



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



PATRIMONIO
NACIONAL

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



IC INCLAM
Grupo empresarial



Serbaikal Ingenieros S.L.

Grupo Tragsa
Garantía Profesional. Servicio Público

Río Manzanares aguas abajo del embalse de "El Pardo": EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y ESTADO ACTUAL

El Pardo, 10 de marzo de 2016

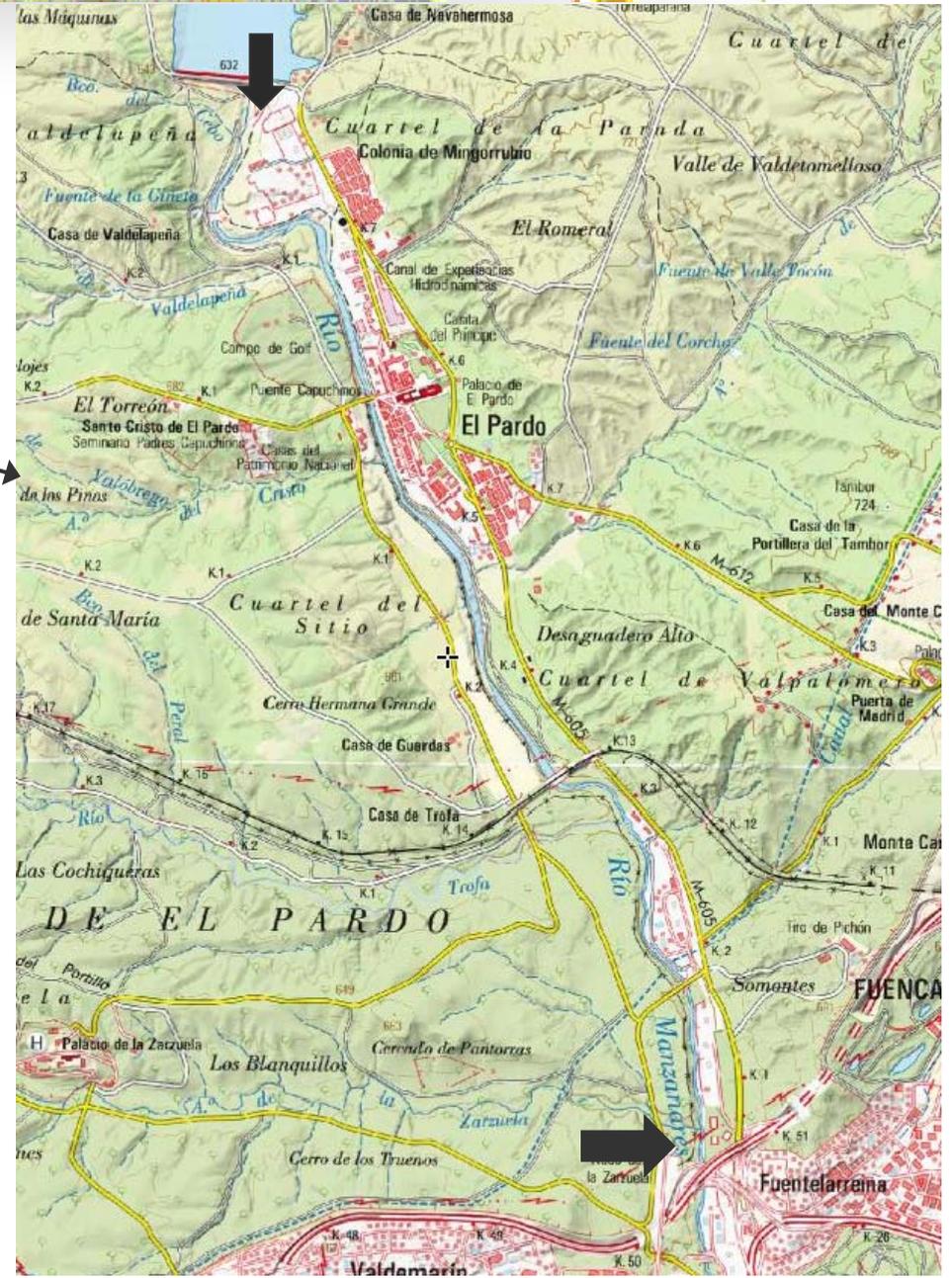
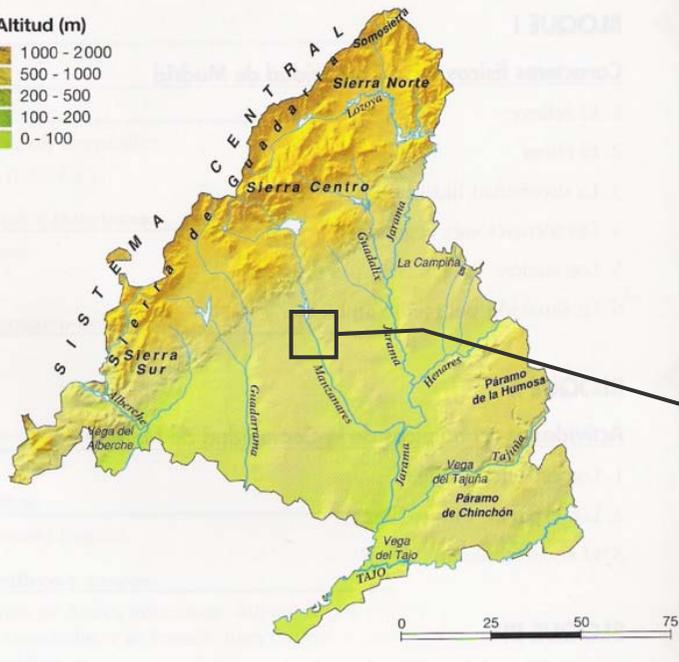


J.A. Fernández Yuste
C. Martínez Santa-María

Tramo de trabajo

Altitud (m)

- 1000 - 2000
- 500 - 1000
- 200 - 500
- 100 - 200
- 0 - 100



■ CONTENIDO

¿Qué pasa?

¿Por qué?

¿Qué podemos hacer?



■ Dos reflexiones previas...

• ¿QUÉ ES UN RÍO?

