



JORNADA “HACIA LA GESTIÓN INTEGRADA DE SEDIMENTOS DE EMBALSES”

GESTIÓN INTEGRADA DE SEDIMENTOS EN DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS

Tomás A. Sancho

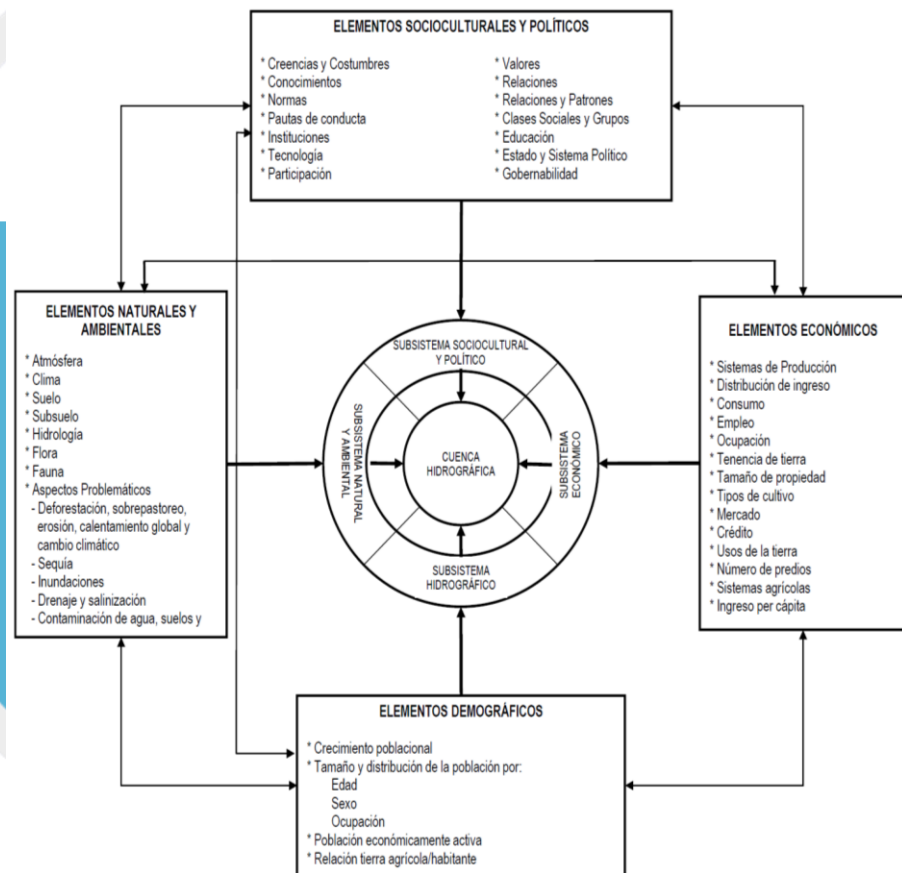
Subdirector Adjunto DPH e Infraestructuras



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



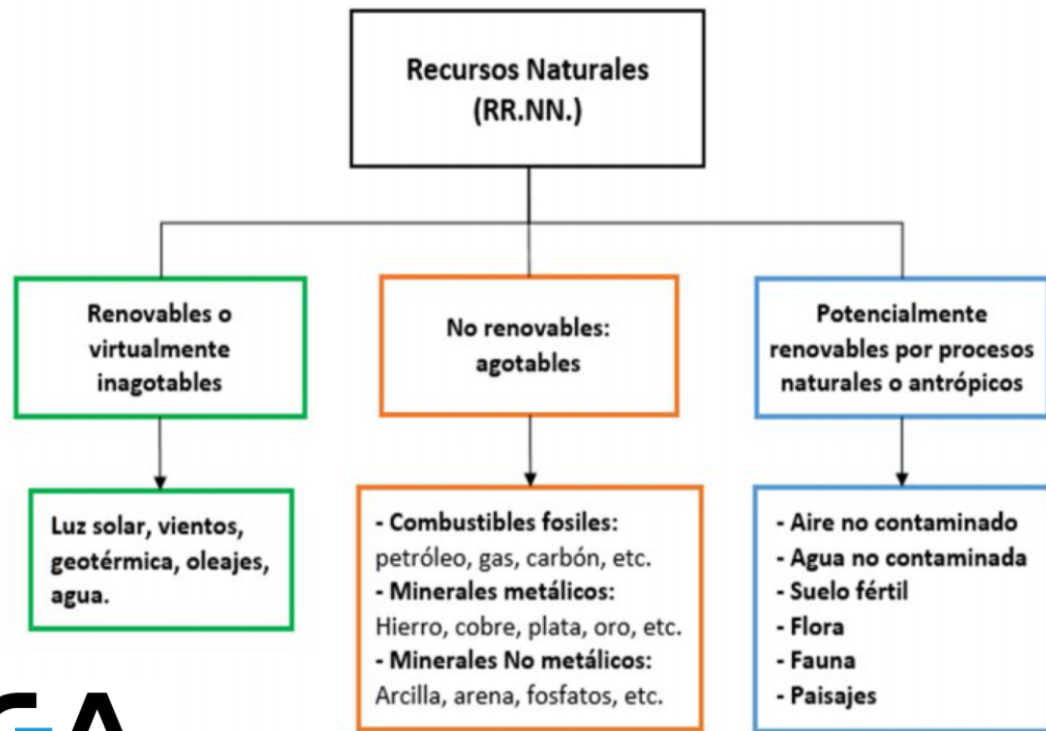
ELEMENTOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA



- Más allá de su configuración natural, la cuenca es sistema complejo, abierto donde ocurre el ciclo hidrológico y cuyos elementos naturales, sociales, ambientales, económicos, políticos e institucional son variables en el tiempo; y se encuentran en estrecha interrelación.

RECURSOS NATURALES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

- Se consideran como recursos naturales a todo componente de la naturaleza susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado.
- Los recursos naturales se pueden agrupar según esquema

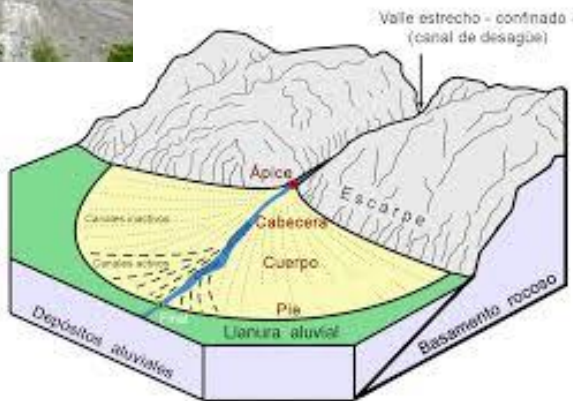


PAPEL DE LOS EMBALSES EN UNA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA



- Los embalses son un elemento antropogénico.
- Incrementan la disponibilidad de agua para los múltiples usos
- Disminuyen los daños aguas bajo por avenidas.
- Rompen la continuidad del flujo piscícola y el transporte de los sedimentos, lo cual se puede paliar con una gestión adecuada

PARTE ALTA DE LA DEMARCACIÓN



- La más proclive a la erosión (altas lluvias, topografía escarpada)
- La erosión es natural cuando se produce por los cambios naturales en el ambiente y en largos periodos geológicos, contribuyendo a la formación de los suelos y del relieve terrestre.
- Se considera como una erosión normal porque se presenta en una situación de balance natural entre la formación del suelo y la erosión en sí

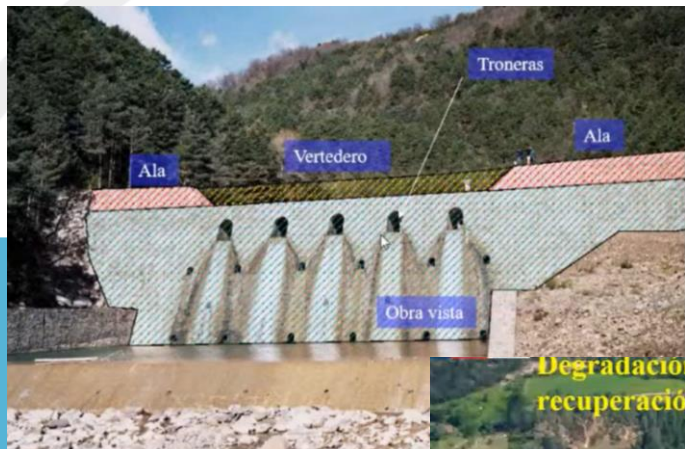
PARTE ALTA DE LA DEMARCACIÓN



- La erosión acelerada es uno de los problemas más serios que tiene que afrontarse, ya que además de ser la causa de bajos rendimientos de los cultivos, acorta la vida útil de las obras de regulación debido a la cantidad de sedimentos que acarrea el agua que se almacena; asimismo colmatando el lecho de los ríos, favoreciendo, en muchos casos, las inundaciones, los problemas de drenaje y la salinización de las tierras.
- Para mantener el equilibrio natural y luchar contra la erosión acelerada:
 - Prácticas forestales
 - Prácticas agronómicas
 - Prácticas mecánico-estructurales

- Hay modelos para los procesos erosivos:
 - Ecuación universal de pérdida de suelos (USLE)
 - Ecuación universal de pérdida de suelos revisada (RUSLE)
 - Proyecto de predicción en la erosión hídrica (WEPP)
 - Estimador de pérdida de suelo para África del Sur (SLEMSA)
 - Modelo de Morgan, Morgan y Finney (MMF)
 - Ecuación de predicción de la erosión eólica (WEPE)
 - Sistema erosión-sedimentación de la Univ. de Griffith (GUESS)
 - Modelo de erosión europeo (EUROSEM)

