

30  **anys** *lleis de símbols*
D'IDENTITAT

GENERALITAT VALENCIANA

JORNADA 4 DIC 2014

GENERALITAT VALENCIANA:
30 construyendo puentes.
años Técnica e innovación

Pasarelas en Pilar de la Horadada y en Alicante (Barranco de las Ovejas)

D. Gabriel Barco Alonso

Ingeniero del S. T. Carreteras de Alicante, CITMA.

D. Salvador Ivorra Chorro / D. Miguel A. Crespo

Catedrático de la Universidad de Alicante, Departamento Ingeniería Civil.

D. Juan Ricardo Criado Ortiz

Ingeniero Jefe de Obra de URDINTER.

D. Hugo Coll Carrillo

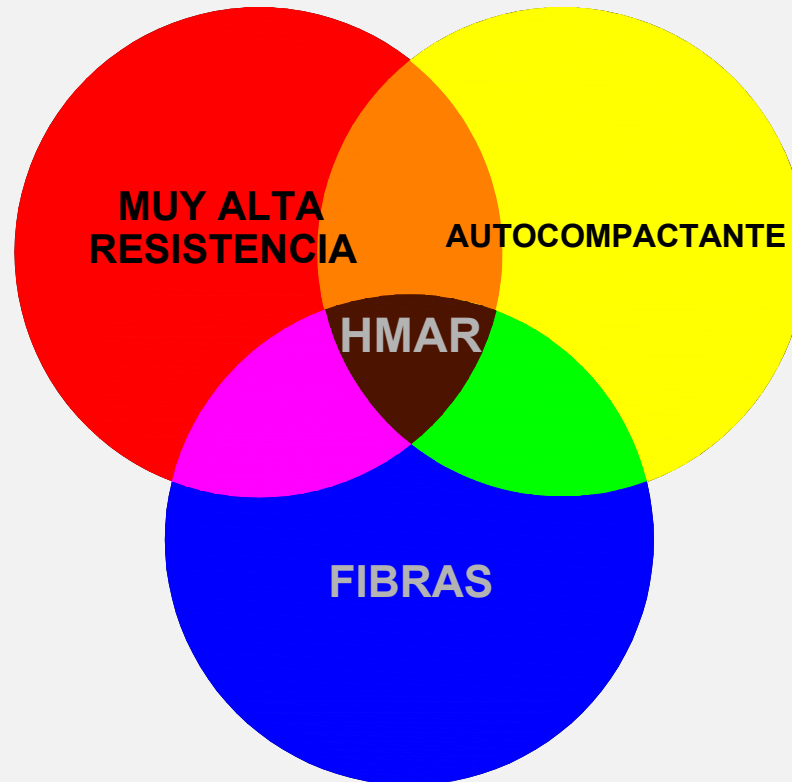
Ingeniero Calculista de ICOSA y Miembro ICITECH, UPV.

D. Pedro Ballesteros Blaise-Ombrecht

Ingeniero Administrador de ICOSA.

HORMIGÓN DE MUY ALTO RENDIMIENTO: HMAR

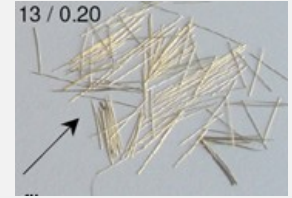
NUEVO MATERIAL: HMAR.



Diferentes familias de hormigones entorno al HMAR
(UHPFRC en la bibliografía internacional)

DOSIFICACIONES

- ▶ ↑ CEMENTO Y HUMO DE SÍLICE (900 + 200 KG)
- ▶ ↓ ↓ A/C (0.2)
- ▶ ↑ % FIBRAS ACERO ALTA RESISTENCIA (150 KG)
- ▶ ARIDOS SELECCIONADOS, ↓ DMÁX (<2MM)
- ▶ ADITIVOS DE ÚLTIMA GENERACIÓN



REQUISITOS

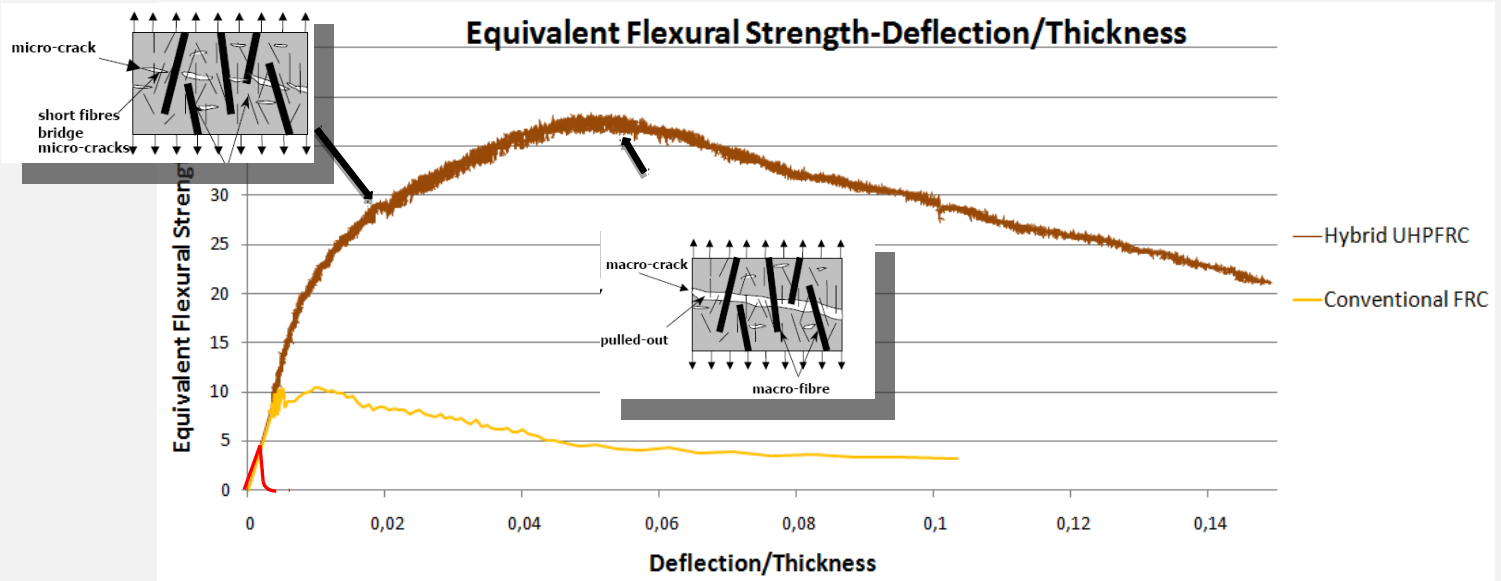
- ▶ AMASADO INTENSIVO (PROD. INDUSTRIAL)
- ▶ ↑ TIEMPOS DE AMASADO
- ▶ CONTROL INTENSO MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS
- ▶ CURADO AL VAPOR (↑ 200MPA)



