



# SOLUCIONES FÁCILES Y SEGURAS PREVIAMENTE RELLENADAS PARA APLICACIONES SUBMARINAS

Fecha 12 de Mayo 2022

**MACCAFERRI**



*5' Introducción*

*10' Soluciones precargadas para aplicaciones submarinas*

*15' Historias de éxito*

*5' Beneficios ambientales*

*Sesión de Preguntas y Respuestas en vivo*

**Orador**

*Stefano Rignanese – DT Business Unit Business Developer*





El desarrollo tecnológico debe cambiar el enfoque tanto de la **eficiencia** como de la mejora de las condiciones de trabajo a través de la **prevención de riesgos**.

A wide-angle photograph of a construction site on a calm body of water. In the foreground, a Volvo excavator is partially visible on a rocky shore. Several workers in safety gear are wading in the water, working on a large, rectangular, submerged structure made of metal mesh. The structure is being installed on a bed of rocks. In the background, a large barge or ship is docked, and a crane is visible on the water. The sky is overcast, and the water reflects the light. Red leaves from a tree are visible in the upper right corner.

Las soluciones hidráulicas a menudo necesitan una instalación submarina y esto puede ser un **desafío** para los trabajadores y un **uso intensivo de recursos** para el medio ambiente.

An aerial photograph of a river flowing through a narrow canyon. The left bank is a steep, light-colored rocky cliff with sparse green vegetation. The right bank is a dense forest with green and yellowing trees. The river water is a vibrant turquoise color, showing rapids and white water. A person is visible in the river, and a small boat is near the bottom left. A semi-transparent dark grey bar is at the bottom of the image, containing the text.

Estructuras longitudinales y transversales en cursos de agua



Protección contra la socavación al pie de las dársenas portuarias  
Especialmente durante las maniobras de atraque y desatraque.



Protección de estribos y pilotes de puentes contra la socavación.

## UN COMPROMISO DURADERO EN LA MEJORA DE MATERIALES Y SOLUCIONES PARA INGENIERIA CIVIL

INNOVATION CENTER

MACCAFERRI



Maccaferri tiene un centro de excelencia totalmente dedicado a la **investigación y el desarrollo**, concentrando en un solo lugar el capital del **conocimiento** y el **know-how**: en Bolzano (Italia) el Centro de Innovación Maccaferri (M.I.C.) trabaja constantemente para innovar nuestros productos y soluciones.





*Integración de sistemas de ingeniería hidráulica en el entorno natural para proporcionar beneficios **económicos, ambientales y sociales** a largo plazo*



**RenoMac+**

Las soluciones precargadas han sido desarrolladas para proporcionar la mayor eficacia en diversas condiciones que requieren muchos recursos.



# ¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE UNA SOLUCIÓN PRECARGADA?

MACCAFERRI



¿CUÁNTO  
CUESTA UNA  
PROTECCIÓN DE  
MARGENES?

Las soluciones precargadas como **RenoMac Plus** y **CubiMac** presentan varios beneficios que contribuyen a que una aplicación de ingeniería civil submarina sea **económicamente competitiva**.



OPTIMIZACIÓN  
DEL DISEÑO



INSTALACIÓN  
FÁCIL Y SEGURA



VIDA ÚTIL  
EXTENDIDA



COSTO TOTAL DE PROPIEDAD



# ¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE UNA SOLUCIÓN PRECARGADA?

MACCAFERRI

¿CUÁNTO  
CUESTA UNA  
PROTECCIÓN DE  
MARGENES?



Las soluciones precargadas como **RenoMac Plus** y **CubiMac** presentan varios beneficios que contribuyen a que una aplicación de ingeniería civil submarina sea **económicamente competitiva**.



OPTIMIZACIÓN  
DEL DISEÑO

No hay necesidad de llenar los colchones y los gaviones en el sitio y, por lo tanto, la colocación de las piedras dentro de la jaula ensamblada se puede realizar con mayor precisión.

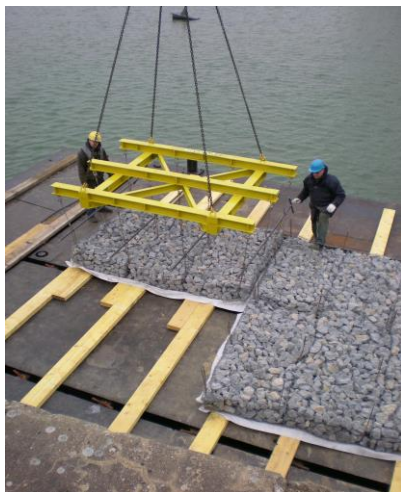
Además, se realizaron pruebas experimentales que dieron como resultado un diseño rentable y optimizado con una reducción considerable de material.





¿CUÁNTO  
CUESTA UNA  
PROTECCIÓN DE  
MARGENES?

Las soluciones precargadas como **RenoMac Plus** y **CubiMac** presentan varios beneficios que contribuyen a que una aplicación de ingeniería civil submarina sea **económicamente competitiva**.



INSTALACIÓN  
FÁCIL Y  
SEGURA

La colocación y llenado de las jaulas ensambladas en condiciones subacuáticas puede ser un desafío. Con un proceso de llenado que se puede realizar en seco, la instalación se vuelve mucho más segura además de ser más precisa.

Todos los elementos de elevación y marcos tienen marcado CE





¿CUÁNTO  
CUESTA UNA  
PROTECCION DE  
MARGENES?

Las soluciones precargadas como **RenoMac Plus** y **CubiMac** presentan varios beneficios que contribuyen a que una aplicación de ingeniería civil submarina sea **económicamente competitiva**.



VIDA UTIL  
EXTENDIDA

Las soluciones precargadas recubiertas de PoliMac están diseñadas para enfrentar las condiciones ambientales más agresivas con una gran durabilidad. Además, no hay necesidad de reemplazar las piedras como en las soluciones de rip-rap.



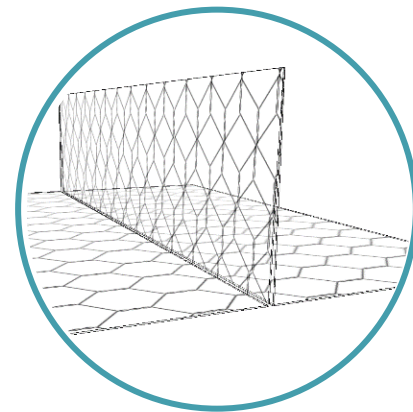
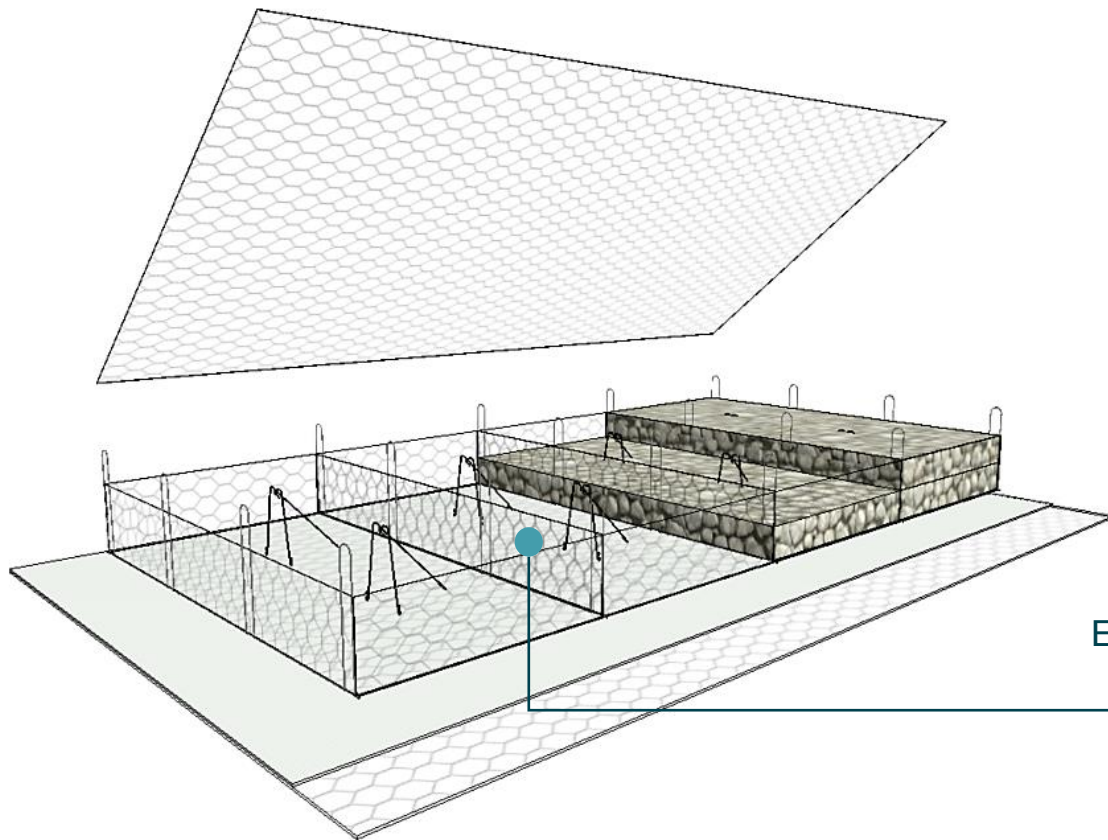
RenoMac Plus y CubiMac se pueden trasladar al sitio de construcción listos para su instalación, lo que hace que todo el proceso sea más amigable con el ambiente.





