



Carcaixent

Conversatorio

Historias de la Ingeniería Civil:

Un (breve) paseo, un viaje, por la geografía y por el tiempo

Joaquín Catalá Alís
(Carcaixent – 1951)

Carcaixent
25 de septiembre de 2026
12 horas

ORDEN:

Rojo

Azul

Verde

Naranja

Negro



1.- Introducción

A) Cómo... para qué...

- * No profundización (por ahora), sólo un paseo... por el ESPACIO... en el TIEMPO... y algo de CINE
- * Curiosidades / algunas experiencias personales
- * Para entretenerles
- * ... y aprender del PASADO...

“TAN INÚTIL ES
APRENDER SIN MEDITAR COMO
PELIGROSO ES PENSAR SIN
ANTES HABER APRENDIDO DE
OTROS”.

CONFUCIO

B) Hilo (s) conductor (es)

- * Hilo conductor 1: **un viaje** por el mundo, con la Ingeniería Civil, en el tiempo
- * Hilo conductor 2: Ingeniería Civil / **Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos**
 - * Caminos / Puentes
 - * Canales
 - * Puertos
 - * + Edificación
- * Hilo conductor 3: la **“Nueva Poliorcética”** y el Patrimonio, arquitectónico, “ingenieril” y natural

B1) El viaje: el espacio



B2) Ingeniería Civil / Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

TIPOS DE OBRAS (objeto)



• OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES

- FERROCARRILES
 - F.F.C.C.(*)
 - AVE (TAV)
 - Elevados
 - Metro(*)
- CARRETERAS
 - N,C(*)
 - Autopistas
 - Autovías
 - **Caminos**
- TÚNELES
- OBRAS DE FÁBRICA
 - **Puentes**(*)
 - Viaductos
 - Acueductos (*)
 - Pasarelas
 - Falsos túneles
 - Pasos superiores e inferiores
 - Paso de Estrechos(*)

• OBRAS MARÍTIMAS

- **PUERTOS**(*)
 - Comerciales
 - Deportivos y Marinas
 - Pesqueros
 - Militares
- OBRAS DE ABRIGO(*)
- OBRAS DE ATRAQUE(*)
- VARADEROS – ELEVADORES(*)
- DIQUES SECOS Y FLOTANTES(*)
- DRAGADOS(*)
- REGENERACION DE COSTAS
 - Defensa de costas
 - Paseos marítimos
 - Regeneración de playas
- SEÑALIZACIÓN – FAROS(*)
- PLATAFORMAS OFF-SHORE

NOTA: (*)<> "históricos"

• OBRAS HIDRÁULICAS

- PRESAS – EMBALSES(*)
- AZUDES (*)
- DEPÓSITOS DE AGUA
- RED DE ABASTECIMIENTO, RIEGO, C. INCENDIOS(*)
- **CANALES**(*)
- Encauzamiento. Defensa de márgenes
- ACEQUIAS(*)

• OBRAS DE SANEAMIENTO

- DEPURADORAS
- ALCANTARRILLADO(*)
- EMISARIOS SUBMARINOS

... y cien tipos más...

PARÁMETROS en la I.C. (t - ayer y hoy)

- CONSTRUCCIÓN

- HOY:

- Seguridad
- Calidad
- Plazos
- Economía
- Respeto al Medio Ambiente
- Lo Social



- Proyecto (y ESTUDIO DE SOLUCIONES):

- HOY:

- Financiación
- Funcionalidad - Finalidad
- Estética
- Estabilidad-resistencia
- Política
- Técnicas constructivas - posibilidad - materiales - medios
- ... además de los 6 anteriores



Algunos ingenieros (t)

AGUSTÍN DE BETANCOURT

(1758 Tenerife - 1824 Rusia)



* Experto en I.C., militar y urbanística

* Fundó la Escuela de Caminos (1802)

* Inspector del Instituto del Cuerpo de Ingenieros de Comunicaciones en San Petersburgo, supervisando la planificación urbana y la construcción en ciudades como San Petersburgo, Kronstadt y Nizhni Nóvgorod

* Consejero en <Rusia del Zar Alejandro I

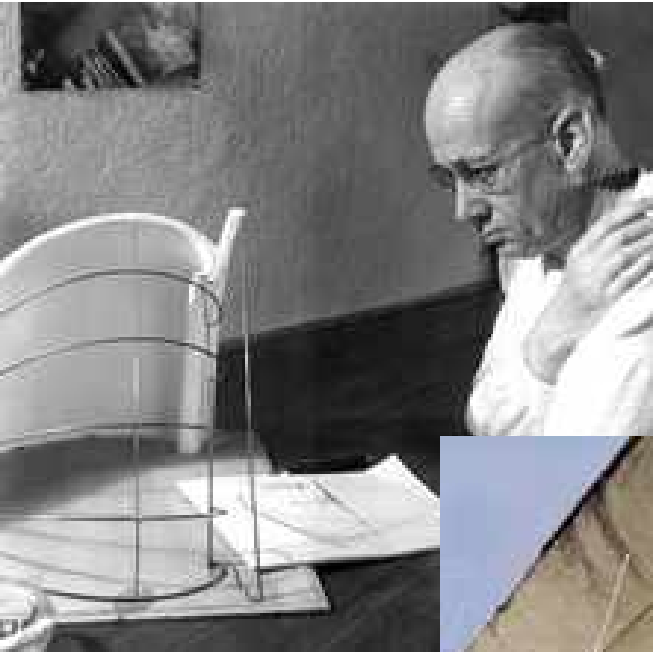
* Autor de:

- Picadero de Moscú
 - Catedral de San Isaac (San Petersburgo).
 - Numerosas obras públicas.
- Enterrado en el cementerio de Smolensky.

EDUARDO TORROJA MIRET

(1.899 – 1.961) Madrid

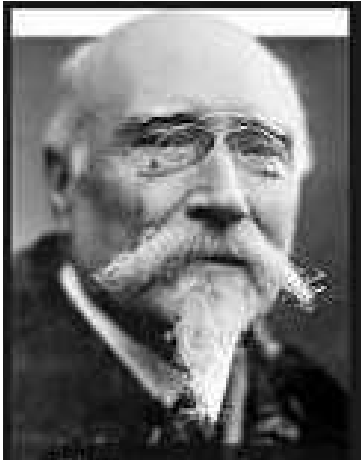
- Ingeniero C.C. y P.
- Bóvedas delgadas de H.A.
- Fundador de I.T.M. y C.
- Autor de “Razón y ser de los tipos estructurales” (Estética)
- Cubiertas Hipódromo de la Zarzuela
- Frontón de Recoletos



* Padre de J. Antonio (ICCP)
* Abuelo de Ana (cantante – Mecano)

José ECHEGARAY

Madrid 1832 - 1916



- **Político**: Ministro de Fomento (1869-1872) y de Hacienda (1874)
- Economista / **dramaturgo**
- **Ingeniero**
- **Profesor** de Física y Matemáticas en la Universidad de Madrid
- Obra teatral (Romanticismo tardío): “El gran Galeoto”
- **Premio Nobel** de Literatura 1904 (con Frédéric Mistral – poeta provenzal)
- ¿Obras de ingeniería?

REFLEXIÓN: José Echegaray, sobre la vejez:
«El mayor desconsuelo es contemplar cómo los años huyen sin que la tranquilidad llegue»

B3) Poliorcética y “Nueva Poliorcética”

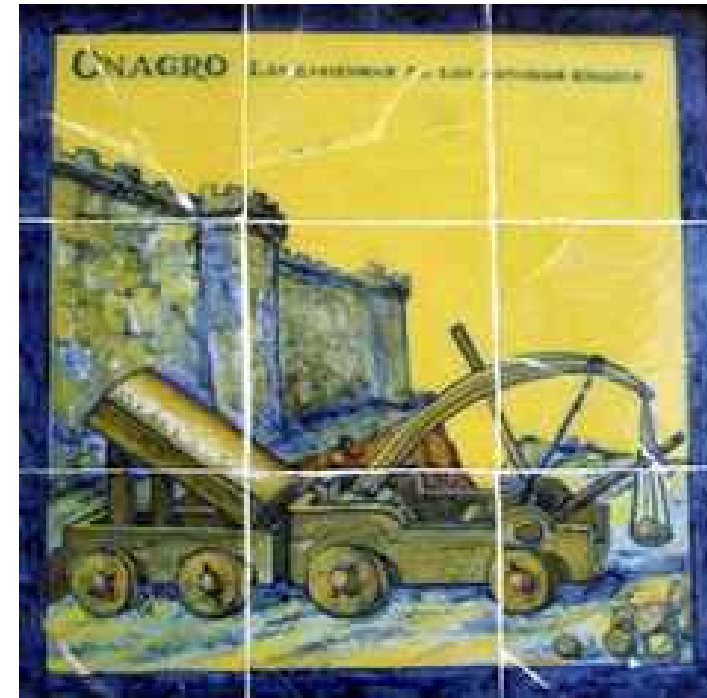
Poliorcética, el “*arte de atacar y defender las plazas fuertes*”.

Ahora bien, fíjense que el título se refiere a la “nueva poliorcética”.

Aquí radica el fondo del asunto, de nuestra preocupación, de nuestro tema: si en lugar de sólo referirnos a plazas fuertes ampliásemos nuestro objeto de debate a cualquier bien patrimonial, natural o no, tangible o intangible, arquitectónico o *ingenieril*, y, además, lo acometiéramos desde el punto de vista de la ingeniería civil y arquitectura y, finalmente, considerásemos los ataques y (quizás también) las carencias de defensas (entendidas entonces como un adicional ataque) con respecto a dichos bienes patrimoniales, entonces, digo, estaríamos ya hablando de la “nueva poliorcética” del patrimonio.



Ejemplos de
“poliorcética”



“El reino de los cielos”



El CINE y...
Ejemplos de
“poliorcética”

“El Señor de los
Anillos”...
... y mil ejemplos

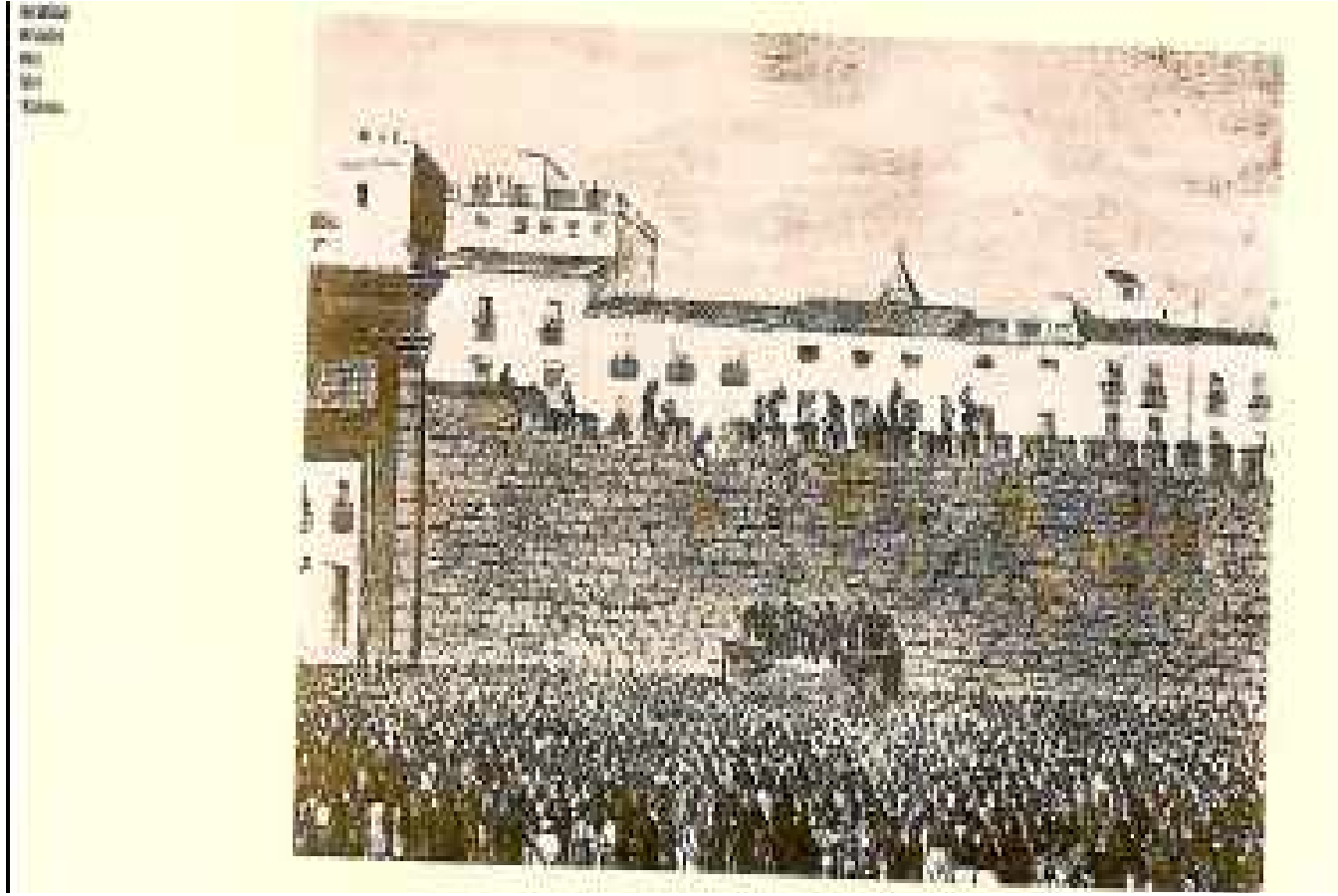
La “Nueva poliorcética”

Un primer ejemplo:

- Derribo de las murallas de Valencia (1866)
- Alcalde: Cirilo Amorós
 - “... para dar trabajo a los desempleados”
 - ... y para ampliar la ciudad (urbanismo)

Posibles causas:

- **Falta de** mantenimiento / restauración
 - Falta de control / gestión autoridades del Patrimonio
- “Ataque” por **otros agentes** no patrimoniales, en su gestión y decisiones
- **Ideas “originalísimas”**, ejemplo: Castillo de Sagunto <> HOTEL residencial (¿?)
- **Decisiones** políticas / **empresariales**
- La falta de formación
- Robos de materiales
- Etc... **algunas de ellas las iremos viendo en casos concretos**



2.- Caminos... y sus puentes... Romanos

A) Caminos

a) Trazado

- 
- * Calzadas romanas:
 - < Arma para expandirse / para moverse con rapidez
Lo militar, el paso de las legiones / lo comercial
 - < Casi 100.000 km / inconmensurable para la época... 1.228 años (M+R+I)
 - < Proceso de romanización / conexión partes IR
 - * Se han perdido la mayoría, por:
 - < Desconocimiento ... de su existencia / de su valor. Desconocimiento que sigue existiendo;;; ... universidades, incluidas
 - < Robos, uso de sus materiales, avenidas, oleajes...
 - < Servir de base para carreteras
 - * ¿Son romanas todas las calzadas “romanas”?

Vía Appia (antica)



VIA APPIA EN LA ACTUALIDAD

* Diseño de trazado:

- < Año 312 aC / cónsul Appio Claudio
- < **Objetivo: militar**... traslado de tropas hacia el sur (Samnitas)
- < Unir Roma con **Capua**, a 200 km (30 km al norte de Nápoles), en principio 
- Se alargó 400 km, hasta **Brindisi** (puerto adriático) (acceso a Grecia, Egipto, Oriente)

* Junto a ella: villas, templos, edificios funerarios

* En desuso tras la caída del Imperio:

- < **Guerras, saqueos**
- < en 1784... Pío VI... **se restauró**... VIA APPIA NUOVA
- < Gran valor cultural y turístico

* Aspectos técnicos:

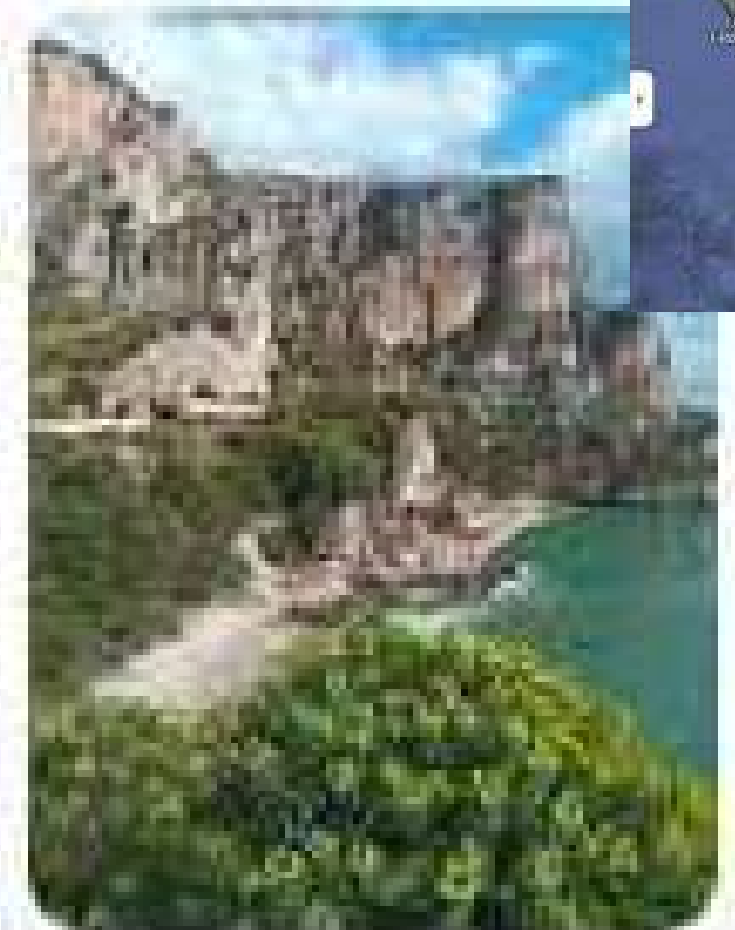
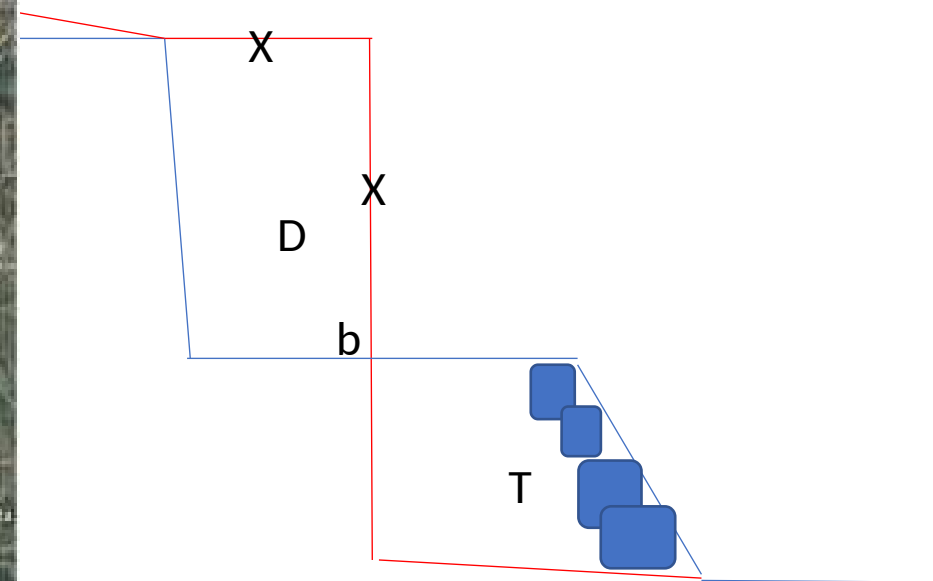
- < **Topografía / GROMA o GRUMA / Mapas / Cleopatra y César**
- < ¿Líneas **RECTAS**, trazado **RECTO**?... “La teoría del Asno”
- < Barreras y **obstáculos** naturales ríos, valles, etc.), salvados con:
 - Terraplenes / desmontes (¿eran conscientes de su influencia MA?)
 - Túneles 
 - Puentes
- (... Importantes obras de fábrica / símbolo de la *mayestas imperii* y la *publica magnificentia* del pueblo romano)



CLEOPATRA



Vía Flacca (II)



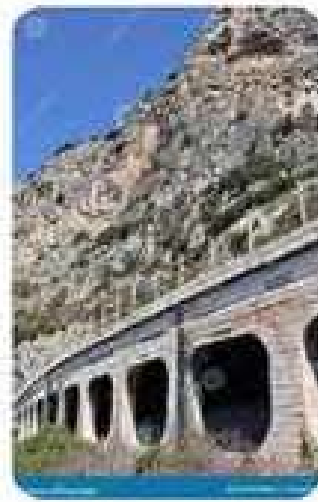
Via Flacca Ruins –
Sperlonga, Italy - A...



Antica Via Flacca: da Sant'agostino a
Sperlonga - Malakiri - bed and ...



La via Flacca antica vicino a
Sperlonga (ID 0 0) - Pagina 2 ...



Gaeta - Galleria
Della Via Flacca

... y un túnel... Gruta de Cocceio

* De carretera

- < El primero del mundo (¿?)
- < 36 aC



- * Objetivo: **militar**, como siempre
- * Primero: dos canales uniendo dos lagos (Lucrino y Averno)
 - < Puerto de Averno: ocultar la flota, refugio, reparaciones
 - < Túnel de carretera uniendo el lago Averno con la ciudad amurallada de Cumas,
 - < **Útil como escape**

* Existe aún

* Datos:

- < Casi 1 km de longitud
- < H: hasta 15 m
- < B: 5 a 6 m (2 carros)
- < Excavación de toba volcánica

* Problemas (¿?):

- < ¿Estudios geotécnicos, fiables?
- < Medios constructivos / cimbrados / PRL y siniestralidad
- < Recubrimiento de paredes y techo... fábricas de piedra o ladrillo
- < Seguridad en uso / actual (¿?)
- Mantenimiento / gestión actual (¿?)



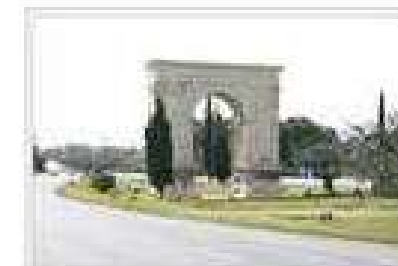


(La **toba volcánica** es una roca ígnea extrusiva, ligera y porosa, formada por la consolidación de cenizas y fragmentos expulsados durante erupciones volcánicas explosivas)

La Vía Augusta

La Vía Augusta es la **calzada romana** más larga de la **Hispania romana** con una longitud aproximada de 1500 km que discurrían desde los **Pirineos** hasta **Cádiz**, bordeando el **Mediterráneo**.

y provincias y los puertos del **Mediterráneo**. Actualmente las carreteras N-IV N-420, N-340 y la autopista del Mediterráneo (A-7, AP-7, A-70) siguen en muchos tramos el mismo itinerario que la Vía Augusta. De hecho, en algunos tramos de la actual N-340 se utilizó la calzada romana hasta principios del siglo xx, siendo asfaltados en los años 20, durante la **Dictadura de Primo de Rivera**.