RESULTADOS

- RESISTENCIA A **COMPRESIÓN** > 135 MPA
- RESISTENCIA A **FLEXOTRACCIÓN** > 25 MPA
- PROPIEDADES **AUTOCOMPACTANTES**, Y EXCELENTES **ACABADOS SUPERFICIALES**
- ELEVADA COMPACIDAD, **MUY BAJA PERMEABILIDAD** Y **DURABILIDAD EXTREMA** INCLUSO EN LOS AMBIENTES MÁS AGRESIVOS.
- **FIBRAS METÁLICAS** PARA RESISTIR LOS ESFUERZOS SECUNDARIOS AÑADIENDO **DUCTILIDAD Y GRAN CONTROL DE FISURACIÓN**.
- DENSIDAD EQUIVALENTE AL H.C. **2400 Kg/m³**

NUEVO MATERIAL: HMAR.



NUEVO MATERIAL: HMAR.

HM,				
BS				



RECOMENDACIONES DE USO

France - 2002, Interim Recommendations for UHPFRC - AFGC/SETRA

(Updated version 2013)

Japan - 2004 – 2006 **JSCE** : Fibres type > 2000 MPa ; Fibres dosage > 2%, W/C < 0,24 ; D max < 2,5mm Curing 90°C - 48 h

Germany: **DAfStB** UHPC 2003 state-of-the-art-report UHPC

For commercially available UHPC mixtures.

Australia - recommendation report for prestressed beams made with **ductal**

USA - **FHWA** - caracterización completa de UHPC:

FIB – MC 2010: TG 8.3 ; TG 8.6 --- Low coordination No agreement

CEN - EuroCode -- No coordinated with FIB TG.

CEN WG. (Different task committees with no coordination)

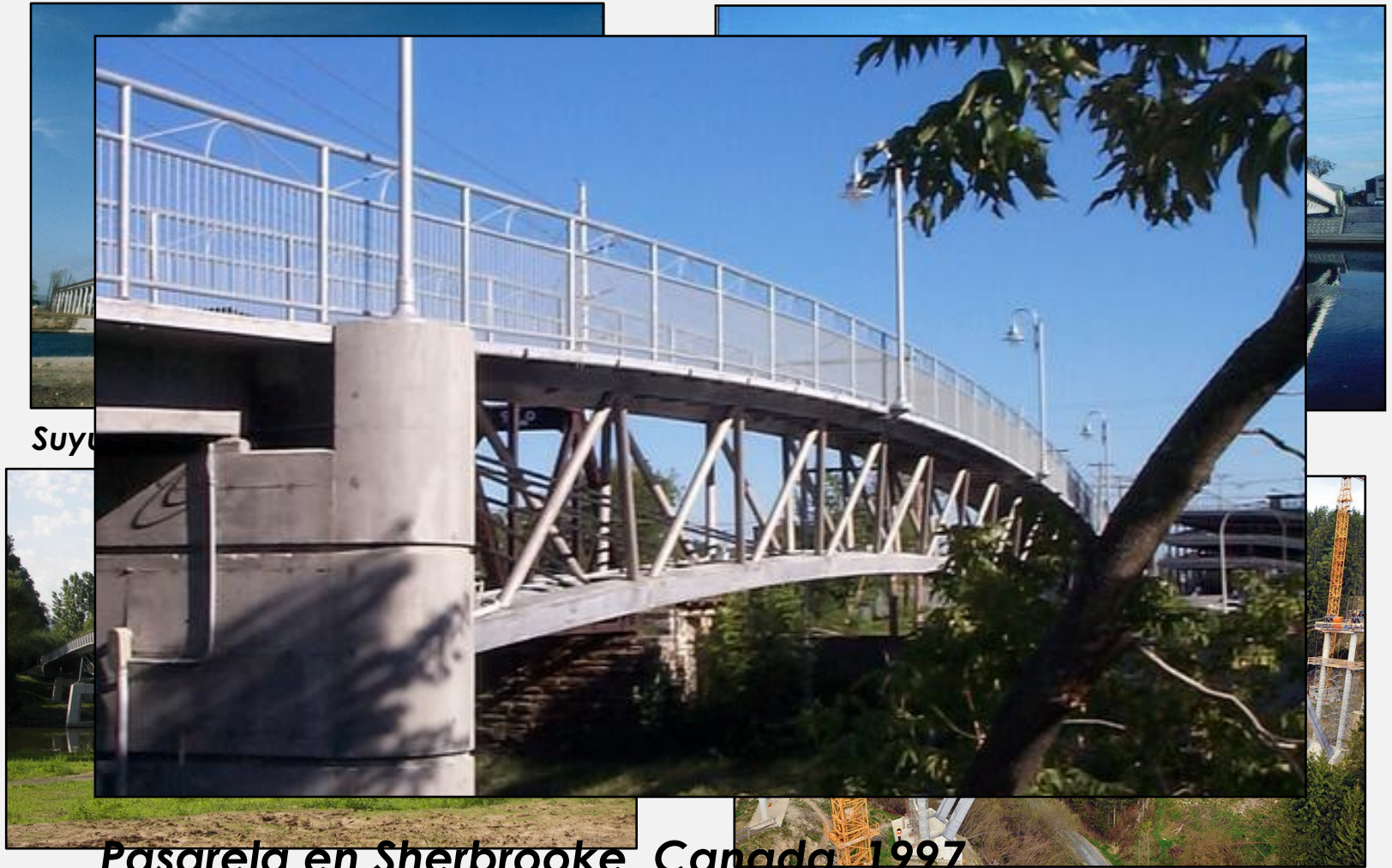
- TC 250 -- EC
- TC 104 -- Concrete and related Products
- TC 229 -- Precast Concrete Products
- ...