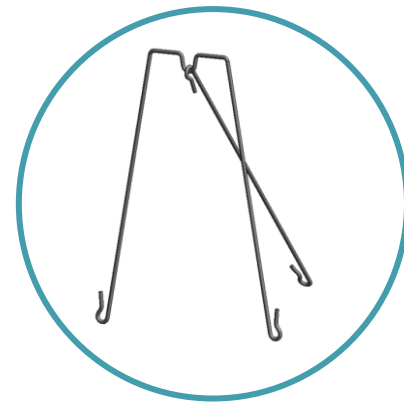
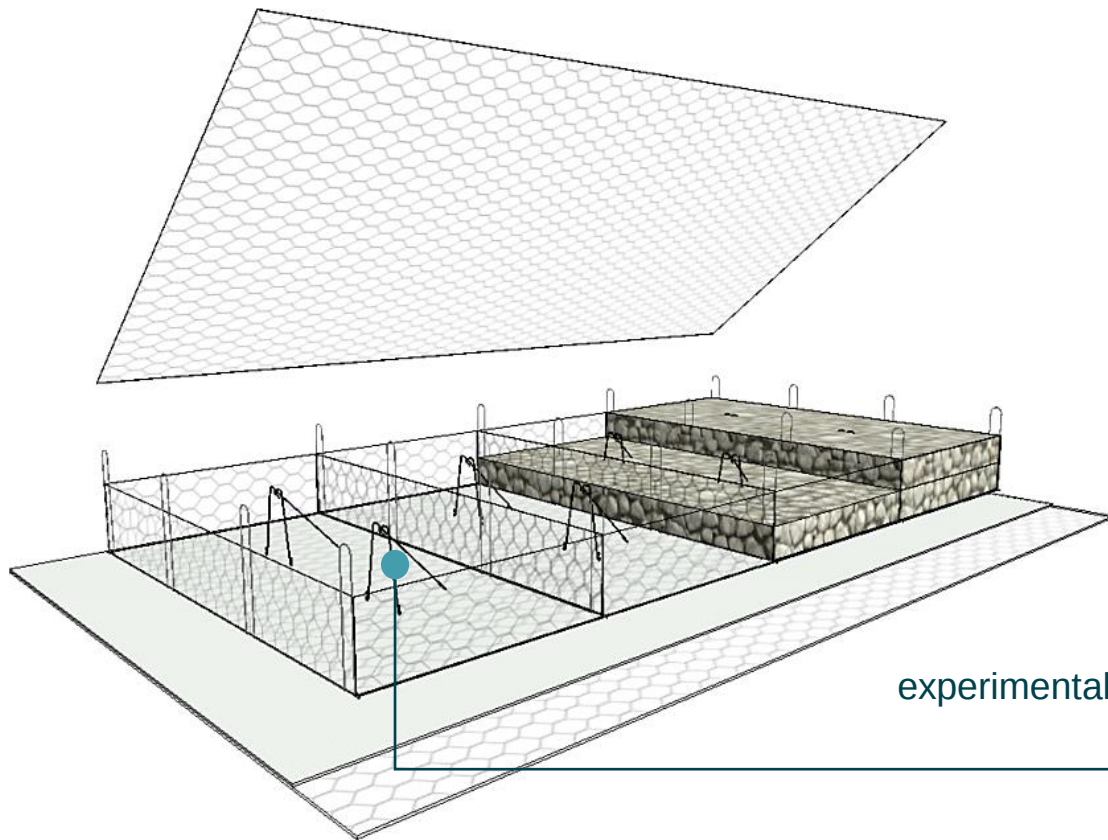
¿Cuáles son las fortalezas  
estructurales de RenoMac  
Plus?





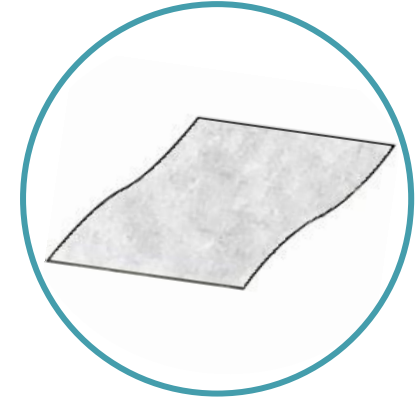
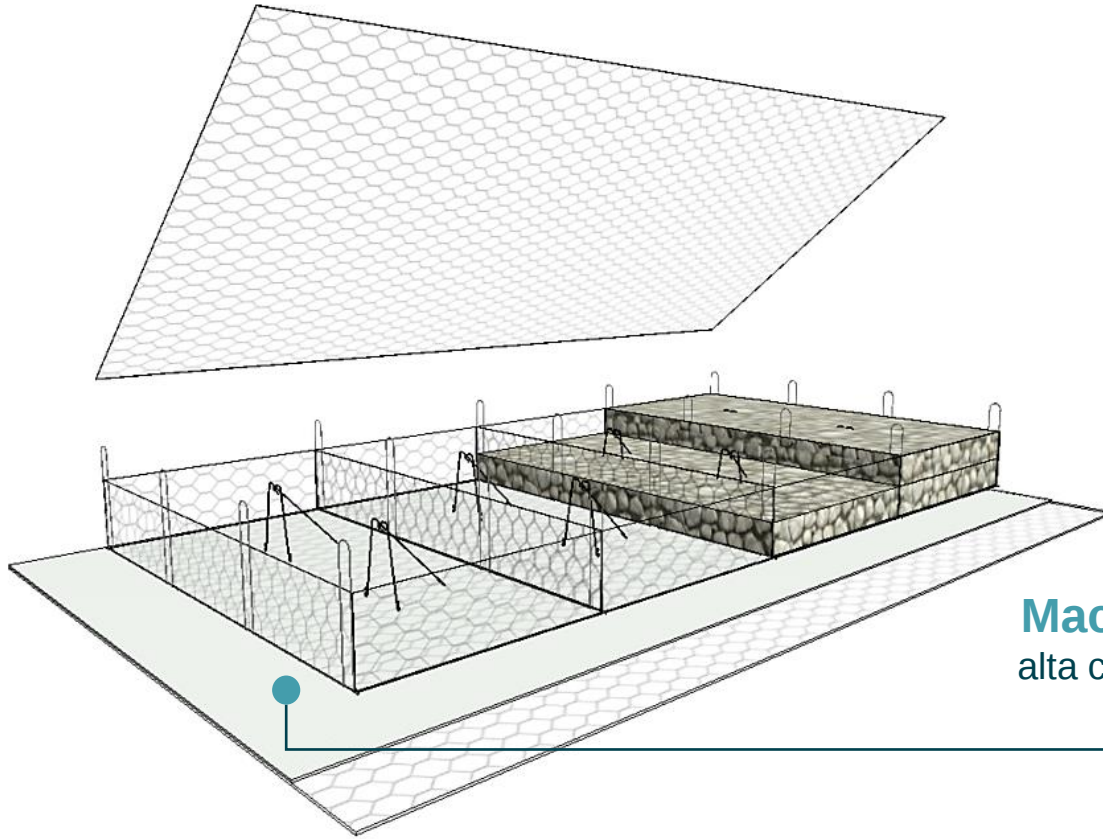
El **doble diafragma** vertical facilita la operación de llenado