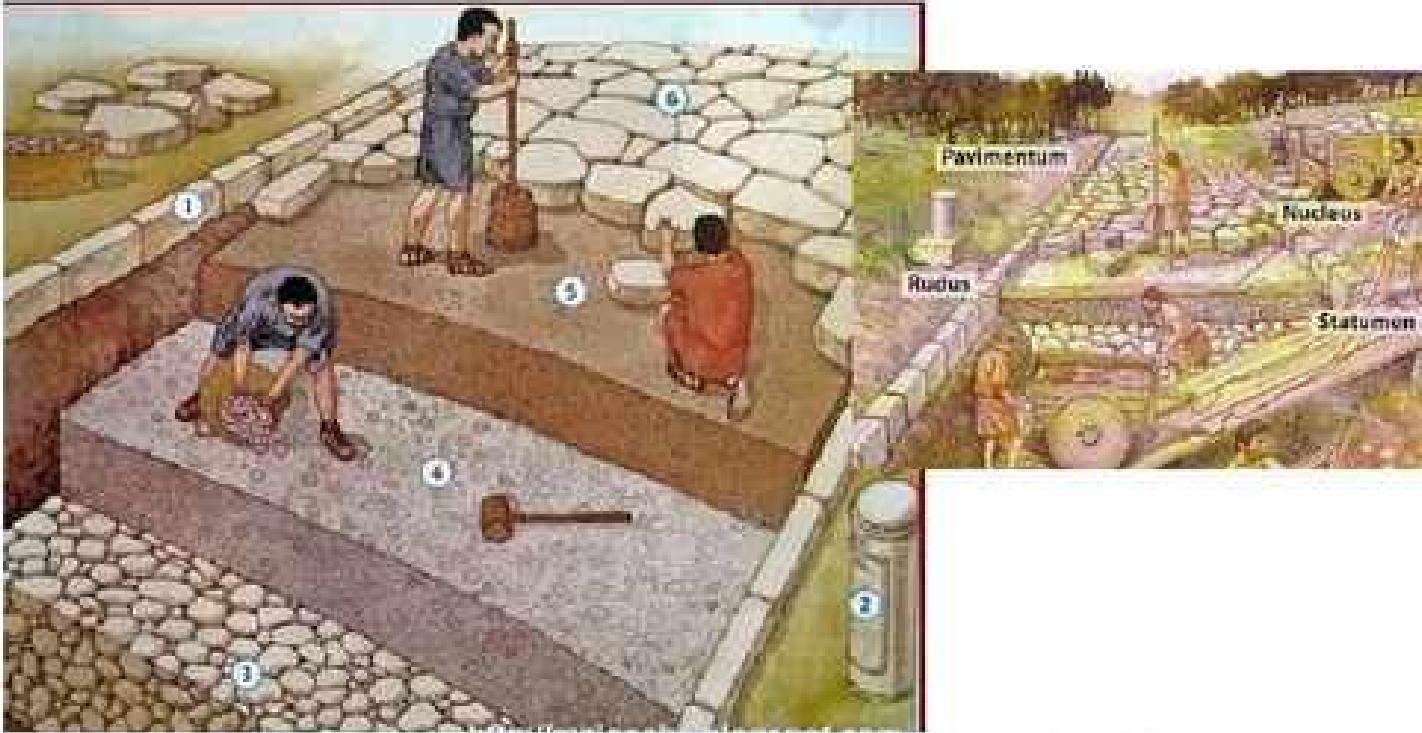


El llamado arco de Barà, un arco del mundo ubicado en Roda de Barà, al norte de Tarragona, en la Vía Augusta. Esta sección del camino corresponde a la actual carretera N-340.

Ciudades por las que pasaba la Vía Augusta

- Gades (Cádiz)
- Ad Portus (Puerto Real)
- Portus Gaditanus (El Puerto de Santa María)
- Asta Regia (Mesas de Aza, Jerez de la Frontera)
- Uga (Torre Alcazar, Utrera)
- Orpio (Dos Hermanas)
- Hispalis (Sevilla)
- Carmo (Carmena)
- Oculis u Oculula (La Monclova, Fuentes de Andalucía)
- Colonia Augusta Firma Assi (Écija)
- Astaris (La Carlota)
- Corduba (Córdoba)
- Epora (Montoro)
- Ocuca (Palomares)
- Ugaris (Arcos)
- Iturgi (Mengibar, donde cruzaba el Río Bétis (Guadalquivir))
- Castulo (Linares)
- Minerva Oretana (Villanueva de la Fuente)
- Caput Fluminis Anas (Fuentes del Guadiana Viejo)
- Salsi (Chinchilla de Monte-Aragón)
- Libisati (Lezuza)
- Ad Eo (Ibiza)
- Carnago Nova (Cartagena)
- Eboraca?? (Lorca)
- Suco (Albalá)
- Saetabis (Játiva)
- Valencia (Valencia)
- Seguntum (Segura)
- Ithylos (La Jara)
- Dertosa (Tortosa)
- Tarraco (Tarragona)
- Baetora (Badajoz)
- Aquid vocoros (Cádiz de Malinella)
- Gerunda (Gerona)
- Narbonne (Narbona)
- Laetania (Mataró (Barcelona))

b) Diseño estructural



La construcción de las calzadas se realizaban de la siguiente manera (según el dibujo):

- 1.- Unos bloques de piedra grandes y bien tallados marcaban los límites de la calzada.
- 2.- Las piedras miliares indicaban la distancia que había entre ese punto y Roma; de ahí el dicho de que "todos los caminos conducen a Roma".
- 3.- Los cimientos de la calzada estaban formados por una gruesa capa de piedras grandes.
- 4.- Una especie de hormigón, compuesto por piedras pequeñas y cal, formaba la segunda capa.
- 5.- El núcleo de la calzada era otra capa con piedras y restos de tejas y ladrillos unidos con cal.
- 6.- El pavimento lo formaban grandes losas planas que facilitaban la circulación. Estaba abombado por el centro para evitar los charcos cuando llovía.

+ capas de adaptación al terreno

* Mucha capacidad portante

Cargas de grandes monolitos, por ejemplo, sobre 4 ruedas
Gran carga puntual

* Diseño estructural (no siempre):

- < Amplitud de calzada: variable
- < Márgenes o andenes peatonales
- < Drenajes laterales de escorrentía (cunetas)
- < ¿Limitación de pendiente longitudinal?

* Mucha similitud con los firmes actuales: →

- < Explanada / terraplén
- < Explanada mejorada
- < Capas de firme
- < Capa de rodadura

* Pero (s), no siempre:

- < Debió haber piedra, materiales adecuados
- < Conocimientos de todos los agentes
Control (¿?)
- < Medios adecuados (compactación, por ej.)

* Duda razonable sobre la piedra de rodadura: →

- < Distinguir calles y caminos
- < Velocidades de carruajes
Comodidad (caballos, carruajes) /

viajeros

Facilidad de rodadura / velocidad

< Villa de Leyva... siglos después

(ejemplo)



9.- Limpieza de un corte lateral del camino romano previamente realizado por trabajos agrícolas. Paquete de zahornas de tres pies de espesor sobre cimentación de piedras gruesas. El sustrato natural es de naturaleza blanda, formado por arcillas que serían intransitables sin afirmado. Vía Romana de *Vxama a Clunia* en Soria. Excavación realizada por Aratikos Arqueólogos en octubre de 2008.

Calzadas Romanas: Vista superficial



LÁMINA IX

ISAAC MORENO GALLO

Huellas de los carruajes
¿diseñadas...
... para “transporte intermodal”?



18.- Vía romana subsidiaria de la Vía Apia en Setia Atrium, Caserta-bailia. Urbanizada con enlosado basáltico, en la salida de la ciudad antigua, donde el cementerio se prolonga en cierta longitud. Obsérvese el monumento funerario colindante.

LA CAIDA DEL IMPERIO ROMANO



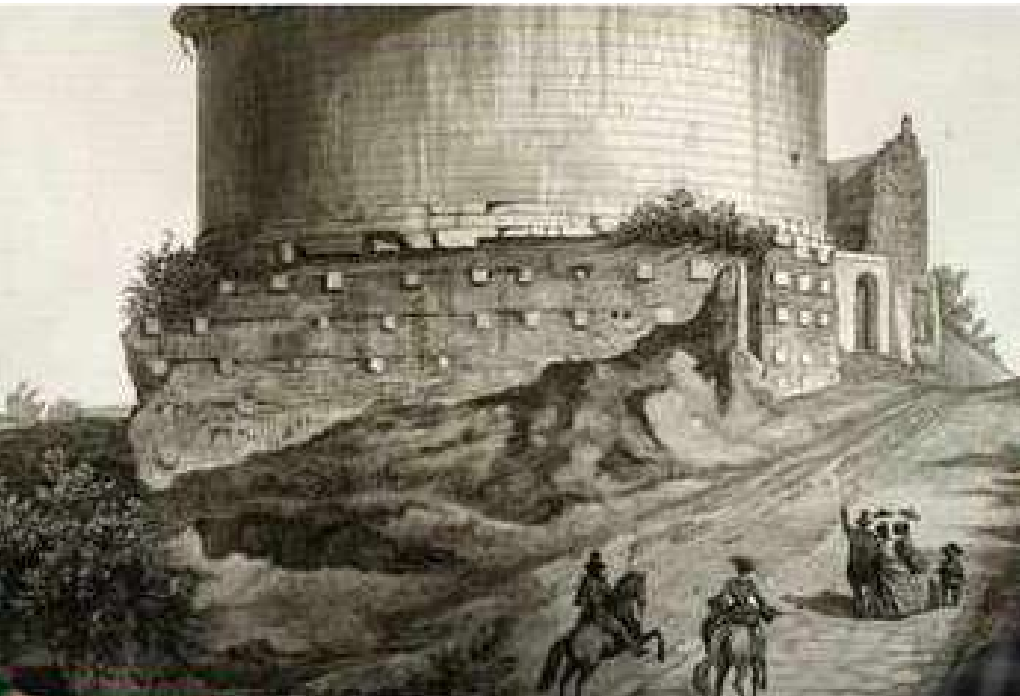
GOLFUS DE ROMA



VÍA APPIA ANTICA



* Dibujo de 1900
< Con losas



- * ¿No sería esto una “Nueva Poliorcética?”
- * ¿Fidelidad de éstas frente a lo original?

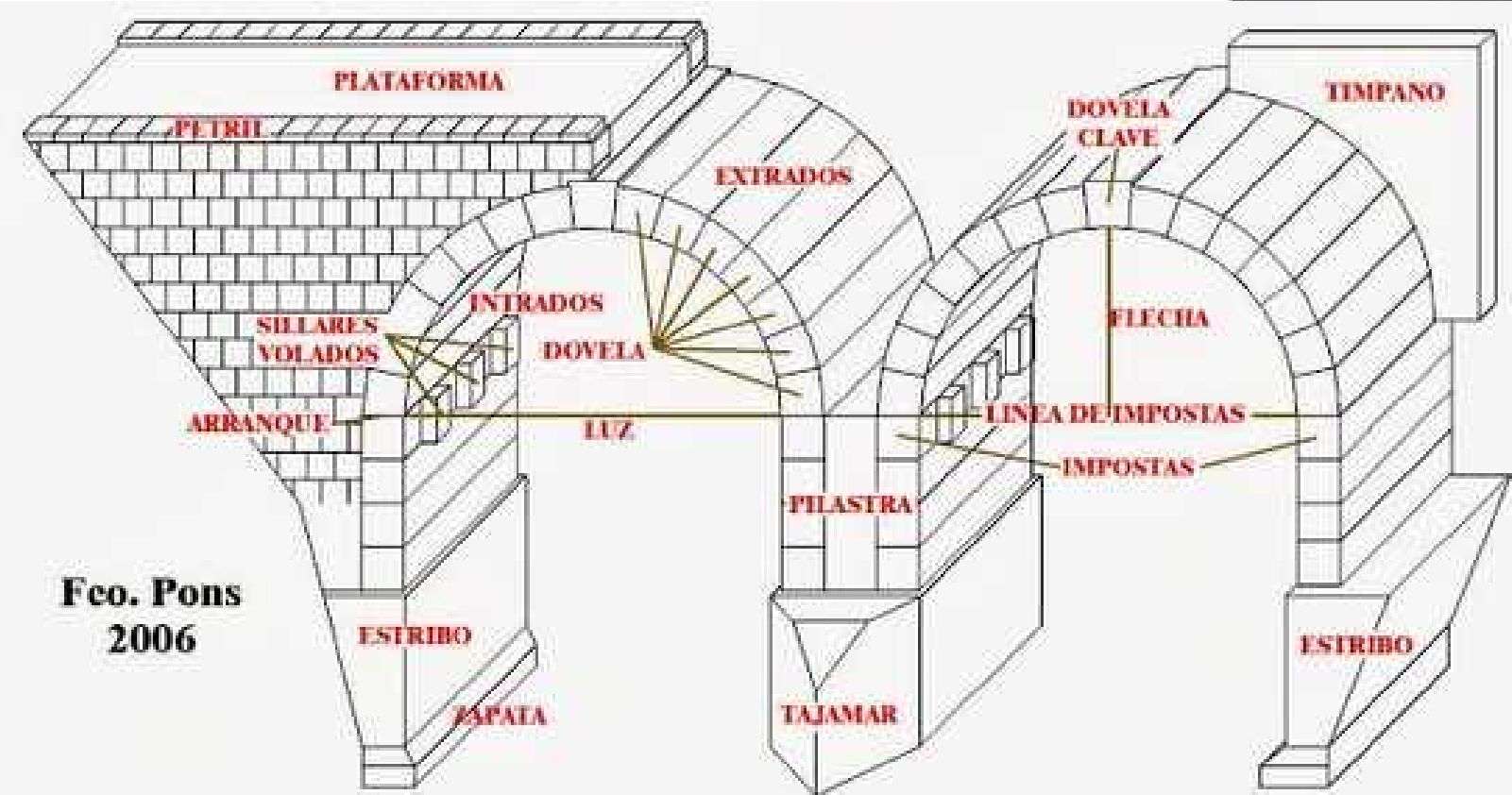
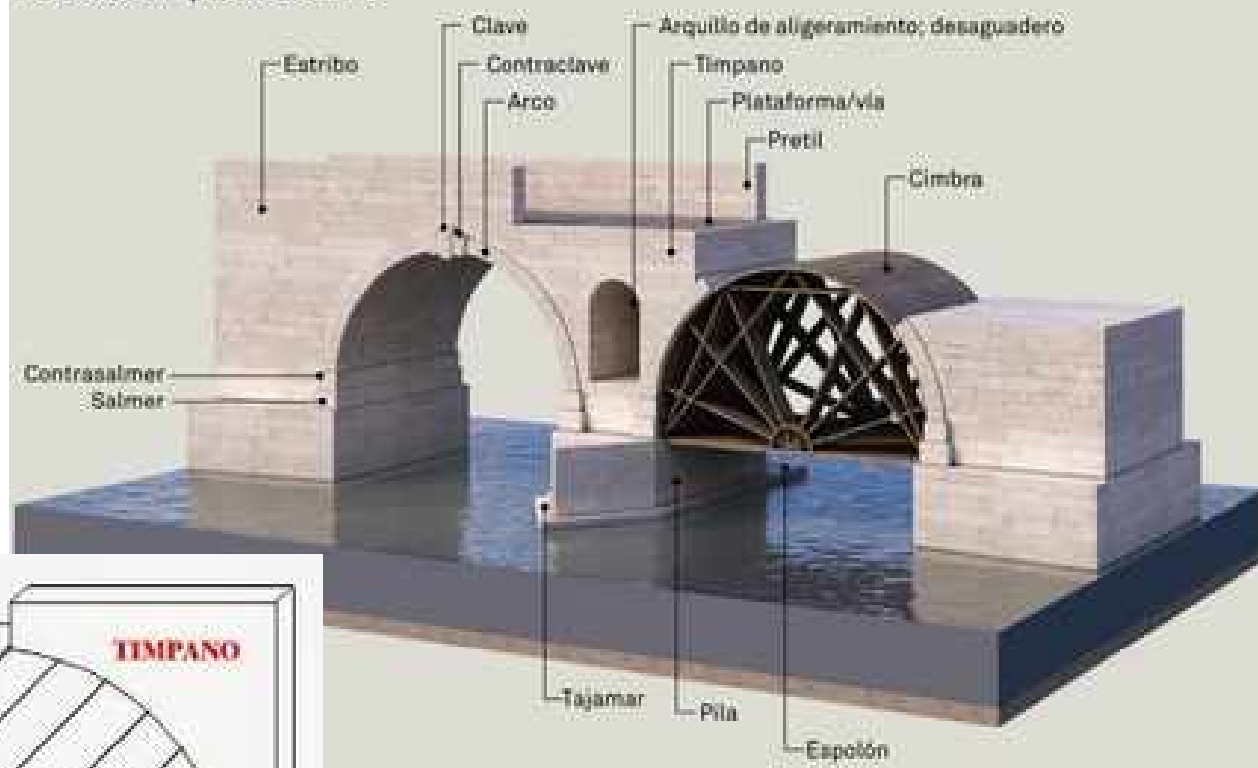
* Mismo sitio, 1840
< Sin losas



Fotos
Video
Isaac Moreno Gallo

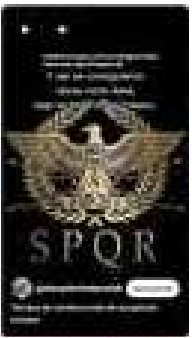
B) Puentes Romanos

Partes de un puente romano:



Feo. Pons
2006

Impostas y sillares salientes:
Estética
Replanteo
Apoyo de cimbras



Singularidades romanas (válido para puentes, acueductos...)

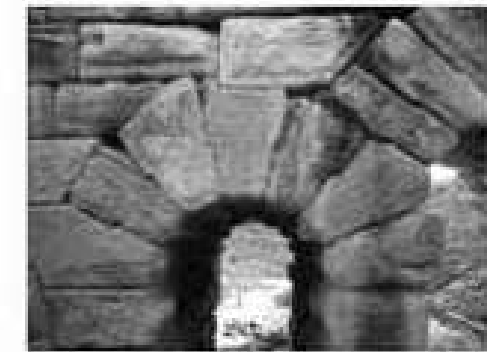
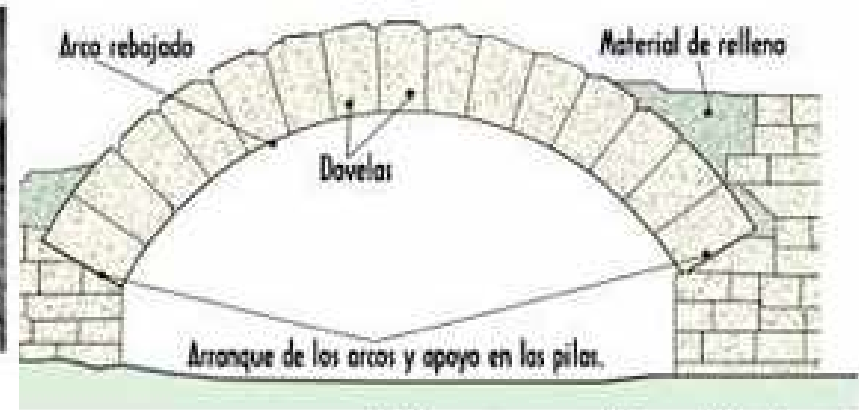


Figura 15.
Arco enjambado del puente de Villa del Río (Córdoba)



Alzado primer arco del puente de Alconetar

+ para anclajes (grapas)



Arcos semicirculares / rebajados
+ impostas



B1) Afectaciones (problemas)... y la “Nueva Poliorcética”

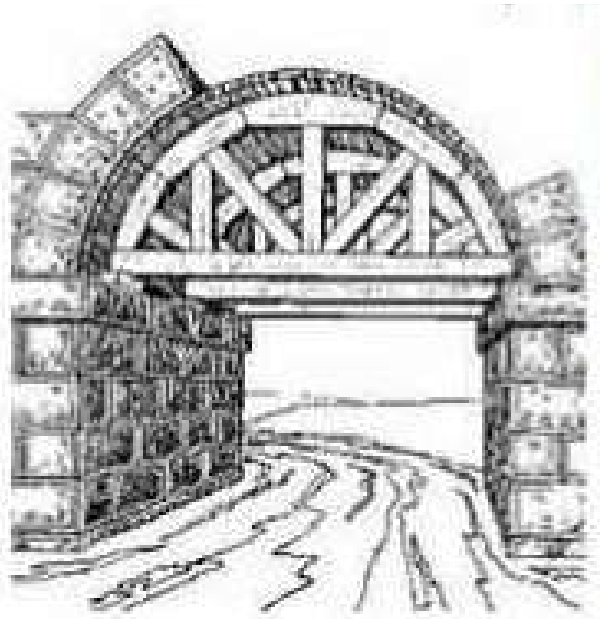
* Fallos en construcción

- < Fallo de cimbras
 - Estructural
 - Apoyos en el suelo / cornisas
- < Deslizamiento de laderas
- < Avenidas en fase de construcción
- < Accidentes (PRL-C)

(a)

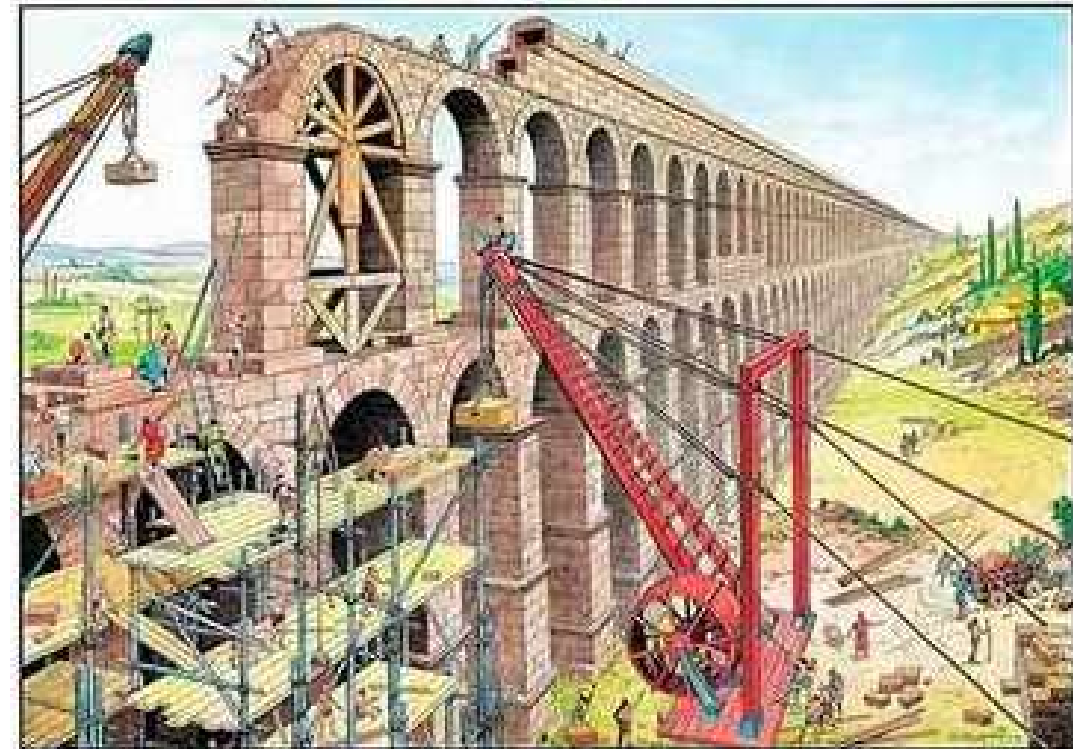


Salginatobel (Maillart -1930)



