, contribuyendo de manera conjunta a la calibración del modelo. La red cuenta con seis puntos de medición de cota de agua, cinco de temperatura de agua, tres de temperatura del suelo, dos estaciones meteorológicas completas y una sonda multiparamétrica de medidas de calidad hídrica.

Gracias a estas instalaciones se dispone de una extensa base de datos, aún en expansión, que permite estudiar en detalle los fenómenos hidrológicos y meteorológicos que tienen lugar en la marisma. Se presta especial atención a la caracterización de los procesos que intervienen en su balance térmico, por encontrarse estrechamente relacionados con el funcionamiento hidrológico del sistema marismero.

OBTENCIÓN Y MANEJO DE INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE CAMPO EN LA MARISMA DE DOÑANA

Anais Ramos Fuertes
Josep Dolz Ripollés
Daniel Ninyerola Chifoni
Juan Pomares Abad
Joaquim Rabadà Manuel

Barcelona, 24 de febrero de 2009

Área de estudio

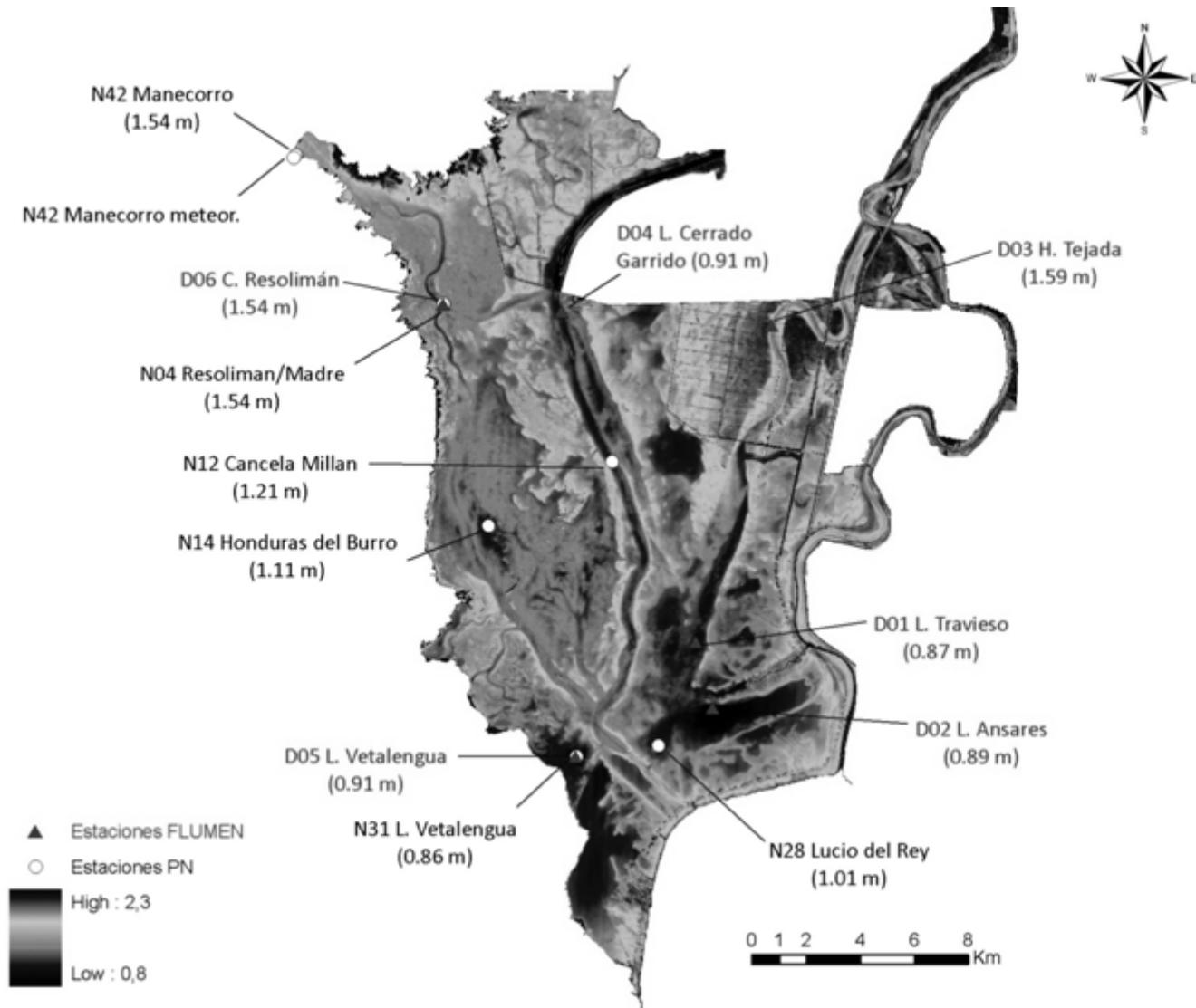


Área de estudio

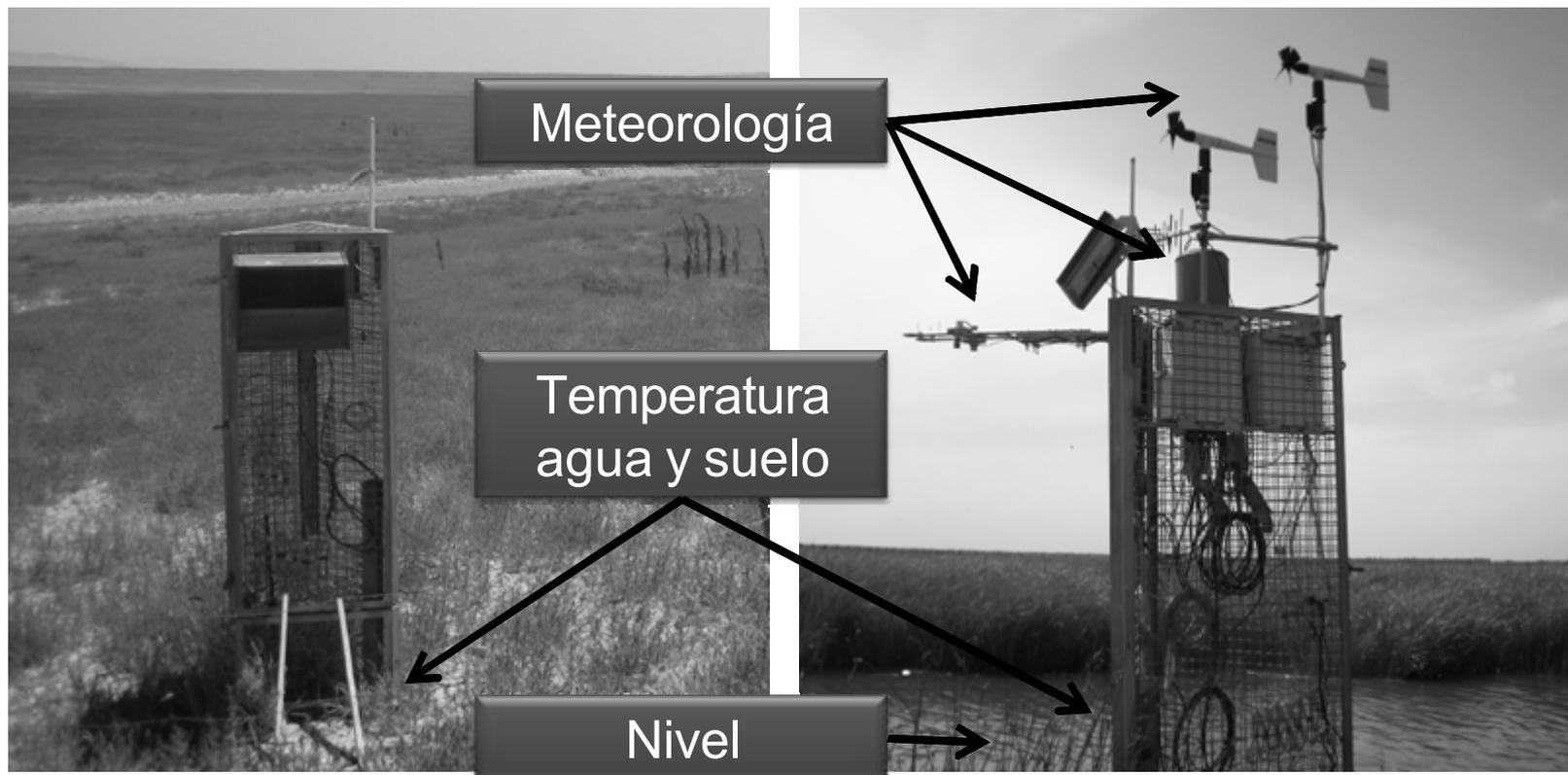


Fuente: Estación Biológica de Doñana, 2008.

Red de estaciones



Red de estaciones



D03, julio de 2007.

D04, abril de 2008.

Explotación de la información

■ Seguimiento de niveles



■ Efectos del viento:

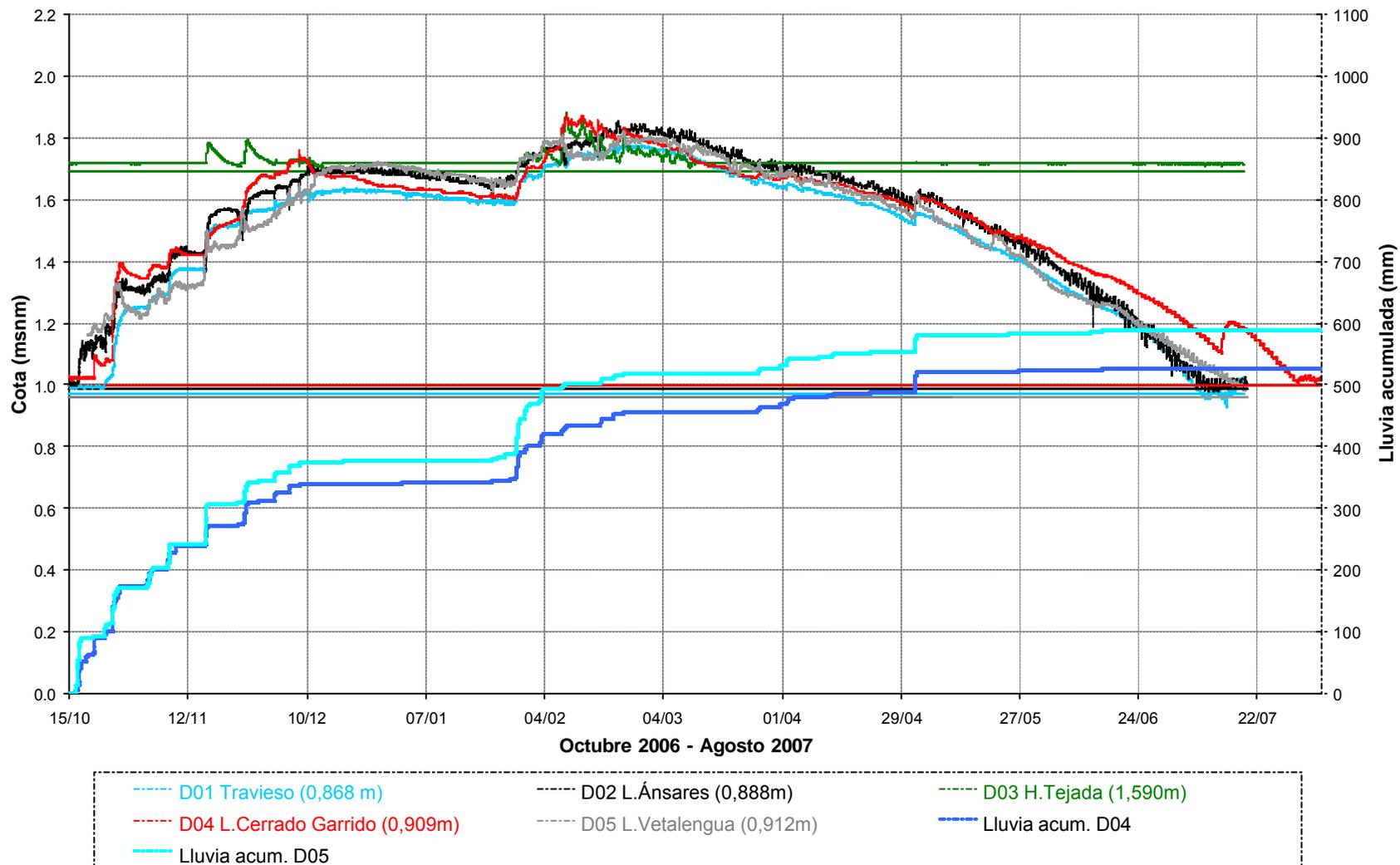
- Sobre niveles de agua
- Sobre comportamiento térmico