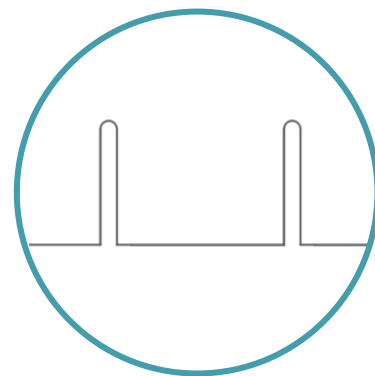
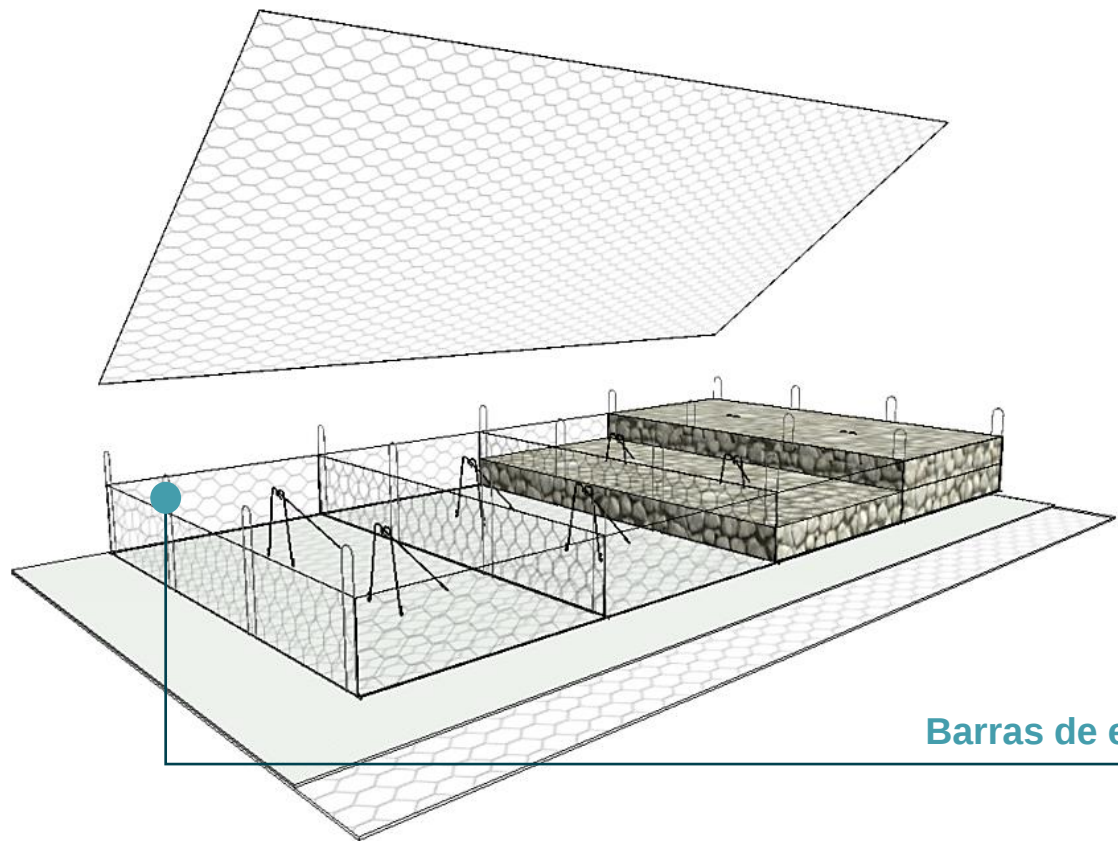
**X-Tie** es el tirante desarrollado experimentalmente y patentado para maximizar la resistencia estructural del colchón





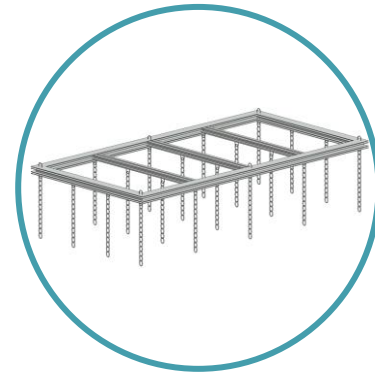
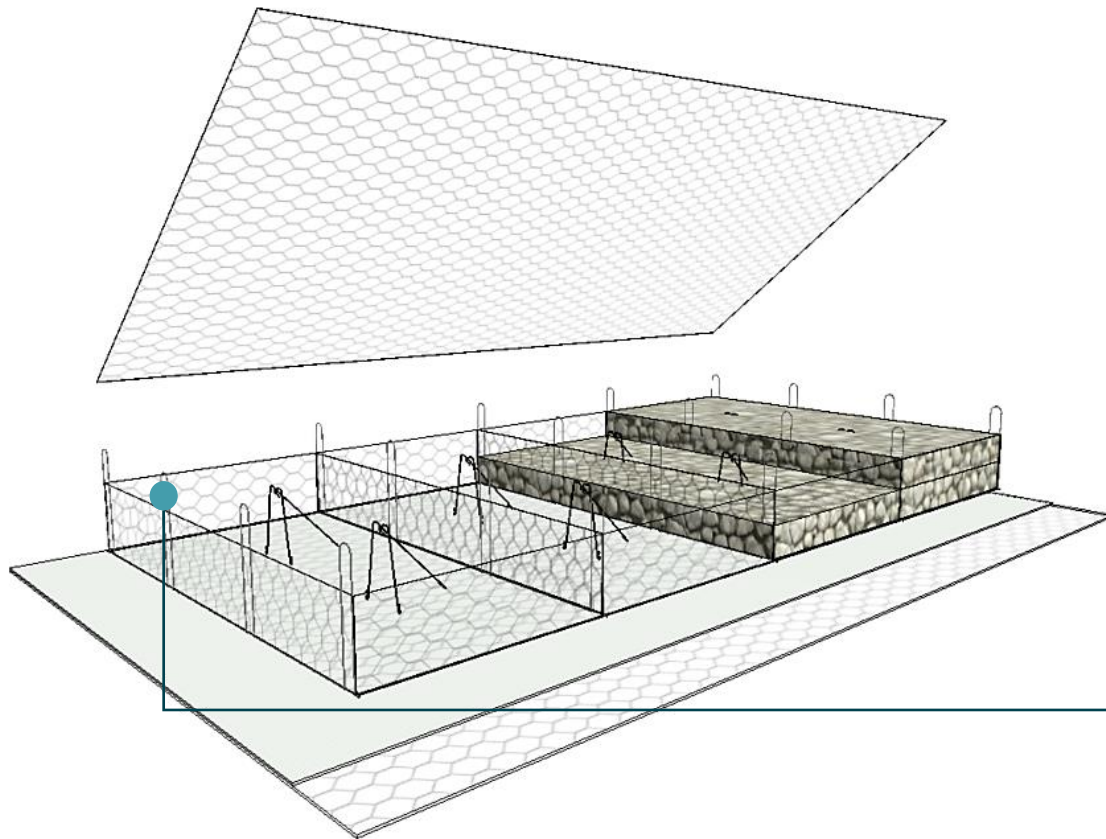
**MacTex™** es un geotextil no tejido de alta calidad utilizado para la separación y protección de sedimentos finos





