



Valorización de Subproductos

JORNADA OPMEGA - 24 de septiembre de 2021

Uso de la concha de mejillón como material de construcción



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Carolina Martínez García

GRUPO DE INVESTIGACIÓN GCONS. E.T.S.I.C.C.P.

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



INTRODUCCIÓN

- Producción anual en Galicia: 250 mil t de mejillón (2016), el 95% de la producción estatal.
- España primer productor de Europa y 3º del mundo detrás de China y Chile.
- El residuo generado por la industria conservera en Galicia supone cerca de 25 mil t de conchas al año: parte va a parar al fondo del mar o vertederos no autorizados.



Organiza:



Coordina:

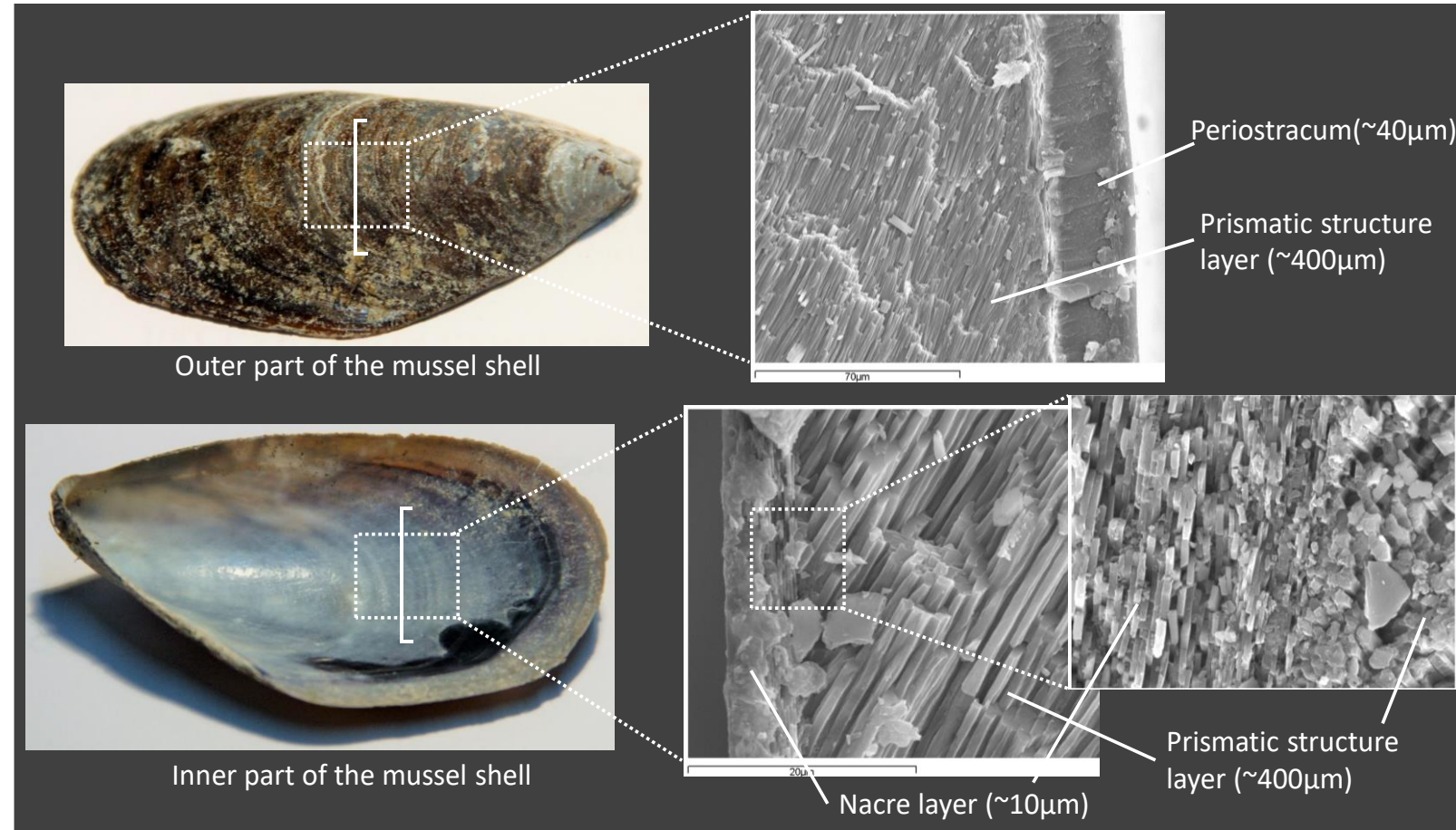


Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



INTRODUCCIÓN

- La conchas de mejillón (*mytilus galliprovincialis*) se forma por bio-mineralización de carbonato cálcico (95%) y materia orgánica que une la estructura.
- La concha está dividida en tres partes:
 - Capa exterior: *periostracum* – proteína
 - Capa intermedia: *estructura prismática* – calcita
 - Capa interior: *nácar* – compuesto de láminas de aragonita unidas por polisacáridos, proteínas y glicoproteínas.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



USO COMO ÁRIDO

- Características principales de la concha de mejillón como un árido de construcción:
 - **Árido lajoso y superficie lisa**, sobre todo el nácar
 - Contiene entre 0-2% **materia orgánica**



	(GM)	(AMG)	(AMF)	(AN)	(GN)	(GRN)
Tratamiento térmico	30min a 135°C					
Proceso de machaqueo	No tiene	Triturado	Molido			
Absorción de agua (%)	2.17	2.56	4.12	2.22	2.20	1.33
Índice de lajas (%) (UNE-EN 933-3)	99.24	-	-	-	14.02	7.21
Coef. Los Ángeles (%) (UNE-EN 1097-2)	20	-	-	-	-	23.10
Cloruros (%) (UNE-EN 1744-1)	0.46	0.28	0.51			
Sulfatos solubles (%) (UNE-EN 1744-1)	0.4	0.63	0.59			
Materia orgánica (%) (UNE 103204)	0.27	1.49	2.15			

Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



ÁRIDO PARA HORMIGONES EN MASA

- **Materiales**

- CEM II/A-M (V-L) 42.5R
- Aditivo superfluidificante

- **Diseño mezclas**

- Hormigón de limpieza **HL patrón** : $a/c = 0.75$ y $Mc=225$ kg.

- ✓ Sustitución fracción fina: 25%, 50%, 75% y 100%
- ✓ Sustitución fracción gruesa : 25%, 50%, 67%
- ✓ Sustitución combinada: 5% y 12.5%

- Hormigón en masa estructural **HM30 patrón**: para ambiente Qb. $a/c = 0.50$ y $Mc=360$ kg.

- ✓ Sustitución fracción fina: 25%, 50% y 65% (*)
- ✓ Sustitución fracción gruesa : 25%, 50% y 65% (*)
- ✓ Sustitución combinada: 5% y 12.5%

(*) limitación EHE (1%) por contenido en sulfatos

- **Consistencia y densidad**

El uso de mejillón **aumenta la demanda de agua** disminuye la trabajabilidad por su forma lajosa. Gravilla influye más que arena. Porcentajes pequeños, de 5% y 12.5% (arena y gravilla), muestran consistencias aceptables

La materia orgánica tiene un efecto aireante, aumenta porosidad y disminuye densidad.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