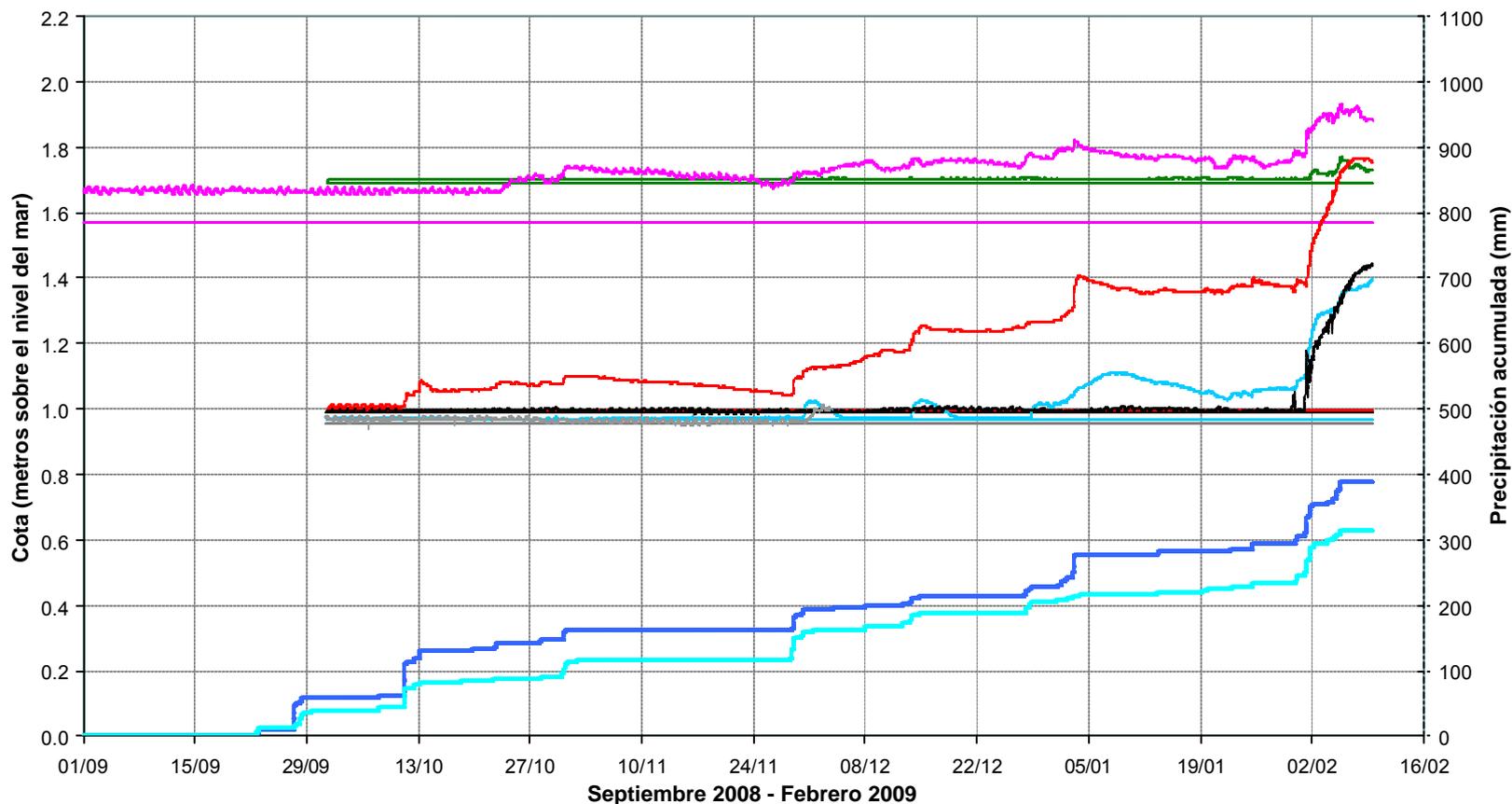
■ Elementos del balance térmico



Explotación de la información



Explotación de la información

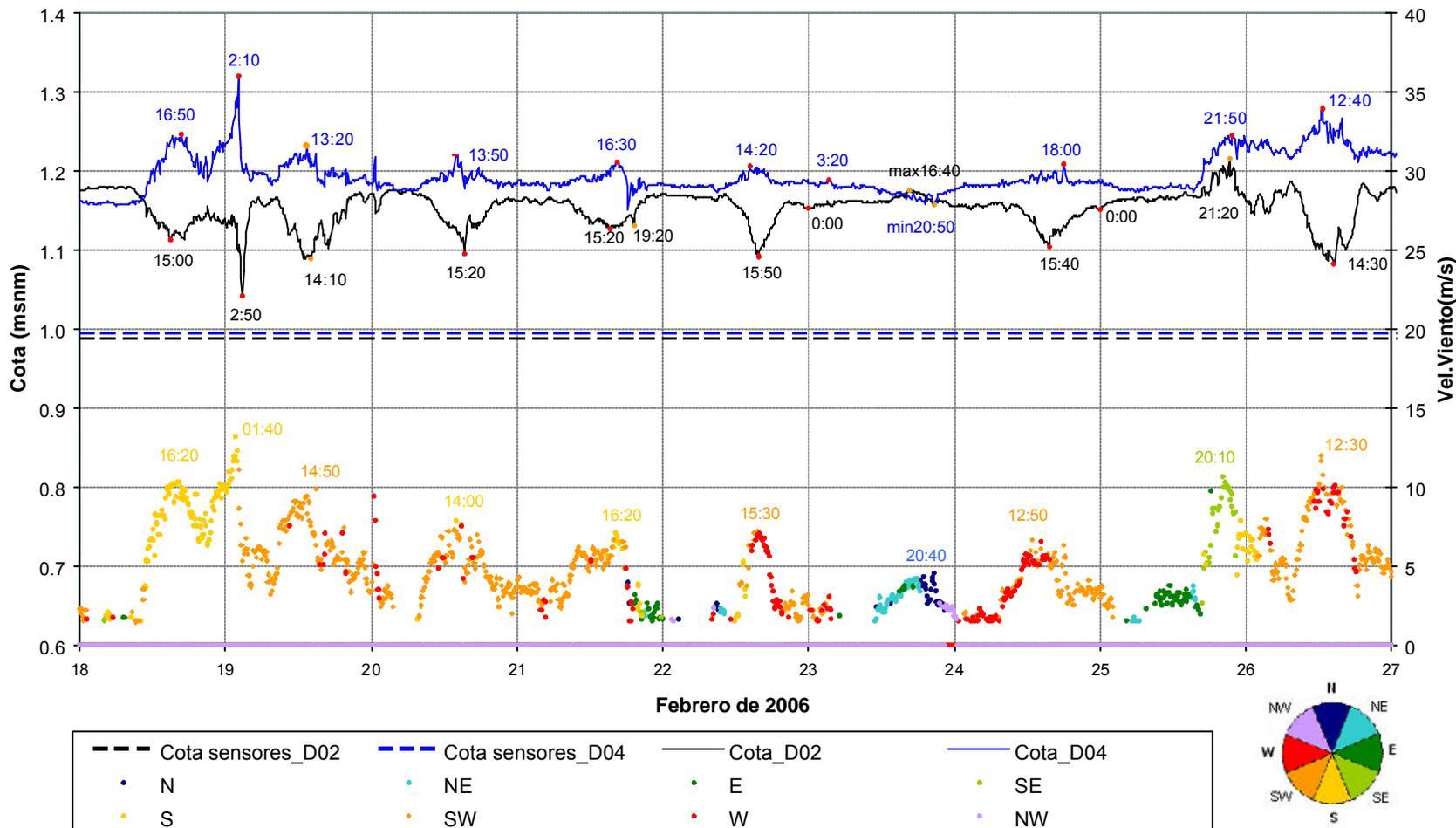


- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| --- D01 Travesio (0,87 m) | --- D02 L.Ánsares (0,89m) | --- D03 H.Tejada (1,59m) |
| --- D04 L.Cerrado Garrido (0,91m) | --- D05 L.Vetalengua (0,91m) | --- D06 C. Resolimán (1,54m) |
| --- Lluvia acum. D04 | --- Lluvia acum. D05 | |

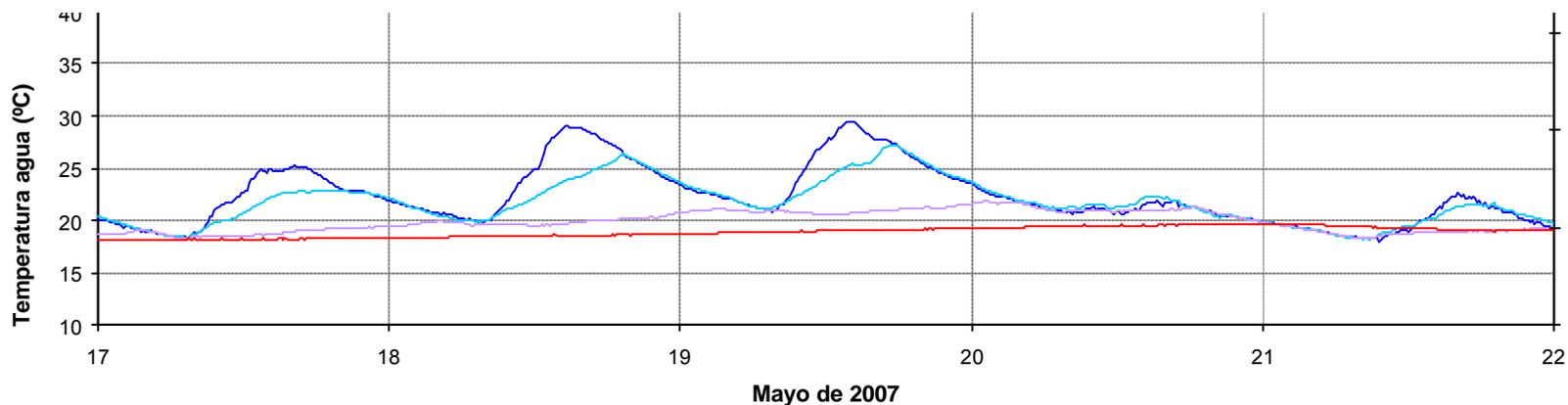
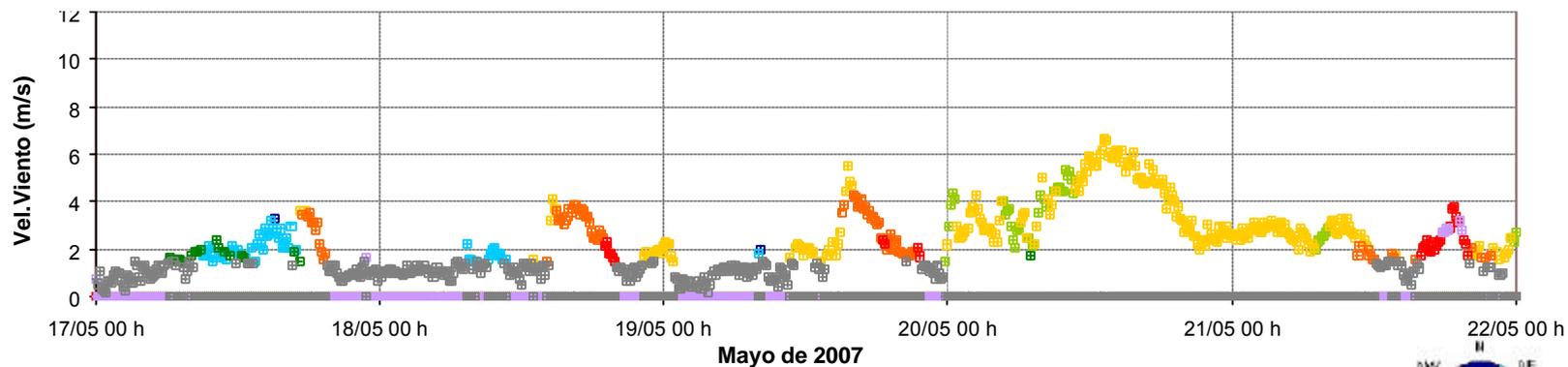