Barras de elevación

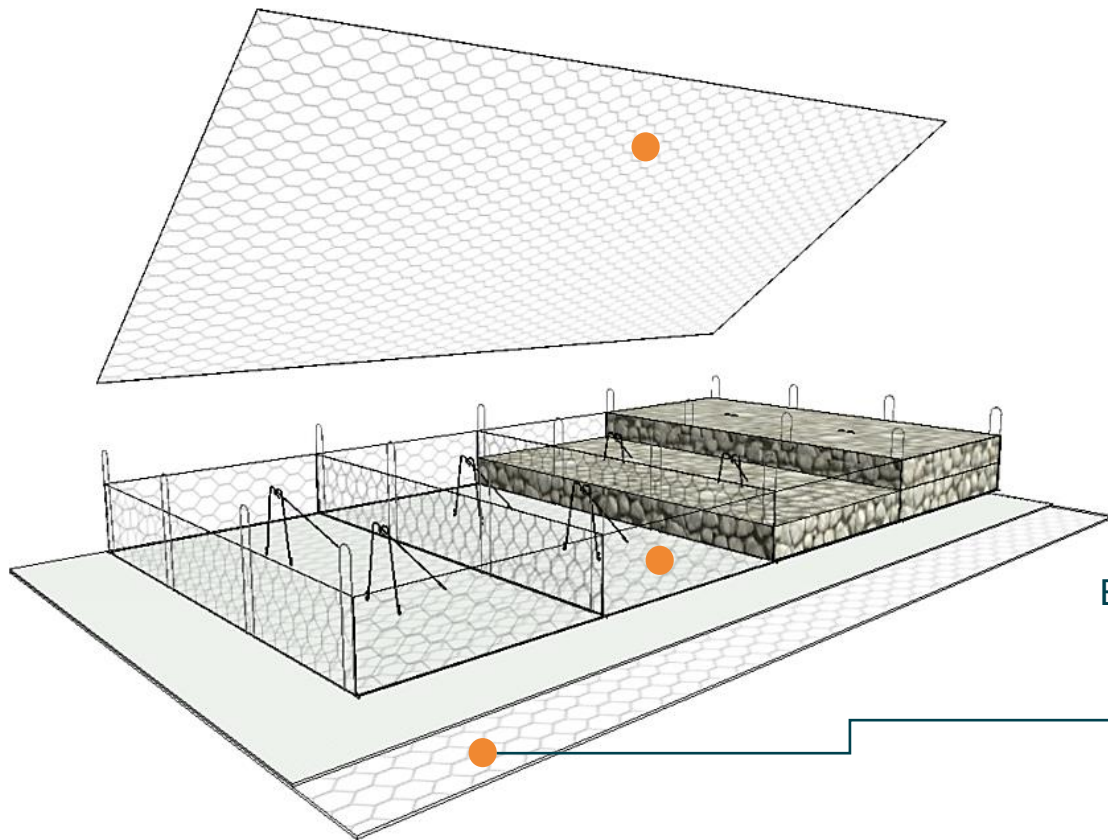




## Marco y elementos de elevación

Las barras de elevación pueden adaptarse a varios tipos de marcos de elevación.





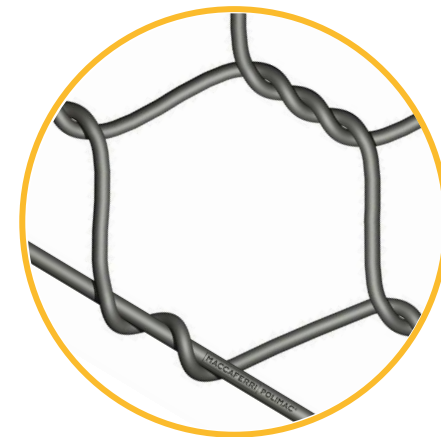
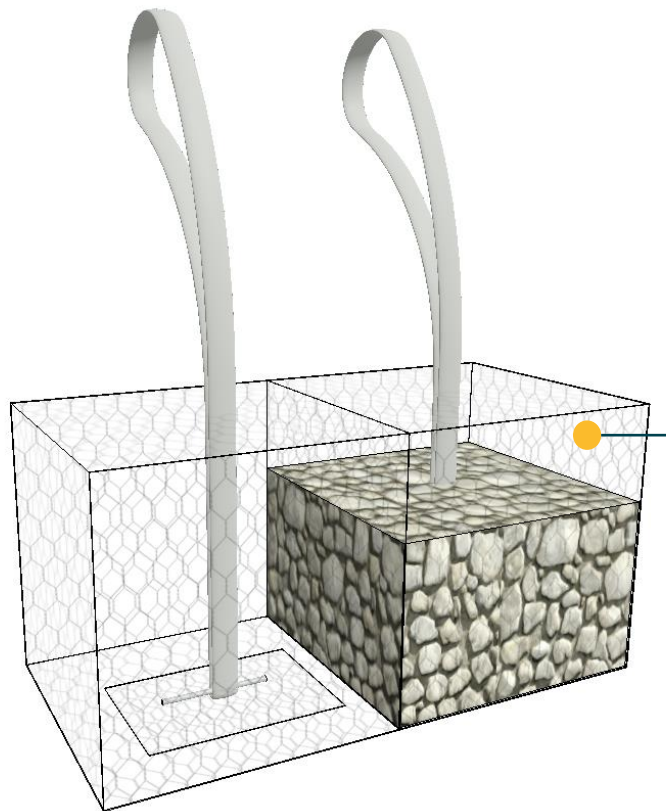
El revestimiento **PoliMac®** brinda una excelente protección contra cargas mecánicas y agresiones químicas





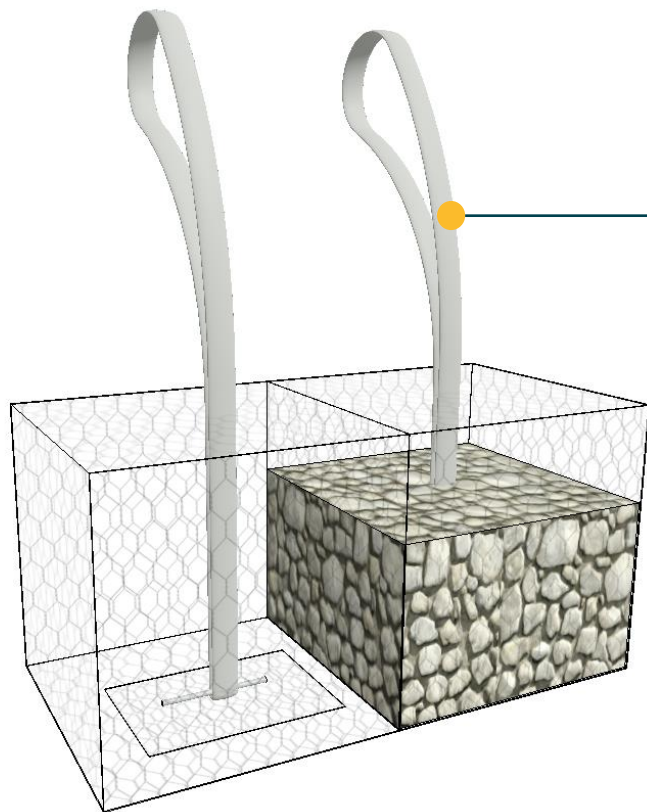
¿Cuáles son las fortalezas estructurales de CubiMac?





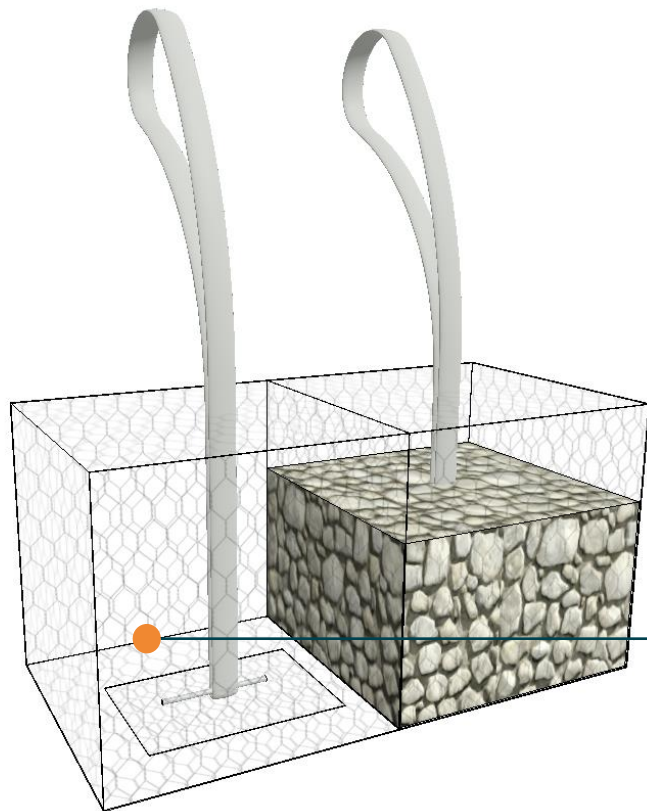
Se fabricó la **mall**a de alambre hexagonal de **doble torsión** utilizando un alambre más grueso ( $\varnothing 3.4 \text{ mm}$ ) para resistir la deformación, especialmente durante el proceso de levantamiento





