



SISTEMAS FLEXIBLES PARA LA CONTENCIÓN DE TALUDES.

Software de cálculo y portafolio de productos.

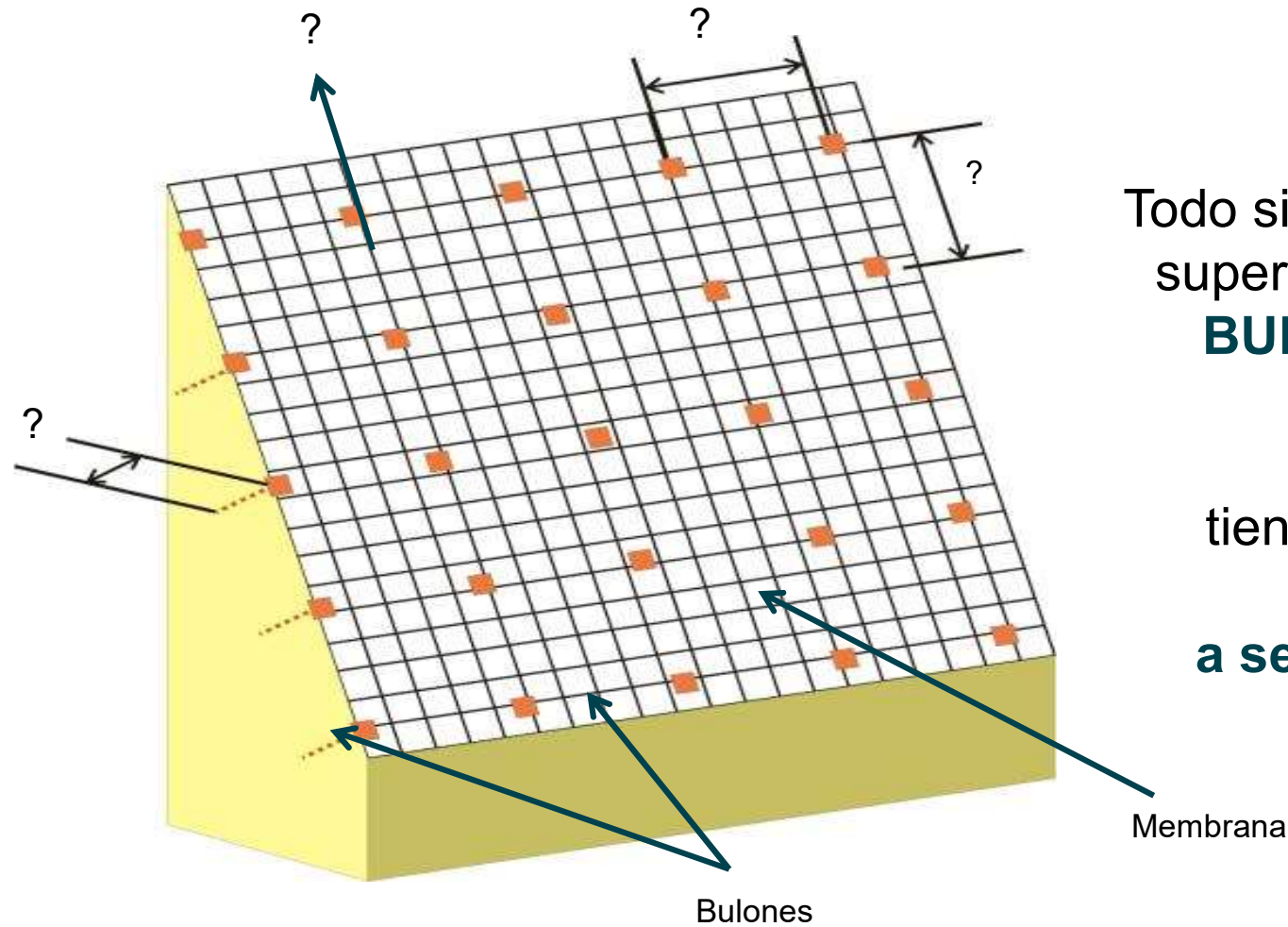
13 de febrero de 2025
Departamento técnico comercial
Borja Díaz Arce, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos N.º 36790

BIANCHINI INGENIERO
MACCAFERRI 



COLEGIO OFICIAL DE
ARQUITECTOS DE MÁLAGA

SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

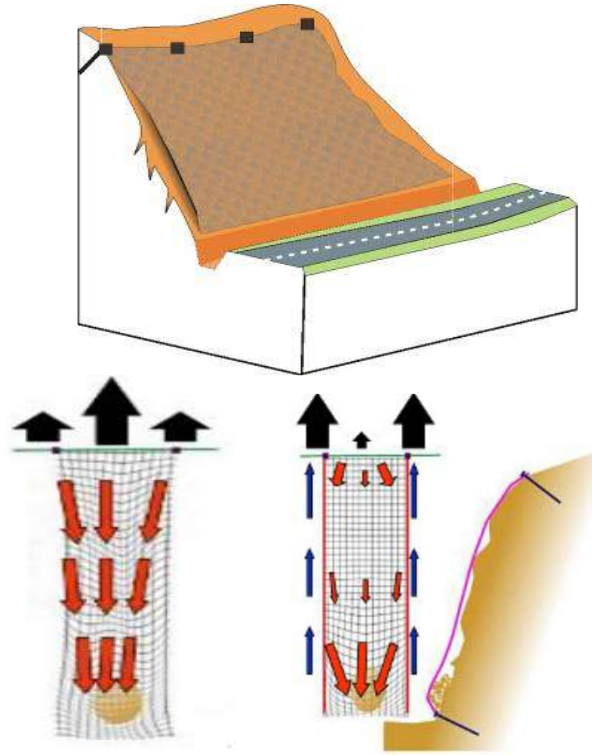


Todo sistema flexible para la contención superficial de taludes se compone de **BULONES + MALLA + CABLES**

tiene función estructural **se debe dimensionar:**
a servicio (ELS) y a rotura (ELU)

SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

Sistemas en cortina:

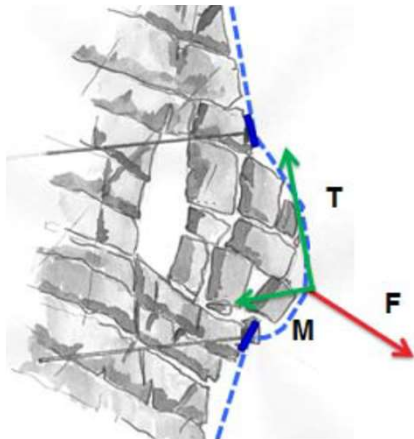
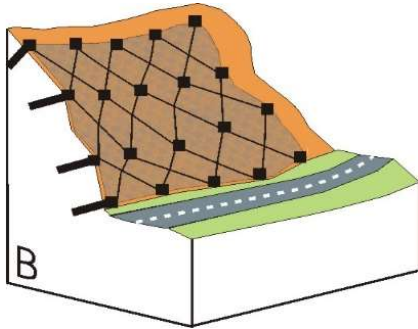


**Resistencia a la
Tracción**



SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

Sistemas bulonados:



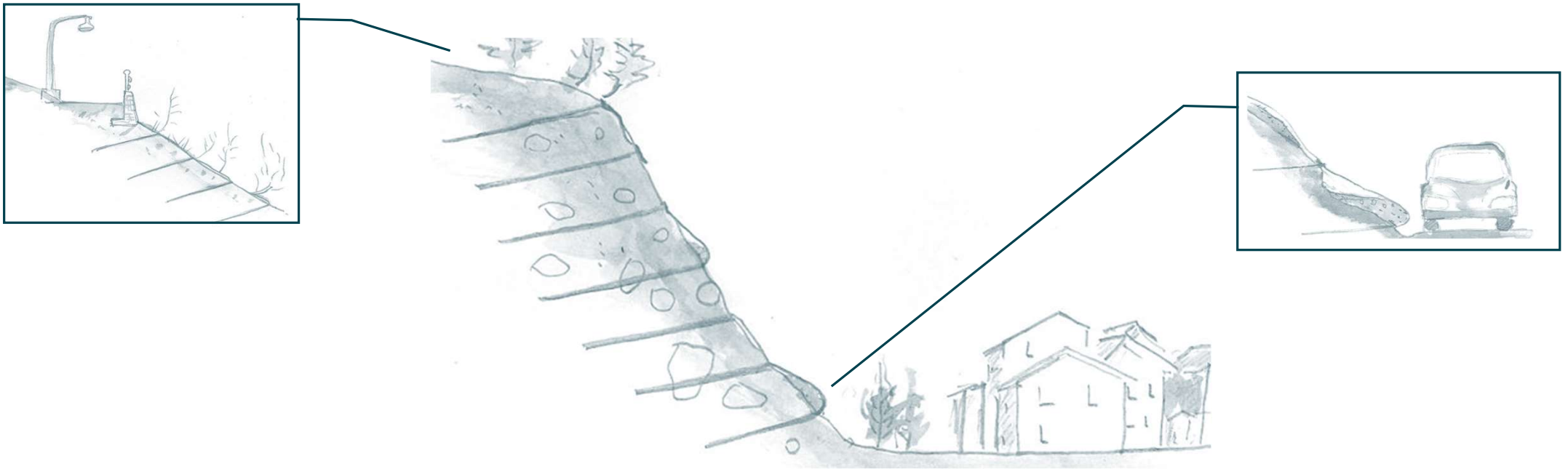
Resistencia a la Tracción
+

4 **Resist. a punzonamiento**



SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

El proceso de diseño se basa en la fiabilidad del modelo de cálculo y en la sensibilidad y experiencia del proyectista.