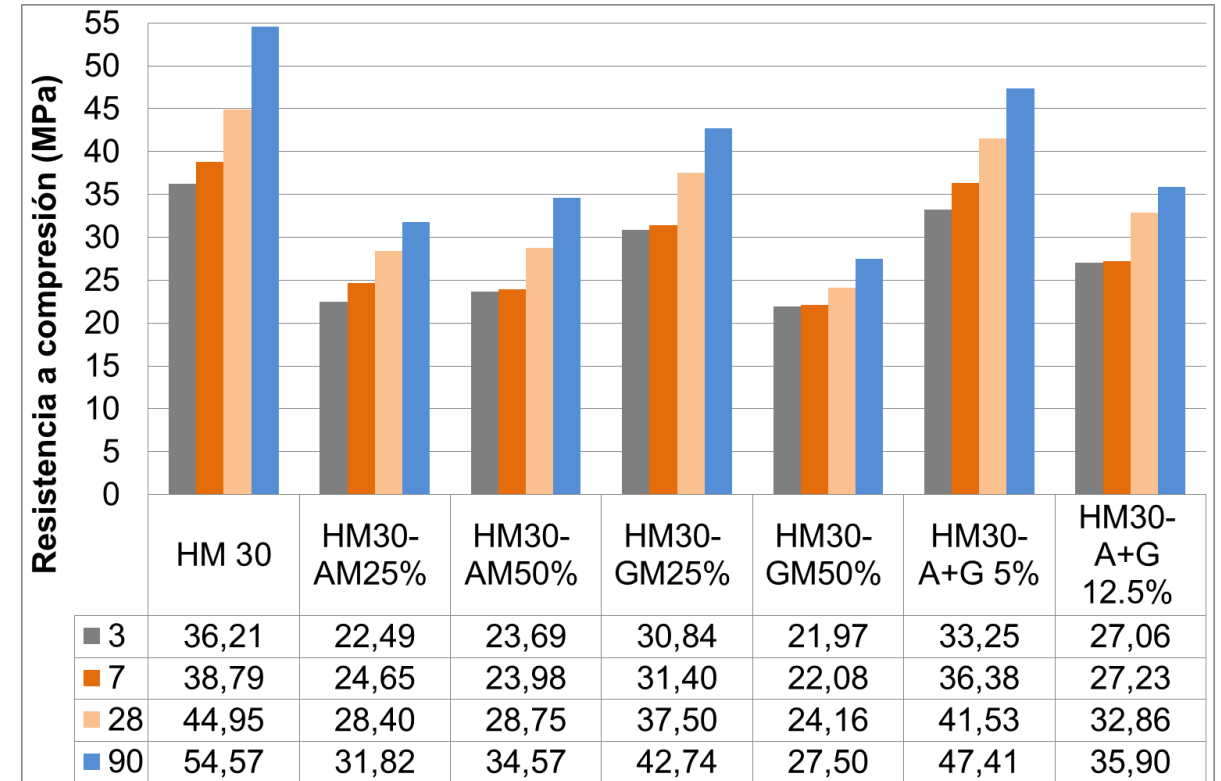
ÁRIDO PARA HORMIGONES EN MASA

Resistencias mecánicas

- El incremento en % de uso de mejillón disminuye la resistencia.
- La incorporación de arena o de gravilla de mejillón disminuye la resistencia de forma similar. Porcentajes de por encima del 25% no deberían emplearse ya que suponen disminuciones considerablemente elevadas.
- **Cuando la sustitución afecta a ambas fracciones, ambos 12.5% y 5% caídas aceptables.**

Forma lajosa + porosidad → fragilidad

Absorción, Mat.Org. → baja adherencia pasta - árido



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPec 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



ÁRIDO PARA HORMIGONES EN MASA

Resistencias mecánicas

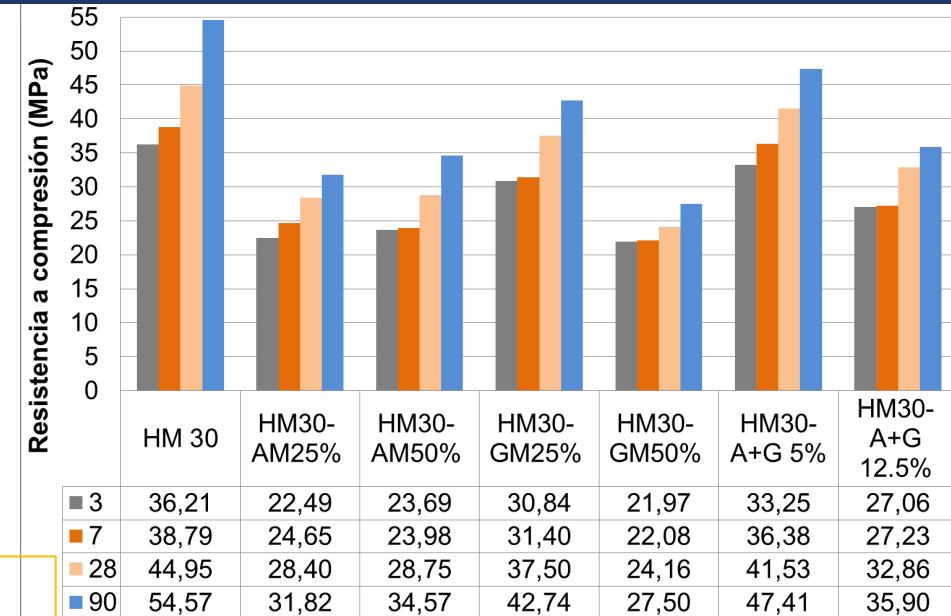
- El incremento en % de uso de mejillón disminuye la resistencia.
- La incorporación de arena o de gravilla de mejillón disminuye la resistencia de forma similar. Porcentajes de por encima del 25% no deberían emplearse ya que suponen disminuciones considerablemente elevadas.
- **Cuando la sustitución afecta a ambas fracciones, ambos 12.5% y 5% caídas aceptables.**

Forma lajosa + porosidad → fragilidad

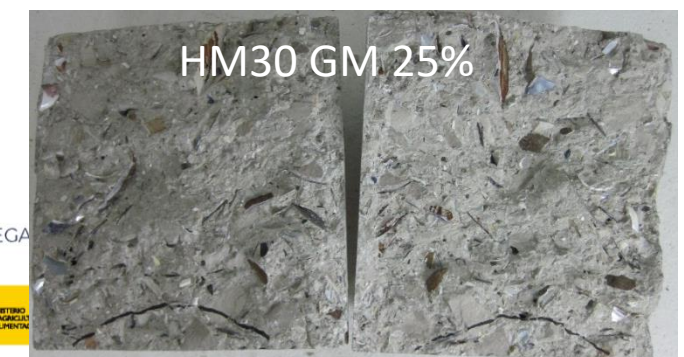
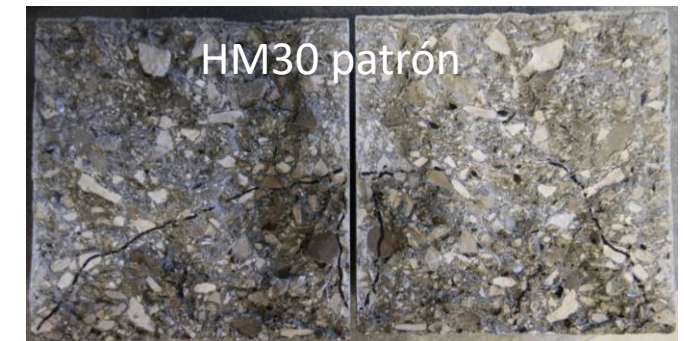
Absorción, Mat.Org. → baja adherencia pasta - árido

Permeabilidad (HM)

La permeabilidad del agua disminuye con el contenido de árido concha de mejillón, especialmente cuando se utiliza gravilla de mejillón, debido a la forma y la orientación preferencial de las partículas.



Permeabilidad	HM30 patrón	HM30-AM 25%	HM30 -AM 50%	HM30-GM 25%	HM30-GM 50%	HM30-A+G 5%	HM30-A+G 12.5%
Penetración máxima (cm)	2.83	2.23	1.25	0.95	0.00	0.98	1.10



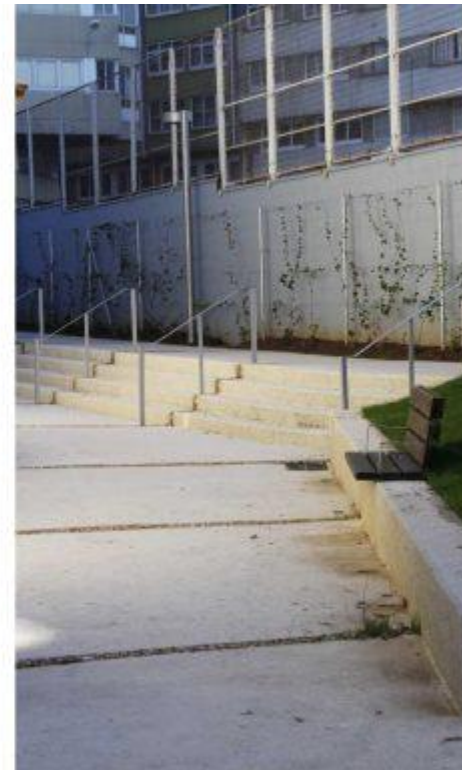
OBRA REAL - HORMIGONES EN MASA

Pavimentación en la Praza dos Mariñeiros. Concello da Coruña.

Ano: 2016

Proyectista: J. Vázquez Couto.

Constructora: López Cao.