**Elementos de elevación y marco**  
Sistema de elevación probado y certificado con  
marcado CE

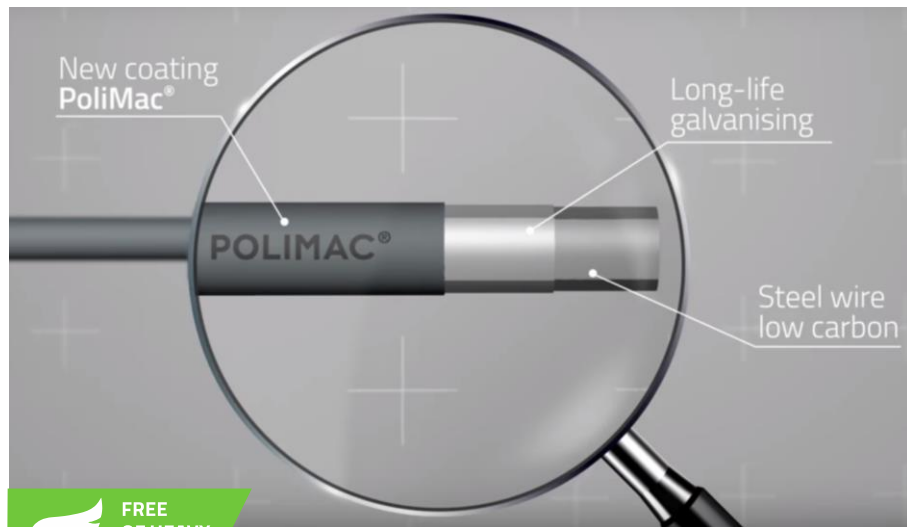




El revestimiento **PoliMac®** brinda una excelente protección contra cargas mecánicas y agresiones químicas



**RenoMac Plus y CubiMac** están recubiertos con **PoliMac®**, el recubrimiento revolucionario que puede soportar las condiciones ambientales más agresivas.



## PoliMac®

WIRE PROTECTION FOR A CHANGING WORLD



Mejor resistencia a la **abrasión**, incluyendo el daño de instalación



Excelente resistencia a la **agresión química**



Excelente desempeño en **climas fríos**



Resistencia probada a los **rayos UV**





Protección de los pilares  
del muelle  
Pont Bacalan-Bastide,  
Bordeaux, Francia

Los pilares del puente se tenían que proteger del estrés hidráulico causado por el río Garonne. La mejor solución resultó ser una construcción flexible alrededor de los pilares del puente que permitiera una protección continua.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Solución lista-para-usar

Estructura modular

Reducción de materiales



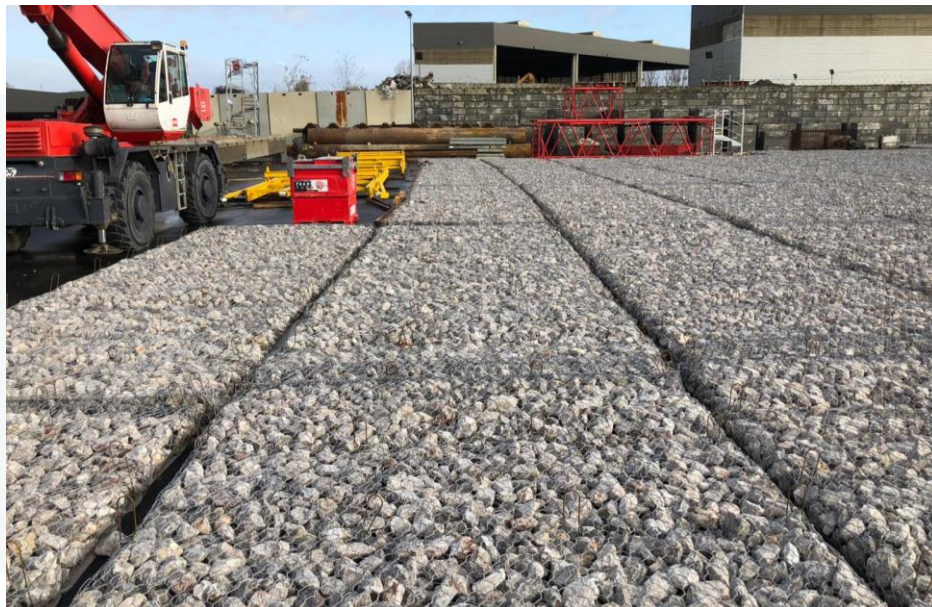
Los pilares del puente se tenían que proteger del estrés hidráulico causado por el río Garonne. La mejor solución resultó ser una construcción flexible alrededor de los pilares del puente que permitiera una protección continua.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Solución lista-para-usar

Estructura modular

Reducción de materiales



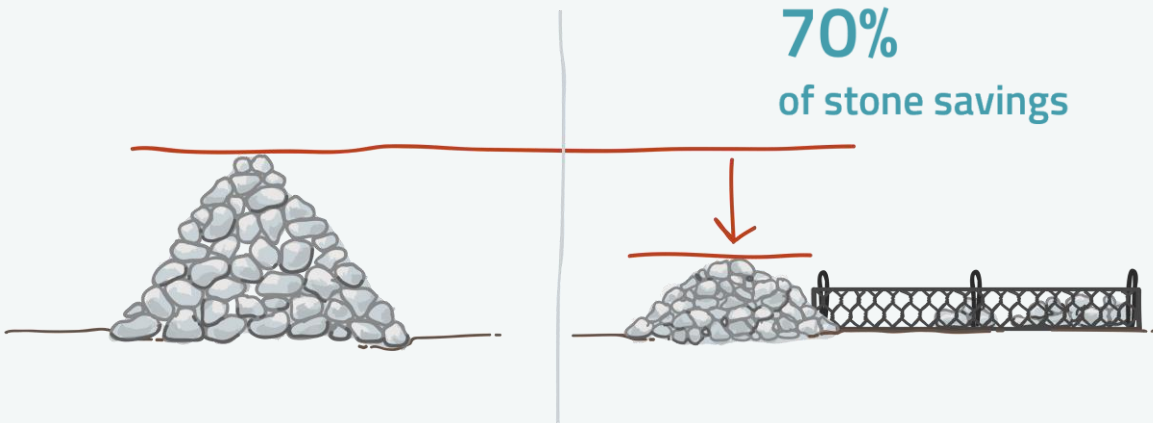
Los pilares del puente se tenían que proteger del estrés hidráulico causado por el río Garonne. La mejor solución resultó ser una construcción flexible alrededor de los pilares del puente que permitiera una protección continua.

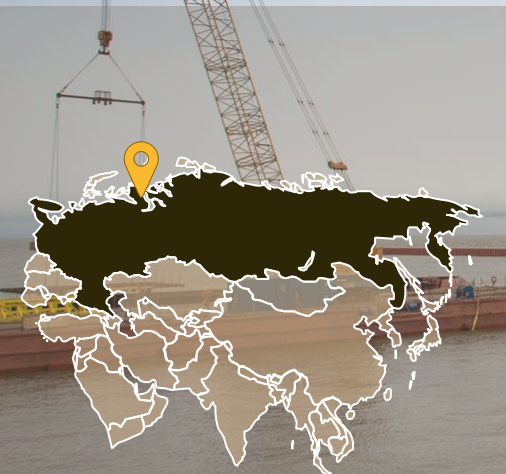
**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Solución lista-para-usar

Estructura modular

Reducción de materiales





Refuerzo de fondo de  
muelle en la zona Artica  
Sabetta Port, Rusia

Las olas causadas por los motores de los barcos estaban socavando las fundaciones de los muros de contención del muelle en el puerto de Sabetta en el Ártico Ruso.

Las duras condiciones del Ártico, la ausencia de infraestructura desarrollada y la lejanía geográfica del sitio de construcción causaron ciertas dificultades en la implementación del proyecto.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Llenado preciso de los colchones

Instalación segura a gran profundidad

Gran rendimiento a baja temperatura



Las olas causadas por los motores de los barcos estaban socavando las fundaciones de los muros de contención del muelle en el puerto de Sabetta en el Ártico Ruso.