El proyectista debe fijar la deformación (Factor más limitante) a la hora de diseñar el sostenimiento de membrana + bulones.

SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

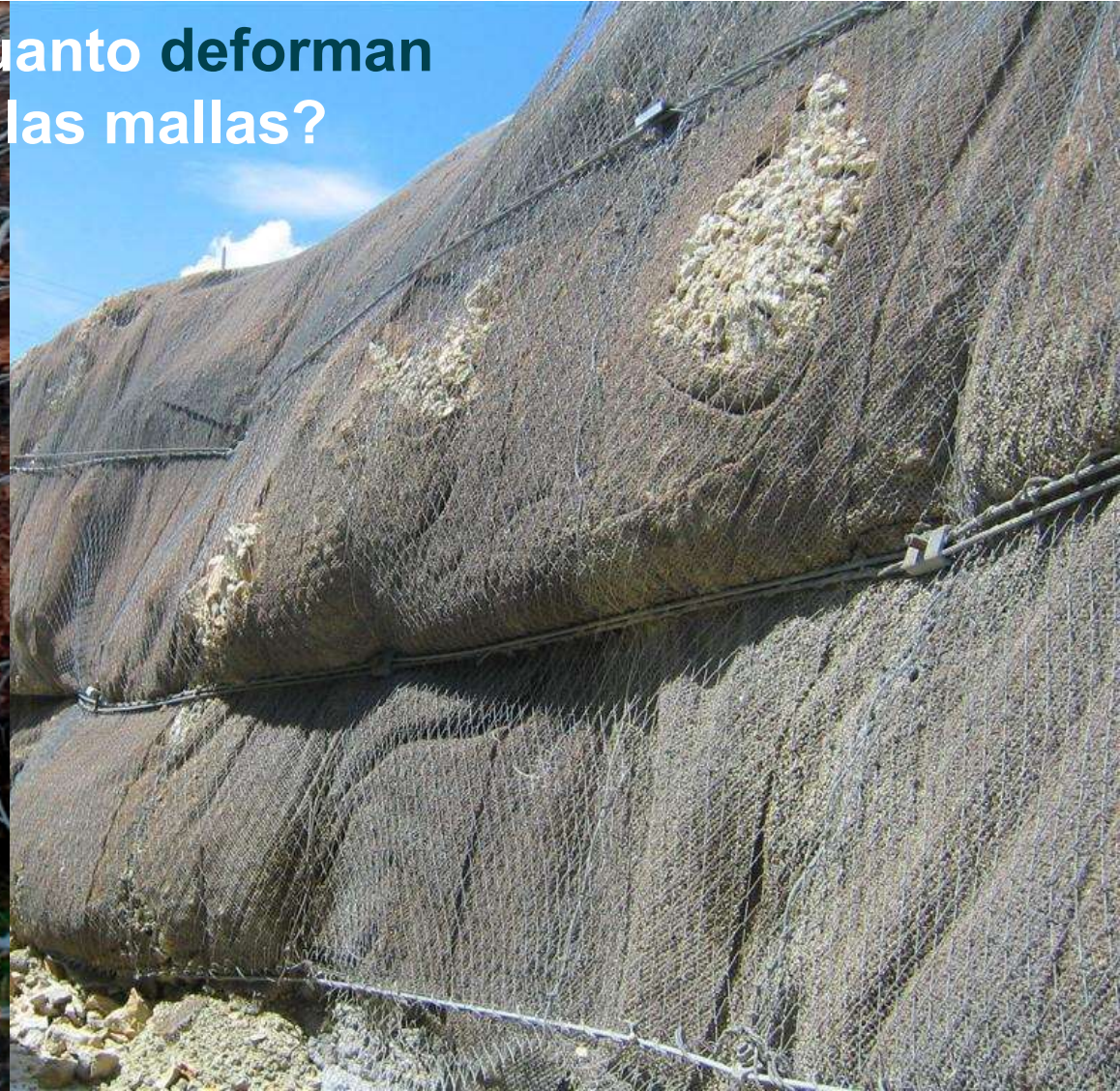
¿Cuanto **resisten**
las mallas?

SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.



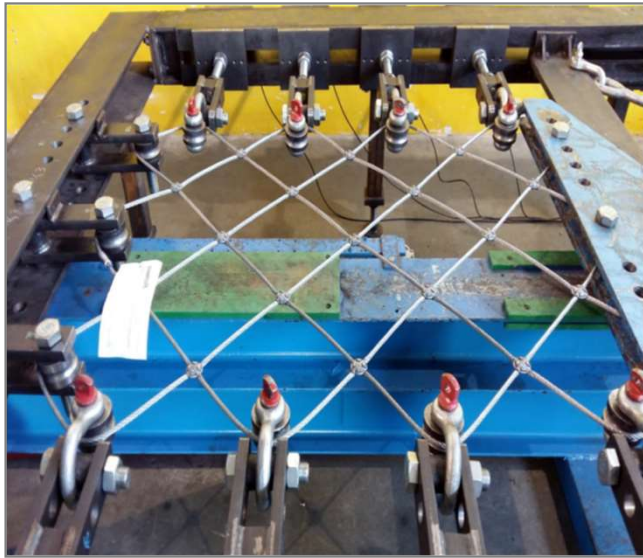
SISTEMAS DE CONTENCIÓN FLEXIBLES. ENFOQUE DE CÁLCULO.

¿Cuanto deforman
las mallas?



PRESTACIONES DE LAS MEMBRANAS. Resistencia y deformación

Resistencia a la tracción, resistencia a punzonamiento y vida útil esperada.



Red de Cable



Macarmour



Steelgrid

Es necesario realizar **ensayos para caracterizar las membranas.**



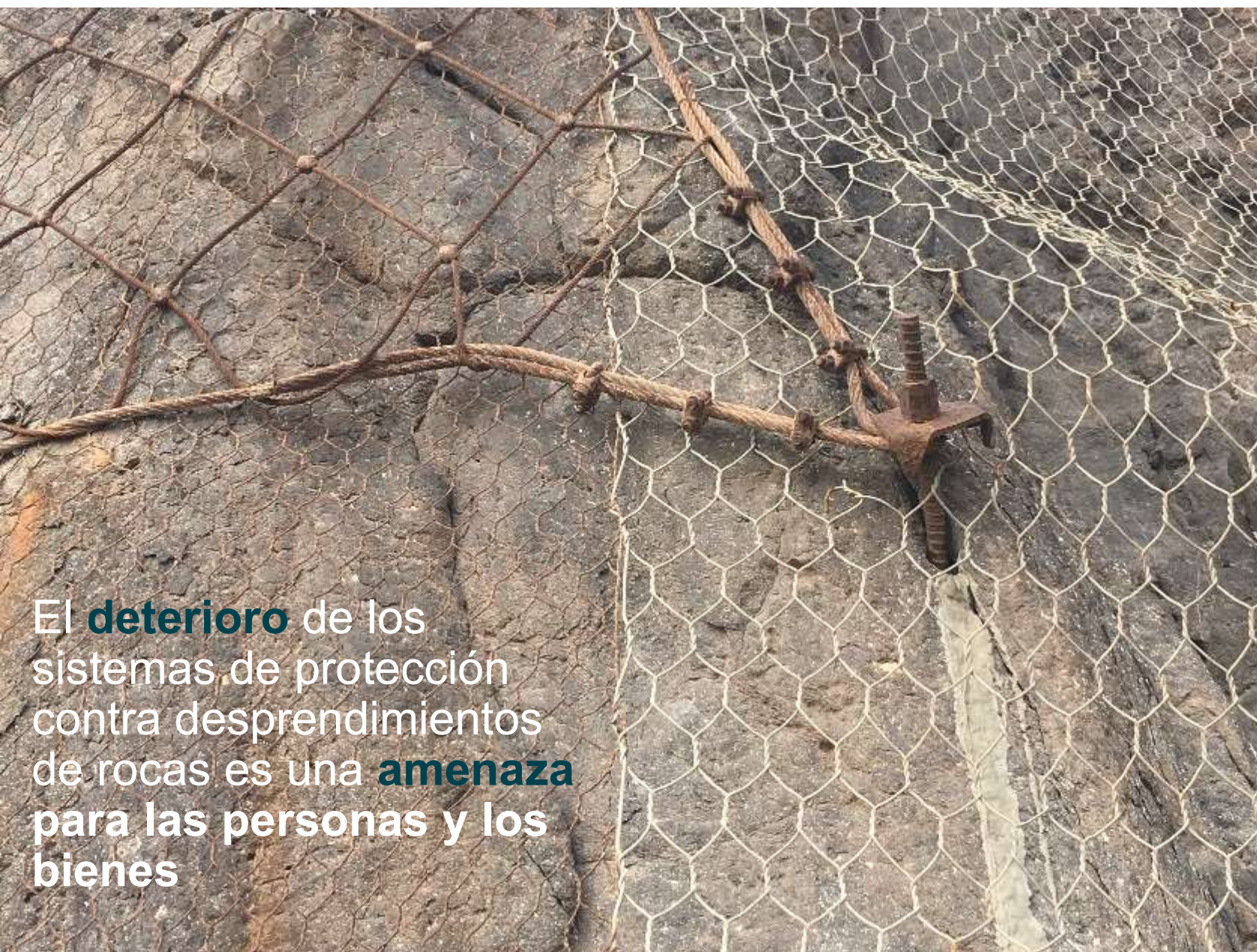
ISO 17746 Redes de cable (2016)