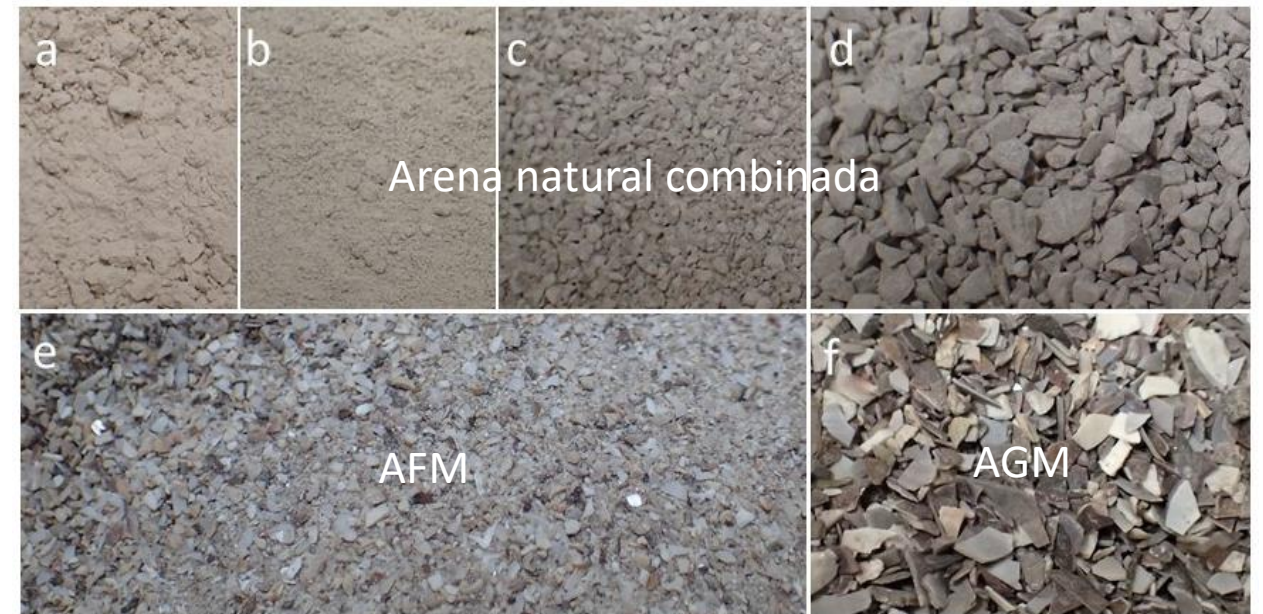
ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO

• Materiales

- Cemento de albañilería MC 12.5-X (sin aireante)
- Árido natural: se divide y combina para hacer una granulometría uniforme (AN 0-4mm).
- Áridos de mejillón: combinación arenas fina (**AMF**) y gruesa (**AMG**) para igualar granulometría de la arena natural.

• Mezclas

- **Capa base** patrón (BC0): $a/c= 1$, ligante/árido=1:5
- **Capa acabado** patrón (SC0): $a/c= 0.9$, ligante/árido=1:4
- Sustitución: 25%, 50% y 75%



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



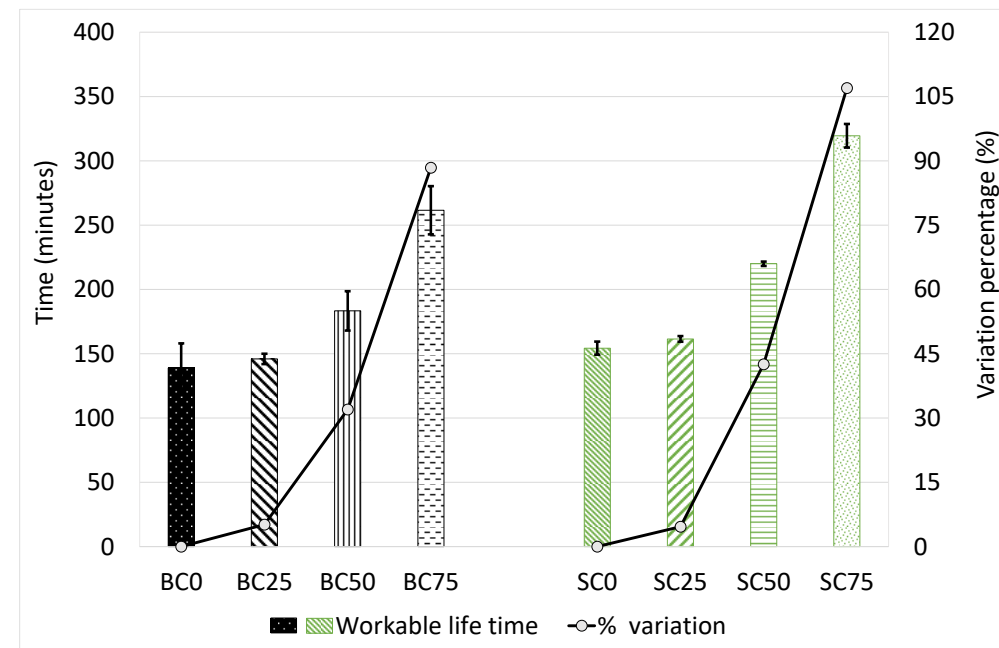
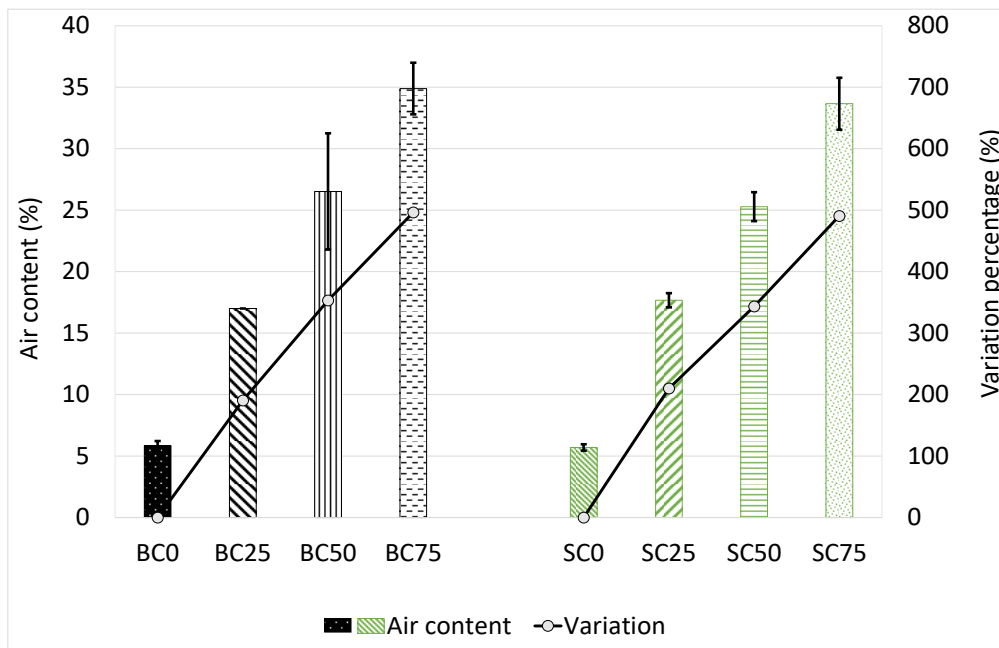
ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO

- Consistencia y densidad**

Igual que en el hormigón, el mejillón disminuye trabajabilidad y la densidad del mortero de cemento.

- Contenido en aire y vida útil (tiempo de fraguado)**

La materia orgánica tiene un efecto aireante, aumenta porosidad y disminuye densidad, y también reacciona con Clinker retrasando la hidratación del cemento = retraso en el tiempo de fraguado.



Organiza:



Coordina:



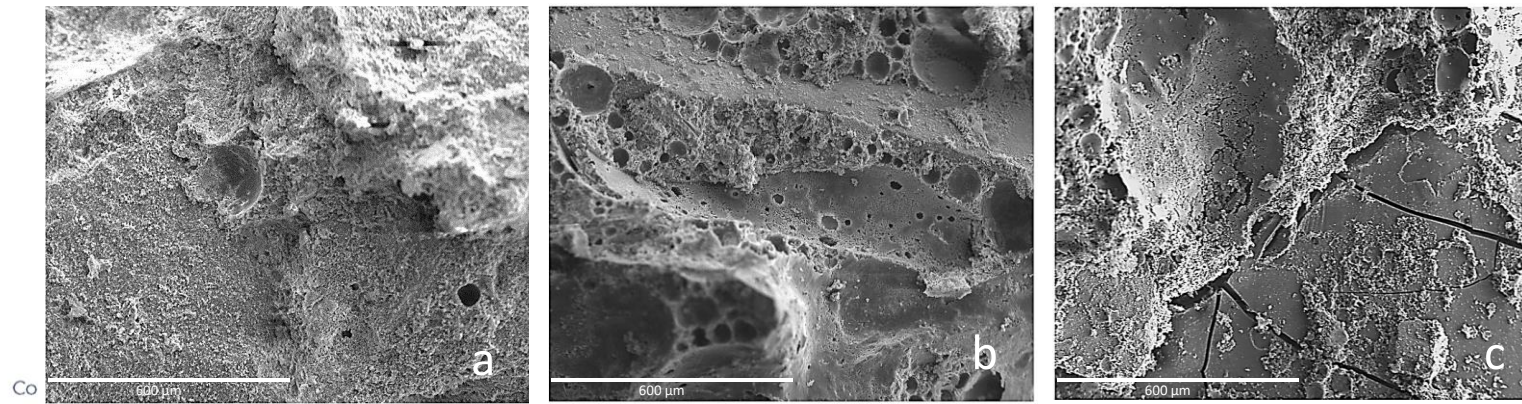
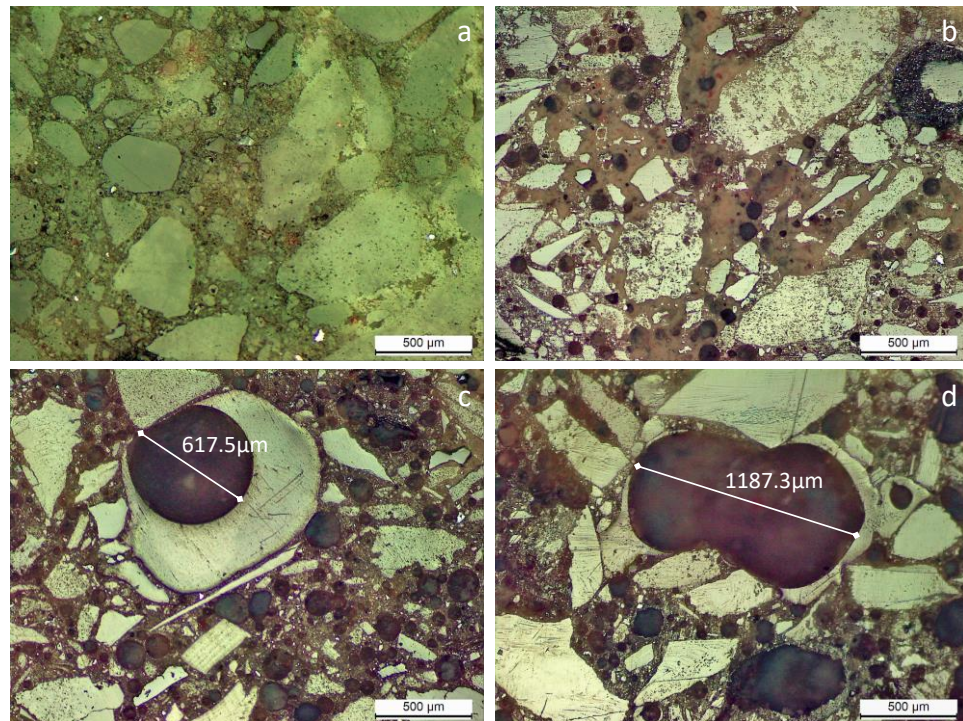
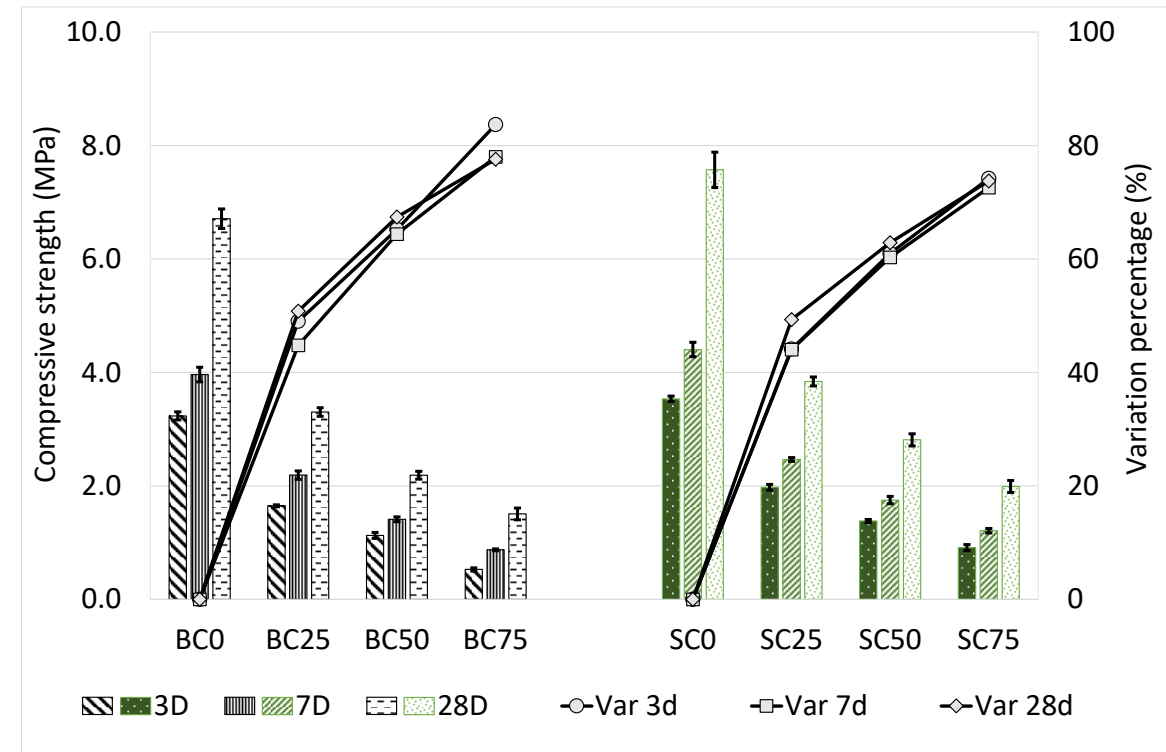
Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO

Resistencias mecánicas

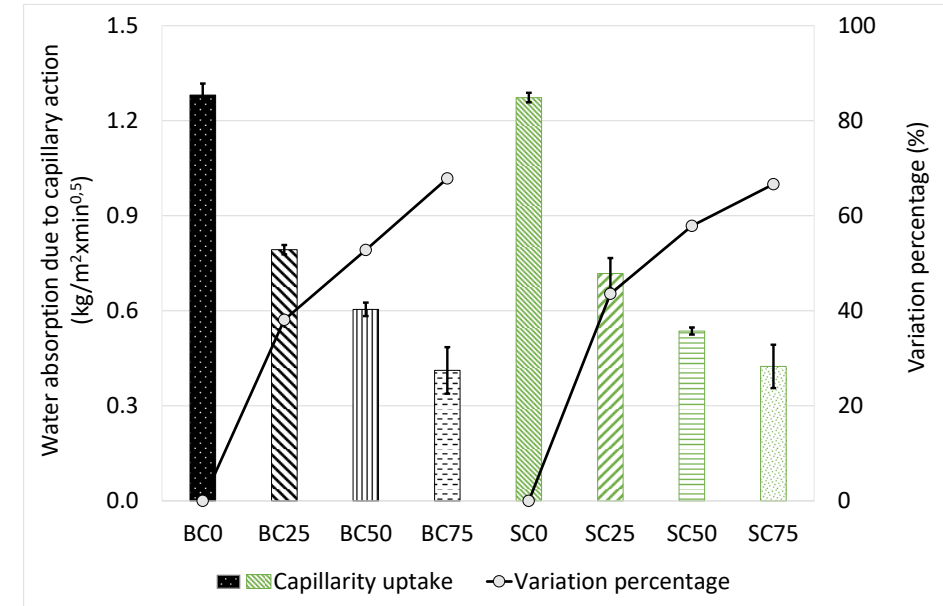
Mayor fragilidad debido nuevamente a la materia orgánica que genera un aumento de la porosidad y a la deficiente adherencia de las partículas de las conchas a la matriz de cemento.



ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CEMENTO

Absorción capilar

Freno capilar generado por la forma de las conchas de mejillón y los poros de gran tamaño.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPEc 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CAL AÉREA

• Materiales

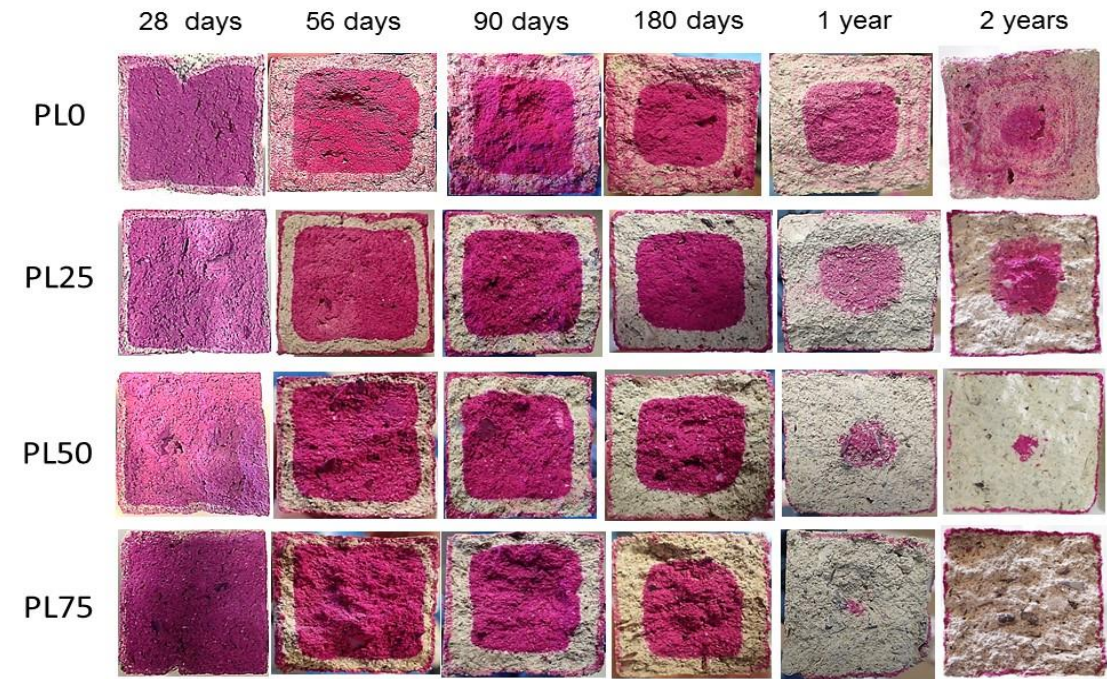
- Cal en pasta (10 meses), 64% agua y 36% hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$
- Áridos ídem morteros de cemento