CEN Depending National structures and

- Local - WG. (140; 83 ; 127 ...)

EL HMAR EN EL MUNDO (UHPFRC)

NUEVO MATERIAL: HMAR.

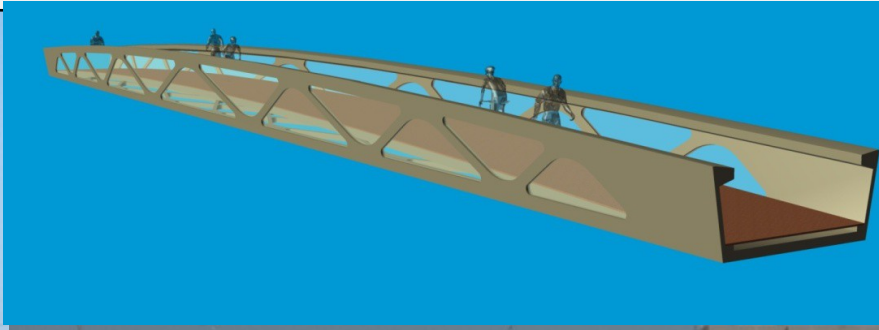


Pasarela en Sherbrooke, Canada. 1997
Gärtnerplatz Bridge, Kassel (Alemania). 2007

Wild Bridge, Austria. 2009

EL HMAR EN EL ESPAÑA

NUEVO MATERIAL: HMAR.



Pasarela sobre el Barranco de las Ovejas, Alicante. 2013.

EL HMAR EN EL ESPAÑA

NUEVO MATERIAL: HMAR.



Pasarela sobre V-21 en Puçol, Valencia. 2014.

¿POR QUÉ EMPLEAR HMAR?

ASPECTO ADMINISTRATIVOS

¿Podemos emplear este material?

- ▶ No incluido como tal en la EHE, pero suficientemente contrastado internacionalmente → Proyecto: AFGC/**SETRA**, **Anejos EHE**, tipificación EHE
- ▶ Supone aplicación de nuevas tecnologías y materiales contemplado en Normativa
- ▶ Soluciones comerciales aceptadas internacionalmente

¿POR QUÉ EMPLEAR HMAR?

ASPECTO TÉCNICOS

¿Sabemos diseñar con este material?

- ▶ Experiencia internacional → Recomendaciones
- ▶ Grupo de investigación sobre tecnologías de hormigones especiales del ICITECH de la Universitat Politècnica de València → Congresos, proyectos y publicaciones
- ▶ **ICOSA** → Pasarela Barranco Ovejas (Alicante)
→ Pasarela sobre V-21 en Puçol (Valencia)
- ▶ **HORMIGÓN** - **CON FIBRAS** - **AUTOCOMPACTANTE**
(de mucha calidad) (gran cantidad) (nuevas generaciones de aditivo)

¿POR QUÉ EMPLEAR HMAR?

ASPECTO ECONÓMICOS/FUNCIONALES

¿Interesa emplear este material? ¿Es un material caro?

HORMIGON	ACERO	HMAR
60 € / m³	7850 € / m³	1100 € / m³
0.03 € / Kg	1 € / Kg	0.46 € / Kg

+ arm. primaria

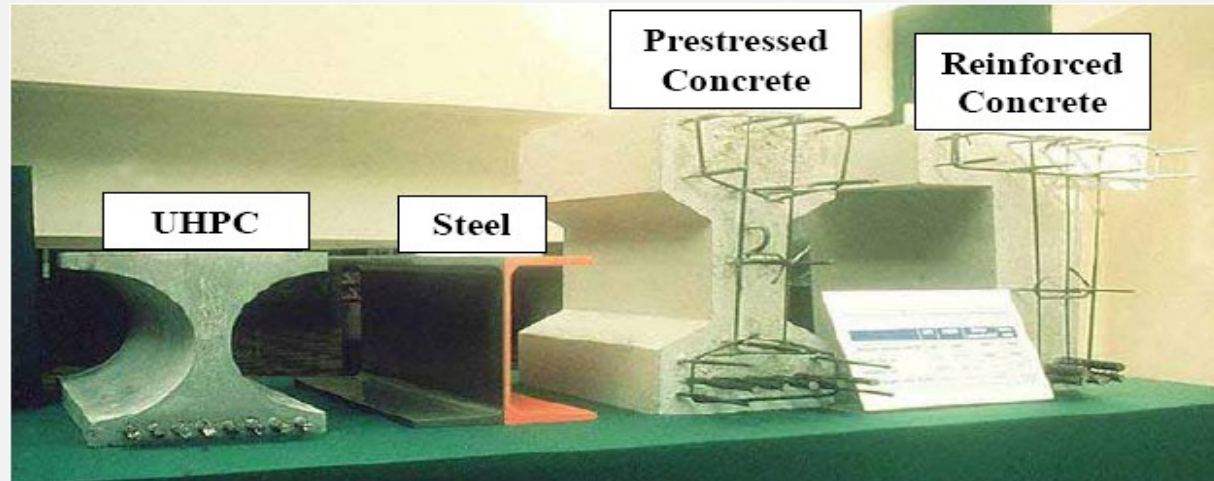
+ uniones

+ ↓ arm. prim.

H.P. PREF.	ACERO	HMAR
900 € / m³	15700 € / m³	5500 € / m³
0.36 € / Kg	2 € / Kg	2.2 € / Kg

¿POR QUÉ EMPLEAR HMAR?

ASPECTO ECONÓMICOS/FUNCIONALES



PARA SER COMPETITIVO:

- ❑ PESO SIMILAR A ESTRUCTURA METÁLICA
(VALOR AÑADIDO: COSTE MANTENIMIENTO ↓↓)
- ❑ VOLUMEN $\frac{1}{4}$ HORMIGÓN CONVENCIONAL
(VALOR AÑADIDO: COSTE TTE. Y MONTAJE ↓↓)

¿POR QUÉ EMPLEAR HMAR?

ASPECTO ECONÓMICOS/FUNCIONALES

HMAR

- ALTA RESISTENCIA
- AUTOCOMPACTANTE
- FIBRAS



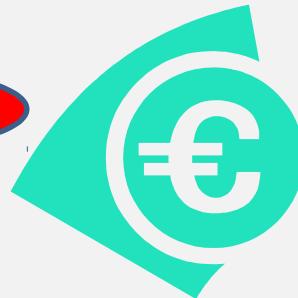
OBJETIVOS

- DURABILIDAD
- ESBELTEZ
- REDUCCIÓN DE ARMADURA
- MOLDEABILIDAD

Limitación



COSTE



**DISEÑO
OPTIMIZADO**

DISEÑO Y CÁLCULO

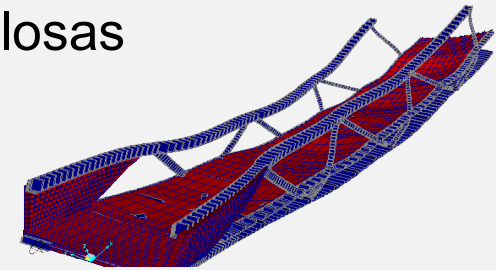
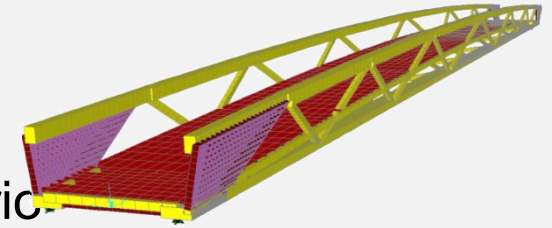
Esfuerzos mediante SAP2000

Análisis elástico lineal para el sistema primario

Modelo viga continua con redistribución para las losas

Análisis no lineal con efectos de 2º orden

ELU Vibración. Equivalente acero.



Recomendaciones de la AFGC (Francia)

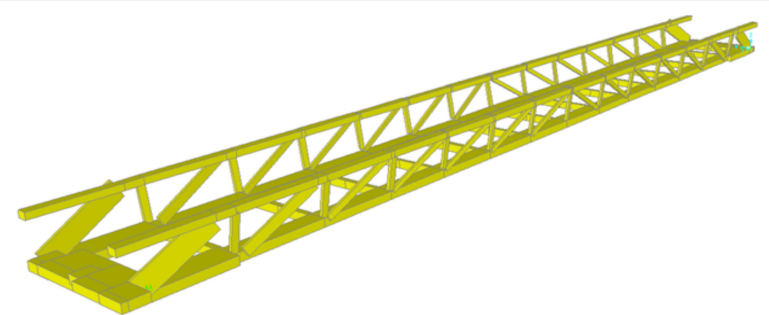
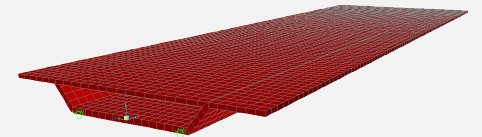
CARACTERIZACIÓN A TRACCIÓN:

coeficientes k (modelos)

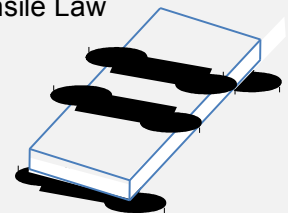
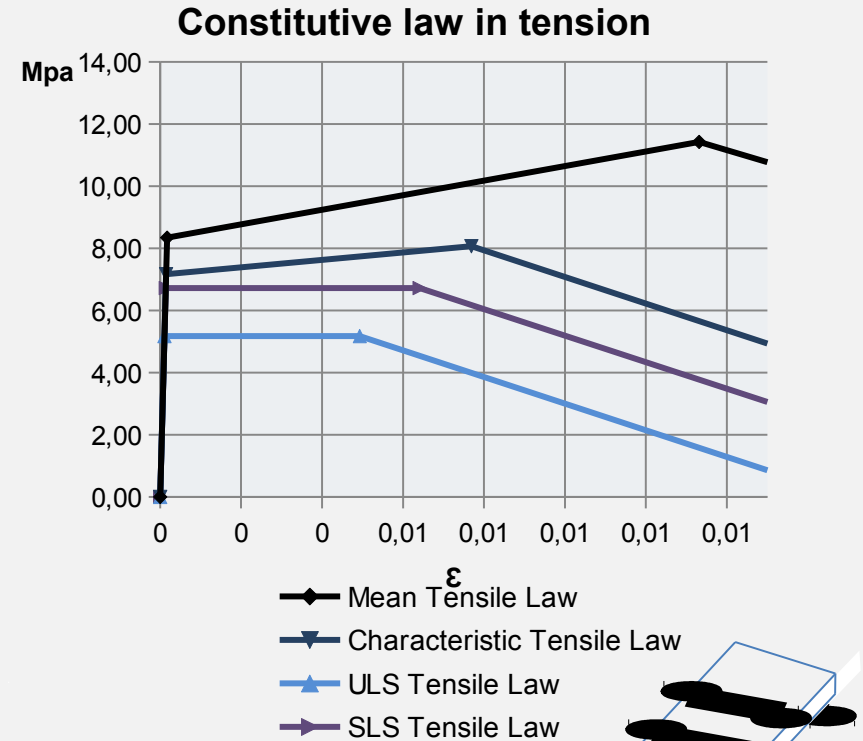
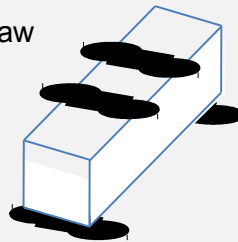
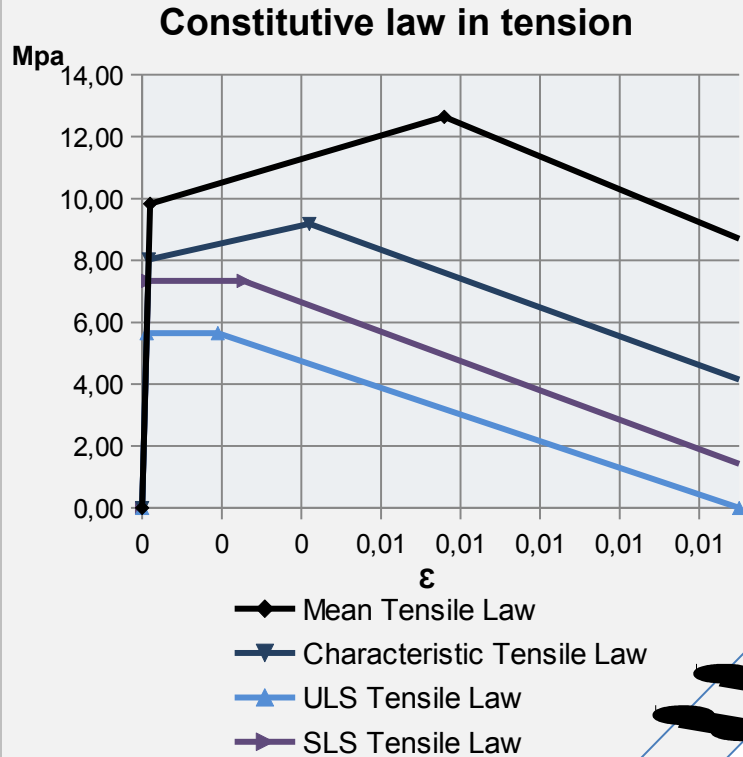
ensayos a flexión a 4 puntos

Probetas 100x100x500 sistema

Probetas 150x30x450 placas



DISEÑO Y CÁLCULO

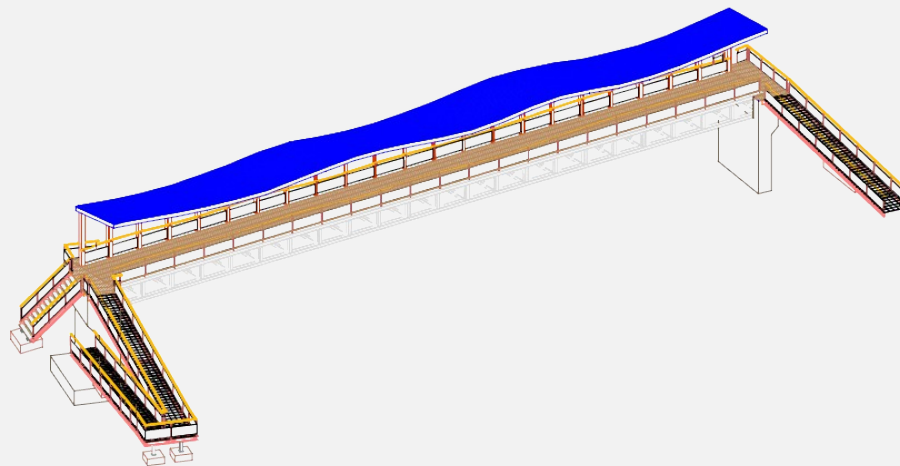
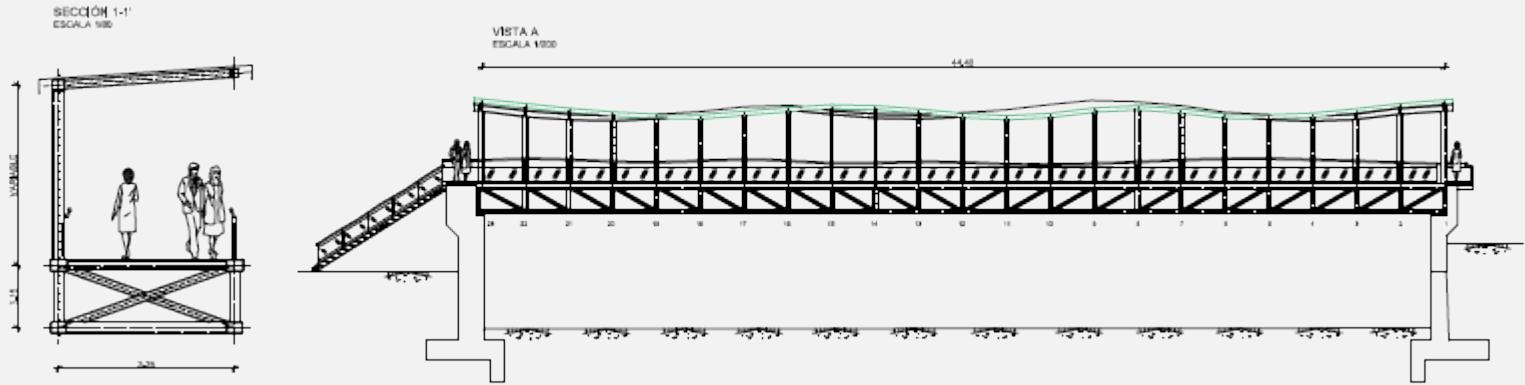


Estudio efecto orientación fibras en fabricación
(CONTROLAR EQUIVALENCIAS EN PUESTA EN OBRA!!)

PASARELA BCO. OVEJAS



ESTRUCTURA ORIGINAL: pasarela peatonal metálica.



Estructura portante

67.000 kg ACERO

S-355-J2

CONDICIONANTES

GEOMÉTRICOS

43.5 de luz libre entre apoyos

Canto en apoyos <1,50m (0,50 m apoyo + 1m barandilla)

Pendiente máxima del 6%

Anchura 3 m

Sección transversal en artesa.

Pendiente del alma 6V:1H

Cordón superior hacia el interior de la pasarela

Máxima anchura del fondo exterior de la pasarela 2.90 m

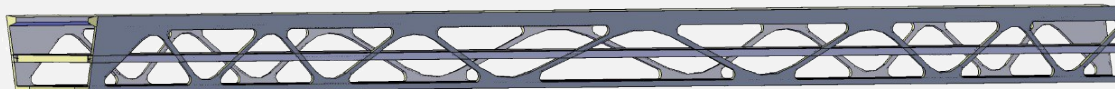
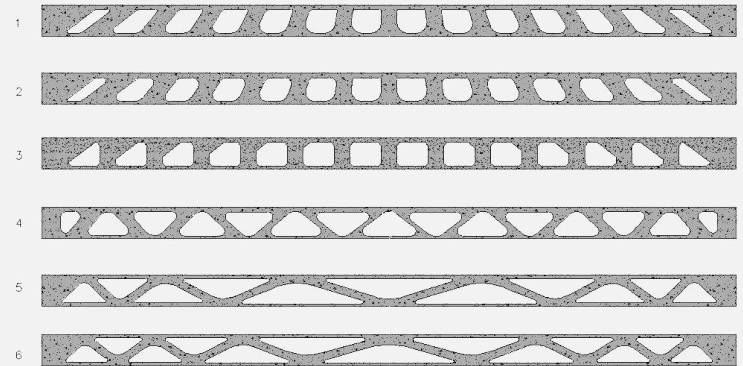
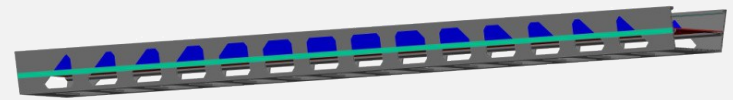
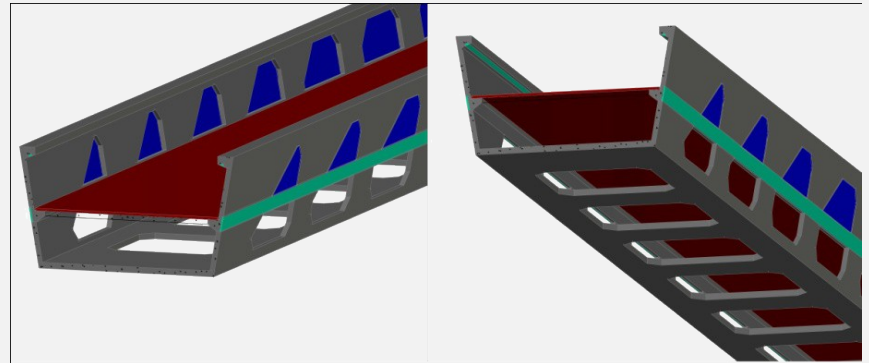
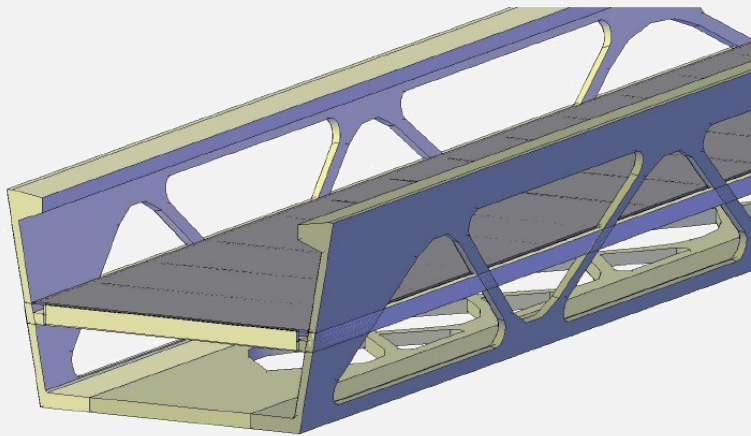
ECONÓMICOS

Coste prefijado por solución metálica proyectada (con baja)

Minimizar costes de mantenimiento

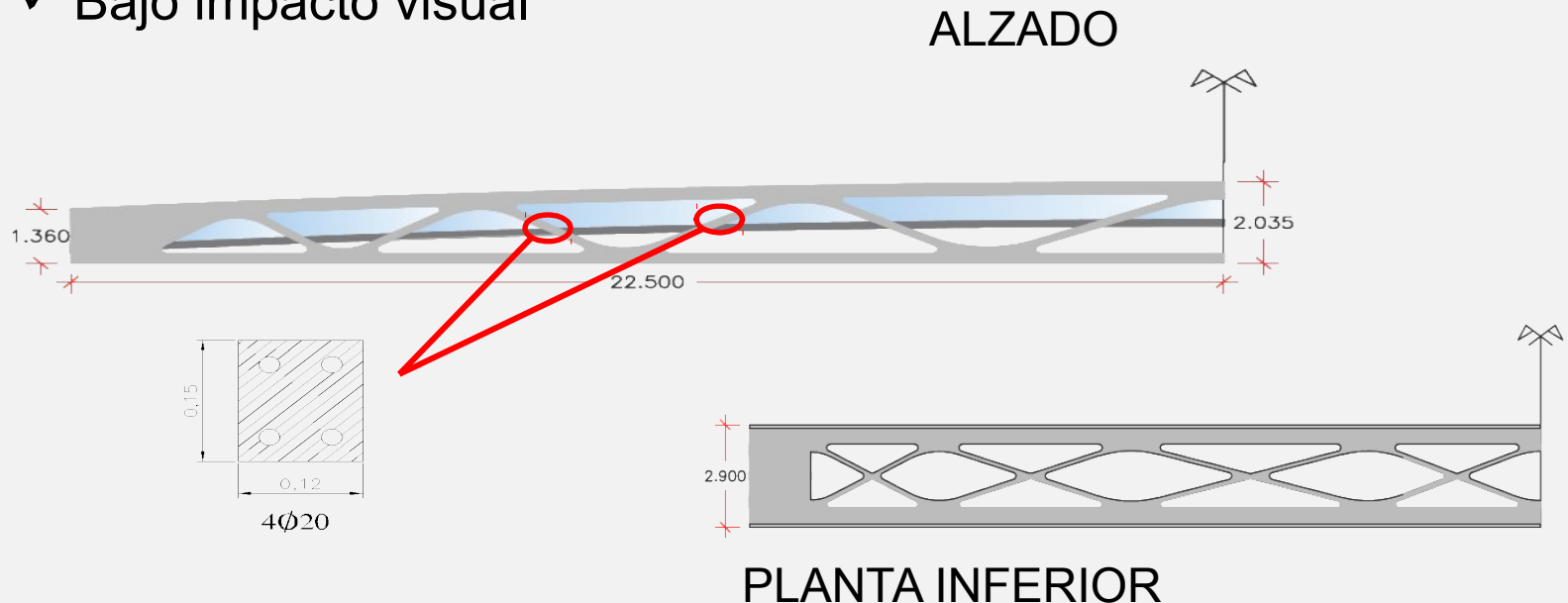
DISEÑOS PREVIOS

- ✓ Minimizar material
- ✓ Estética



DISEÑO

- ✓ Alma Triangulada tipo Warren – Eficiencia estructural
- ✓ Solicitaciones axiales.
- ✓ Estética
- ✓ Longitud de las diagonales adaptada
- ✓ Bajo impacto visual



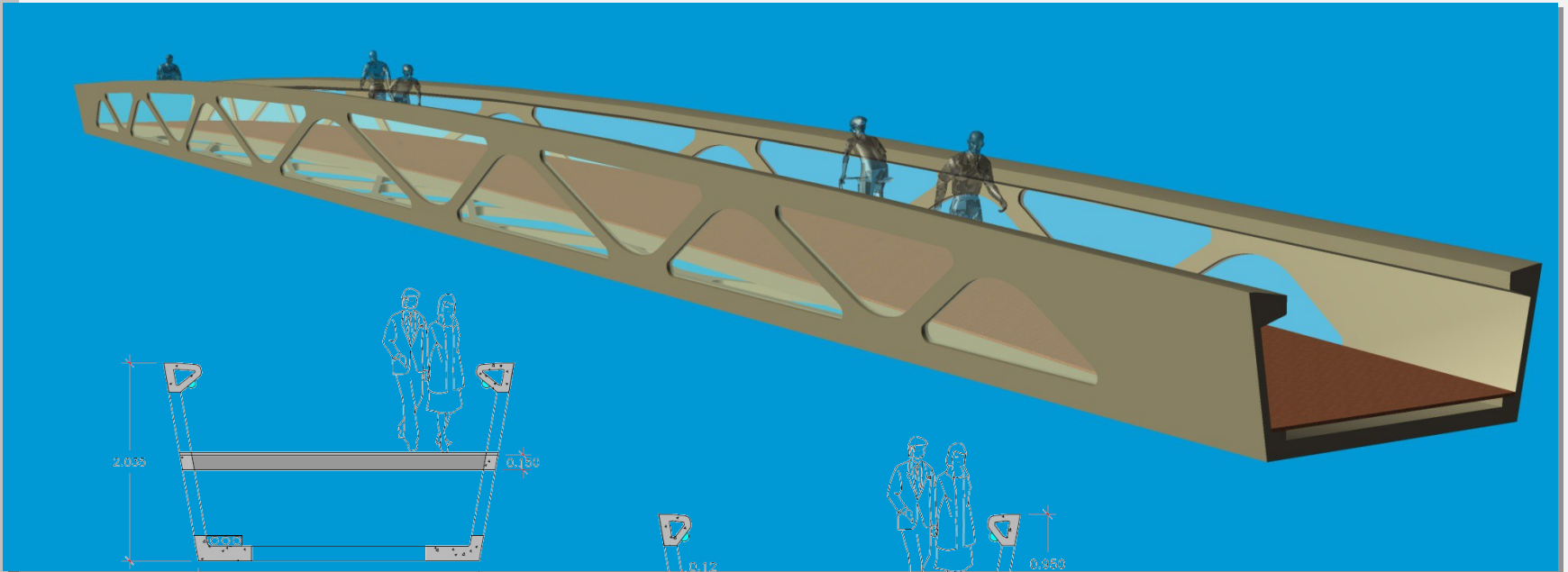
MODELO REDUCIDO

- ✓ Verificar la correcta distribución de fibras
- ✓ Asegurar el comportamiento de las diagonales traccionadas
- ✓ Correcto funcionamiento de los nudos y la junta de hormigonado
- ✓ Capacidad de las diagonales comprimidas
- ✓ Verificar diagonales traccionadas sin fisura visible, con armado plastificado



ESTRUCTURA PROPUESTA

Pasarela peatonal HMAR



Estructura portante
68.000 kg

HPF-135/(AC-E3/AC-V2)/2/IIIa

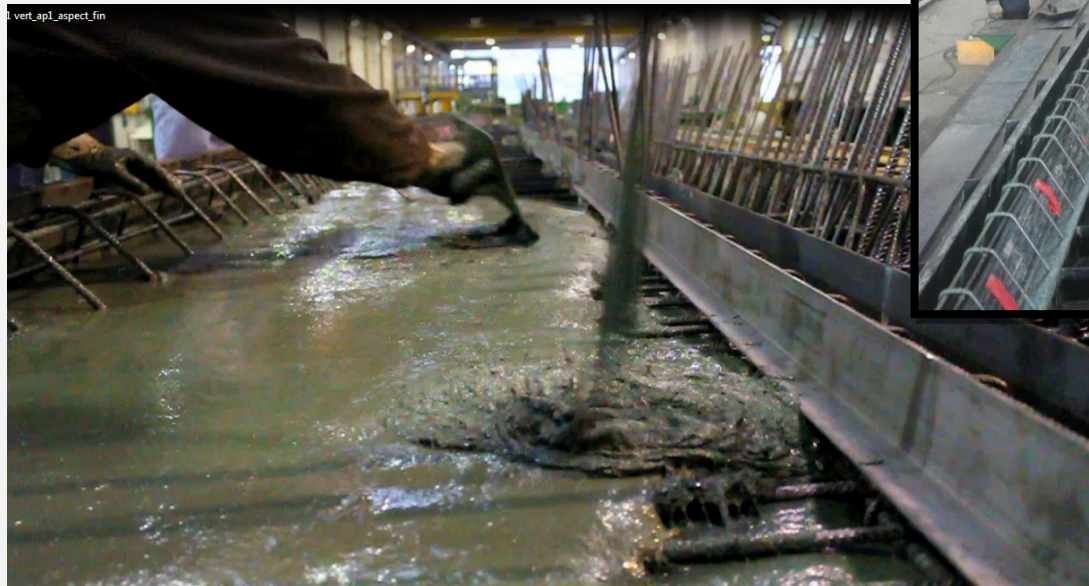
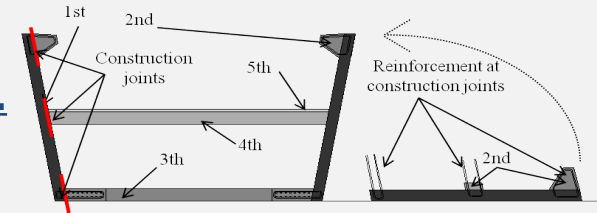
MODELO ESCALA 1:1

Comprobación proceso constructivo y resultado estético y funcional



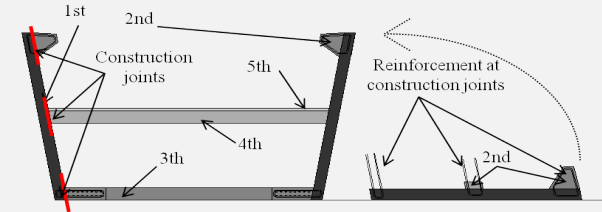
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 5 fases: 1º
LATERALES TUMBADOS



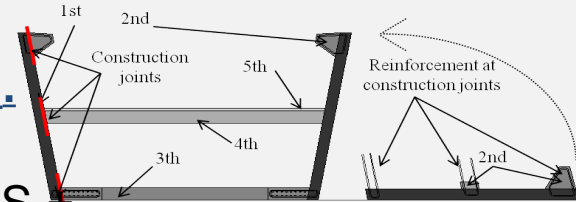
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 5 fases: 2º RECRECIDOS



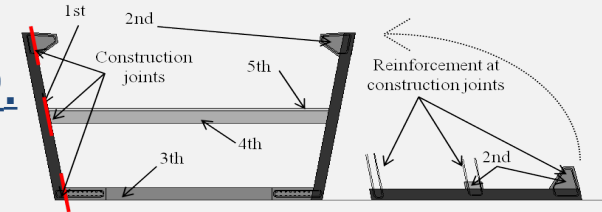
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 5 fases: ELEVACIÓN LATERALES +
COLOCACIÓN EN MOLDE ARTESA



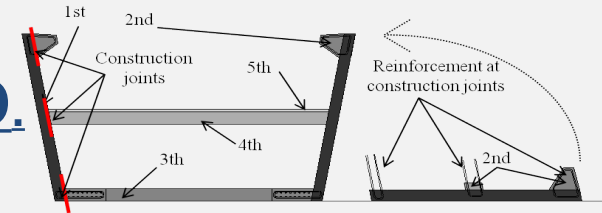
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 4 fases: 3º
ARRIOSTRAMIENTO INFERIOR EN CELOSÍA



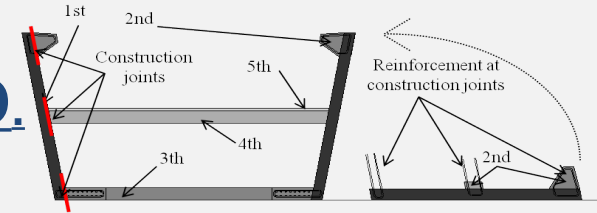
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 5 fases: 4º
RIOSTRAS



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Construcción en 5 fases: 5°
LOSAS CON TEXTURA



ACABADOS.

VIP Control fibras en caras de llenado y esquinas



Blowlamp work to
hide fibres

Lighting

Sling for the
footbridge lifting

Service pipes for
water supply

Mortar treatment in
the upper truss side

ACABADOS.

Mortero caras de llenado



Equipamientos previstos



DATOS Y PRESUPUESTO

- ✓ Longitud pasarela 43.5 m
- ✓ Ancho pisable 3 m
- ✓ PEM Pasarela Proyecto 471.443,06 €
- ✓ PEM Estructura 406.689,71 €

Incluyen: modelo reducido, modelo 1:1, pruebas, ensayos, desafección 30% baja, obra única y singular ...

MONTAJE.

PASARELA BCO. OVEJAS



RESULTADO.



Pasarelas en Pilar de la Horadada y en Alicante
(Barranco de las Ovejas)

JORNADA 4 DIC 2014

GENERALITAT VALENCIANA:
30 años *años* construyendo puentes.
Técnica e innovación



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