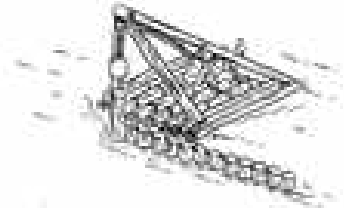
Los puentes romanos

Puente - acueducto

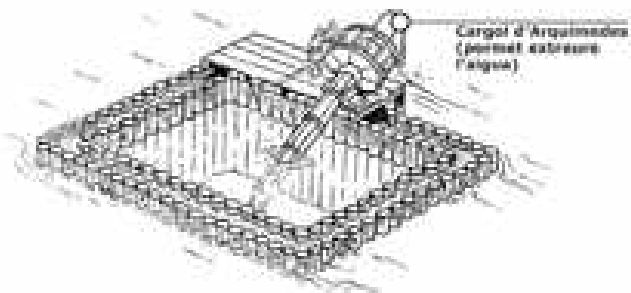


Proceso constructivo

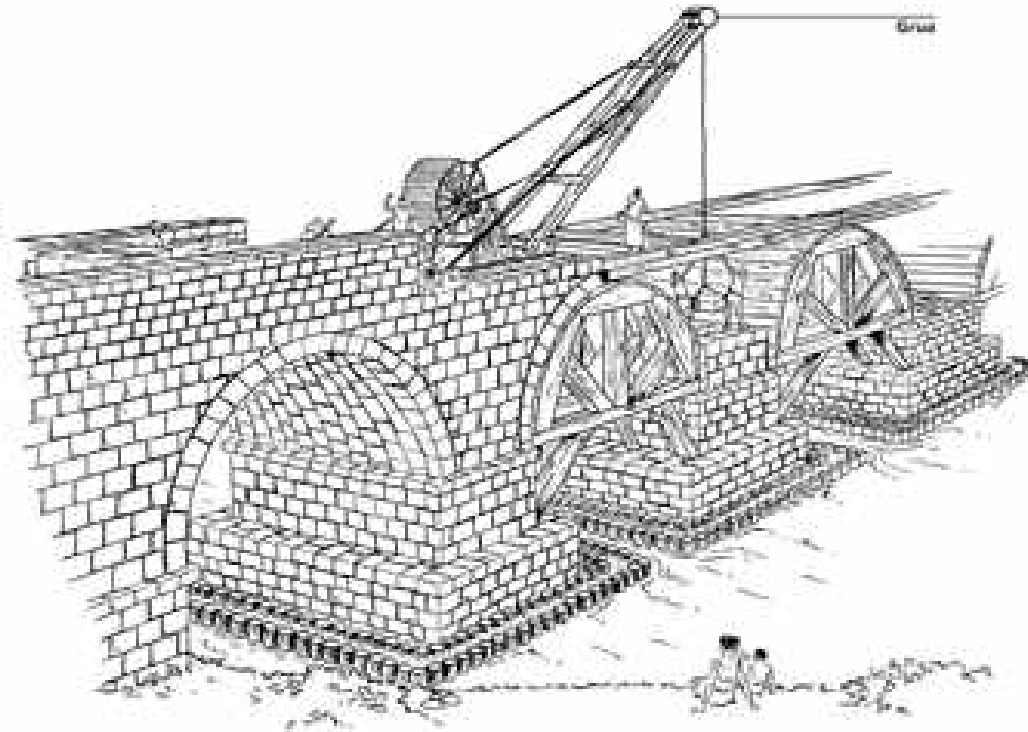
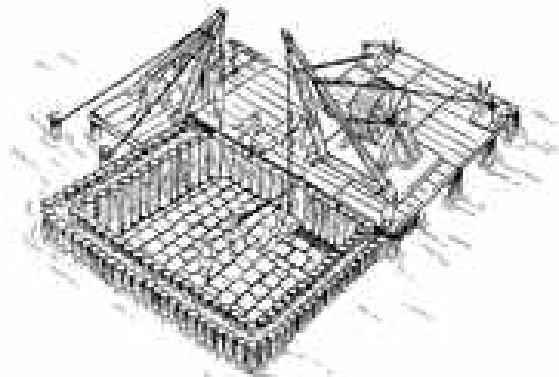
Realització de caixes a partir de la fixació de pals de fusta



Drenatge de l'aigua de l'interior de les caixes

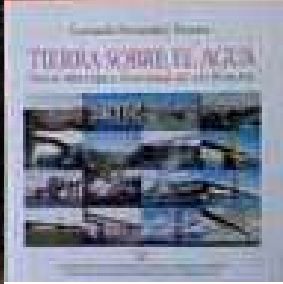


Construcció dels pilars del pont



Construcció de la resta del pont

"EL PUENTE SOBRE EL RIO KWAI"



(b)

* Ubicación inadecuada (causa indirecta)

- < Forzada por el **trazado**
- < Adaptación **geotécnica**

* Terremotos y su acción dinámica:

- < Movimientos transversales de los tableros
- Rotura de pilas, el principal fallo
- Fallo de apoyos / + licuefacción
- < ¿Cuántos puentes sucumbieron o sufrieron daños?
- < ... ¿qué se podría investigar ahora?... con...
 - la realidad de cada puente
 - los conocimientos técnicos actuales
 - ... Riesgo actual...
- <... Robos posteriores...

(c)

* La agresión por el propio río... deterioro / desaparición... del puente

- < **Estudio hidrológico - hidráulico: pluviometría** + cuenca + tiempo de concentración (pendientes, escorrentía) + Caudal
- < **Empujes directos** y superación del puente (más árboles, etc.): rotura del tablero y arcos
- < Cimentación... problema de siempre de los puentes, antes poco conocido / **socavaciones** (30 % de casos de fallos, en México)
 - > Pilas son punto débil de los puentes de piedra en terrenos deficientes
 - > Pilotes de madera: buena solución, pero no demasiada profundidad, socavación los descalzaba (hundimiento o inestabilidad)
- < **SOLUCIONES:**
 - > Adelgazamiento de pilas
 - > Altura
 - > Arcos rebajados
 - > "Ventanas" o aliviaderos
 - > Enlosados
 - > Escollera de protección de los cimientos
 - > Tajamares
 - > Espolones

(d)

* SOCAVACIONES (ejemplos)



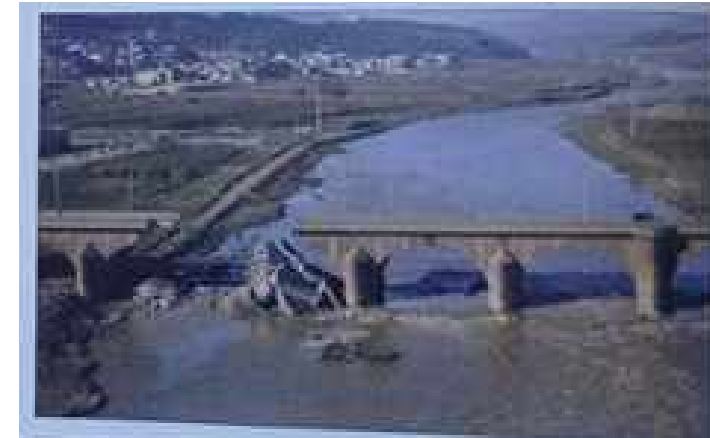
Puente Wilson
Hundimiento 9.04.1978
Rio Loire
Tours - Francia
1777



Puente de Kovar - Turquía
Siglo XII



- < ¿Cuántos puentes romanos sufrieron socavaciones?
- < ¿Se podrían hundir ahora puentes romanos (tras siglos)?
- < ... ¿qué se podría investigar ahora?... con...
 - la realidad de cada puente
 - los conocimientos técnicos actuales
 - ... Riesgo actual...
 - ... Soluciones (escolleras, pilotes)



Puente de Molins de Rei
Rio Llobregat (Barcelona)
1767
Pilas hundidas: 1971 y 1972

* Demolición / guerras (e)

< Puente de Trajano (o de Apolodoro de Damasco)

- sobre el Danubio
- finalidad: militar...
abastecer a las legiones al invadir la Dacia (Rumania)

< Detalles:

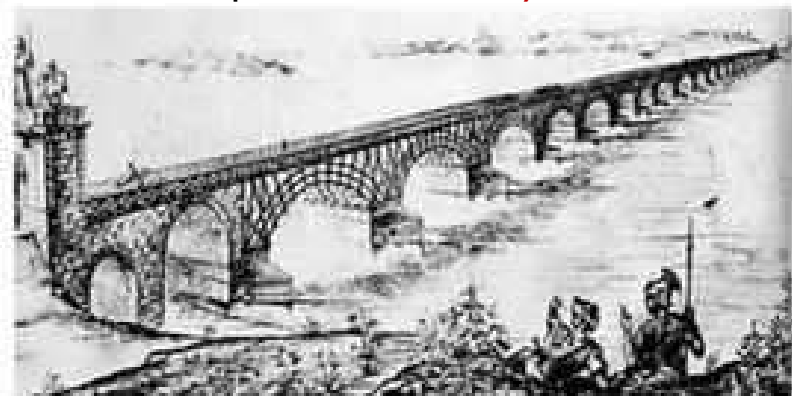
- Dimensiones:

L = 1,14 km

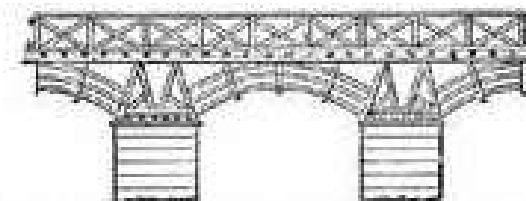
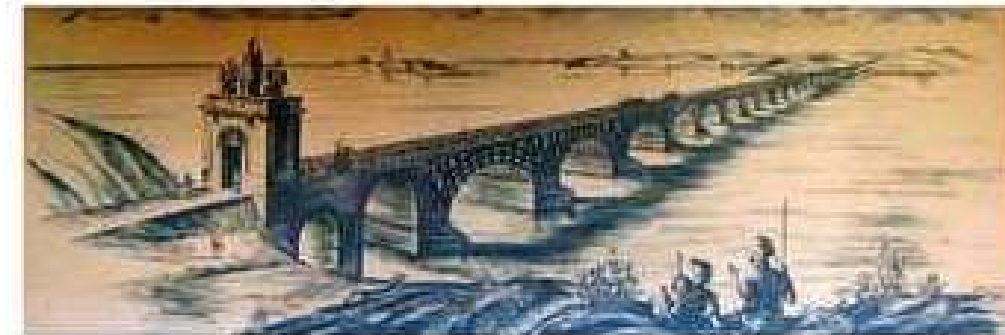
Ancho: 15 m

h = 19 m sobre el nivel del río

- tramos: 20 (19 pilas)
- **arcos de madera** de 52 m de env
- sobre **pilas cuadradas**, de piedra
- plazo: entre 103 y 105 dC



De los 20 enormes pilares del puente, en 1982 sólo 12 fueron descubiertos por los arqueólogos. Actualmente sólo son visibles los pilares de cartón en algunos tramos del Danubio; uno en Buzanesti y otro en Surlia.



Estimación del Puente de Trajano sobre el Danubio. Fuente: The Encyclopedia Britannica. Element of the New York The Encyclopedia Britannica Company. 1911 to 1912. (New York: The Encyclopedia Britannica Company, 1911 to 1912.)



Reconstrucción del Puente de Trajano en Surlia

< Destrucción, versiones:

- decisión de Trajano (?), destruir estructura superior, provisional, evitar incursiones bárbaras
- tras conquista de Dacia: Adriano eliminó estructura de madera
- puente destruido por Aureliano (270 dC)

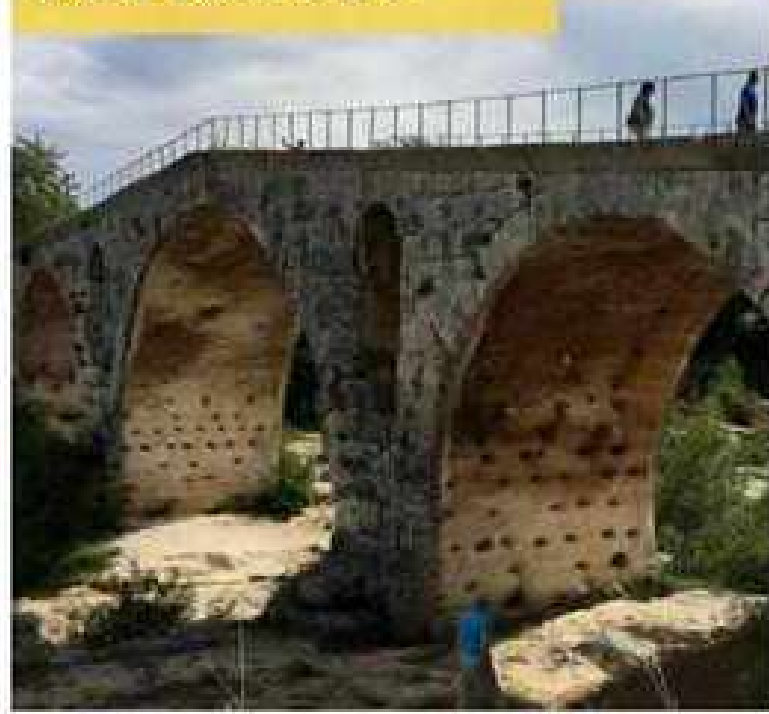
< 1906: decisión de **demoler 2 pilas** para facilitar navegación

- Comisión Internacional del Danubio

* Robos (de piedras / de grapas) (i)

- < **Puente Julien** (¿?), Vía Domicien (Francia)
- < **Grapas**: misión constructiva, no tanto en fase de servicio
 - Eran en doble cola de milano / selladas con plomo
 - Algunas de madera, la mayoría metálicas
- < **Saqueadas**
 - Uso para balas (plomo), por ejemplo
- < Hasta hace poco pasaban **camiones** perfectamente, aún sin grapas

Pont Julien: Historic Roman Bridge Near Bonnieux



Isaac
Moreno
Gallo

Pont Julien On The Via Domitia



Grapas... sin “grapar”



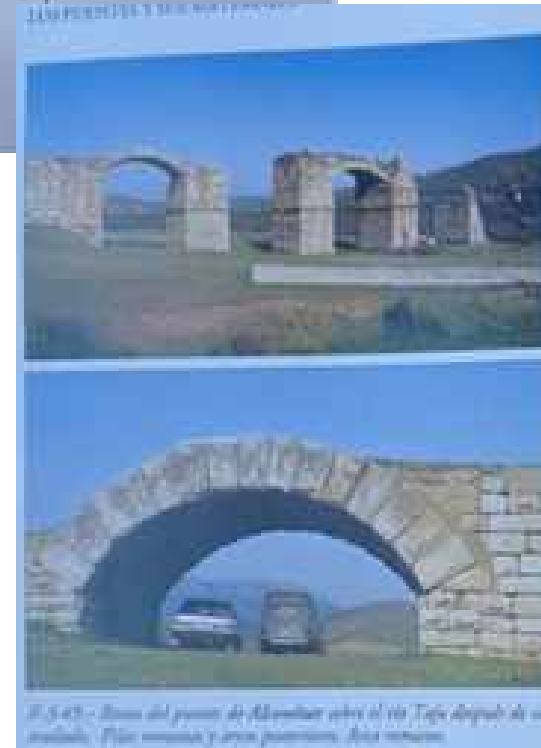


* Actuaciones inadecuadas (j) ¿ Nueva Poliorcética?

Puente del Burgo (Pontevedra)
Medieval
Precedente romano
Río Lézor – Pontevedra
Ensanche en paramento:
... con piedra
... directriz distinta



Puente de Segovia
Río Manzanares – Madrid
Siglo XVI – J. de Herrera
Ensanche:
... desplazamiento de un paramento
... bóvedas interiores de hormigón



Puente de Alconétar (restos)
Río Tajo
Arco romano
Tras su traslado al crear la presa de Alcántara



Puente de Larraga
Río Arga – Navarra
Ensanche: voladizos hormigón
Romano (¿?)

• Restauración (I)

(restos puentes romanos)

Aspectos:

< Sellado de juntas (¿?)

< Materiales usados

(recordar... San Juan de Ulúa - Veracruz - México)



B2) ÉXITOS... pese a todo

* N° de puentes:

< Ingeniero Colin O'Connor:

- 330 de piedra para tráfico
- 34 de madera
- 54 de acueductos

< Erudito italiano Vittorio Galliazo:

- 931 puentes (mayoría de piedra)

* Distribución geográfica:

< 26 países (V. G.)

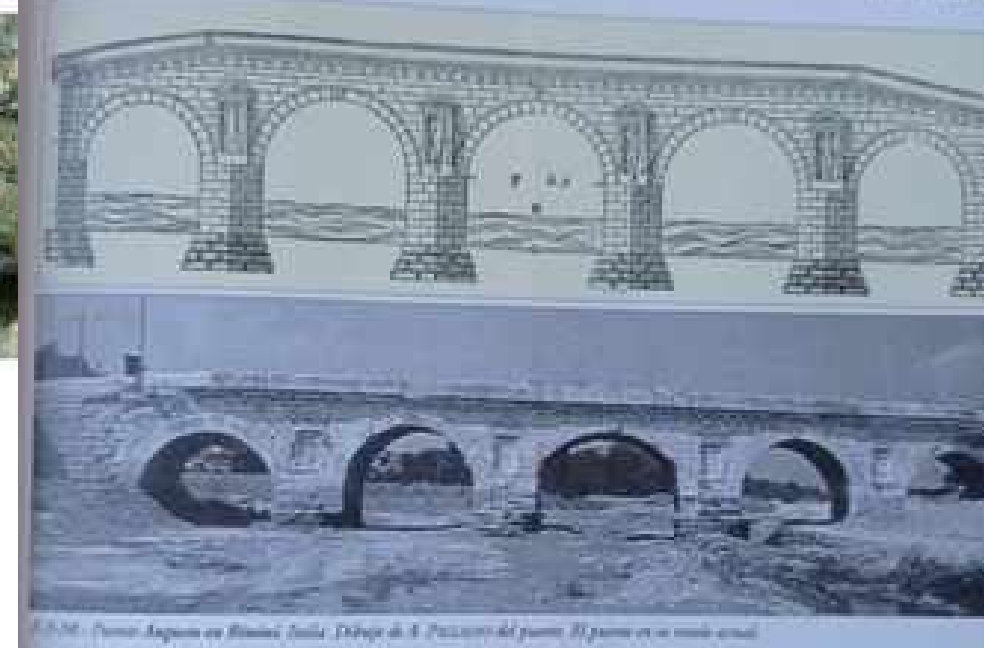
< España, Italia, Francia, Alemania, G. Bretaña, Portugal, antigua Yugoslavia, Suiza, Grecia, etc.

* Otros puentes romanos famosos de Hispania:

- < Alcántara
- < Córdoba
- < Salamanca



Puente de Segura
Romano



Puente Augusto
Rimini
Dibujo (A. Palladio) y estado actual

Puente de Mérida:

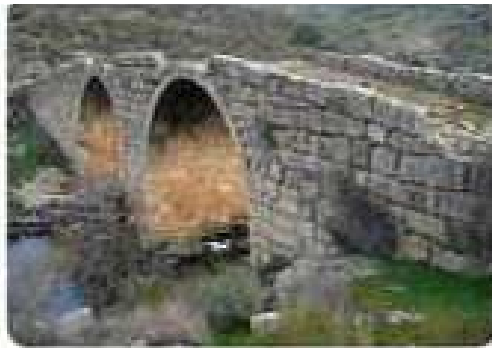
- Siglo I aC
- Longitud: 755 m
- Arcos: 62
- 2ª más largo (tras el del Danubio)



Puente Fabricio
Rio Tiber - Roma
El más antiguo



Puente Vía de Plata
Cáceres - España
Romano



Puente BIBEI:

- * Muy bien conservado
- * Aprovechamiento de rocas de base
 - < Granito pardusco y sillería horizontal
 - < Rústico
- * Estructura:
 - < L = 75 m; A = 6,5 m
 - < Pilares de 5 m de ancho
 - < 25 m de altura, desde lecho del río al arco central / suficiente para evacuar el agua de avenidas (iii)
- * Uso:
 - < Aún con tráfico, en Galicia
 - < Nunca perdió su función de obra útil / clave en conservación
 - < Actualmente: zona de paso de la vía autonómica OU-636, desde A Pobra de Trives – Larouco
 - < Y soporta el tráfico pesado (iii)



El Puente de Bibei, también conocido como Puente del Bibey, fue construido durante el **Principado del emperador Trajano (114-119 d.C.)** para formar parte de la **Vía Nova**, que conectaba Bracara Augusta (Braga) con Asturica Augusta (Astorga) y facilitaba el tránsito sobre el **río Bibei**. Se encuentra en la provincia de **Ourense**, entre los municipios de **Puebla de Trives y Laroco**, en un estrecho valle conocido como **Os Codos de Laroucos**.

3.- Canales

A) CANAL DE SUEZ

Antecedente del Canal de Panamá

* SUEZ

- MEDITERRÁNEO - MAR ROJO (Océano Índico)
- CABO DE BUENA ESPERANZA
- África
- FERNIDAND DE LESSEPS



* PANAMÁ

- Pacífico - Atlántico
- Cabo de Hornos - Estrecho de Magallanes
- América del Sur
- FERNIDAND DE LESSEPS + U.S.A.