• Mezclas

- Patrón (PLO): 1:2.5 (cal:árido) en volumen
- Sustitución: 25%, 50%, 75%

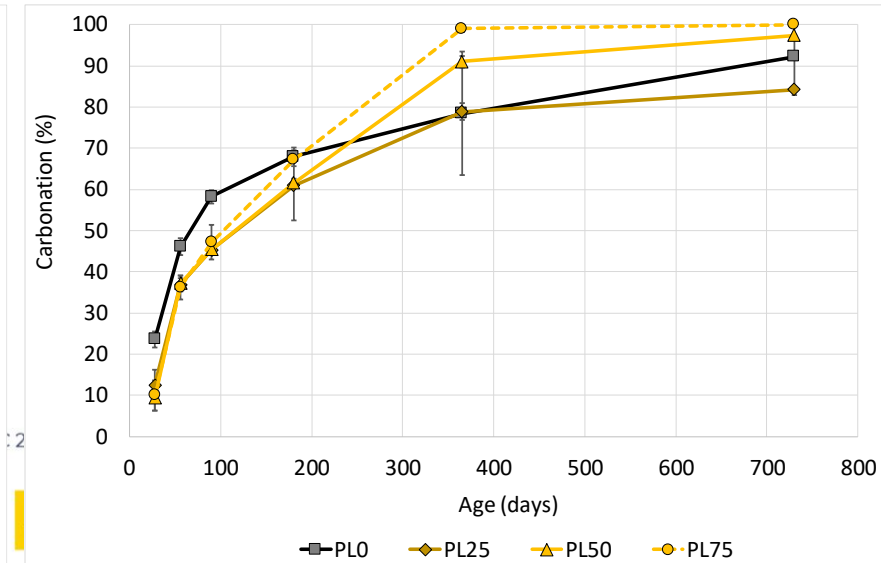
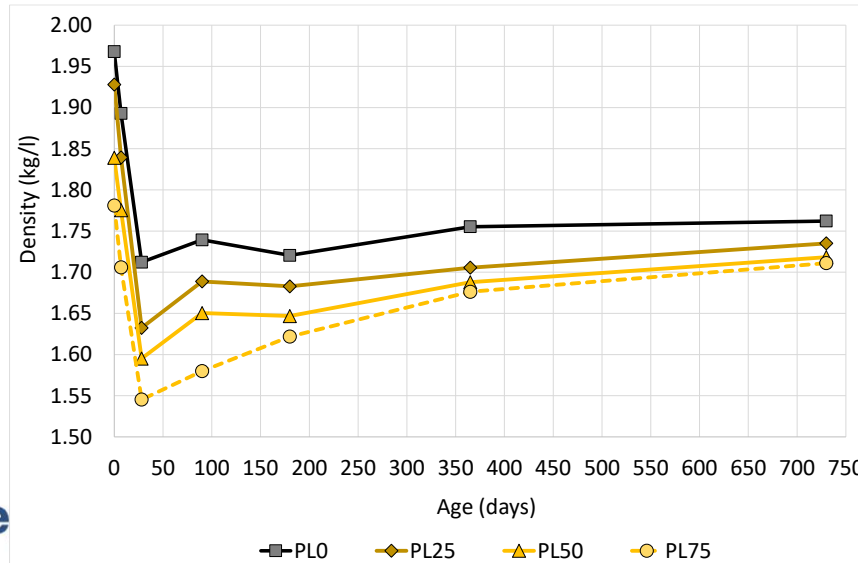
Consistencia, densidad y porosidad

Nuevamente menor trabajabilidad, menor densidad con mejillón debido a la mayor porosidad, pero se nota mucho menos que en ligantes hidráulicos.



Carbonatación

Menor velocidad de carbonatación hasta los 180 días y mayor velocidad a partir de ahí comparando con el patrón.



Organiza:



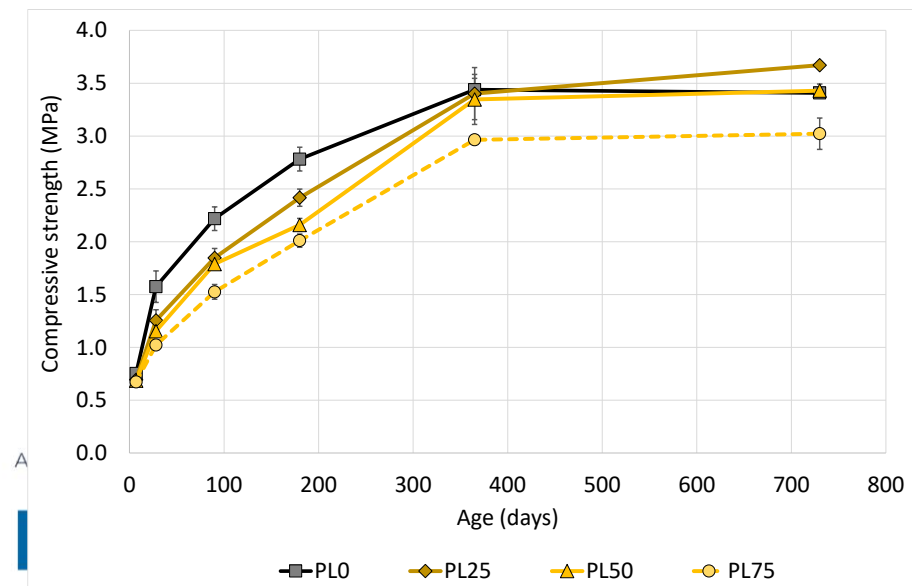
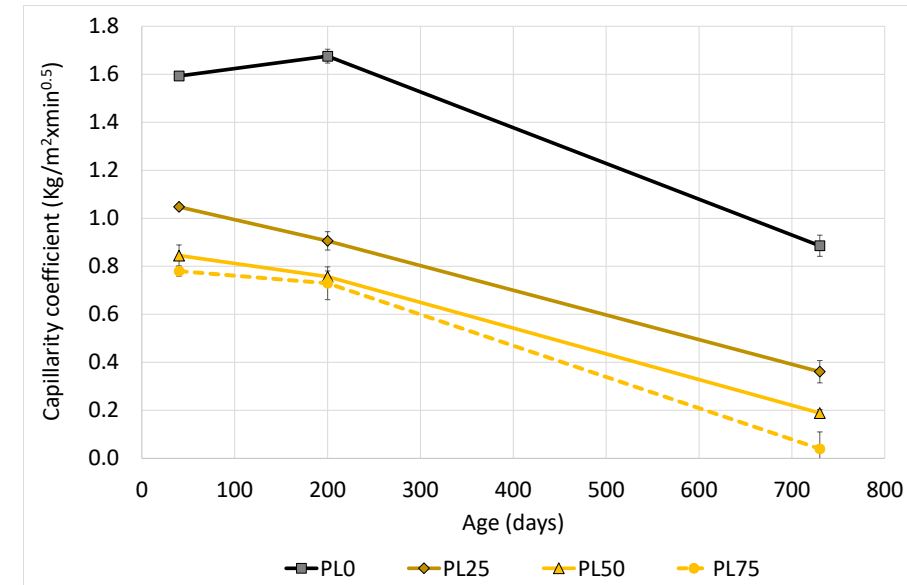
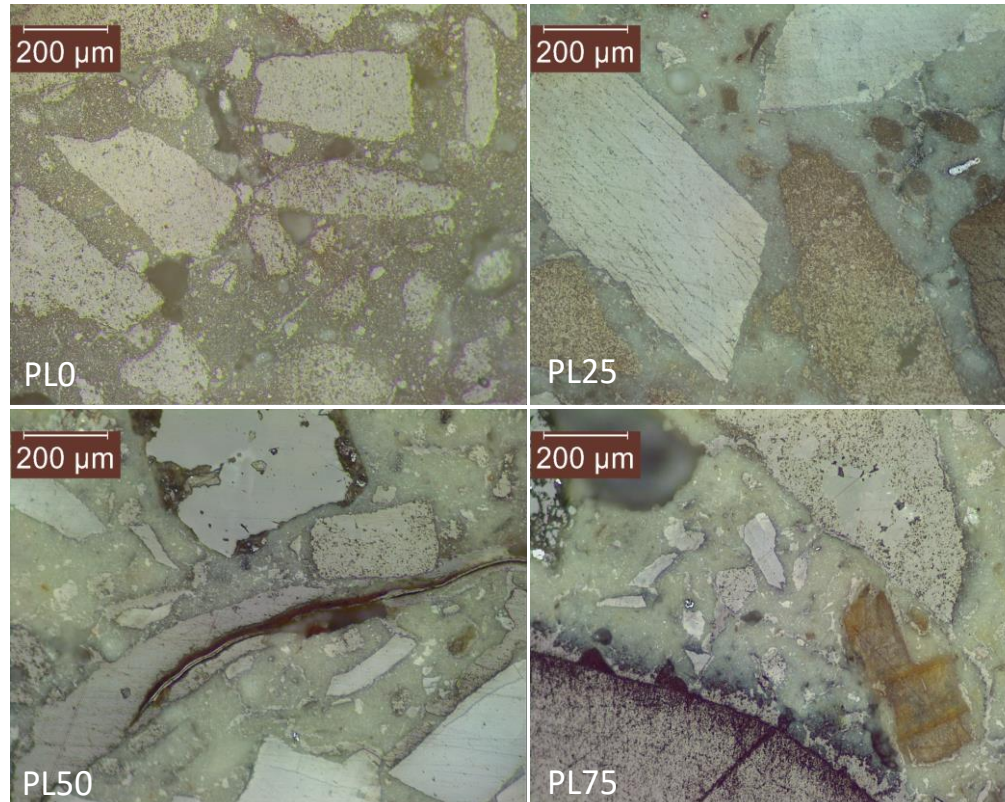
ÁRIDO PARA MORTEROS DE REVESTIMIENTO CON CAL AÉREA