ISO 17745 Redes de anillos (2016)

UNE 10223-3 Mallas DT (2014)

¿Se diseña para las condiciones de exposición de hoy o las condiciones esperadas en el futuro?

En 2014, la EN 10223-3 introdujo un concepto innovador:
la **vida útil esperada** = Durabilidad.



El **deterioro** de los sistemas de protección contra desprendimientos de rocas es una **amenaza** para las personas y los bienes



PRESTACIONES DE LAS MEMBRANAS. Vida útil esperada.

REVESTIMIENTOS METÁLICOS PARA EL ALAMBRE:

ISO STANDARDS

La vida útil de la malla DT, redes de anillos y cable se definen en las normas **ISO 17745, ISO 17746 y EN 10223.**

Table A.1 — Description of the environment of the installation site, coating wire ring requirement

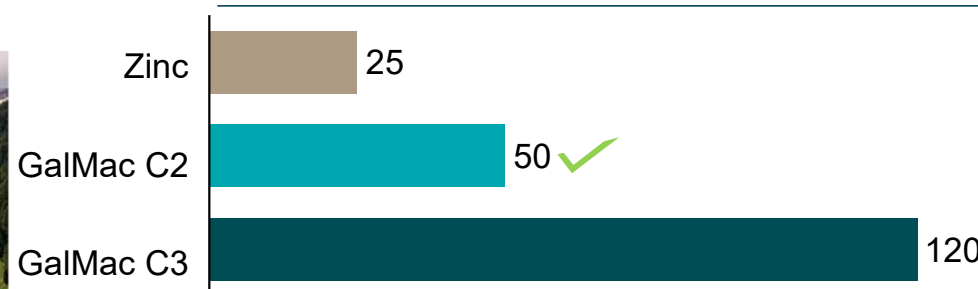
Site environment level (in accordance with ISO 9223:2012, Table 4)	Coating	Class (ISO 7989-2)	Estimated working life of the product (year)
Low aggressive: (C2) Dry conditions Temperate zone, atmospheric environment with low pollution, e.g. rural areas, small towns (over 100 m above sea level). Dry or cold zone, atmospheric environment with short time of wetness, e.g. deserts, sub-arctic areas.	Zinc	A	25
	Zn95 %/Al5 % alloy	A	50
		B	25
	Advanced metallic coating	A B	120 50
Medium aggressive: (C3) Dry conditions Temperate zone, atmospheric environment with medium pollution or some effect of chlorides, e.g. urban areas, coastal areas with low deposition of chlorides, e.g. subtropical and tropical zone, atmosphere with low pollution	Zinc	A	10
	Zn95 %/Al5 % alloy	A	25
		B	10
	Advanced metallic coating	A B	50 25
High aggressive: (C4) Wet conditions Temperate zone, atmospheric environment with high pollution or substantial effect of chlorides, e.g. polluted urban areas, industrial areas, coastal areas, without spray of salt water, exposure to strong effect of de-icing salts, e.g. subtropical and tropical zone, atmosphere with medium pollution, industrial areas, coastal areas, shelter positions at coastline.	Zn95 %/Al5 % alloy	A	10
	Advanced metallic coating	A B	25 10

Agresividad muy alta: (C5) Condiciones húmedas Zona templada y subtropical, entorno atmosférico altamente contaminado y/o importantes efectos de cloruros, por ejemplo, zonas industriales, zonas costeras, emplazamientos abrigados en el litoral. Zona subtropical y tropical (mucho tiempo de humedad), entorno atmosférico altamente contaminado con SO ₂ (más de 250 µg/m ³) incluyendo los efectos asociados y la producción de efectos muy importantes de los cloruros, por ejemplo, zonas extremadamente industriales, zonas costeras y marinas en contacto ocasional con niebla salina	Cloruro de polivinilo (PVC)	Aleación Zn95%/Al5%	A	120
	Poliamida (PA6)		E	
	Cloruro de polivinilo (PVC)	Aleación Zn90%/Al10%	A	> 120
Agresividad extrema: (CX) Zona subtropical y tropical (mucho tiempo de humedad), entorno atmosférico altamente contaminado con SO ₂ (más de 250 µg/m ³) incluyendo los efectos asociados y la producción de efectos muy importantes de los cloruros, por ejemplo, zonas extremadamente industriales, zonas costeras y marinas en contacto ocasional con niebla salina	Poliamida (PA6)		E	
	Cloruro de polivinilo (PVC)	Aleación Zn90%/Al10%	A	> 120
	Poliéster (P)Poliamida (PA6)		E	

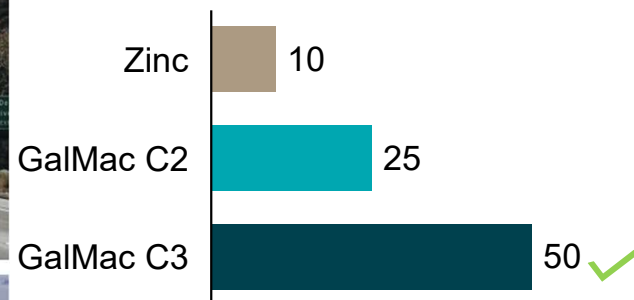
PRESTACIONES DE LAS MEMBRANAS. Vida útil esperada.

Soluciones para los ambientes más habituales en la geografía nacional

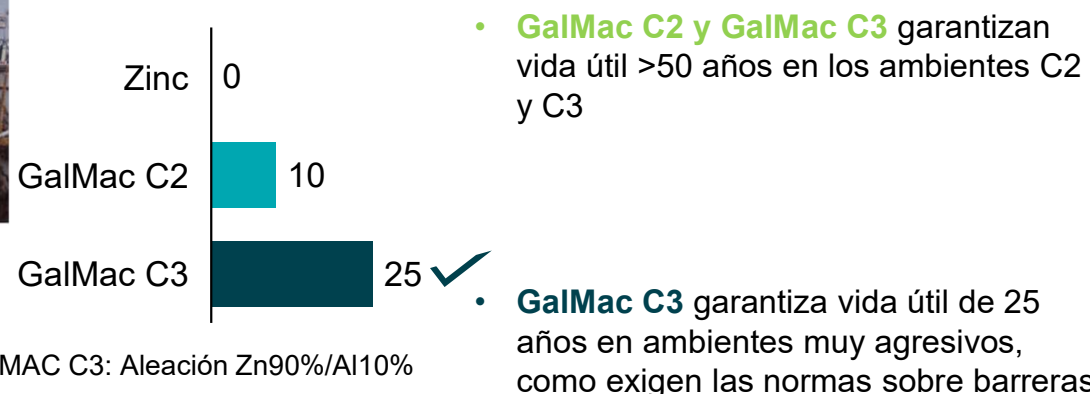
Zinc	25	AGRESIVIDAD BAJA Condiciones secas  Zona templada, ambiente ambiente con baja contaminación. Zona seca o fría, ambiente atmosférico con poco tiempo de humedad.
GalMac C2 (Aleación Zn95%/Al5%)	50	
GalMac C3 (Aleación Zn90%/Al10%)	120	



Zinc	10	AGRESIVIDAD MEDIA Condiciones secas  Zona templada, atmosférica ambiente con contaminación media o algún efecto de los cloruros.
GalMac C2 (Aleación Zn95%/Al5%)	25	
GalMac C3 (Aleación Zn90%/Al10%)	50	



Zinc	10	AGRESIVIDAD ALTA Condiciones húmedas  Zona templada, atmosférica ambiente con alta contaminación o efecto sustancial de los cloruros.
GalMac C2 (Aleación Zn95%/Al5%)	10	
GalMac C3 (Aleación Zn90%/Al10%)	25	



PRESTACIONES DE LAS MEMBRANAS. Vida útil esperada.