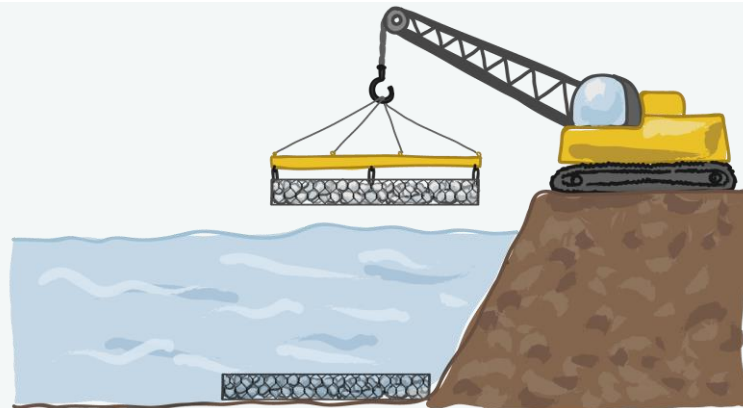
Las duras condiciones del Ártico, la ausencia de infraestructura desarrollada y la lejanía geográfica del sitio de construcción causaron ciertas dificultades en la implementación del proyecto.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Llenado preciso de los colchones

Instalación segura a gran profundidad

Gran rendimiento a baja temperatura



Las olas causadas por los motores de los barcos estaban socavando las fundaciones de los muros de contención del muelle en el puerto de Sabetta en el Ártico Ruso.

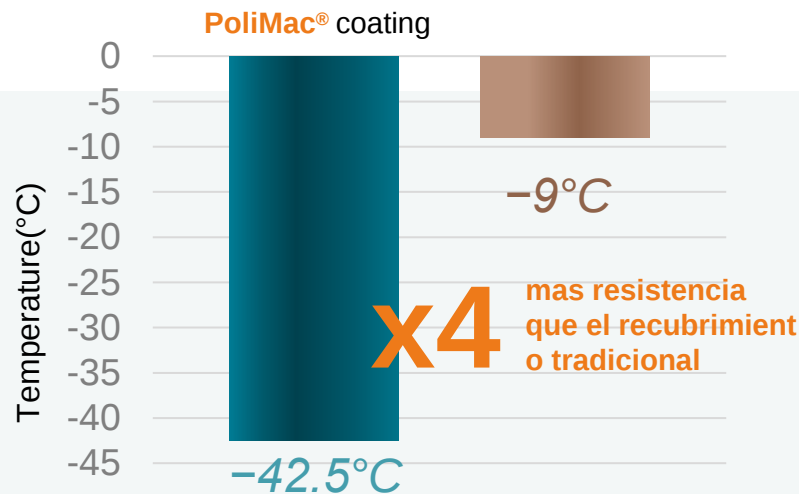
Las duras condiciones del Ártico, la ausencia de infraestructura desarrollada y la lejanía geográfica del sitio de construcción causaron ciertas dificultades en la implementación del proyecto.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Llenado preciso de los colchones

Instalación segura a gran profundidad

Gran rendimiento a baja temperatura

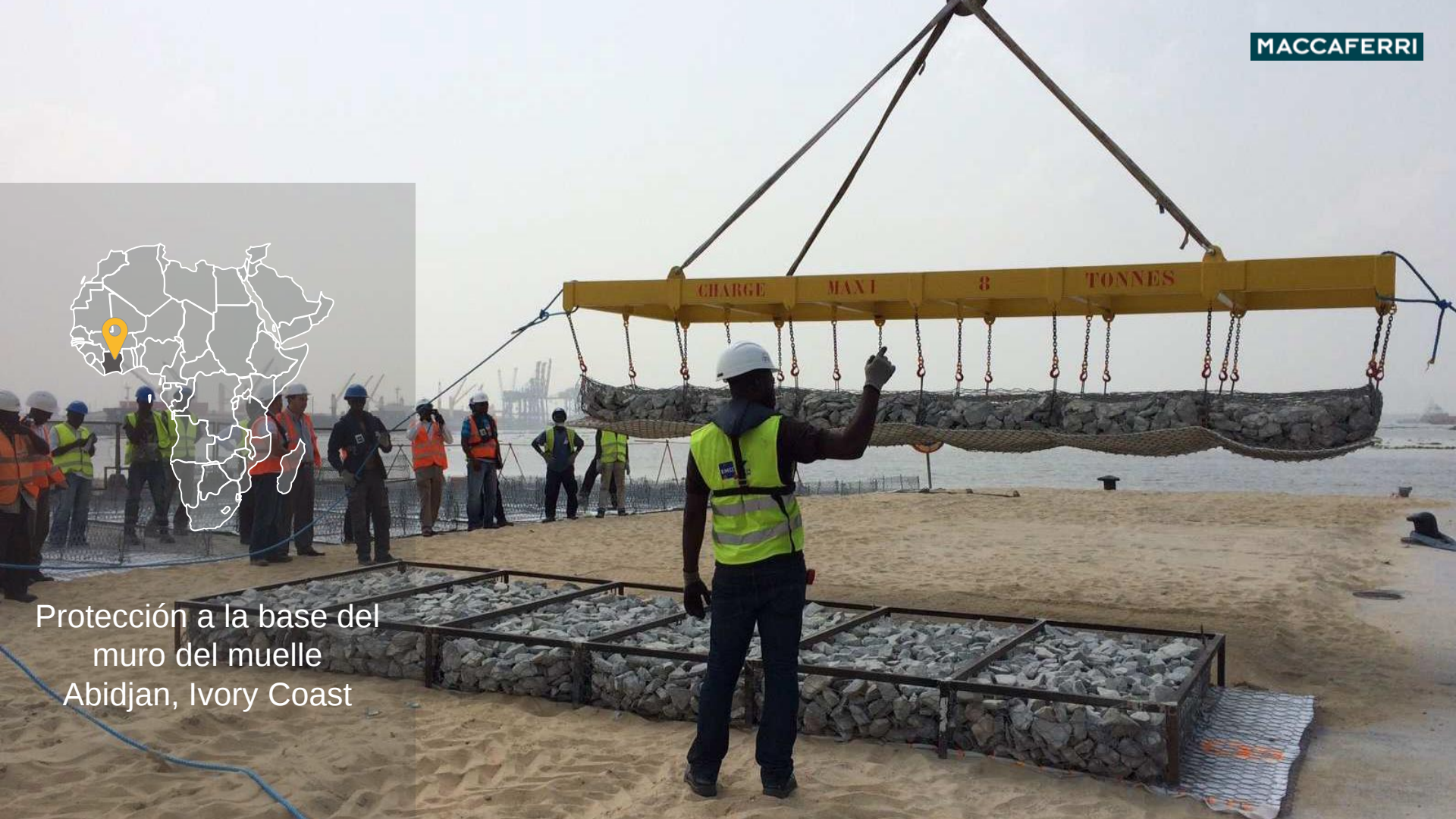


**LOW TEMPERATURE BRITTLENESS - ASTM D 746** "Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact"





Protección a la base del  
muro del muelle  
Abidjan, Ivory Coast



El puerto de Abidjan se amplió para acomodar más barcos pesqueros.  
Se necesitaba una protección al pie del muro contra la socavación, pero la instalación de un colchón Reno hubiera sido un desafío, especialmente para garantizar la continuidad de la solución.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Capa delgada para acomodar grandes buques

Solución 2-en-1 con traslape

Siguiendo criterios de diseño específicos



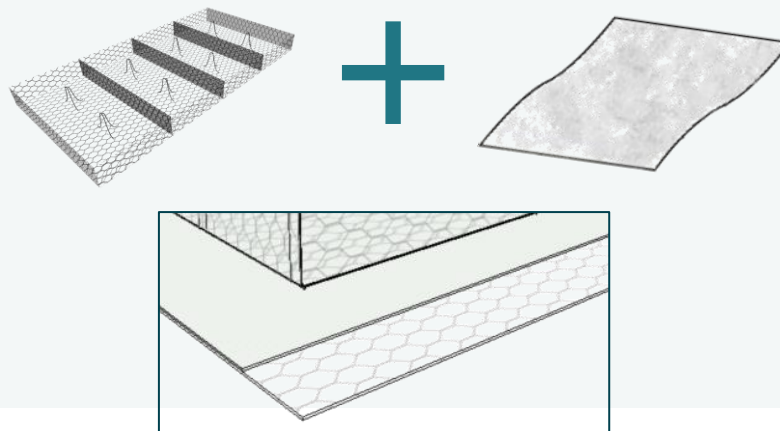
El puerto de Abidjan se amplió para acomodar más barcos pesqueros.  
Se necesitaba una protección al pie del muro contra la socavación, pero la instalación de un colchón Reno hubiera sido un desafío, especialmente para garantizar la continuidad de la solución.