Absorción capilar

Freno capilar: forma lajosa y poros de gran tamaño, ídem morteros cem.

Resistencias mecánicas

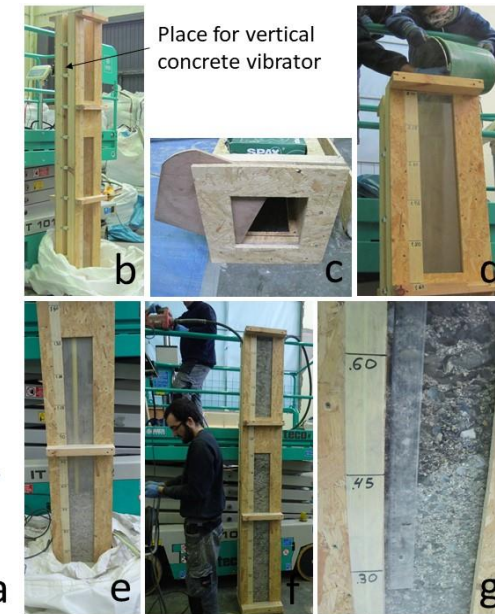
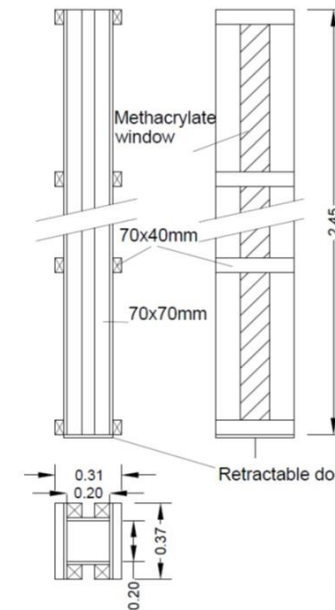
Mayor fragilidad: mayor porosidad y menor adherencia partículas + pasta cal. La influencia es menor que en cementos por la mayor carbonatación (>180 días).



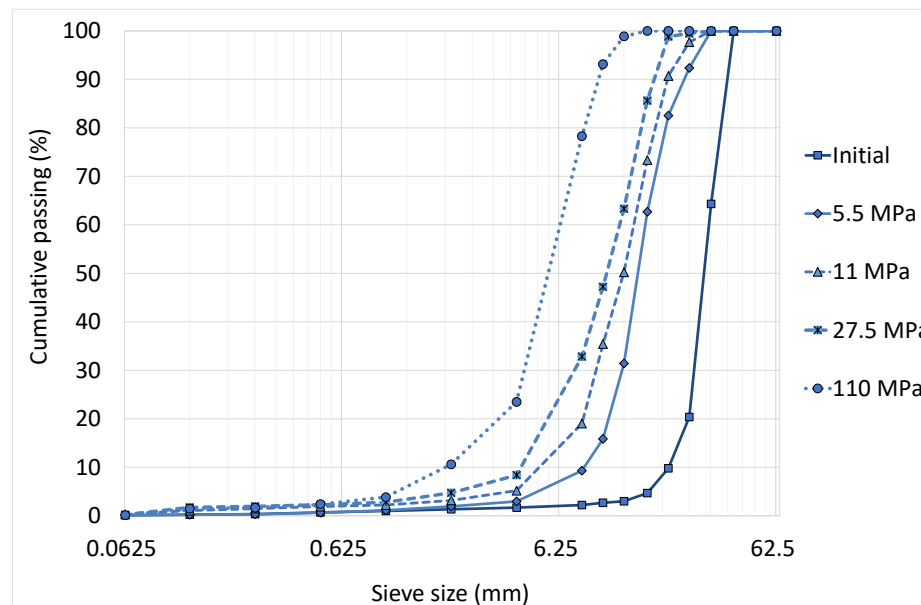
AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO – RELLENO SUELTO

Ensayos de compactación y resistencia mecánica

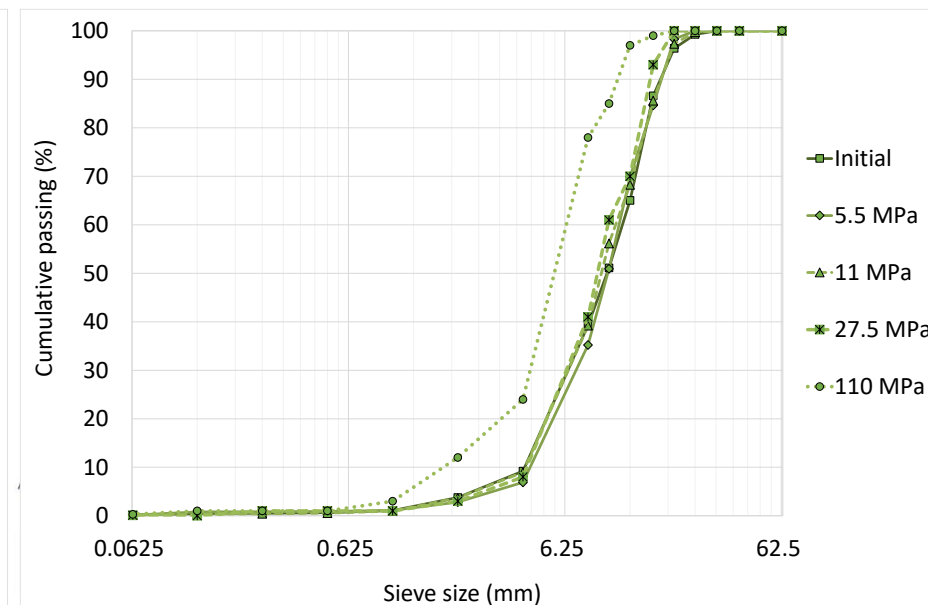
- Relleno aislante: grado de compactación >30% (1000 kg/m³) para evitar asentos
- Resistencia bajo carga: gravilla de mejillón resiste 11 Mpa sin modificar su granulometría => uso en cimentación