ECOSISTEMA FLUVIAL

- COMPONENTES
- PROCESOS
- FUNCIONES
- RELACIONES



RECURSOS HÍDRICOS

- CAPTACIÓN
- REGULACIÓN
- DISTRIBUCIÓN
- GESTIÓN

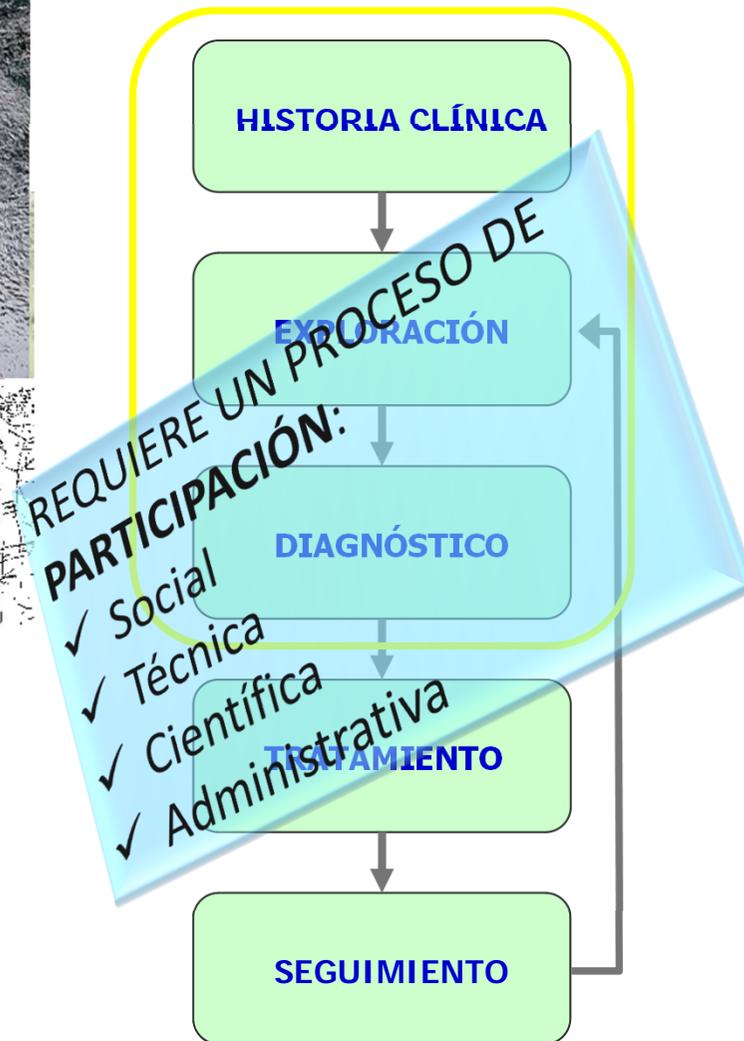


ACTIVO DEL PATRIMONIO CULTURAL Y SENTIMENTAL DEL HOMBRE

- HISTÓRICOS, ARTÍSTICOS, TÉCNICOS, PAISAJÍSTICOS...
- IDENTIDAD, ARRAIGO, ESPIRITUALIDAD...



• ¿CÓMO REHABILITAR UN RÍO?



■ CONTENIDO

1

Manzanares

- *Régimen hidrológico*
- *Dinámica morfológica*
- *Uso público*

2

Arroyo de Trofa

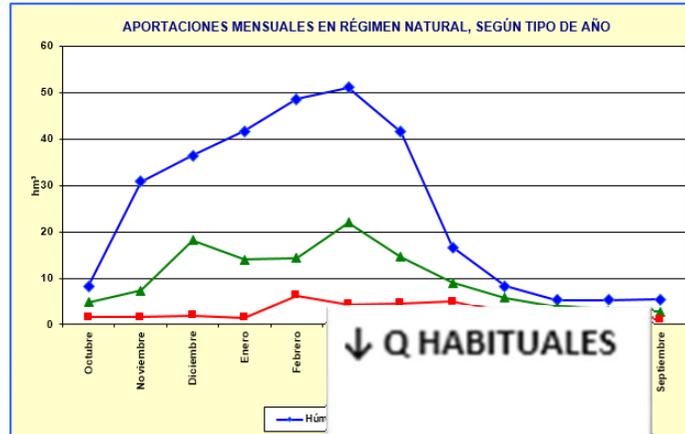
- *Hidro-morfología*
- *Calidad del agua*
- *El problema de la valla en la confluencia*

3

Cambio climático

Manzanares: régimen hidrológico

• Natural (1950-1967)



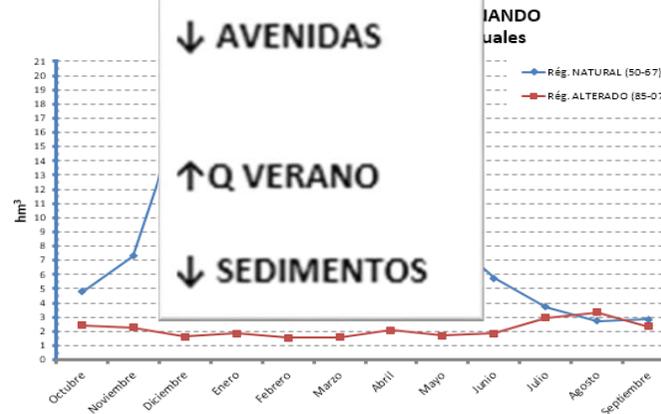
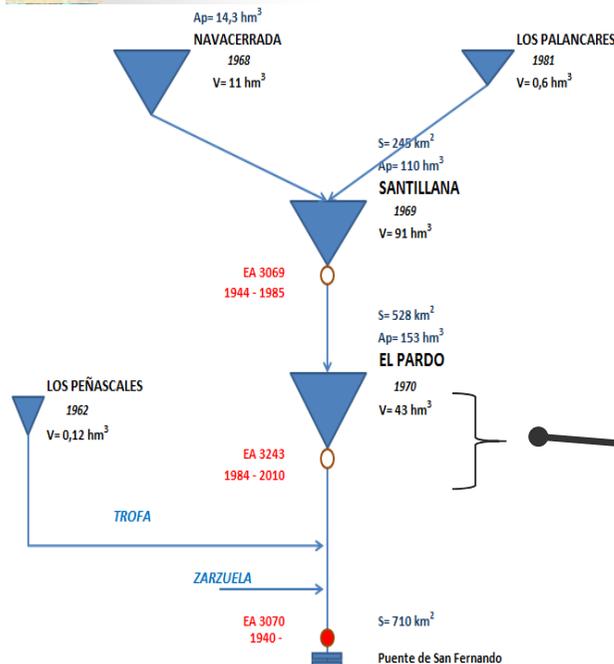
- Pluvio-nival
- Veranos secos
- Avenidas importantes

Media de los máximos caudales diarios anuales	Q_c	m^3/s 63.75
---	-------	------------------

$Q_c \text{ max} = 186.8$

Media de los mínimos caudales diarios anuales	Q_s	0.35
---	-------	------

• Actual (1985-2010)



Aportación anual (media) (mediana)

	hm^3	m^3
Rég. NATURAL (50-67)	148	131.1
Rég. ALTERADO (85-07)	75.2	33.6

(Alt/Nat)% 50.8 25.6

$Q_c(\text{media}) =$ Media de la serie de caudales máximos diarios anuales

	m^3/s
Rég. NATURAL (Estimado)	56.8
Rég. ALTERADO (85-07)	21.7

(Alt/Nat)% 38.2

SEDIMENTOS:

- ✓ Quedan retenidos en el embalse.
- ✓ Sin aportación significativa hasta Trofa.

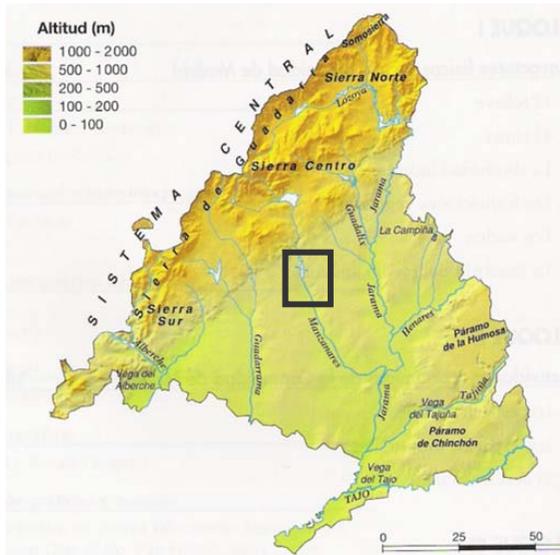
Manzanares: dinámica morfológica

• Natural

Pie de monte cuenca granítica (arenas).

Régimen pluvio-nival con sequía estival muy marcada.

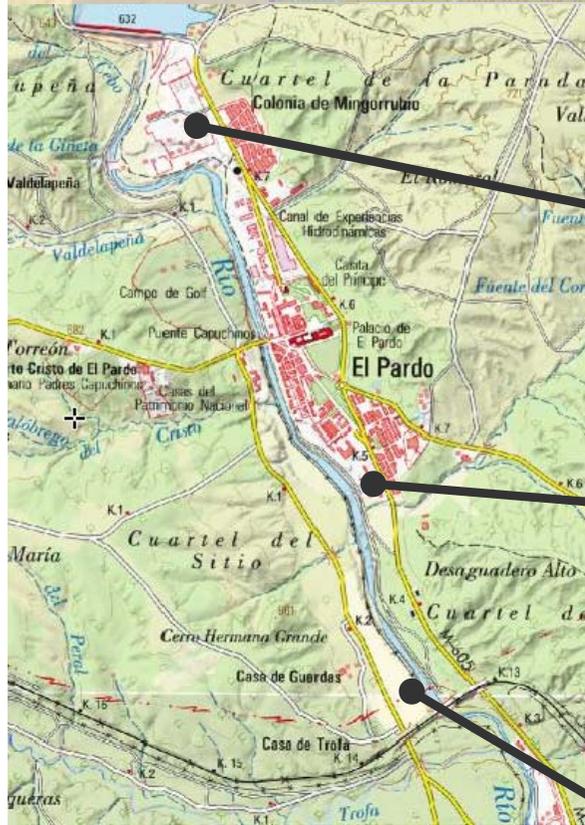
- ✓ Trenzado (macrocauce)
- ✓ Barras e islas activas (sin vegetación estable)
- ✓ Brazos secundarios dinámicos



Pintura anónima del siglo XVIII, con el río a su paso por El Pardo. Puede apreciarse su amplio cauce con varios canales trenzados entre bancos de arena e islas, aguas abajo del Puente de Capuchinos.

■ Manzanares: dinámica morfológica

• Natural (antes de 1970)



Pie de monte cuenca granítica (arenas).

Régimen pluvio-nival con sequía estival muy marcada.

- ✓ Trenzado (macrocauce)
- ✓ Barras e islas activas (sin vegetación estable)
- ✓ Brazos secundarios dinámicos

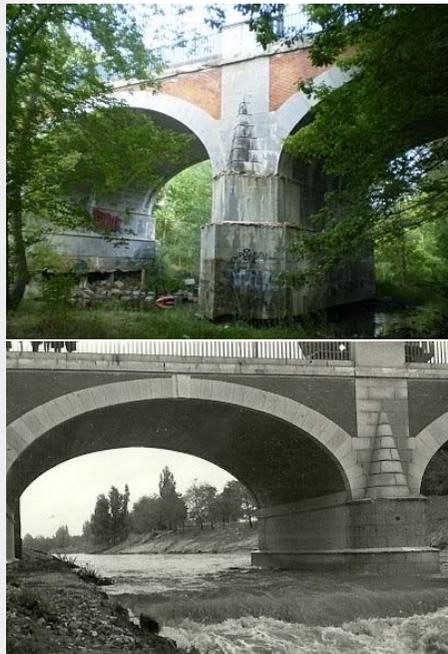


Manzanares: dinámica morfológica

• **Actual** (efecto embalse)

- ↓ Q HABITUALES → Estrechamiento cauce
- ↓ AVENIDAS → Desaparición brazos secundarios
- ↑ Q VERANO → Estrechamiento cauce
- ↓ SEDIMENTOS → Estabilización barras e islas
- ↑ Desarrollo vegetación
- Incisión

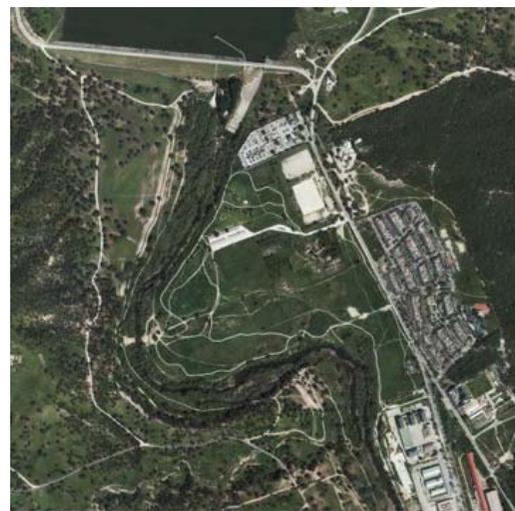
- ✓ Pérdida trenzado
- ✓ Cauce estrecho
- ✓ Baja movilidad
- ✓ Incidido (salvo aportación sedimentos por afluente o remansos por azudes)



1961
(Pasionpormadrid.blogspot)

Actual

Foto aérea Madrid 2013
(Nomecalles)



Mosaico 1961-67
(Nomecalles)



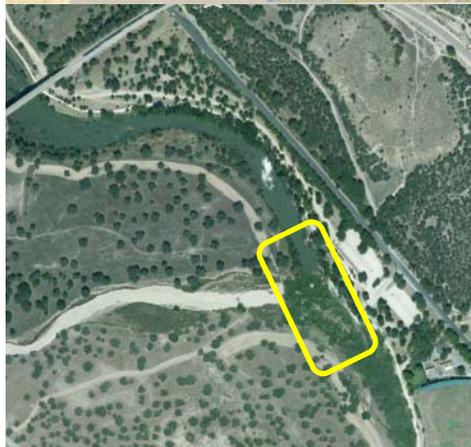
• **Actual** (otros)

■ **Manzanares: dinámica morfológica**

- Efecto “azud” de la cuña de sedimentos de Trofa. ■
- Efectos de obras transversales:
 - Azud ●
 - EA 3243 (Demolida) ●
- Efectos de obras longitudinales: Relleno y taludes para ocupación del espacio de movilidad fluvial. □

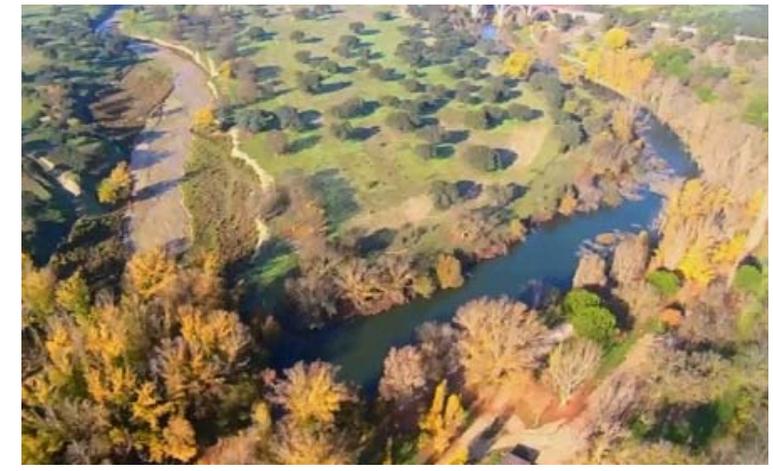


Actual (efecto "dique" en Trofa) ■ Manzanares: dinámica morfológica



- La reducción de avenidas en el Manzanares, le inhabilita para movilizar los sedimentos aportados por Trofa.
- La estabilidad de los sedimentos, la homogeneización del régimen de caudales y la disponibilidad de agua en verano, favorece la colonización y desarrollo de vegetación, que consolida los sedimentos.

Se crea un dique "pseudonatural", con "cota de coronación" creciente, que genera aguas arriba un importante remanso.



La mortandad en la vegetación, se debe a la progresiva elevación de la cota de la barra de sedimentos, que induce el consiguiente incremento de cota de lámina de agua del remanso.

Manzanares: dinámica morfológica

• **Actual** (efecto obras longitudinales)



EFFECTOS:

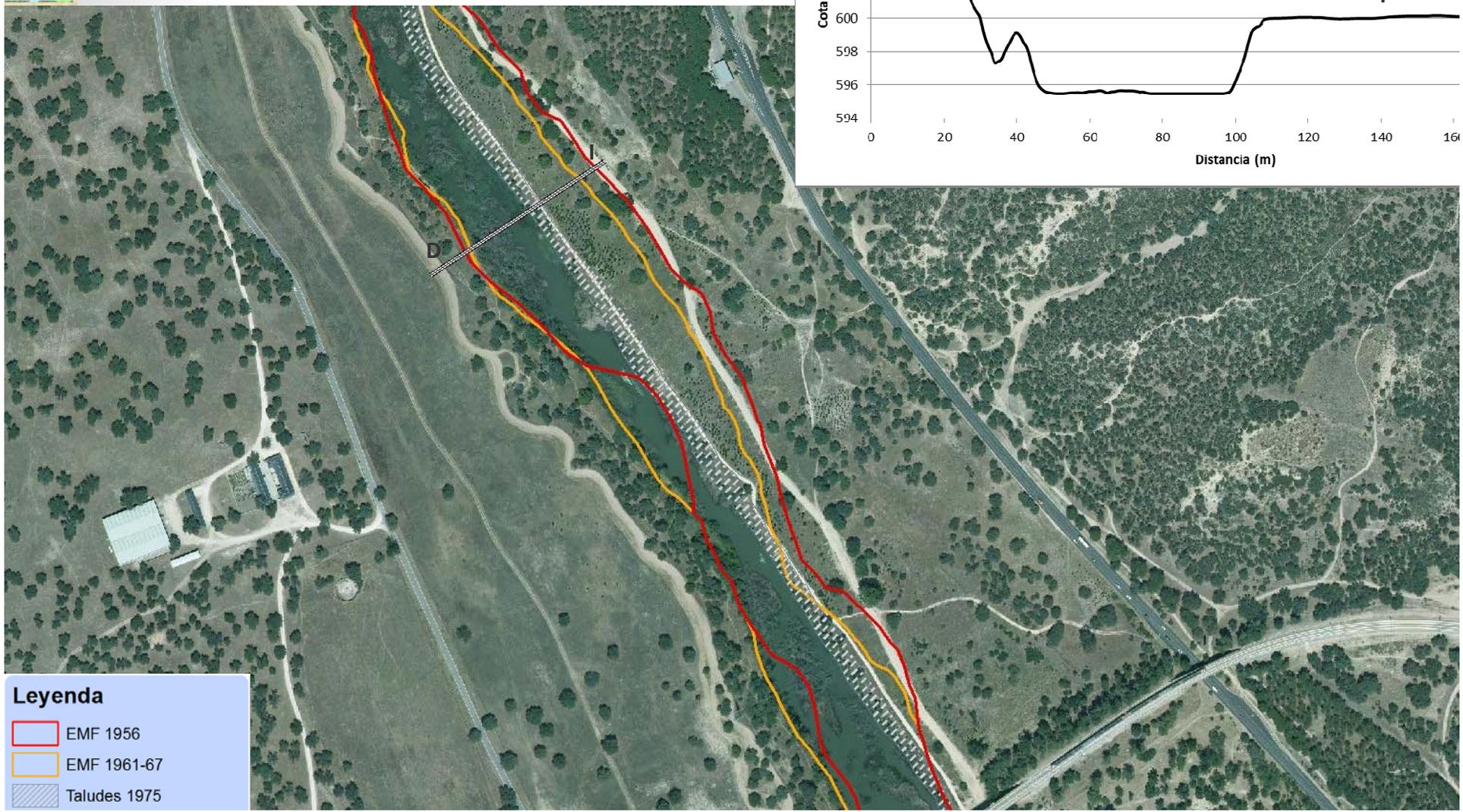
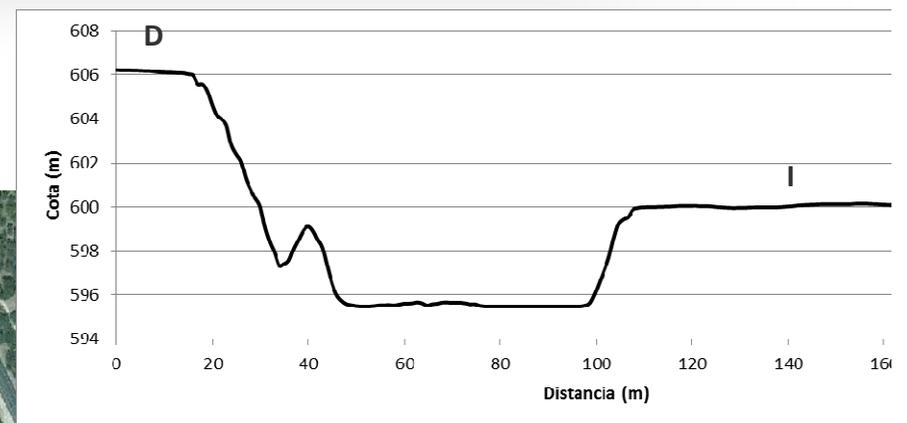
- Pérdida de espacio fluvial.
- Simplificación de biotopos acuáticos y riparios.
- Pérdida de conectividad transversal.
- Pérdida de accesibilidad a las orillas.
- Pérdida de valor escénico y de oportunidad de contacto con el río.



Manzanares: dinámica morfológica

- Actual (efecto obras longitudinales)

Aguas arriba del puente del ferrocarril:



Leyenda

- EMF 1956
- EMF 1961-67
- Taludes 1975

Manzanares: dinámica morfológica

• Actual (efecto azud de El Pardo)



Azud

- Se construye por primera vez a finales de los años cincuenta.
- Es reconstruido varias veces tras distintas avenidas que lo desmantelan.
- La fábrica actual es de 1991.



Efecto:

- Genera un remanso que alcanza la estación de aforos de Mingorrubio (EA 3243), hoy demolida.
- Barrera para la ictiofauna.
- Desarrollo significativo pero lento de helófitos (*Typha sp.*)

• **Actual** (efecto EA 3243)

■ **Manzanares: dinámica morfológica**

Estación de aforos 3243

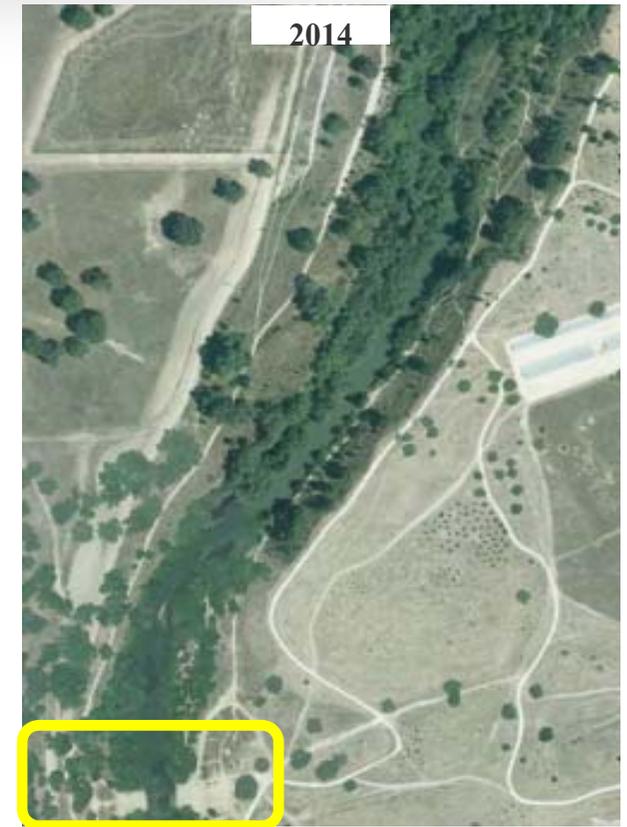
Inicio: 1975

Baja: 2010

Demolición: 2013

Efecto:

- Genera un remanso que alcanza la unión de la entrega del desagüe de fondo y del aliviadero.
- Se ha desarrollado un soto denso.
- Desarrollo de helófitos bastante limitado.
- La demolición no ha propiciado el inicio del reequilibrio del tramo.



Manzanares: modelización



MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL

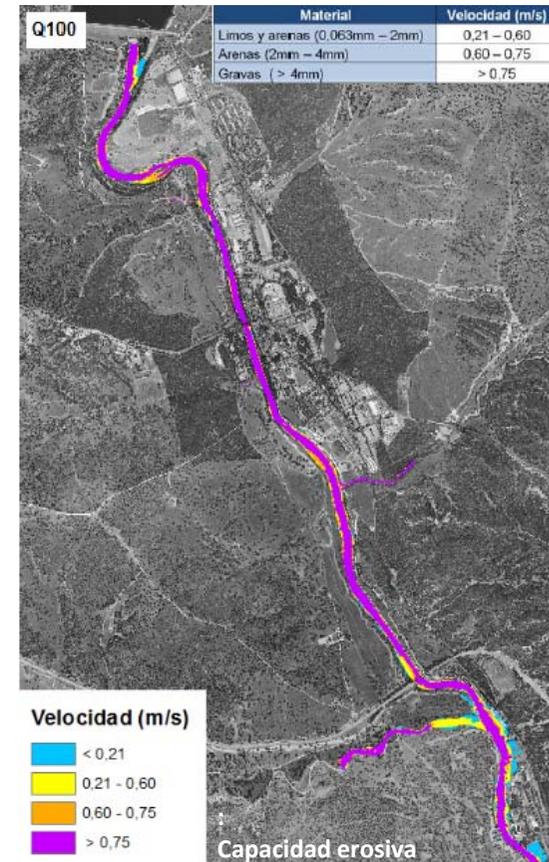
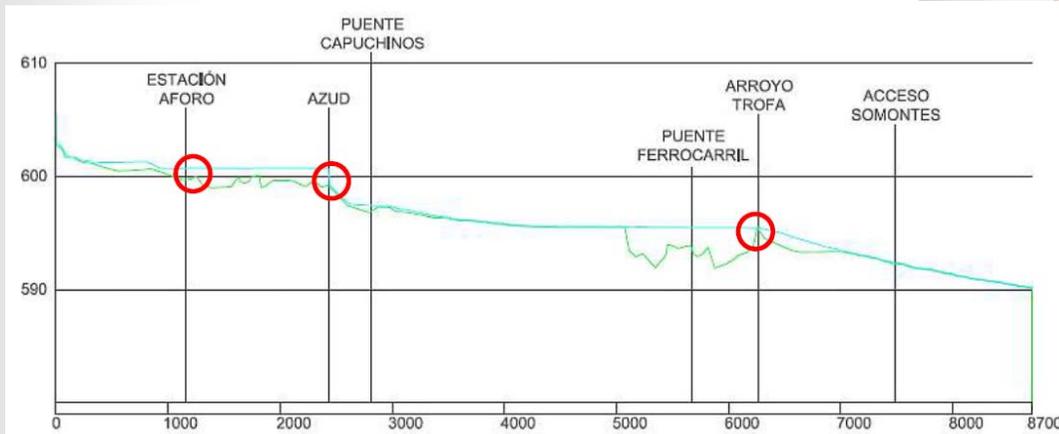
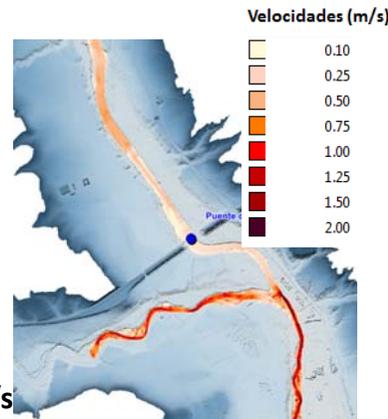
Objetivos:

1. Verificar las hipótesis formuladas a partir de las vistas a campo y el análisis de la secuencia de fotografías aéreas históricas.
2. Evaluar el comportamiento de las actuaciones que se propongan, analizando tanto los aspectos hidráulicos como sedimentológicos.



Lámina de agua para los caudales ordinarios: Verificación de remansos para $Q(50\%) = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$

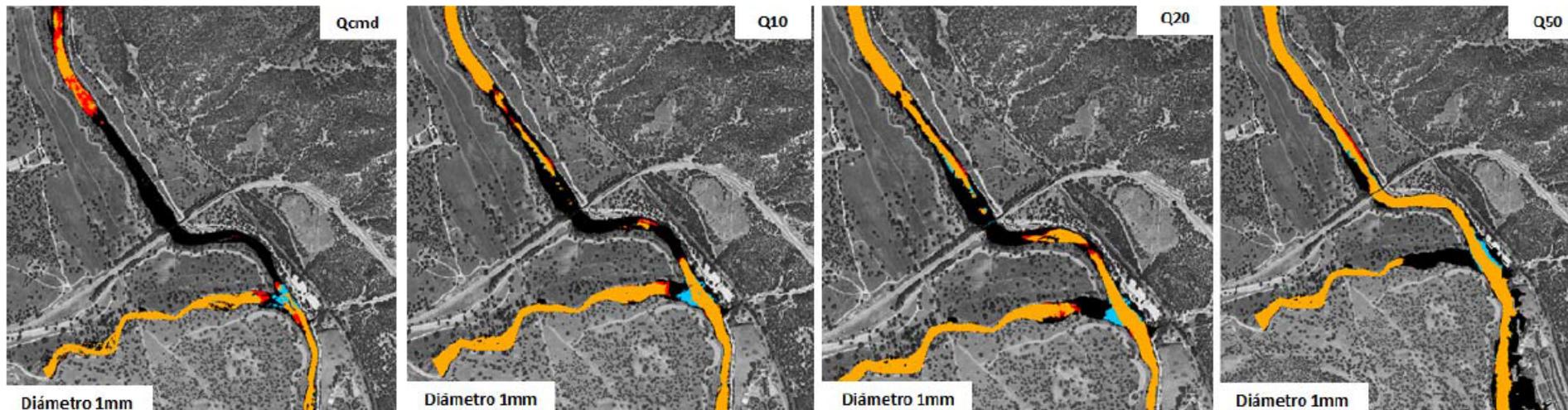
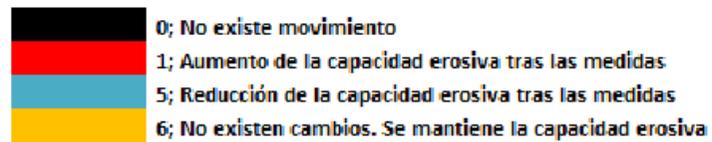
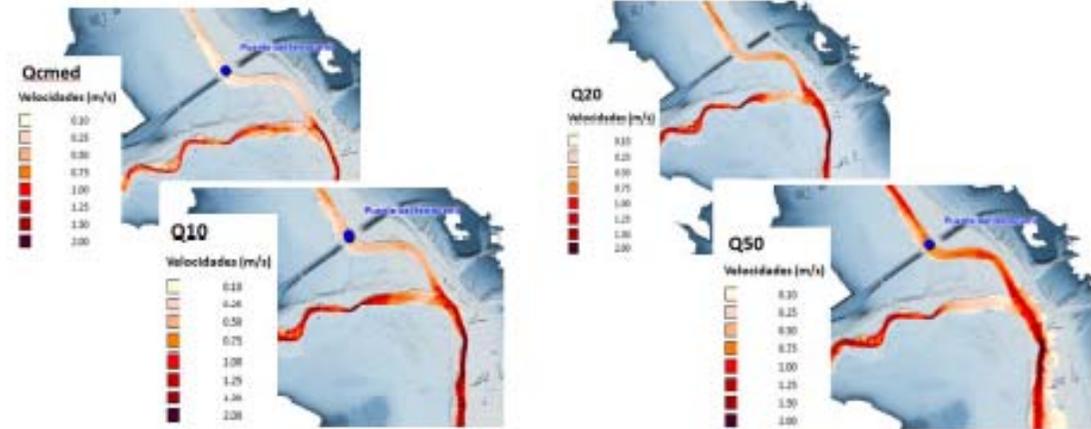
$Q_{c_{med}} = 21,7 \text{ m}^3/\text{s}$



Manzanares: modelización

Objetivos:

1. Verificar las hipótesis formuladas a partir de las vistas a campo y el análisis de la secuencia de fotografías aéreas históricas.
2. Evaluar el comportamiento de las actuaciones que se propongan, analizando tanto los aspectos hidráulicos como sedimentológicos.



■ Manzanares: uso público

Antecedentes:

1. Apertura al uso público del Monte del Pardo en 1978 (Superf. aprox. 1000 ha)
2. Creación áreas recreativas de Somontes y Mingorrubio (años 90)
3. Plan de protección medioambiental del Monte del Pardo (1997)
4. Ejecución de proyectos (CAM) en la ribera del Manzanares:
 - Proyecto de actuaciones en las márgenes del Manzanares (1990)
 - Paseo de la Ribera (2000)
5. Obras del colector (2010)



Características del uso público:

1. Concentración de muchos usuarios con actividades muy diversas en un espacio con dotaciones y viales limitados: Conflictos entre usuarios.
2. Conectividad entre orillas limitada al puente de Capuchinos.
3. Taludes con fuerte pendiente que limitan el acceso al río: No hay contacto real con el río.



Problemas:

1. Falta de optimización en la ordenación de usos, adecuación de viales y dotaciones en función de la diversidad de actividades, de usuarios y de la capacidad de carga del espacio natural.
2. Conectividad entre orillas.
3. Conectividad (para peatones y ciclistas) con otros espacios urbanos y naturales circundantes.
4. Río "inaccesible" para la mayoría de los usuarios.



■ CONTENIDO

1

Manzanares

- *Régimen hidrológico*
- *Dinámica morfológica*
- *Uso público*

2

Arroyo de Trofa

- *Hidro-morfología*
- *Calidad del agua*
- *El problema de la valla en la confluencia*

3

Cambio climático

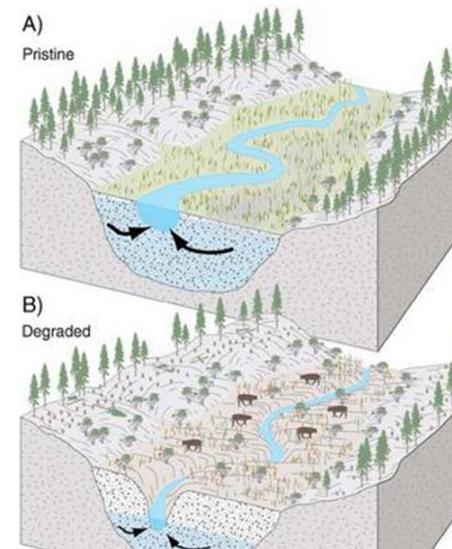
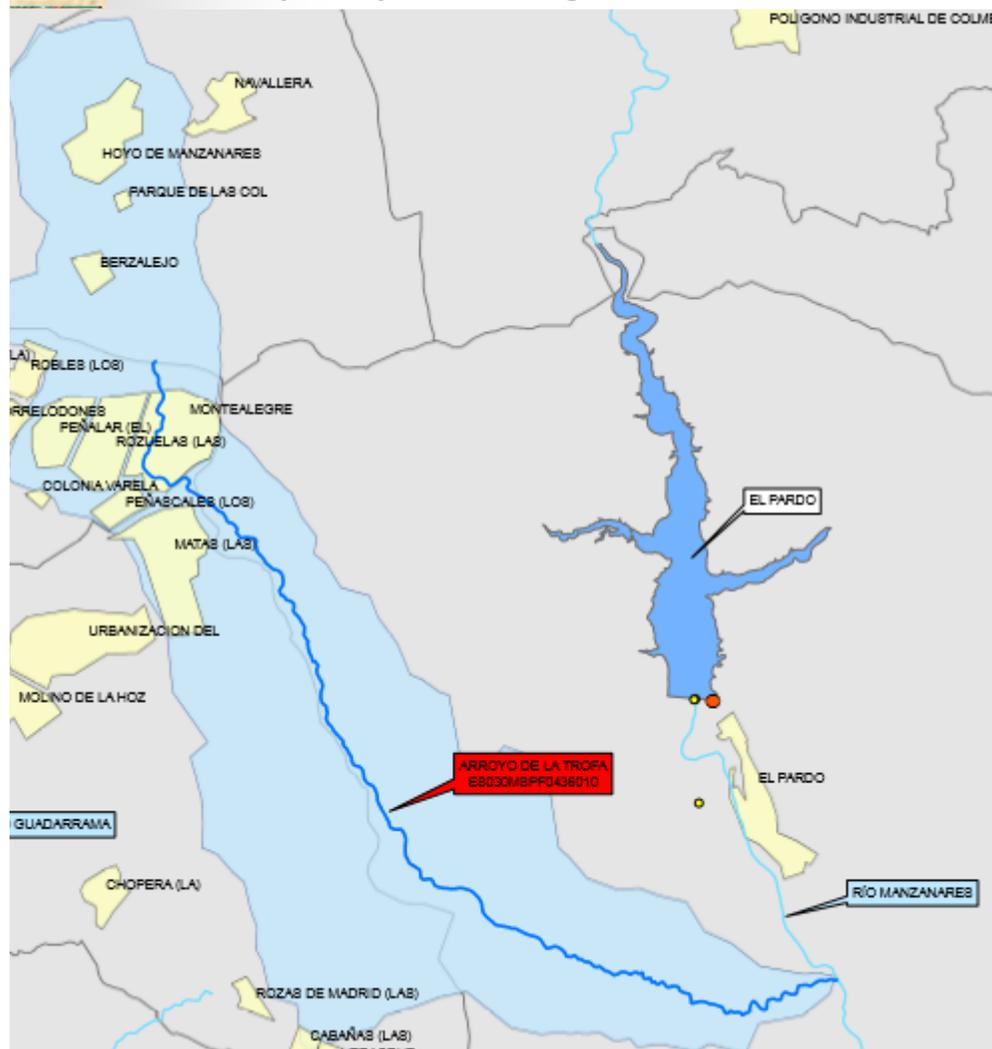
Arroyo de Trofa: alteraciones hidro-morfológicas

- Cambio de uso del suelo (urbanización)
- Disminución de la vegetación en contacto con el suelo y compactación por incremento de la carga cinegética
- Limitaciones en la regeneración de la vegetación de ribera por la presión cinegética

EFFECTOS:

- ↑ escorrentía
- ↑ caudales
- ↓ estabilidad de taludes de orilla
- incisión

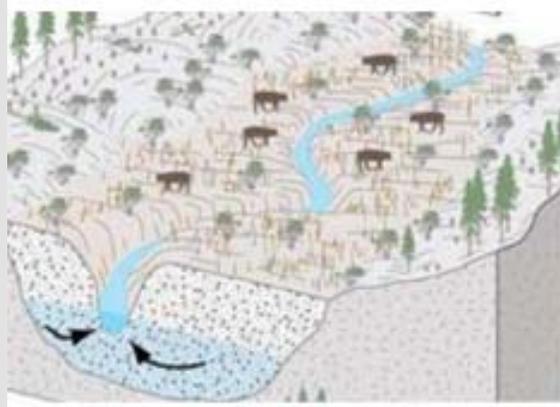
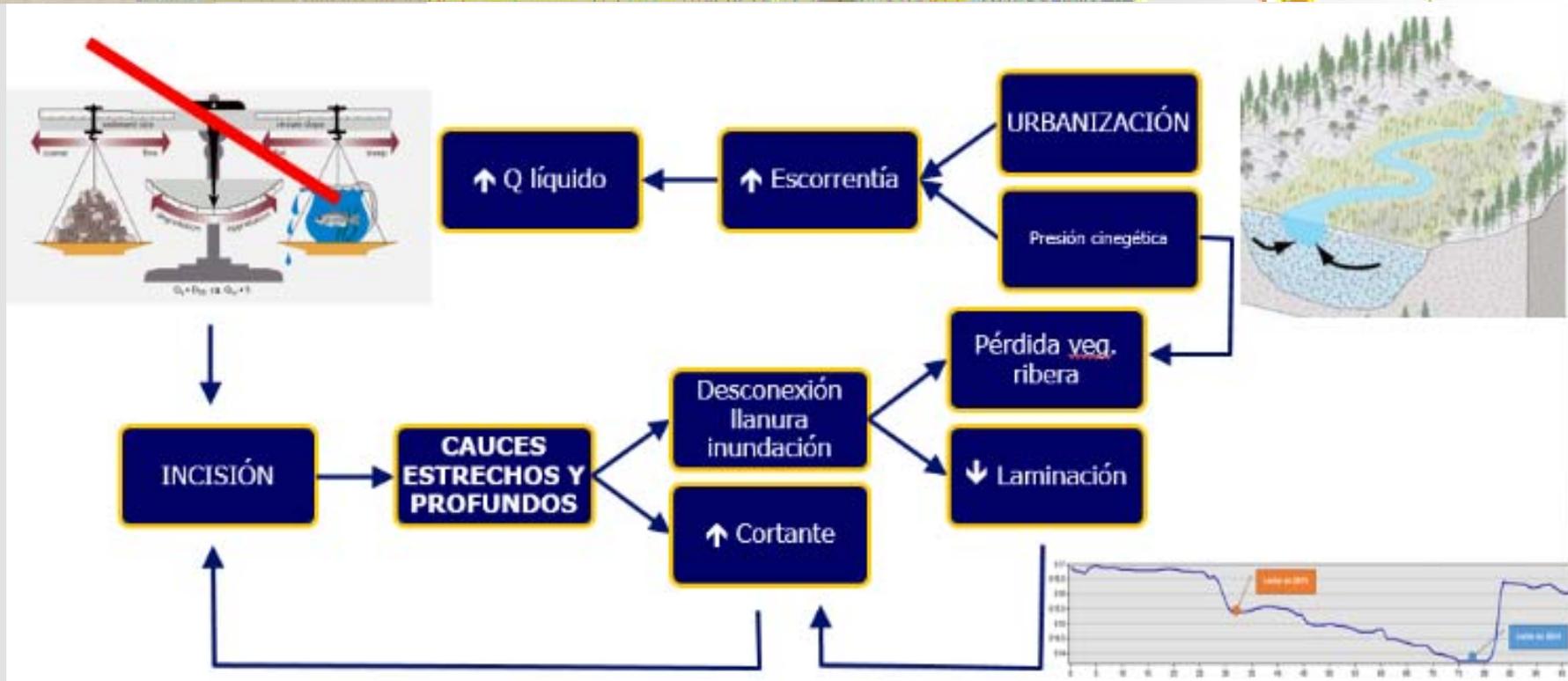
T. Periodo de retorno	Q (m ³ /seg)	
	1956	2015
10	5	21
25	16	37
50	25	51
100	38	68



Estado original y degradado de un tramo con **"Síndrome de la cuenca urbanizada"** y exceso de carga ganadera.



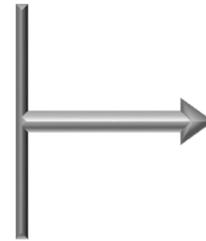
Arroyo de Trofa: alteraciones hidro-morfológicas



■ Arroyo de Trofa: el problema de la valla en la confluencia con el Manzanares

CONFLUENCIA EN MANZANARES:

- Permitir la salida de caudales líquidos, sólidos y restos vegetales.
- Impedir la salida de reses.
- Impedir la entrada de personas (seguridad Jefatura del Estado)



EFECTOS:

- Importantes limitaciones para poder cumplir los tres requisitos.
- Contribuye a generar un notable acúmulo de sedimentos.



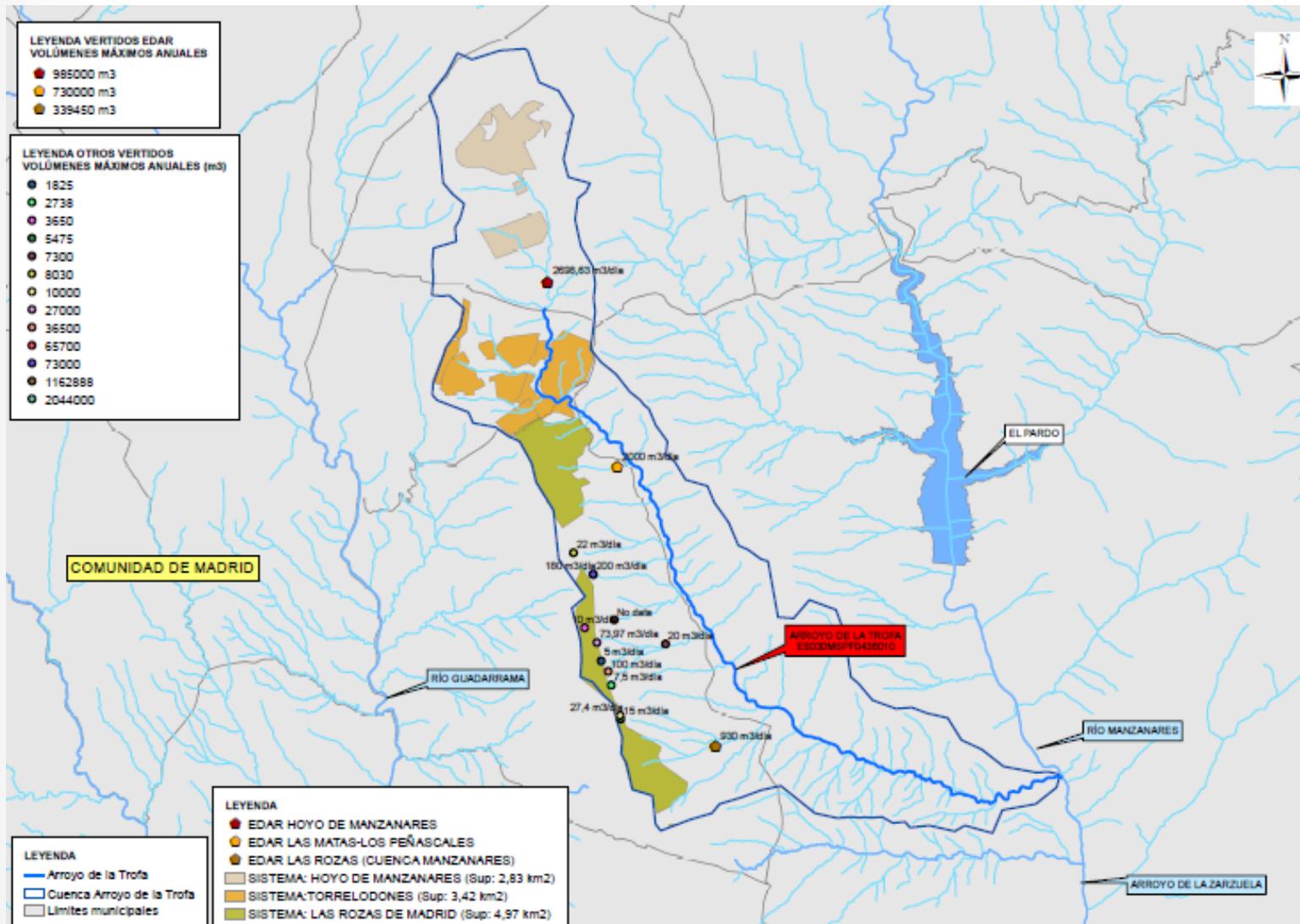
■ Arroyo de Trofa: alteraciones calidad del agua

ALTERACIONES DERIVADAS DE VERTIDOS



EFECTOS:

- ↓ calidad físico-química del agua
- ↓ calidad indicadores bentónicos



■ Síntesis de la problemática en Manzanares

Alteraciones hidrológicas



EFECTOS



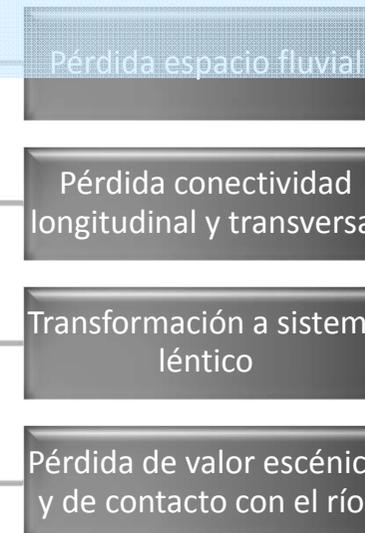
Uso público

1. Falta de optimización en la ordenación de usos, adecuación de viales y dotaciones en función de la diversidad de actividades, de usuarios y de la capacidad de carga del espacio natural.
2. Río "inaccesible" para la mayoría de los usuarios.

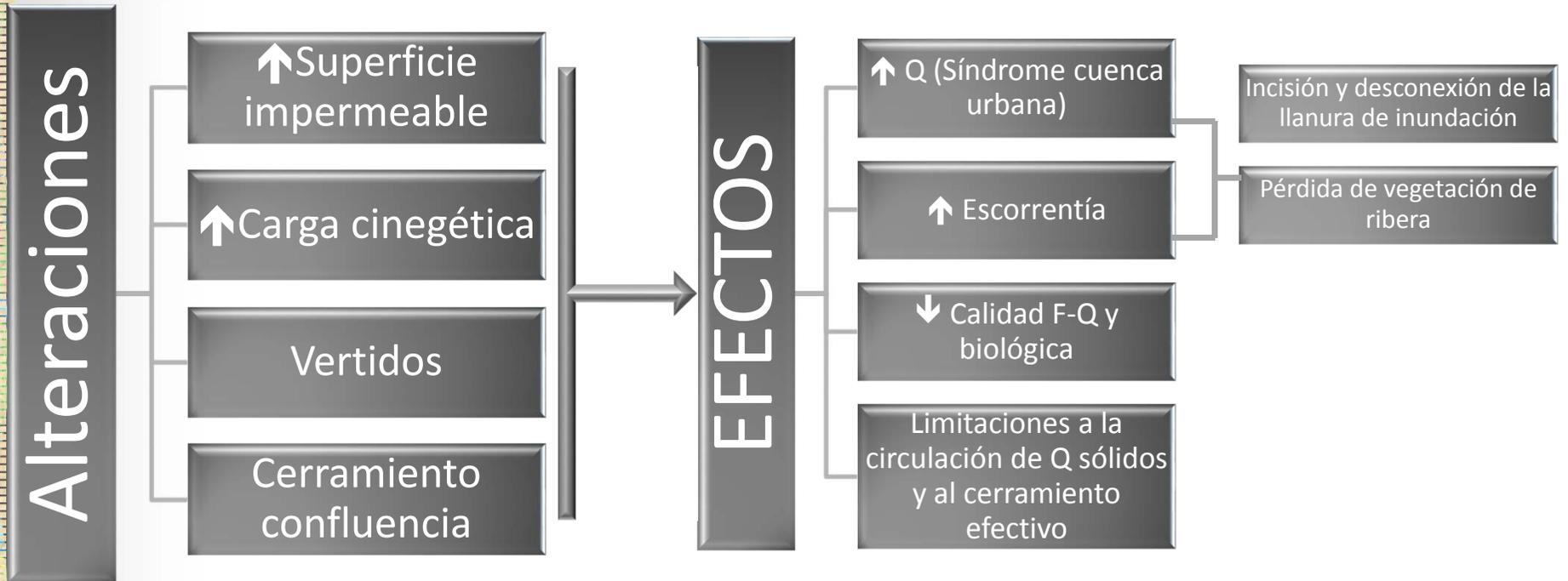
Alteraciones morfológicas



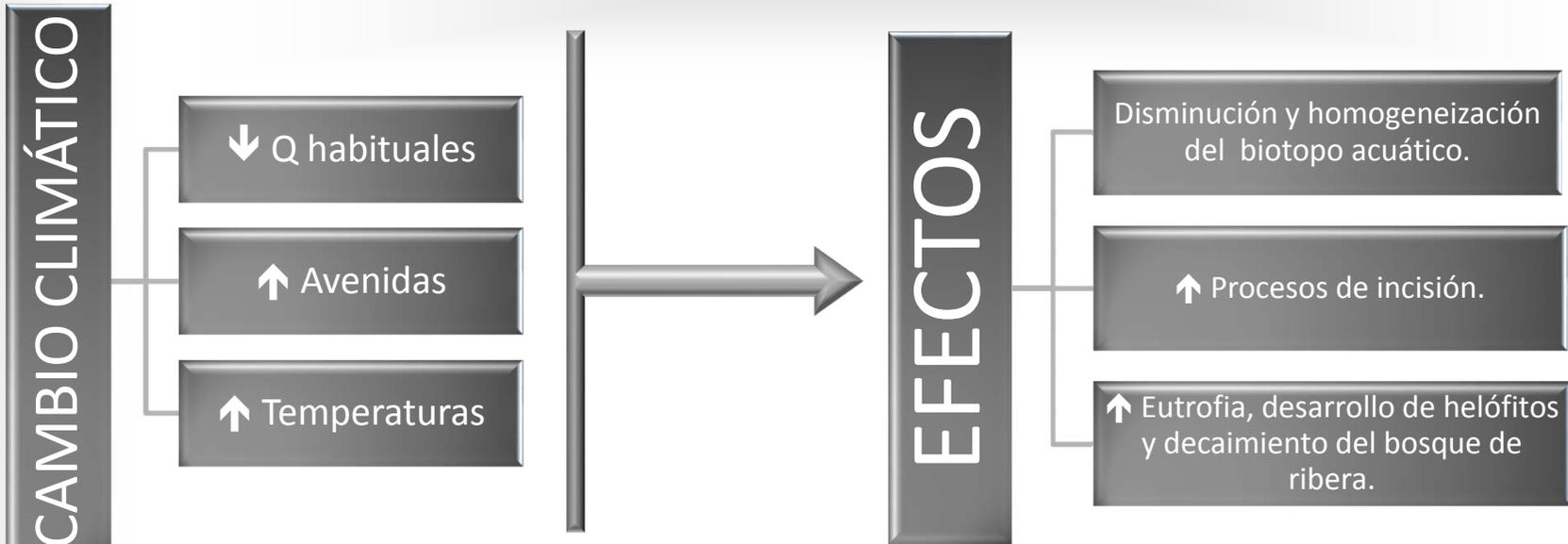
EFECTOS



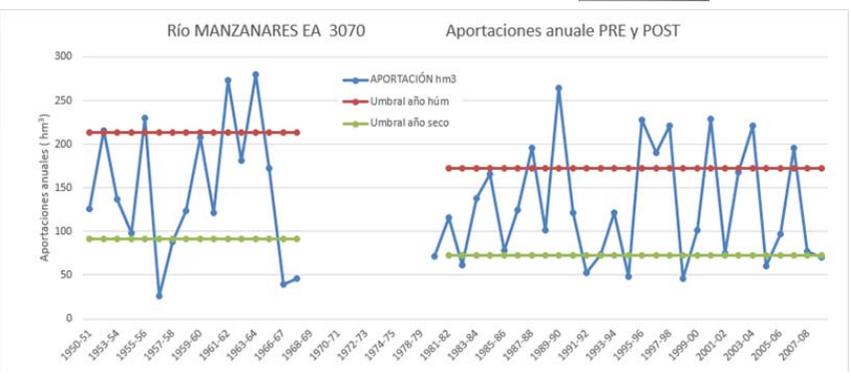
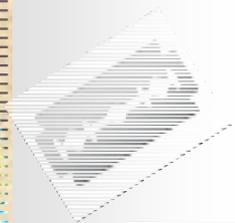
SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA EN TROFA



Y además... el cambio climático:



	PRE 80	POST 80	%Aesp POST/PRE
AP esp (hm ³ /km ²)	0.33	0.27	0.82



PA' CORTARSE LAS VENAS!

Noooo! ¡QUEDA LO MEJOR!!!