**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Capa delgada para acomodar  
grandes buques

Solución 2-en-1 con traslape

Siguiendo criterios de diseño  
específicos



El puerto de Abidjan se amplió para acomodar más barcos pesqueros. Se necesitaba una protección al pie del muro contra la socavación, pero la instalación de un colchón Reno hubiera sido un desafío, especialmente para garantizar la continuidad de la solución.

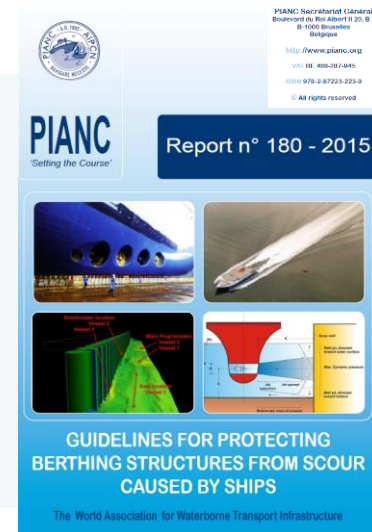
**RenoMac Plus** ha sido la solución perfecta

Capa delgada para acomodar grandes buques

Solución 2-en-1 con traslape

Siguiendo criterios de diseño específicos

El informe PIANC 180-2015 proporciona recomendaciones e informaciones detallada sobre la propulsión de embarcaciones, lo que permite un diseño eficaz de las protecciones contra la erosión de los muros de contención y paredes de los muelles



## Input

- M** Características del **buque**
- M** Características geométricas del **muelle**

## Output

- M** **Campo de velocidad**  $V_0$  a la salida de la hélice y **velocidad máxima** en la parte inferior  $V_b$  (1)
- M** **Campo de flujo** inducido por el propulsor sobre el muro vertical y **velocidad máxima** al fondo  $V_b$  (2)
- M** **Velocidad máxima** inducida por el propulsor transversal sobre el talud [Van Noort, 2017] (3)
- M** **Velocidad máxima** debida a la presencia de los pilares en el talud (4)

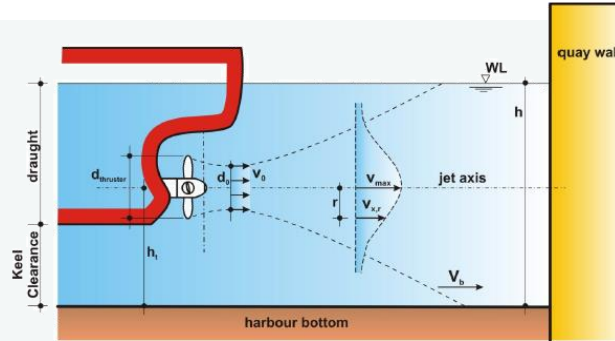


Figure 8.15: Definitions for jet of the main propulsion system (without rudder) (1)

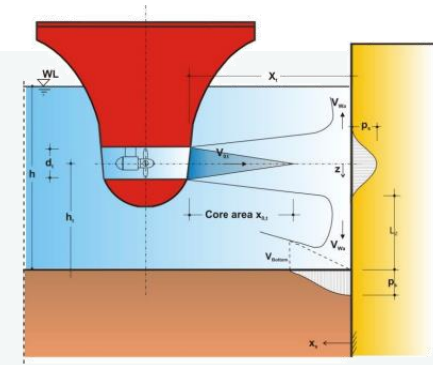


Figure 3.2: Flow field induced by a bow thruster (2)

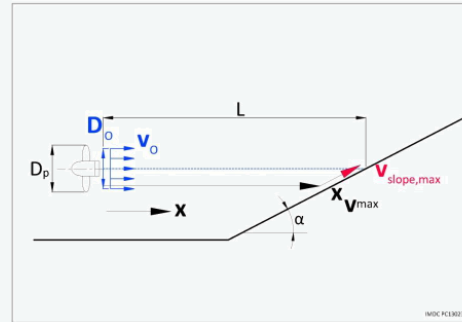


Figure 8.7: Transverse thruster jet above a slope (3)

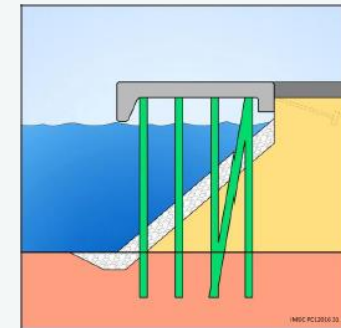


Figure 8.10: Open piled quay structure (4)





Muros de contención y  
refuerzo del suelo  
Stuttgart, Alemania

Durante la construcción de un nuevo puente ferroviario de alta velocidad sobre el río Neckar, la cimentación del pilote del puente tuvo que construirse en medio del lecho del río. Se creó una península artificial temporal para permitir que las máquinas en funcionamiento tuvieran acceso al sitio de trabajo.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

**Gran rendimiento bajo alta carga**

**Sigue las necesidades de la obra**

**Fácilmente desplegado y  
recolectado después de su uso**



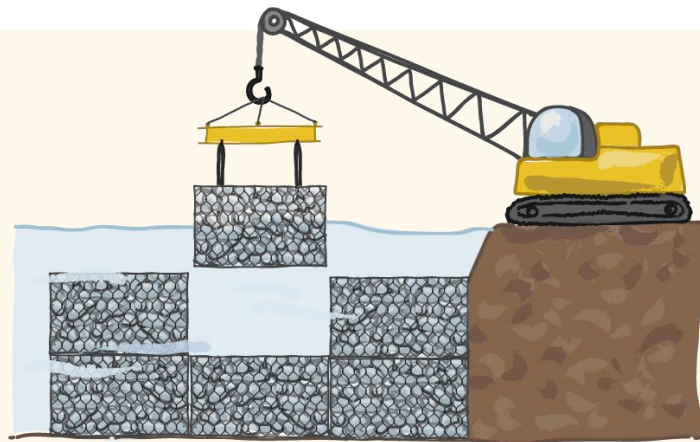
Durante la construcción de un nuevo puente ferroviario de alta velocidad sobre el río Neckar, la cimentación del pilote del puente tuvo que construirse en medio del lecho del río. Se creó una península artificial temporal para permitir que las máquinas en funcionamiento tuvieran acceso al sitio de trabajo.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

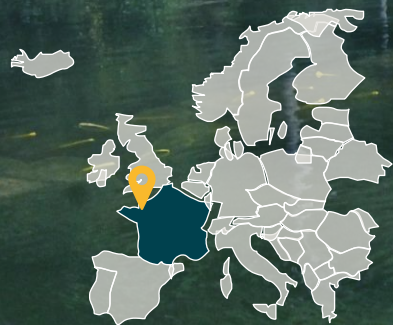
Gran rendimiento bajo alta carga

Sigue las necesidades de la obra

Fácilmente desplegado y recolectado  
después de su uso



MACCAFERRI



Retención de sedimentos  
contaminados, río Sélune,  
Mont-Saint-Michel Bay,  
Francia



Como parte de un proyecto de remoción de una presa en Sélune, se desarrolló e instaló una solución de retención de sedimentos para evitar que los contaminantes lleguen a la bahía de Mont-Saint-Michel y para mantener y preservar su rica biodiversidad.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

**Instalación bajo el agua fácil y segura**

**Flexible para adaptarse al fondo irregular del río**

**Recubrimiento respetuoso con el medio ambiente**



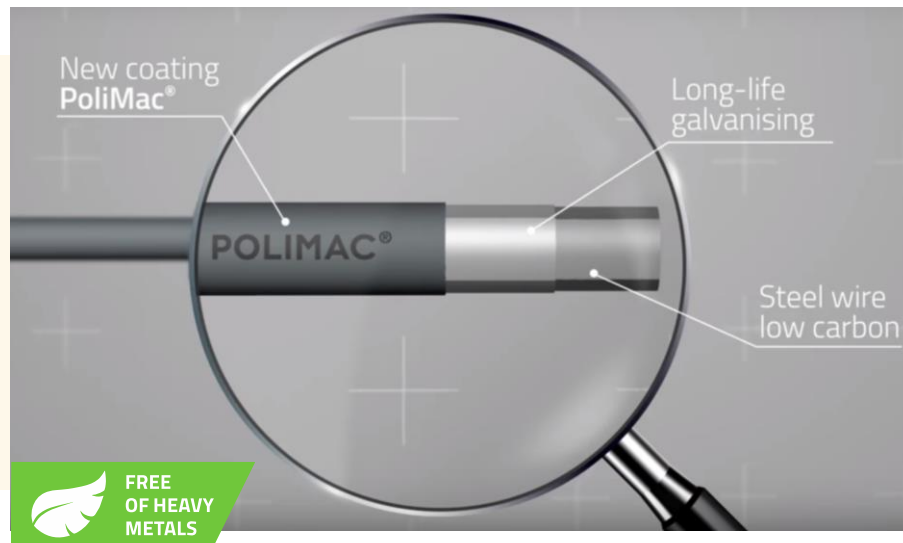
Como parte de un proyecto de remoción de una presa en Sélune, se desarrolló e instaló una solución de retención de sedimentos para evitar que los contaminantes lleguen a la bahía de Mont-Saint-Michel y para mantener y preservar su rica biodiversidad.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