Explotación de la información

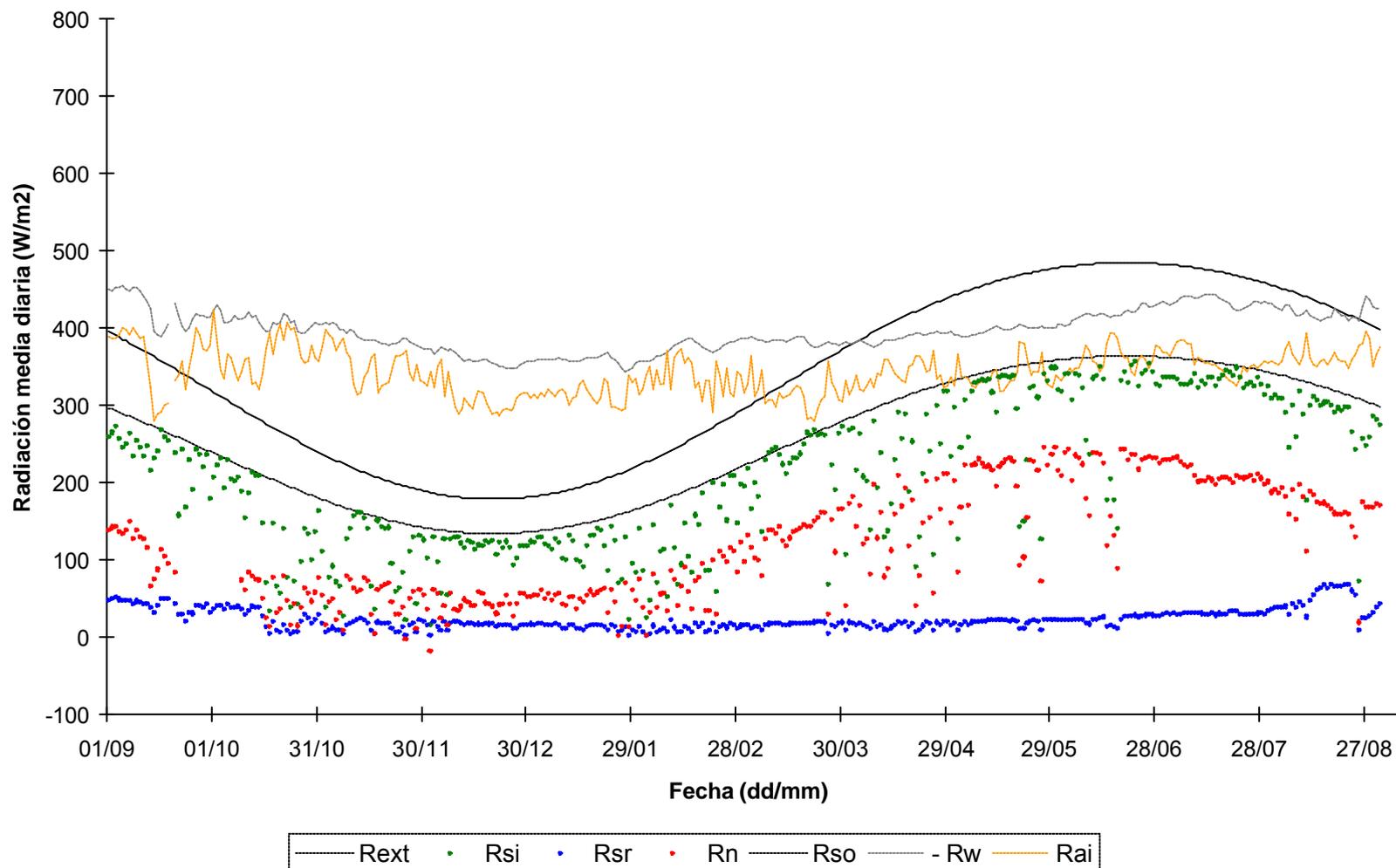
Cotas y viento estaciones D02_L_Ansares
y D04_L_Lobo



Explotación de la información



Explotación de la información



Explotación de la información

Temperatura del suelo en D05 L. Vetalengua
Año 2006/2007



A black and white photograph of a wetland landscape. The foreground is filled with tall, thin reeds or grasses. In the middle ground, there is a body of water reflecting the sky. The background shows a distant shoreline with some buildings and trees. Numerous birds are flying in the sky, scattered across the upper two-thirds of the image. The overall scene is serene and natural.

Gracias por vuestra
atención.

**LA TELEDETECCIÓN COMO HERRAMIENTA DE MONITORIZACIÓN DE CUERPOS DE AGUA.
APLICACIÓN A LAS MARISMAS DEL ESPACIO NATURAL DE DOÑANA**

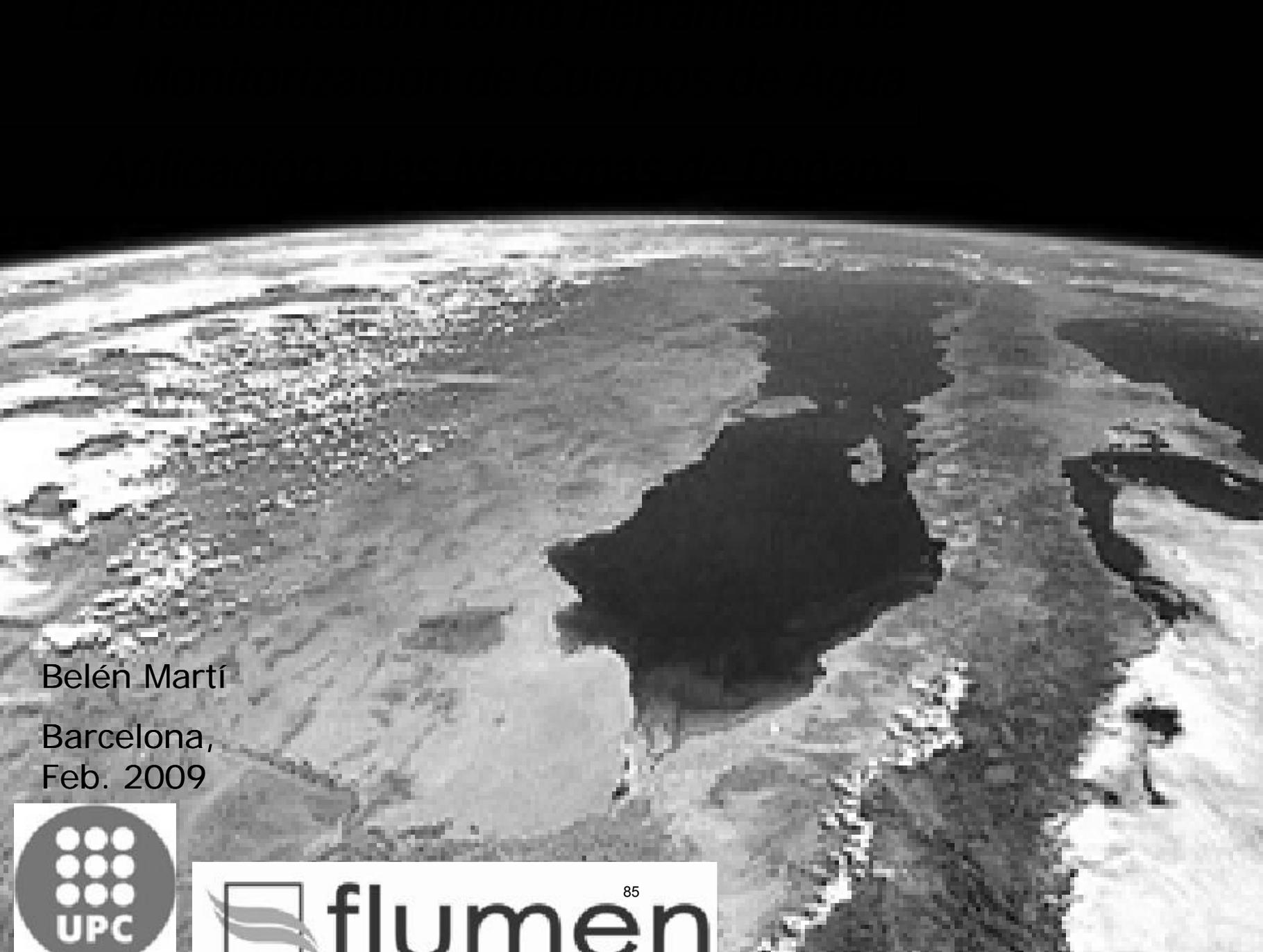
Belén Martí, Josep Dolz, Ernest Bladé
FLUMEN-UPC

La teledetección consiste en la adquisición y análisis de imágenes digitales de la Tierra tomadas desde sensores instalados en aviones o satélites que registran la radiación electromagnética procedente del planeta. Mediante el análisis de las imágenes de teledetección es posible clasificar los usos del suelo (urbano, bosque, cultivo, agua, nieve, etc.) y de este modo monitorizar procesos que afectan a grandes áreas, como pueden ser: deforestación, evolución de línea de costa, inundaciones, incremento de suelo urbano, etc. Las imágenes de la superficie terrestre también se emplean para cuantificar parámetros medioambientales tales como biomasa, temperatura superficial del agua o concentración de sedimentos en suspensión, entre otros.

Algunas de las razones que hacen de la teledetección una herramienta en expansión en casi todas las áreas de ciencias de la tierra son: la visualización sinóptica de grandes áreas, la posibilidad de observación de zonas de difícil acceso, la periodicidad de las observaciones y la disponibilidad de información retroactiva.

El grupo de investigación FLUMEN de la Universidad Politécnica de Cataluña adquiere de forma sistemática imágenes de teledetección de los humedales del Espacio Natural de Doñana, que ocupan una extensión aproximada de 30.000 Ha. Se trata de imágenes radar del sensor ASAR instalado a bordo del satélite Envisat de la Agencia Espacial Europea. Estas imágenes permiten observar la evolución de la superficie inundada en el espacio natural y otros fenómenos como el efecto de arrastre del viento sobre las masas de agua o la evolución de la vegetación marismeña a lo largo del año hidrológico. Tales observaciones han permitido la calibración del modelo hidrodinámico de las marismas desarrollado por el grupo FLUMEN.

El grupo de teledetección Last de la Estación Biológica de Doñana (CSIC), que colabora con FLUMEN, dispone de una serie de imágenes Landsat de Doñana que se remota al año 1975. Los investigadores de Last han determinado la superficie de agua en cada una de estas imágenes, lo que ha permitido observar de manera precisa los cambios en el patrón de inundación de las marismas de Doñana a lo largo de las tres últimas décadas.



Belén Martí

Barcelona,
Feb. 2009



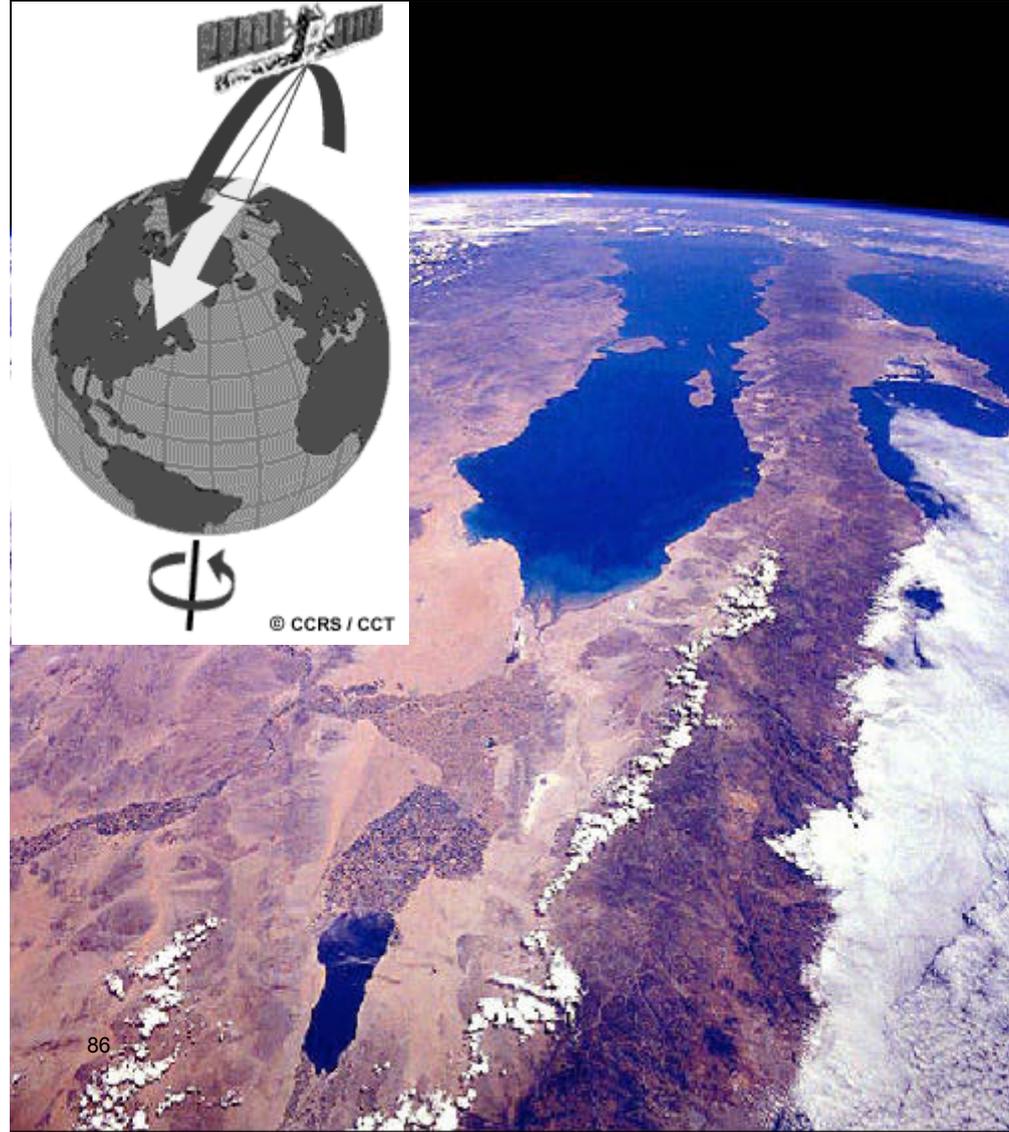
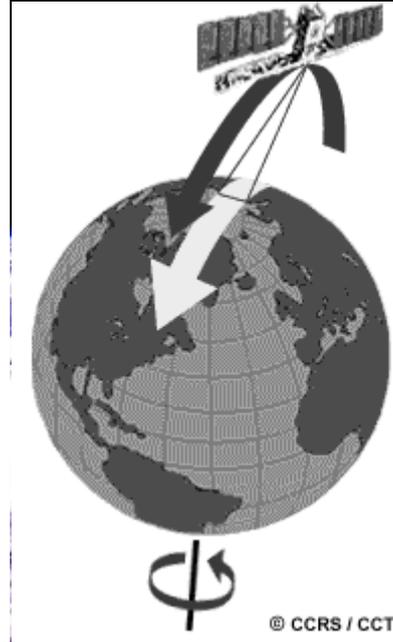
Qué es la Teledetección?

- **Definición de teledetección:**

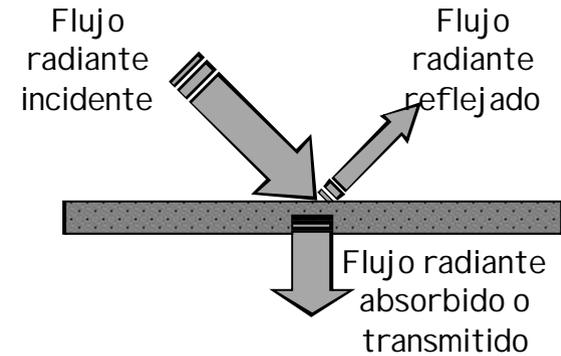
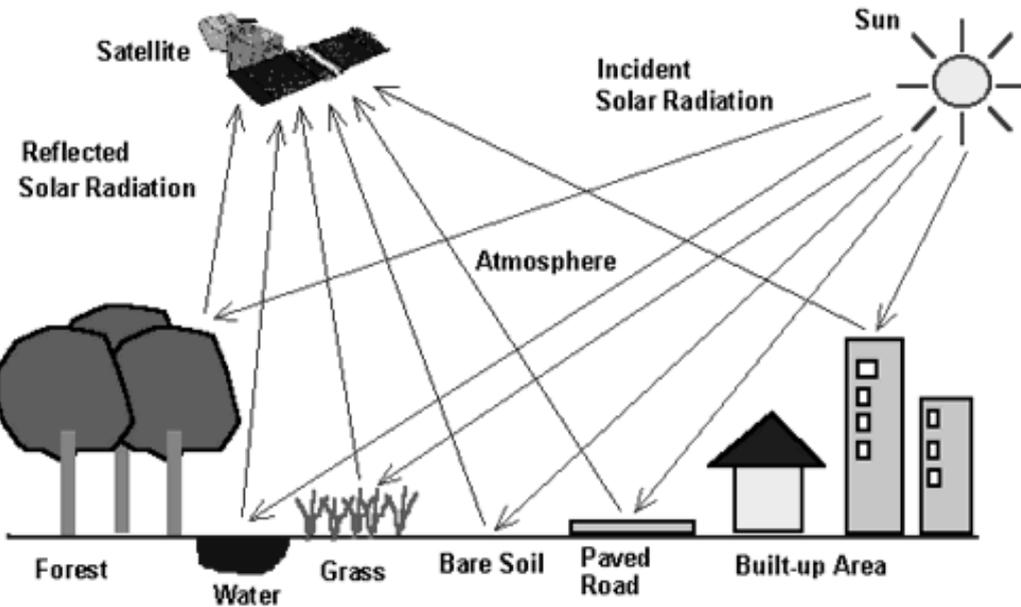
- General (vaga): la teledetección es la técnica de medir a distancia..
- Más práctica: adquisición y análisis de imágenes de la superficie terrestre mediante sensores a bordo de aviones o satélites.

- **Ventajas:**

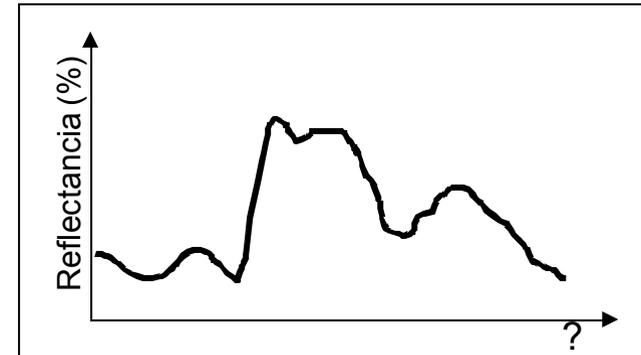
- visualización sinóptica y periódica de grandes áreas;
- observación de zonas de difícil acceso;
- información en diferentes bandas espectrales;
- costes muy competitivos;
- información retroactiva.



Teledetección Pasiva



ESPECTRO o FIRMA ESPECTRAL

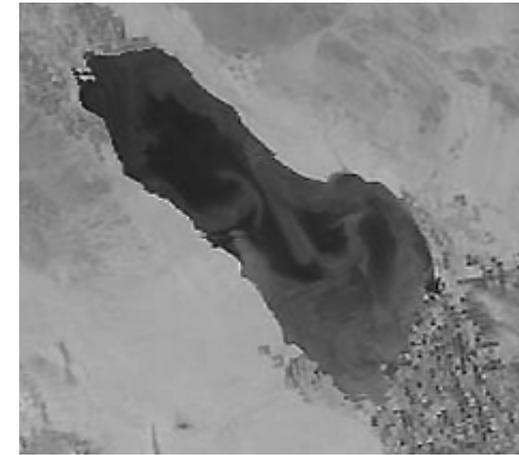
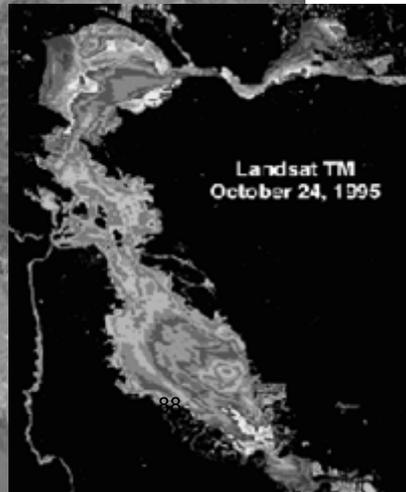


- Porcentaje de flujo radiante incidente que es reflejado en función de ?.
- El espectro es un DNI del material.

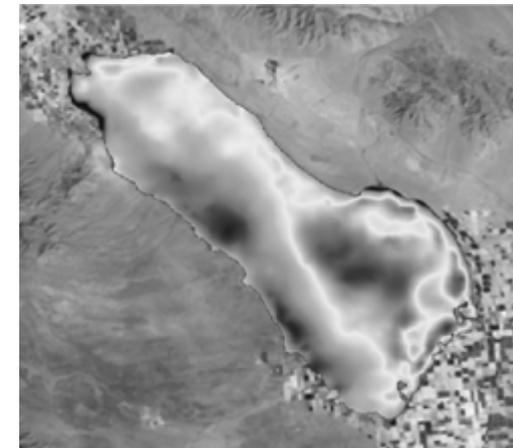
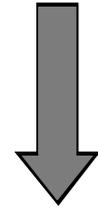
- El sol emite radiación electromagnética en todas las longitudes de onda (?).
- La radiación interacciona con la superficie de la Tierra y es parcialmente reflejada en todas direcciones.

Aplicaciones a Masas de Agua

- Delimitación de cuerpos de agua;
- Temperatura superficial del agua;
- Concentración de sedimentos en suspensión;
- Concentración de clorofila.

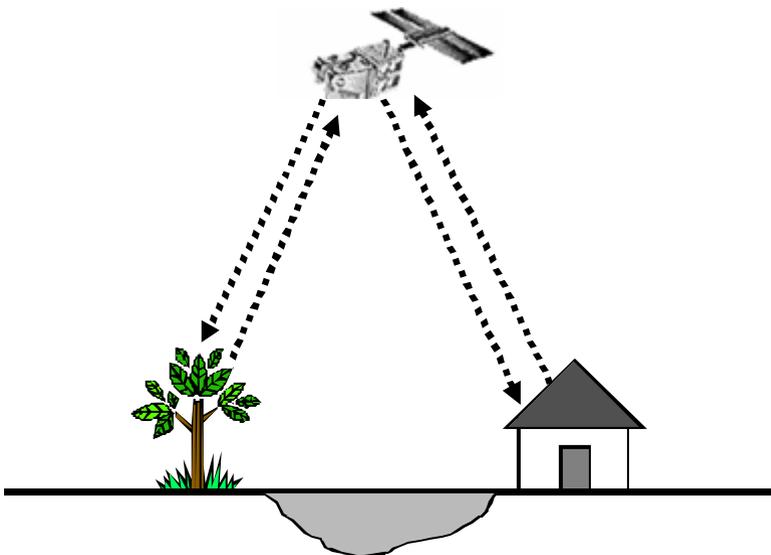


Ecuación
de Planck

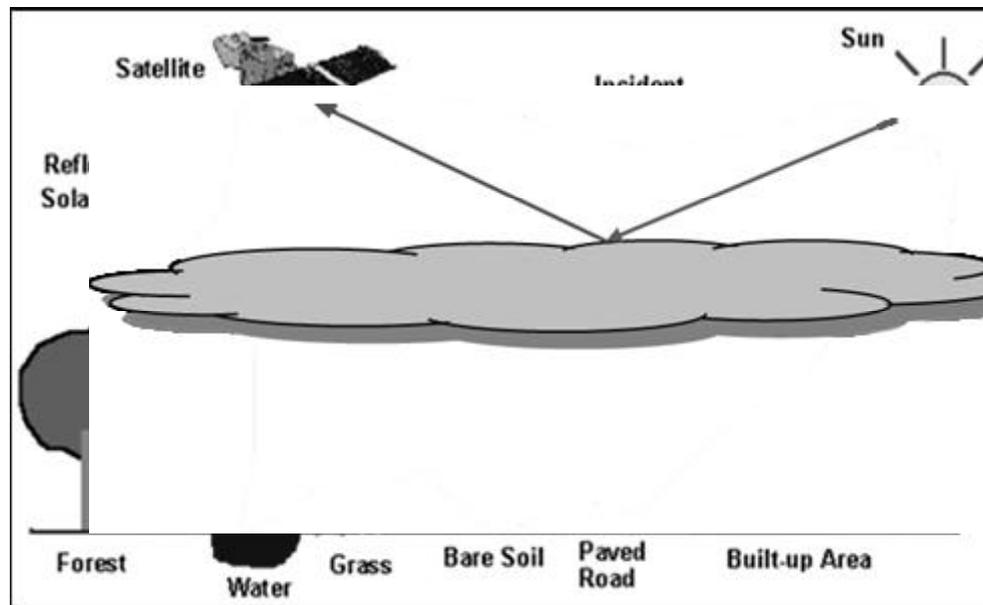


Teledetección Activa: RADAR

Sensor activo



Sensor pasivo



Sensores Activos:

- Los sensores activos emiten pulsos de radiación que iluminan la superficie objetivo y detectan la señal reflejada.

- Sensores activos más utilizados:

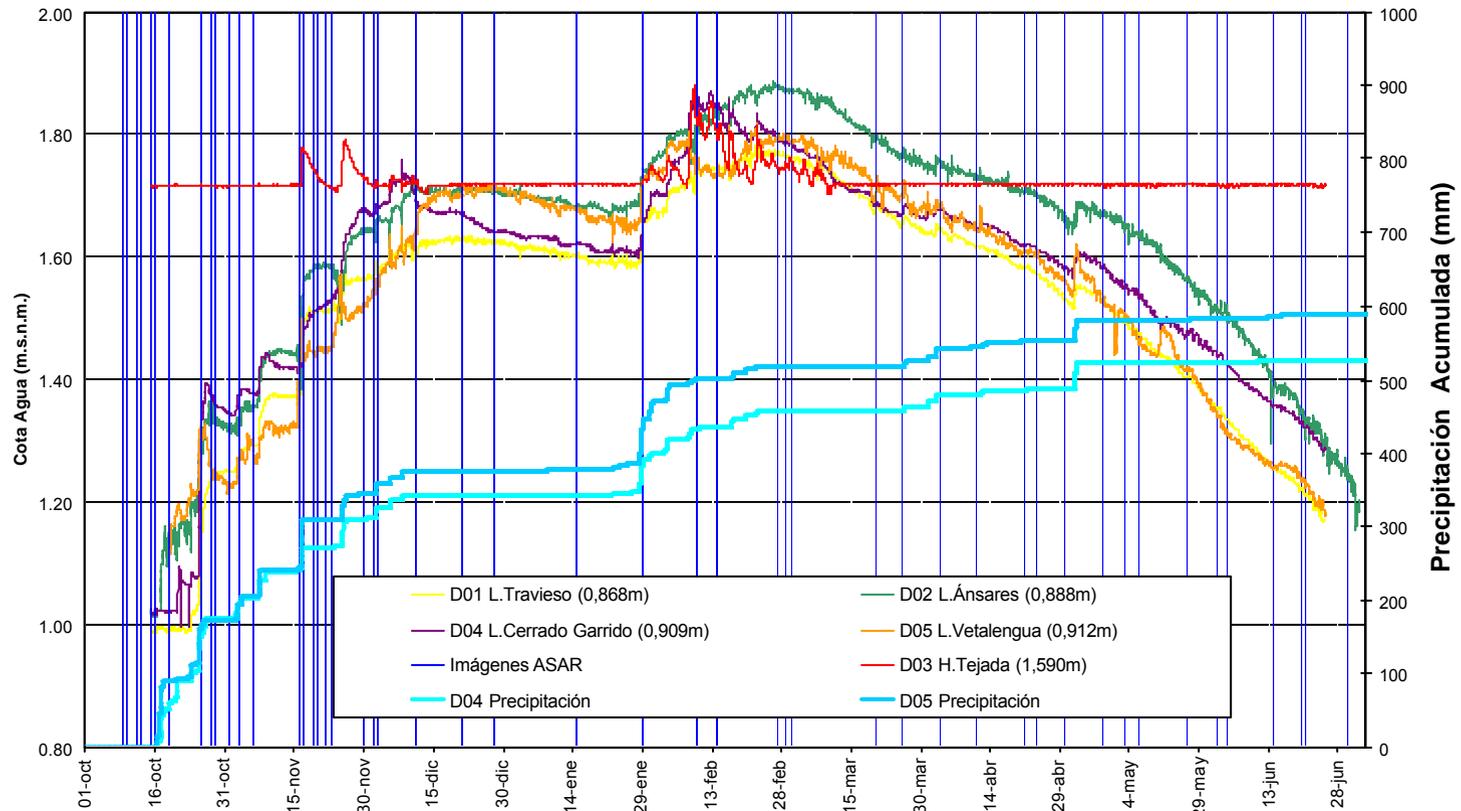
RADAR (RAdio Detection And Ranging)

LIDAR (LIght Detection And Ranging)

Teledetección de las Marismas de Doñana

Objetivo: observar la evolución de la superficie inundada, con especial interés en el proceso de llenado.

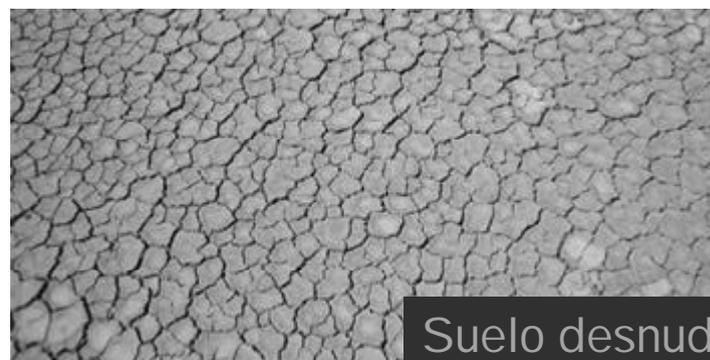
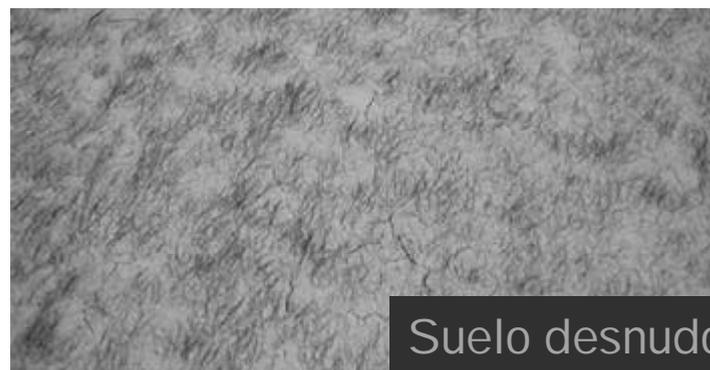
Car



Teledetección de las Marismas de Doñana



Detección de las Marismas de Donana



Calibración del Modelo Hidrodinámico: Pérdidas

ASAR/Envisat Image
03 Oct. 2007
IS6, AP HH/VV



ASAR/Envisat Image
07 Nov. 2007
IS6, AP HH/VV



Calibracion del Modelo Hidrodinamico: Efecto del Viento

Image ASAR/Envisat
26 Mar. 2008, 22:27
IS6, AP HH/VV

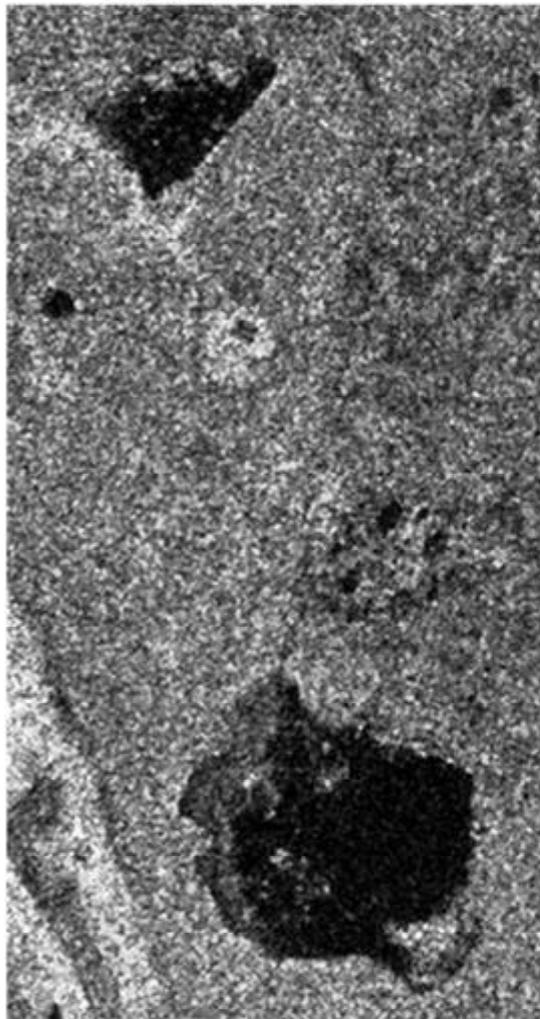
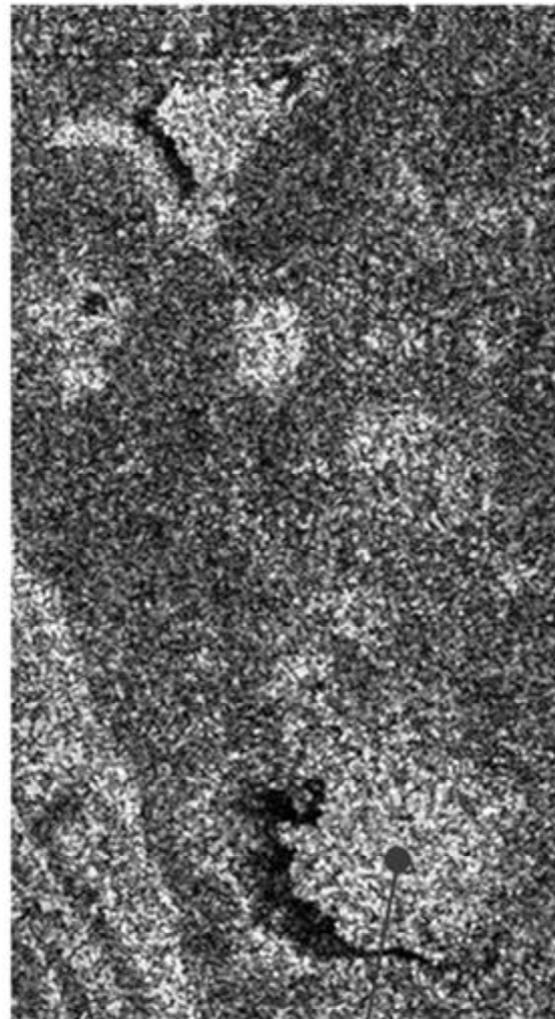
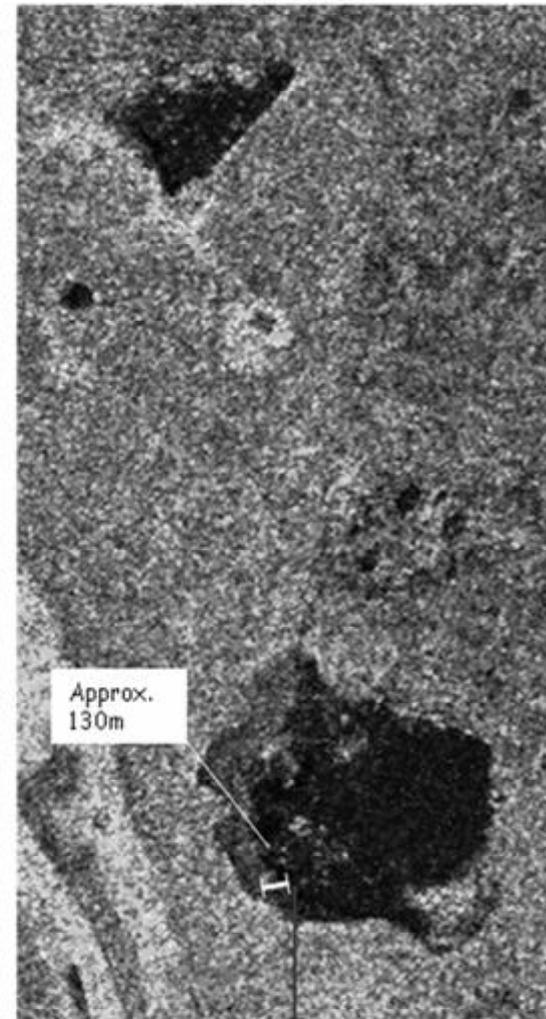


Image ASAR/Envisat
27 Mar. 2008, 10:41
IS1, AP HH/VV



Composite combining
images from 26 and 27
March 2008

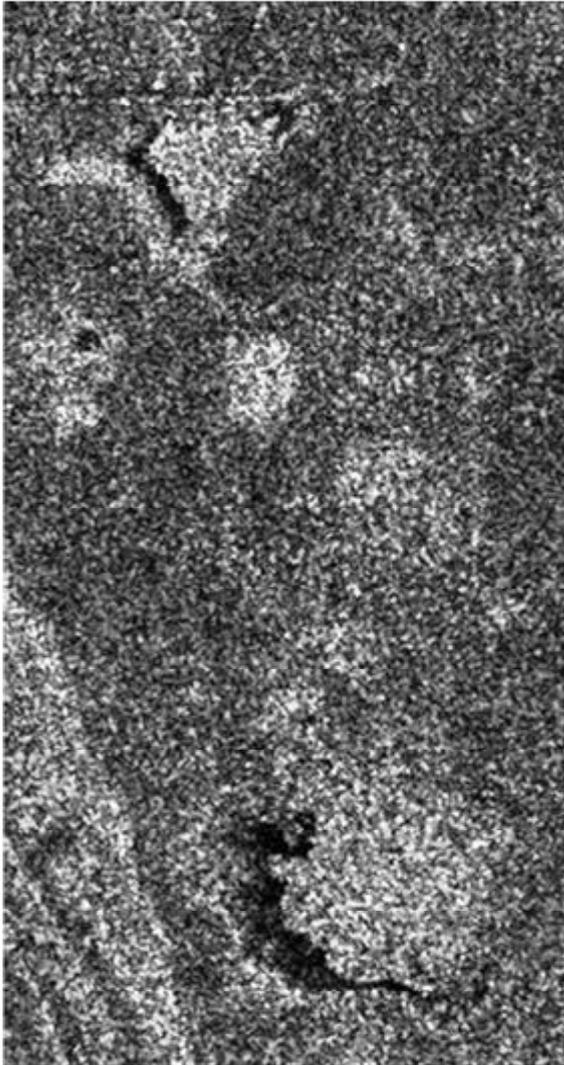


94
Wind-roughened water
surface appears bright

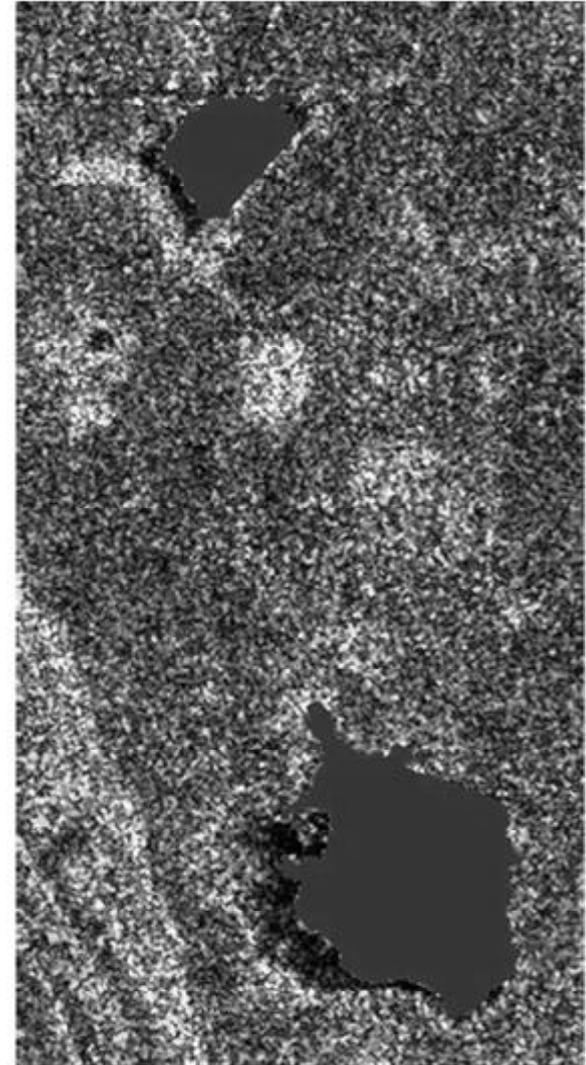
The dark area shows the
displacement of the water
body in the wind direction

Calibración del Modelo Hidrodinámico: Efecto del Viento

27 Mar. 2008, 10:41



**Flood
delineation**



HIDRODINÁMICA DE LAS MARISMAS DE DOÑANA. PROYECTO RAMWASS

Ernest Bladé, Martí Sánchez-Juny, Belén Martí, Katrien de Pourcq, Josep Dolz
FLUMEN-UPC

El proyecto RAMWASS (*Integrated decision support system for Risk Assessment and Management of the WATER-Sediment-Soil system at river basin scale in fluvial ecosystems*) es un proyecto europeo dentro del 6º programa marco (*Global Change and Ecosystem*), vigente desde septiembre de 2006 hasta enero de 2009. El objetivo del proyecto es desarrollar un nuevo sistema de apoyo a la decisión (DSS) para la evaluación y gestión del riesgo para la prevención y/o reducción de los impactos negativos causados por el cambio global y las actividades humanas en el sistema agua/sedimento/suelo a escala de cuenca en ecosistemas fluviales. El DSS combina e integra datos ambientales y geofísicos de sistemas de observación terrestre, sensores de medida in-situ, información geo-referenciada, sistemas de cálculo avanzado, métodos de visualización gráfica y herramientas de inteligencia artificial para generar conocimiento que contribuya a la evaluación del impacto ecológico y el diseño de acciones de respuesta efectiva maximizando la integridad y seguridad de los ecosistemas y la vida humana.

El DSS de RAMWASS es el resultado del desarrollo, integración y validación de las tecnologías esenciales proporcionadas por diferentes socios del proyecto. Éstas se basan fundamentalmente en la aplicación de métodos avanzados de cálculo para la simulación rápida y precisa de distintas situaciones agua – sedimento –suelo y para evaluar el efecto de distintos escenarios (FLUMEN, CIMNE, CISM, Univ. Hannover, Univ. Lüneburg), en la utilización de herramientas innovadoras para la visualización 3D de simulaciones de riesgo ambiental (CIMNE) y en la construcción de un modelo de apoyo a la decisión basado en una red neuronal artificial (RNN), usando innovadoras herramientas de simulación de procesos de Monte Carlo desarrollada por el CIMNE.

Una actividad crucial del proyecto será la calibración, validación y evaluación del funcionamiento y efectividad del DSS en su aplicación a tres ecosistemas acuáticos relevantes adyacentes a tres cuencas fluviales en Europa:

1. Las marismas del Parque Nacional de Doñana en España;
2. La reserva de protección de la biosfera en el río Elba en Alemania, y
3. Las marismas y lagunas del delta del río Po en Italia.

El desarrollo del proyecto en las marismas de Doñana se ha basado en la simulación numérica de la hidrodinámica de la marisma en base a diversos escenarios de llenado y vaciado, incluyendo la deposición de sedimentos procedentes del Arroyo de El Partido. Dicha simulación se ha llevado a cabo mediante el modelo numérico CARPA. Para su aplicación en Doñana se ha mejorado con la implementación de subrutinas que permiten considerar la acción del viento y los procesos de infiltración y evaporación. Las simulaciones numéricas se han validado a partir de las series de medidas meteorológicas e hidráulicas que se han tomado desde una red de seis estaciones de medida que se ha ubicado dentro de la zona de estudio. Igualmente, para la validación, también se han usado técnicas de teledetección a partir de imágenes satelitales tomadas mensualmente desde ENVISAT.

RAMWASS DSS IN DOÑANA NATURAL SPACE

Ernest Bladé

Katrien De Pourq

Josep Dolz

Belén Martí

Martí Sánchez-Juny

Anaís Ramos

Research Group **flumen** UPC

Implementation of RAMWASS-DSS in Doñana Marshes

■ Objectives

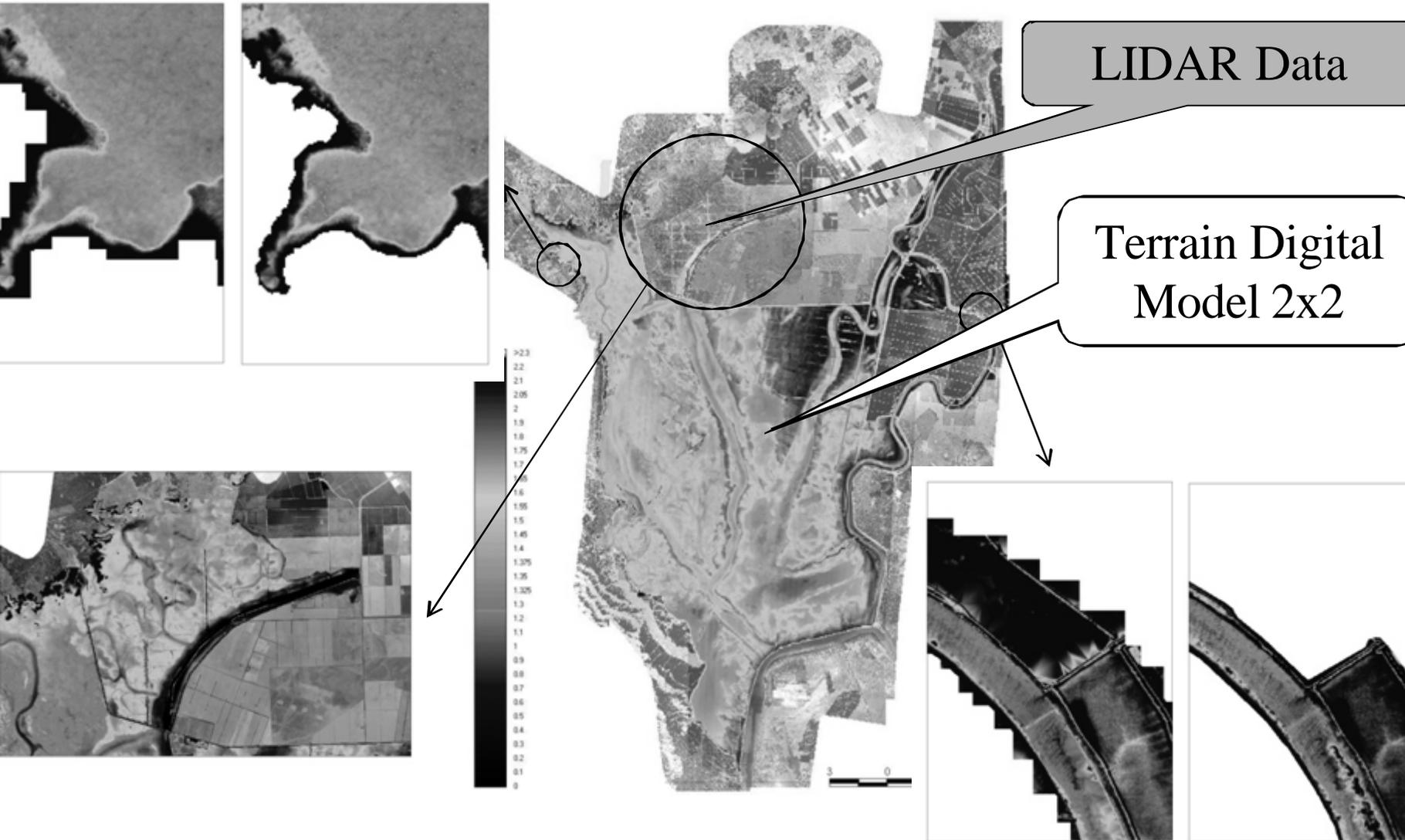
- Development and refinement DTM
- Setup of measuring stations in the marshes
- Quick online access to the measured data
- Improvements in CARPA Analysis system
- Construction of Hydrodynamic Model based in CARPA
- Validation of the system in Doñana Marshes
- Dissemination and exploitation

Provide the Park authorities with a reliable tool for the management of Doñana marshes

RAMWASS in Doñana Marshes: Results

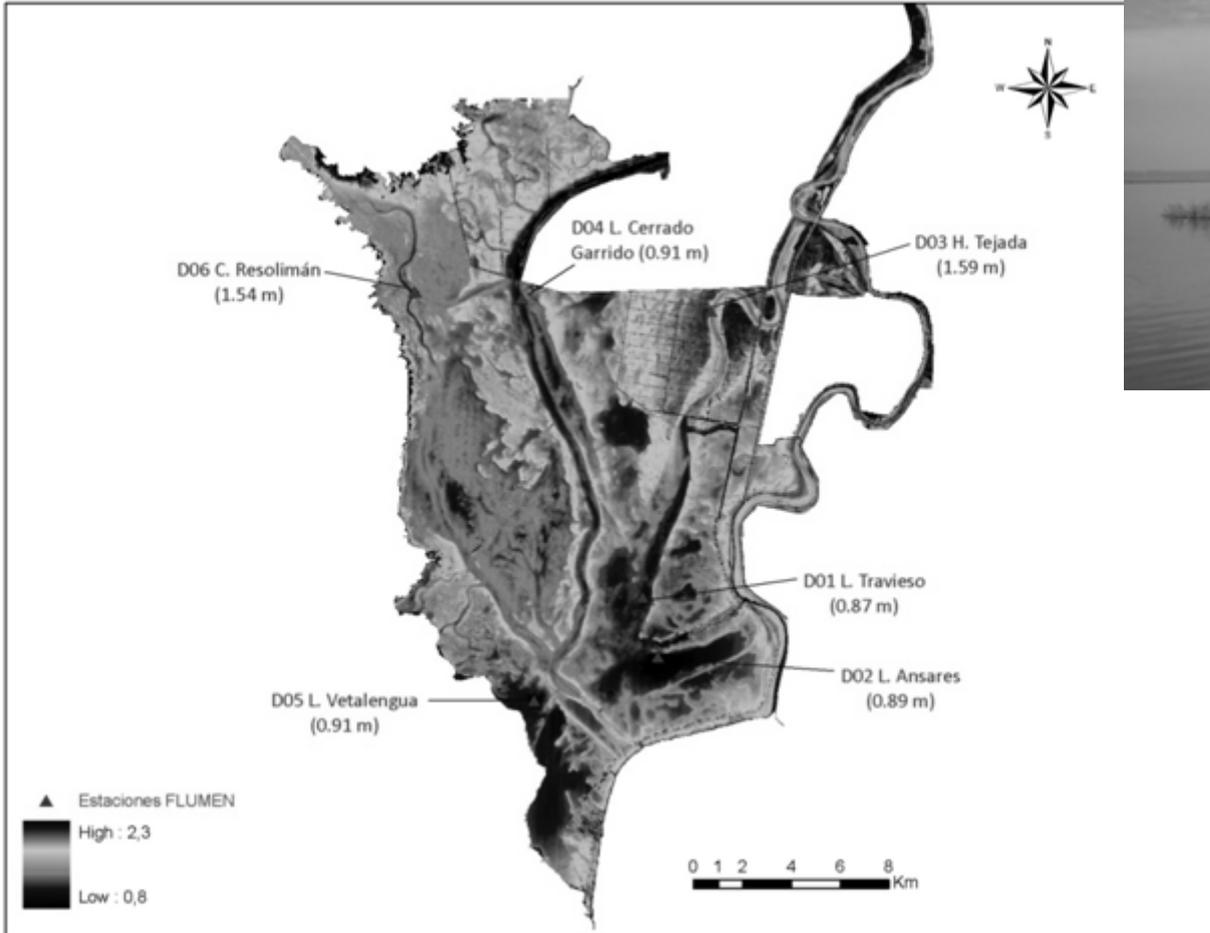
- New improved DTM based on LIDAR data
- 6 automatic autonomous measuring stations installed in the marshes
- New database of measured variables and online access to it
- New CARPA based Hydrodynamic Model
 - Definitive mesh including details of singularities (Inlets, outlets, gates)
 - Bedload sediment transport implemented in internal delta of Arroyo del Partido
 - Wind action
 - Infiltration and Evapotranspiration Losses
 - Improvement of Courant Condition
- Validation of the system with satellite images and measured data
- Coordinated work with CHG: end user of system in Doñana Marshes

Improvements on Digital Terrain Model



New gauging stations in Donana Natural Space

Meteorological data, depth and temperatures



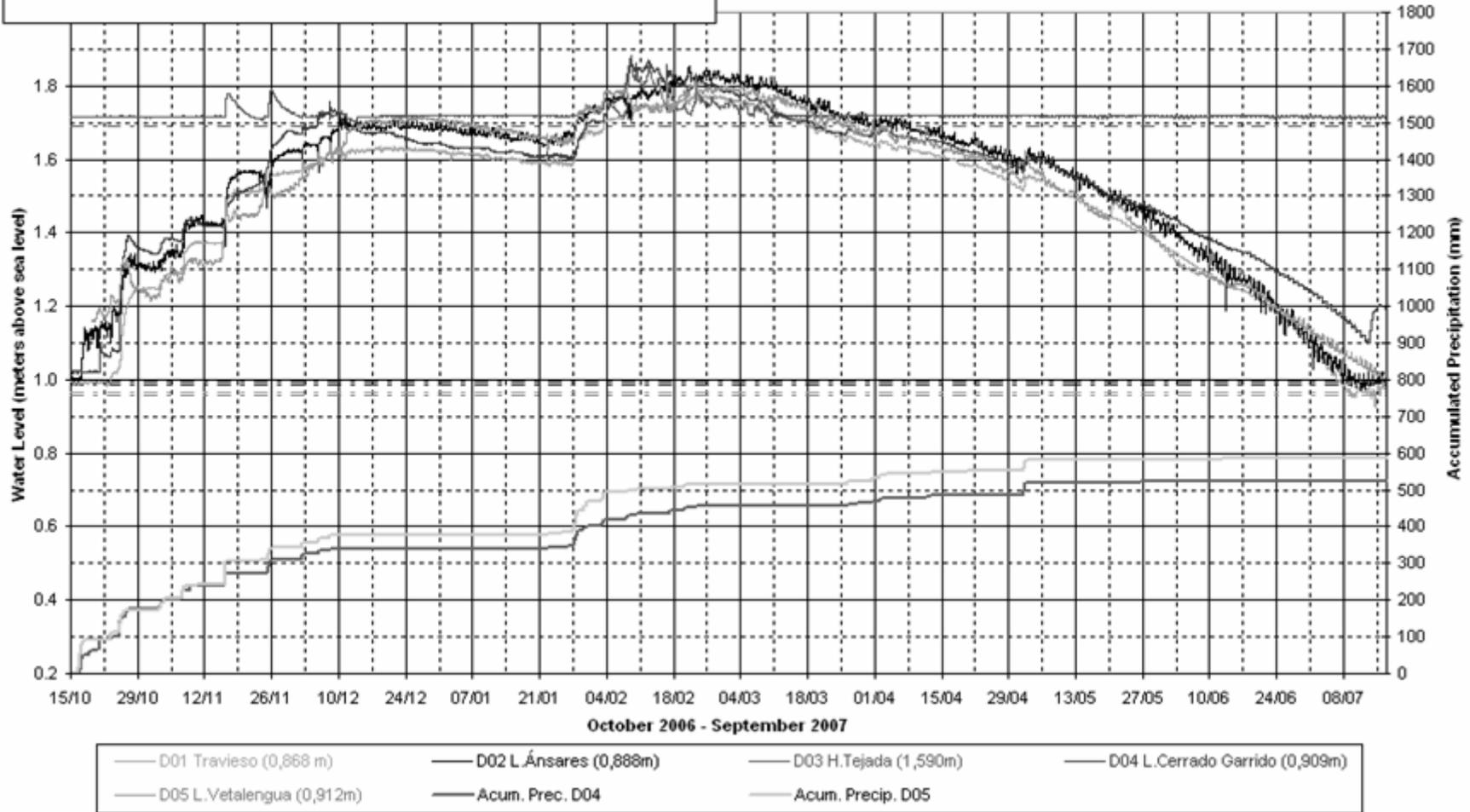
Progress in field data acquisition

Year 2006-2007

Notes:

The legend indicates elevation of every station over the sea level. Some centimeters above are the sensor levels, which are represented with thin lines in the graphic.

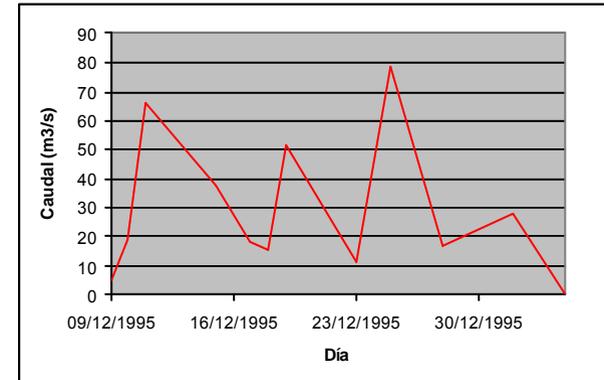
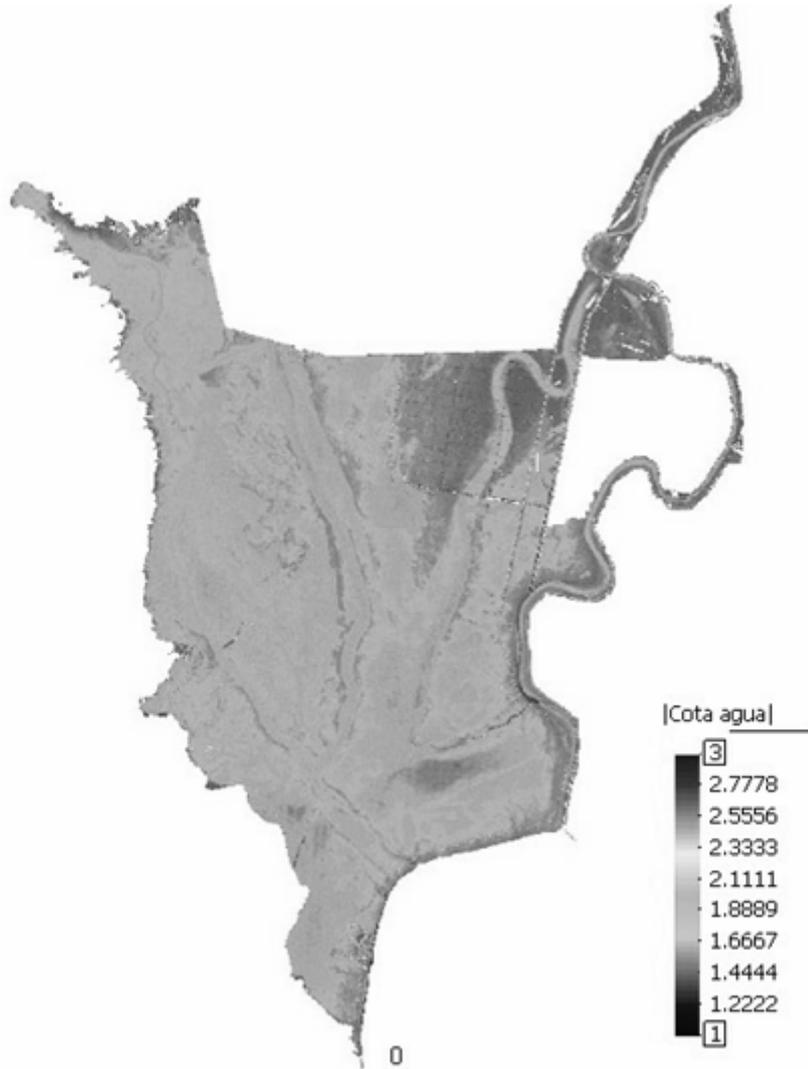
Water level in stations D01 L. Travieso, D02 L. Ansares, D03 H. Tejada, D04 L. Cerrado Garrido, D05 L. Vetallengua
 Precipitation in D04 L. Cerrado Garrido and D05 L. Vetallengua



CARPA new features for RAMWASS project

- Wind:
 - Basic action for Doñana hydrodynamics
- Bedload sediment transport:
 - Developement of El Partido river delta
- Infiltration and evapotranspiration losses
- Numerical scheme stability

Simulation of the fill-in of Doñana Marshes

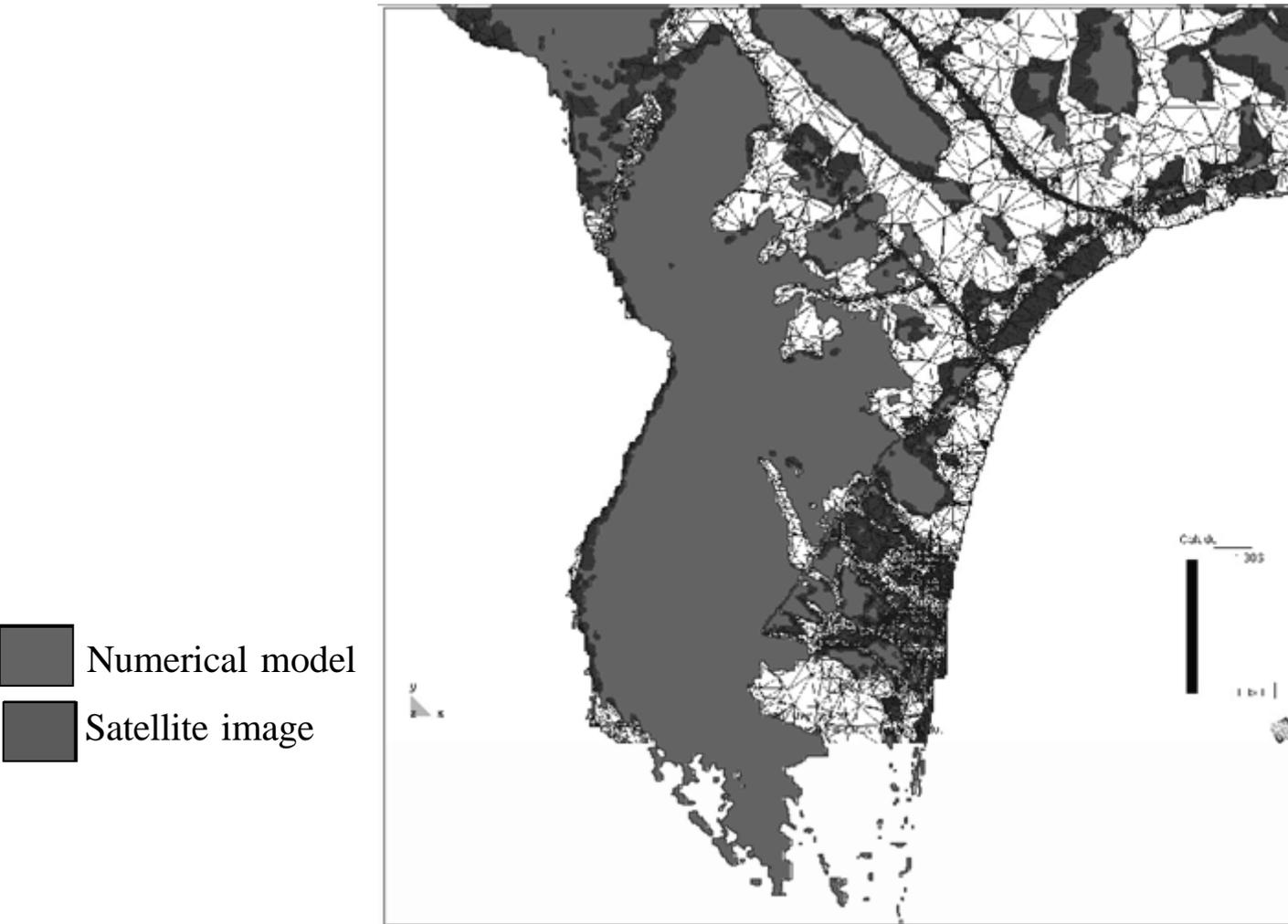


Inlet Hydrograph

Validation in Doñana:

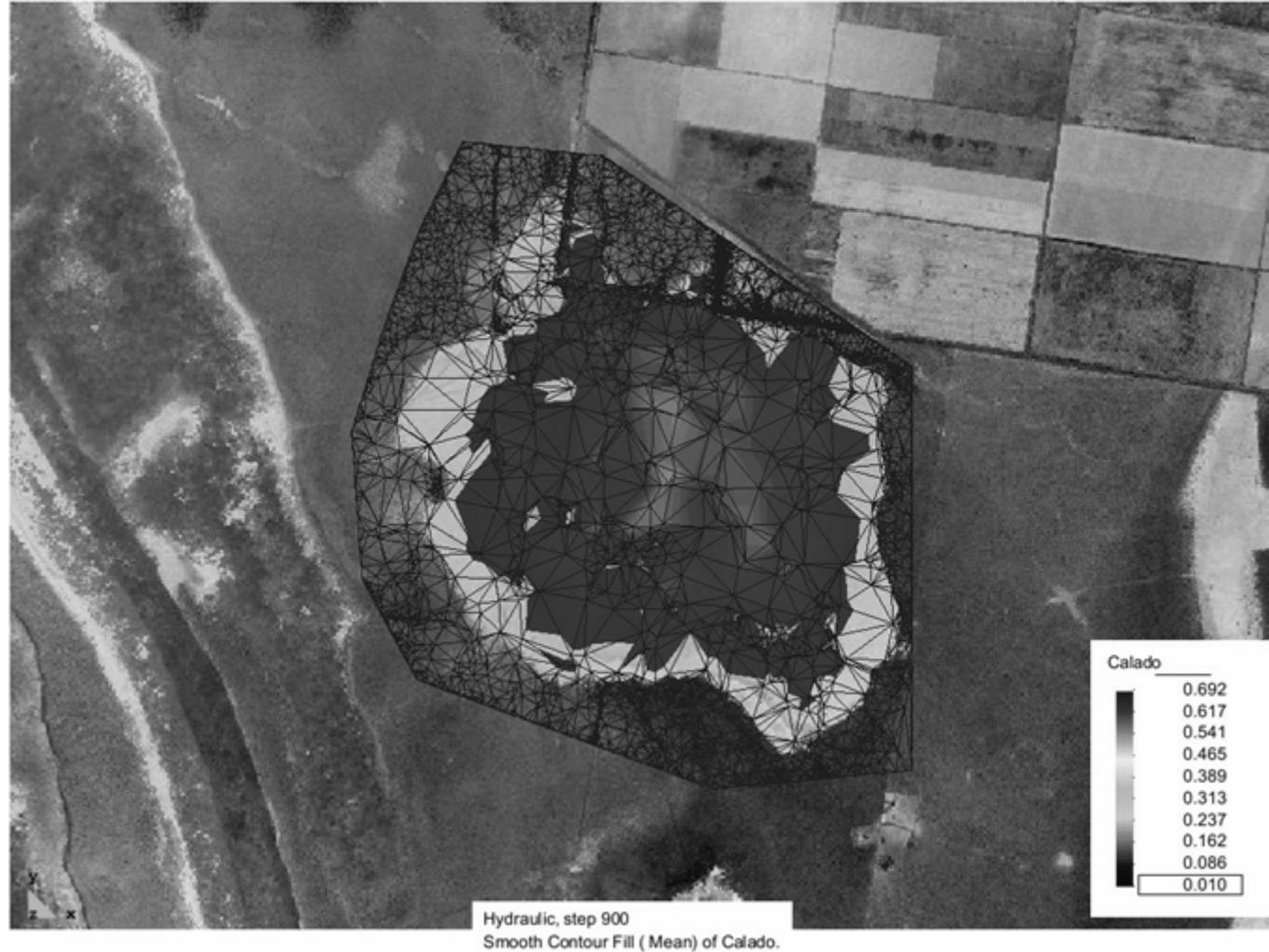
1. Precipitation: filling of the marshes in October 2006
2. Wind action in Lucio de los Ansares
3. Sediment transport in El Partido River

Precipitation: filling of the marshes in October 2006



Numerical model – satellite image comparison

Wind Action: Animation of simulation in MariLopez: 26 March 2008 to 27 March 2008



Estimation of losses

■ Volume of water lost

	Area (m ²)	Volume (m ³)
Ansares 03-oct	4057728	429516
Ansares 07-nov	770344	27156
Difference	3287384	402360

■ Losses estimation: 0.2 mm/h

Modelling evolution of El Partido delta

