

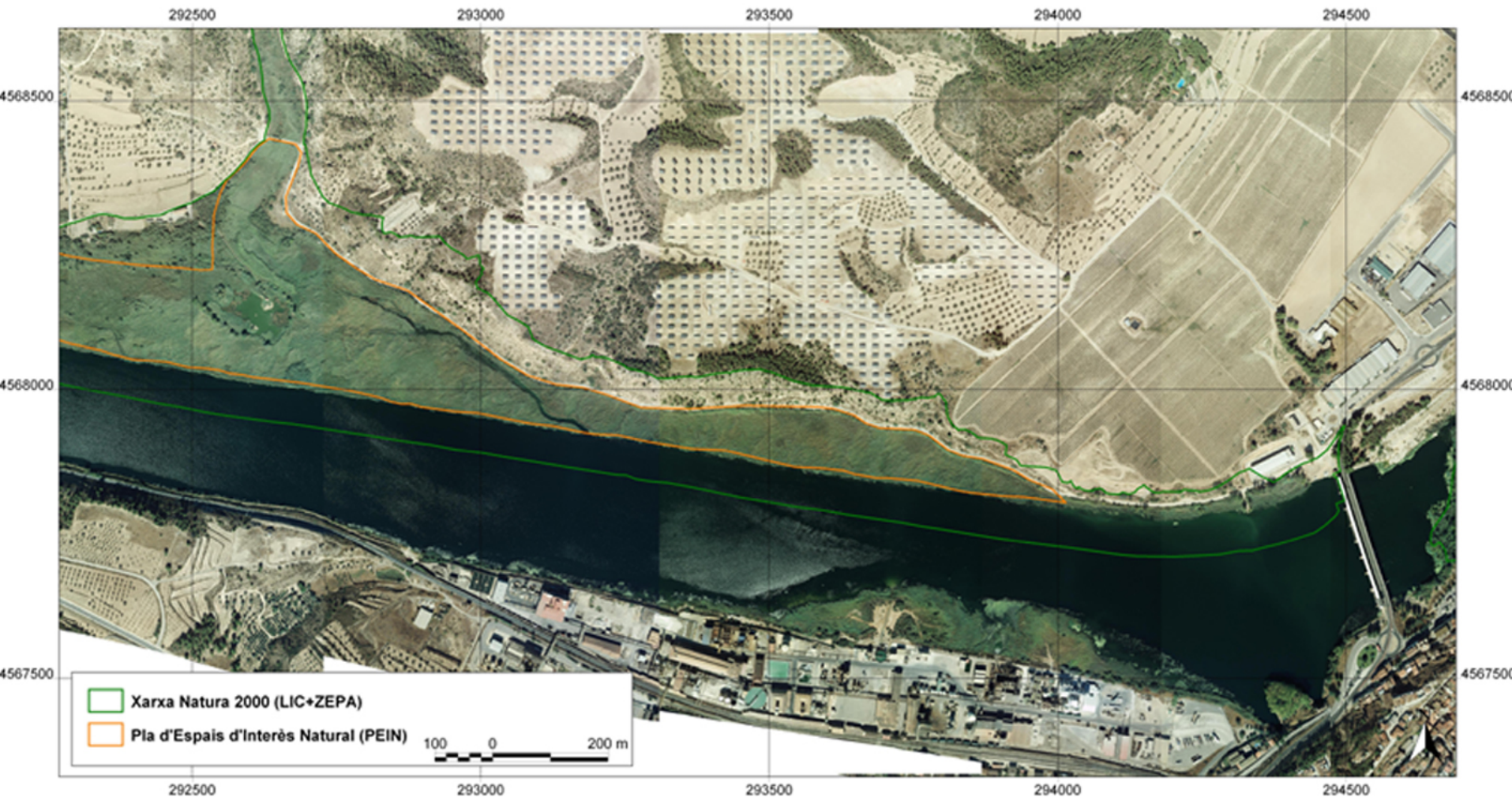


**JT-IDI - I+D+ i en medio ambiente**

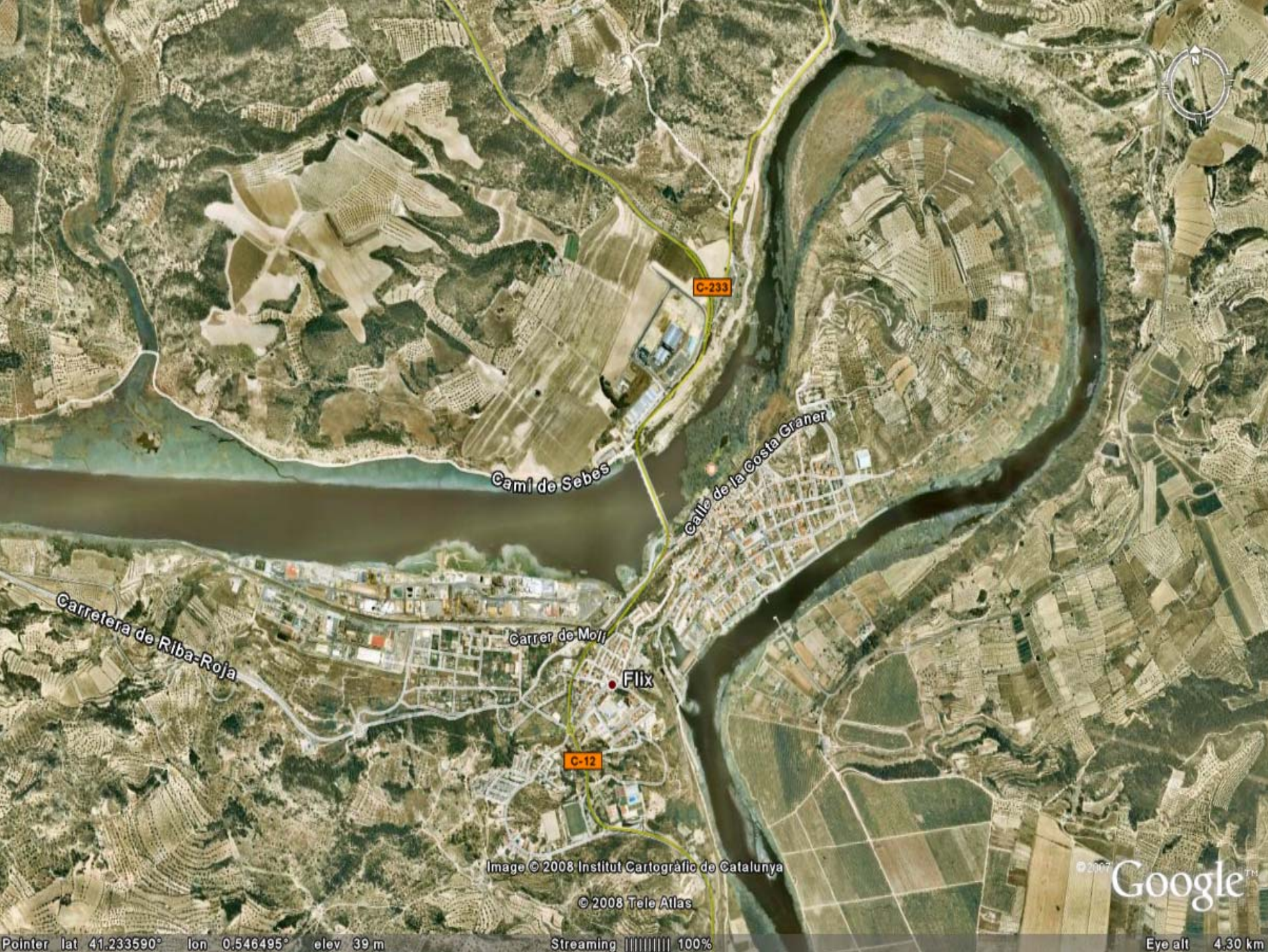
# RIESGOS DE LOS FANGOS ACUMULADOS EN EL EMBALSE DE FLIX EN EL TRAMO BAJO DEL RÍO EBRO

Joan Grimalt Obrador  
Profesor de Investigación  
Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

# RIESGOS DE LOS FANGOS ACUMULADOS EN EL EMBALSE DE FLIX EN EL TRAMO BAJO DEL RÍO EBRO







C-233

Camí de Sebes

Calle de la Costa Craner

Carrer de Mollí

Flix

C-12

Carretera de Riba-Roja

Image © 2008 Institut Cartogràfic de Catalunya

© 2008 Tele Atlas

© 2007 Google

Pointer lat 41.233590° lon 0.546495° elev 39 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 4.30 km





Camí de Sebes

Avenida de Riba-Roja

Paseo de Nou

Calle de Carlos Pastor

Avinguda de Francisco Ripoll

Carrer de Fríat Scheff

Calle de Moliner de Moll

Calle de Nord

Calle de Pau

Carrer

Image © 2008 Institut Cartogràfic de Catalunya

© 2008 Tele Atlas

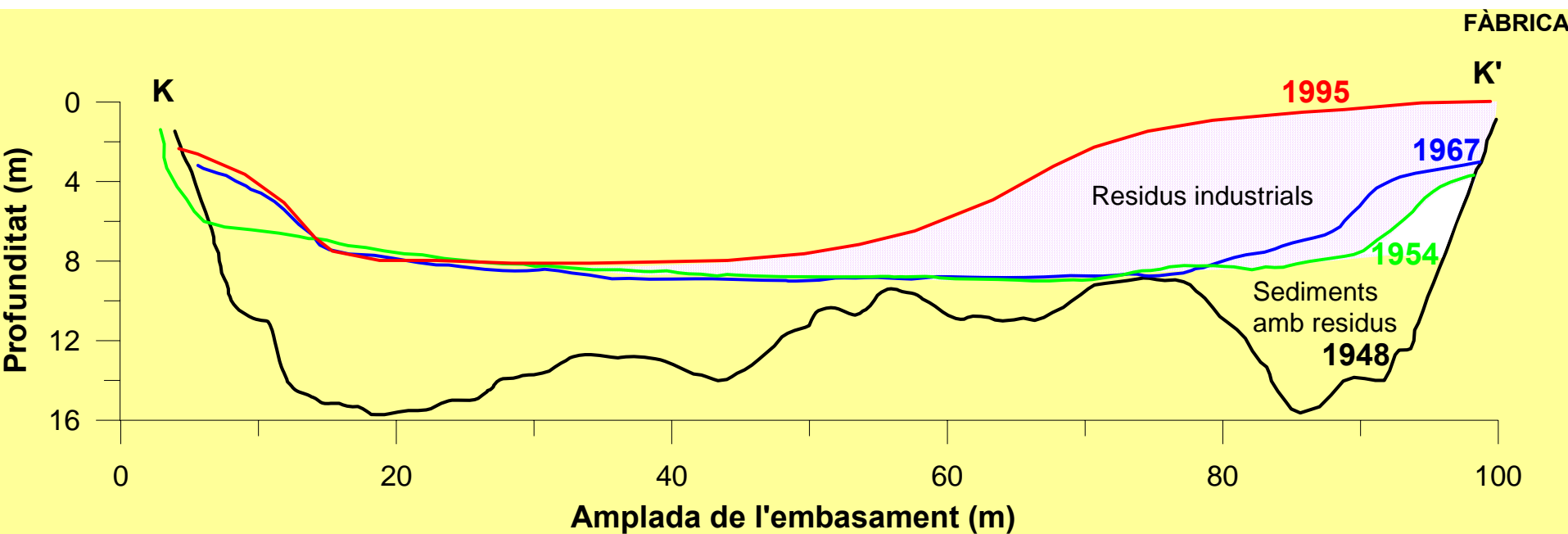
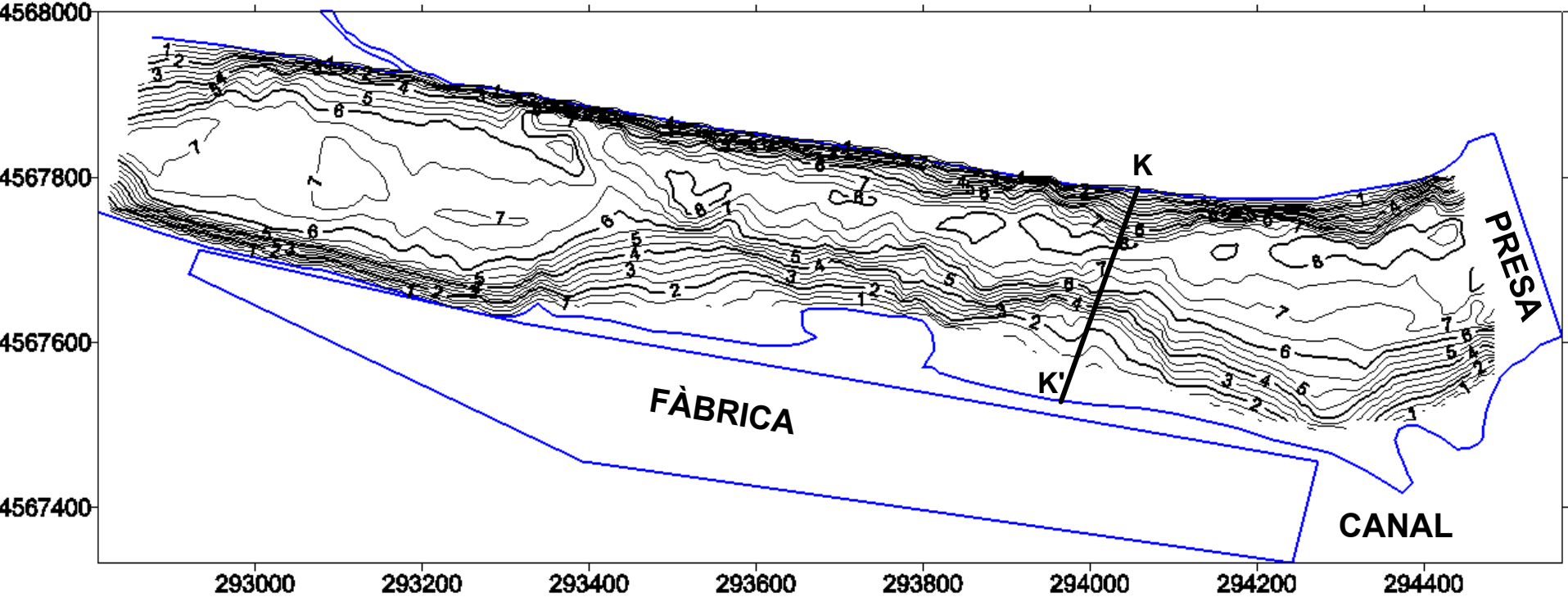
Google™

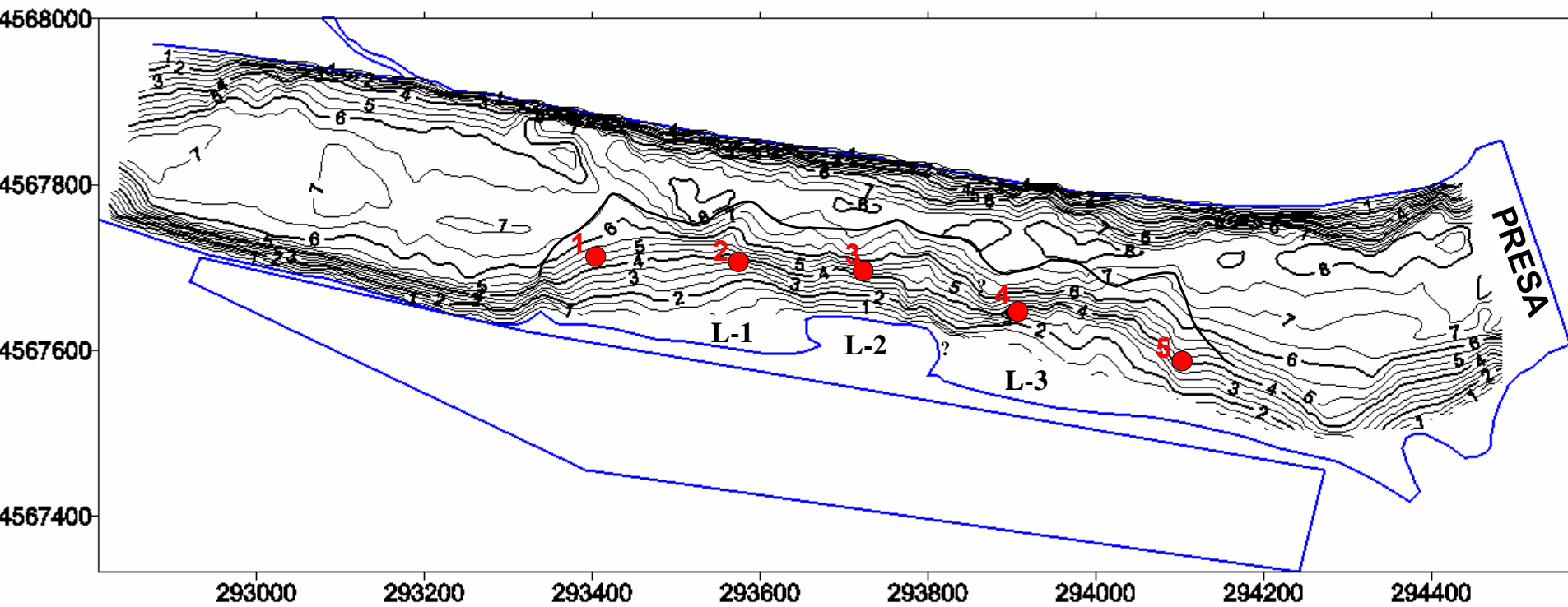
Pointer lat 41.231063° lon 0.540402° elev 48 m

Streaming 100%

Flix

Eye alt 1.16 km





Localització dels testimonis trets a l'embassament de Flix



# SÍNTESIS DE RESULTADOS

## MATERIAL TENORM

Concentraciones medias detectadas en los residuos de Flix: VC1, VC2, VC3, VC4, VC5.

	Zona contaminada			Zona no contaminada		
	<sup>210</sup> Pb total	<sup>226</sup> Ra	<sup>238</sup> U	<sup>210</sup> Pb total	<sup>226</sup> Ra	<sup>238</sup> U
VC1	240±82	596±202	1071±369	38±11	33±13	37±9
VC2	580±190	564±7	991±12	12±8	41±18	85±44
VC3	972±379	1841±616	6158±3728	42±23	140±26	177±80
VC4	345±110	1280±22	555±177	14±2	38±16	80±22
VC5	1526±905	1207±596	2416±672		300±10	170±14

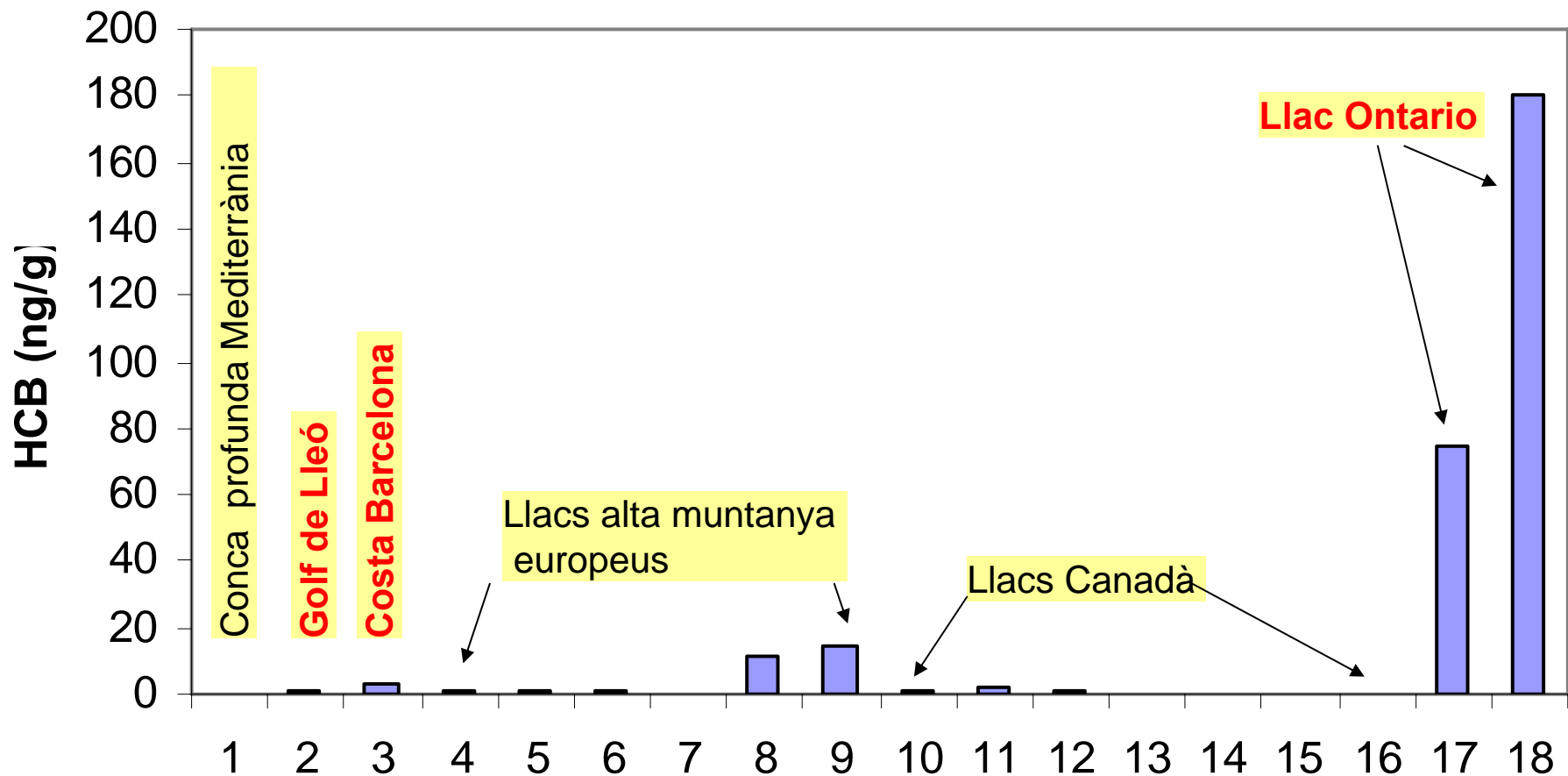
Concentraciones naturales  
detectadas en el río Ebro

<sup>210</sup> Pb excés	<sup>226</sup> Ra	<sup>238</sup> U
18,3±1,2	23±7	20,70±0,92

<b>Metal</b>	<b>Cantidad (toneladas)</b>
<b>Hg</b>	<b>10-18</b>
<b>Cr</b>	<b>42-76</b>
<b>Ni</b>	<b>13-24</b>
<b>Cu</b>	<b>8-14</b>
<b>Zn</b>	<b>22-40</b>
<b>As</b>	<b>3-6</b>
<b>Cd</b>	<b>0.5-0.8</b>

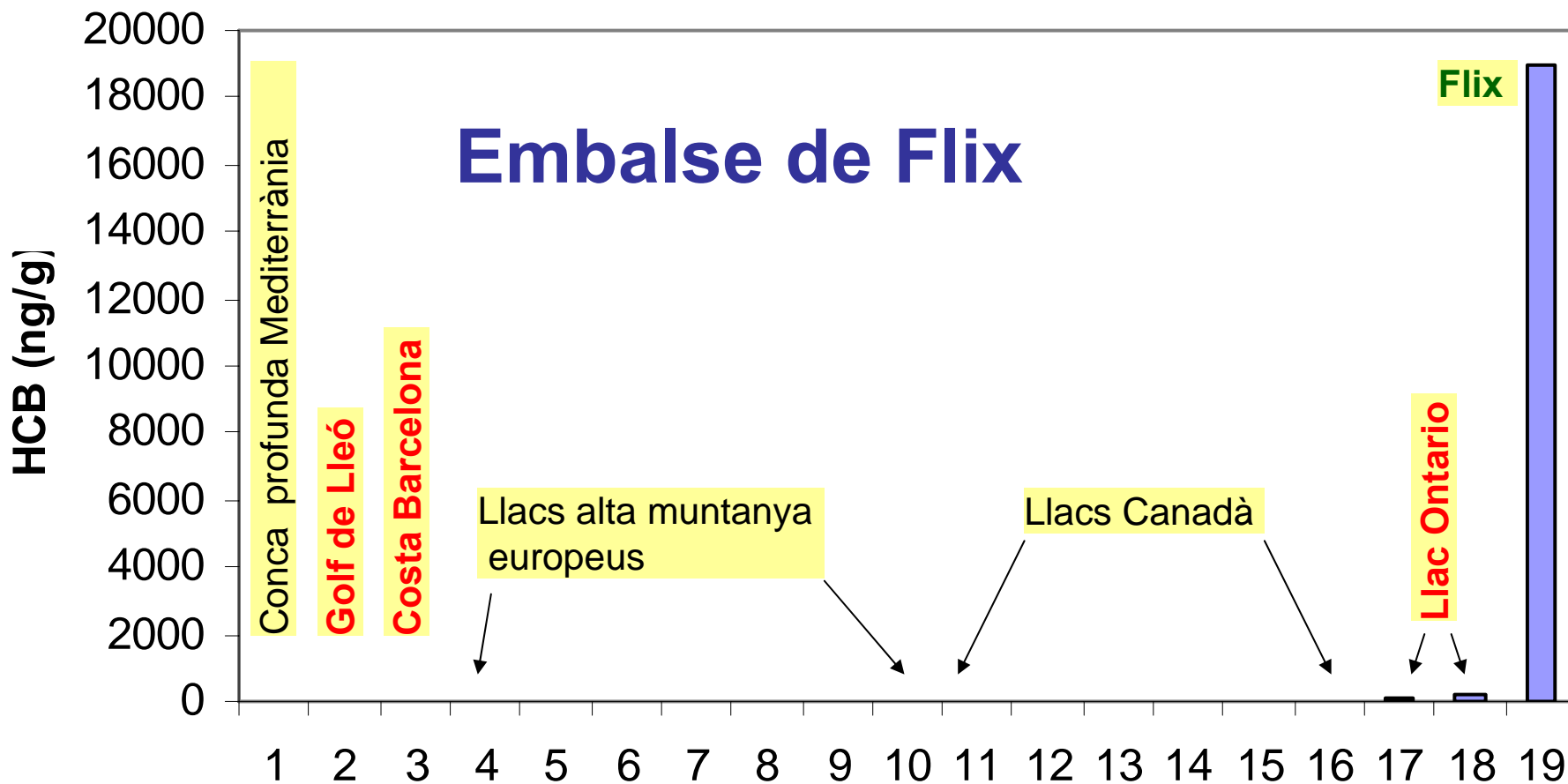


# HEXAÇLOROBENCENO



# HEXACLOROBENCENO

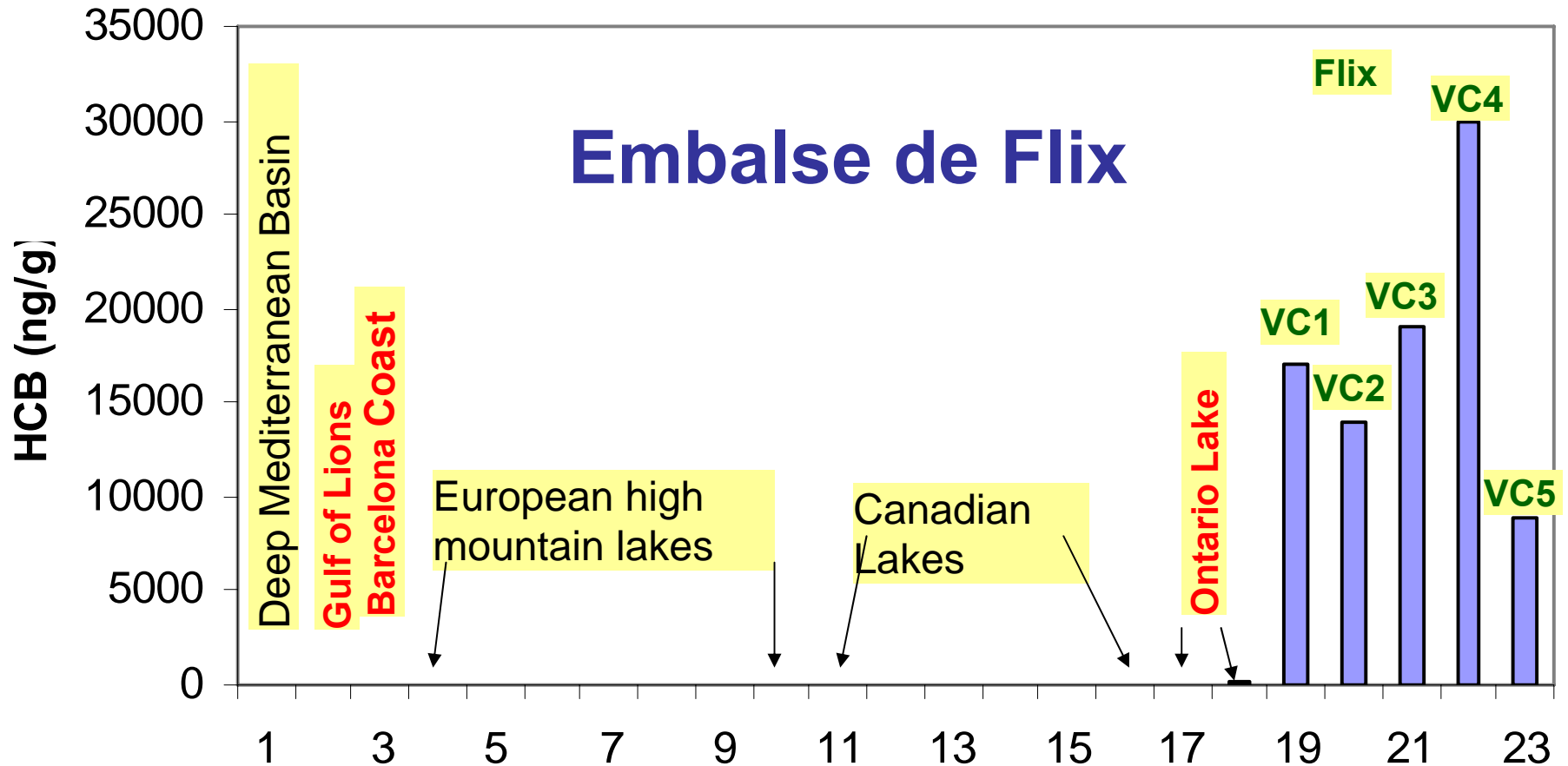
## Embalse de Flix



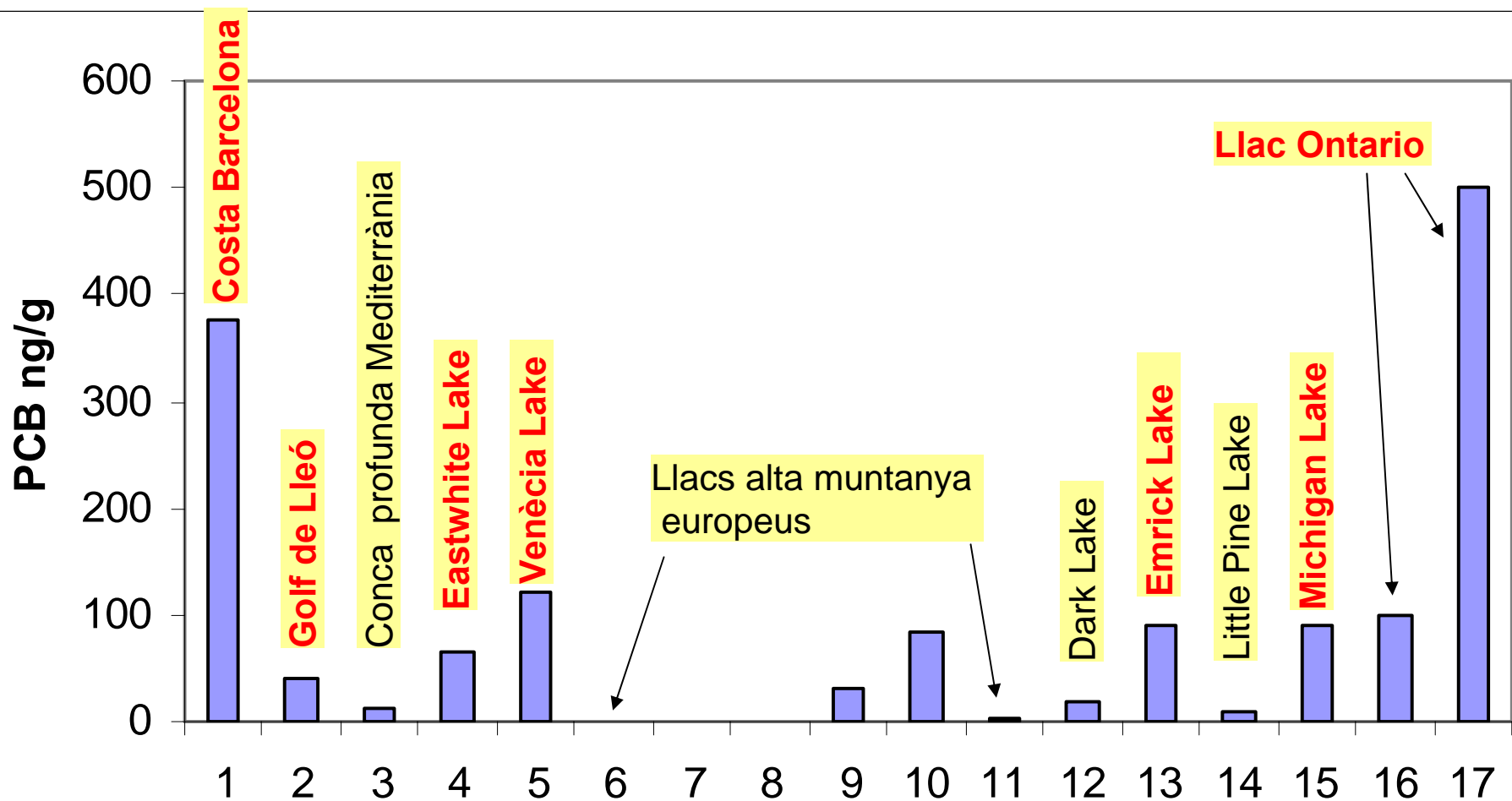


# HEXACHLOROBCNENO

## Embalse de Flix



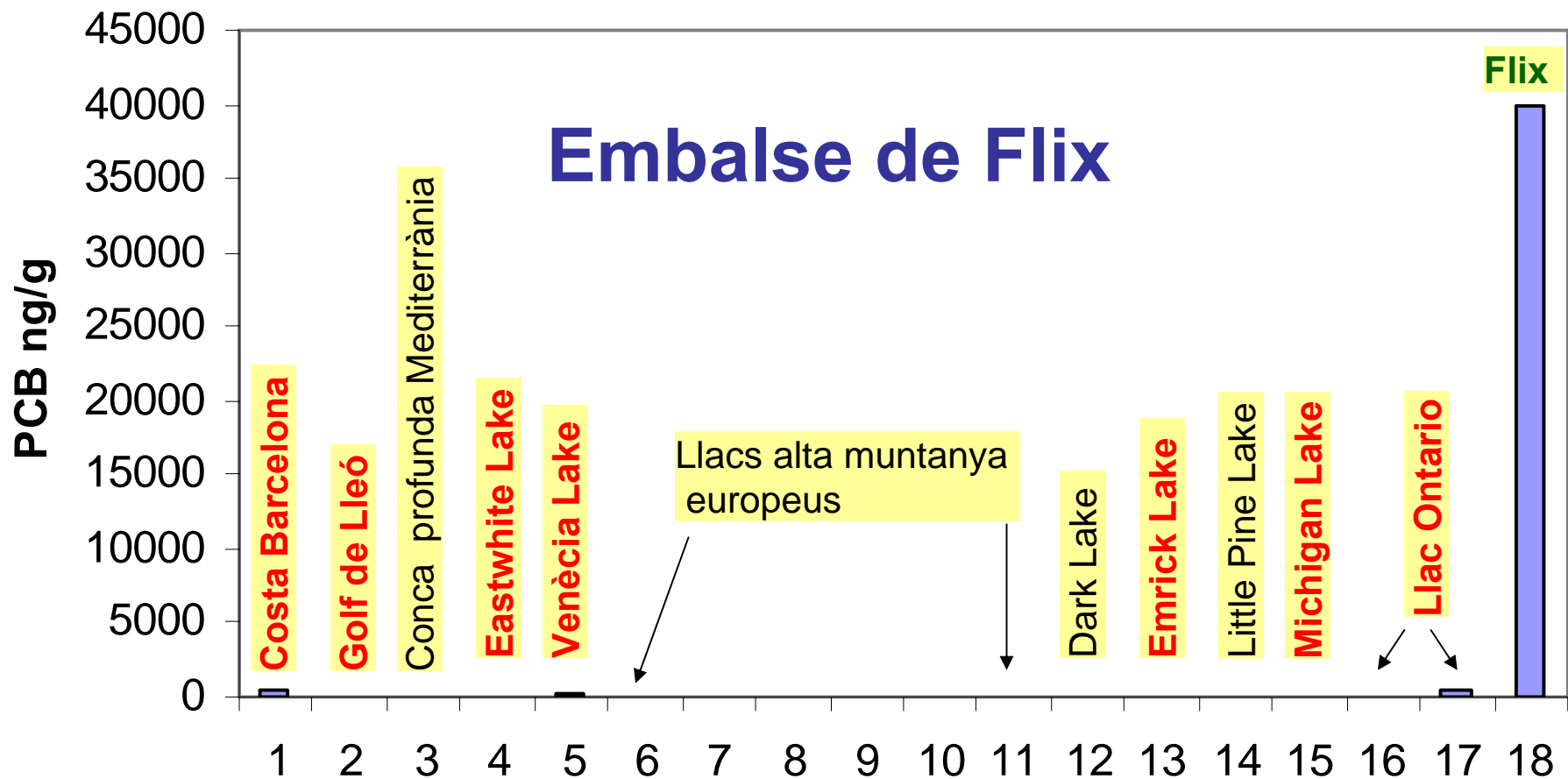
# POLICLOROBIFENILOS





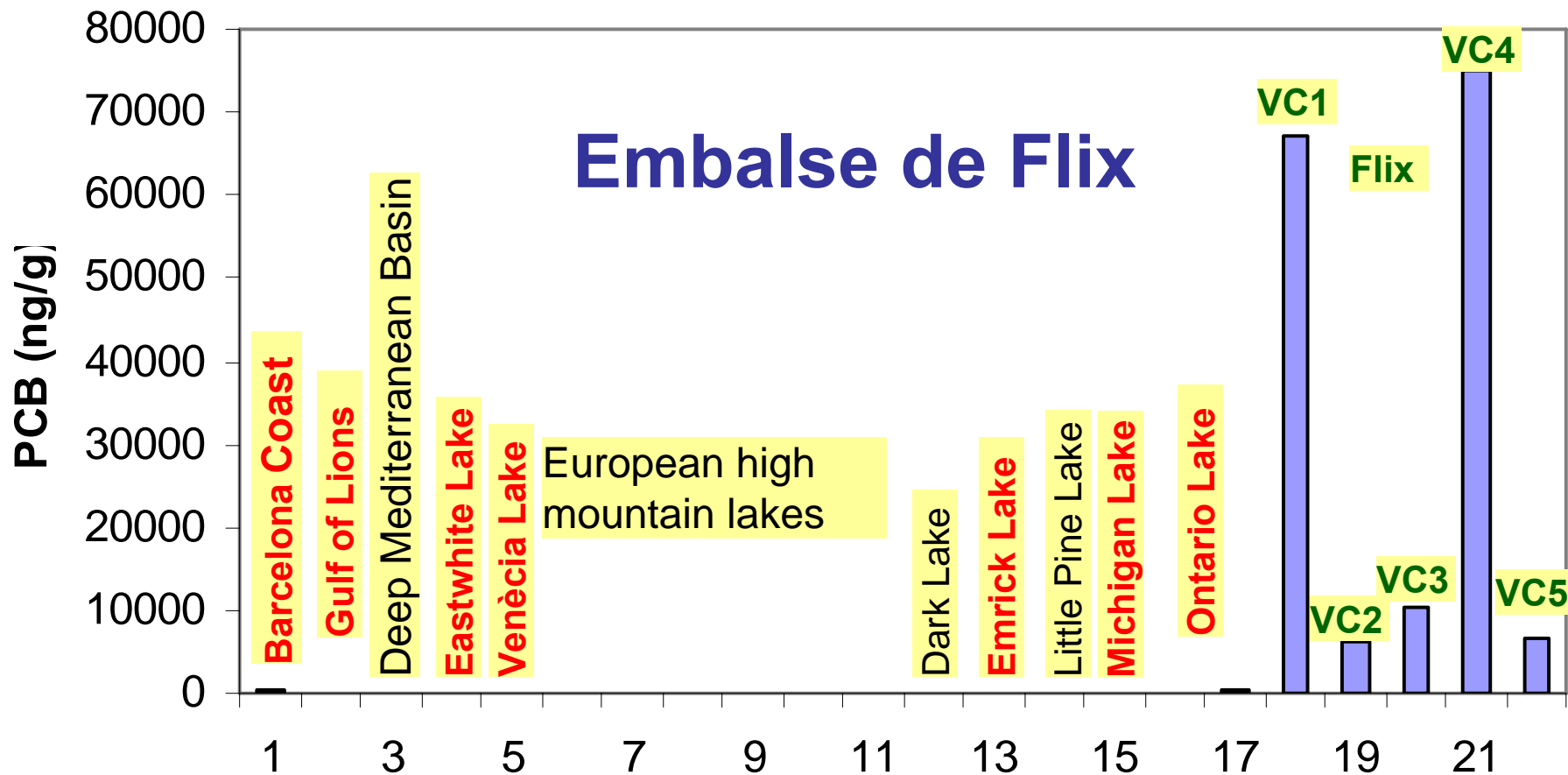
# POLICLOROBIFENILOS

## Embalse de Flix



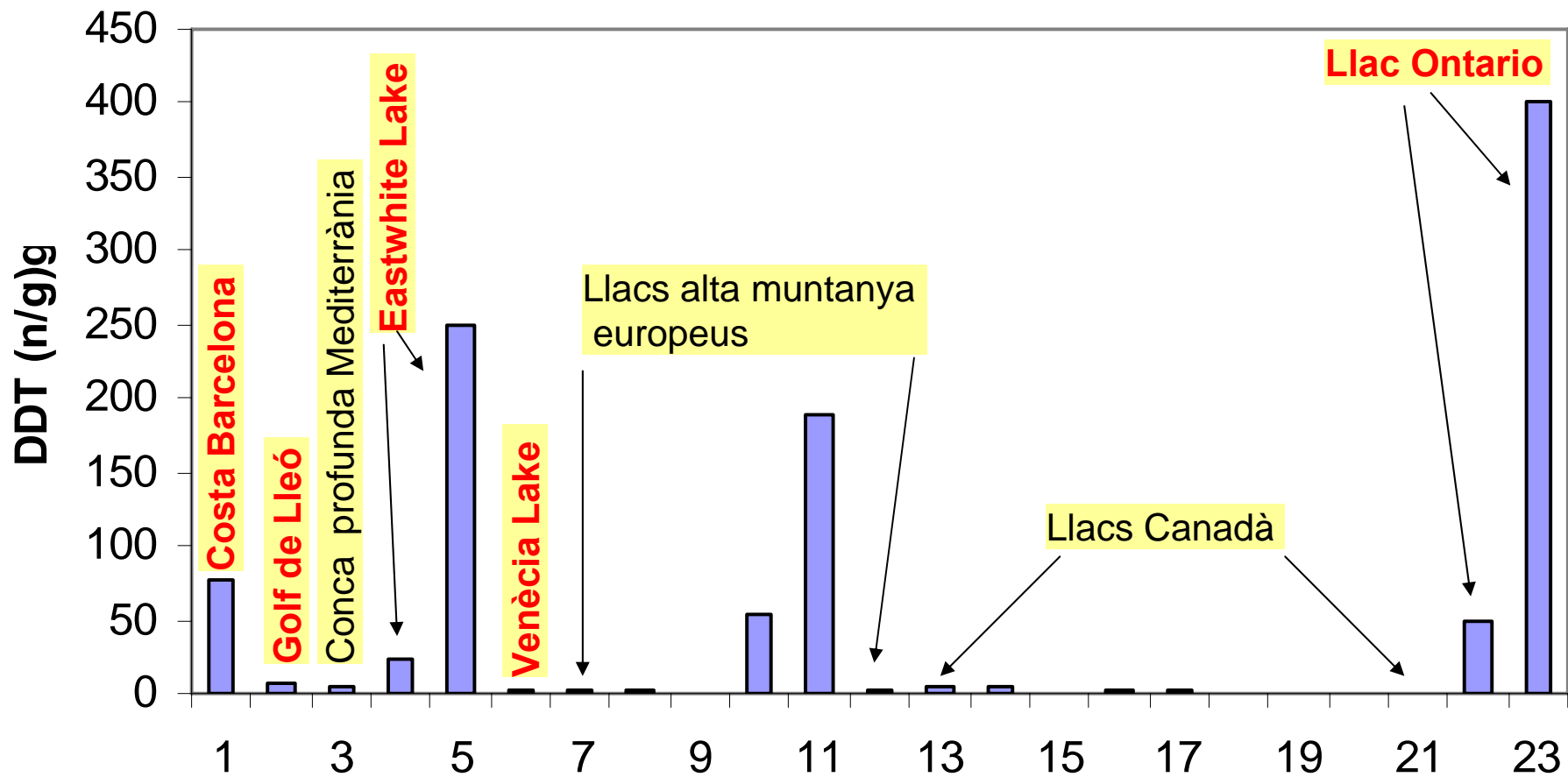
# POLICLOROBIFENILOS

## Embalse de Flix



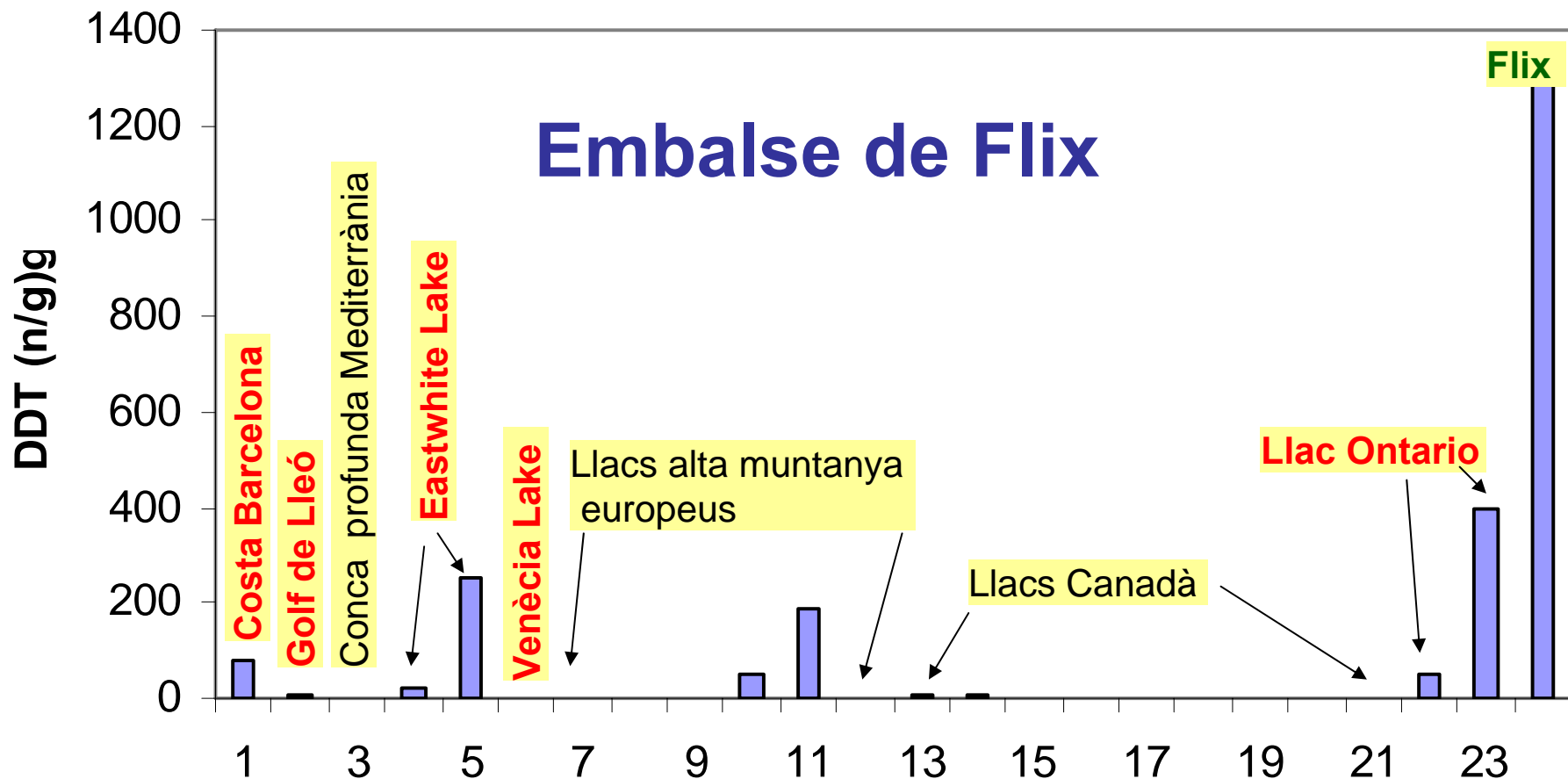


# DDTs



# DDTs

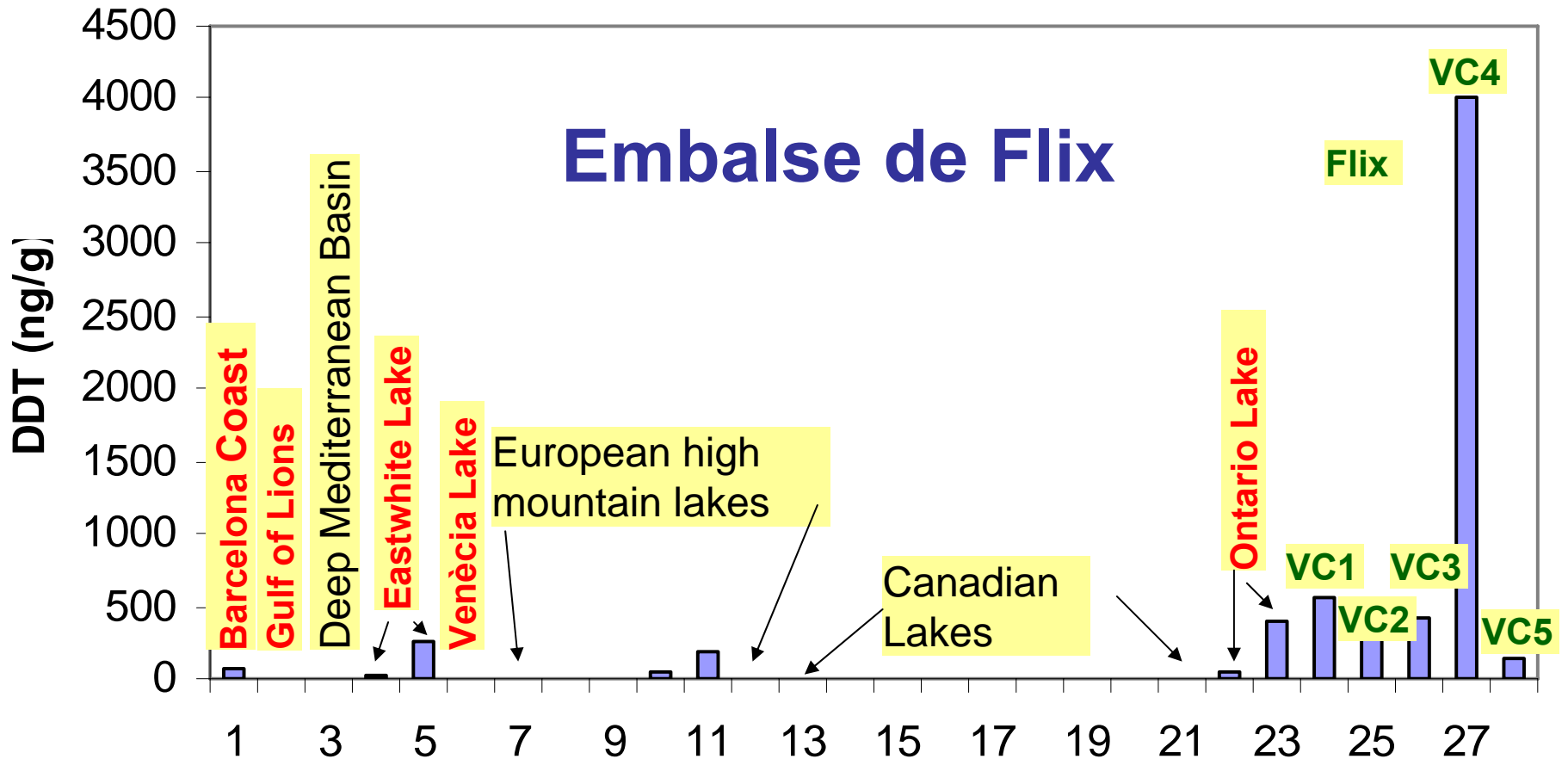
## Embalse de Flix



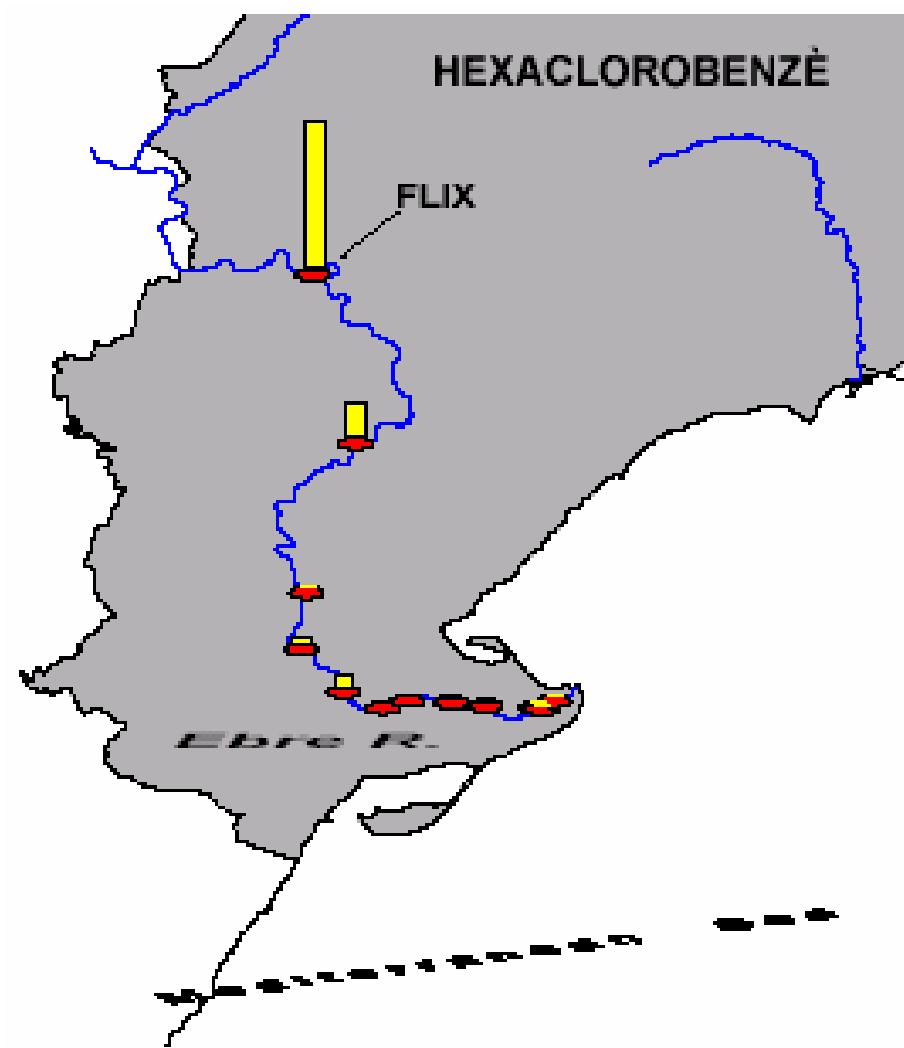
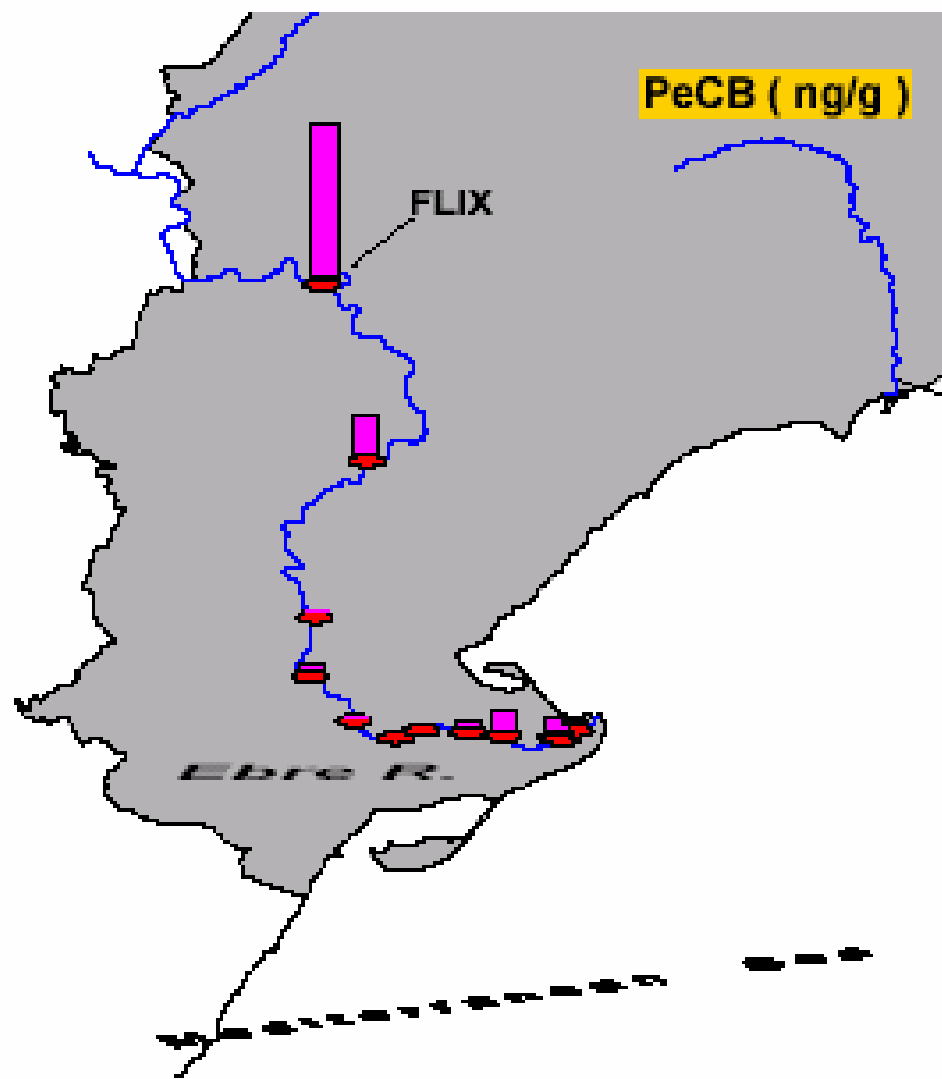


# DDTs

## Embalse de Flix



<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad (toneladas)</b>
<b>Pentaclorobenceno</b>	<b>2-3</b>
<b>Hexaclorobenceno</b>	<b>4-7</b>
<b>Hexaclorociclohexanos</b>	<b>0.02-0.03</b>
<b>DDTs</b>	<b>0.3-0.5</b>
<b>Policlorobifenilos</b>	<b>8-16</b>
<b>Policloroestirenos</b>	<b>0.07-0.13</b>
<b>Policloronaftalenos</b>	<b>0.2-0.4</b>



# Análisis de riesgo

- Obtener un valor de referencia sobre la presencia de los contaminantes en la red trófica (riesgo ecológico) y los alimentos (riesgo por la salud pública)
- Estudio de la evolución de la situación durante los trabajos del embalse.
- Grupo pluridisciplinar.



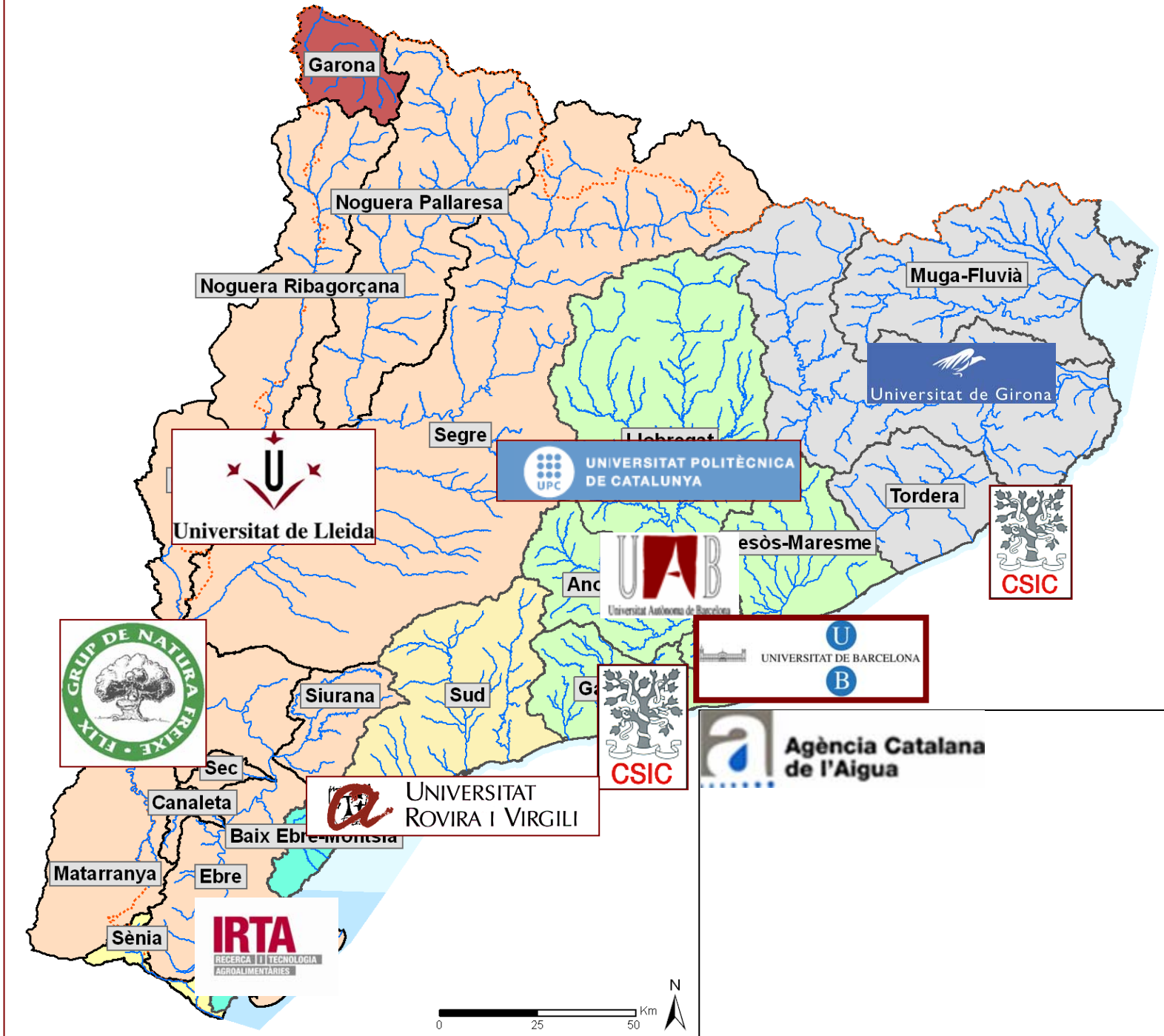
# Riesgo ecológico

- 1 - Análisis del agua y sedimentos
- 2 - Qué pasa cuando hay avenidas. Arrastre de materiales del embalse.
- 3 - Análisis de los elementos clave de la red trófica (y muy especialmente peces y pájaros).
- 4 - Efectos sobre los organismos (biomarcadores)
- 5 - Diferencias aguas abajo del río.
- 6 - Biotransformación y bioacumulación de los contaminantes.

# Riesgo para la salud humana

1 - Analisis de suelos

2 - Analisis de productos (fruta, arroz, marisco, peces..)



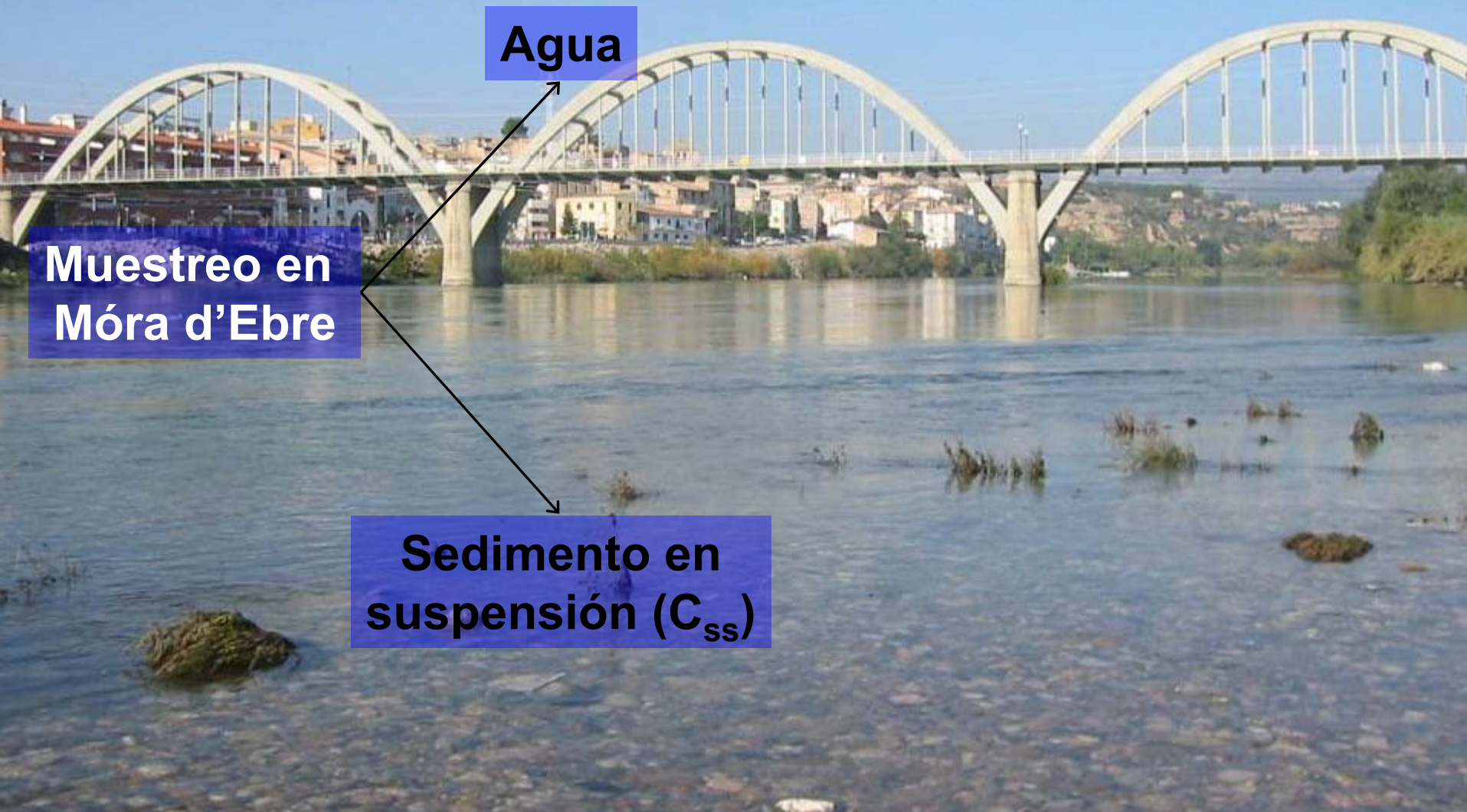
# Embalse de Flix

- Estudio movilización sedimento
- Trampas de sedimentos
- Red trófica, todos los elementos

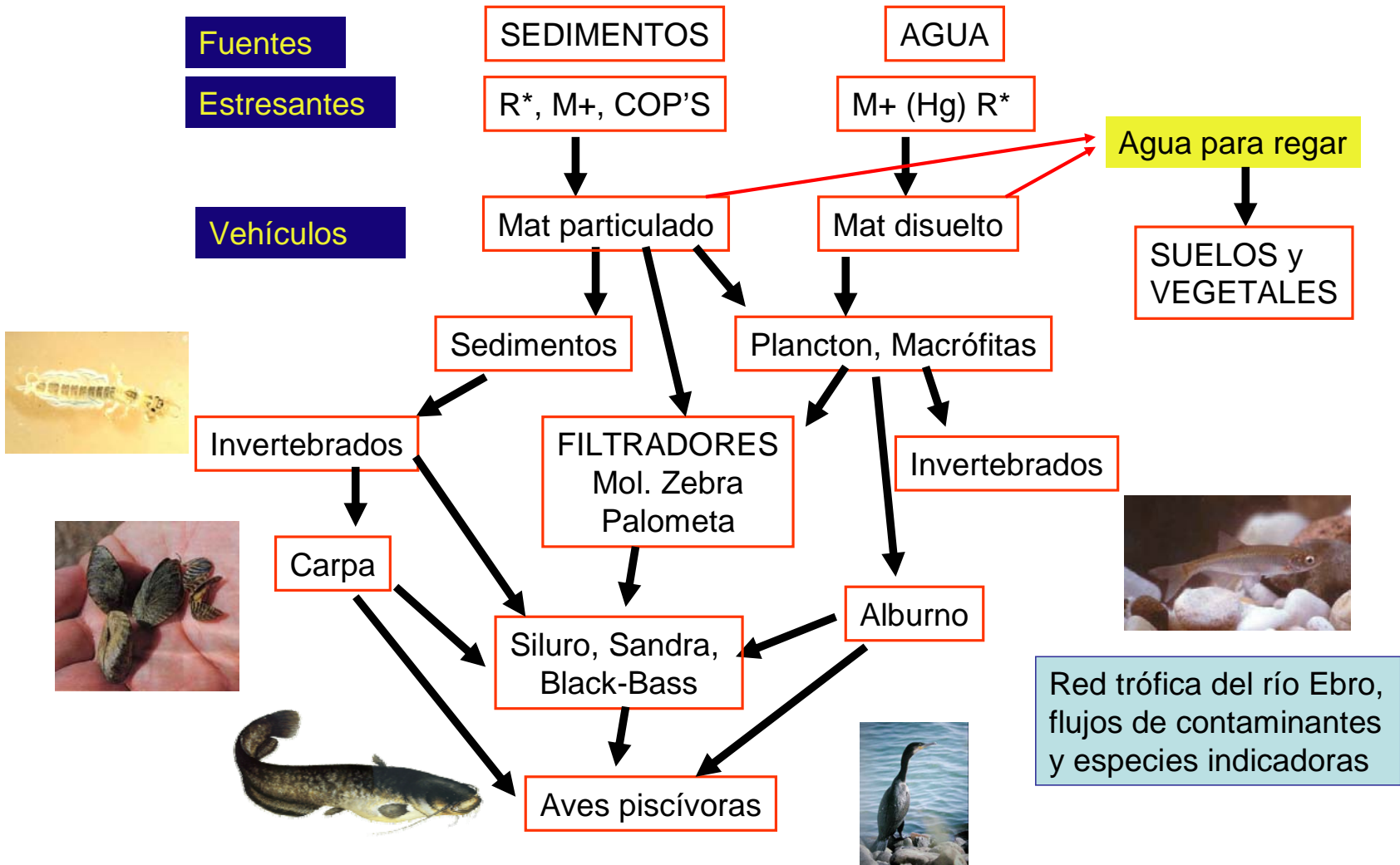




# Como, cuándo y de que manera se transporten los contaminantes aguas abajo?



# El ecosistema del río



# Ecosistemas del delta

## Fuentes

AGUA DE LOS CANALES (Mat. Particulado y organismos)

R\*, M+, COP'S

Mat particulado

Mat disuelto

M+ (Hg) R\*

Arrozales

Humedales

Arroz

Sedimentos

Sedimentos

Plancton, Macrófitas

Invertebrados

PECES

Invertebrados

Cangrejo rojo

PECES

AVES



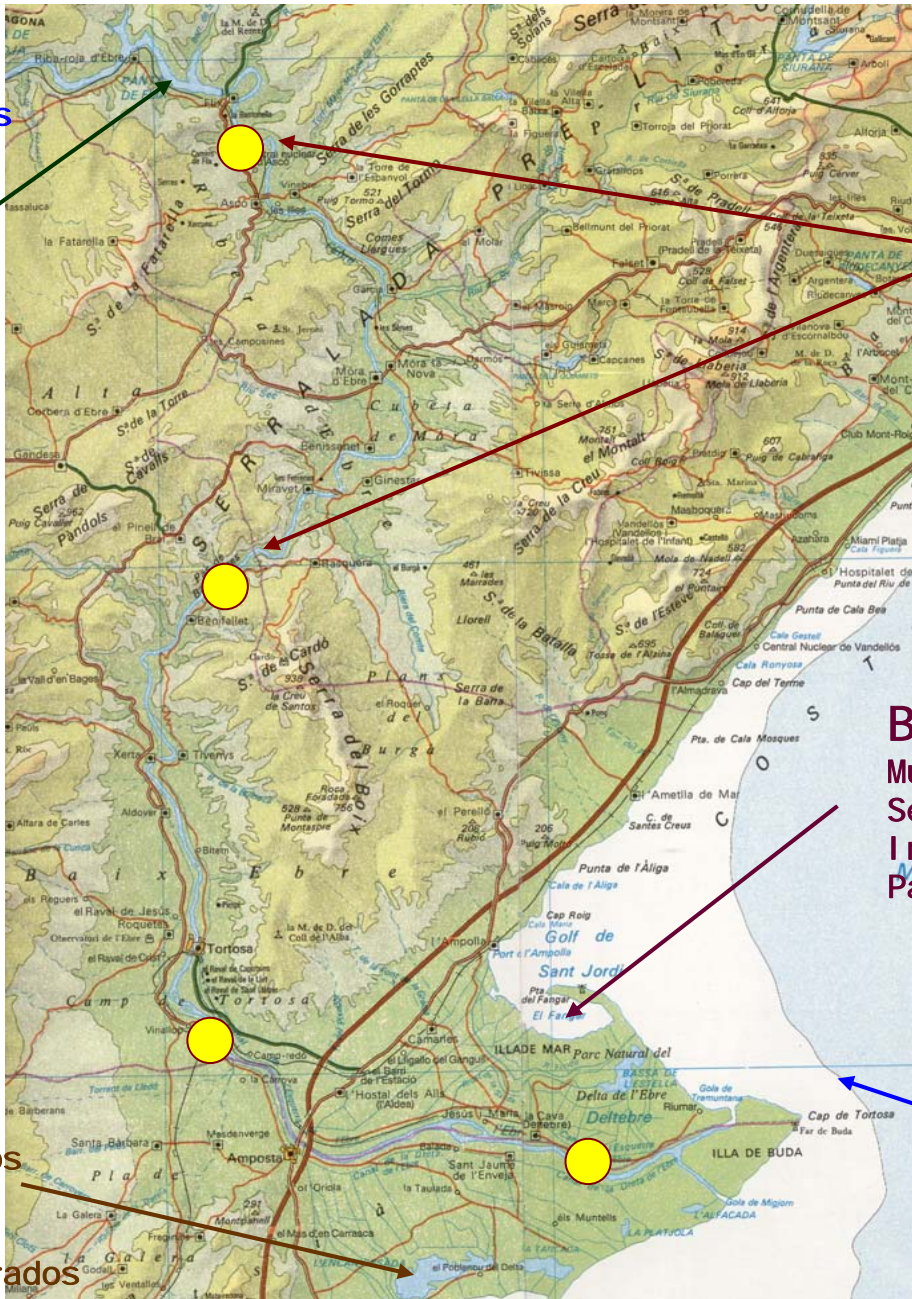
Red trófica simplificada en el Delta del Ebro, flujos de contaminantes y especies indicadoras



**Control**  
**Peces**  
**i invertebrados**  
**Plantas aq.**  
**Pájaros**

**Embal se**  
**Mobili l i ad**  
**Sedi mentos**  
**Peces**  
**Pl antas**  
**Páj aros**

**Del ta**  
**Arroz**  
**Sedi mentos**  
**Peces**  
**Pl antas**  
**I nvertebrados**  
**Páj aros**



**Río**  
**Sedi mentos**  
**Peces**  
**Pl antas**  
**I nvertebrados**  
**Páj aros**



**Bahías**  
**Muej i l l ones**  
**Sedi mentos**  
**I nvertebrados**  
**Páj aros**



**Mar**  
**Sedi mentos**  
**Agua**





**Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.**

# **RESULTADOS OBTENIDOS**



## **Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.**

El río Ebro, en su tramo entre el embalse de Flix y la desembocadura, tiene las aguas de buena calidad pero tiene un problema ambiental debido a la contaminación de los fangos provenientes de este embalse que se arrastran río abajo

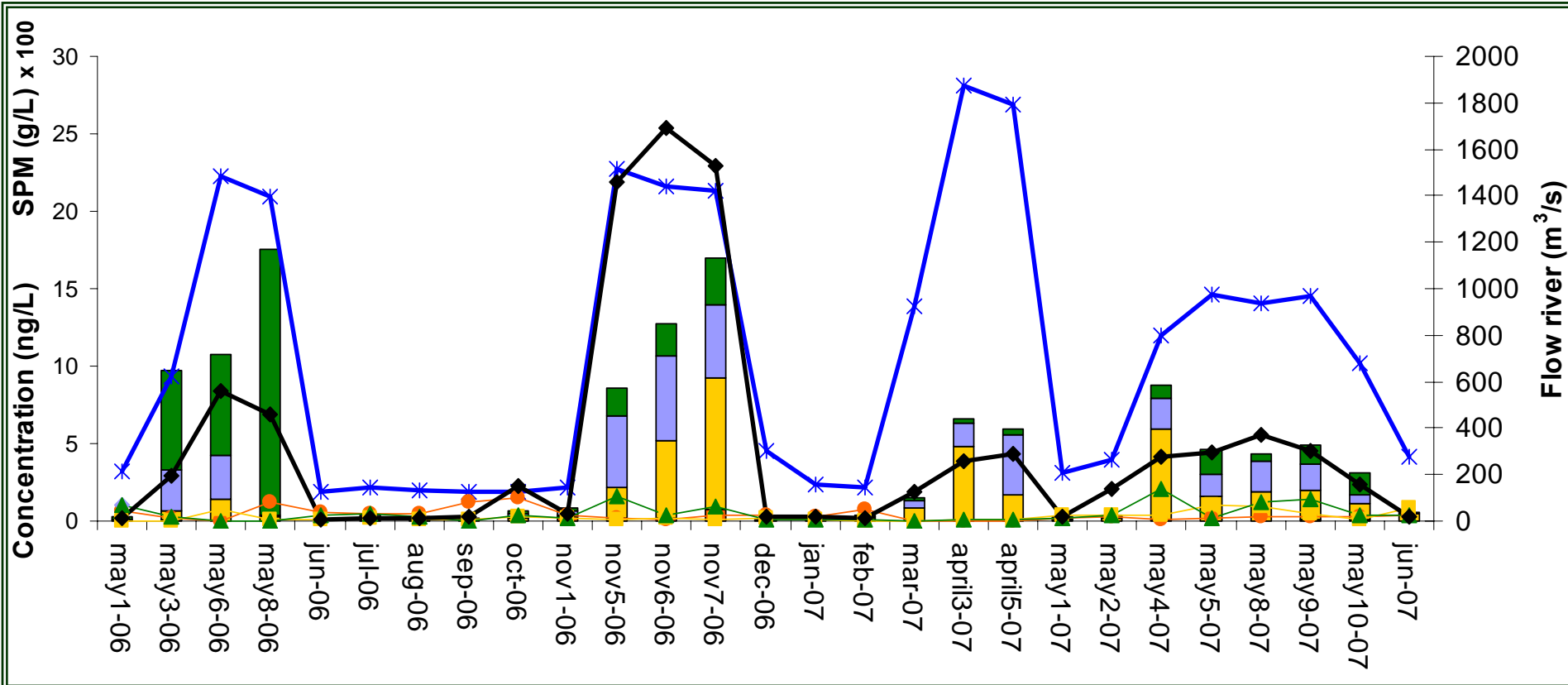


## **Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.**

El agua cumple las normativas legales para diversos usos, y muy especialmente para el suministro (potabilización), lo que pone de manifiesto a partir de los controles rutinarios que efectúan las administraciones hidráulicas competentes (CHE, ACA), así como las entidades responsables de la potabilización (CAT)

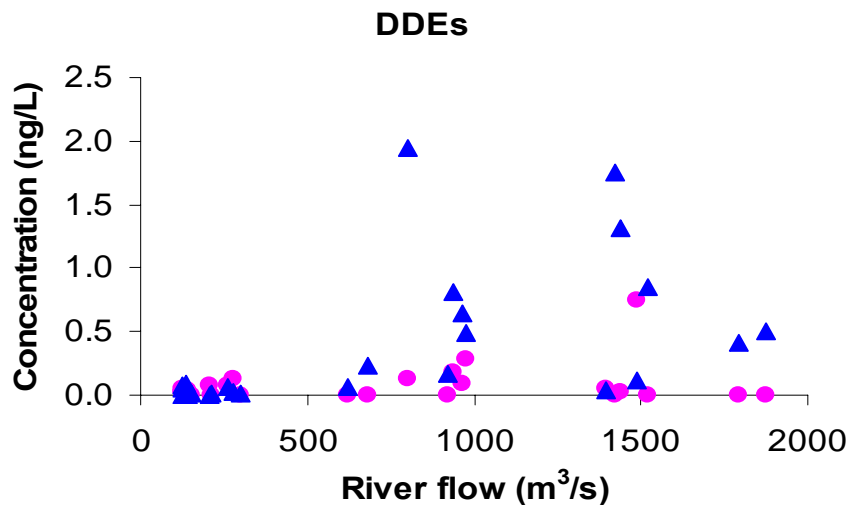
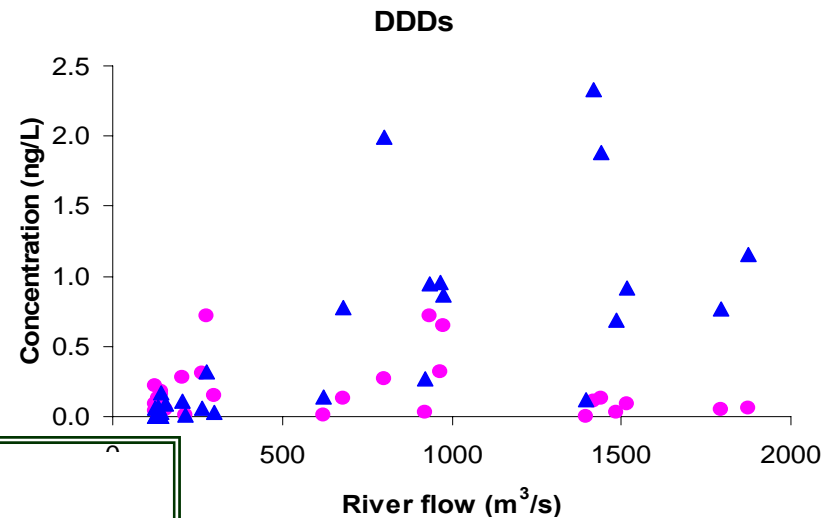
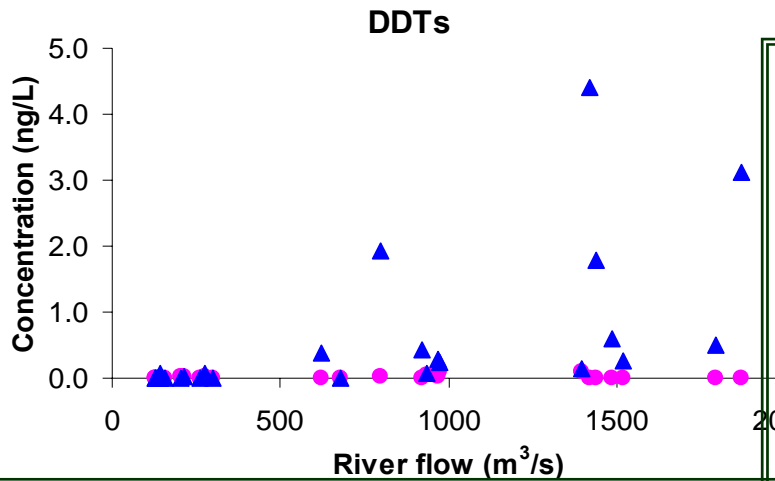


# Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.



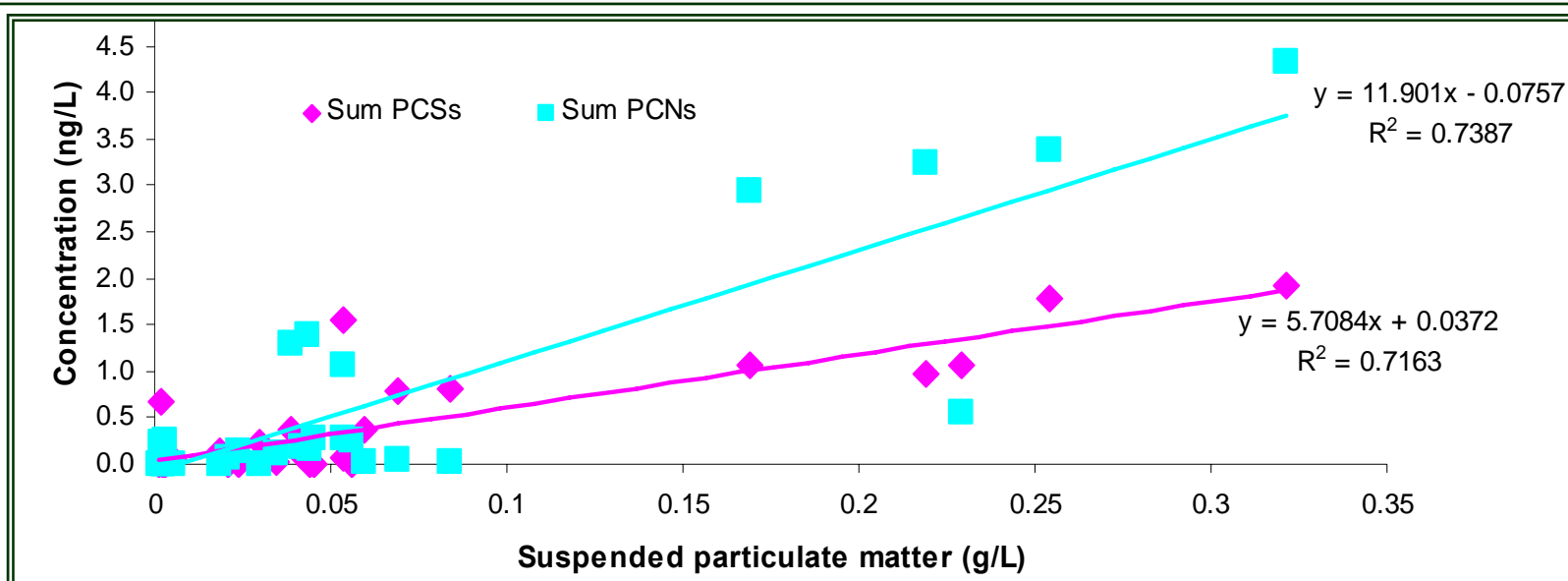
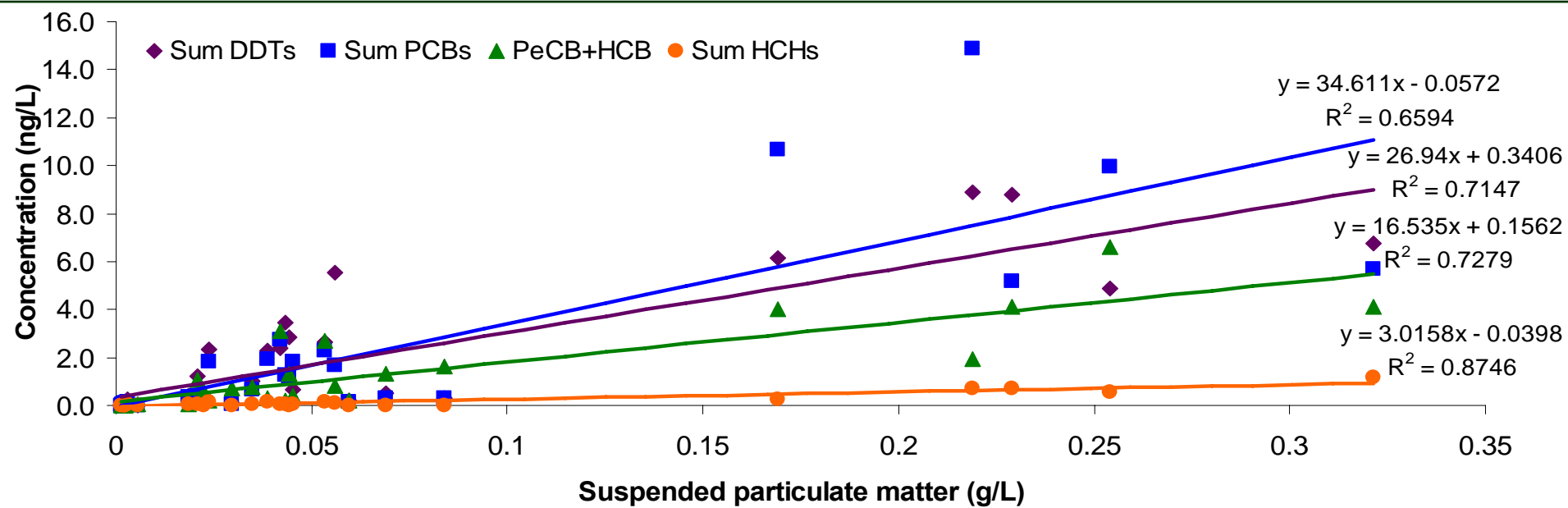
- |               |               |                              |
|---------------|---------------|------------------------------|
| PeCB+HCB (PP) | PeCB+HCB (DP) | Flow river                   |
| Sum PCBs (PP) | Sum PCBs (DP) | Suspended particulate matter |
| Sum DDTs (PP) | Sum DDT (DP)  |                              |
| Sum HCHs (PP) | Sum HCHs (DP) |                              |

# Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.



● Fase disuelta  
▲ Partículas







## **Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.**

El problema con los fangos hace que haya un impacto claro de los contaminantes vertidos en el embalse sobre la cadena trófica del río y los peces a concentraciones elevadas de compuestos organoclorados y mercurio.

# Sum of PCBs (ng/g ww) en silurs



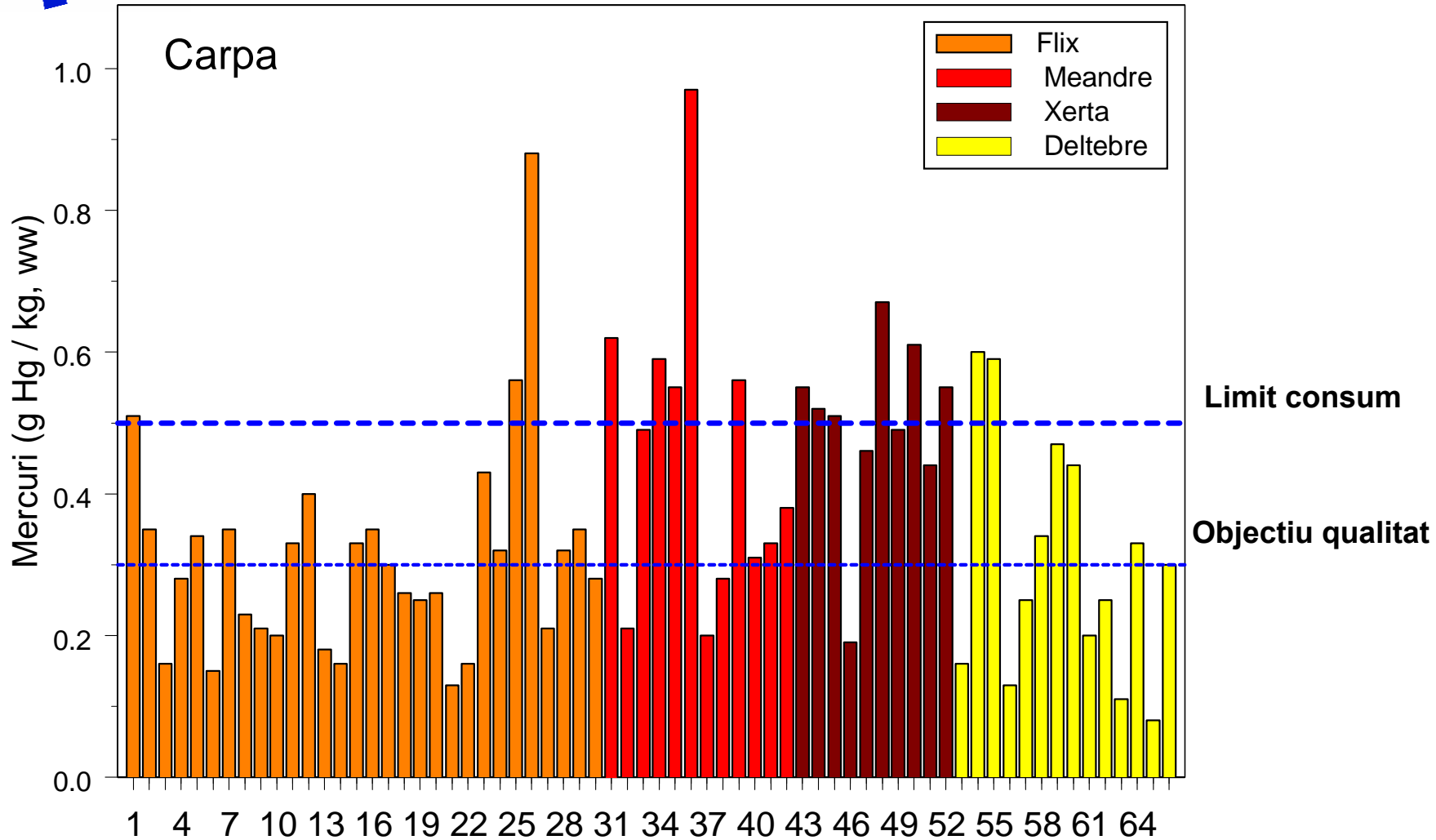
30 km

Image NASA  
Image © 2008 DigitalGlobe  
© 2008 Cnes/Spot Image

©2007 Google™

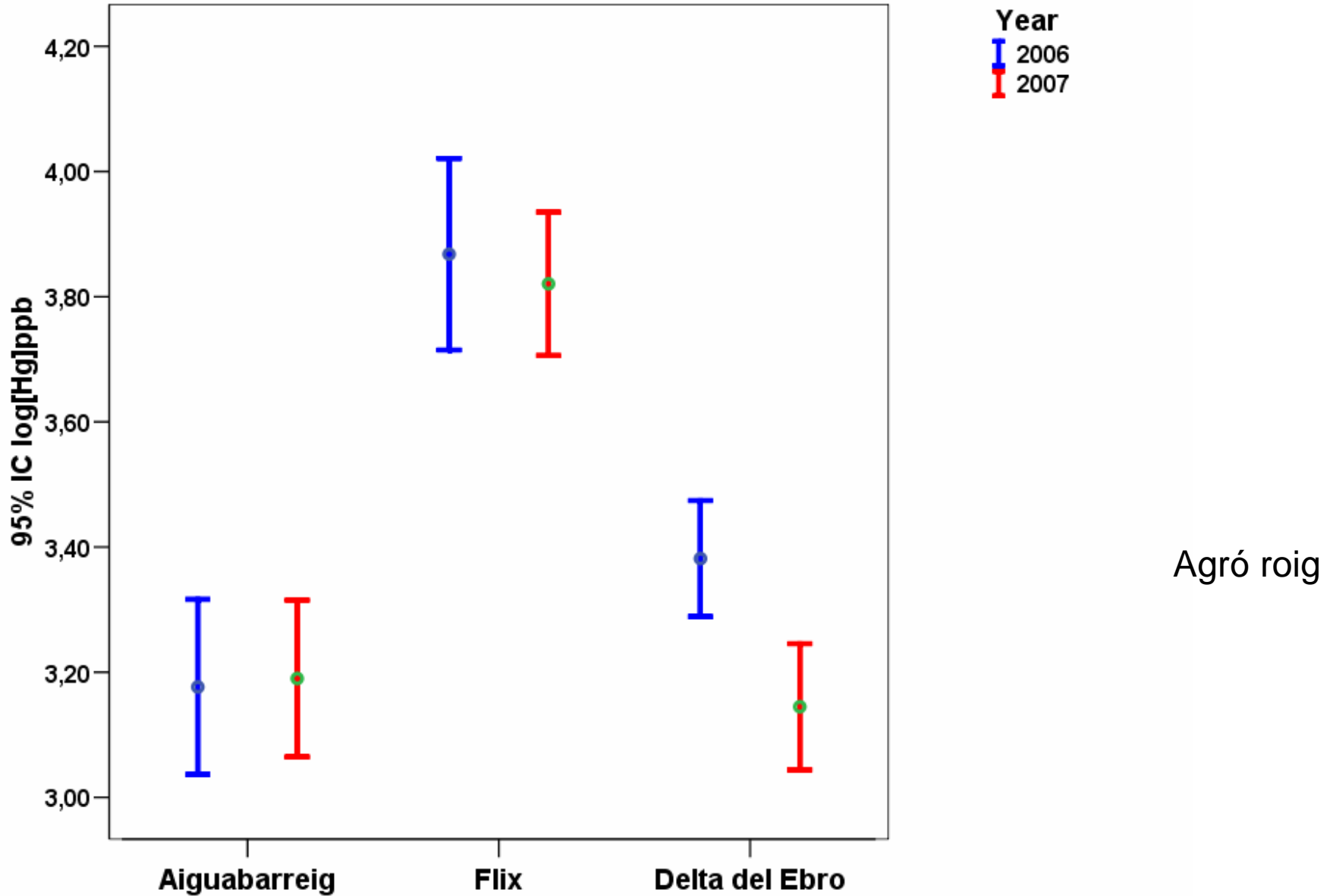


# Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.





# Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics





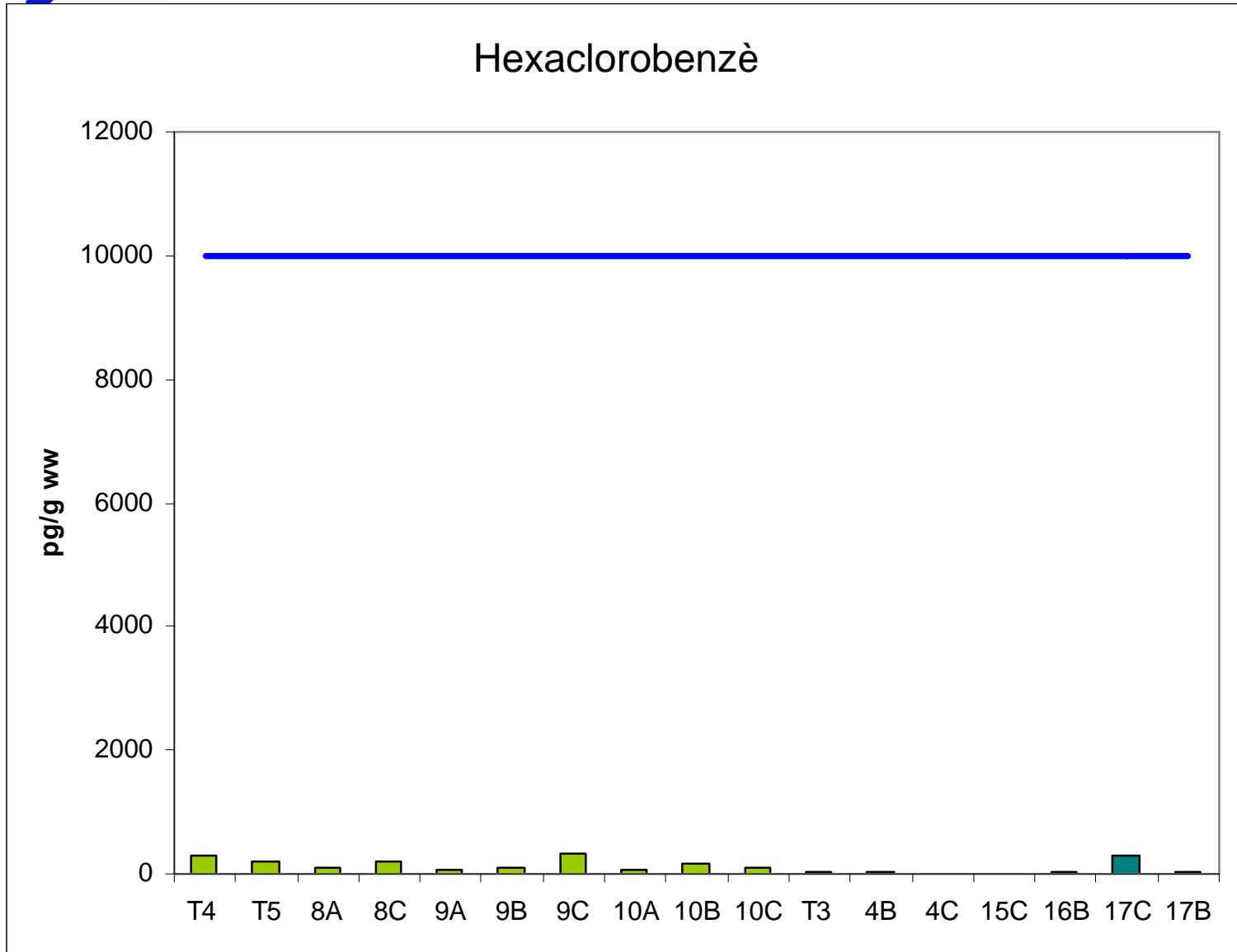
**Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.**

Todos los productos agrícolas estudiados recogidos en campos regados con aguas del río cumplen con suficiencia las normas legales.



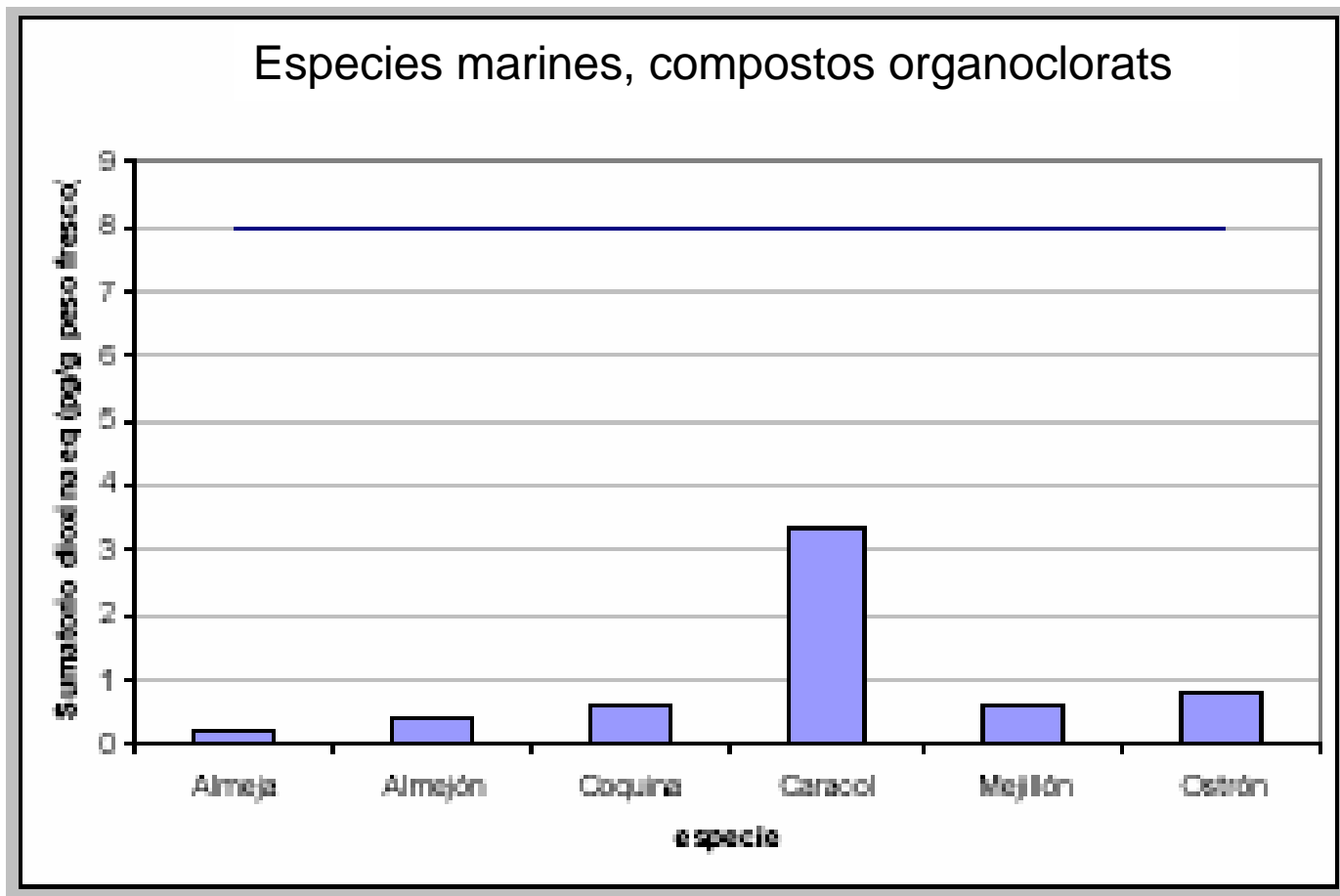


# Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.





## Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.





## **Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.**

Els nivells de metalls pesats, inclòs el mercuri, detectats en aigües de consum al llarg de tot el tram del riu des de Flix fins a la desembocadura, així com els trobats al sòls, no suposen cap increment de risc per la salut de la població. Tampoc el consum de arròs, fruites i hortalisses, d'origen local suposa cap mena de risc per exposició a metalls per a la salut de la població.



## **Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.**

Actualment el riu Ebre en el tram entre l'embassament de Flix i la desembocadura, té un problema ambiental degut a la contaminació dels fangs que mostren un impacte sobre la cadena tròfica, una bioacumulació important en els peixos i un efecte sobre els ocells.

En canvi, no hi ha un efecte significatiu sobre les aigües i això fa que no hi hagi un impacte sobre els productes agrícoles ni un risc sobre la salut.



**Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.**

# **ESTUDI DELS CONTAMINANTS EN ELS SÒLS**



## Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.

El **REAL DECRETO 9/2005** de 14 de enero, establece la relación de actividades potencialmente contaminadas del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

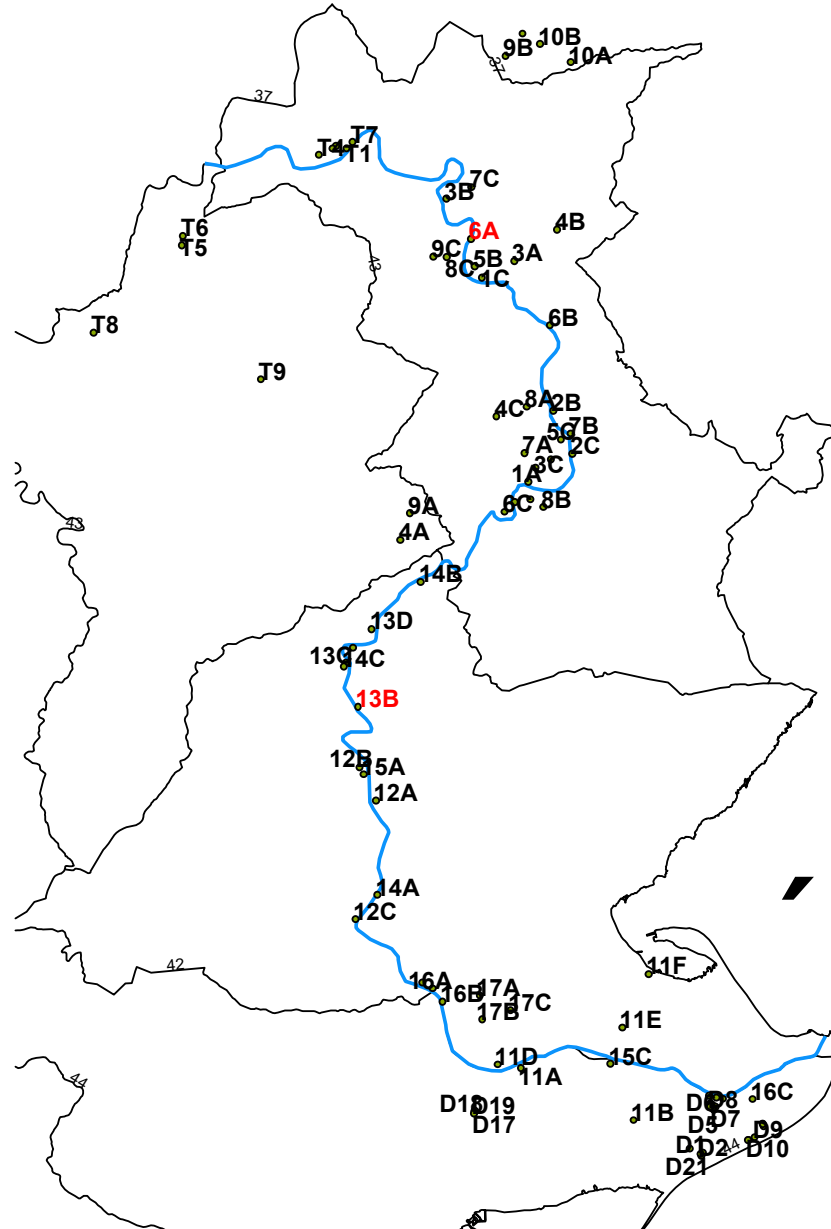
Contaminants i nivells genèrics de referència per a la protecció de la salut humana en funció de l'ús del sòl definit en el RD 9/2005 (ng/g pes sec):

Substància	Ús industrial	Ús urbà	Altres usos
p,p'-DDE	60000	6000	600
p,p'-DDD	70000	7000	700
p,p'-DDT	20000	2000	200
HCB	1000	100	10
$\alpha$ -HCH	1000	100	10
$\beta$ -HCH	1000	100	10
$\gamma$ -HCH	1000	100	10
PCB	800	80	10





# Model Conceptual per a comprendre el risc dels fangs tòxics continguts a l'embassament de Flix.



# LEGISLACIÓN

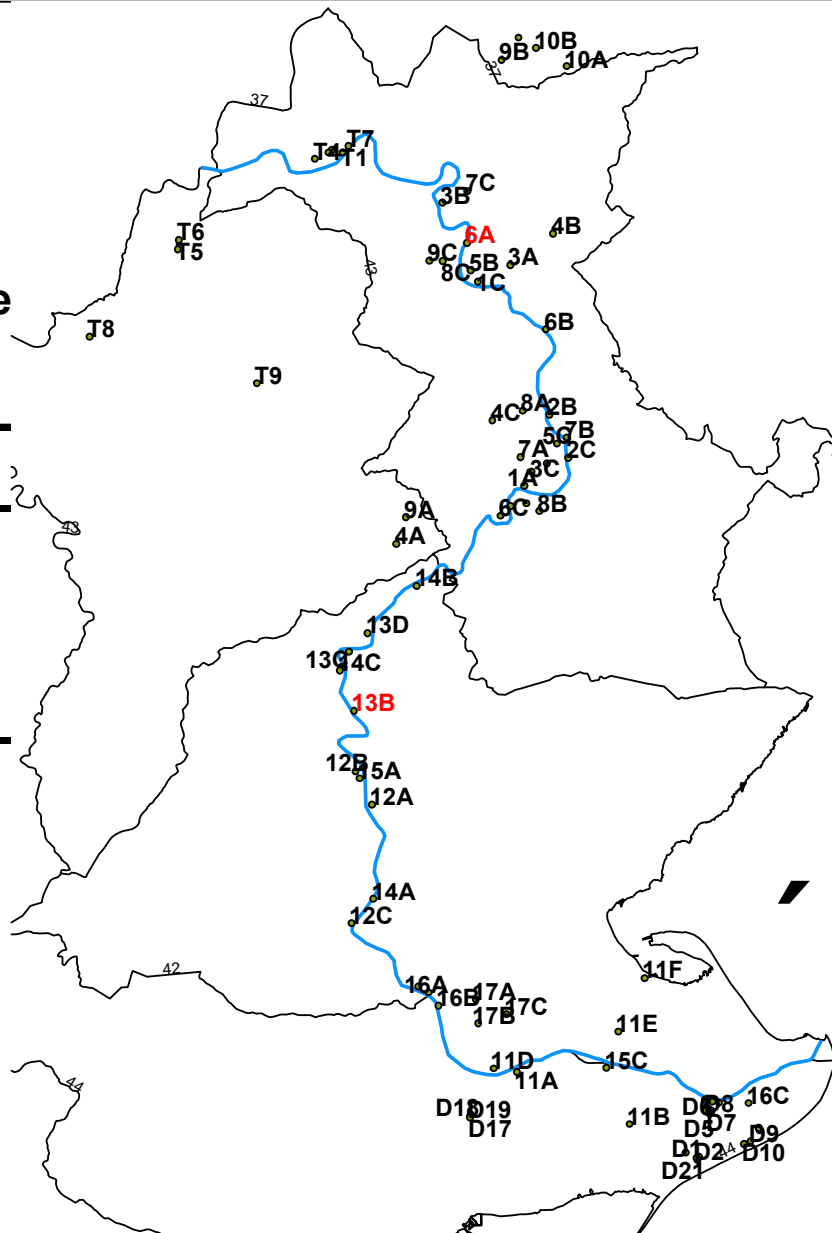
Finques estudiades

Finca

6A (Ascó)

13B (Tivenys)

Valors de referència



Concentració definida en el RD

p,p'-DDT

837

200

**Resultats finques remostrejades durant desembre 2006:**

<b>Mostra</b>	<b><math>\beta</math>-HCH</b>	<b>Suma PCB</b>	<b>p,p'-DDT</b>
<b>6A/1</b>	nd	2	1
<b>6A/2</b>	nd	nd	0.3
<b>6A/3</b>	65	56	118
<b>6A/4</b>	nd	7	4
<b>Promig 6A</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>31</b>
<b>Anàlisi anterior 6A</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>44</b>
<b>13B/1</b>	8	131	301
<b>13B/2</b>	3	141	674
<b>13B/3</b>	29	96	238
<b>13B/4</b>	1	187	1058
<b>Promig 13B</b>	<b>10</b>	<b>139</b>	<b>568</b>
<b>Anàlisi anterior 13B</b>	<b>13</b>	<b>133</b>	<b>837</b>

# PCBs totals





**DDEs totals**



350

9.8

5.8

2



© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 41°11'40.60" N 0°34'21.82" E elev 30 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 1.05 km



# DDTs totals



220

5.5

1.2

0.3



© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 41°11'40.34" N 0°34'22.58" E elev 30 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 1.03 km



# 2,4'-DDT



100

1.7

0

0



© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 41°11'39.82" N 0°34'24.04" E elev 30 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 951 m



# 4,4'-DDT



120

3.7

1.1

0.3



© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 41°11'40.00" N 0°34'23.53" E elev 30 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 983 m



**PCBs totals**



0.01



© 2007 Cnes/Spot Image  
Image © 2007 DigitalGlobe

© 2005 Google

Pointer 41°10'46.26" N 0°35'09.80" E elev 31 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 4.03 km



**PCBs totals**



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google



**DDEs totals**

1500

710

270



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'08.31" N 0°29'48.37" E elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 348 m



# DDTs totals



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'08.01" N 0°29'48.75" E elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 335 m



4,4'-DDT

1100

670

300

240



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'07.99" N 0°29'48.78" E elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 334 m



2,4'-DDT

230

96

95

110



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'07.82" N 0°29'49.00" E elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 329 m



4,4'-DDE

1400

700

230

260



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'07.54" N 0°29'49.36" E elev 7 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 315 m



**2,4'-DDE**



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°55'07.70" N 0°29'49.14" E elev 8 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 326 m



**PCBs totals**

190  
130  
96



© 2007 Cnes/Spot Image

© 2005 Google

Pointer 40°54'49.78" N 0°30'12.85" E elev 7 m

Streaming ||||| 100%

Eye alt 3.90 km



## Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.

No se observan diferencias importantes entre los suelos de las parcelas que se encuentran aguas arriba del embalse y las situadas aguas abajo.

Tampoco los tipos de riego (micro-irrigación y riego superficial) son causa de diferencias de concentraciones de  $^{210}\text{Po}$  en los frutos y verduras.

Si se considera el consumo anual la dosis por ingestión no superaría los  $0.01 \text{ mSv}\cdot\text{any}^{-1}$ , que es un nivel muy inferior a la dosis que se recibe por causas naturales ( $1-10 \text{ mSv}\cdot\text{any}^{-1}$ ), y no suponen ningún riesgo radiológico.



## **Modelo conceptual para comprender el riesgo de los fangos tóxicos contenidos en el embalse de Flix.**

Esta situación recomienda la retirada de los fangos del embalse como mejor opción para eliminar el riesgo que suponen los residuos y para mejorar de forma muy significativa la calidad ambiental del río aguas abajo del embalse.

La retirada de estos fangos también permite eliminar el riesgo futuro de una movilización accidental importante de una parte de ellos y de los efectos catastróficos que se derivarían.