B) CANAL DE PANAMÁ

B1) Situación



Sub índice:

B1) Situación

B2) Historia: previa y fase francesa

B3) Historia: fase norteamericana

B4) Canal

B4.1) Trazado. Esquemas funcionales. Elementos

B4.2) Fotos descriptivas del canal inicial

B4.3) Curiosidades. Datos adicionales

B5) Ampliación

B5.1) Esquemas funcionales comparativos. Elementos

B5.2) Fotos descriptivas de la ampliación

B5.3) Datos y descripciones adicionales de la ampliación

B6) Problemas actuales. Soluciones adoptadas

B7) El futuro de los canales interoceánicos

B2) Historia: previa y fase francesa

INICIOS

* **1881** (31 de enero):

- **Lesseps** partió con su familia hacia el istmo sin esperar la constitución legal de la compañía. Y con una comisión técnica internacional

Montó:

- organización
- administración

* **1882** (1 de enero): **inicio...**

- Primer golpe de pico, simbólico / personalidades
Bendición obispo de Panamá
- FERNANDA de L. - mecha 1ª mina la CULEBRA
- 1883.. Comienzo real

* **Lesseps** lo quería **sin esclusas**, como en Suez
< Eiffel, sí esclusas / pelea entre ambos
< Imposible sin esclusas: > excavación, rocas en especial

- **MAQUINARIA (01-01-1886) E INSTALACIONES:**

- 40 **Dragas**
- 10 chalanas para escombros
- 103 chalanas normales
- 29 remolcadores
- 171 **locomotoras**
- 129 locomóviles y máquinas semifijas
- 500 bombas
- 82 **excavadoras**
- 4.600 **vagones**
- 6.700 vagonetas
- **175 Km de vías** de 50 cm
- 3 talleres (1.000 m²)
- 2 talleres anejos
- 1 fundición

- **OBREROS Y PERSONAL:**

- PEONAJE: negros habituados al clima
- **40.000 obreros** inscritos
- SUBALTERNOS: blancos- aventureros (GAUGUIN)
- **DIRECCIÓN: 700 europeos**

- **EMPRESARIOS**

- Elegidos por Lesseps
- **Los mismos del Canal de Suez**
- COUVREAUX Y HERSENT: dan marcha atrás en menos de un año
Rescisión del contrato-indemnización
- Se da la primera quiebra

* PROBLEMAS

- Enfermedades y epidemias, debido al clima
- Dispendios
- Falta de organización y coordinación
- LA CULEBRA
- Error en cubicación
- Coste mayor de lo previsto / escándalo financiero
- Un terremoto
- Incendio de ciudad de Colón



* DISPENDIOS

- “Palacios” para los directores
- Sueldos fabulosos
- Banquetes y recepciones
- Orgías
- Indemnizaciones: prisa... pagos... no juzgados

* CLIMA / enfermedades / JUNGLA

- < Lluvia: alta frecuencia
- < Mosquitos (anopheles)
- < Malaria y f. amarilla: epidemias
- < Aislamiento de camas de hospital con botes con agua, para los bichos: criadero de mosquitos
 - < Trópico, abundante vegetación
 - < “Paisaje encantador”, según Lesseps
 - < Animales: caimanes, serpientes, arañas, etc.
 - < Muertes (22.000)
 - < Depresiones

La Culebra:

- * Corte de 8 millas
- * **Roca compacta, arcilla y material volcánico**
Dinamita
- * Más de 6.000 trabajadores en ese tramo
100 palas excavadoras
160 trenes
- * 100 millones de yardas (0,9144 m) cúbicas (0,76455486 m³)
- Enemigo: el **barro, la arcilla / lluvia / deslizamientos**
... a excavar + accidentes + > tiempo
- **Sepultación de personas y de medios**
1882 morían de 30 a 32 trabajadores cada día
- * 1886 (4º año) - rebajada sólo 3,50 m
- * Estabilización de escombros - lluvia
- * **Belgas y angloholandeses quiebra + indemnización**
- * Coste superior
- * **1889: - 9 m. Trabajos suspendidos**
- * **Idea de volver a esclusas: EIFFEL - 1886**
- * Lesseps acepta, con desagrado
- * Engaño: sería provisional

El **Corte Culebra** es un valle excavado artificialmente en **Panamá** en la sierra Culebra. Este corte o trinchera forma parte del canal de Panamá, y une el **lago Gatún** (y por lo tanto, el océano Atlántico), con el **golfo de Panamá** (el océano Pacífico). Este corte posee una longitud de **12,6 km desde** las esclusas de **Pedro Miguel**, en el lado Pacífico, **hasta** el costado del **río Chagres** en las **esclusas de Gatún**. El agua en el corte Culebra está a un nivel de 26 metros sobre el nivel del mar. **Paso actual difícil, estrecho, un solo "carril", con los prácticos**



QUIEBRA – ESCÁNDALO

* **ERROR - LESSEPS** (1881) - 600×10^6 - 8 años - CANAL

* Sucesivas **emisiones** (6) :

- No apoyo
- No confianza

* **Pagos:**

- < a Bonaparte – WYSE (concesión)
- < Compra FF.CC. a americanos
- < PRÉSTAMOS (iniciados antes que obras)

* **1888 (finales):**

- Devorados 1.500 millones
- Sólo quedaban 163 millones
- Petición al Parlamento para prórroga de los plazos de pago
- Negativa
- **Suspensión de pagos**

* 1889 (4 de Febrero): **Tribunal Civil del Sena:**

- Disolución
- Liquidador

* **FINAL:**

Abandono del material y la maquinaria, oxidación
Cementerio de personas y máquinas oxidadas

B3) Historia: fase norteamericana

El contexto y el expansionismo USA

* Guerra con España - Cuba - Flota por el estrecho de Magallanes

Necesidad estratégica (si no económica)

Expansión: Luisiana, Nuevo México



* Abril 1898 - Whashington - **Comisión Téc.- Nicaragua** (informe favorable)

Fin Canal de Panamá???

* Pero, esta opción se frenó: **NICARAGUA** / lago, menor excavación y menor montaña / situación política normal y favorable (no como Colombia) / problema: la Geología, los volcanes activos / los sellos de la SP de Nicaragua / riesgo / el Congreso USA votó la opción de Panamá (1902)

* **SPOONER ACT:** (26-06-1902)

Cámara + Senado U.S.A. (solamente 8 votos en contra)

Autorizaba al presidente de USA a preferir la vía de Panamá (esclusas) a la de Nicaragua (a nivel)...”... en el caso de que pudiera firmar un tratado satisfactorio con Colombia y obtener un título sólido de la nueva Compañía de Panamá para la venta de su concesión”. Obligó a USA a tener 3 negociaciones: GRAN BRETAÑA - FRANCIA - COLOMBIA

* **Diplomacia.** Intrepidez de **Buneau-Varilla**...

Diplomacia / **independencia de Panamá**, de Colombia / 1903 / revolución inusual / no sangre (1 muerto) /

T. Roosevelt (USA) / Tratado firmado 2 semanas después / negociador: Buneau-Varilla

No sólo canal gracias a dinamita, exterminación de mosquitos, maquinaria, etc.; también la **diplomacia** (previa)



NORTEAMERICANOS

(PUNTO DE VISTA ADMINISTRATIVO)

* SPOONER ACT: **Presidente USA**, jefe de trabajos en Panamá

ROOSVELT: nombra **comisión-Director general**

Discrepancias entre administrativos y técnicos

* **ROOSVELT: acude al ejército**

Coronel **GEORGE W. GOETHALS** (Army Eng. Corps)

- < Poder dictatorial - “**Gobernador** de la zona”
- < Centralizó: poder, policía, técnica
- < Rendir cuentas: sólo al presidente

- **Comienzo:** mayo de 1904

Fase técnica: 1907

- **Fin:** 1914

- **Guerras mundiales:** Canal = eficacia

(El general George Washington Goethals fue el ingeniero jefe del ejército estadounidense que supervisó con éxito la finalización del Canal de Panamá entre 1907 y 1914. Centralizando la autoridad, logró estandarizar las operaciones y su inauguración se oficializó el 15 de agosto de 1914. Su legado se honra hoy en el **Monumento a Goethals** ubicado en la localidad de Balboa)



(PERSONAL - SALUD) (I)

* **Lucha contra la enfermedad** (3 años)

- Equipos de “**oilers**”, vertían petróleo diario en nidos de larvas (charcos, cloacas, etc.)
- Fumigaron con: **insecticidas** (120 t), azufre, aceites...
- **4.000** personas sólo para eso / muy criticado
- Telas metálicas en las **ventanas y puertas**
- **Cuarentenas**
- **Agua potable**
- No medicina **Higiene / prevención... y, como consecuencia...**
- 1910 - mortalidad 0.5% (no 6%)
- Fiebre amarilla y malaria (mosquito “anopheles”) casi desaparecieron
- Tasas de enfermedad bajaron un 90 %

* **William GORGAS:**

(**William Crawford Gorgas**, Caballero Comandante de la Orden de San Miguel y San Jorge KCMG (3 de octubre de 1854 – 3 de julio de 1920) fue un médico estadounidense y el vigésimo segundo Cirujano General de la Armada de los Estados Unidos (1914-18). Es conocido por sus trabacascas para disminuir la transmisión de la **fiebre amarilla** y la malaria, por medio del control de los mosquitos que las transmiten, a partir de los descubrimientos realizados por el médico cubano **Carlos J. Finlay**, en un período en el que esto era considerado con escepticismo y existía oposición hacia dichas medidas de control. Nació en **Toulminville (Alabama)** y era el mayor de los seis hijos de Josiah Gorgas y Amelia Gayle Gorgas. Experiencia en Cuba)



(PERSONAL) (II)

* **POLICÍA**

- Policía montada - Coronel Perry Fyffe
- Poderes. Ahorcados. Prestigio

* **CIVIL**

- Goethalls: juzgaba y decidía

* **HUELGAS**

- Aviso repatriación a USA

* **BEBIDAS**

- Limitados a los SALOONS (se acostumbró a no beber)

* **DISTRACCIONES**

- Organizó sociedades deportivas y musicales
- Popularidad del CORONEL

* **RAZAS** – discriminación - explotación

Segregación racial (americanos)

Dos tarjetas diferentes / comida, trabajos peores, sanidad peor, etc.

* **Trabajo duro** para todos / salarios generosos (¿?)

Trabajadores antillanos (mayoría), de islas caribeños

* **Acción SOCIAL:** escuelas, hospitales, etc., en la franja conveniada



(PROVISIONES)

- Panamá: país improductivo
- Servicio de intendencia
- Desde USA: New York ó San Francisco (3.000Km)
- Sin demora
- También a esposa e hijos (25.000)

(MEDIOS)

- Materiales y maquinarias: impecables, modernas
Técnica mejor (25 años)
- Uso resto de los franceses. Era adecuado

(FINANCIACION Y COSTE)

- Ilimitada (no como los franceses)
Coste 400 millones de dólares (2 veces lo previsto)
- Sufragados íntegramente por el Gobierno USA, sin emisión de acciones ni préstamo público

(ORGANIZACIÓN)

- A millares se movían los obreros
“... siempre se ve una reducida cantidad de obreros en un mismo sitio y para una labor determinada”

(DIFICULTADES TÉCNICAS)

- Idénticas a los franceses
- La Culebra:
 - Trinchera (91 m de ancho)
 - Deslizamientos (32)
 - Problemas de descarga
 - Infiltraciones de agua

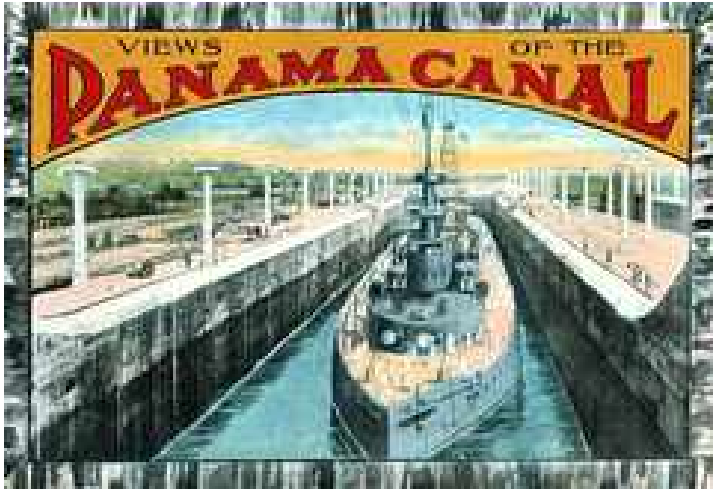
(ACCIDENTES-SALUD)

- 5.660 muertos (malaria, accidentes, deslizamientos, explosivos, etc.)

Escasa proporción de muertos

- Taludes peligrosos
- Explosivos (sólo 1 explosión prematura - 24 muertos)

INAUGURACIÓN



- **Primera nave:** 3 de agosto de 1914 - El “Cristóbal” (panameño)
- **81 Km** - puerto - canales - lagos - esclusas - puerto
- 1915:
 - **Inauguración**
 - Telegrama del Congreso USA a Familia Lesseps
 - Placa conmemorativa en honor a LESSEPS
 - GOETHALLS: discurso - admiración hacia los iniciadores



B4) Canal

B4.1) Trazado. Esquemas funcionales. Elementos

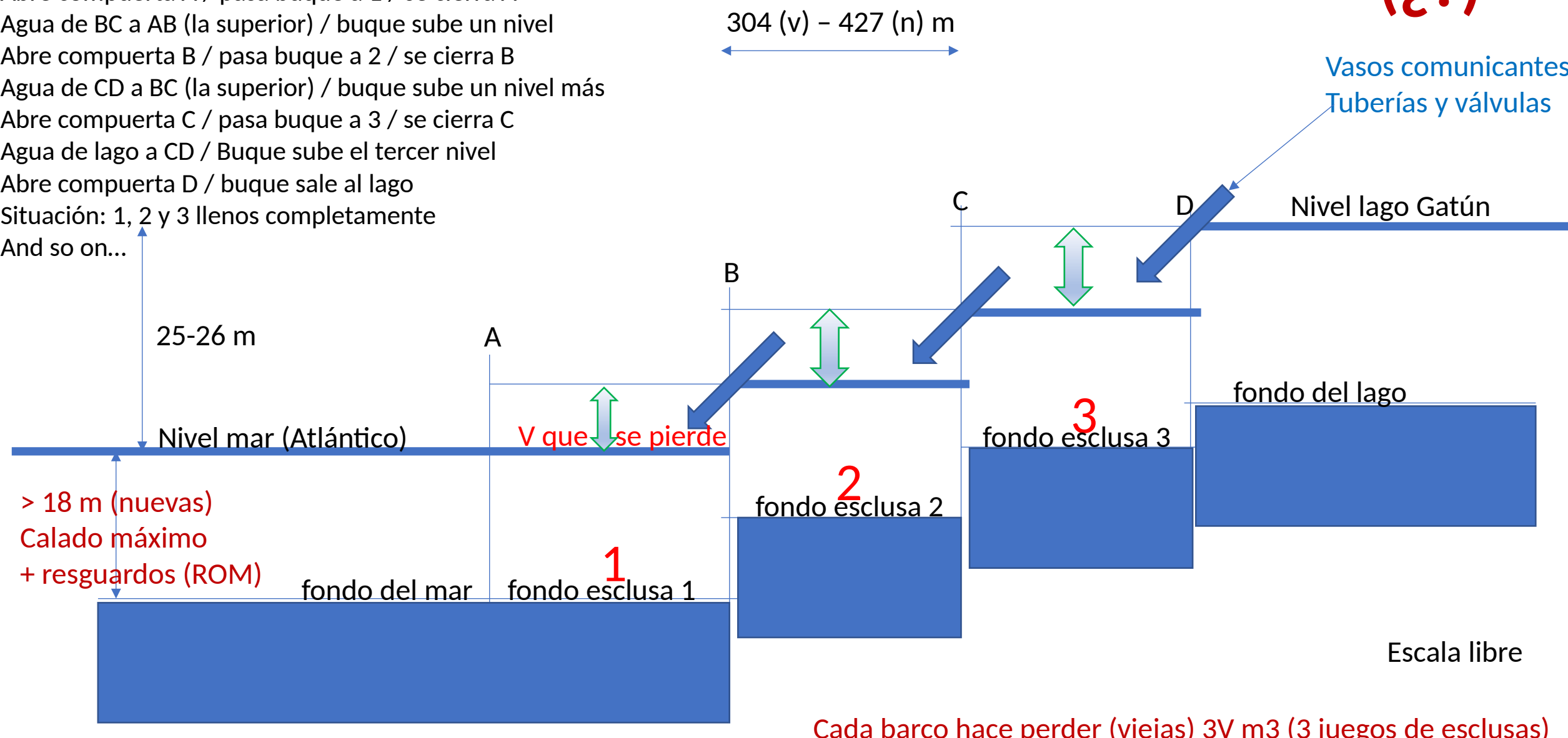


La Culebra

SUBIDA (Gatún):

Situación inicial: 1, 2 y 3 llenos completamente
Vaciar parte superior de A... al mar (se pierde)
Abre compuerta A / pasa buque a 1 / se cierra A
Agua de BC a AB (la superior) / buque sube un nivel
Abre compuerta B / pasa buque a 2 / se cierra B
Agua de CD a BC (la superior) / buque sube un nivel más
Abre compuerta C / pasa buque a 3 / se cierra C
Agua de lago a CD / Buque sube el tercer nivel
Abre compuerta D / buque sale al lago
Situación: 1, 2 y 3 llenos completamente
And so on...

!!!Sin TINAS (v)!!!
!!!A coordinar con gráficos de TINAS (n)!!!
(¿?)



Cada barco hace perder (viejas) 3V m3 (3 juegos de esclusas)

Compuertas:

- * Forma de > / la presión del agua las cierra mejor
 - * Huecas / casi flotan / apenas potencia para moverlas
 - Peso: 750 t cada una
 - * H compuertas de unos $18 + 1/3 \cdot 25 = 26,5$ m (variable) (> en Pacífico, por mareas)
 - * H compuertas de unos $18 + 1/3 \cdot 25 = 26,5$ m (variable) (> en Pacífico, por mareas)
-
- * Itinerarios dobles, un juego para subir y otro para bajar

Locomotoras o “mulas” (v)

- * Guían al buque
 - * Raíles (una vía a cada lado; en carrusel para adaptarse a las cotas) / eléctricas / cables de acero / 55 t
 - * Dos en proa, dos en el centro y dos en popa
 - * Evitan contacto del buque con muelles (2 pies de separación)
 - * Nuevo canal (n): remolcadores, en las zonas nuevas
-
- * Fuerza: la del buque

B4.2) Fotos descriptivas del canal inicial





B4.3) Curiosidades. Datos adicionales

- * **A elevar** buques: 85 pies (lago Gatún) sobre nivel del mar <> 25,9 m <> 8 pisos
- * **Pérdidas de agua:**
 - * $400 \times 45 \times 9 = 162.000 \text{ m}^3$ (¿?) (las nuevas, sin contar con las TINAS)) x 2 (juegos de esclusas)
 - * $305 \times 33,5 \times 9 = 92.000 \text{ m}^3$ aprox. (¿?) (las viejas) x 3 (juegos de esclusas)
- * Paso de 14.600 **buques/año**
- * **Peajes:**
 - * 1 tránsito: de 800.000 a 1.000.000 de \$USA
70 \$USA / contenedor lleno
Por peso / si van vacíos, menor peaje
 - * **Variable**, muy variable / incentivos
 - * 1.300.000 un **NEO PANAMAX**
 - * **Rentable**: 4.500 millones de \$USA de ingresos / año
Financian lo funcional, el mantenimiento, las inversiones, etc.
Autoridad del CP
 - * **Alternativa** de clientes: vuelta a América (si peaje mayor que costes de combustible, etc.)
 - * **El mayor**: 1.500.000 &USA
 - * **El menor**: 0,36 \$USA (un nadador por 10 días, según su peso)

8 de marzo de 2007



B5) Ampliación

B5.1) Esquemas funcionales comparativos. Elementos



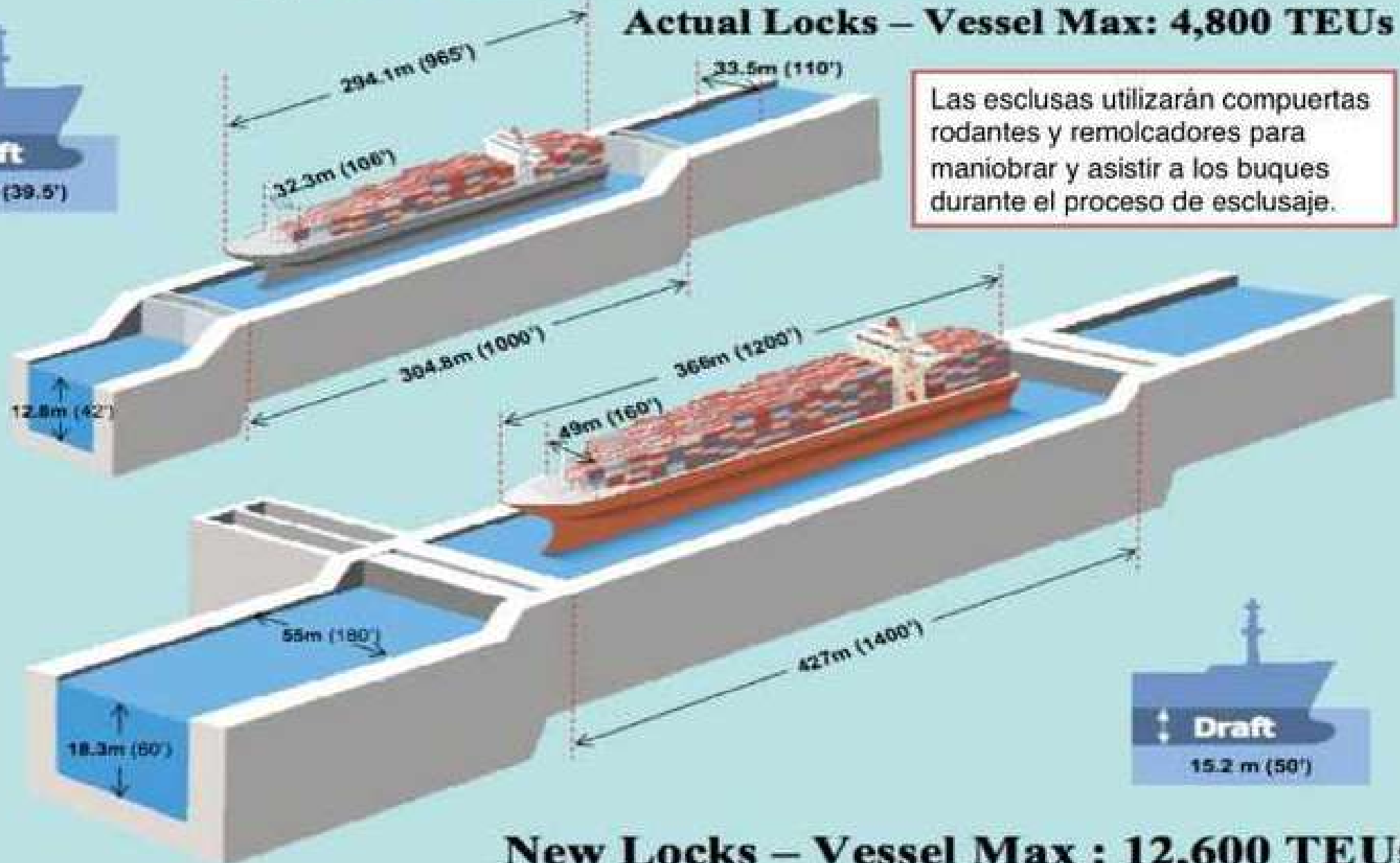


Esclusas de Cocolí

New Locks Dimensions

Actual Locks – Vessel Max: 4,800 TEUs

Las esclusas utilizarán compuertas rodantes y remolcadores para maniobrar y asistir a los buques durante el proceso de esclusaje.



New Locks – Vessel Max : 12,600 TEUs

- **Permite ahorrar** en el mejor servicio a los usuarios y clientes de la red
- **Aprender sobre** la demanda por nuestra red
- **Se utilizan** computadoras volátiles, más eficientes porque permiten un mejor mantenimiento
- **Con las** redes de phone se utilizan menos agua que con el sistema de las redes de cables, ya que con ellas ahorramos el 80% del agua utilizada



B5.2) Fotos descriptivas de la ampliación







B5.3) Datos y descripciones adicionales de la ampliación

- * 2007, nuevas esclusas / 2016 ya finalizada
- * Antes: recintos de 1.000 x 110 pies / buques PANAMAX
Cuello de botella
- * NEO PANAMAX / no pasaban / debían dar la vuelta al continente / < cuota de mercado / 13 a 14.000 contenedores TEUS de 20 pies (¿?) / 366 m de eslora
Buques triple de carga (¿?)
- * Recintos de 1.400 x 110 (¿?) x 60 pies
- * Tinas para ahorro (hasta 60 %) (¿?) de agua dulce (reutilización)
- * Coste de 6.000 millones de \$USA
- * Permite paso del 95% de buques del mundo
- * Canal: 10 % ingresos Panamá

B6) Problemas actuales. Soluciones adoptadas

Problemas

- * **Cambio Climático** / escasez de agua de lluvia (el Niño) (vulnerabilidad a agente incontrolable)
 - < Sequía **2023**: restricción tráfico, de 38 a 32 a 18 buques/día / 200 barcos en espera (días, semanas) / incrementos de costes, pérdida de ingresos, etc. / preferencias / impacto mundial
 - < Recuperación en **2024**
 - < Se esperan periodos de sequía importantes
- * **Capacidad insuficiente / limitada**, para buques de última generación y futuros (aún con la ampliación)
- * **Esperas** / capacidad insuficiente para el tráfico previsible
- ...

Medidas

- * **Nuevo embalse** / lago
- * **Canal SECO** (¿?)
- * **Dragado** del Gatún / mayor almacenamiento de agua
- * **Ahorros** de agua



Fila de espera de barcos en la bahía de Panamá.

Medidas adoptadas



En estudio



MEDIDAS DE AHORRO DE AGUA

Los registros confirman que desde hace dos décadas fluye menos en el territorio nacional, incluida la Cuenca Hidrográfica del Canal, que abastece de agua a la mitad de la población del país. Se trata de un déficit hídrico sin precedentes, que ha llevado al Canal de Panamá a redoblar las medidas que aplica para conservar agua y tener un uso más eficiente en las operaciones de la vía interoceánica.

LLENADO CRUZADO

Consiste en enviar agua entre los dos carriles de las esclusas panamás durante los tránsitos para reducir un porcentaje de su vertido al mar.

ASÍ FUNCIONA:



TINAS DE REUTILIZACIÓN

Se mantiene el uso de las tinajas de ahorro de agua en las esclusas panamás.



ESCLUSAJES SIMULTÁNEOS

En la medida en que la dimensión de los buques lo permita, transitan dos barcos al mismo tiempo.



SUSPENSIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LA HIDROELÉCTRICA DE GATÚN

Esta acción comenzó en octubre de 2019 para no utilizar agua del reservorio de Gatún a través de las turbinas.



COMPUERTAS INTERIORES

Consiste en hacer el esclusaje utilizando una de las compuertas interiores de la cámara superior, reduciendo la cantidad de agua que requiere para ser bombeada.



B7) El futuro de los canales interoceánicos

a) Una idea en marcha: el Canal Interoceánico del Chocó: el CANAL SECO

ACTUALIDAD

ECONÓMICA

LUNES 30 DE MARZO DE 1998 18

Estudio final dice que su construcción sólo sería factible en el 2022

Naufragó el canal interoceánico

Contrario a lo anunciado por Samper, el canal no será una realidad por ahora. El informe dice que el canal seco costaría US\$ 3.248 millones y debería hacerse cuando el de Panamá se sature.

Por **DIEGO HERNÁN CÁRDENAS**
■ **Asesor de EL TIEMPO**

El gran canal interoceánico que el presidente Samper propuso comenzar a construir en la región del Urubá durante su gobierno deberá esperar por lo menos 25 años más porque hoy en día no tendría ningún sentido ejecutarlo.

A esa conclusión llega el estudio final contratado por el propio Gobierno para analizar la factibilidad financiera y operativa de esa megobra, anunciada hace dos años y que fue considerada como una cortina de humo del Presidente para desviar la atención hacia un tema diferente al de la reorientación de su campaña.

El estudio final, conocido en exclusiva por EL TIEMPO, concluye que no hay carga para ese potencial proyecto, que los costos de la obra son altísimos, que nadie brindaría financia-

ción en la situación actual y que la mejor es esperar hasta el año 2022 para iniciar la construcción de un Puerto Terrestre Interoceánico (PTI) en la zona del Urubá.

El estudio tuvo un costo de 640 millones de pesos y se basó en tres aspectos: determinar la demanda potencial de carga que podría atender el proyecto; analizar los niveles tarifarios posibles con base en la oferta futura de conexiones ferroviarias y establecer la viabilidad financiera del canal seco o PTI.

La primera conclusión es que en los próximos 15 años el tráfico mundial de mercancías entre los Océanos Atlántico y Pacífico podrá ser atendido por el canal de Panamá y no se presentarán síntomas de saturación de su capacidad en el 2013.

Canal propuesto para el 2022

- Proyectos Ferroviario y Dos Puertos
- Longitud: 321 kilómetros
- Costo total: US\$ 3.248 millones
- Potencial de carga: 1 millón de TEU/año
- Velocidad del tren: 50 km/h.

VER CANAL/98

© 1998. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

b) Una utopía: el Canal Interoceánico del Chocó: el CANAL HÚMEDO

Oportunidad:

- * El Canal de Panamá: posible colapso
- * Longitud: 180 Km (a decidir según el trazado definitivo)
- * Ruta alternativa: 2 puertos, el canal y las “obras sociales”
- * El Canal del Chocó y sus consecuencias deseables para los habitantes del Chocó
- * Necesidad de coordinación de las “partes”, de los “agentes”:
 - * Comunidades y Negritudes: necesidad de su formación, de su participación
 - * Gobierno Colombiano y sus organismos
 - * Gobierno del Chocó
 - * Inversores... y el Concesionario
 - * Empresas privadas, nacionales e internacionales: consultoras, constructoras, de equipos

c) La competencia: otros proyectos

ALTERNATIVAS AL CANAL INTEROCEÁNICO DEL CHOCÓ:

- ... los posibles rivales o competidores... directos
- ... con el factor tiempo como “Espada de Damocles”
- ... con la oportunidad como concepto guía

c1) Ampliación 2ª del Canal de Panamá



Un canal SECO (Puerto - FFCC - Puerto)

Un segundo Canal de Panamá

- Independiente del actual / no nueva ampliación
- Situado cerca de Colombia
- ¡¡¡A nivel!!!



c2) Canal en Nicaragua



Canal de Nicaragua: megaproyecto sin futuro

El Canal de Nicaragua es la obra más grande y polémica del país centroamericano, y la construcción es más incierta que nunca. Sin embargo, las protestas en su contra siguen. (27-04-2017)

POLÍTICA | 27/04/2017



Nicaragua: Al y Blanca Jagger piden a Gobierno de Ortega parar el canal

Amnistía Internacional (AI) y la activista Blanca Jagger instan a Daniel Ortega a "detener inmediatamente" la construcción del canal interoceánico, que viola los derechos humanos y causará graves daños al ecosistema. (23-08-2017)

POLÍTICA | 23/08/2017



Más de 6.000 campesinos marchan contra el canal en Nicaragua

Si bien la construcción del polémico proyecto aún no ha iniciado, líderes campesinos aseguran que el propósito del Gobierno y la firma china KOWI es "apoderarse" de una gran cantidad de territorios. (14-06-2017)

POLÍTICA | 14/06/2017

Estimación de coste: 40.000 millones \$USA

c3) El corredor interoceánico en México

*El corredor del Istmo de Tehuantepec se convertirá en una **alternativa** de conexión entre ambos océanos más económica y veloz que el Canal de Panamá.*

El Gobierno mexicano pretende completar este año un tramo de 213km del corredor **ferroviario** del istmo de Tehuantepec, de 300km de longitud, aunque el avance no llega al 70%.

También conocida como Línea Z, la obra consta de cinco tramos y actualmente su progreso es de 64,4%. El corredor interoceánico de 20.000 millones de pesos (**US\$1.000 millones**) está diseñado para crear una plataforma logística entre el **puerto de Salina Cruz**, en el estado de Oaxaca, en la costa del Pacífico, y el **puerto de Coatzacoalcos**, en Veracruz, en el golfo de México, para competir con el canal de Panamá.



Va OR-B

2 puertos fluviales + dragado río



d) Aspectos relevantes

Tipo de solución: CANAL SECO o Húmedo

* ¿Ventajas del canal SECO, con respecto al HÚMEDO?

- > Costes de instalación menores
- > Costes de mantenimiento menores (¿?)
- > Menor tiempo de construcción (¿?)



* ¿Inconvenientes del canal SECO, con respecto al HÚMEDO?:

- > **2 puertos MEGA** a ambos lados / transporte intermodal / posible interferencia con los puertos colombianos actuales, especialmente con el de Buenaventura en el Pacífico / el HÚMEDO sólo necesita los abrigos
- > **Buques de pasajeros: inutilidad**
- > Aprovechamiento **SOCIAL: mucho más limitado**, o casi inexistente
- > Mayor “**sensibilidad**” al terrorismo
- > **Tiempos** (recorrido en tierra, esperas): mayores, o mucho mayores
- > **Buques a ambos lados**: coordinación y necesidad de dos
- > **Fauna: atropellos**, descarrilamientos, retrasos
- > Necesidad de **consulta a Navieras (+)**: creemos que valorarían mucho mejor el HÚMEDO y el paso directo de sus buques
- > **Dependencia de Panamá** y del Canal de Panamá en el caso de que se decidiese que los dos puertos del canal SECO sólo trasvasasen una cantidad determinada de contenedores en un lado para recuperarlos, el mismo barco al otro

lado y permitir

CALADO, no por la eslora y la manga,

necesitasen de dichas actuaciones. Además

continuar su trayecto, quizás debiendo recorrer muchas millas

que puedan pasar los buques por el Canal de Panamá. Esto se vería afectado pues por el

por lo que sería altamente improbable que hubiese muchos casos de buques que

de la necesidad de pasar por el puerto del otro lado para poder

adicionales.

Presupuesto por etapas o fases de inversión: desglose (a verificar y comparar con el eje Y)

H) RESUMEN de la previsión de costos								
* Costes totales:								miles de dólar. USA
	* Sumatorio de Q1 a Q9					Q1	400	
						Q2	2.000.000	
						Q3	1.000.000	
						Q4	1.050.000	
						Q5	1.050.000	
						Q6	7.500.000	
						Q7	105.000.000	
						Q8	1.050.000	
						Q9	10.000.000	
							128.650.400	X
	* Costes de amortización (estimación media del 4% anual de los costes totales)							
	A definir según los intereses del Mercado						¿?	
	* Devolución de la inversión (con la amortización)						0	
	* Beneficios esperados: a definir por el cliente						¿?	
	* Imprevistos y redondeo: a definir con el Inversor (previsión al tratarse de						¿?	
	una obra muy singular y problemática por su entorno							
	TOTAL						¿?	

4.- Puertos y obras marítimas

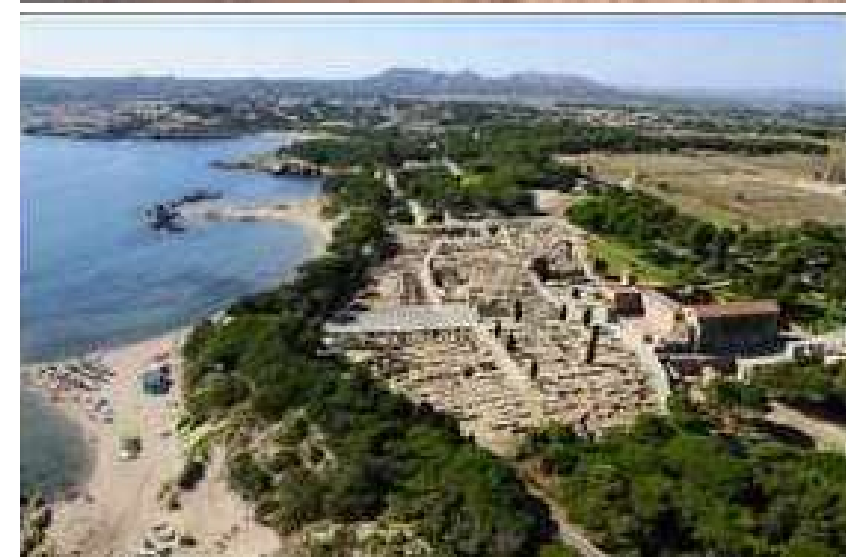
A) Puertos Romanos

¿Restos... “a la vista”...
de Puertos época Romana?

Apenas... ¿por qué?



Ampurias



Cesarea Marítima (Israel) en primer plano puede observarse los restos del puerto romano.



Excavaciones arqueológicas del imperio romano del puerto de Trajan...

Infraestructuras típicas de un puerto



Instalaciones de varada (varadero y elevador)

Pavimentos

Edificios

Instalaciones

Drenajes

Elementos de amarre y defensa

Señalización marítima y balizamiento

Movimientos de tierras: **dragados**, excavaciones, rellenos

Decisiones

- (I) Ubicación
- Tamaño
- (II) Planta general:
 - **Bocana** /dique y contradique / entrada de oleajes oleajes (<) / entrada de embarcaciones
 - Muelles / alineaciones / espejo de agua y...
 - Zona de tierra: distribución de instalaciones y servicios
- (III) Diques: secciones
- Muelles: secciones

* Puertos: voluntad de los emperadores

< Quizás contra el criterio de los ingenieros / La lucha contra la arena



Criterios o variables decisión:

- Topografía, **batimetría**
- Geología, **geotecnia**, naturaleza de los fondos)
- **Oleajes**, Clima Marítimo
- **Dinámica litoral**
- Ríos, barrancos, cuencas fluviales
- Impacto Ambiental / paisajístico
- **Impacto Social**
- Accesos terrestres y comunicaciones
- Buques de proyecto / demanda
- Condicionantes legales / urbanísticos / Planes

(I)
Ubicación (y criterios)



* Puertos: voluntad de los emperadores

< Quizás contra el criterio de los ingenieros / La lucha contra la arena



Puerto de Ostia
Localización de excavaciones

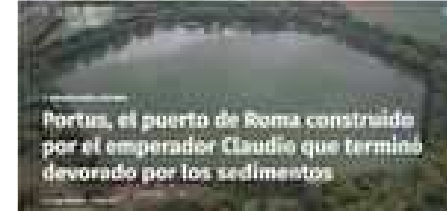


Derek Jacobi

Tesis doctoral
José
Ferrandis
Montesinos

* Planta de Ostia





* Claudio: ampliación del puerto exterior

- < Dos grandes diques convergentes, de unos 600 m de longitud cada uno
- < 69 Ha
- < Abierto directamente al mar por un lado
 - Comunicado con el río mediante un canal en la parte sur
 - Protegido de los vientos predominantes (¿?) suroeste (azotaba la desembocadura)
- < 42 dC... Claudio... dos “muelles” semicirculares, a 4 km al norte de la colonia (¿?)
- < Bocana de unos 350 m
 - Isla en medio de la bocana: dos bocanas más estrechas
 - En la isla: el faro
 - Isla: construida hundiendo el mayor barco de la antigüedad, de 104 m de eslora (170) / 2 entradas / cargando piedras y cemento, a 7 m de profundidad (barco que ordenó construir Calígula para transportar el gran obelisco desde Egipto)
 - (isla de 250 m de longitud, quedando dos bocanas de unos 50 m cada una)

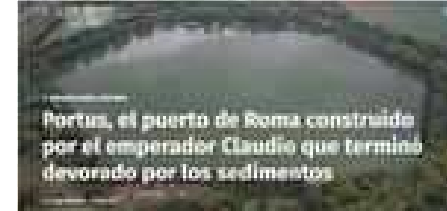
* Inauguración: año 54 dC

- < Puerto de Claudio... inaugurado con Nerón y conocido como Portus Augusti Ostiensis
- < Nombre inicial: Portus / Nerón añadiría Augusti

* No eficaz:

- < Un temporal, en el 62 dC, hundió en su interior a más de 200 embarcaciones con trigo
- < La Naturaleza seguía su curso, y la arena seguía “inundando” el puerto / pérdida de calados
 - No pudo frenar la acción de la Naturaleza, los aterramientos / vida corta
 - Ingenieros advirtieron que no era la situación adecuada: sedimentación
 - Reinado de Trajano: arena casi deja inservible el puerto / necesidad de acometer obras
- < Se prolongó un espigón (¿?) hacia el Tíber... que no evitó, pero sí demoraba sus efectos, el aterramiento
- Siguió esa lucha largo tiempo... hasta que...

Puerto de Ostia (ejemplo)



* Traiano:

- < Por ello, **113, Trajano...** empezó a construirse un segundo **fondeadero**, de forma **Hexagonal**, más apartado de la costa **Fossa Trajana**, (a pesar de que coincide con el puerto de Claudio) de 39 Ha que debía amortiguar el oleaje
- < **Unido al precedente** y al Tíber por la Fosa de Trajano, actual canal de Fiumicino / transporte fluvial a Roma
- < Dársena interior que hoy día **se conserva**
- < **Cientos de obreros** / estibadores (*sacarii*) / pregoneros / buceadores (*urinarii*) (rescates, limpieza, construcción)
- < Se envolvieron las dársenas con **muros**, en estructura hexagonal...
- < El nuevo puerto remodelado por Trajano se mantuvo en servicio **2 siglos**

- * Este puerto no se descubrió hasta el siglo XX / excavaciones aeropuerto de **Fiumicino** en Roma
 - < Bajo el aeropuerto están parte de los restos del “Portus Romae”

- * Dificultades... decisión (época de **Trajano** también) de otro puerto
 - < Lejos de la influencia del Tíber. A **40 km al norte** del anterior
 - < **Planta similar** al de Claudio: 2 diques desde tierra, convergiendo
 - < No isla en **bocana**... sí antemuro
 - Interior del antemuro: tinglados (100) para los barcos...
 - < “Centum-Cellae”... lo que hoy es Civita-Vechia

Manuel
Novoa



“Centum-Cellae”,
el puerto de Trajano

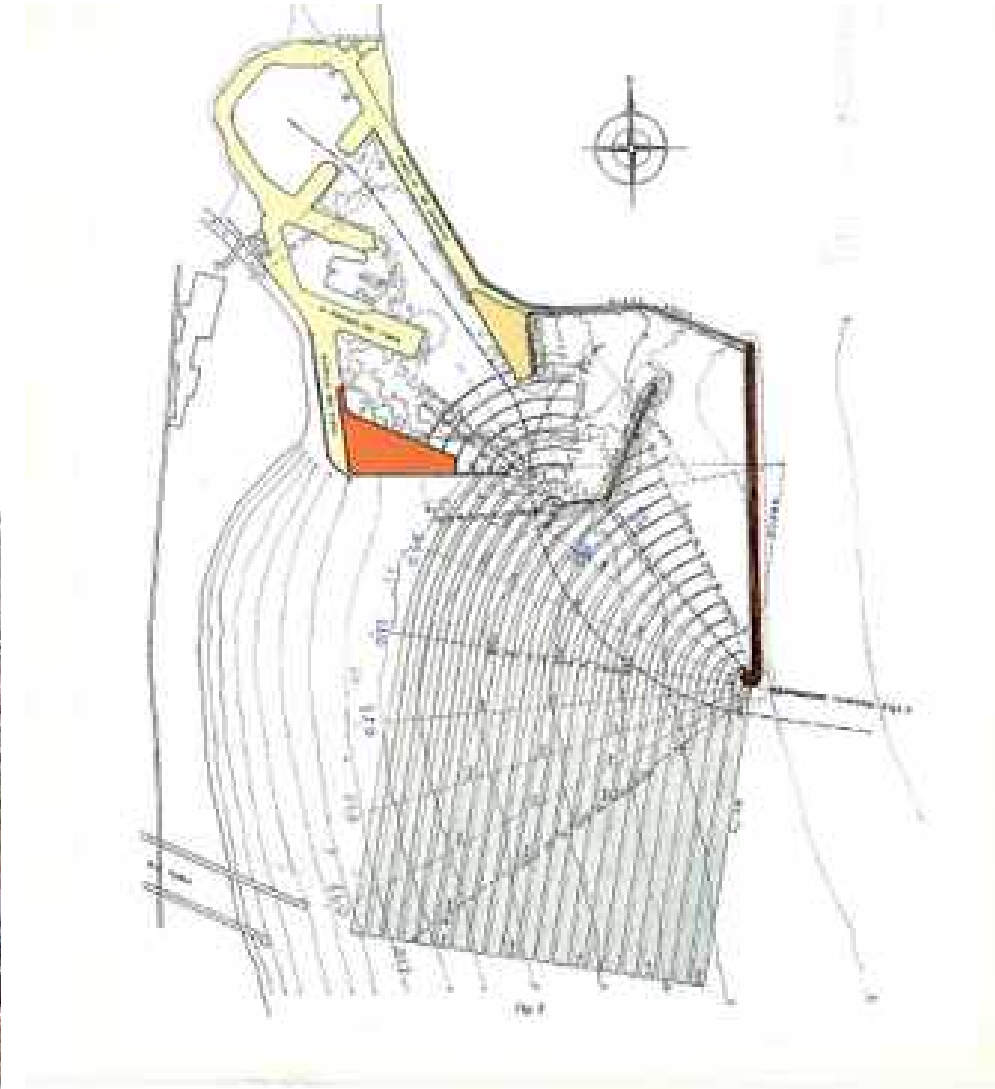


Planta general (II)

Ejemplos de plantas de puertos

(¿?) , en la Costa Azul

Puerto de Beaulieu (Francia)



Puerto de Valencia (años 70)

- * **Coordinación, en la bocana, entre:**
 - < Limitación de entrada de oleajes... y...
 - < Acceso adecuado de embarcaciones en las peores condiciones...
 - < ... INFINIDAD de soluciones

Puerto de Ostia

Film BEN HUR... ¿se podría uno imaginar a Charlton Heston entrando, como remero, en el puerto de Ostia, evitando estrellarse o romper remos?
... TRAMPA!!!