**Instalación bajo el agua fácil y segura**

**Flexible para adaptarse al fondo irregular del río**

**Recubrimiento respetuoso con el medio ambiente**





Protección y definición del  
área de trabajo temporal  
Copenhague, Dinamarca

Debajo del centro de la ciudad de Copenhagen, se tuvo que completar una extensión de las líneas de metro. El suministro del material hubiera bloqueado el tráfico del centro de la ciudad, por lo que se eligió el transporte marítimo utilizando un lago como punto de partida para la tuneladora. Se construyó una plataforma de trabajo temporal en el lago, estabilizando los bordes mediante muros de gravedad.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

**Fácilmente desplegado y  
recolectado después de su uso**

**Adecuado para lugares con espacio de  
maniobra limitado**



Debajo del centro de la ciudad de Copenhagen, se tuvo que completar una extensión de las líneas de metro. El suministro del material hubiera bloqueado el tráfico del centro de la ciudad, por lo que se eligió el transporte marítimo utilizando un lago como punto de partida para la tuneladora. Se construyó una plataforma de trabajo temporal en el lago, estabilizando los bordes mediante muros de gravedad.

**CubiMac** ha sido la solución perfecta

Fácilmente desplegado y  
recolectado después de su uso

Adecuado para lugares con espacio  
de maniobra limitado

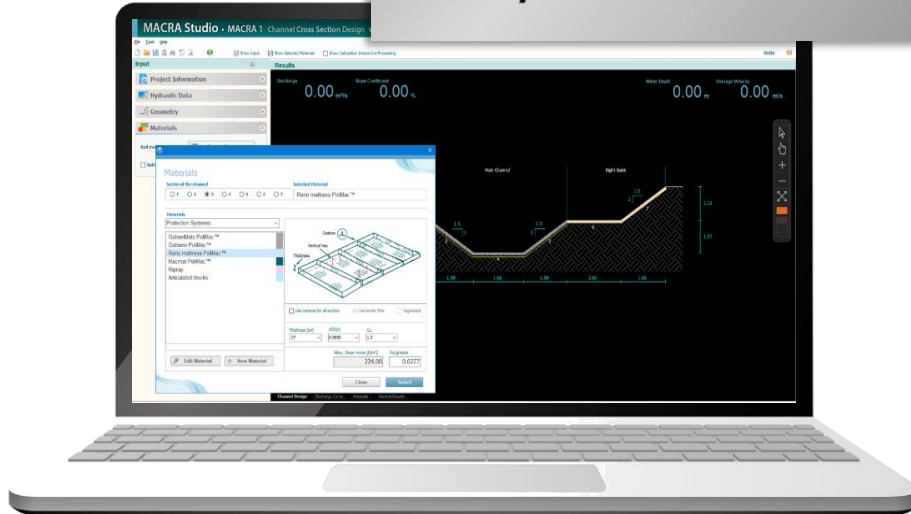


## MACRA Maccaferri River Analysis



### SOFTWARE DE DISEÑO ACTUALIZADO

MACRA es el software desarrollado sobre la base de pruebas experimentales realizadas en la Colorado State University



¿Quiere saber más?

**Escanea aquí**  
Y descubra nuestras  
soluciones submarinas  
precargadas y el software  
de diseño relacionado





A la hora de diseñar una nueva estructura, ponemos los impactos económicos y ambientales en el centro de nuestra actividad.

Nuestro proceso de diseño está enfocado en campañas de prueba e inversiones en evaluación de desempeño de nuestras soluciones.



THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM

Certification Number SP 01465

Certification Number SP 01466



Our products are certified and tested by leading institutes and in accordance with the latest guidelines and standards (EN10223-3, ISO 17746, ISO 17745). Product certifications include CE mark, BBA Agrément Certificate (CubiMac), NF mark, COPRO mark, and BAFU-FOEN homologation for snow-barriers. For more information contact our certification office.

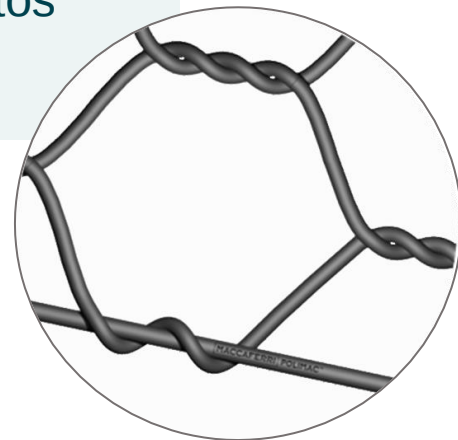




**SOMOS PARTE DE ALGO MAS GRANDE**



**PoliMac®** ofrece una mejor resistencia que otros revestimientos tradicionales y, por lo tanto, mejora la durabilidad de nuestras soluciones.



**9** INDUSTRY, INNOVATION  
AND INFRASTRUCTURE



**12** RESPONSIBLE  
CONSUMPTION  
AND PRODUCTION



Tener más **durabilidad** significa ampliar la vida útil de la solución, lo que se traduce en ahorro de recursos y emisiones.

Es un componente importante de la transición hacia una economía más circular.



Mejorar la circularidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es posible: para lograrlo, es necesaria una gestión eficiente de los materiales.



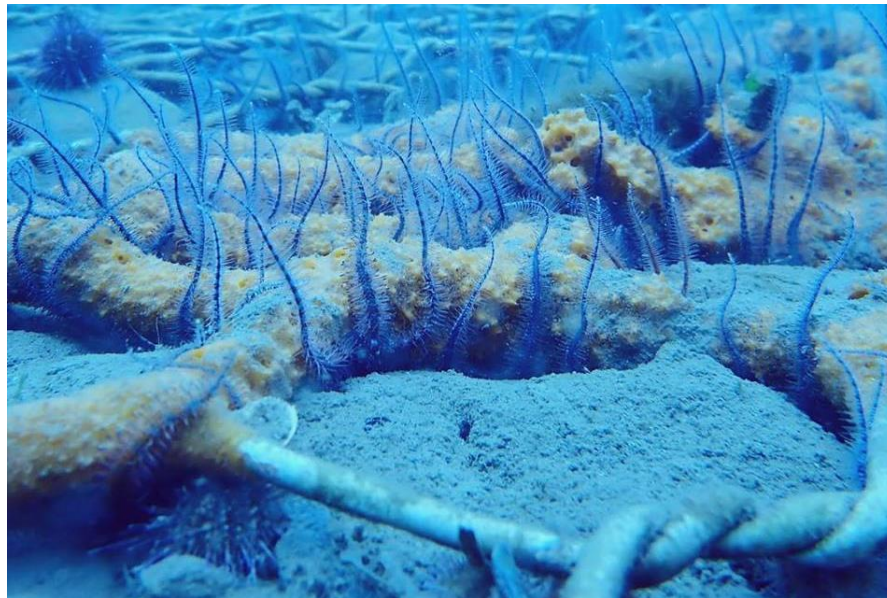
Las soluciones precargadas como **RenoMac Plus** and **CubiMac** necesitan menos material de relleno que las aplicaciones tradicionales y reducen considerablemente el desperdicio de material, tanto durante el proceso de relleno como de colocación.

13 CLIMATE ACTION



**RenoMac Plus** and **CubiMac** crean un hábitat natural para las especies vivientes, mejorando la biodiversidad a través de la protección de bentos.

Los espacios intersticiales del colchón y del gavión ofrecen un hábitat para las especies que viven en la zona de transición entre el agua y la tierra.



**Bentos** es la comunidad de organismos que viven en, o cerca del fondo del mar, río, lago, o arroyo, también conocida como zona bentónica.



¡Gracias por su atención!

# LIVE Q&A

**MACCAFERRI**