ORIGEN DE LA RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL



Degradación del territorio por erosión y recuperación por regeneración natural

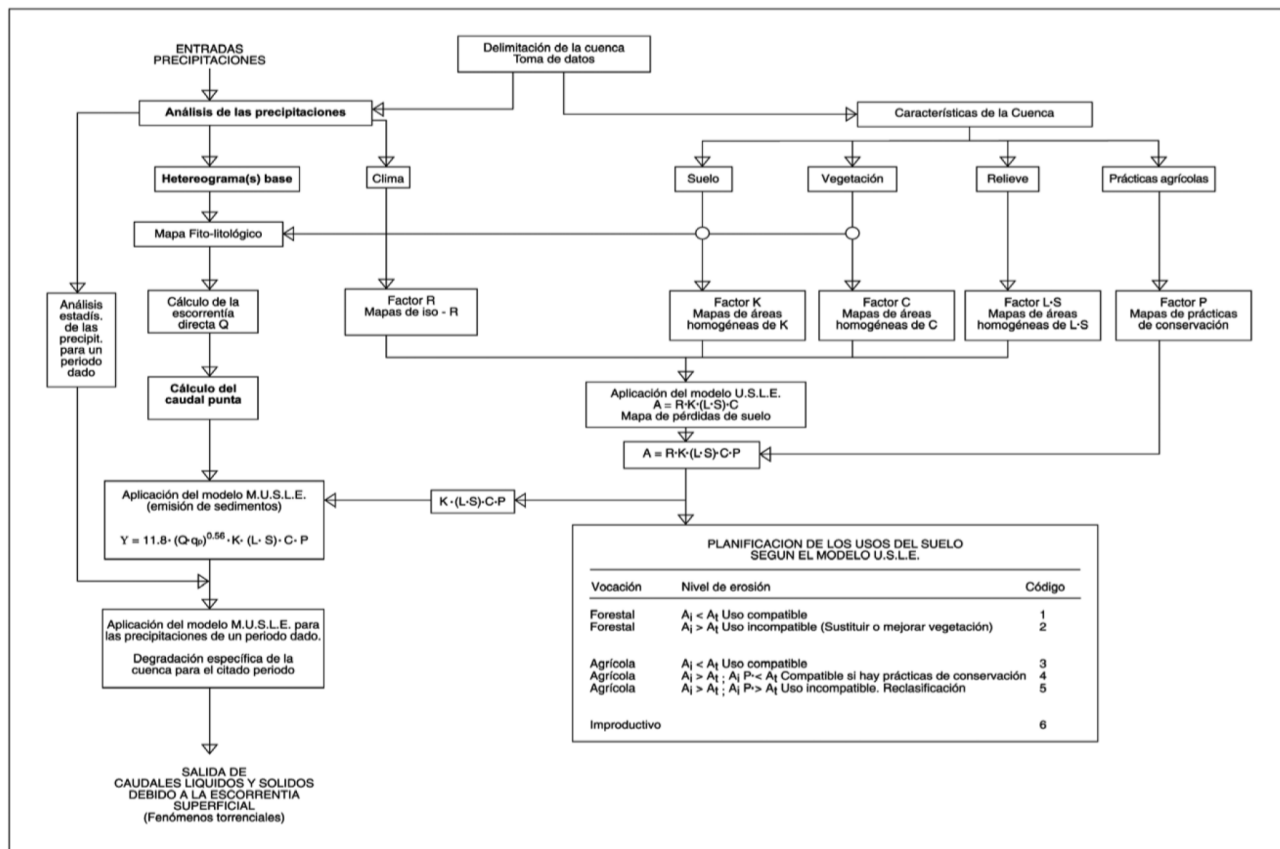


- A finales del siglo XIX la deforestación había alcanzado en España situaciones alarmantes y en algunas zonas de montaña, sobre todo en el Pirineo, las carreteras se hacían intransitables y el medio peligroso por los aludes.
- Los numerosos episodios naturales como fenómenos torrenciales y avalanchas de nieve se iban sucediendo en numerosos valles pirenaicos como los de los ríos Aragón, Gállego, Noguera Ribagorzana y Noguera Pallaresa...
- Esto suponía cortes de carreteras, rotura de puentes, daños materiales a pueblos ribereños, instalaciones hidroeléctricas, etc...
- Pero las regiones mediterráneas españolas no estaban exentas de episodios torrenciales, ligadas al fenómeno conocido como gota fría.

OBJETIVOS:

- i. El control de la erosión. La retención del suelo, tratando al mismo tiempo de aprovechar este recurso.
- ii. La regulación de las avenidas y los caudales que se generan
- iii. La provisión hídrica.

PARTE ALTA DE LA DEMARCAACIÓN



PARTE ALTA DE LA DEMARCACIÓN

LOCALIZACION			ACTUACIONES		OBJETIVO (S)	
					</	

Sistema corrector de una cuenca

Fuente: UNESCO –PHI Lac . Procesos de erosión – sedimentación en cauces y cuencas

EROSIÓN DE SUELOS (MITERD: INES 2.002-2.020)

PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN

El indicador presenta la pérdida anual de suelo por erosión "laminar y en regueros" calculado por el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) con el modelo internacional Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), expresado en t/ha referido a la superficie erosionable total de cada comunidad autónoma, calculada deduciendo de la superficie geográfica las superficies artificiales, láminas de agua y humedales.

La erosión es un problema ambiental grave que afecta al medio natural en España y Europa provocando la pérdida de fertilidad de suelos agrícolas y forestales, la aceleración de la degradación de la cubierta vegetal y la disminución de la regulación natural de las aguas.

El indicador está relacionado con el ODS 15 "Vida de Ecosistemas Terrestres".

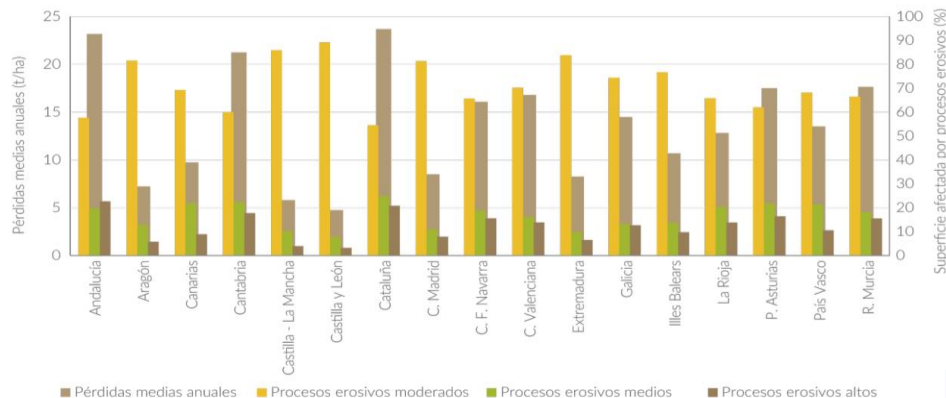
Las zonas susceptibles de sufrir desertificación son las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. La degradación de los suelos es causada principalmente por la actividad humana y los cambios climáticos. Históricamente España es una de las regiones más afectadas por la erosión.

Este indicador tiene su origen en el *Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES)*, iniciado en el año 2002, y cuyo objetivo es localizar, reflejar cartográficamente, cuantificar y analizar la evolución de los fenómenos erosivos, con el fin último de delimitar con la mayor exactitud posible las áreas prioritarias de actuación en la lucha contra la erosión, así como definir y valorar las actuaciones a llevar a cabo.

De acuerdo con los datos del INES, en 2020, y finalizadas la totalidad de las provincias, casi un 29 % de la superficie de suelo erosionable de España sufre procesos erosivos medios y altos (pérdidas de suelo superiores a 10 t/ha año).

La pérdida media anual de suelo por erosión en nuestro país es de 13,6 t/ha. Varía según las distintas comunidades autónomas, predominando las superficies sometidas a procesos medios moderados en todas ellas. Son Cataluña, Andalucía y Cantabria las que presentan mayores pérdidas (23,7 t/ha, 23,2 t/ha y 21,2 t/ha respectivamente). Por el contrario, las comunidades de Castilla y León (4,7 t/ha), Castilla-La Mancha (5,8 t/ha), Aragón (7,2 t/ha), Extremadura (8,2 t/ha), Comunidad de Madrid (8,5 t/ha) y Canarias (9,7 t/ha) son las que tienen menores pérdidas de suelo, incluidas en la categoría de pérdidas moderadas (0-10 t/ha).

Pérdidas medias anuales de suelo (t/ha) y superficie afectada por los procesos erosivos (%)



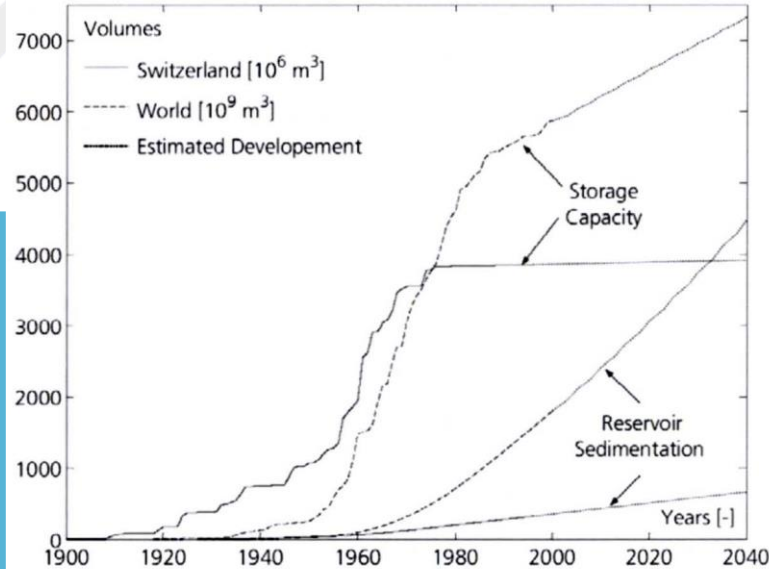
LA EROSIÓN
ES ESPAÑA ES
MODERADA -
MEDIA, EN
GENERAL
(13,6 T/HAY
AÑO))

Fuente:

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. (2021). Datos facilitados mediante petición expresa por la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación, Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación.

Fuente:

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES



Aumento de la capacidad del embalse mediante la construcción de nuevas presas y la pérdida de volumen de almacenamiento por sedimentación en todo el mundo y en Suiza, después de Oehy (2003)

- La mayor preocupación es la pérdida de funcionalidad del embalse.
- No hay datos precisos sobre las tasas de sedimentación en los embalses en el mundo; se acepta comúnmente que se pierde anualmente alrededor del 1 al 2 % de la capacidad de almacenamiento mundial (Jacobsen, 1999).
- La pérdida media mundial actual de la capacidad de almacenamiento debido a la sedimentación ya es mayor que el aumento de la capacidad mediante la construcción de nuevos embalses para riego, agua potable y energía hidroeléctrica.
- Por lo tanto, el uso sostenible de los embalses no está garantizado a largo plazo.
- En España, la tasa de sedimentación está por debajo del valor medio mundial. Pero la sedimentación amenaza también nuestros embalses.
- Los depósitos concentrados dificultan el funcionamiento seguro de las tomas y desagües de fondo

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES

- La mayor preocupación es la pérdida de funcionalidad del embalse.
- El Comité Técnico de Sedimentación de embalses de SPANCOLD, con base en los estudios efectuados por el CEDEX (por el Centro de Estudios Hidrográficos) en un centenar de embalses españoles, estimó hace unos pocos años que la pérdida "media" anual de capacidad de embalse a nivel global por ese motivo en los 1300 embalses debía encontrarse alrededor del 0,5%, es decir, cerca de 300 hm³/año,
- Así, en el año 2025 esa pérdida total alcanzaría el 12,5% del volumen total teórico máximo almacenado por ellos y un 17,5% en el año 2050.
- Y eso sin tener en cuenta los negativos efectos del cambio climático, que, probablemente, contribuirán a un agravamiento del problema: si bien las precipitaciones medias anuales disminuirán, tendrán carácter más torrencial, propiciando erosión e incrementando volumen de sedimentos atrapados en los embalses.
- Monitorización: asunto en general pendiente, ahora se quiere reactivar



*Embalse de Tarn,
río Noguera Pallaresa*



*Embalse de Cordoba,
río Genil*

Cuenca Hidrográfica	Nº de Embalses	Valor Máximo (%)	Valor Mínimo (%)	Media (%)
Norte	4	2,64	0.42	1.16
Duero	5	0.61	0.09	0.30
Tajo	14	2.07	0.00	0.55
Guadiana	7	0.46	0.01	0.30
Guadalquivir	18	4.43	0.02	0.66
Sur	8	0.89	0.13	0.35
Segura	11	1.14	0.04	0.51
Júcar	15	2.70	0.04	0.42
Ebro	20	3.68	0.00	0.72
Cataluña	6	0.94	0.06	0.32

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES

CEDEX- Pérdida media anual de volumen de embalse

Valor medio = 0,5% (0,9% a nivel mundial – 2,3 % China) → 300 Hm³ anuales

Coste de reposición: 0,2 a 0,5 \$/m³ si V < 10 Hm³ - 1 \$/m³ si V < 0,1 Hm³ → 160 M€/año

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES

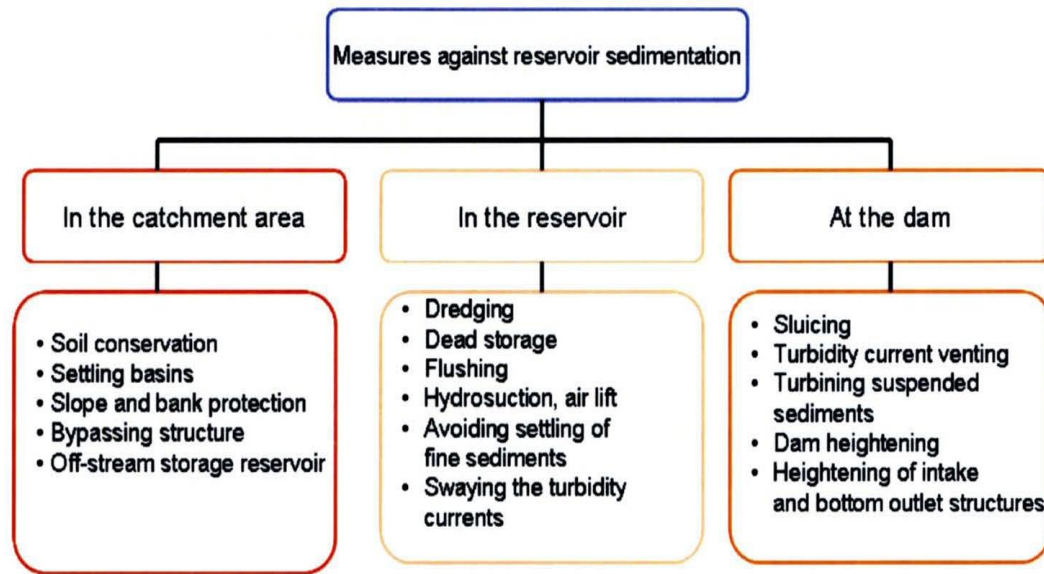
	Camarasa	Terradets	Talarn	Mequinenza	Ribarroja
Año de inicio de la actividad ⁽¹⁾	1920	1935	1916	1966	1969
Año de la batimetría	2000	2000	2000	2008	2007
Años transcurridos	80	65	84	43	38
Cota máxima del embalse ^(1,2)	336,2 m	372,1 m	501,0 m	124 m	76 m
Capacidad inicial ^(1,2)	163,4 hm ³	33,2 hm ³	226,7 hm ³	1534 hm ³	210 hm ³
Capacidad batimetría	137,0 hm ³	12,7 hm ³	183,5 hm ³	1401 hm ³	196,9 hm ³
Sedimento total acumulado	26,4 hm ³	20,5 hm ³	43,2 hm ³	133 hm ³	13,1 hm ³
Aterramiento anual	0,2 %	0,95 %	0,22 %	0,2 %	0,16 %
Aterramiento global	16,2 %	61,7 %	19 %	8,6 %	6,2 %

Datos cronológicos, de cota máxima, de capacidad, de sedimento total acumulado y de porcentajes de aterramiento de los embalses del tramo final de río Noguera Pallaresa (Lleida). (1) Datos obtenidos de la Confederación Hidrográfica del Ebro; (2) Algunos valores pueden variar según las fuentes consultadas.

3,5 hm³/año

1,2 hm³/año

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES



Inventario de posibles medidas para la gestión de sedimentos (Schleiss y Oehy, 2002)

- La gestión de sedimentos no se limita al embalse en sí, sino que comienza en las cuencas aportantes y se extiende hasta el río aguas abajo.
- Cada situación debe analizarse por sí misma para determinar la mejor combinación de soluciones a aplicar. Las posibles medidas se resumen en la figura.
- Una estrategia sostenible de sedimentos también debería incluir los tramos aguas abajo; por lo tanto, los datos de monitoreo también deben incluir los impactos aguas abajo, así como los procesos de sedimentación en el embalse (Morris y Fan 1997).

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES

- Monitorizar periódicamente la sedimentación proporcionará la siguiente información:
 - ✓ Volumen de sedimentación y distribución espacial dentro del vaso de almacenamiento de agua y a lo largo de los canales primarios aguas arriba del río
 - ✓ Área actuales de superficie de embalse y capacidades de almacenamiento para todo el rango de alturas de agua en función de los volúmenes de sedimentos
 - ✓ Estimaciones de cuándo la sedimentación futura, en ausencia de gestión de sedimentos, afectaría las instalaciones de presas y embalses (esto requiere al menos dos tomas de datos con métodos consistentes)
 - ✓ Una base para determinar las necesidades y priorizar las acciones de gestión de la sedimentación en los embalses



— BUREAU OF —
RECLAMATION

Guidelines for Developing Reservoir Sedimentation Monitoring Plans



U.S. Department of the Interior

September 2021

VISIÓN DESDE LOS EMBALSES

- Esta guía del USBR cubre los siguientes temas:
 - Por qué la sedimentación en el embalse es un problema y por qué su monitorización es crítica para la continuidad de su operación (*Sección 1. Monitoreo de sedimentación*)
 - Cómo pensar y desarrollar un plan de monitoreo de sedimentos integral y efectivo (*Sección 2. Planificación de la inspección del embalse*)
 - Cómo implementar un estudio del embalse (*Sección 3. Implementación del estudio de embalse, Sección 4. Muestreo de sedimentos del embalse*)
 - Cuándo y cómo recomendar la monitorización de la carga de sedimentos (*Sección 5. Monitoreo de carga de sedimentos*)
 - Cómo informar y administrar datos (*Sección 6. Gestión de datos*) y mantener un plan de vigilancia de sedimentos (*Sección 7. Actualizaciones del plan de supervisión*)



— BUREAU OF —
RECLAMATION

Guidelines for Developing Reservoir Sedimentation Monitoring Plans



U.S. Department of the Interior

September 2021

UNA VISIÓN MÁS COMPLETA

- Al atrapar los sedimentos en los embalses, las presas interrumpen la continuidad del transporte de sedimentos a través de los ríos, lo que resulta en la pérdida del almacenamiento del embalse y la reducción de la vida útil, y priva a los tramos aguas abajo de los sedimentos esenciales para la forma del cauce y los hábitats acuáticos.
- *Resumiendo la experiencia colectiva de los cinco continentes en la gestión de sedimentos de embalses (G. Mathias Kondolf, Yongxuan Gao et alii, 2014: Existen técnicas probadas para pasar sedimentos a través o alrededor de los embalses, para preservar la capacidad del embalse y reducir los impactos aguas abajo, pero no se aplican en muchas situaciones en las que serían eficaces. (Se explicarán en otras ponencias)*

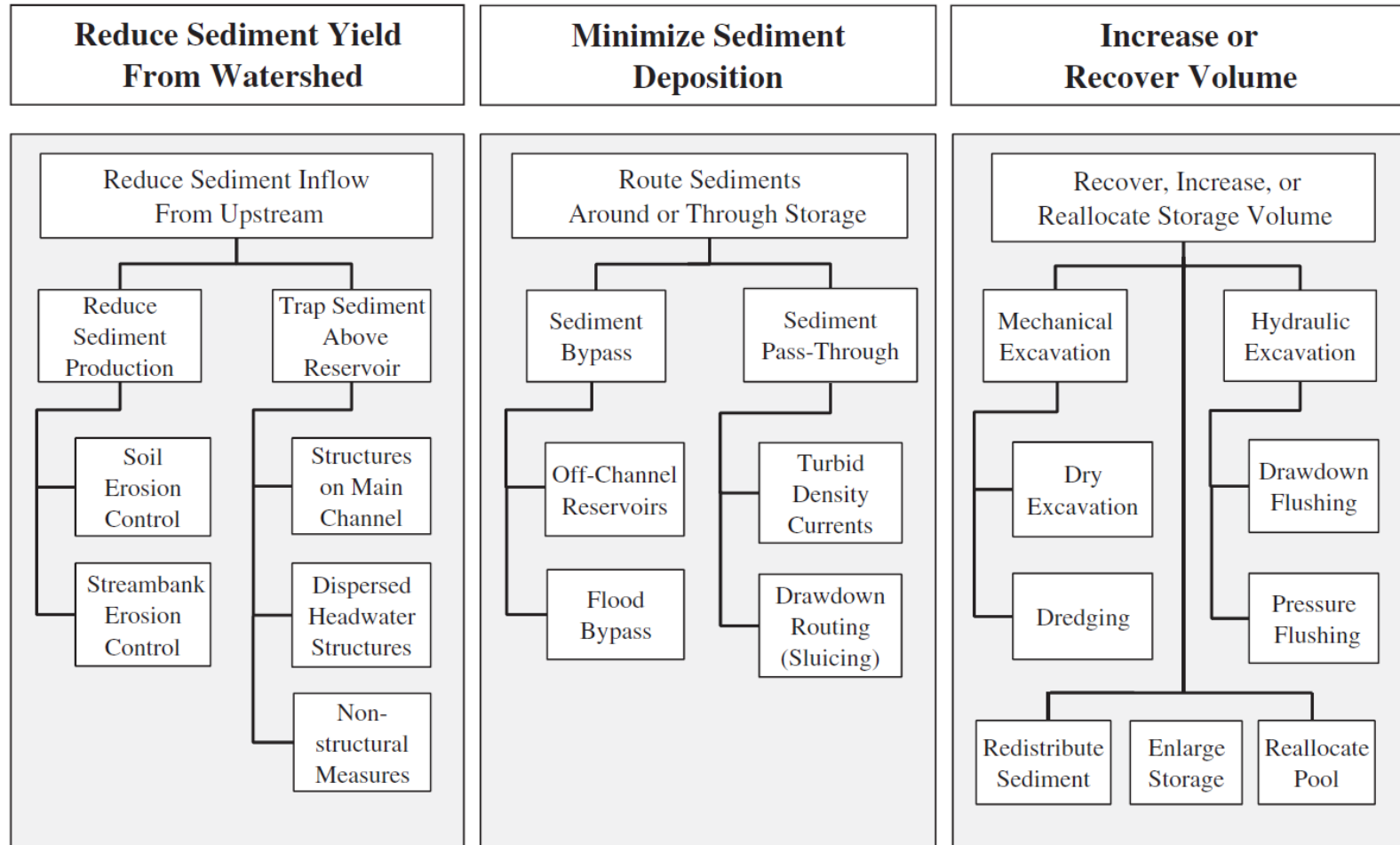


Figure 1. Classification of strategies for sediment management from the perspective of sustaining reservoir capacity.

UNA VISIÓN MÁS COMPLETA

- “Guardar el agua clara y soltar el fango”:
- *Morris y Fan* [1998] and *Kantoush y Sumi* [2010] Ambos distinguen entre tres grandes categorías:
 - (1) métodos para encaminar los sedimentos a través o alrededor del embalse,
 - (2) Métodos para eliminar los sedimentos acumulados en el embalse para recuperar la capacidad, y
 - (3) Enfoques para minimizar la cantidad de sedimentos que llegan a los embalses desde aguas arriba

UNA VISIÓN MÁS COMPLETA

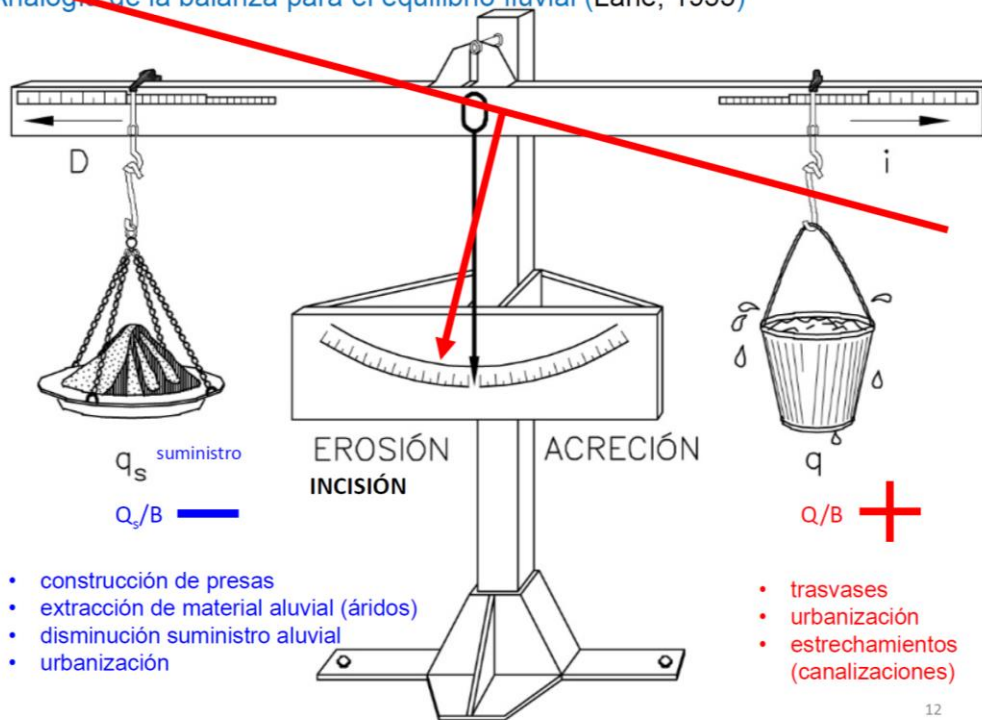
- Es útil distinguir entre sedimentos gruesos (*coarse*) y finos (*fine sediments*), tanto en su papel en los sistemas fluviales como en su susceptibilidad a ser atrapados por embalses
- Los sedimentos gruesos (grava y arena) son los que forman la "arquitectura" de la mayoría de los lechos de los ríos, como el material que constituye el lecho del cauce, las barras y, a menudo, los bancos.
- Además, muchas características geomórficas que sirven como hábitats importantes, como los *riffles*, están compuestas de sedimentos gruesos (gravas, adoquines).
- Aguas abajo de las presas, la reducción del suministro de sedimentos gruesos da lugar a la incisión del cauce y descalces de puentes y otras infraestructuras, y la degradación de la calidad del hábitat acuático, incluida la pérdida de gravas necesarias para el desove del salmón [Kondolf, 1995].

UNA VISIÓN MÁS COMPLETA

- El sedimento de grano fino (limo y arcilla) es importante para la estructura de algunas formas fluviales, como las llanuras aluviales acrecentadas verticalmente y las llanuras de lodo estuarino, pero también desempeña funciones importantes distintas de los sedimentos gruesos, como una fuente de turbidez, y su papel en el transporte de nutrientes y contaminantes adsorbidos en partículas de arcilla.
- El aumento antrópico de las cargas de sedimentos finos (por ejemplo, de la remoción de la tierra) puede causar problemas de mayor turbidez en la columna de agua y sedimentación en los cauces de los ríos, estuarios y puertos [Owens et al., 2005], y la deposición de sedimentos de grano fino en las gravas del lecho de los arroyos puede afectar el hábitat de desove del salmón [Kondolf, 2000] y los hábitats acuáticos en general [Wood y Armitage, 1997].
- La pérdida de la carga natural de sedimentos de grano fino de un río puede tener una serie de impactos negativos, ya que las especies nativas de un río están, por definición, adaptadas a las condiciones naturales.

UNA VISIÓN MÁS COMPLETA

Analogía de la balanza para el equilibrio fluvial (Lane, 1955)



- construcción de presas
- extracción de material aluvial (áridos)
- disminución suministro aluvial
- urbanización

- trasvases
- urbanización
- estrechamientos (canalizaciones)

río Gállego en Zaragoza, incisión en 1970-2000, extracción de gravas



río Tordera, incisión en 1970-2000, extracción de gravas + cambios usos del suelo cuenca



El río Ródano en Francia

Segunda fase de manejo (1930s-2000)

El Ródano ha sido corto-circuitado!!

presa

canal de derivación

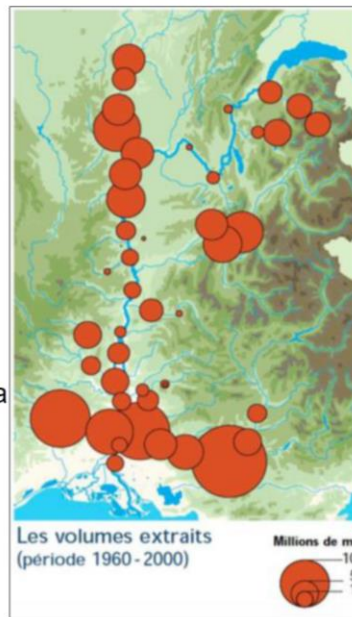
Rhône corto- circuitado (RCC)

Equipo de
producción
hidroeléctrica

Rhône –
Total
(RT)

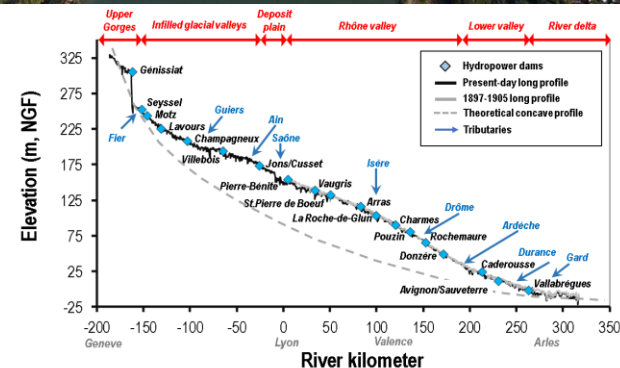
1948-1986:

Construction de 19
canales de derivación y
presas hidroeléctricas



Extracciones sedimentarias masivas

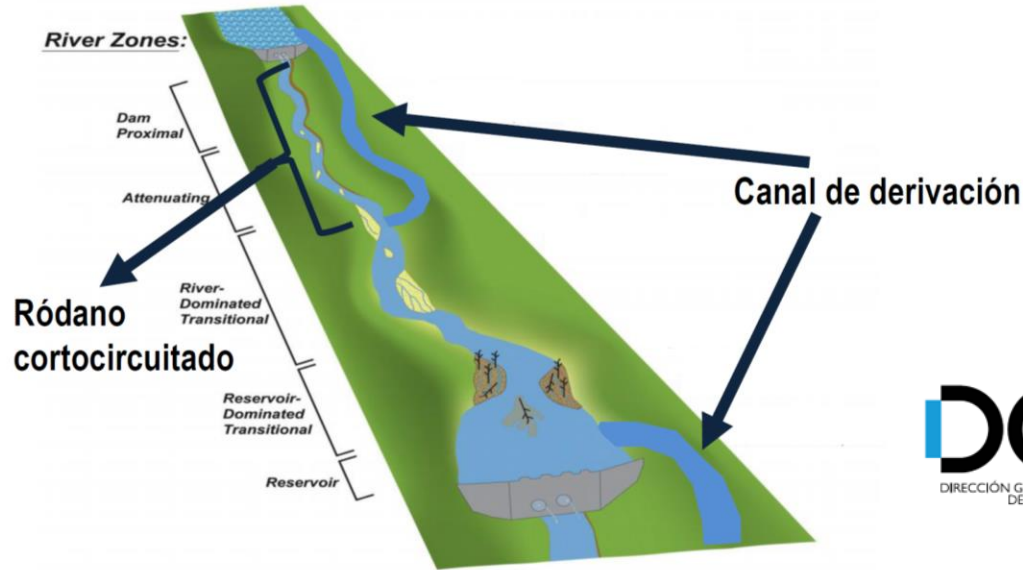
Source : Étude Globale du Rhône (EGR, 2003)



OBSERVATORIO DE SEDIMENTOS DEL RÓDANO

- Los resultados del modelo hidro sedimentario I D aportan una primera estimación de como la hidráulica, la incisión del lecho y los déficits de sedimento han afectado las capacidades de transporte de sedimento a lo largo del Ródano

- ☐ Carga de fondo 15 -25 más fuerte "pre embalses"
- ☐ Carga de fondo 10 veces mayor "pre encauzamiento"

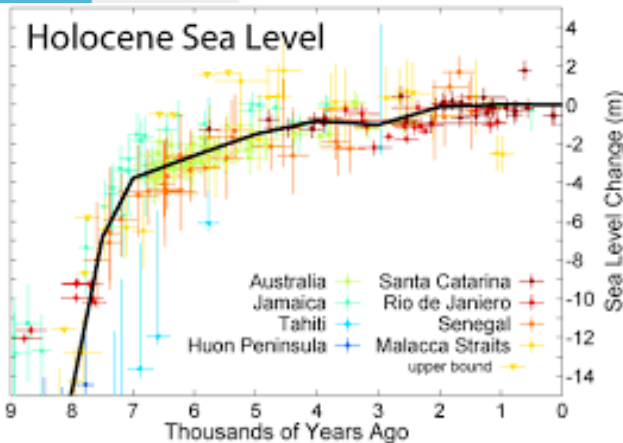
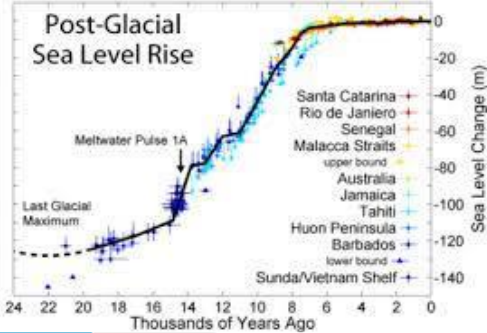


Tres acciones principales de restauración/rehabilitación en el Ródano:

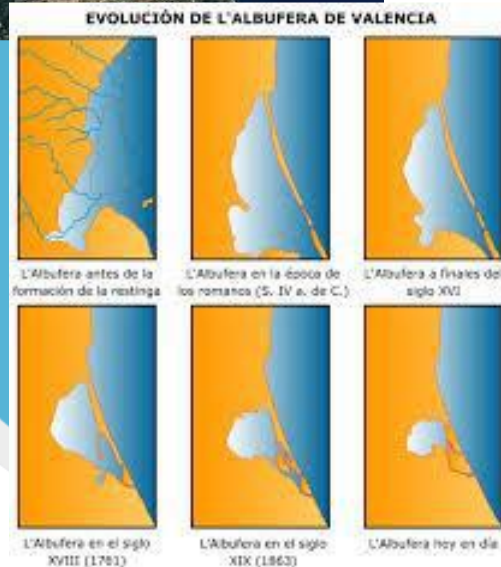
- 1) Modificación de los caudales mínimos en los canales de derivación
- 2) Operaciones de recarga sedimentaria
- 3) Recuperación de espacio de libertad y regeneración de brazos secundarios

VISION DESDE LA COSTA

- Evolución histórica a partir de la máxima transgresión holocena (flandriense). Geoquímica, paleobiología, geoarqueología , geomorfología:
- La costa que vemos en los tramos de playa es una costa no más antigua que el tiempo en el que el ascenso del nivel del mar comenzó a volverse asintótico, después de la última glaciación.
- El cierre por el lado mar de marjales y marismas, y otras formaciones litorales como los tómbolos y deltas no son más antiguos que ese momento; y siguen cambiando.
- La confluencia de distintas disciplinas está permitiendo conocer que las fachadas de las zonas húmedas han estado sometidas a cambios drásticos en un orden temporal no mayor que el de unos pocos miles de años, es decir, en periodos mucho menores que la escala del tiempo geológico con la que se tendía a asociar los cambios con relevancia geográfica



VISIÓN DESDE LA COSTA



- Zonas húmedas y aporte sedimentario de los ríos:
- Podría pensarse que los mecanismos que modifican la línea de costa a largo plazo , lo hacen en periodos de tiempo tan dilatados que no tienen relevancia práctica para el gestor del litoral. Pero eso no es así en tramos extensos y sumamente significativos.
- Prácticamente todos los tramos de costa que identificamos como playas están gobernados por procesos en los que los ríos tienen un papel importante.
- Eso es especialmente así en espacios que tienen un valor estratégico ambiental inmenso: los deltas, marjales, marismas, y en general, todas las zonas húmedas del litoral
- Existe una escala temporal relevante que no es la de la decena de años ni la del millón de años: la escala de los cientos de años
- En el óvalo valenciano encontramos muy buenos ejemplos de estos procesos, (la Albufera, desde el I. Romano a hoy)

VISIÓN DESDE LA COSTA

El deterioro de la costa

Balance sedimentario alterado



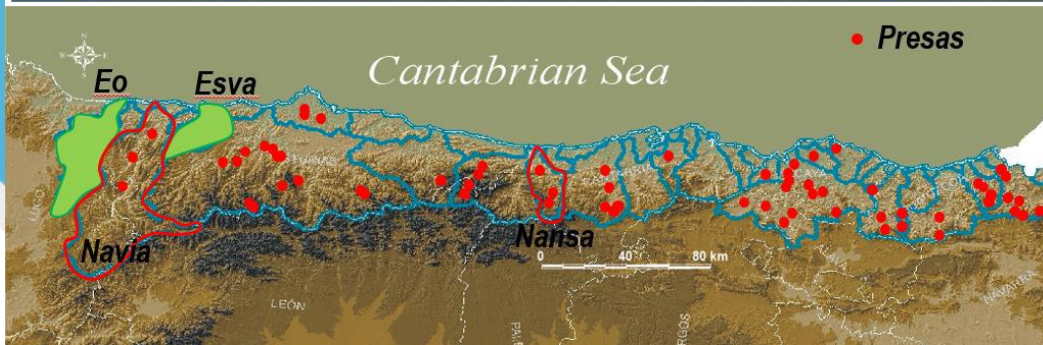
- No toda la dinámica del sedimento en la costa está asociada a la interacción con los aportes fluviales
- Los aportes fluviales están condicionados no solo por las presas: cambios de usos del suelo, ocupación zonas inundables, extracción de áridos, protección de orillas...
- Globalmente se registra una reducción en los volúmenes de sedimento que transitan por los sistemas fluviales

EL CICLO DEL SEDIMENTO ARENOSO EN LA COSTA CANTABRICA

Aportes

Pérdidas

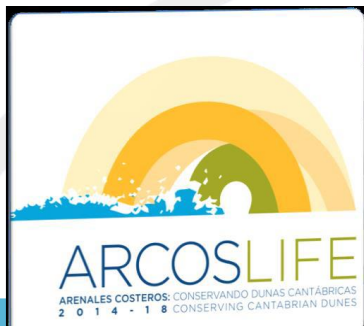
Sedimento continental en crecidas	Corriente de deriva
Bioclastos litorales	Erosión
Corriente de deriva	Disolución
Erosión de acantilados	Actividad eólica
Bancos fósiles submarinos	Dragados
Recarga artificial	Extracciones



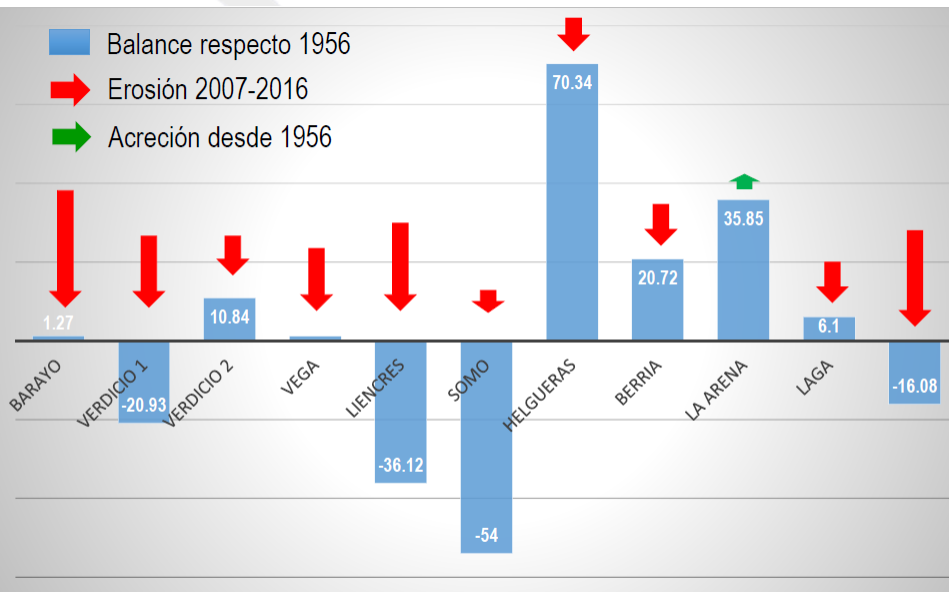
...DESDE LA COSTA

- No toda la dinámica del sedimento en la costa está asociada a la interacción con los aportes fluviales
- Los aportes fluviales están condicionados no solo por las presas: cambios de usos del suelo, ocupación zonas inundables, extracción de áridos, protección de orillas...
- Globalmente se registra una reducción en los volúmenes de sedimento que transitan por los sistemas fluviales

...DESDE LA COSTA



Indurot
Universidad de Oviedo



ASTURIAS

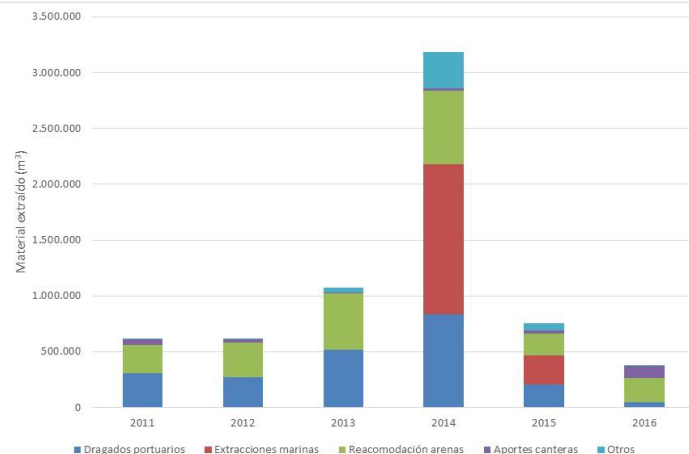
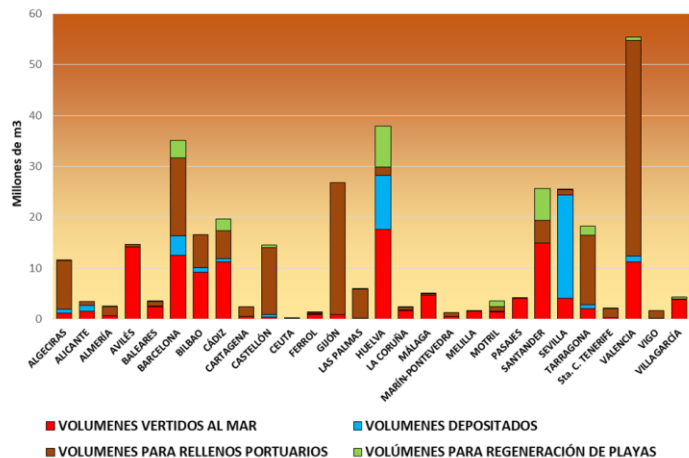
CANTABRIA

PAÍS VASCO

CAMBIOS RECIENTES Y TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN LA DINAMICA DE LOS SISTEMAS ARENOSOS LITORALES DEL CANTÁBRICO (1956-2014)

VISIÓN DESDE LA COSTA

VOLUMENES SEGÚN EL OBJETIVO DEL DRAGADO.
POR AUTORIDAD PORTUARIA. 1975-2018



- Hay otras fuentes de sedimentos: entre 1975 y 2018 se han utilizado, procedentes de dragados de Puertos del Estado 25.131.914 m³ para regeneración de playas (datos del inventario CEDEX)
- Y otros 123.491.776 m³ fueron vertidos al mar en el mismo periodo. Sumado a lo anterior, suponen 3,4 mil m³/año (aprox. = retención Meq-Ribarroja)
- Los dragados de Puertos autonómicos pueden contribuir a mejorar el balance sedimentario de las costas levantinas y baleares
- Se estima que, antes de la construcción de embalses en el Ebro, llegaban anualmente a desembocadura del orden de 10 millones de m³

Procedencia de los materiales aportados a playas en el periodo 2011-2016

VISIÓN DESDE LA COSTA



VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

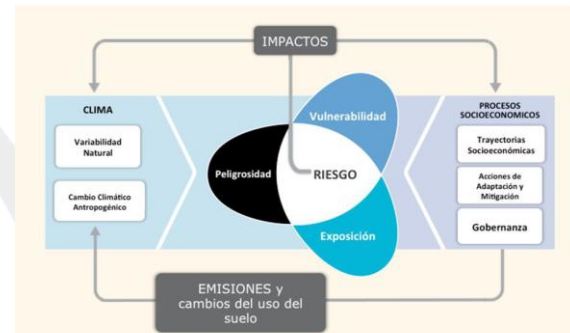
NECESIDADES DE ARENA

RIOS

- Artículo 57 del Reglamento de Costas. Limitaciones sobre los áridos
 1. En los **tramos finales de los cauces** deberá mantenerse la **aportación de áridos a sus desembocaduras**. Para autorizar su extracción, hasta la distancia que en cada caso se determine, se necesitará el informe favorable de la Administración General del Estado, en cuanto a su incidencia en el dominio público marítimo-terrestre (artículo 29.1 de la Ley 22/1988, de 28 de julio).
 2. El **Organismo de Cuenca o la Administración Hidráulica** competente, previamente a la resolución de un expediente de extracción de áridos en cauce público, o a la ejecución de un proyecto de acondicionamiento de cauces, **solicitará informe del correspondiente Servicio Periférico de Costas, cuando la distancia**, medida a lo largo del cauce, entre los puntos de extracción y desembocadura en el mar sea **inferior a la que se haya fijado para cada cauce por acuerdo entre ambos organismos**. De la resolución recaída se dará traslado a dicho servicio.
 3. Los informes del Servicio Periférico de Costas previstos en el apartado anterior, deberán emitirse en función de las necesidades de aportación de áridos a las playas.
- Artículo 58. Limitaciones sobre los yacimientos de áridos
 1. Los **yacimientos de áridos**, emplazados en la zona de influencia, quedarán sujetos al **derecho de tanteo y retracto** en las operaciones de venta, cesión o cualquier otra forma de transmisión onerosa inter vivos, a favor del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, para su aportación a las playas. Con esta misma finalidad, dichos yacimientos se declaran de utilidad pública a los efectos de su expropiación total o parcial en su caso por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y de la ocupación temporal de los terrenos necesarios (artículo 29.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio).

CANTERAS

- Árido machacado. Grano no redondeado. Útil para el funcionamiento de la playa como elemento de protección pero incómodo para su uso.



VISIÓN DESDE LA COSTA

AGUAS DE TRANSICIÓN



BAHÍAS

DELTAS

LAGUNAS COSTERAS

RÍAS

ESTUARIOS

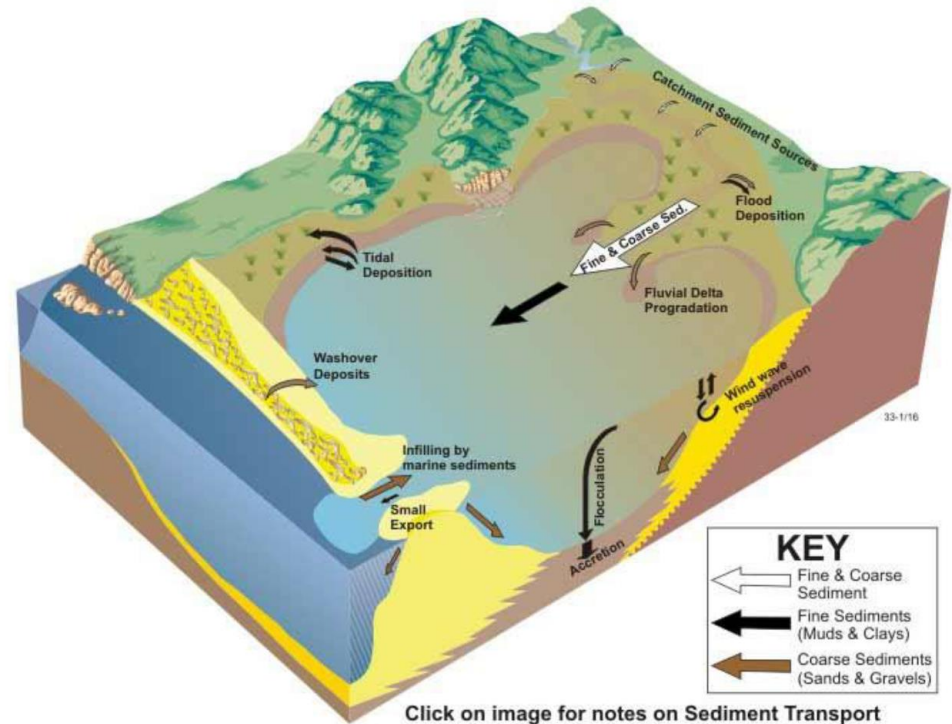
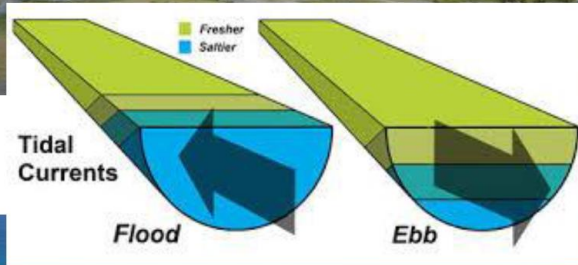
- Espacios singulares y de gran interés se ven influenciados por el transporte de sedimentos fluvial
- Nos centraremos en estuarios y en deltas
- Pero no olvidemos la incidencia en otros espacios, como el Mar Menor (contaminación, ¿riesgo de colmatación?)

ESTUARIOS



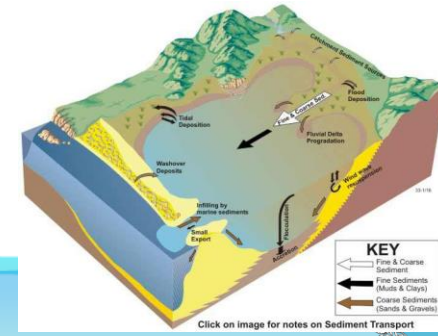
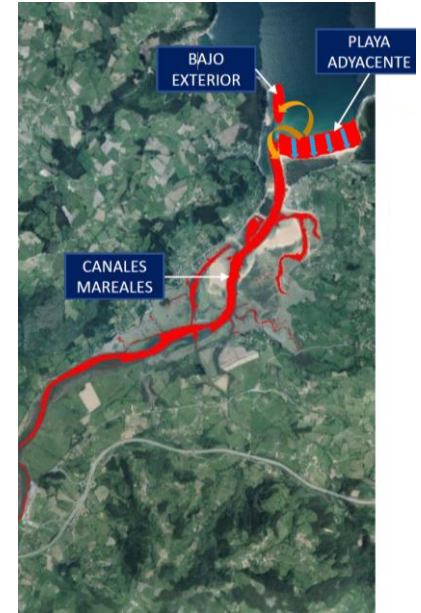
- Generan las mayores playas del Norte de España y Andalucía Atlántica
- Enormes depósitos de sedimentos
- Albergan múltiples usos humanos
- La cota y extensión de las marismas es la necesaria para mantener un equilibrio sedimentario sin tendencia de llenante o vaciante

Régimen sedimentario Marea - Estuario



ESTUARIOS

- El régimen sedimentario está gobernado por la dinámica mareal y la dinámica sedimentaria de las desembocaduras es muy intensa
- Las alteraciones humanas (rellenos, dragados, presas) alteran el equilibrio sedimentario de los estuarios y pueden dar lugar a erosiones muy relevantes en las playas colindantes
- El ascenso de nivel del mar hace que los estuarios se conviertan en un sumidero de sedimento
- En ausencia de aportes fluviales, este déficit de sedimentos del estuario será compensado con erosiones en las playas colindantes



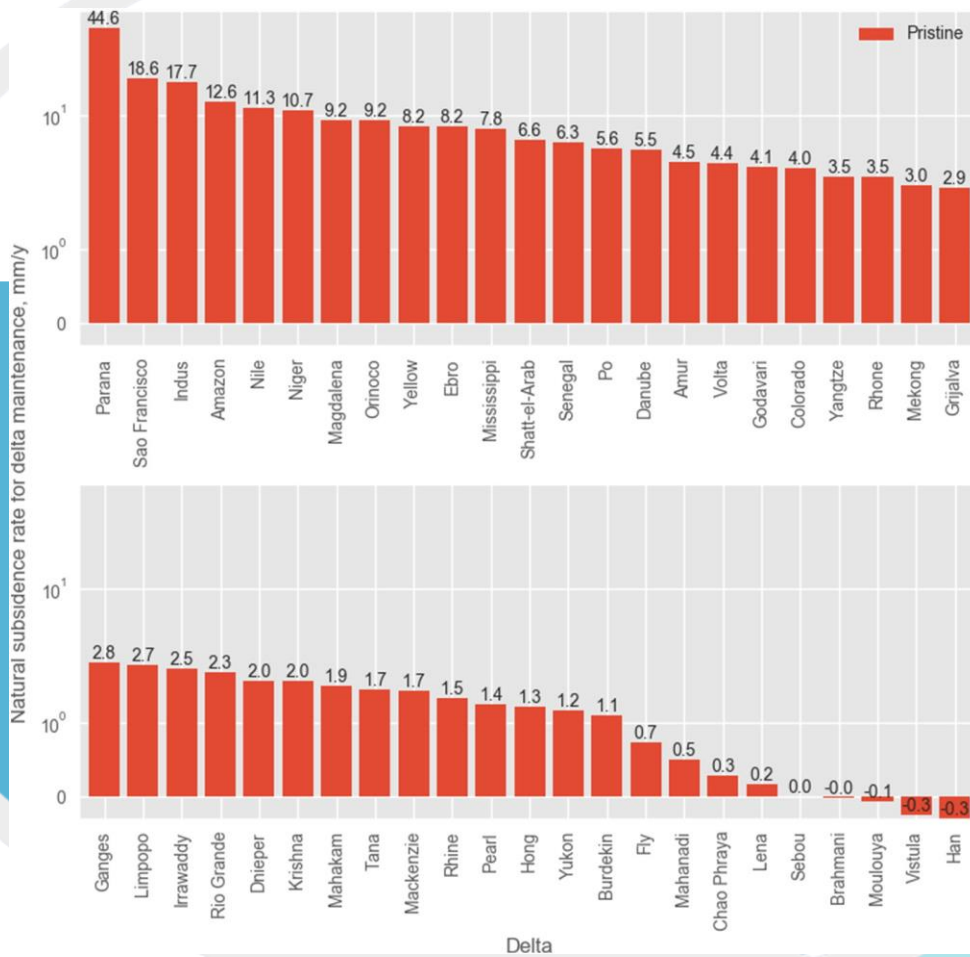
DELTA

- Los deltas modernos dependen de los flujos de agua dulce y sedimentos, hoy día antropizados. Los cambios en estos flujos afectan el funcionamiento biogeofísico del delta y afectan la sostenibilidad a largo plazo de estos paisajes para los sistemas humanos y naturales..
- Los resultados de un moderno modelo en 46 deltas del mundo muestran que los flujos de sedimentos contemporáneos, los impulsores antropogénicos del hundimiento de la tierra y el aumento del nivel del mar dan como resultado tasas de aumento del nivel del mar relativas del delta que promedian 6.8 mm / año: 1 mm/año por presas, 2 mm/año por canalización de ríos.



*A model of water and sediment balance as determinants of relative sea level rise in contemporary and future deltas
(Zachary D. Tessler, Charles J. Vörösmarty, Irina Overeem, James P.M. Syvitski)*

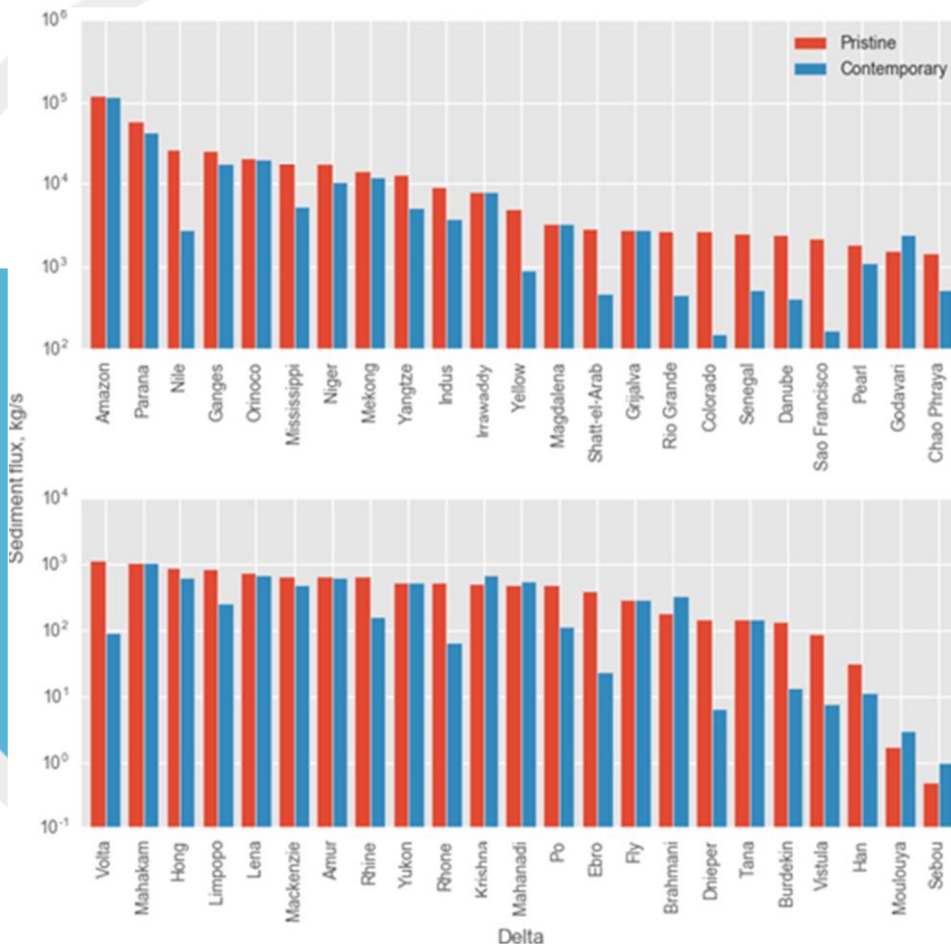
DELTA



Tasas de subsidencia natural estimadas necesarias para el mantenimiento del delta dado un flujo constante de sedimentos, una deposición de sedimentos y una tasa de aumento del nivel del mar bajo condiciones prístinas y no antropogénicas.

(La escala es logarítmica por encima de 1 mm/a, lineal por debajo)

DELTA

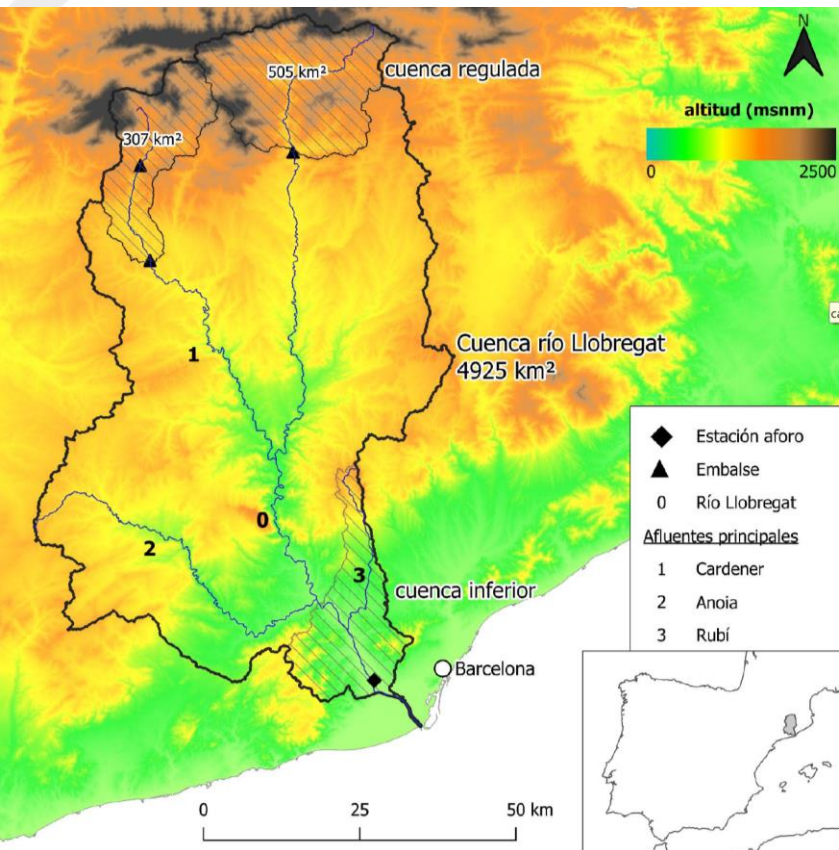


Flujos de sedimentos en los escenarios prístino (rojo) y contemporáneo con fuerzas antropogénicas (azul).
(La escala es logarítmica)

Casi todos los deltas recibirían flujos de sedimentos sustancialmente reducidos aguas arriba en comparación con las condiciones prístinas. El cambio porcentual promedio en todos los deltas en el estudio son del 36%, y el delta medio recibe un 39% menos de sedimentos.

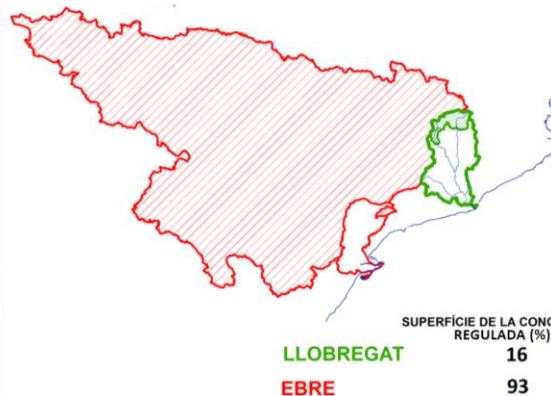
A model of water and sediment balance as determinants of relative sea level rise in contemporary and future deltas
(Zachary D. Tessler, Charles J. Vörösmarty, Irina Overeem, James P.M. Syvitski)

DELTA DEL LLOBREGAT



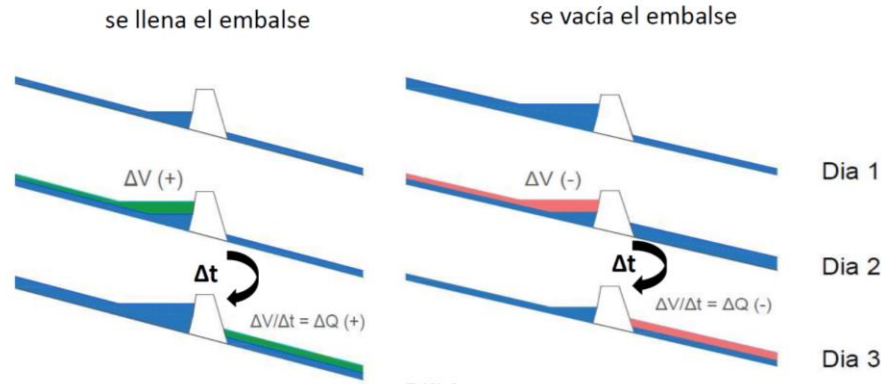
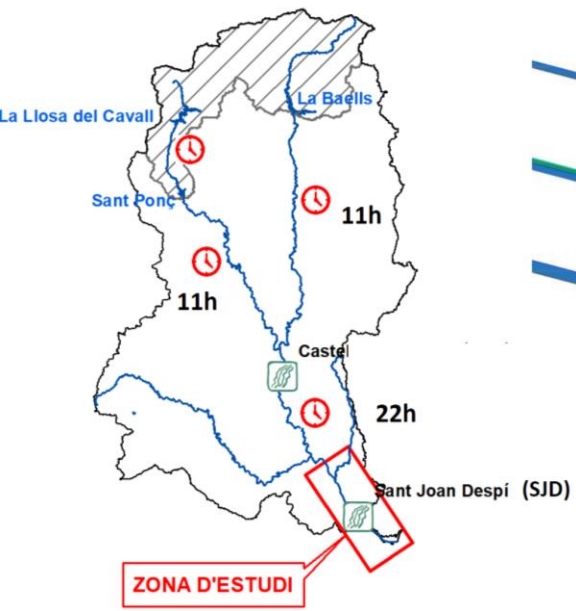
CUENCA DEL LLOBREGAT

Embassament	Riu	Inaguració	Capacitat
		Any	[hm ³]
La Baells	Llobregat	1975	109
La Llosa del Cavall	Cardener	1999	80
Sant Ponç	Cardener	1954	24
			213



- La superficie de cuenca afectada por la regulación es pequeña (16%)
- Pero influye mucho en caudales altos

EMBALSES. Efecto de la regulación



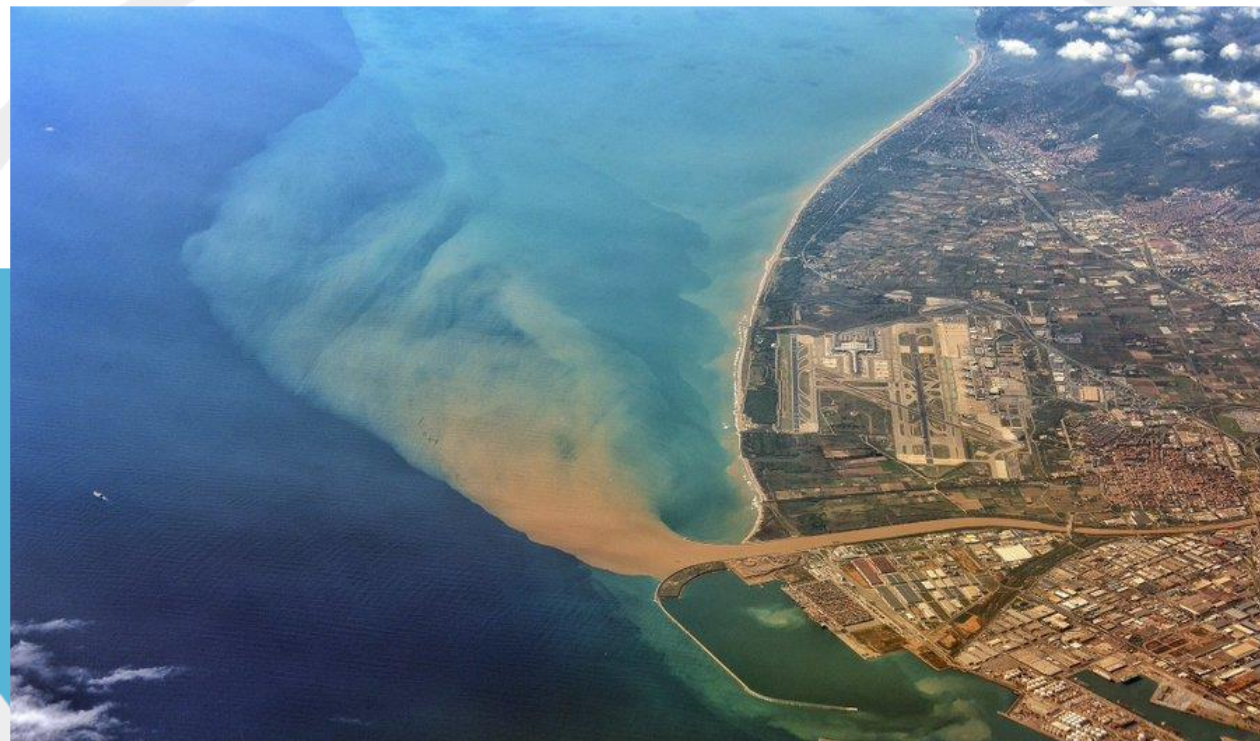
2002-2018, con todos las presas construidas

IMPLICA un **20% menos en CAUDALES ALTOS** y de ahí un **38% MENOS de TRANSPORTE SÓLIDO**



Problemática de la nueva desembocadura: Entre 2005 y 2009 acumulación de 700.000 m³ (el fondo sube ≈ 0,5 m) o sea 140.000 m³ /año : es transporte total (fondo y suspensión)

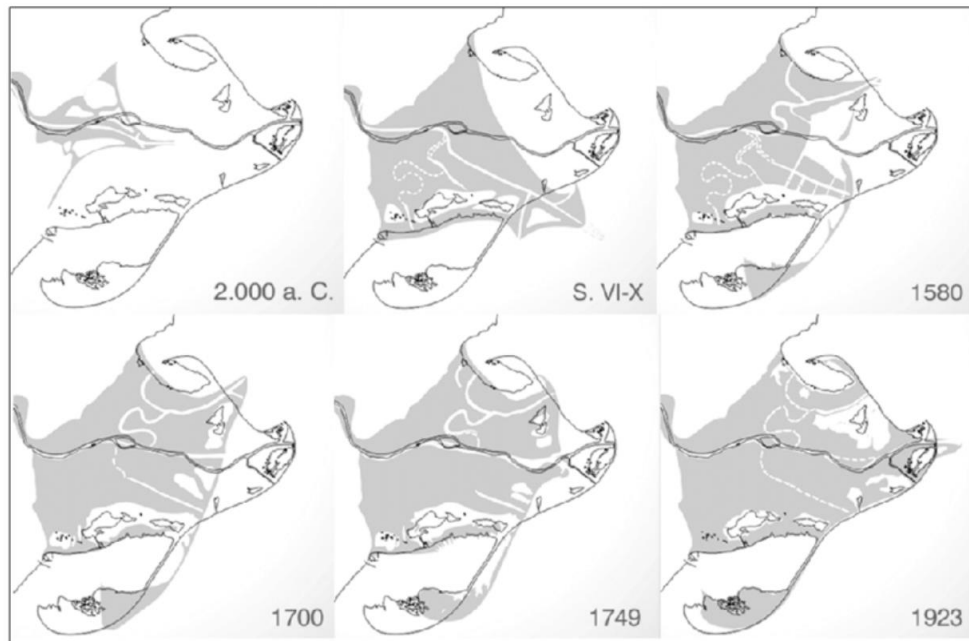
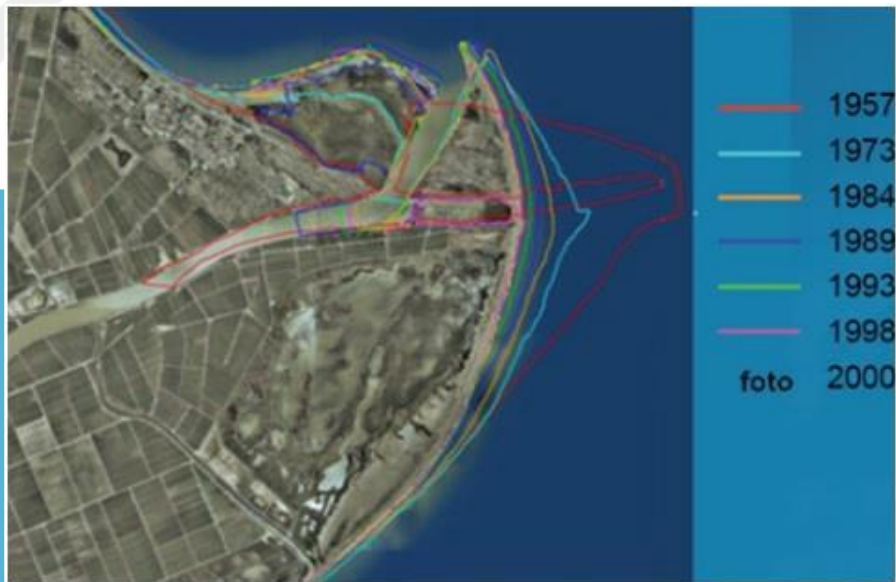
DELTA DEL LLOBREGAT



- El retroceso de la costa no es debido a los embalses, es una tendencia secular.
- Esta tendencia secular es debida al abandono de la agricultura, sustituida por bosque en montaña y por urbe en llanura.
- Alta vulnerabilidad en delta (aeropuerto, urbanización, EDAR...)
- Estudios y pruebas de la ACA con caudales generadores y aportación de sedimentos



DELTA DEL EBRO



Evolución histórica del delta del Ebro. Fuente: Parque Natural del Delta del Ebro (a partir de A. Canicio).

- Es el cuarto mayor delta del Mediterráneo (350 km²). Es un tipo de delta dominado por el río.
- El mayor crecimiento de esta zona se establece durante los siglos XIV y XV debido a la gran deforestación de la cuenca del Ebro. Esto sucedió por la necesidad de la construcción de barcos.
- En las últimas décadas de hecho, el Delta del Ebro ha empezado a sufrir un fenómeno inverso, el de la regresión, por la disminución de aportación de sedimentos por el río a causa de la retención de sedimentos en embalses.



15th International Symposium on River Sedimentation (Florence, Italy, Sept. 5-8, 2023)

Author: isi网站管理员-刘成 Source: Updated: 2021-09-05

Date: September 5-8, 2023

Venue: Florence, Italy

Organizer: University of Florence and University of Padua

Sponsors: International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation (IRTCES); World Association for Erosion and Sediment Research (WASER)

Co-sponsors: International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR).....(to be invited)

Secretariat: University of Florence, Italy

Permanent Secretariat: IRTCES

Summary: The triennial International Symposium on River Sedimentation (ISRS) was initiated in 1980. Since its foundation, IRTCES has served as the permanent secretariat of ISRS. WASER was inaugurated at the 9th ISRS in 2004, and the ISRS has since become the official Symposium of WASER. The objective of the ISRS is to provide a forum for scientists, engineers, researchers and decision makers to exchange ideas, research results and technical advances, and to share experience and information relating to the study of sediment and its management.

Symposium Theme and Topics:

The theme of the symposium is

Sustainable Sediment Management in a changing Environment

The symposium topics include:

Symposium Theme and Topics:

The theme of the symposium is

Sustainable Sediment Management in a changing Environment

The symposium topics include:

1. Sediment transport
2. Reservoir sedimentation
3. River morphodynamics
4. Coastal morphodynamics
5. Ecomorphodynamics
6. Sediment related disaster
7. Plastic in river and coastal systems
8. Interaction between sediment dynamics and hydraulic structures
9. Integrated Sediment Management at the River Basin Scale
10. Social, economic & political problems related to sediment and water management



¡Muchas gracias!

Tomás A. Sancho – MITERD-DGA
tasancho@gmail.com