Reconstrucción teórica de 1571
Puertos de Claudio y Trajano
Isla de Faro
Fossa Traiana... luego... Canal Fiumicino
(Ambrosio Brambilia)



Reconstrucción hipotética del puerto
Incluye dársena interior, posterior, de Trajano

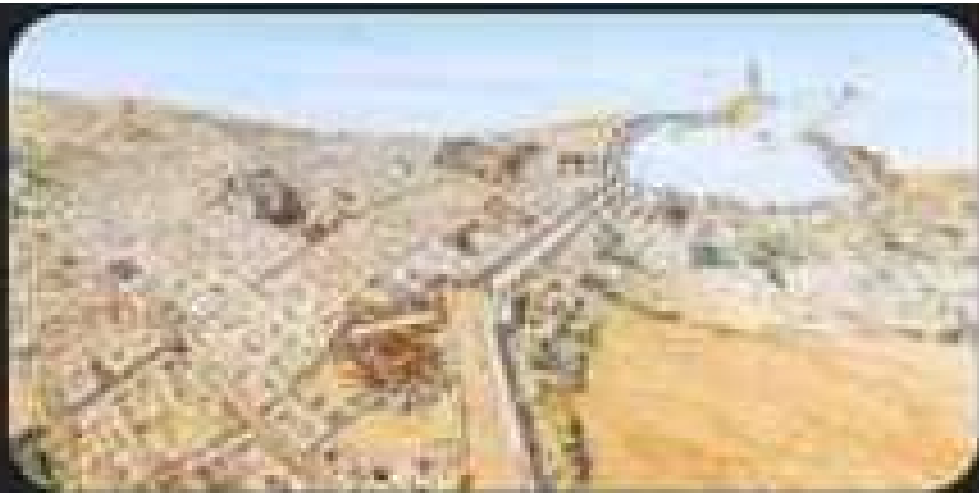


Puertos romanos, no en Italia

* Puerto de **Leptis Magna**

- < A 120 km de Trípoli, en Libia
- < Obras romanas iniciadas por Nerón y terminadas por Septimio Severo
- < Uno de los más conocidos puertos romanos

Reconstrucción idealizada del puerto de Leptis Magna



Libya - Lebda (Leptis Magna) -



Puerto de Cartago

Fenicio – Cartaginés

Destruído por los Romanos



DIQUES(III)

(veamos primero lo actual)



Dique en talud, con espaldón

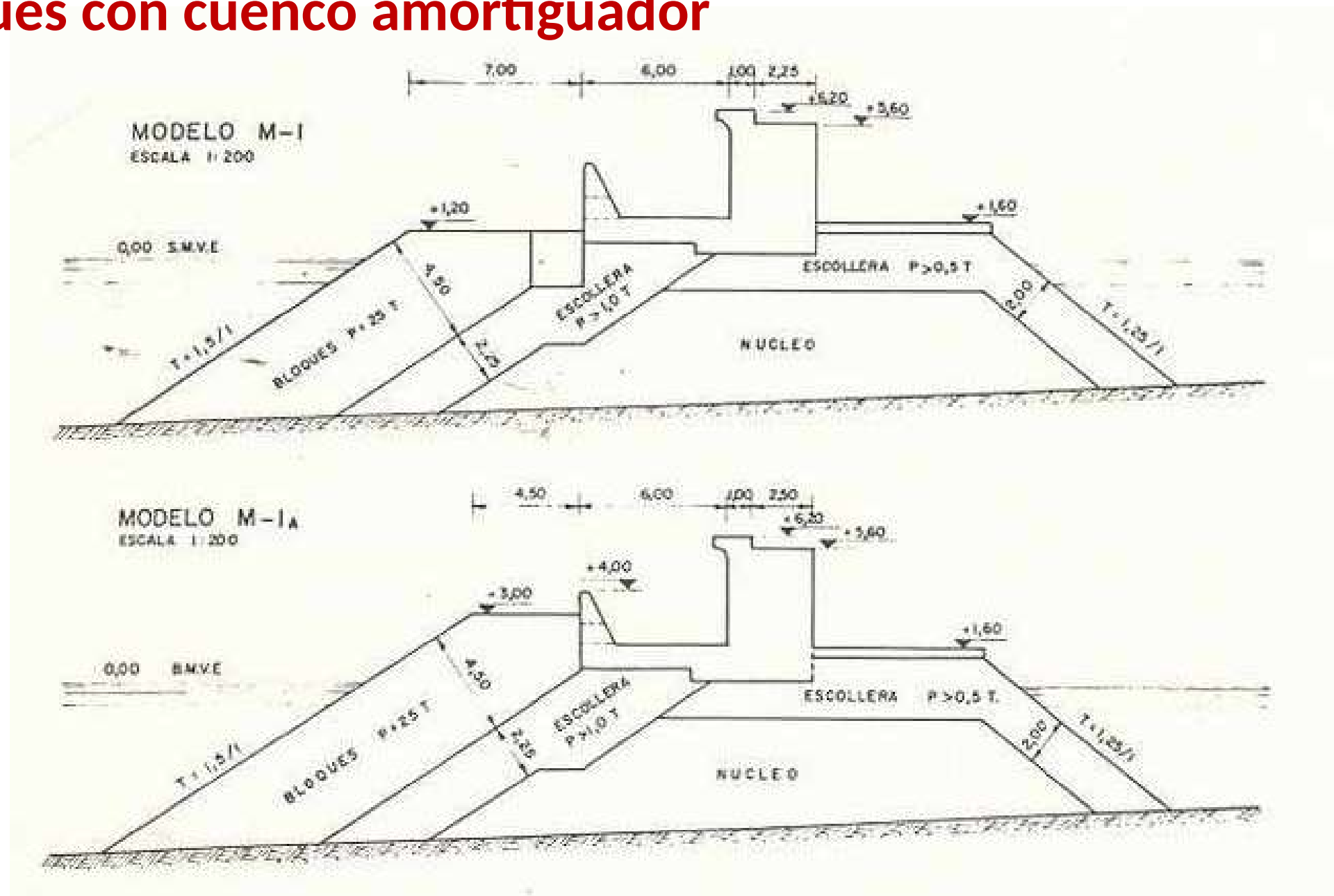


Materiales

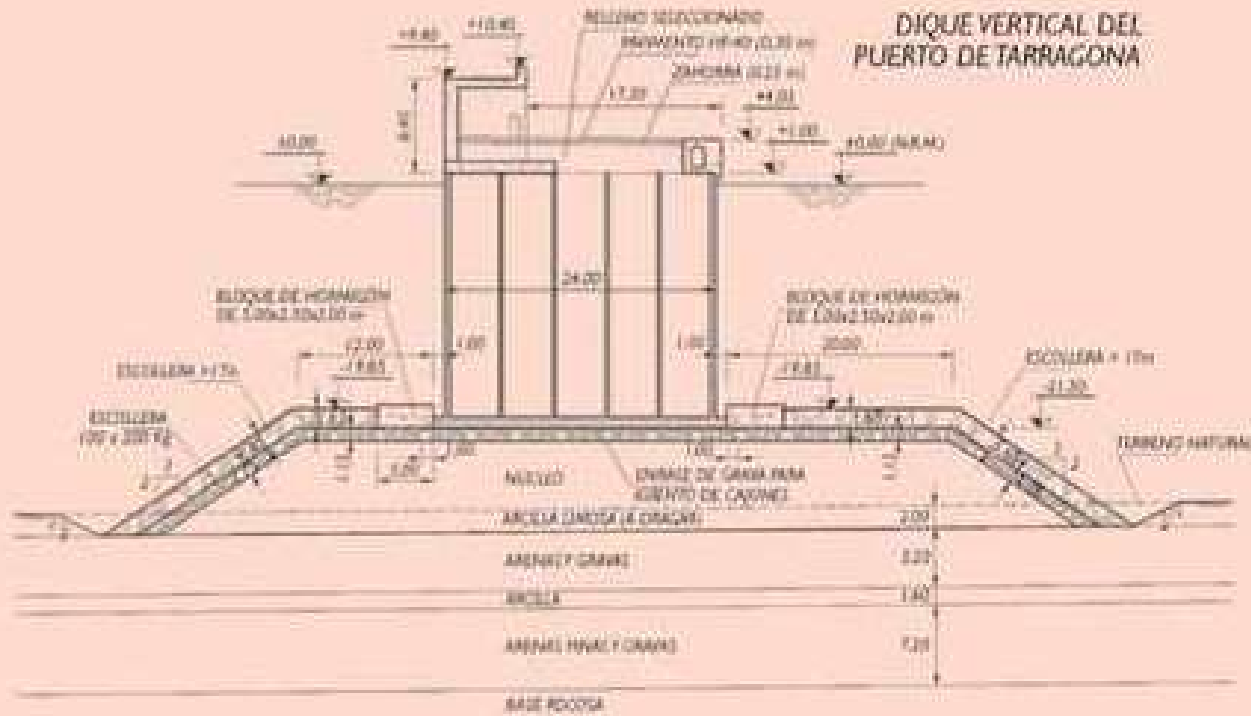


- Escolleras en...
 - Base dragada
 - Núcleo
 - Mantos
- Hormigón ciclópeo en...
 - Espaldón
- Elementos prefabricados de hormigón en manto principal
 - Bloques
 - Tetrápodos
 - Cubípodos y otros

Diques con cuenco amortiguador

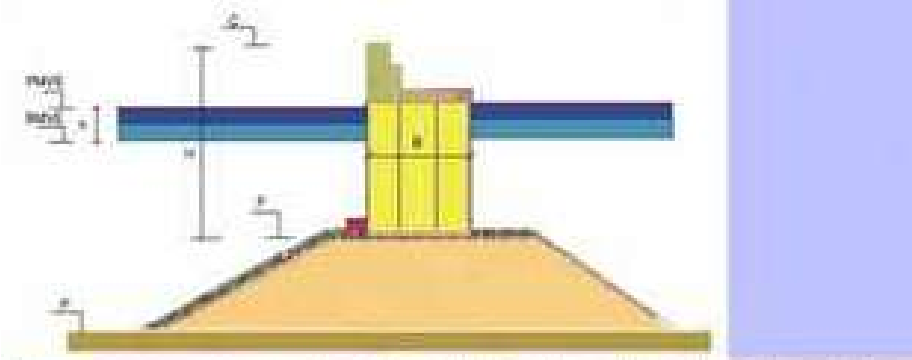


Dique vertical. Diseño



* Diseño:

- < A partir de otros casos
- < Modelo reducido, laboratorios

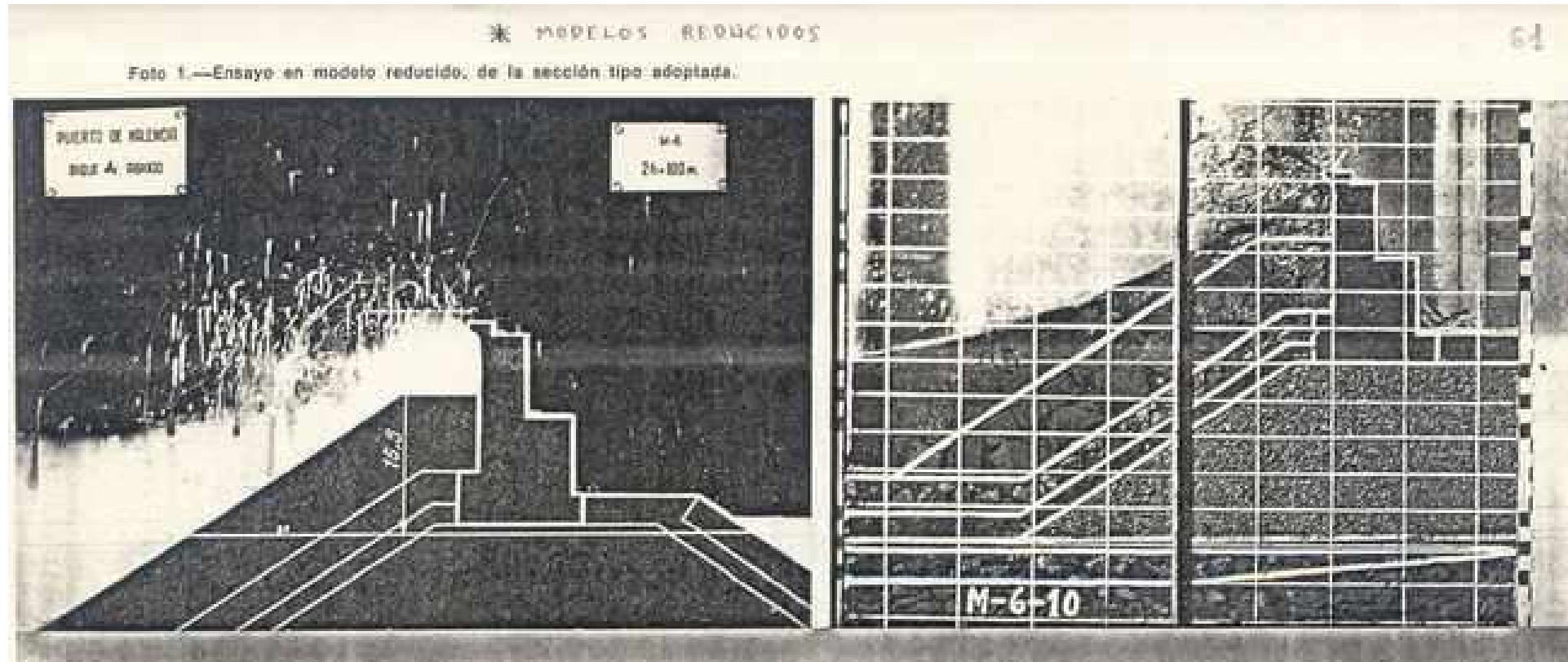


Localización	L(m)	P(m)	F(m)	C(m)	B(m)	H(m)	H _{0.9}	h
Dique Norte-Gijón	1.600	30,00	-25,00	24,00	32,00	49,00	6,50	4,60
Dique de Isla Verde-Algeciras	2.000	46,00	-31,60	7,50	21,40	38,30	6,11	1,30
Dique Reina Sofía-Las Palmas	600	45,00	-26,00	12,20	24,00	38,20	7,30	3,00
Dique Surcoasta-Cartagena	1.650	50,00	-28,00	8,00	24,00	36,00	8,09	0,00
Tarragona	736	30,00	-21,50	8,00	24,00	29,50	7,00	0,00
Dique de Bortoc-Bias	615	25,00	-20,00	7,00	21,10	27,00	6,30	0,00
Dique de Málaga	1.200	20,00	-20,00	10,00	21,10	30,00	6,30	0,60
Dique de Motril	560	20,00	-12,00	7,50	21,10	19,50	6,30	0,60
Dique Sur-Barcelona	1.500	20,00	-15,00	11,00	24,40	26,00	6,35	0,00

José Anta
Álvarez

Hasta aquí lo actual... ¿y los Romanos?

Modelos reducidos (laboratorios)



¿Cómo los diseñaban los romanos?

* Factor de escala:

< resuelto por la experiencia y comparación de ensayos

< normal: $> 1/40$ a $1/60$ (nunca $1/100$)

< bloques, cubípodos, etc.: no de Hormigón (difíciles de usar), sino de resinas especiales, misma densidad

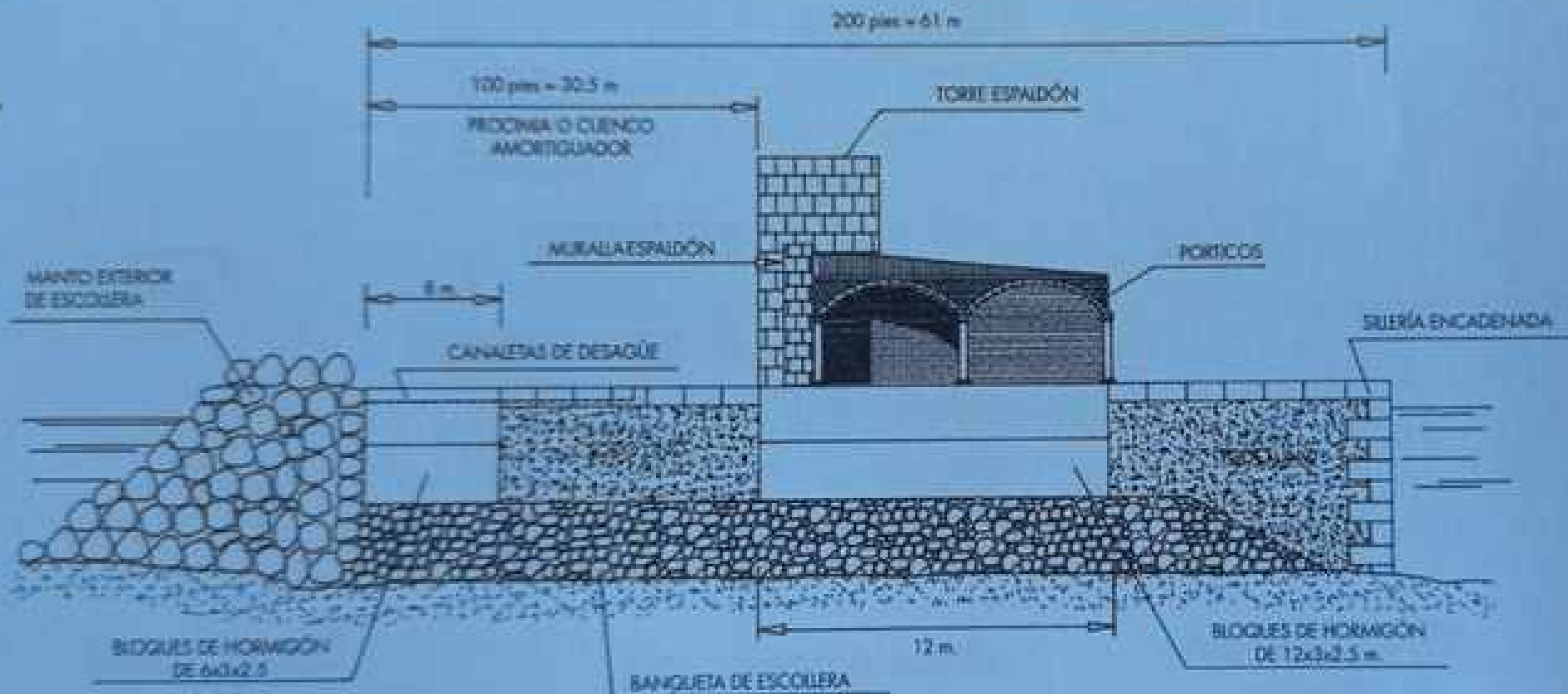
Diques romanos

¿Simular comportamiento - canales?

Definir escolleras de protección exterior (¿máx. 5 T?)

Avance y desarrollo portuario
en la Roma antigua

JOSE MANUEL DE LA PEÑA OJAS (*)



21 a 9 aC
Herodes

FIGURA 14. Reconstrucción de la sección del puerto romano de Cesaréa Marítima, Sebastos – Israel. (Prado y Peña, 1995; Peña, 2001).

- ## Diques verticales de hormigón en masa

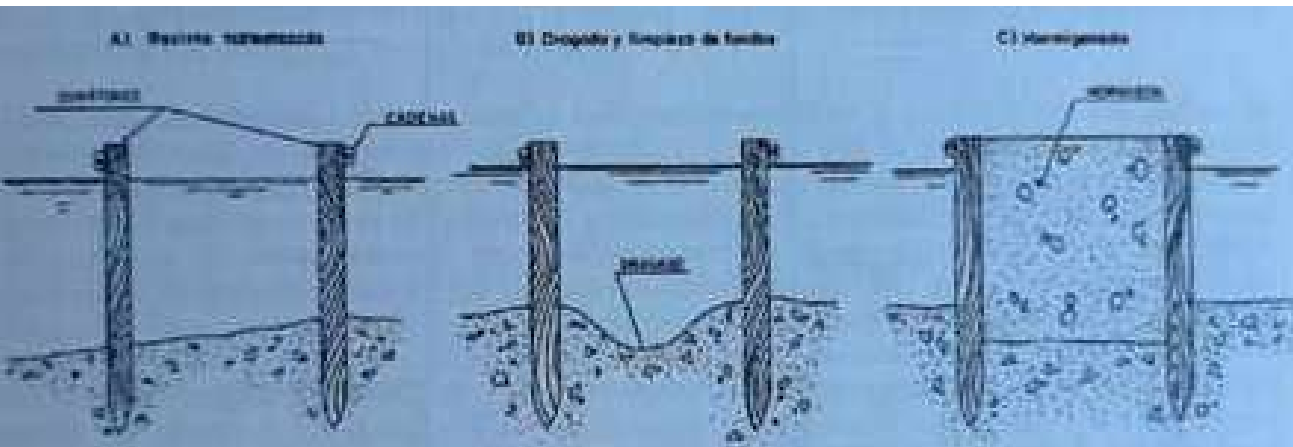


Figura 5.- Proceso constructivo de un dique vertical o muelle de hormigón en masa según Vitrubio (V-13).
(Fuente: de la Peña, Prada, Redondo, 1993)

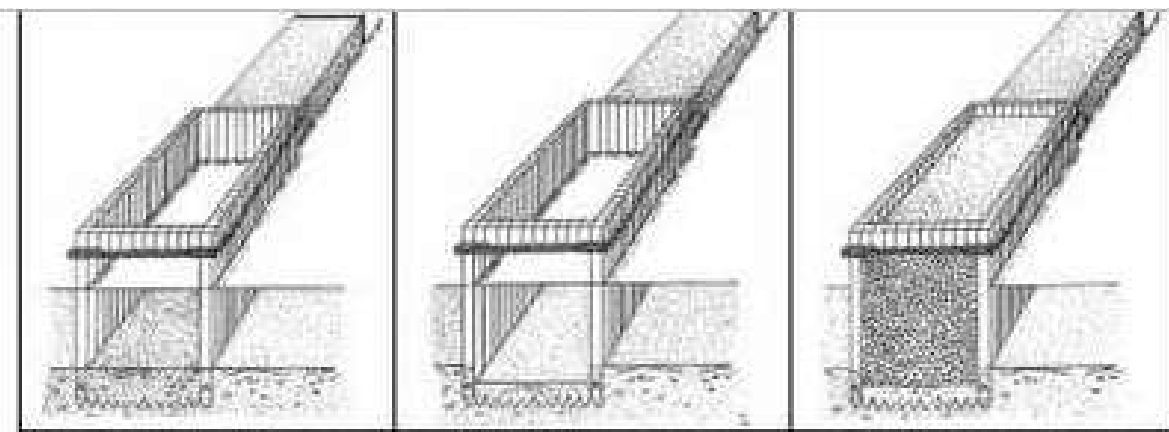
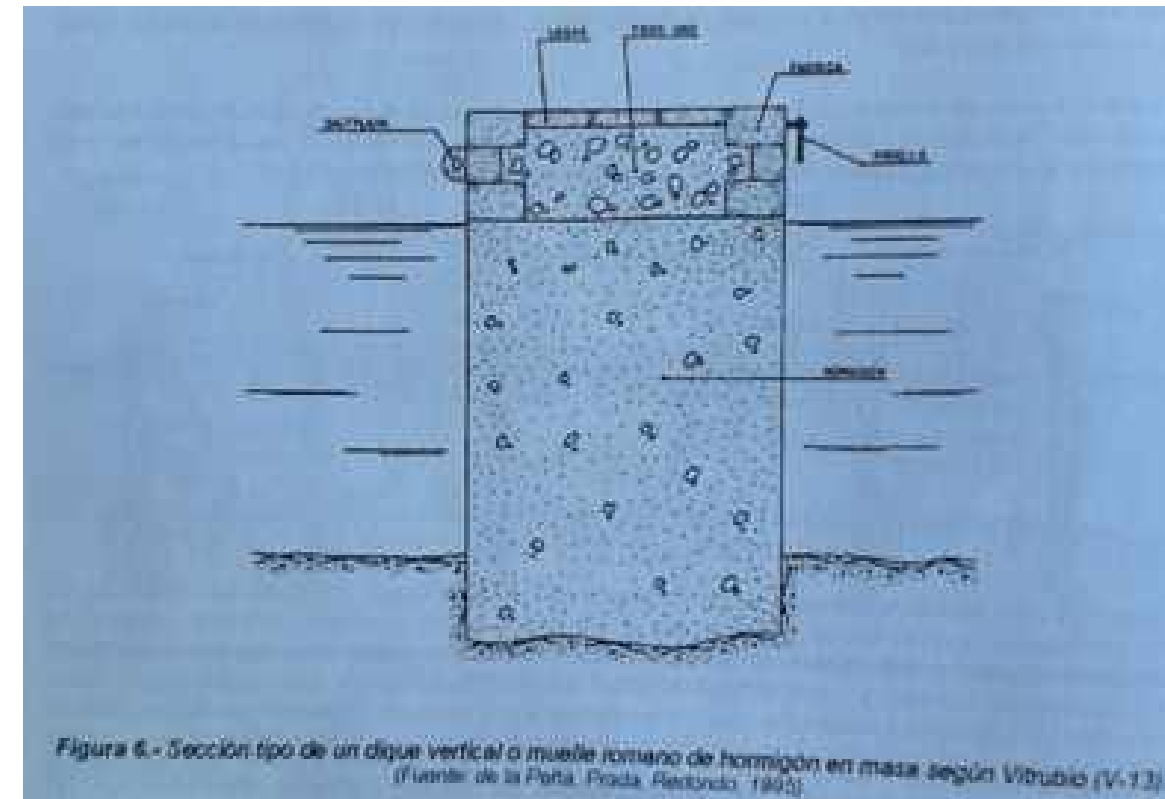


Figura 4: Fases constructivas de un dique/muelle de hormigón en masa

- a): Recinto tabicado con cuarterones de madera y rigidizado con cadenas-visión interior
- b): Dragado del fondo hasta alcanzar firme
- c): Hormigonado

: Similar comportamiento

¿Simular comportamiento - canales?



B) Valencia, su Puerto (un par de ideas)

1686 - Proyecto de Thomas Güelda

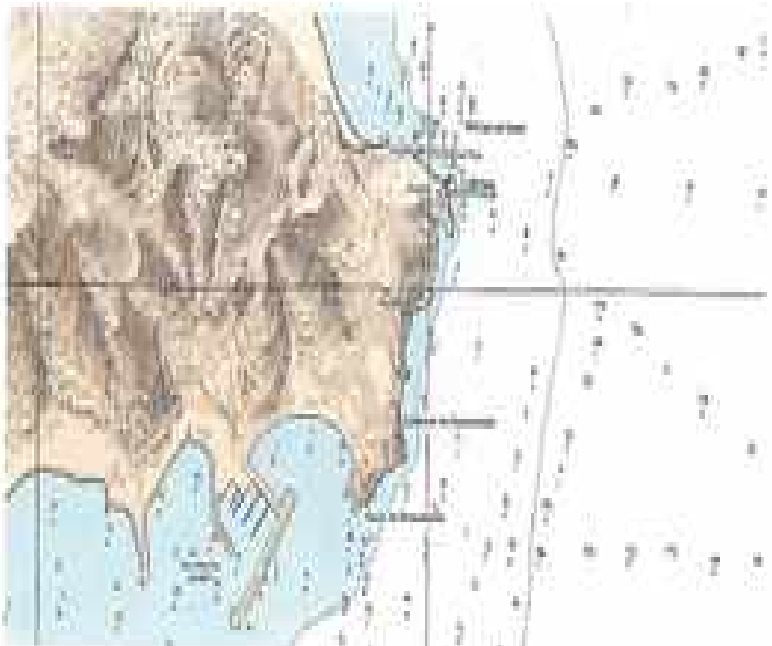
- Modificación de uno anterior (Evaristo Barberá, no construido)
- 460 metros
- Diseñado para proteger frente a aterramientos
- Idea de desvío del río Turia (situado al sur)
- Construido... fracaso por
 - aterramientos
 - escasa longitud
 - lento y torpe avance de las obras



Acerca de su ubicación

1764 (entre los dos anteriores) – Proyecto de puerto en Cullera

- No existe documentación
- 45 km al sur
- Montaña de apoyo
- Canales de navegación hasta Valencia
- Rechazado
 - costes
 - presiones políticas

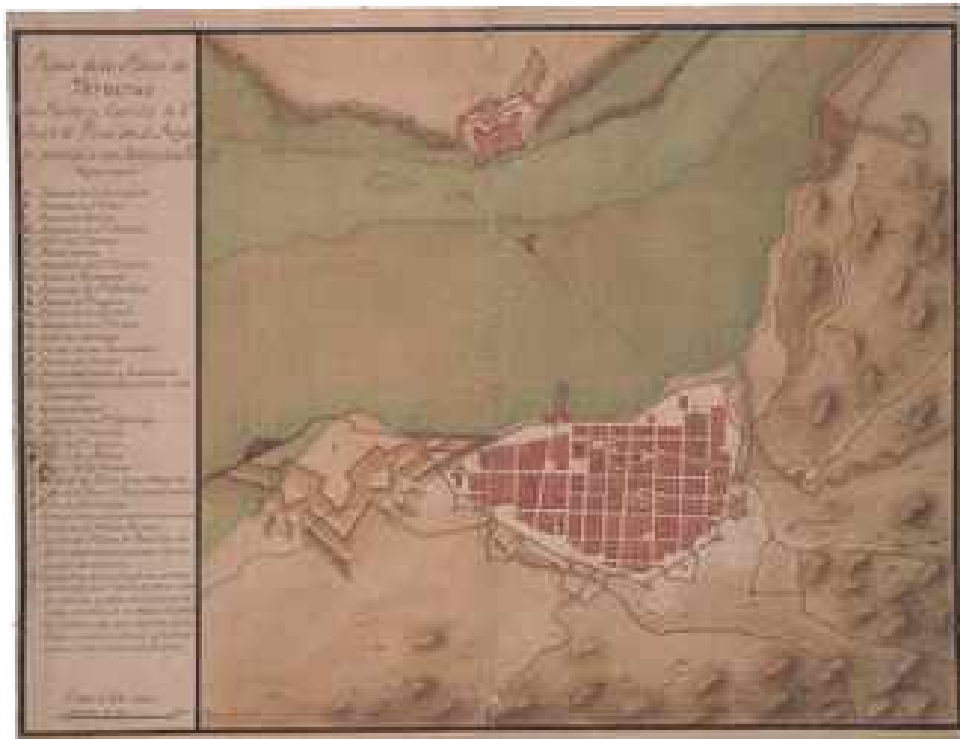


Años 80 (siglo XX)

C) VERACRUZ: su **puerto** y... San Juan de Ulúa (**fortaleza - castillo**) (Veracruz – Ver – México)

C1) San Juan de Ulúa Situación

- Frente a la ciudad y puerto de Veracruz
- Sobre un antiguo islote o **Isla de la Gallega**, santuario dedicado a **Tezcatlipoca**, dios del “espejo humeante” de los **olmecas**
- Estado de Veracruz (capital **Xalapa**, a 106 km) / México



Un poco de su historia

... de Veracruz

- * Uno de los vértices del **intercambio comercial** entre el Nuevo Mundo y la Metrópoli
- * **Fundada** el 22 de abril de 1519 por Hernán Cortés
 - La Villa Rica de la Vera Cruz (Verdadera Cruz, por fundarse en Viernes Santo)
 - La Vagabunda, pues se trasladó tres veces de sitio en busca de mejores condiciones
 - La Vieja, 1519 a 1525, cerca de Quiahuiztlán
 - La Antigua, 1525 a 1601, junto al río de ese nombre
 - La Nueva, frente a San Juan de Ulúa, rodeada de murallas, hoy casi perdidas



... de San Juan de Ulúa

- 1568, amarra el pirata **inglés Francis Drake y John Hawkins**
- 1778, Veracruz pasa a ser consulado
- 1778, se promulga el Decreto de Libre Comercio... buques mercantes
- 1823, **independencia de España**, pero la isla en poder de los españoles (bombardeos a la ciudad), último bastión
- 1825, entrega de la isla el 23 de septiembre
- 1838, **Guerra de los Pasteles** contra la **armada francesa**
- 1847, defensa contra invasión **norteamericana**
- Siglo XIX, prisión para bandoleros (**Jesús Arriaga “Chucho el Rojo”**, especie de Robin Hood), políticos (Benito Juárez), religiosos, etc.
- Siglo XIX, refugio del **gobierno de Benito Juárez**, perseguido por los franceses
- Principio del siglo XX, **cárcel** de presos políticos y revolucionarios
- Principio del siglo XX, la compañía **Pearson and Son**... remodela y moderniza el **puerto** alrededor de la fortaleza...
- 1914, segunda intervención norteamericana
- 1915, el Presidente de la república, **Venustiano Carranza**, fijó su **residencia presidencial**
- HOY: contenedores, coches,...

Construcción

- Inicio en 1535
- Diversas fases
- Fin en 1779

Aspectos constructivos

- **Piedra mucara**, de los arrecifes de coral
 - Textura llena de vulvas
 - Se aprecian fósiles de coral y conchas
- Unidas con **mortero** de arena y cal de mandrágoras (plantas herbáceas, medicinales, narcóticas)

Amenazas (“Nueva Poliorcética”)

- Desde el muelle del puerto se aprecia “majestuoso, iluminado en la noche...” (¿?)
- Realidad: pasa desapercibido, como un oscuro manchón entre grúas, barcos, contenedores
- ...
- Complejo naval-industrial... el puerto / **contaminación** (+ visual)
- El paso de las embarcaciones, **oleajes**, **hélices**,...
- Vientos “nortes”
- Temporales, huracanes,...
- **Inundaciones** por la elevación del nivel del mar
- **Dragados**

Consecuencias

- **Contaminación** de las piedras exteriores
Contaminación de las piedras de la base / corrosión
Afectación a buzos... hepatitis, etc.
Visual
Acústica
- **Grietas** y fisuras
- **Giro de las torres**
- Descalce de la cimentación / **socavaciones**

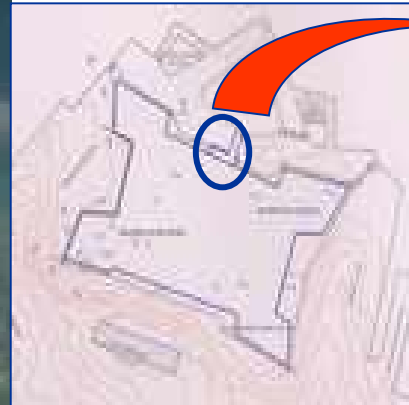
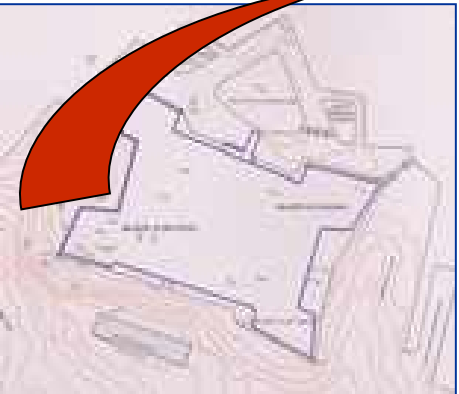


Dragados

VIª Asamblea forum UNESCO

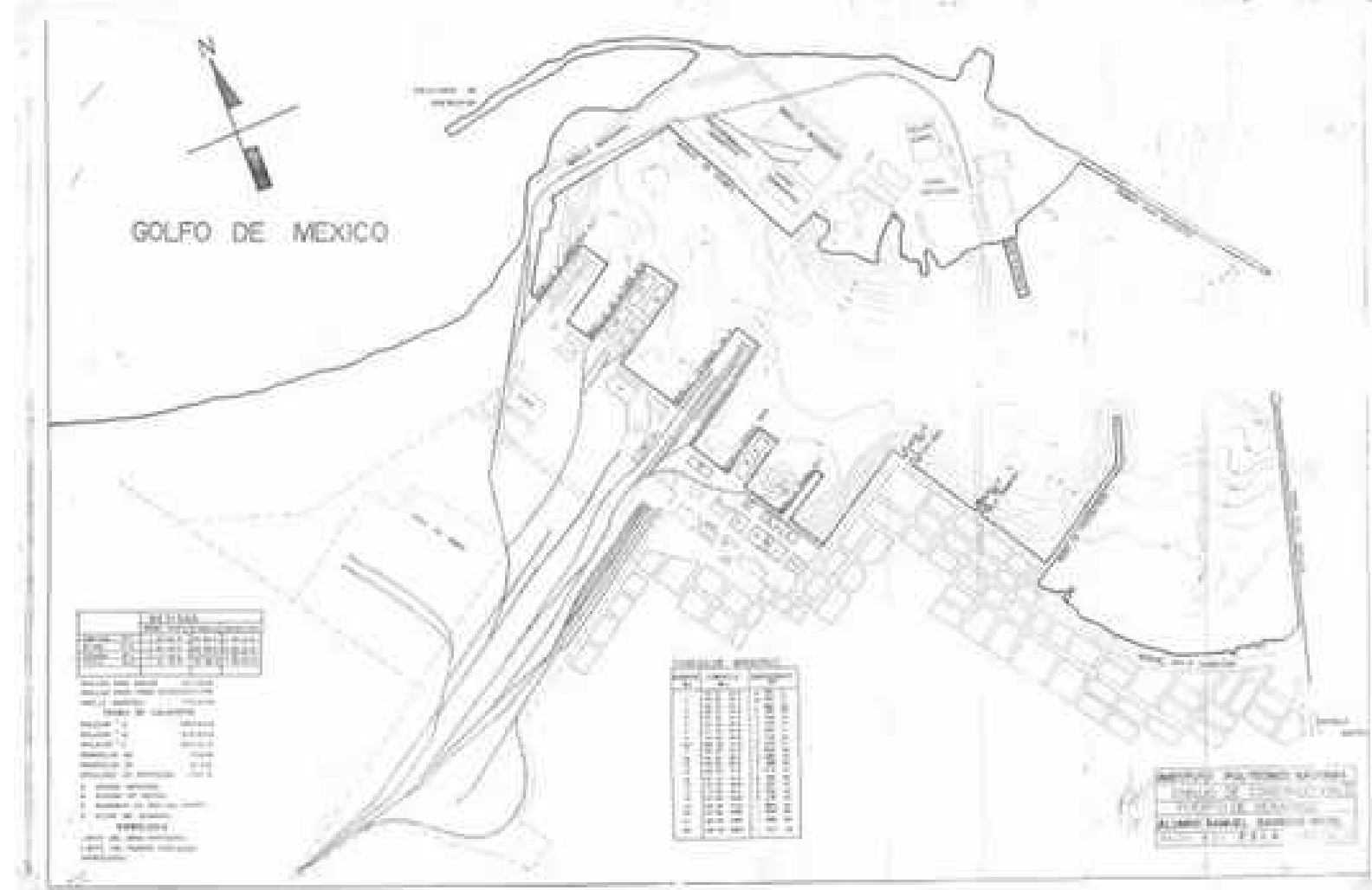
Problemática:

- Asientos y giros en Baluarte de San Pedro
- Erosión en muelle de “Las Argollas”
- Erosión química en Dársena Interior



C2) EL PUERTO

Puerto de Veracruz
Años 90



- “Últimos planes”

- < Tablestacado general del puerto...
- < “Atacar a la fortaleza”... ampliando los muelles cercanos
- < Reubicación del puerto

- ¿Los gestores y políticos... piensan y planifican a largo plazo?
- ¿Hay ahí una “Nueva Poliorcética”?

5.- Edificaciones

A) FORTALEZAS

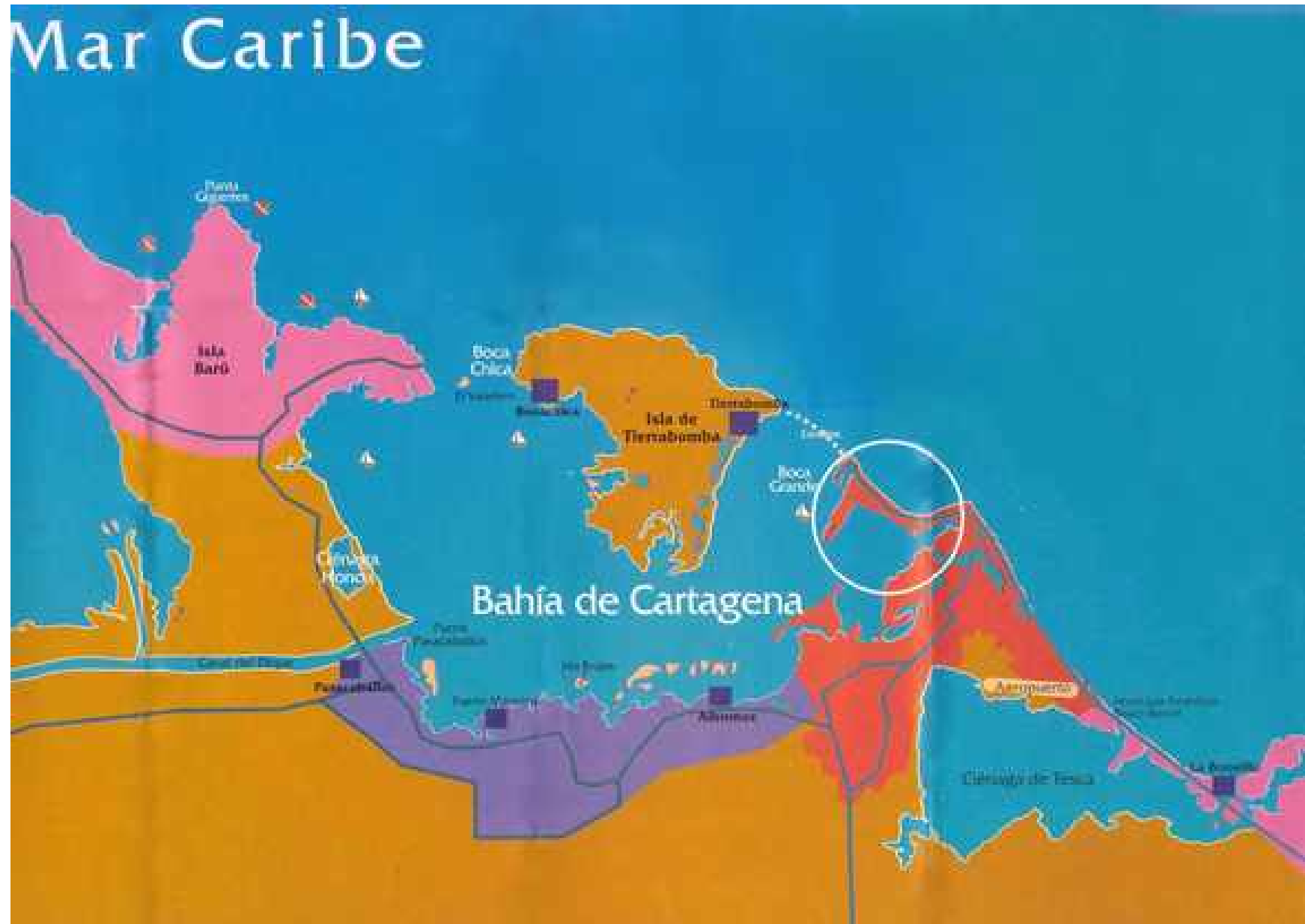
CARTAGENA DE INDIAS



Colombia

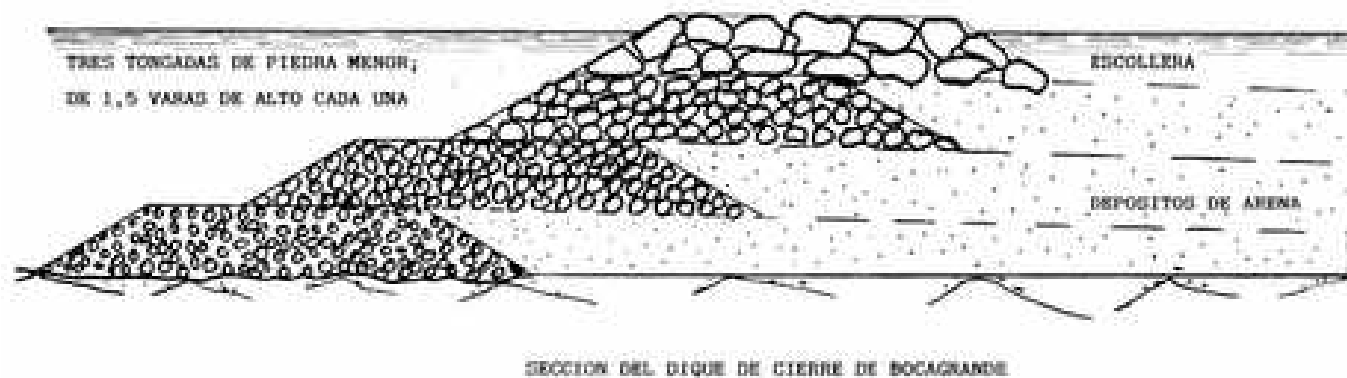
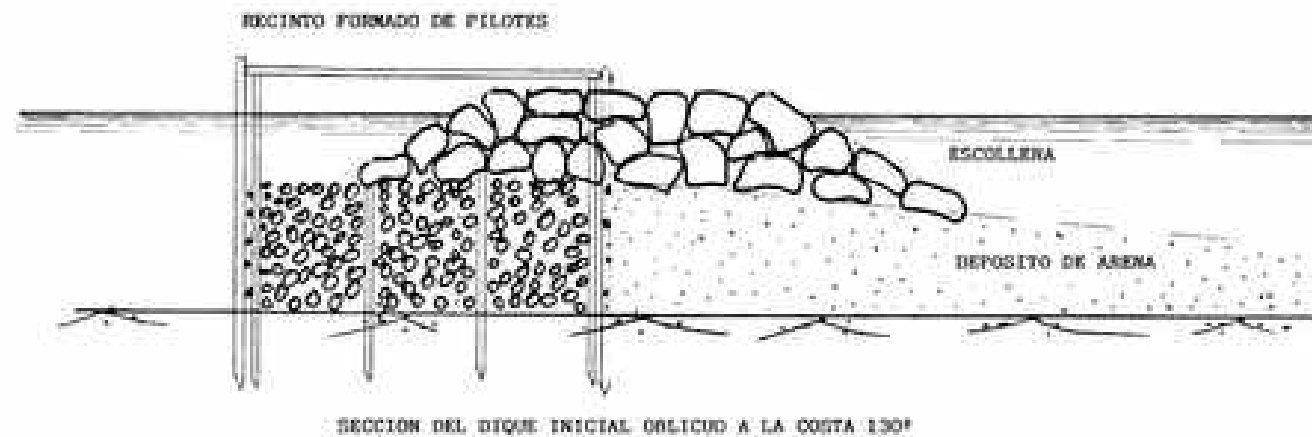


La Bahía de Cartagena de Indias



Rodolfo Segovia





La Ciudad Amurallada

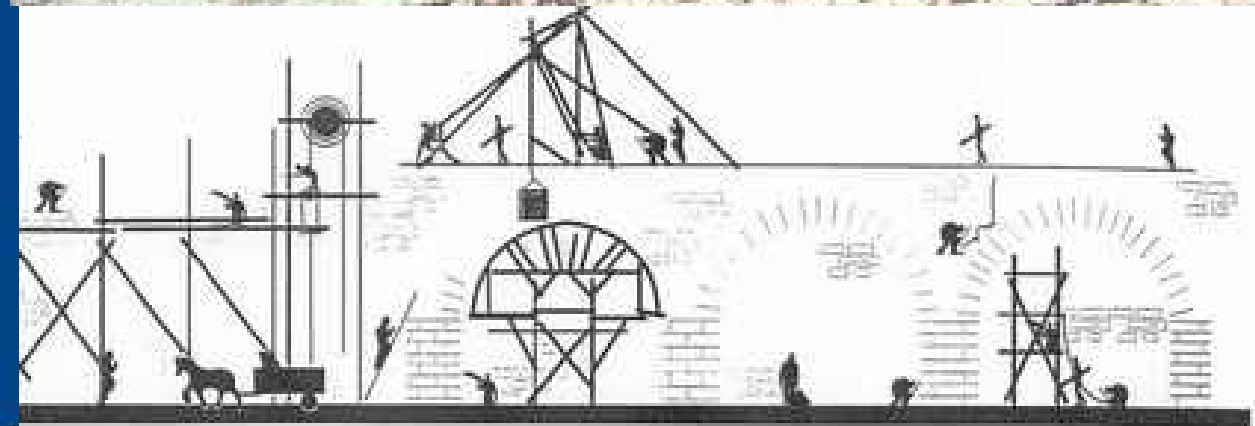


Fig. 9. Construcción del terraplén de una cortina con sus bóvedas.

Segunda Obra 1714-1719 por el Ing. Juan de Herrera y Sotomayor, el Baluarte de la Cruz es reubicado y ampliado, los parapetos de todo el frente de plaza son atronados, desaparecen las plazas bajas y se traslada la puerta de Santo Domingo hacia el lado derecho del baluarte.

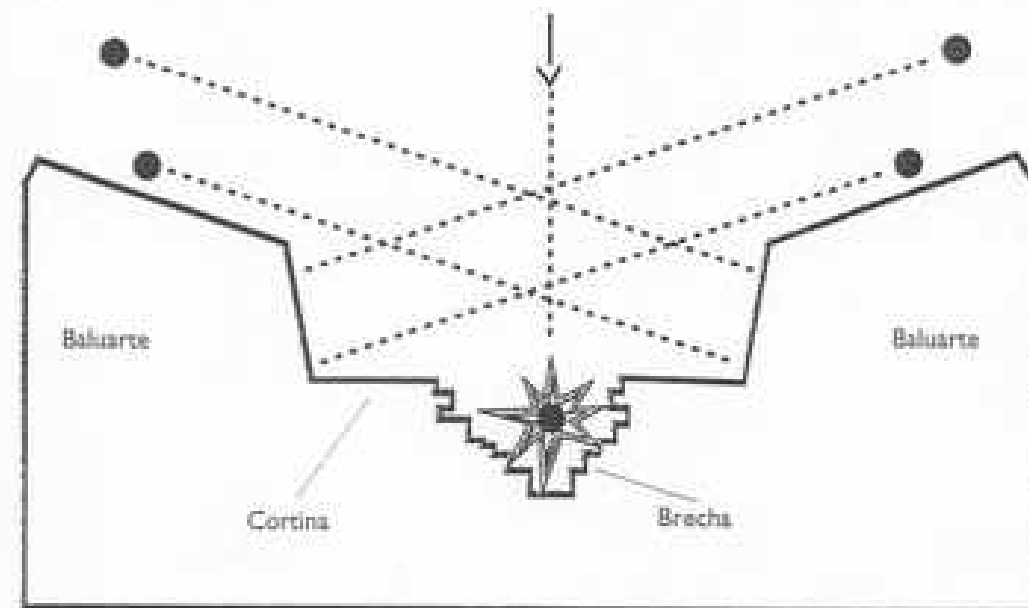
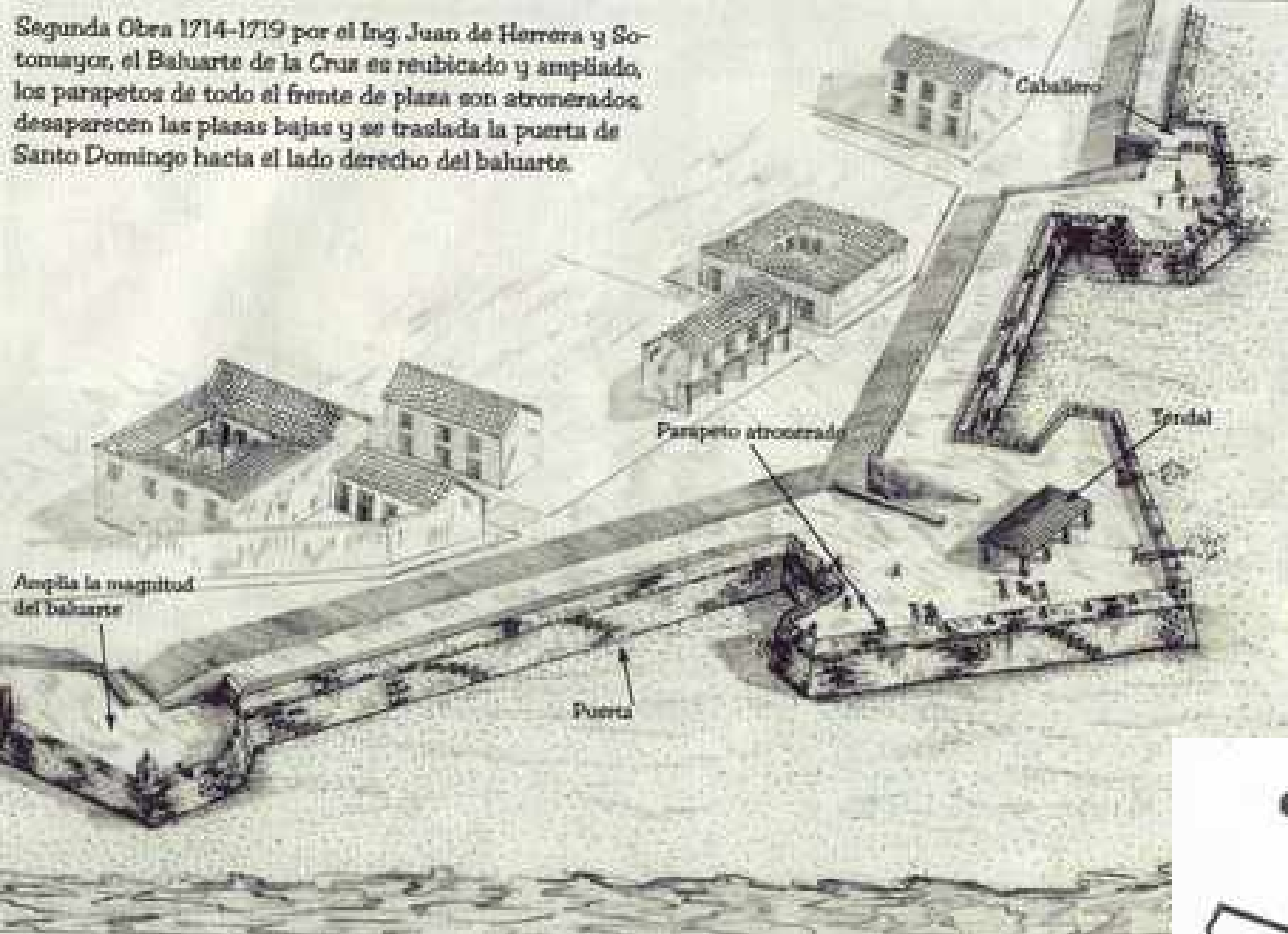


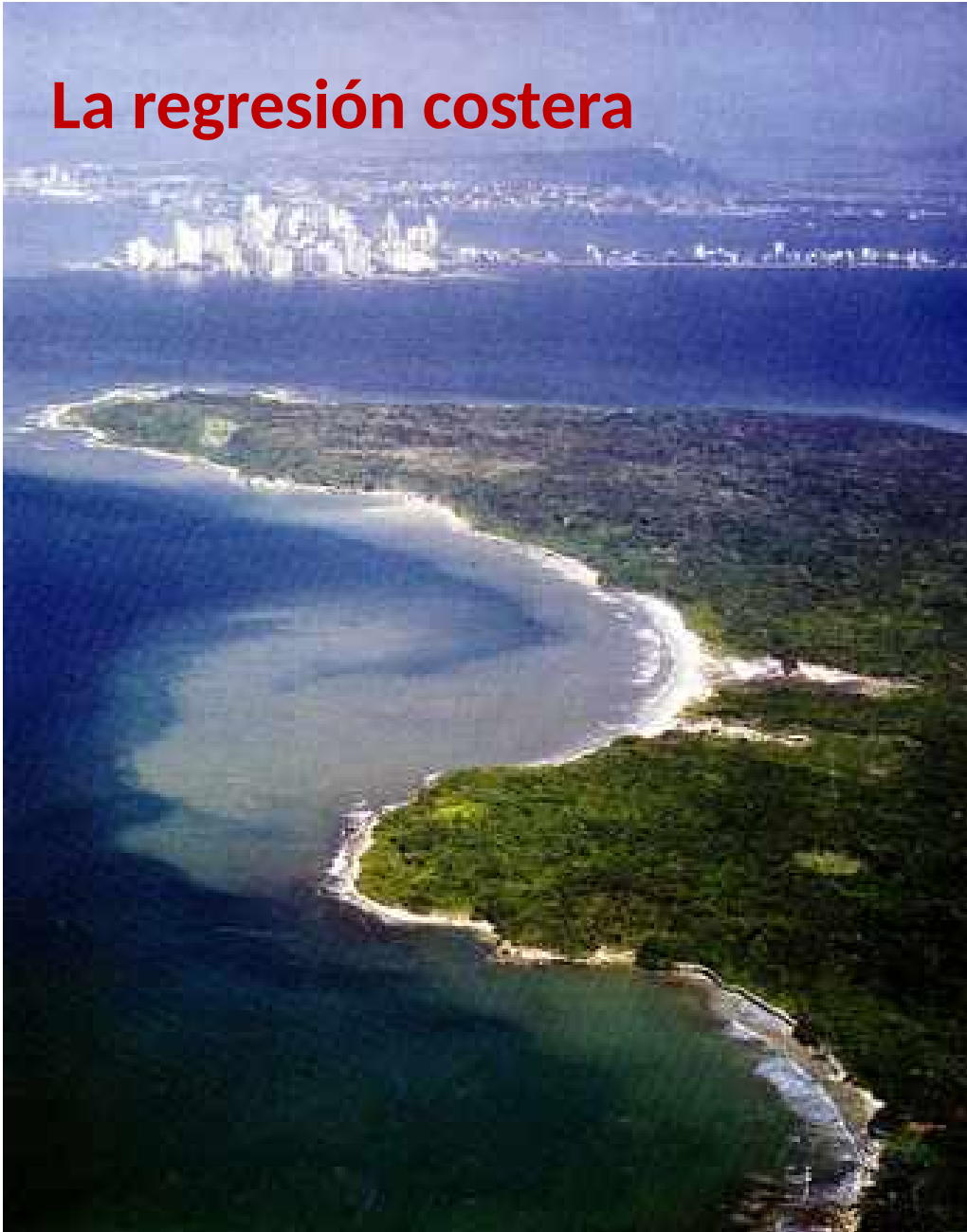
Fig. 6. Diagrama de una brecha en la cortina entre dos baluartes. Los cañones de éstos flanqueaban la abertura para impedir el asalto enemigo. La distancia entre los baluartes y la forma de sus ángulos quedaban estrictamente subordinadas a la necesidad de cumplir con esta función pero sin interferirse entre sí.

Los asedios a Cartagena de Indias y su Bahía

Lo Social: invasiones



La regresión costera



El aterramiento

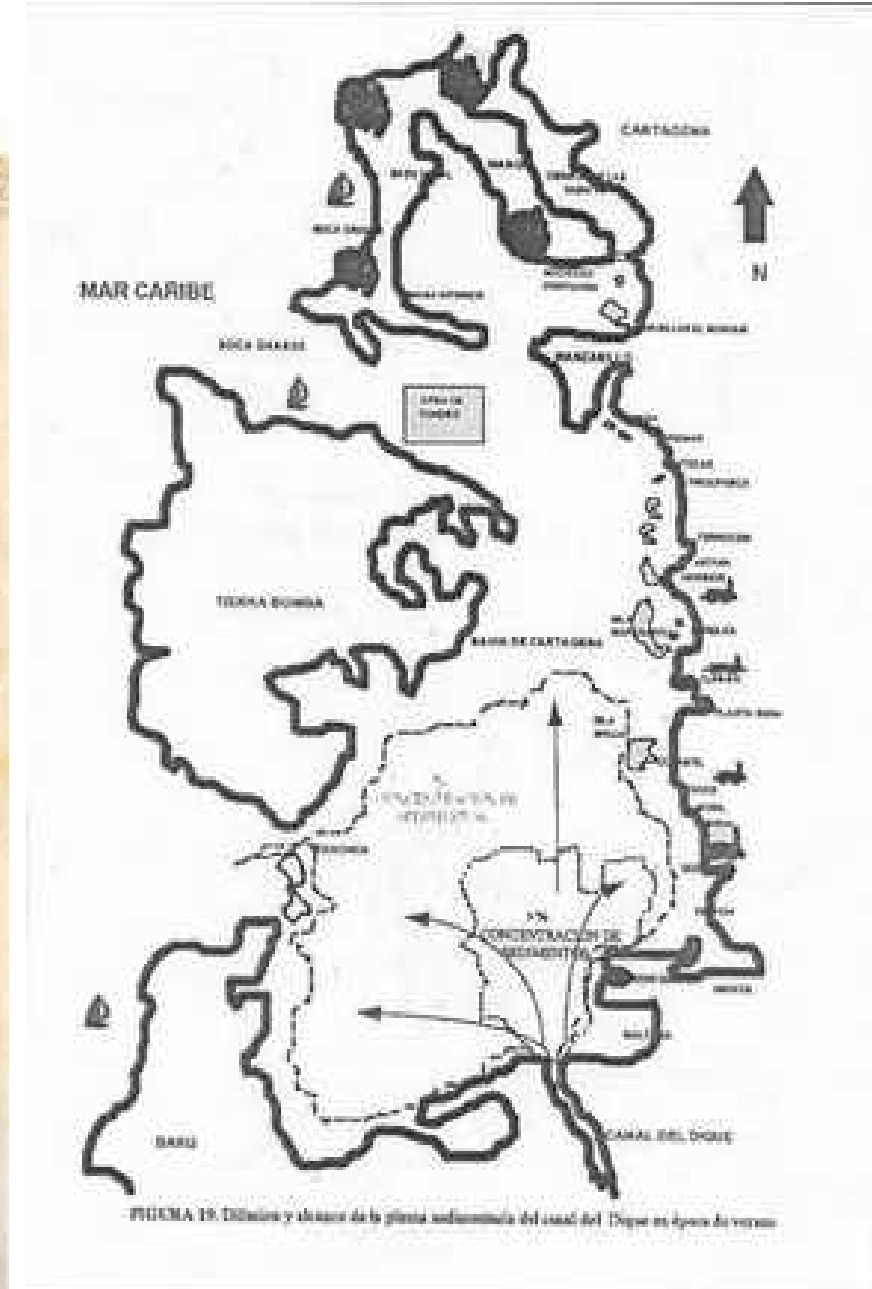
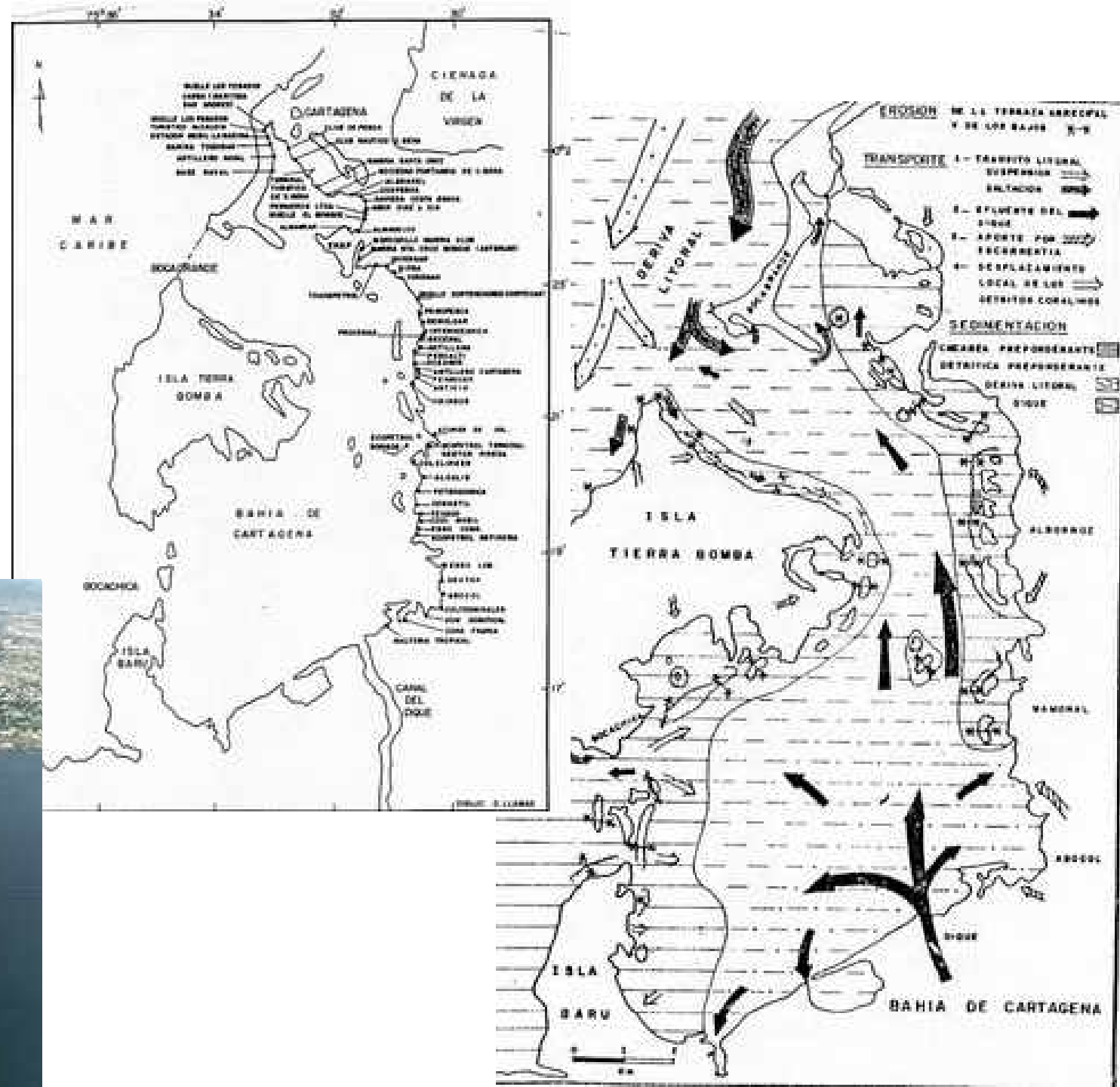


FIGURA 19. Delineación y diseño de la planta preliminar del canal del Dique en época de verano

La contaminación



B) Edificios / Urbanismo... Romanos

B1) Teatro Romano de MÉRIDA



- * Construcción años 15-16 aC
- * Muros de hormigón – Apoyo de grandes sillares

B2) La Arena de VERONA

(“Turandot”... 18.07.24... 19.35 h)
(“Hannibal”)



B) Edificios / Urbanismo... Romanos

B3) SAGUNTO: Castillo y Teatro



Castillo:

- < de época Ibérica
- < Periodo Romano: grandes obras de fortificación
- < Reformas en Edad Media
- < Ampliación por los árabes



Tesis doctoral
José
Ferrandis
Montesinos

Lienzo mural de Sagunto

Restos de sillares romanos en la base de la muralla islámica de tapia

Foto de Ferrandis, 2014

Teatro

- * Siglo I
- * **Modificaciones** a lo largo de los siglos
- * **En desuso** en periodo visigodo y Edad Media
 - < Parcialmente desmantelado / uso de materiales
- * **Siglo XX: restauración definitiva:**
 - < Arquitectos Grassi y Portaceli
 - < Aprobado en 1988 (GV) y 1989 (Ayunt. Sagunto)
 - < Ejecución: **1990 a 1994**
- * **Críticas:**
 - < se consideró por algunos...
teatro nuevo, destrucción del romano
 - < diputado Marco Molines:
 - 1993, inicio acciones legales
 - **TSJCV: ilegal** (ocultar ruinas)
 - Tribunal Supremo confirmó fallo (2000, 2003 y 2008)
 - Plazo de 18 meses para demolición de gradas y escenario
 - **Recurso** de la GV y Ayunt. De Sagunto (abril)
Alegaron imposibilidad de ejecución
Estimado por el TSJCV (abril 2009)...
 - ... causa de imposibilidad legal...
 - ... y principio de eficiencia del gasto público
 - ... por coste de devolver el teatro al estado anterior
- * ¿Fue fiel la restauración al original? ... ¿**Nueva Poliorcética**?



6.- Coda: el camino de la “Nueva Poliorcética”

“Los asedios a
CARTAGENA DE INDIAS
en el siglo XXI:
Troya y
la Nueva Poliorcética”
(¿ya vistos?)

LA SERREZUELA





Castillos de la Comunidad Valenciana

MORAIRA:
castillo y torre de vigía





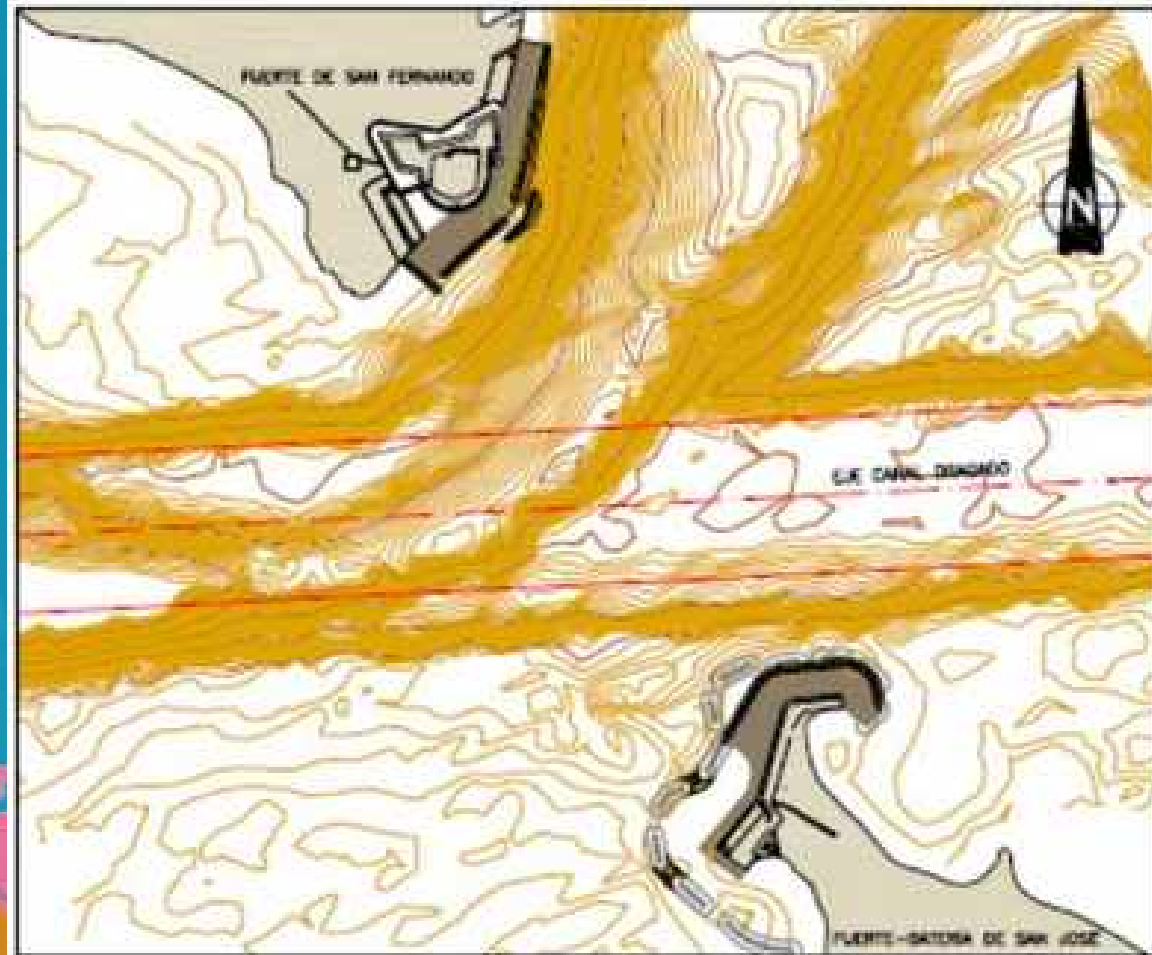
¿Y... la ciudad de Valencia?

La Ciudad de las Ciencias

El Pont del Assut de L'Or



Un nuevo caso: Poliorcética “positiva”: Dragados de Bocachica (Cartagena de Indias, Colombia)



... y... la coda de la coda

CARCAIXENT

(Valencia)

(Bressol de la taronja)

(“CUNA DE LA NARANJA”)

El Palaciet (Camí de la Font) (¿?)



Carrer Julián Ribera





Plaza Mayor - Casino - El Rejolar





LA PISCINA





Teatre Apolo

Gracias

Carcaixent

Conversatorio

Historias de la Ingeniería Civil:

Un (breve) paseo, un viaje, por la geografía y por el tiempo

Joaquín Catalá Alís
(Carcaixent – 1951)

Carcaixent
25 de septiembre de 2026
12 horas