GalMac C2 y C3

**+5%
coste**

**x5
vida útil**

50

AÑOS DE
VIDA ÚTIL

Tabla 2.1 Vida útil nominal

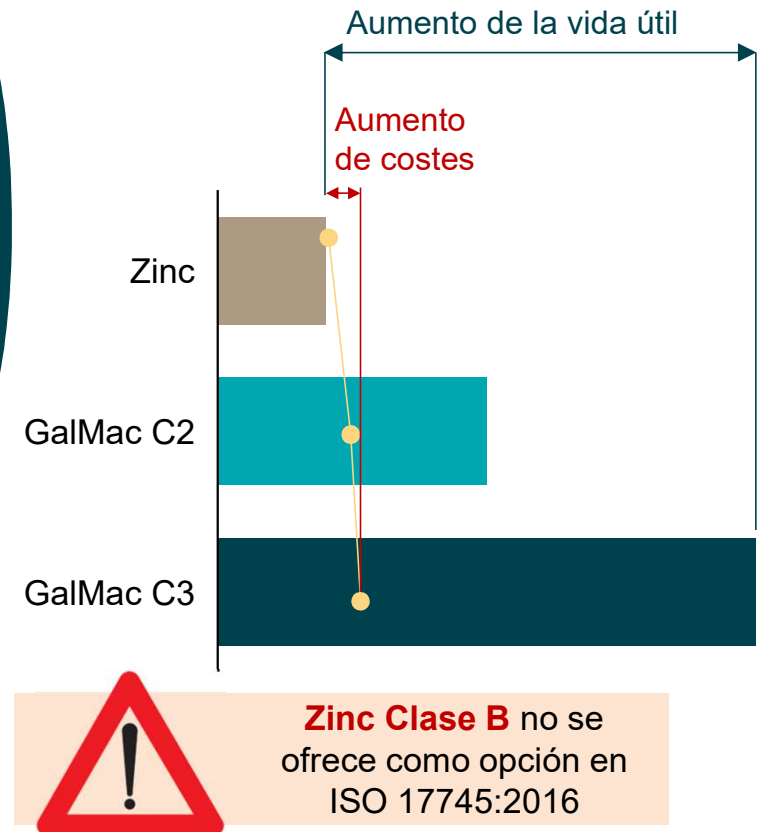
Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos
1	10	Estructuras temporales ⁽¹⁾
2	10 a 25	Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo vigas carril, aparatos de apoyo
3	15 a 30	Estructuras agrícolas y similares
4	50	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes
5	100	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil

(1) Las estructuras o partes de estructuras que pueden desmontarse con vistas a ser reutilizadas no deben considerarse como temporales.

M Menos Mantenimiento

M Menos Riesgo para las personas y los bienes

M Menos Carga medioambiental



PRESTACIONES DE LAS MEMBRANAS. Vida útil esperada.

¿Cómo garantizamos > 50 AÑOS en C5 y CX?

PoliMac®

MACCAFERRI POLIMAC®

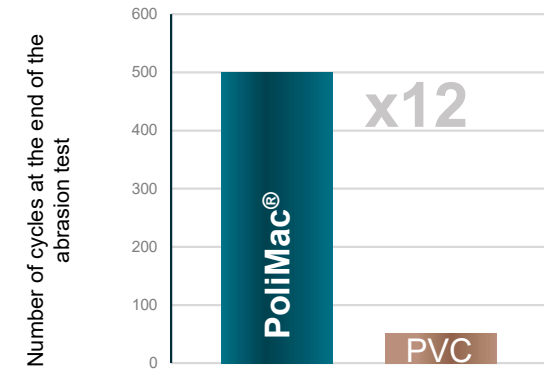
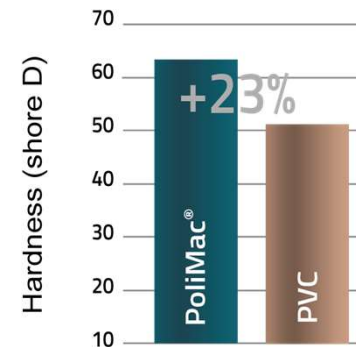
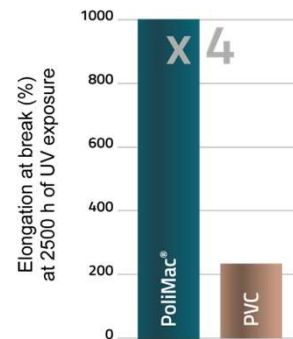
Steel wire
low carbon

Long-life
metallic coating

New coating
PoliMac®

MAYOR A
120
AÑOS DE VIDA ÚTIL

- **compuesto polimérico inerte**
- que presenta una gran resistencia a la abrasión.
- soportar **impactos mecánicos y químicos altamente agresivos**
- **Soporta** radiación ultravioleta de larga duración y bajas temperaturas.
- **Cumple los requisitos** medioambientales de los proyectos



**RESISTENCIA A RADIACIÓN
ULTRAVIOLETA**
ISO 4892-3; ISO 527-1



MAYOR DUREZA
ASTM D 2240



RESISTENCIA ABRASIÓN
ASTM 975-21

MEMBRANAS Y APLICACIONES.