Concha entera



Gravilla de mejillón

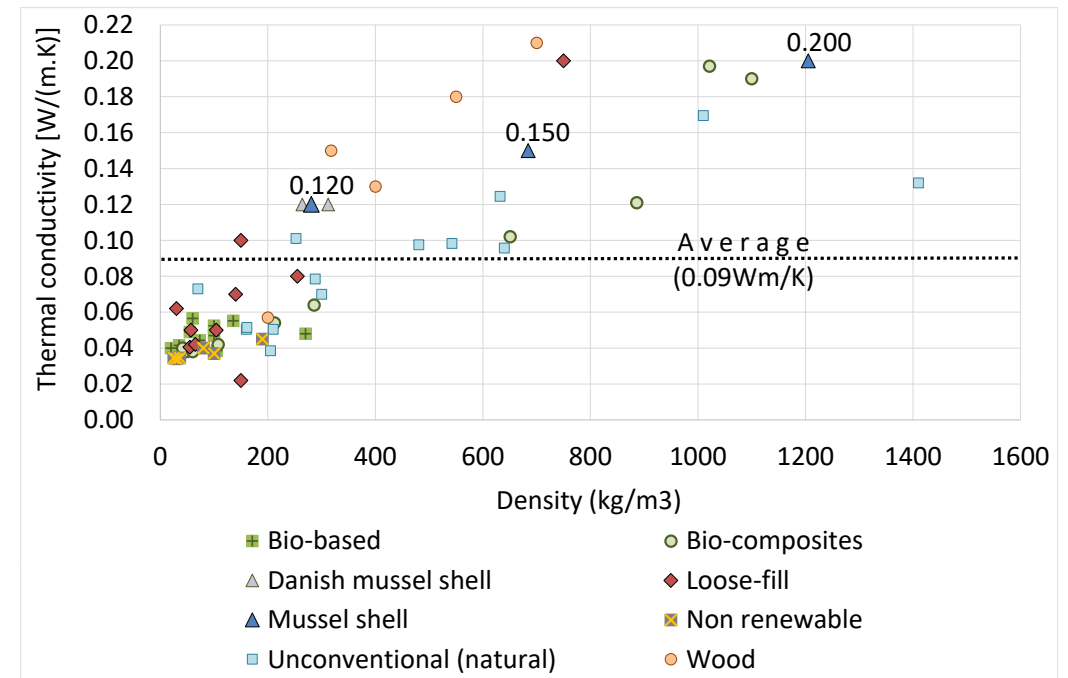
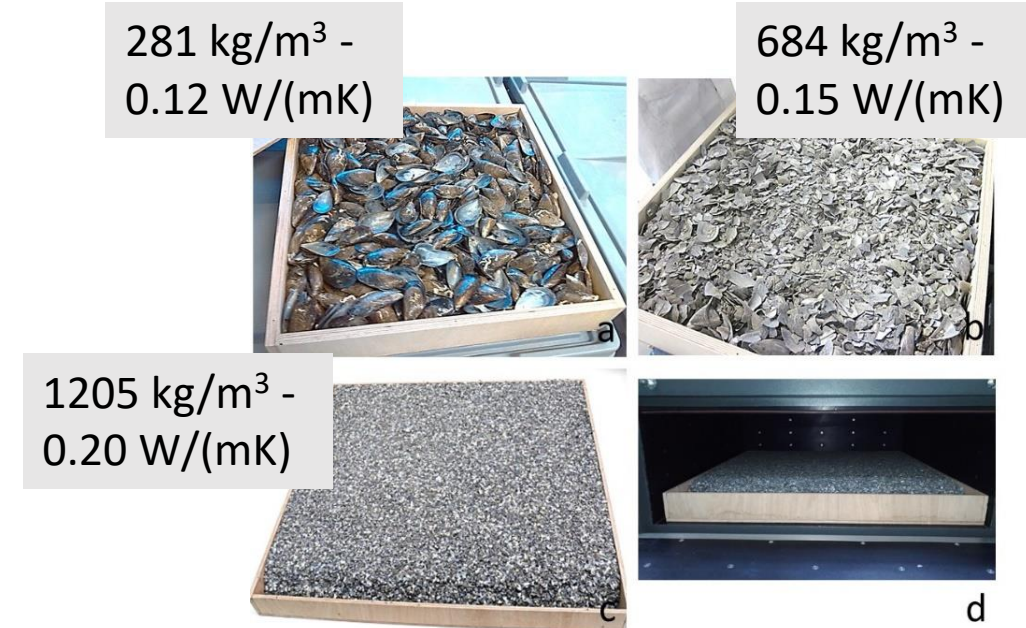


AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO – RELLENO SUELTO

Ensayo de conductividad térmica

- Se ensayaron 3 tamaños de concha de mejillón en cajas para adaptarlas al procedimiento de ensayo.
- La conductividad térmica media de la concha compactada (1000 kg/m³) se considera 0.175 W/(mK) similar a la arcilla expandida o a la madera.

Materiales	λ (W / m.K)
Lana de vidrio	0.031-0.037
Panel de corcho	0.037-0.042
Arcilla expandida	0.10-0.14
Concha de mejillón	0.12-0.20
Madera	0.13-0.23
Ladrillo hueco	0.32
Bloque de hormigón	0.45



Organiza:



Coordina:

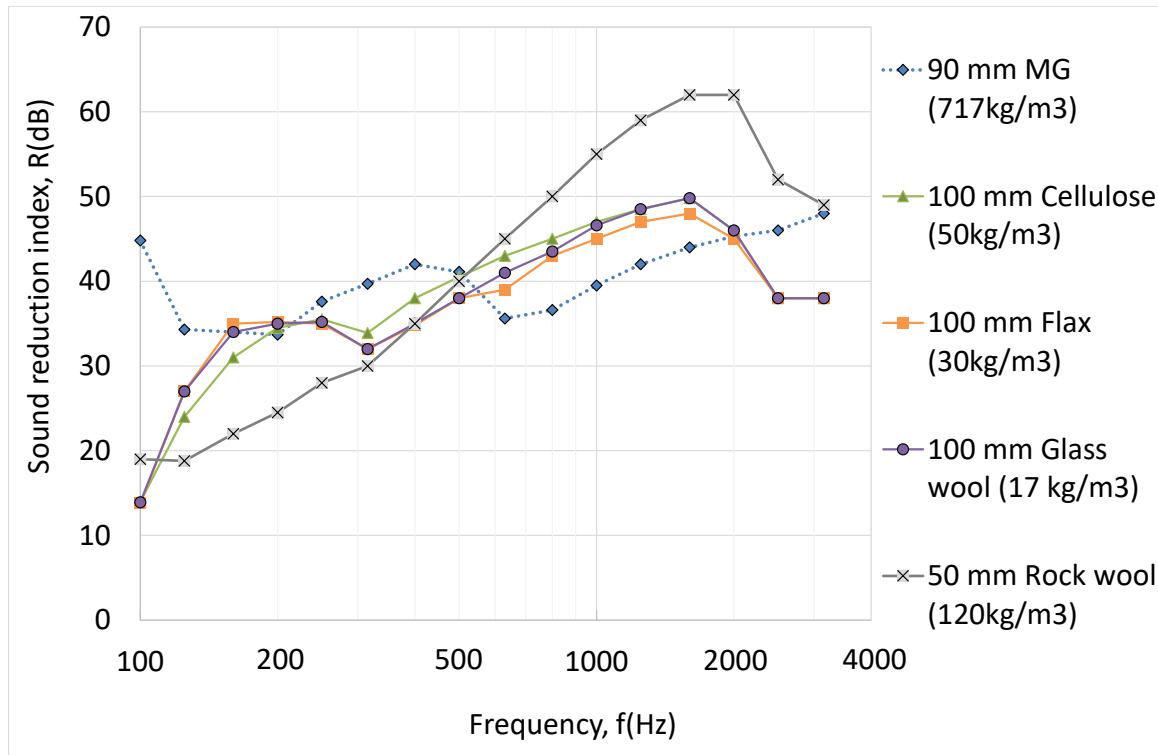


AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO – RELLENO SUELTO

Ensayo de reducción acústica

Se ensayo una solución de gravilla de mejillón (700 kg/m³) de 90 mm entre dos OSB.

- Comportamiento de reducción acústica comparable a otras soluciones convencionales
- Debido a la elevada densidad buen comportamiento en bajas frecuencias (< 200 Hz)



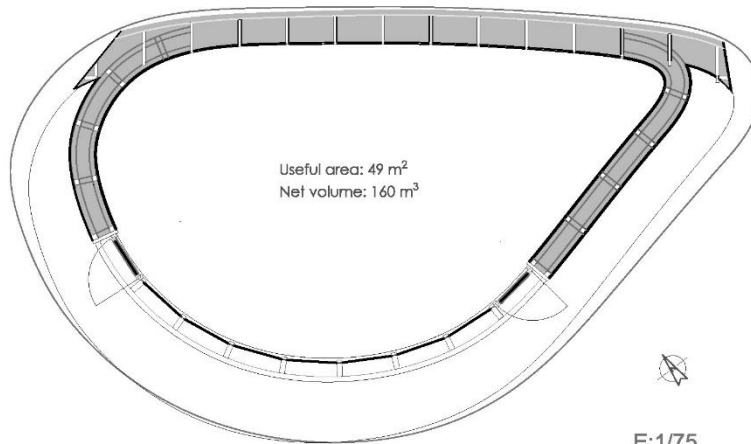
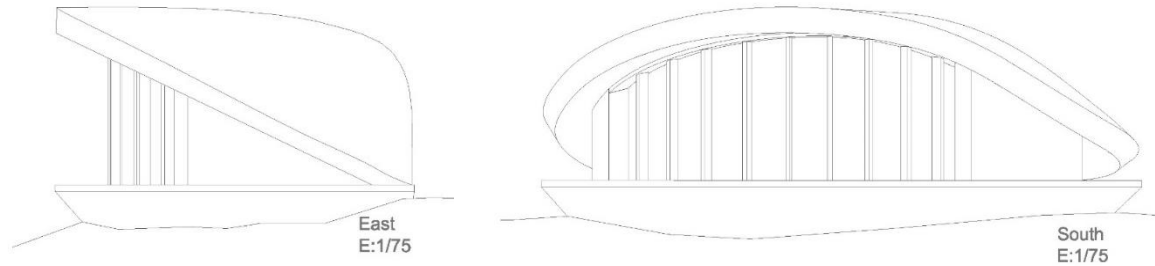
Materiales	dB
Cartón yeso + Lana de vidrio 100 mm + carton yeso	40
Cartón yeso + panel lino 100mm + carton yeso	40
Cartón yeso + lana de roca 50mm+carton yeso	40
Cartón yeso+ Celulosa insuflada 100mm + carton yeso	41
Madera + Concha de mejillón 90 mm + madera	42

EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proyecto Biovalvo: proyecto de investigación para la valorización de las conchas en la construcción. Feder Innterconecta –CDTI. Consorcio empresas y Universidad.

