



egmasa  
Empresa de Gestión Medioambiental  
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

# CARTOGRAFÍA DE PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS EN EL MEDITERRÁNEO MEDIANTE SENSORES HIPERESPECTRALES

A. Cabello, J.E. Frieyro, L. Granado, A. Hayas, E. Méndez, G. Montoya, I. Pino y J.A. Domínguez

CAL ATAYUD, SEPTIEMBRE 2009



## ORIGEN DEL PROYECTO

- Proyecto promovido por la Unidad de I+D+i y el Departamento de Comunicación y Sistemas de Información, de la Empresa Pública de Gestión Medioambiental.
- Surge con la intención inicial de desarrollar nuevas aplicaciones de la Teledetección en el sector ambiental.
- Basándonos en la tecnología Hiperespectral.

## Objetivos técnicos del proyecto

- Desarrollo de nuevos métodos de trabajo en teledetección.
- Valoración de estos sensores como herramienta para la generación de información ambiental.
- Consolidación de un servicio especializado que de soporte a la gestión ambiental.

## OBJETIVOS

- Delimitación de las praderas de fanerógamas marinas del Parque Natural Marítimo Terrestre de Cabo de Gata – Níjar.
- Caracterización de las diferentes especies de fanerógamas
  - *Cymodocea Nodosa*.
  - *Posidonia Oceánica*.

Generación de una cartografía específica de detalle para la ayuda a la gestión de este hábitat.



Zona Cabo de Gata: Caracterización de fanerógamas marinas.

**CARTOGRAFÍA DE PRADERAS DE FANERÓGAMAS  
MARINAS EN EL MEDITERRANEO MEDIANTE  
SENSORES HIPERESPECTRALES**



egmasa  
Empresa de Gestión Medioambiental  
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**IMÁGENES HIPERESPECTRALES**

|                         | SATELITALES | AEROTRANSPORTADOS |
|-------------------------|-------------|-------------------|
| SENSORES                | CHRIS PROBA | CASI              |
| Nº BANDAS               | 18          | 72-25             |
| RANGO ESPECTRAL (nm)    | 410-1050    | 400-950           |
| RESOLUCIÓN ESPACIAL (m) | 17          | 2-4               |
| MULTIANGULARIDAD        | SÍ          | NO                |

# CARTOGRAFÍA DE PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS EN EL MEDITERRANEO MEDIANTE SENSORES HIPERESPECTRALES



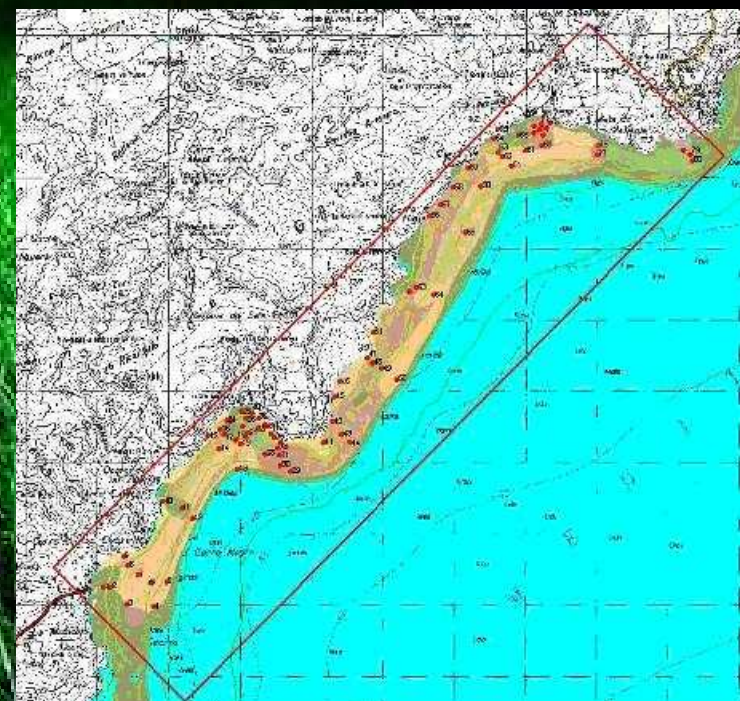
egmasa  
Empresa de Gestión Medioambiental  
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

## MATERIALES Y MÉTODOS

I.- Planificación de campaña de campo. Recopilación de información de partida.

- \* Cartografía previa. Delimitación del área de estudio.
- \* Selección de puntos de muestreo. Matriz de variables.

|           |  | Tipo de Sustrato |      |       |       |      |      |       |       | Cobertura pos. % |
|-----------|--|------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------------------|
|           |  | Arena            |      |       |       | Roca |      |       |       |                  |
|           |  |                  | X    | X     | X     |      |      |       |       |                  |
| Cymodocea |  |                  | X    | X     | -     | -    | -    | -     | -     | 0 - 25           |
|           |  | X                | X    | -     | -     | -    | -    | -     | -     | 25 - 50          |
|           |  | -                | -    | -     | -     | -    | -    | -     | -     | 50 - 75          |
| Posidonia |  | X                | X    | -     | -     | -    | X    | -     | -     | 75 - 100         |
|           |  |                  | X    | X     | X     | -    | -    | -     | -     | 100              |
|           |  | X                | X    | X     |       | -    | -    | -     | -     | 0 - 25           |
|           |  | -                | X    | X     | -     | -    | -    | -     | -     | 25 - 50          |
|           |  | -                | -    | -     | -     | -    | -    | -     | -     | 50 - 75          |
|           |  | -                | -    | X     | -     | -    | -    | -     | -     | 75 - 100         |
|           |  | 0-5              | 5-10 | 10-20 | 20-30 | 0-5  | 5-10 | 10-20 | 20-30 |                  |
|           |  | Profundidad (m)  |      |       |       |      |      |       |       |                  |



## Campañas de campo

### Sondeo y sonar de barrido lateral

- Levantamiento batimétrico
- Clasificación de hábitats bentónicos

### *Caracterización espectral del fondo y de la columna de agua*

#### *Medición parámetros biofísicos*

- CTD:
  - Conductividad
  - Temperatura
  - Profundidad
  - PAR
  - Oxígeno Disuelto
  - Fluorescencia
- Concentración de clorofila

#### *Medición parámetros físicos*

- Reflectancia de la superficie del agua.
- Irradiancia ascendente/descendente.
- Absorbancia del bentos muestreado.
- Velocidad y dirección del viento



Midiendo con CTD.

## Campañas de campo

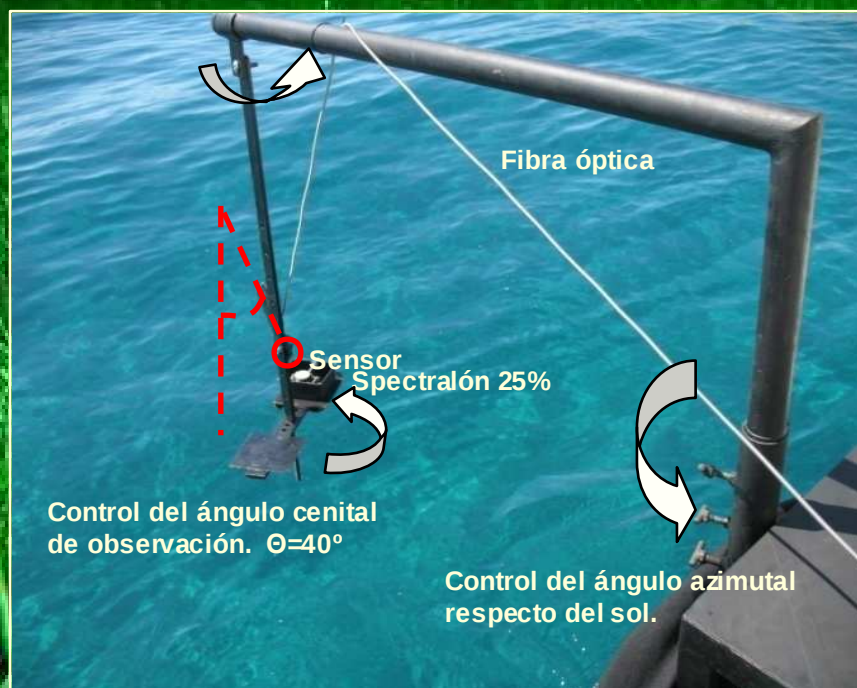
Radiancia del agua  $L_w$



Radiancia del cielo  $L_{sky}$



Irradiancia solar  $E_d$



**CARTOGRAFÍA DE PRADERAS DE FANERÓGAMAS  
MARINAS EN EL MEDITERRANEO MEDIANTE  
SENSORES HIPERESPECTRALES**



egmasa  
Empresa de Gestión Medioambiental  
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE**



# CARTOGRAFÍA DE PRADERAS DE FANERÓGAMAS MARINAS EN EL MEDITERRANEO MEDIANTE SENSORES HIPERESPECTRALES



JUNTA DE ANDALUCÍA

egmasa

Empresa de Gestión Medioambiental

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

## Tratamiento de los datos

1.- Cálculo de la radiancia según Mobley, 1999 y Farsion y Muller, 2000 a partir de la ecuación:

$$L_{sfc} = L_w + p \cdot L_{sky}$$

donde:

$L_{sfc}$  = radiancia de la superficie del agua (en el aire) medida desde la cubierta de un barco.

$L_w$  = radiancia del agua

$L_{sky}$  = radiancia del cielo

$p$  = factor de reflectancia que depende de la velocidad del viento, ángulo cenital solar y cobertura nubosa.

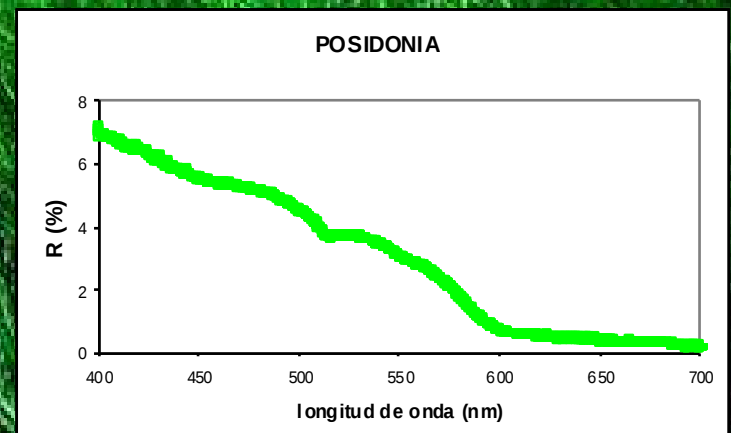
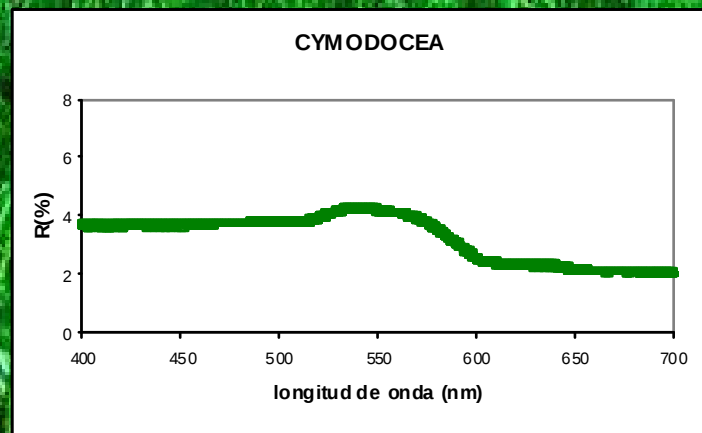
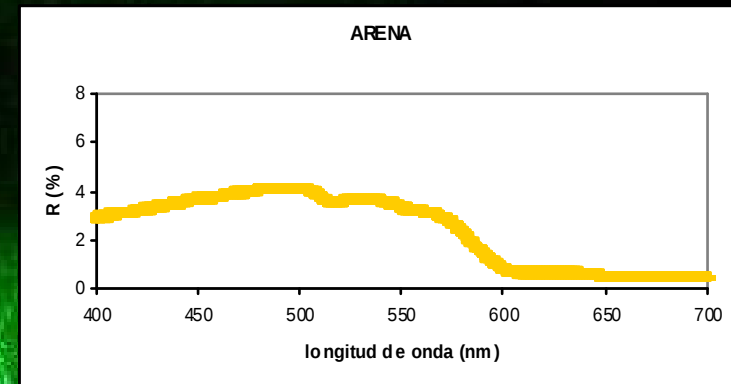


## Tratamiento de los datos

2.- La irradiancia ( $E_d$ ) por encima de la superficie del agua se obtiene a partir de la medida de radiancia sobre una superficie Lambertiana.

La **REFLECTANCIA DE SUPERFICIE**, por lo tanto, se calcula según:

$$R = (L_w / E_d) \cdot \pi$$



## Tratamiento de los datos

3.- La caracterización de la columna de agua necesita, además, del cálculo de los coeficientes  $K_d$  y  $K_u$  que describen la atenuación de  $E_d$  y  $E_u$  respectivamente.

Para obtener la irradiancia solar dentro del agua ( $E_d$  y  $E_u$ ) se adquieren medidas a 3 profundidades: superficie, punto medio y fondo.

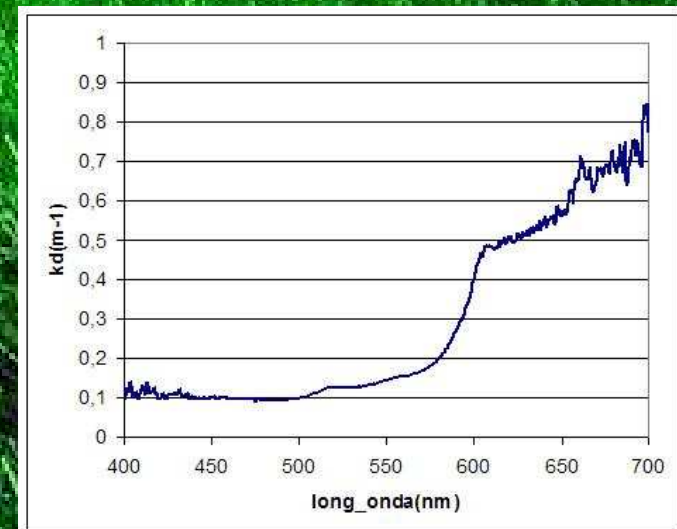
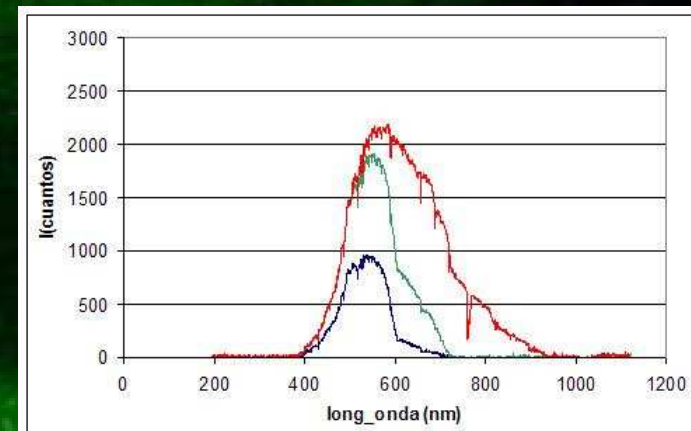
- Cálculo del coeficiente de atenuación difusa descendente y ascendente,  $K_d$  y  $K_u$  según Jerlov, 1976.

$$K_d = 1/(z_2 - z_1) * \ln(E_d(z_2)/E_d(z_1))$$

$$K_u = 1/(z_2 - z_1) * \ln(E_u(z_2)/E_u(z_1))$$

donde:

$z_1$  es la profundidad a la que se toman las distintas medidas.



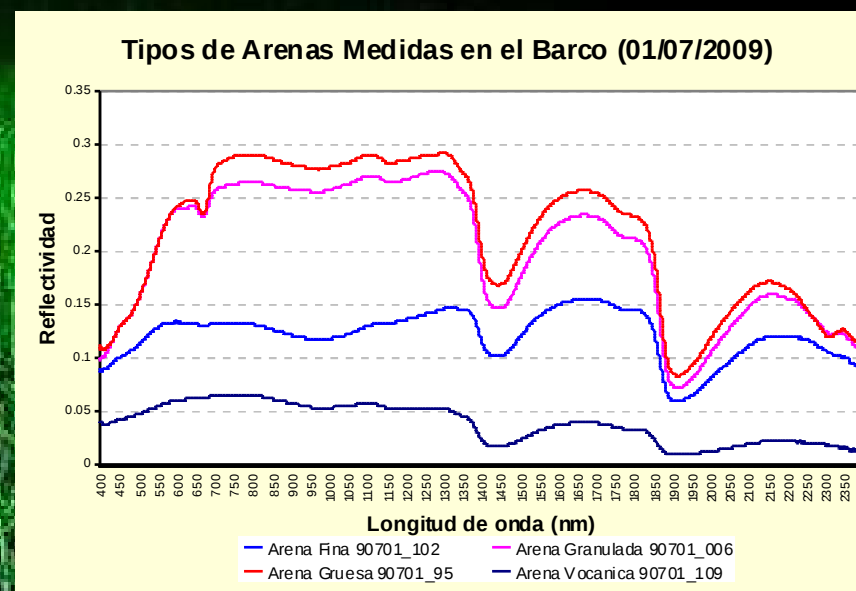
## Análisis de resultados

### 1. Análisis Sustrato

☐ Tipos de arena (estudio granulométrico)



☐ Caracterización espectral.

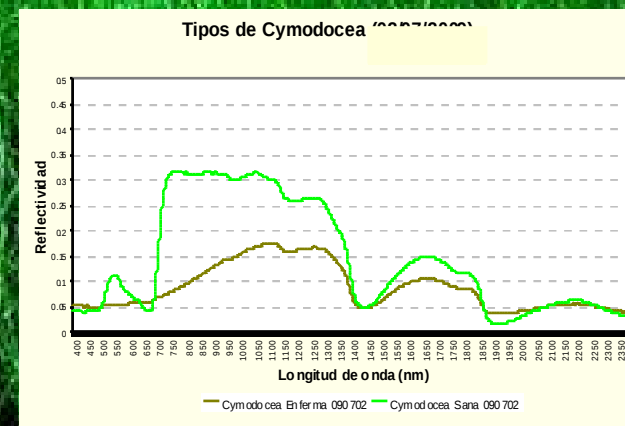
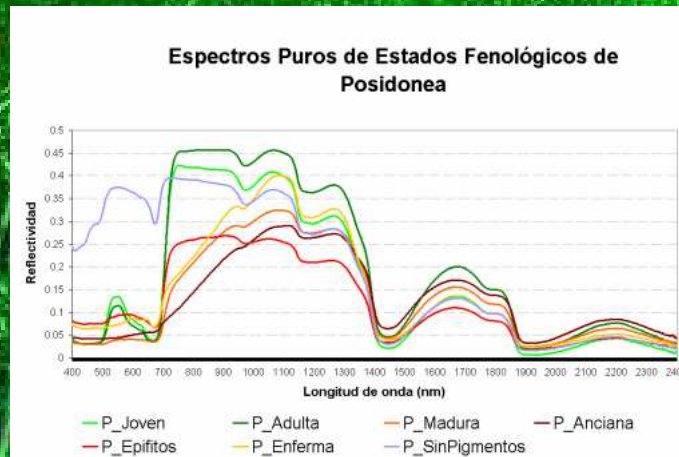


## Análisis de resultados

### 2. Análisis estado fenológico por especie:

*Posidonia oceanica*: siete estados.

*Cymodocea nodosa*: dos estados fenológicos



## Desarrollo metodológico. Cálculo de imagen de fondo

R: Imagen de Reflectividad

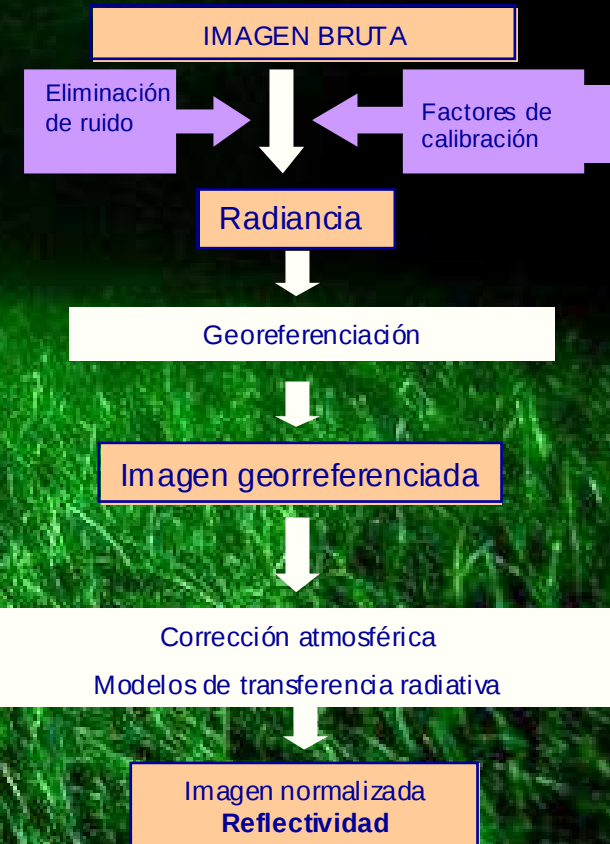
Tratamiento de la imagen de partida:

- ✓ Corrección radiométrica
- ✓ Corrección atmosférica
- ✓ Corrección geométrica.
- ✓ Generación máscara de tierra

Zb: Profundidad. Imagen de profundidad a partir del levantamiento batimétrico

Ku : Coeficiente de atenuación vertical para el flujo de luz ascendente.

Kd: Coeficiente de atenuación vertical para el flujo de luz descendente.



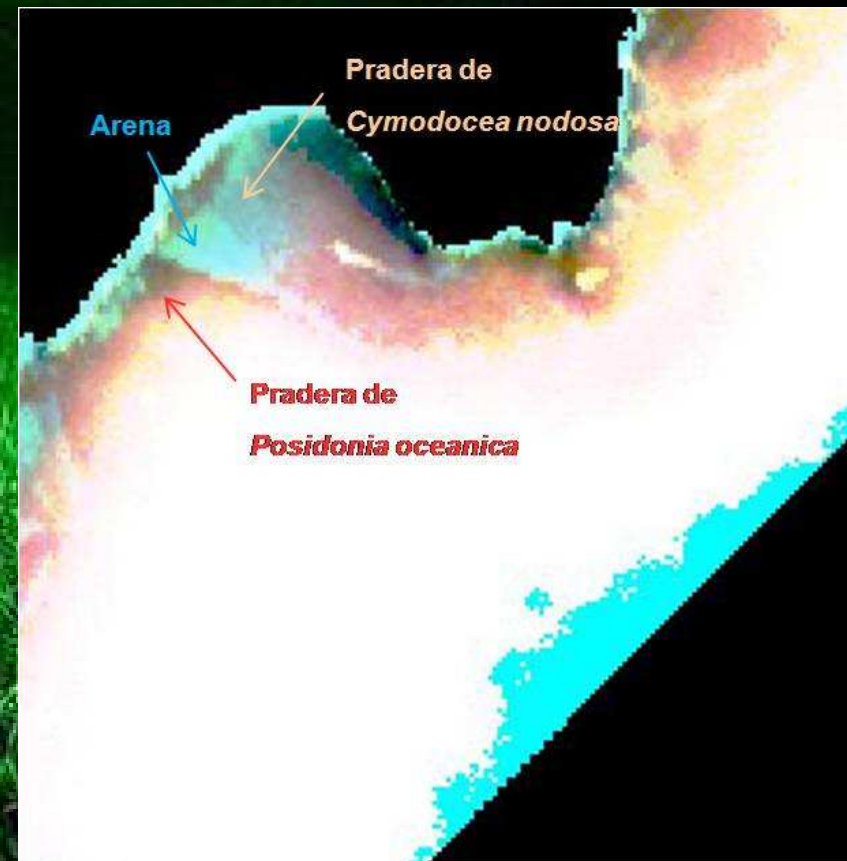
## Desarrollo metodológico. Cálculo de imagen de fondo

Caracterizada la columna de agua y a partir de las imágenes de reflectancia de superficie (Figura 4), se obtiene la reflectancia de fondo ( $R_b$ ) aplicando la ecuación de transferencia radiativa desarrollada por Maritorena (Maritorena et al 1994).

$$R_b = R_{\infty} + (R - R_{\infty}) \cdot \exp[-(K_u + K_d) \cdot z_b]$$

donde:

$R_{\infty}$  es la reflectancia por debajo de la superficie de un punto de profundidad tal que no hay respuesta del fondo.



## **CONCLUSIONES**

- **La Isobata de 20 metros es un factor limitante**
- **Diferenciación preliminar entre especies:**  
**Reflectividad sobre la superficie del agua R(0+)**  
**Reflectividad espectros en laboratorio.**
- **Determinación del rango espectral de interés para la diferenciación de especies:**  
**450 a 550.**
- **Caracterización fenológica : ciclos vegetativos, presencia o no de epífitos.**



## Equipo técnico y colaboradores

### Técnicos Línea de SIG y desarrollo de la REDIAM:

Antonio Hayas López  
Aránzazu Cabello Leblic  
Elena Méndez Caballero  
Gregoria Montoya Manzano  
Isabel Pino Serrato  
José Enrique Frieyro de Lara  
Laura Granado Ruiz

### Colaboradores externos

José Antonio Dominguez Gómez  
Universidad de Sevilla. Dpto. Geografía Física y A.G.R  
Dr. José Ojeda Zújar  
Esperanza Sánchez