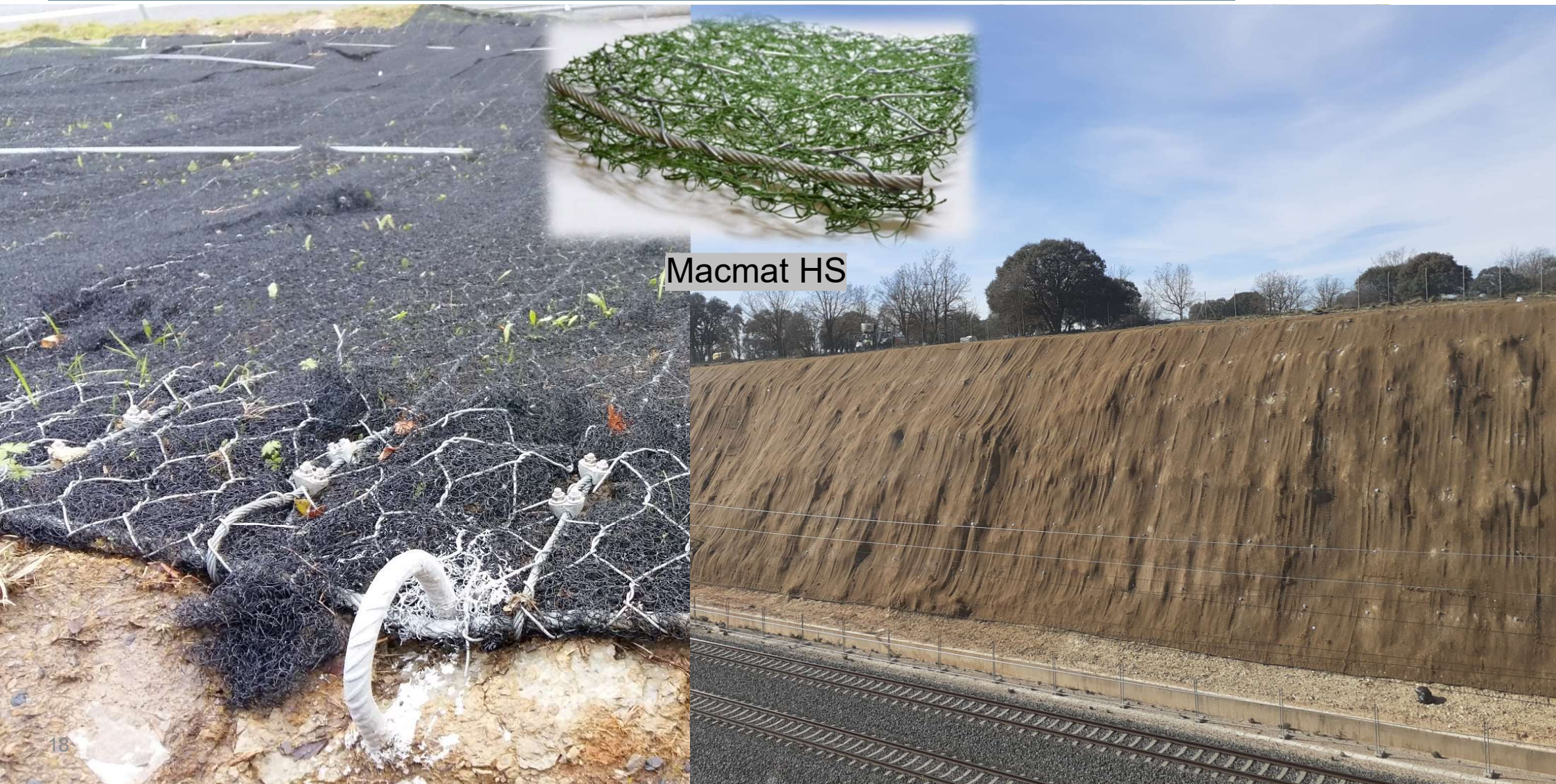
Malla DT



MEMBRANAS Y APLICACIONES.



MEMBRANAS Y APLICACIONES.



Macmat HS

MEMBRANAS Y APLICACIONES.



MEMBRANAS Y APLICACIONES.

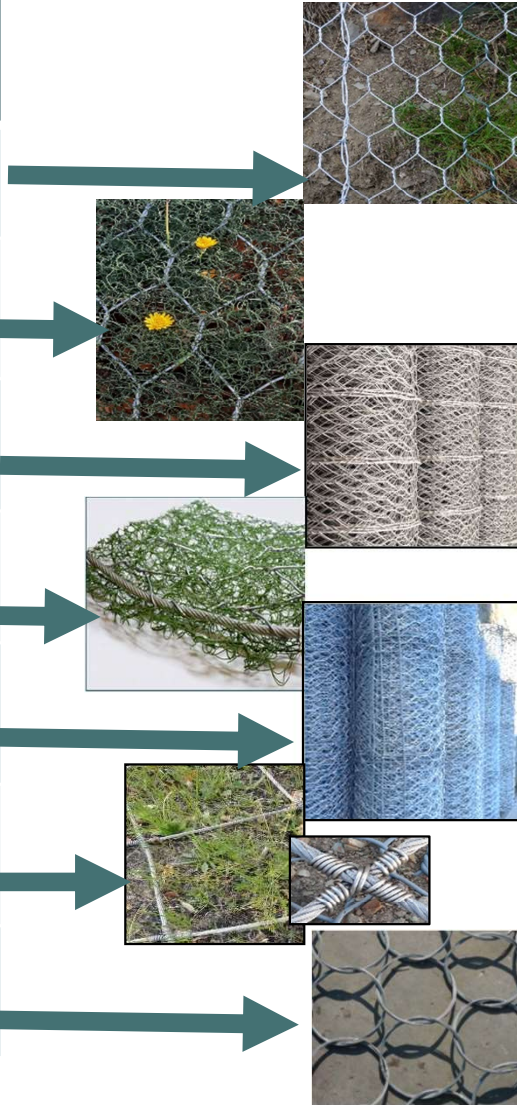


MEMBRANAS Y APLICACIONES.



MEMBRANAS Y APLICACIONES.

Membrana	Rigidez	Resistencia
Malla DT		
MacMat R1		
Steelgrid HR		
MacMat HS		
MacArmour		
Red de Cable		
Red de anillos		



SOFTWARE DE DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS.

← → ↺ edesign.maccaferri.com/Gestione

🔍 ⚙️ ⭐ 🔴 📱 📄

Software suite



ECoMac Design

The ECoMac Design is a suite of software tools used for designing Erosion Control applications. It has been developed to assist use ...

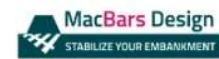
[START THE DESIGN](#)



Mac S-Design

Mac S-Design software is used to determine suitable facing systems for pinned drapery solutions. It has been developed to help the user to ...

[START THE DESIGN](#)



MacBars Design

MacBars Design is a software used to design basal reinforcement solutions for embankments over soft and very soft foundation soils, piled embankment ...

[START THE DESIGN](#)



MacQuay Design

MacQuay Design is a software for port engineering. This software focuses on the design of protection systems against scour caused by ships & ...

[START THE DESIGN](#)



MacRA Design

MacRA Design is a suite of design software for hydraulic engineering. As stated by the name, Maccaferri River Analysis focuses on the design ...

[START THE DESIGN](#)



MacRO

MacRO Design is a suite of design software for designing rockfall netting solutions such as simple and secured drapery systems on rocky sl ...

[START THE DESIGN](#)



MacRO-DEV

Not Present

[START THE DESIGN](#)



MacTube Design

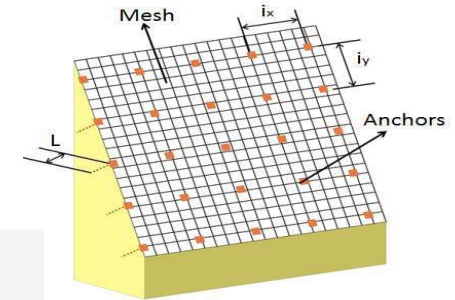
MacTubes are tubular geotextile containers made from high strength woven geotextile; MacTubes are filled in position with a sand/water slurry to cre ...

[START THE DESIGN](#)

SOFTWARE DE DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS.

El diseño de estos sistemas podría ser de gran dificultad.

Maccaferri dispone de 2 herramientas que facilitan esta labor:



Proyectos recientes [7]

Añadir nuevo proyecto +

Nombre	Última actualización	Tipo
Illa Mateua	miércoles, 16 de octubre de 2024, 16:01	Macro1
UTE Cercedilla-Cotos_D3	viernes, 11 de octubre de 2024, 16:51	Macro1
UTE Cercedilla-Cotos_D12	viernes, 11 de octubre de 2024, 16:41	Macro1
UTE Cercedilla-Cotos_D6	viernes, 11 de octubre de 2024, 16:31	Macro1
UTE Cercedilla-Cotos_D5, D13	viernes, 11 de octubre de 2024, 16:16	Macro1
UTE Cercedilla-Cotos_D4	viernes, 11 de octubre de 2024, 15:53	Macro1
Centelles (Barcelona)	viernes, 4 de octubre de 2024, 12:17	Macro1

Nuevo Proyecto

Detalle del proyecto

Nombre del proyecto *

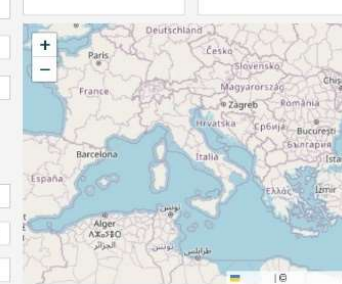
N° del proyecto

Propietario *

Ubicación

Latitud

Longitud



Detalles del diseñador

Firma del diseñador *

Estado de la empresa diseñadora *

Ciudad de la empresa diseñadora *

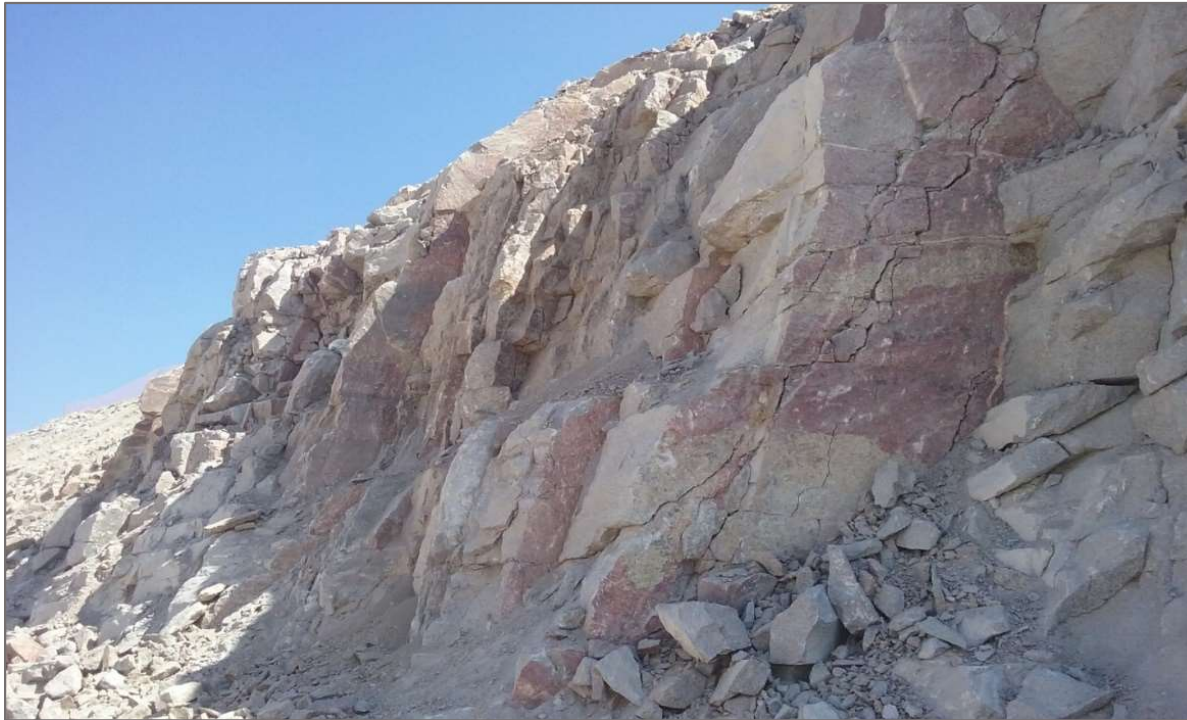
Notas

Siguiente

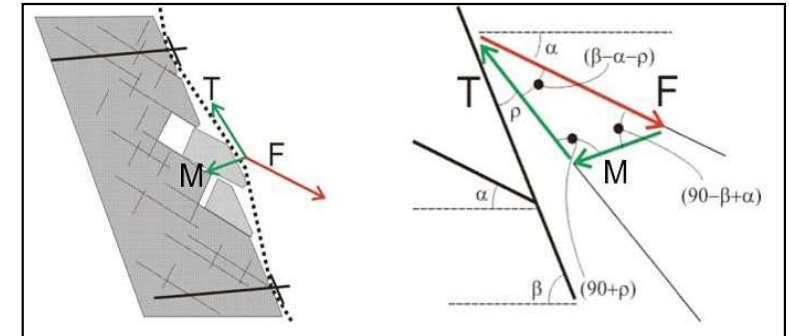
MacRO Design para el dimensionado de **sistemas en roca** calcula y comprueba la longitud mínima del bulón y su patrón, con el fin de mejorar la condición de equilibrio de la parte superficial del talud y verifica la membrana más adecuada.

SOFTWARE DE DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS.

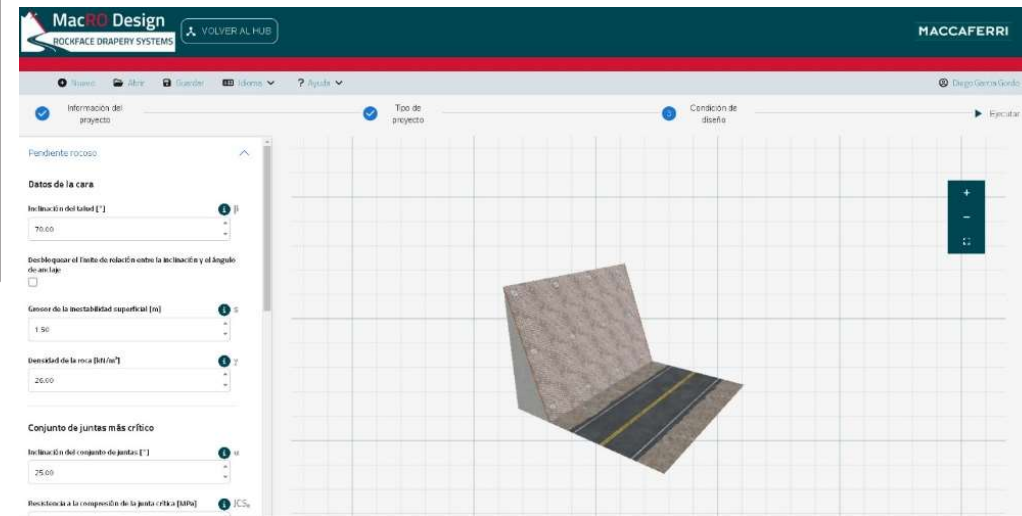
Terreno tipo macizo rocoso



Conceptualización



Software



SOFTWARE DE DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS.

- Pendiente rocoso
- Nivel ambiental del sitio
- Barra de anclaje
- Malla
- Coefficientes de seguridad

No Satisfactorio iterando hasta ser satisfactorio

Satisfactorio ajustando FS

Satisfactorio

Análisis del deslizamiento de la zona superficial		Análisis de la malla	
FOS _R	Tasa de trabajo del ancla	FOS _R	Tasa de trabajo
<u>1.05</u> ✓	87.16% ✓	<u>1.44</u> ✓	69.31% ✓

SOFTWARE DE DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS.



Mac S-Design para el dimensionado de sistemas en **suelo** verifica la membrana más adecuada.

www.edesign.maccaferri.com

Developed in collaboration with

MACCAFERRI Mac S-design   Back to the Hub

Home Projects

Home / Projects / test / Calculations **test**

Input > pre-Analysis > **Design** > Anchors > Analysis > Results

System Design Factor of Safety

Description	Symbol	Value	Unit
Factor of Safety*	FS_d		-

Mesh Type

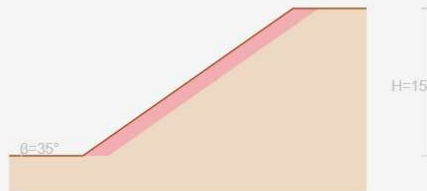
Type of mesh	Steelgrid HR 30
Nail pattern	Squared

Mesh Mechanical Properties

Description	Symbol	Value	Unit
Longitudinal Tensile strength	T_{long}		kN/m
Transversal Tensile strength	T_{trans}		kN/m
Punch strength	P		kN

Anchor Bar Geometrical Parameters

Description	Symbol	Value	Unit
Anchors spacing*	l		m
External Bar Diameter*	ϕ_e	10	mm
Internal Bar Diameter*	ϕ_i	8	mm
Bar Radius - Thickness*	t	100	mm
Drilling hole diameter*	d	100	mm
Corrosion Crown*	c	10	mm
Cross Sectional Area*	A_s	100	mm ²

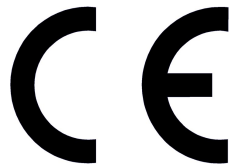


Anchor Bar Details

Case 1: Transversal Cross Section of All-Thread Bar anchored to the ground ($\phi \neq 0$)

Case 2: Transversal Cross Section of Self-Drilling Hollow Bar anchored to the ground ($\phi \neq 0$)

MARCADO CE DEL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

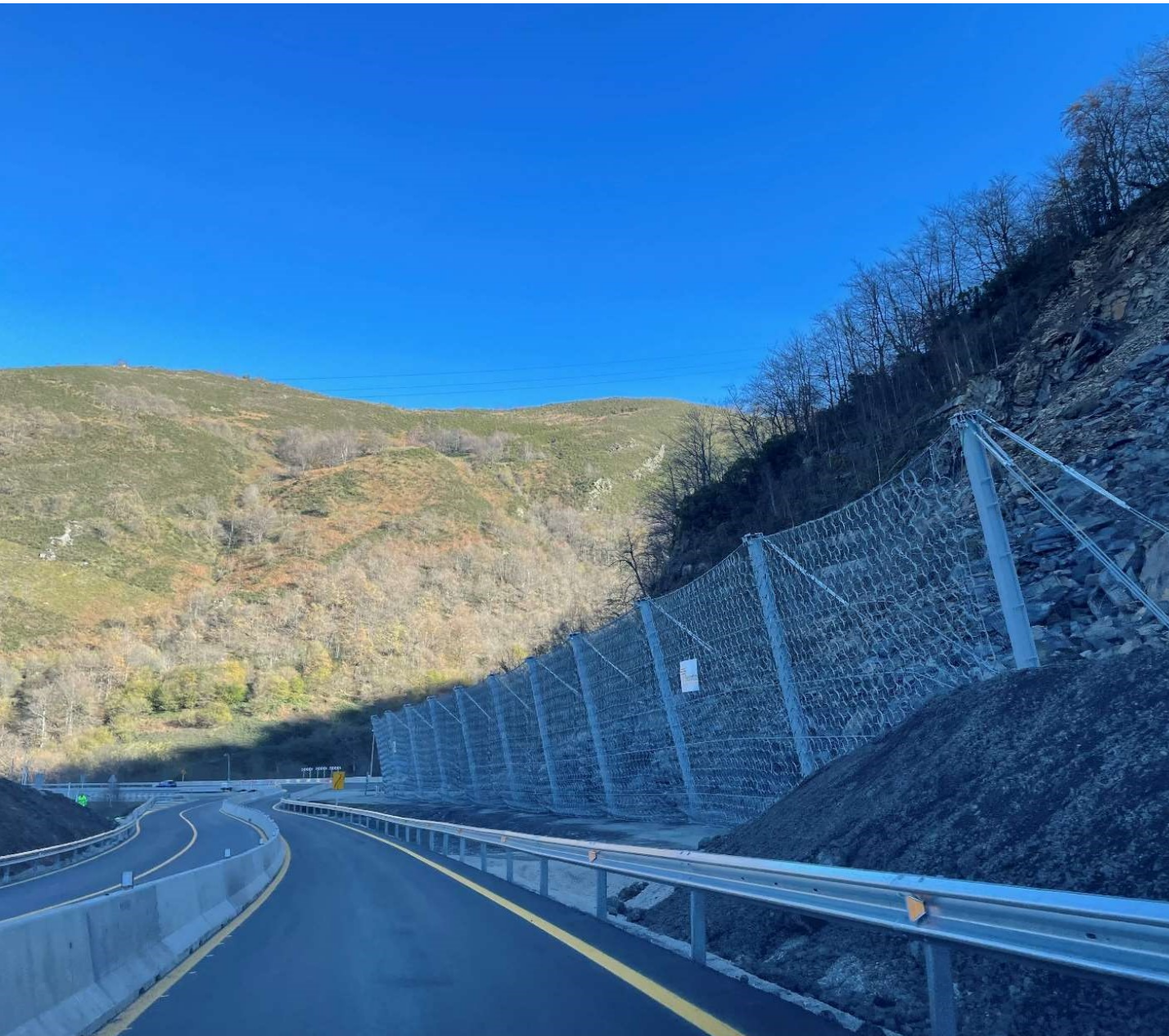


Declaration of Performance

No.: LEA PANEL ZNA 200 08mm-002DOP-1448-20220422

Essential characteristics	Performance	Harmonised Technical Specifications
Wire rope diameter	8 mm	EAD 230005-00-0106
Minimum rope grade - EN 12385-1	1770	EAD 230005-00-0106
Minimum rope breaking force	40.7 kN	EAD 230005-00-0106
Wire rope coating	Zinc class A	EAD 230005-00-0106
Nominal mesh dimension	200 mm x 200 mm	EAD 230005-00-0106
Mesh tensile strength - ISO 17746	168 (± 8) kN/m	EAD 230005-00-0106
Load bearing capacities (punching load) - ISO 17746	350 (± 15) kN	EAD 230005-00-0106
Deflection at maximum load - ISO 17746	390 (± 13) mm	EAD 230005-00-0106
Clip - Tear breaking - ISO 17746	8.8 (± 0.5) kN	EAD 230005-00-0106
Clip- Slipping force - ISO 17746	5.25 (±0.5) kN	EAD 230005-00-0106
Clip coating	Zn Al Mg alloy – 310 g/m ²	EAD 230005-00-0106
Neutral salt spray corrosion resistance with percentage of red rust less than 5% of mesh samples surface	500 (1000) hours	EAD 230005-00-0106

Declaration of Performance
Gabion 8x10 2.7 GL10-003-DOP-1229-2018



SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

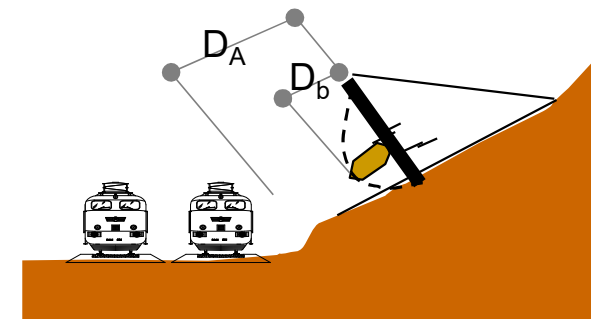


γ_d : Según el criterio de diseño, longitud de la barrera y parte de la barrera impactada

- = 1,0: Diseño SEL
- > 1,0: Diseño SEL
- = 1,0: Longitud barrera ≥ 30 m
- > 1,0: Longitud barrera < 30 m
- = 1,0: Impacto en vanos centrales
- > 1,0 Impacto en vanos laterales

Deformación Máxima

$$D_A \geq D_b * \gamma_d$$



SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

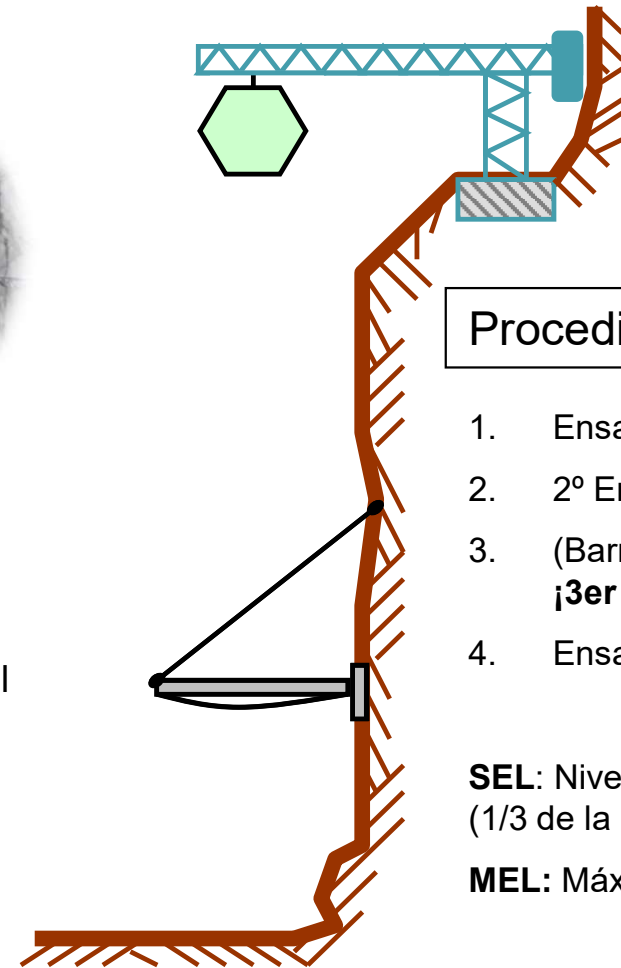


Procedimiento de ensayo

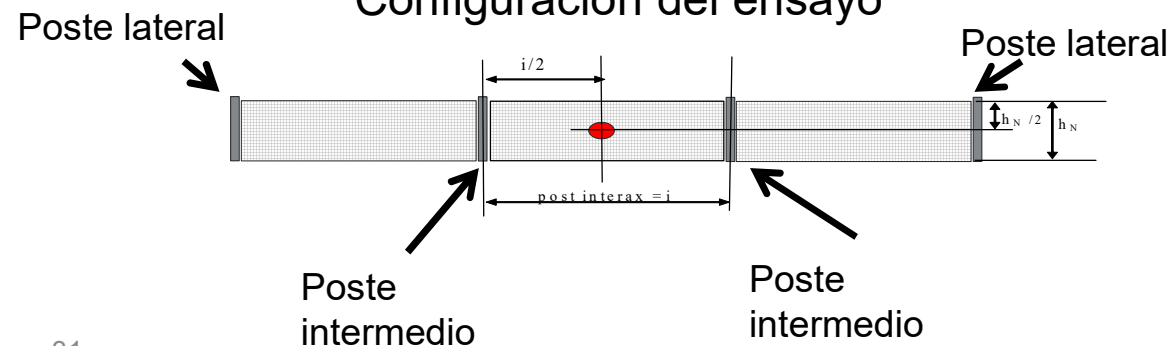
1. Ensayo SEL
2. 2º Ensayo SEL
3. (Barreras RB 2000/3000) -> **¡3er ensayo SEL!**
4. Ensayo MEL

SEL: Nivel de energía de servicio
(1/3 de la MEL)

MEL: Máximo nivel de energía



Configuración del ensayo



SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

EAD 340089-00-0106

MEL (kJ)	SEL (kJ)	Modelo	ETA	Cl	H nominal	Validez altura (m)	Flecha (m)
35	-	RB 35	21/0737	-	1,35	1,35 – 1,85	1,57
70	-	RB 70	21/0736	-	2	2,00 – 2,50	2,42

EAD340059-00-0106

100	-	RB 100 UAF	15/0171	0	3	2,00 - 2,50	2,1
750	258	RB 750	13/1039	2	3	3,00 - 3,50	4,2
1.000	333	RB 1000	16/0263	3	3,5	3,50 - 4,00	4,63
1.500	500	RB 1500	12/0396	4	4	4,00 - 5,00	5,8
2.000	667	RB 2000 H4	22/0836	5	4	4,00 - 5,00	7,91
3.000	1.000	RB 3000	20/0520	6	5	5,00 - 6,00	7,06
5.000	1.667	EPFM 5000	14/0268	8	6	6,00 - 7,00	8,25
9.000	2.860	RB 9000	21/0504	8	7	7,00 - 8,00	9,27

Clase A = H residual $\geq$ 50 % H nominal



¿Qué es Debris Flow?

Un flujo de detritos es una masa de rápido movimiento compuesta por una mezcla saturada de agua, roca y material orgánico, que causa daños significativos a medida que desciende rápidamente.

1

Zona fuente

2

Zona de tránsito

Zona de depósito

3



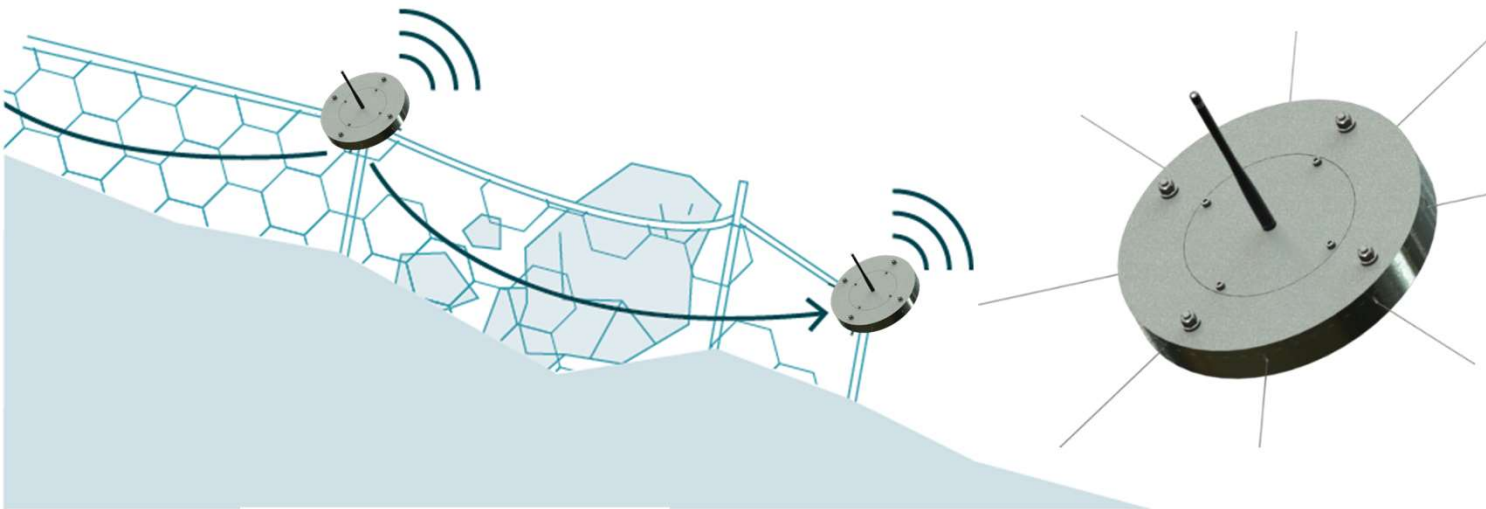


SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.



SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

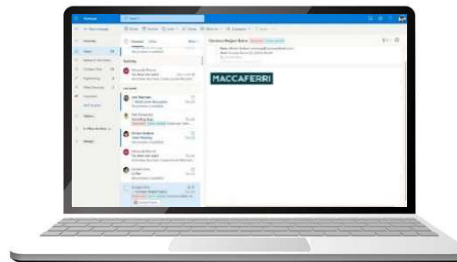
HelloMac es un sistema de alerta desarrollado para monitorear nuestras protecciones contra caída de rocas de manera fácil y en tiempo real.



 FÁCIL DE
INSTALAR

 SIN
MANTENIMIENTO

 FIABLE



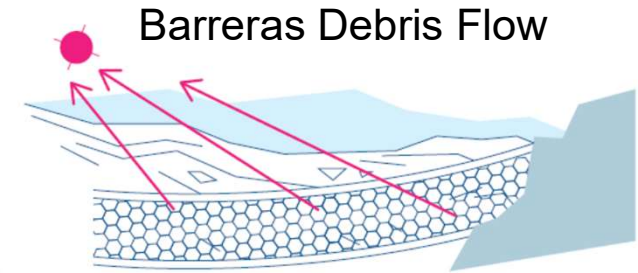
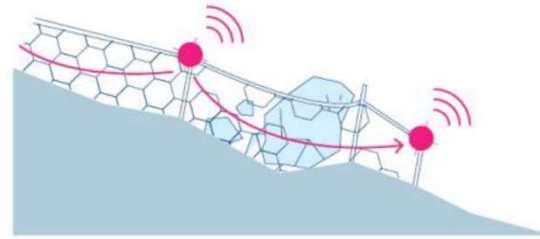
¡TU
BARRERA
HA SIDO
IMPACTADA!

SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

Se puede instalar en distintos sistemas:

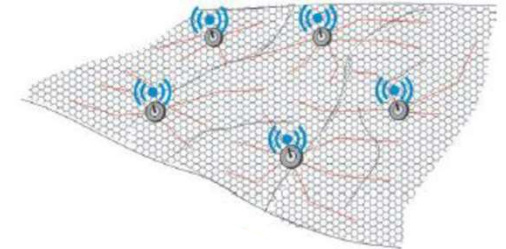
- Barreras dinámicas
- Sistemas de contención flexible
- Barreras Debris Flow

También apto para monitorear ubicaciones y facilitar la toma de decisiones



Barreras Debris Flow

Mallas



Kit de control de desplazamientos en roca



Medidas milimétricas de desplazamiento respect a un muro guía o movimientos de rocas

Kit de Control de desplazamientos en taludes



Control preciso de deslizamientos de ladera, taludes y movimientos extensos de masas.

Kit de Control climático



Medida de precipitaciones, temperaturas y humedad del aire. Perfecto para el control comprensible del medio ambiente

Kit de Control del nivel piezométrico



Control de variaciones piezométricas debido a deslizamientos profundos del terreno. Medida con precisión milimétrica.

Kit de control de estabilidad



Monitoriza profundos movimientos y deslizamientos superficiales. Medidas angulares de desplazamiento.

Kit de control eólico



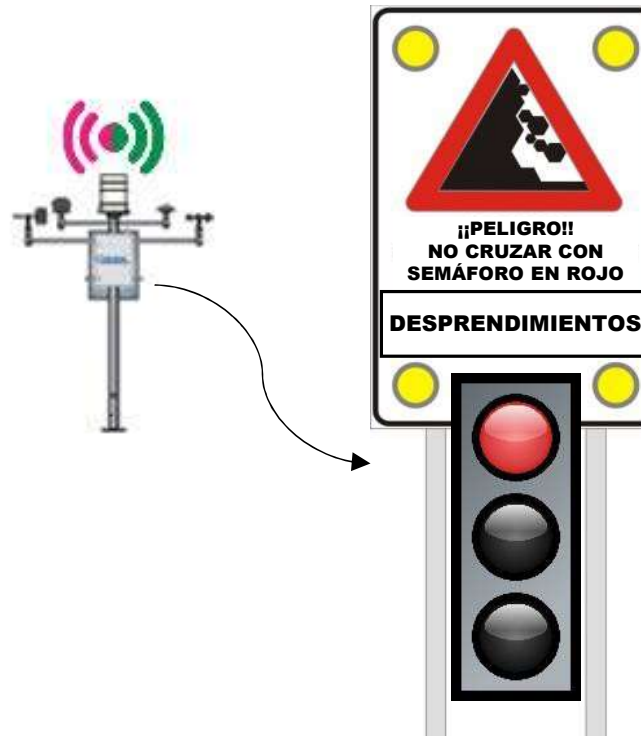
Medición precisa de la dirección del viento y velocidad ideal para aplicaciones de seguridad y medioambientales.



SISTEMAS PASIVOS. Generalidades y detalles.

Varios modos para la transmisión de datos

- Vía Satélite (Iridium)
- Vía GSM
- Semáforos y alarmas
- Otros sensores disponibles





Muchas gracias por su atención

Jordi Coll
Director Comercial
Tel. 696 409 693
E-mail: j.coll@maccaferri.com

Borja Díaz
Rockfall Manager
Tel. 606 049 698

E-mail: b.diaz@maccaferri.com