“Módulo Biovalvo”: edificio experimental. Prototipo a escala real y edificio demostrativo de todas las soluciones estudiadas.

Situación: parcela anexa a las huertas urbanas del Campus Universitario de Elviña.



Organiza:



E:1/75
Coordina:



Acción enmarcada en



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Soluciones constructivas con mejillón:

Cimentación:

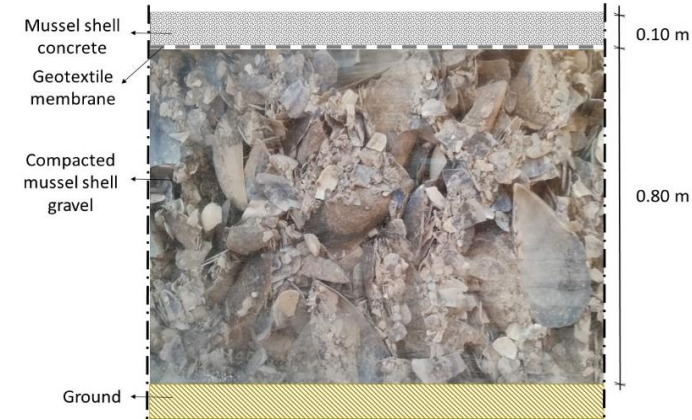
- zapata corrida perimetral y solera con 12.5% arena + gravilla de mejillón
- relleno compactado aislante de gravilla de mejillón sobre el terreno

Muros:

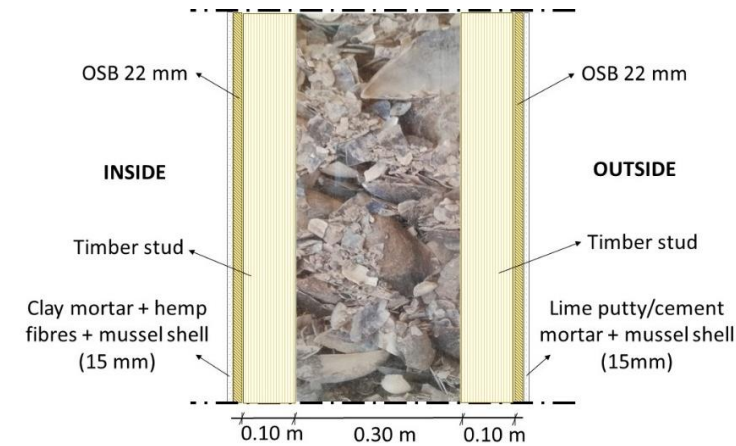
- estructura de madera
- relleno compactado gravilla de mejillón
- morteros cal o cemento (ext) y barro (int) con 50% de arena de mejillón

Cubierta:

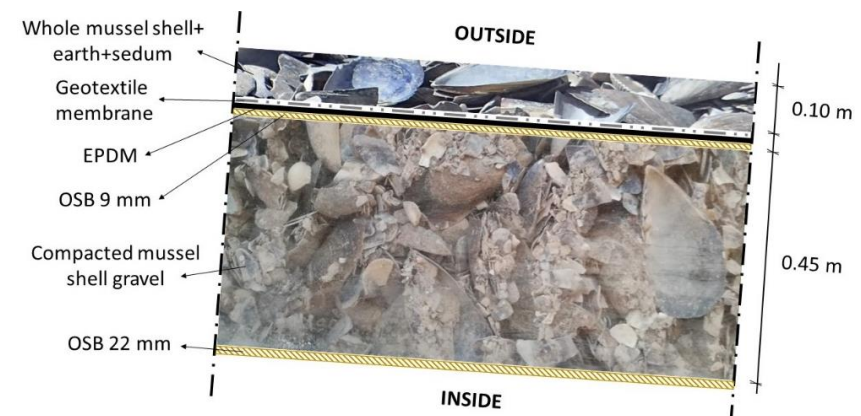
- relleno compactado gravilla de mejillón
- Lámina EPDM
- Geotextil
- Cubierta “vegetal” y gavión (vertical) de concha entera



$$U_s = 0.35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



$$U_m = 0.29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



$$U_m = 0.32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Organiza:



Coordina:

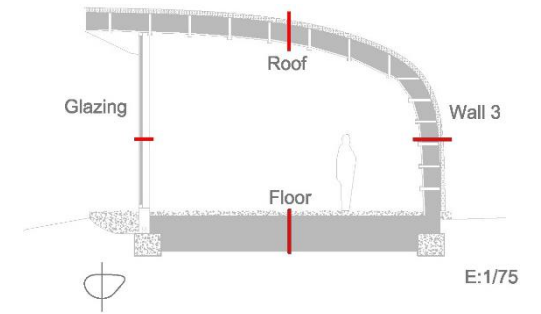
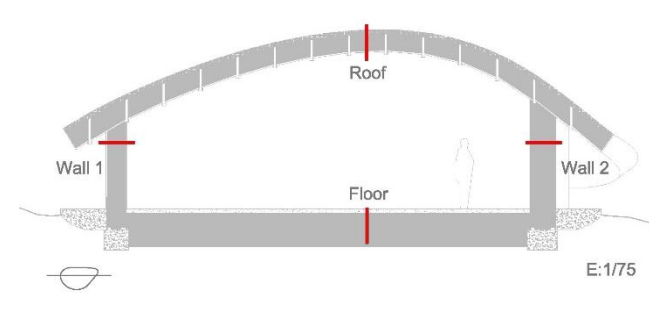


EDIFICIO EXPERIMENTAL

Instrumentación (humedad y temperatura) del edificio:

Se colocaron sensores en todas las soluciones constructivas del edificio:

- 3 muros + fachada acristalada
- Solera
- Cubierta



Organiza:



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proceso de ejecución de cimentación y relleno aislante de suelo.



Organiza:

 **Opmega**



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proceso de ejecución de la solera y pavimento exterior perimetral.



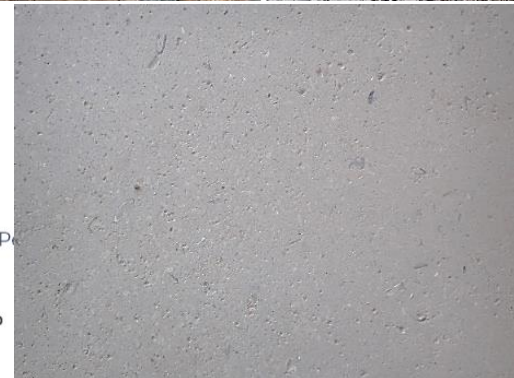
Organiza:



Coordina:



en el PP



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proceso de ejecución de la estructura de madera.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Fachada acristalada.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proceso de ejecución de los morteros de revestimiento.



EDIFICIO EXPERIMENTAL

Proceso de ejecución de la cubierta.



Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:



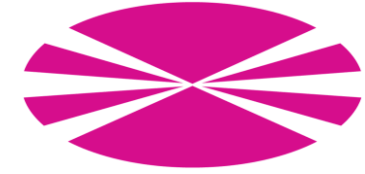


¡Muchas gracias!

Carolina Martínez García

carolina.martinezg@udc.es – 667 47 99 13

https://www.researchgate.net/profile/Carolina_Martinez_Garcia



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



<http://www.gcons.udc.es/>

Tesis doctoral: Evaluación de la concha de mejillón para el desarrollo de diferentes biomateriales de construcción.

Dirigida por: Prof. Belén González Fonteboa y Prof. Diego Carro López

<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/26641>

Organiza:



Coordina:



Acción enmarcada en el PPeC 2021 de OPMEGA, cofinanciado por:

