



SISTEMAS CONTRA CAIDA DE ROCAS

Fecha
Autor

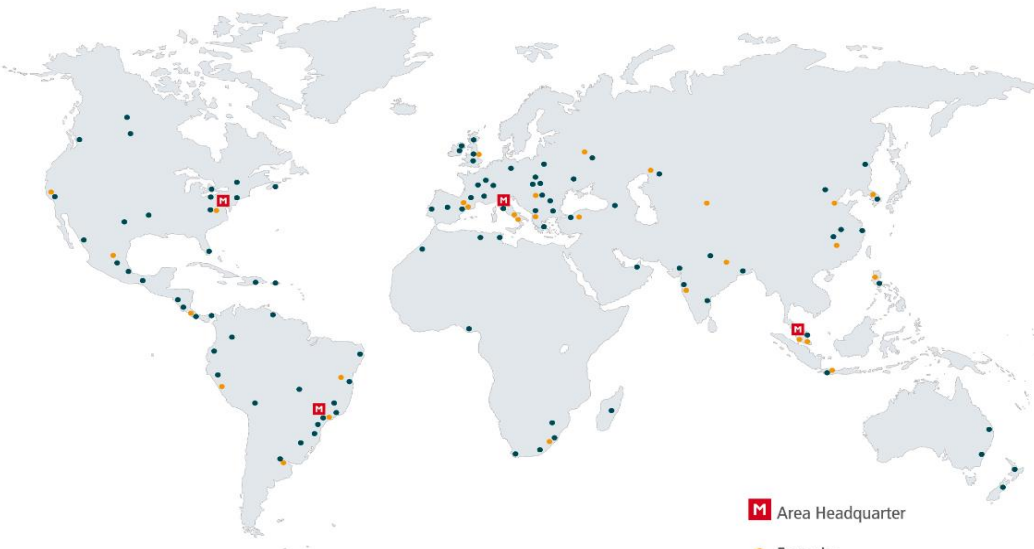
2023
Ing. Jose Hardy Huaman Flores

MACCAFERRI

QUIENES SOMOS

MACCAFERRI

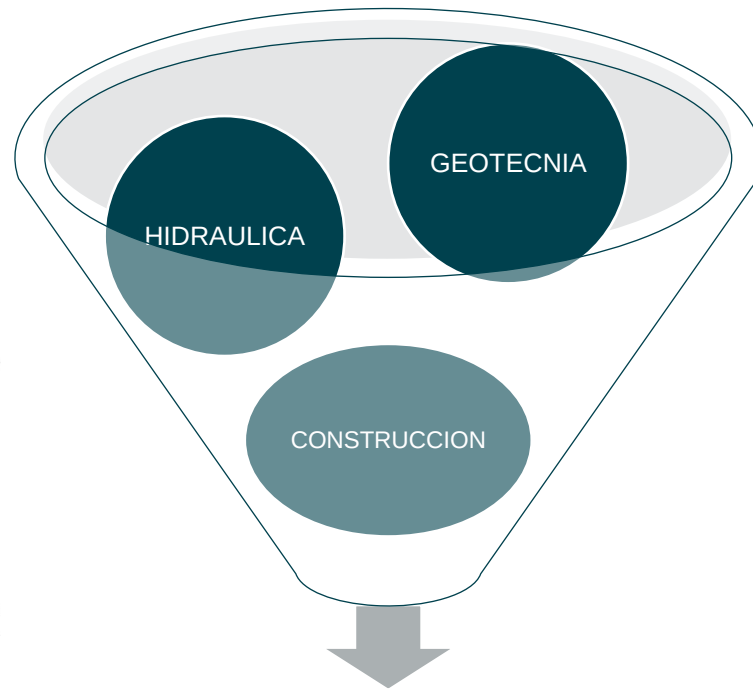
Empresa Italiana con mas de 140 años, brindando soluciones de ingeniería, dentro de los rubros de Geotecnia, Hidráulica y Construcción



M Area Headquarter

● Factories

● Local Offices



MACCAFERRI

Línea de Producción

- ☐ Doble torsión;
- ☐ Fibra de acero.

Maccaferri de Perú



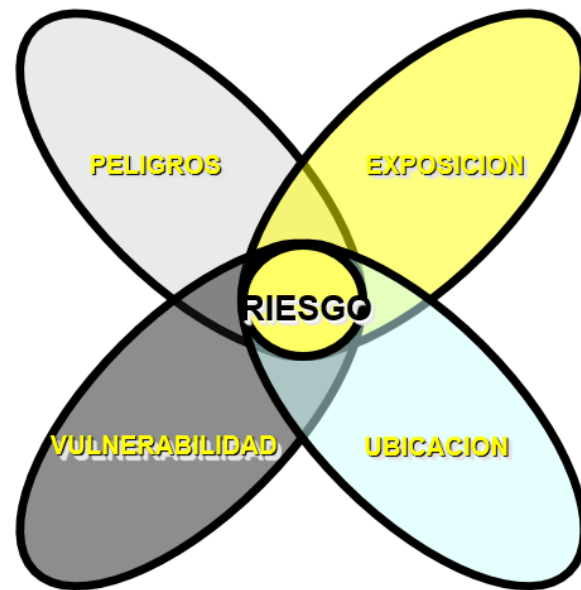
PELIGRO:

Acto o condición capaz de causar daños a personas, equipos y ambiente.



RIESGO:

Probabilidad que se materialice el peligro en daño.

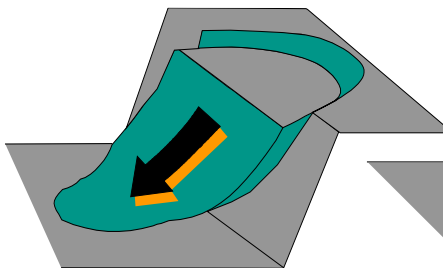


Conjunto de Amenazas o Peligros para los recursos y actividades humanas, derivados de procesos geológicos de origen interno (endógenos), externos (exógenos) o de una combinación de ambos.

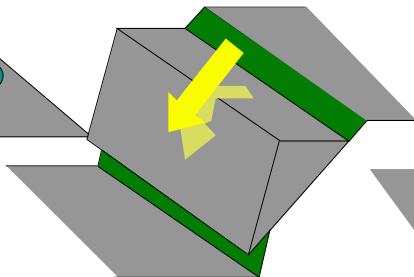


**CONSTRUCCION DE LA
CARRETERA HUALLANCA LA
UNION - HUANUCO**

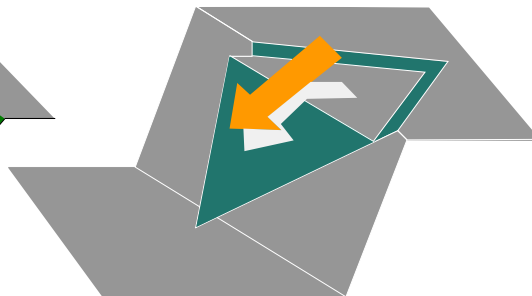
Rotura Circular



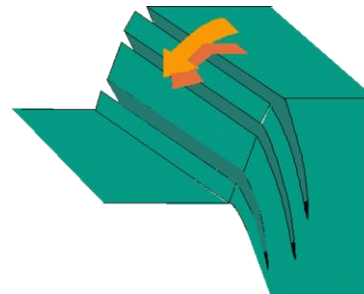
Rotura Planar



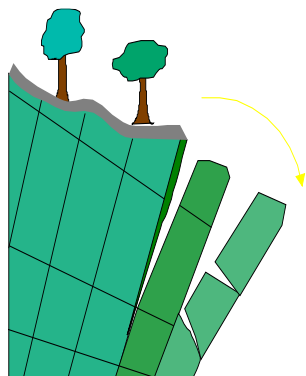
Rotura por Cuña



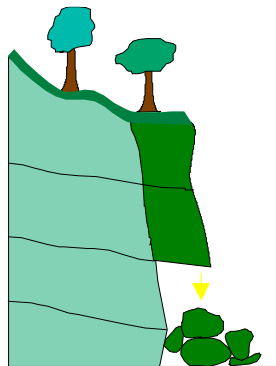
Rotura por Vuelco



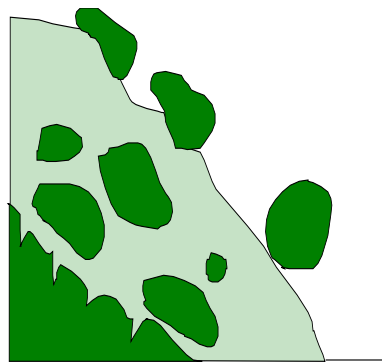
Combinaciones



Pérdida de soporte



Erosión



Flujos de detritos

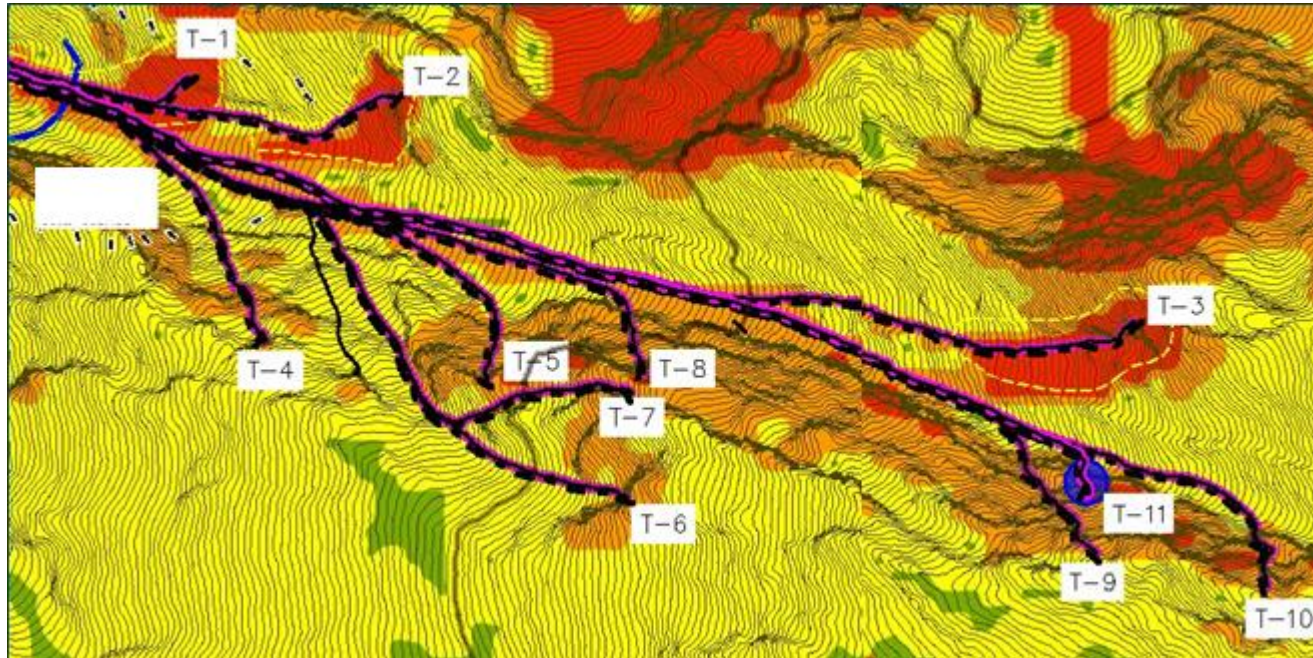


Caracterización del problema

Localización
Situación
Topografía
Litología
Geomorfología
Estructuras geológicas
Eventos históricos
Parámetros típicos
Riesgos de daños



IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS



Peligro enfocado a caída de rocas en base a estudios geológicos y geotécnicos, así como la topografía el relieve.

NIVEL DE PELIGROSIDAD	
PELIGROSIDAD MUY ALTA	
PELIGROSIDAD ALTA	
PELIGROSIDAD MEDIA	
PELIGROSIDAD BAJA	

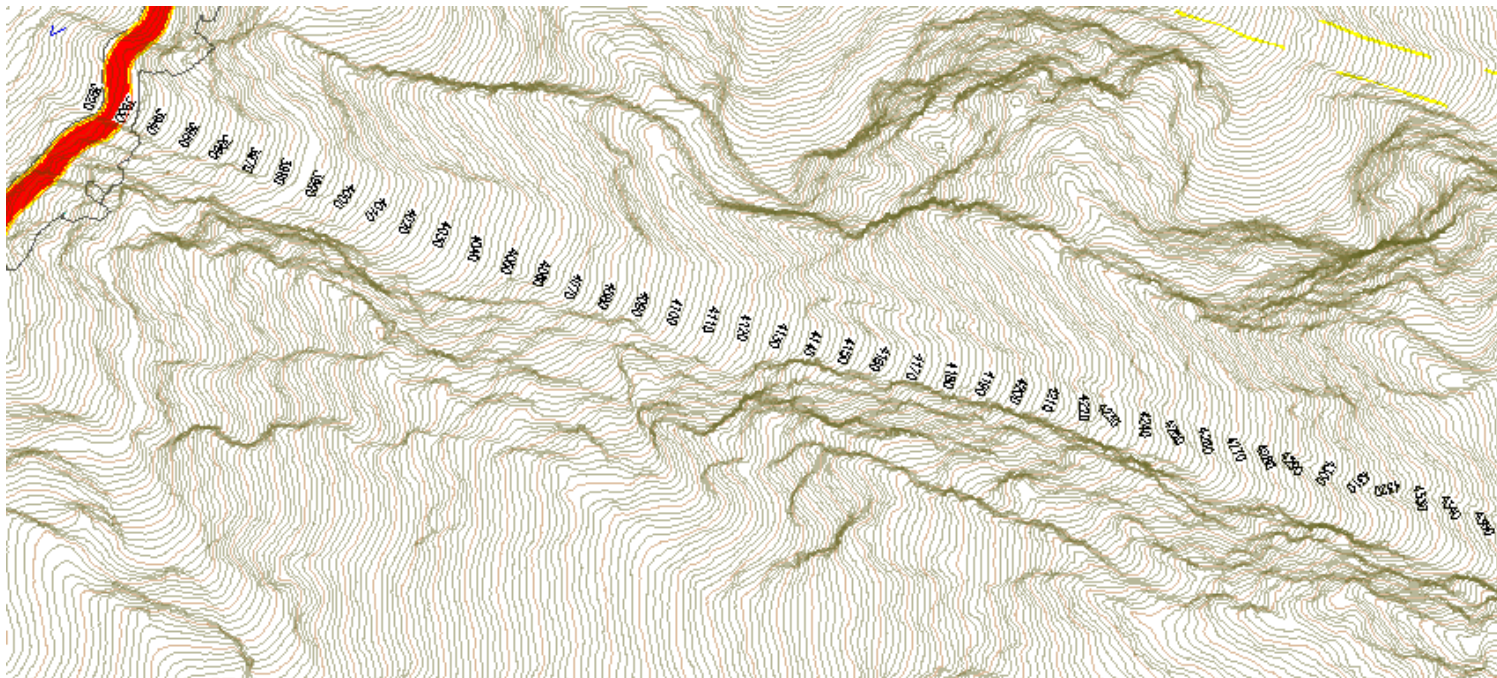
IDENTIFICACION DEL
PELIGRO



ANALISIS DE
VULNERABILIDADES



**EVALUACION DE
RIESGOS**



Evaluación de las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia

NIVEL DE VULNERABILIDAD	
VULNERABILIDAD MUY ALTA	
VULNERABILIDAD ALTA	
VULNERABILIDAD MEDIA	
VULNERABILIDAD BAJA	



**EVALUACION DE
RIESGOS**

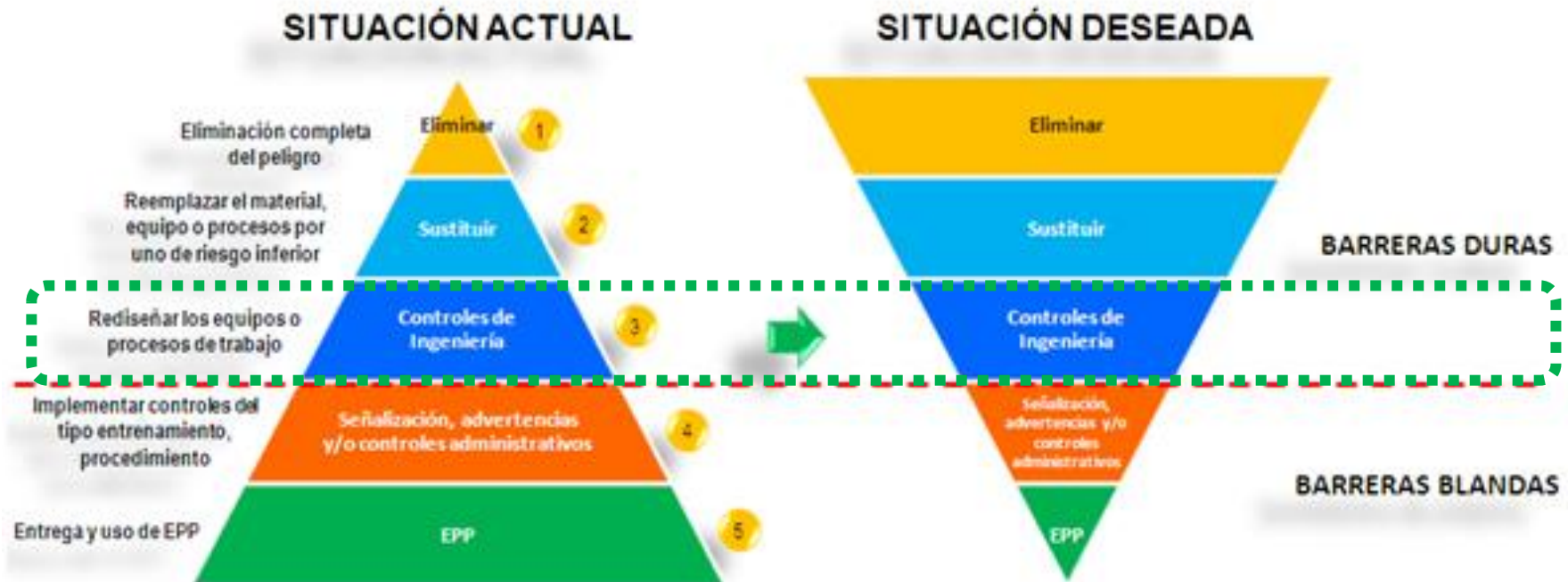
Riesgo: Es la probabilidad que se materialice el daño, depende del peligro y la vulnerabilidad.

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA:

-  Riesgo Bajo (< de 25%)
-  Riesgo Medio (26% al 50%)
-  Riesgo Alto (51% al 75%)
-  Riesgo Muy Alto (76% al 100%)



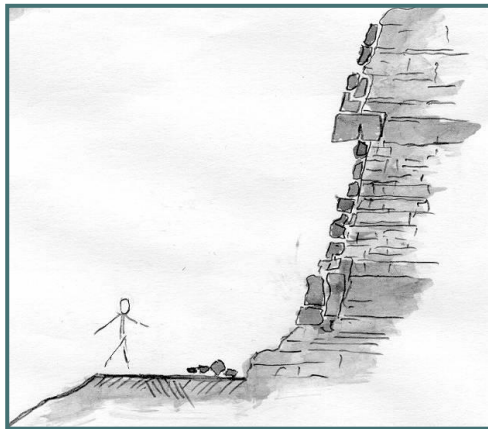


ORGANIZACIÓN

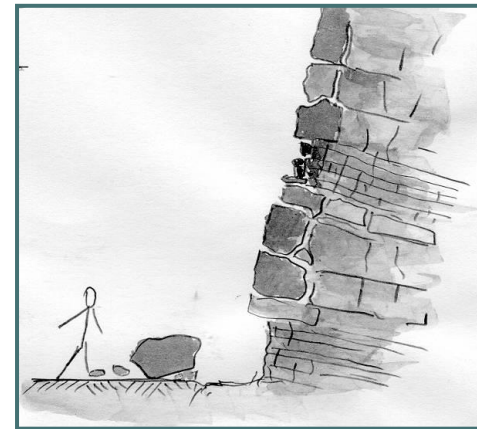
Según Varnes (1978) son **movimientos que consisten en el desplazamiento de bloques de roca por efecto de la gravedad a lo largo de pendientes empinadas**, cuyos movimientos dependiendo de la pendiente del talud pueden ser del tipo caída libre, saltos, rodamiento o deslizamiento



1- Caída de pequeños bloques



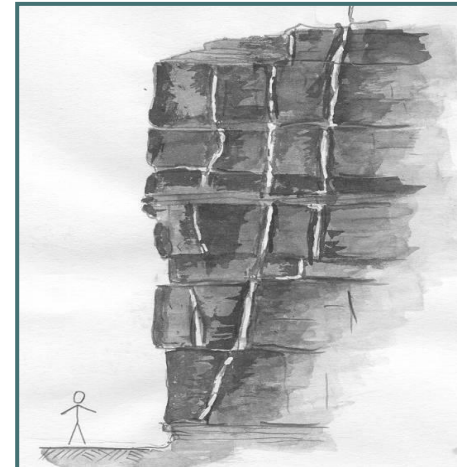
2- Caída de grandes bloques

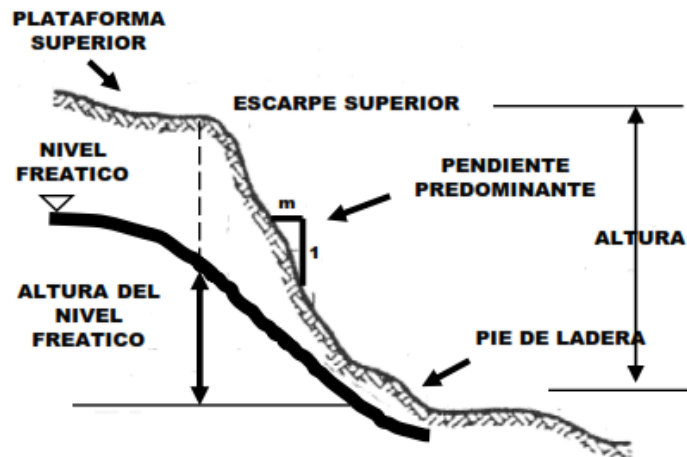


3- Colapsos e inestabilidades profundas

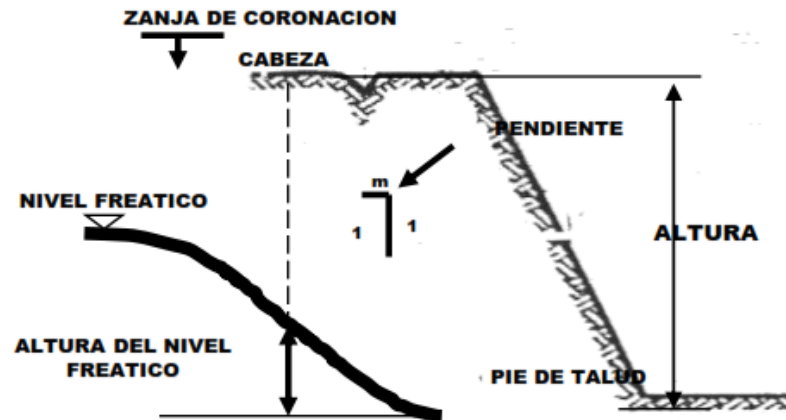


4- Estabilidad global del macizo rocoso

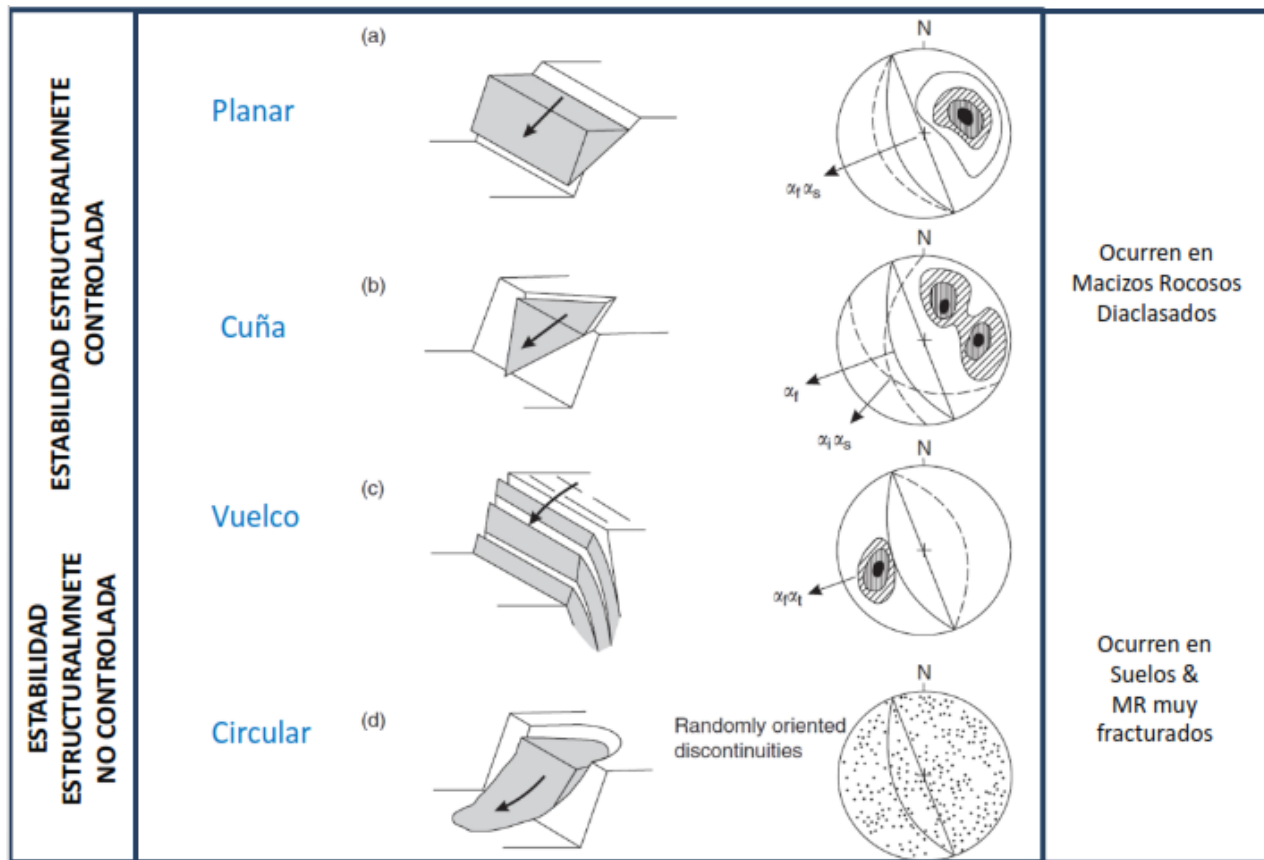




LADERA NATURAL



TALUD ARTIFICIAL













CAIDA DE ROCAS SUELOS ALUVIALES - COLUVIALES



CAIDA DE ROCAS SUELOS ALUVIALES - COLUVIALES



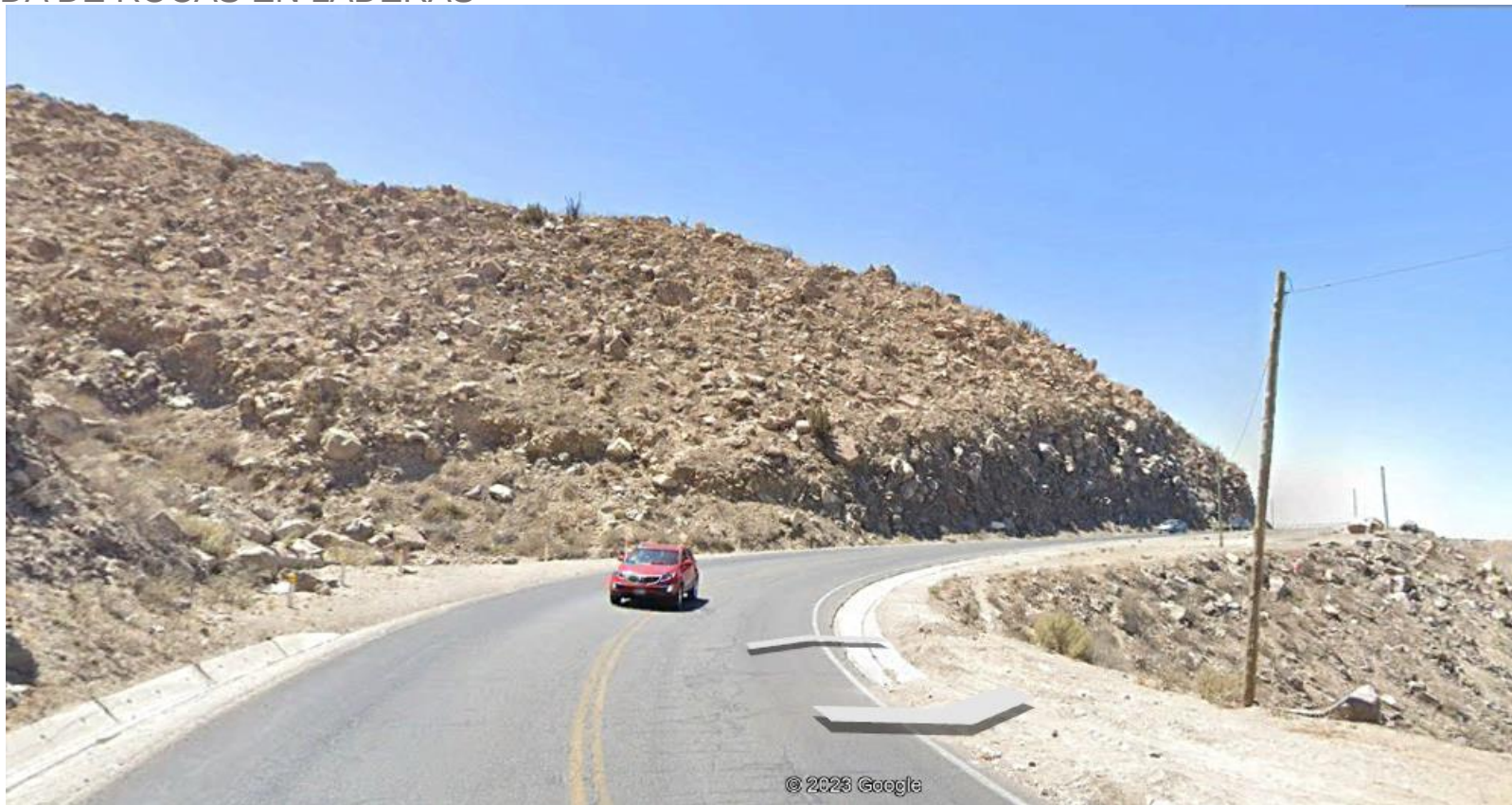
IDENTIFICACION DE RIESGOS

MACCAFERRI

CAIDA DE ROCAS EN TALUDES ROCOSOS



CAIDA DE ROCAS EN LADERAS



CAIDA DE ROCAS EN LADERAS



ROTURA CIRCULAR



DIACLASAS





Reducir el riesgo de de caída de rocas, hasta una nivel de riesgo aceptable.



Barato, pero no necesariamente eficiente





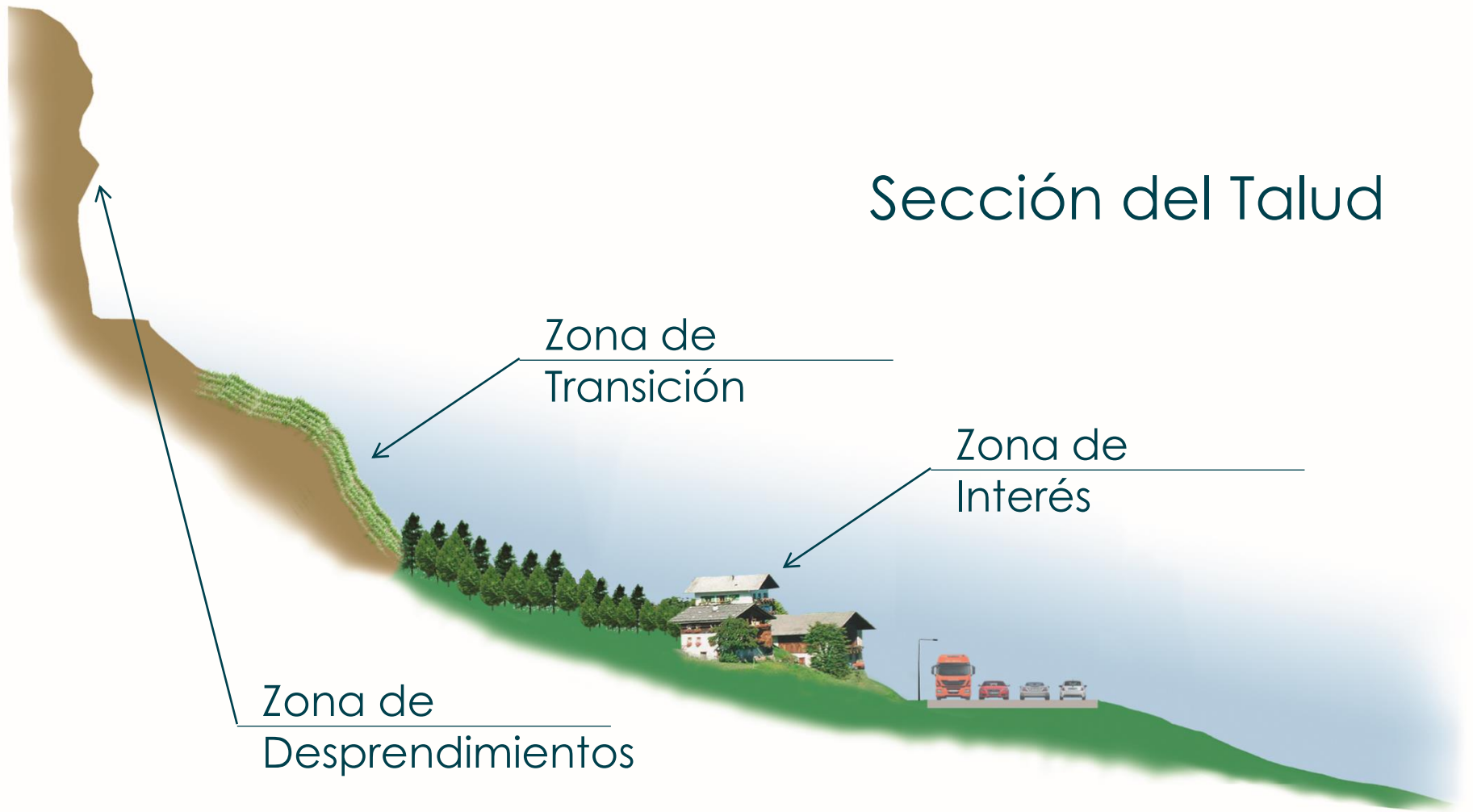
MALLAS CONTRA CAIDA
DE ROCAS

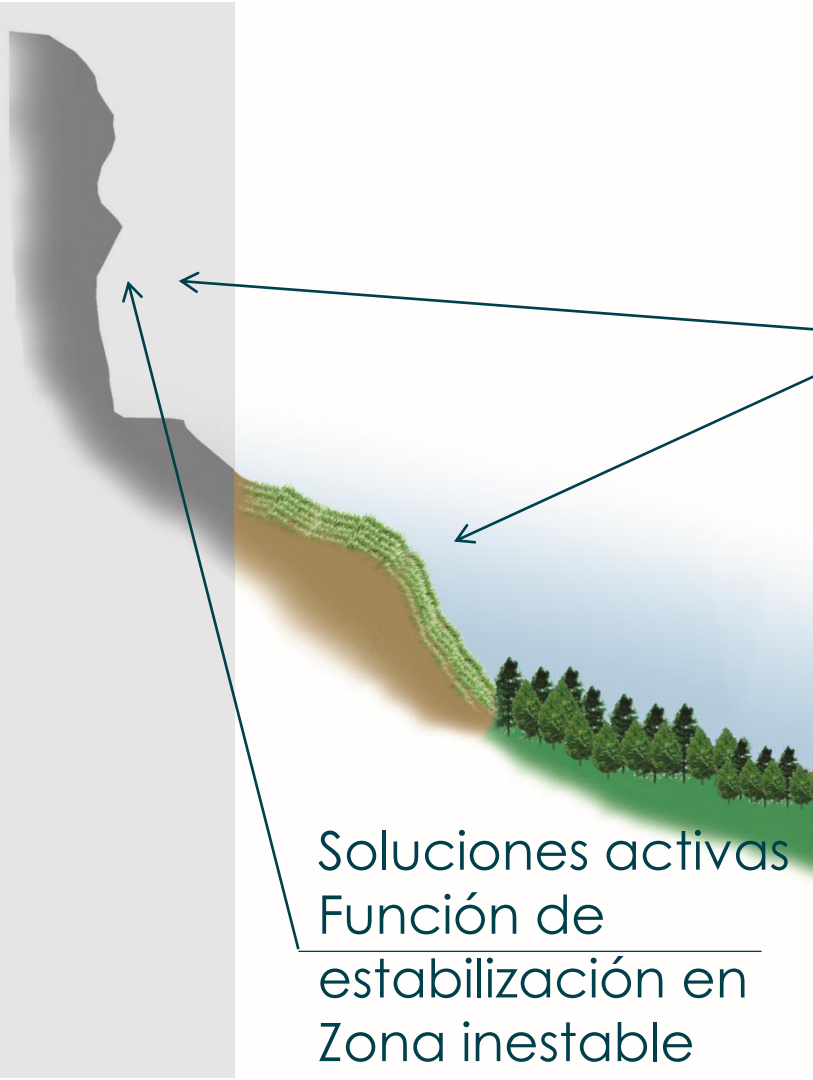
This 3D architectural rendering illustrates a complex coastal infrastructure project. On the left, a steep, rocky cliff is stabilized with a grey mesh system. A multi-lane highway with a red-roofed interchange and a high-speed train track run parallel to the coast. A river or canal flows through the center of the site, bordered by various retaining walls. In the background, a large body of water contains several ships, including a red and white cargo ship and a smaller white vessel. To the right, a green hillside features a tunnel entrance and a small airport tarmac with a white aircraft. The sky is blue with scattered white clouds. Three text labels are overlaid on the image: 'MALLAS CONTRA CAIDA DE ROCAS' on the cliff, 'BARRERAS ESTATICAS' on a retaining wall, and 'BARRERAS DINAMICAS' on a stepped retaining wall.

BARRERAS ESTATICAS

BARRERAS DINAMICAS

Sección del Talud



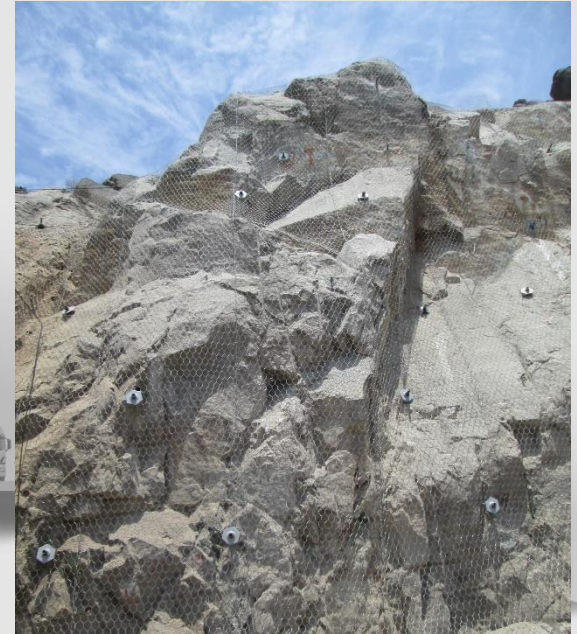
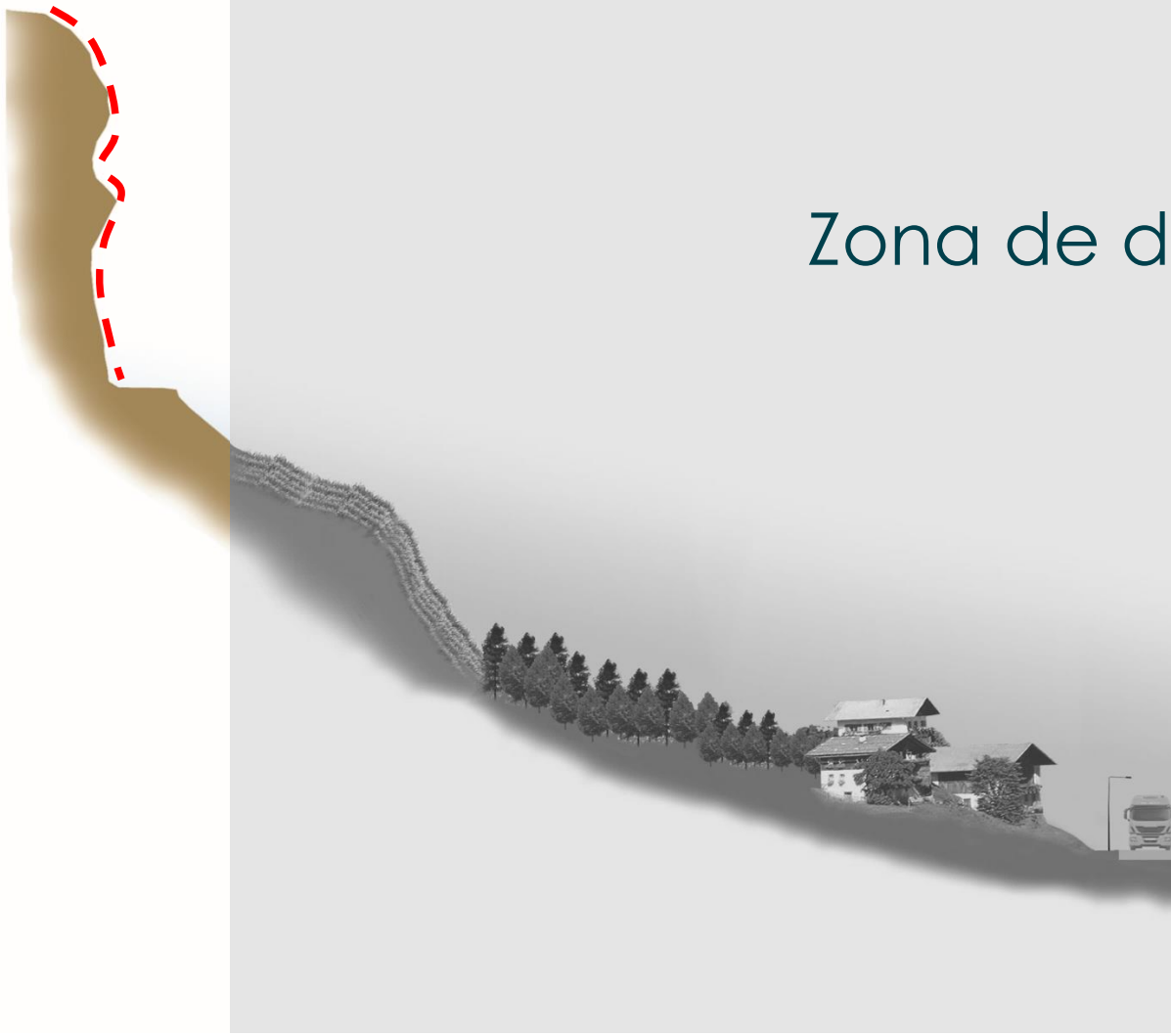


Soluciones activas
Función de
estabilización en
Zona inestable

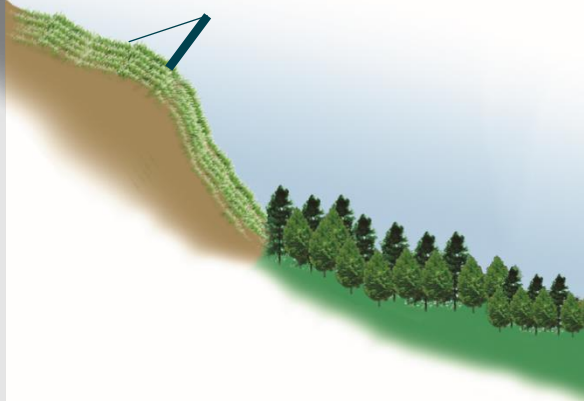
Soluciones Pasivas
Función de
convivencia con el
problema

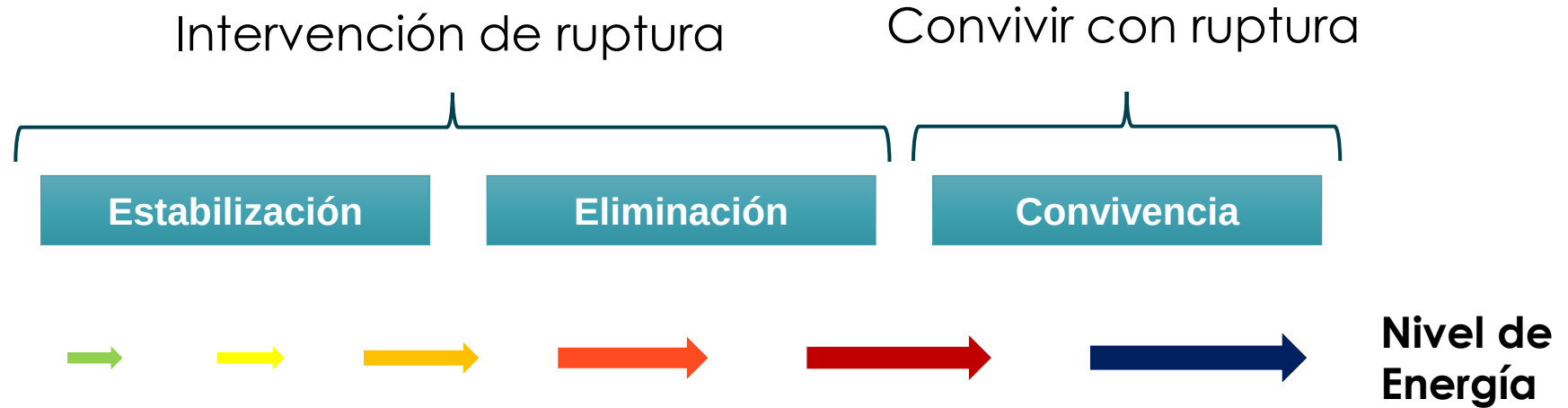


Zona de desprendimiento (Mallas)

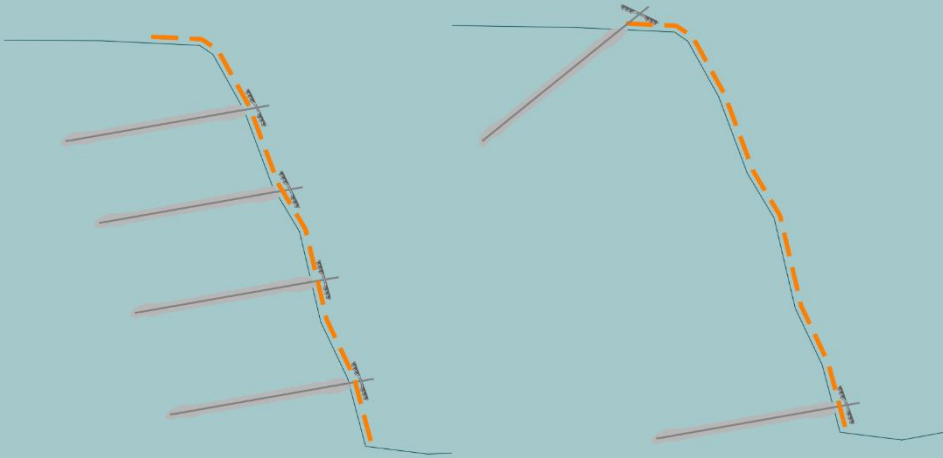


Zona de transición (Barreras)

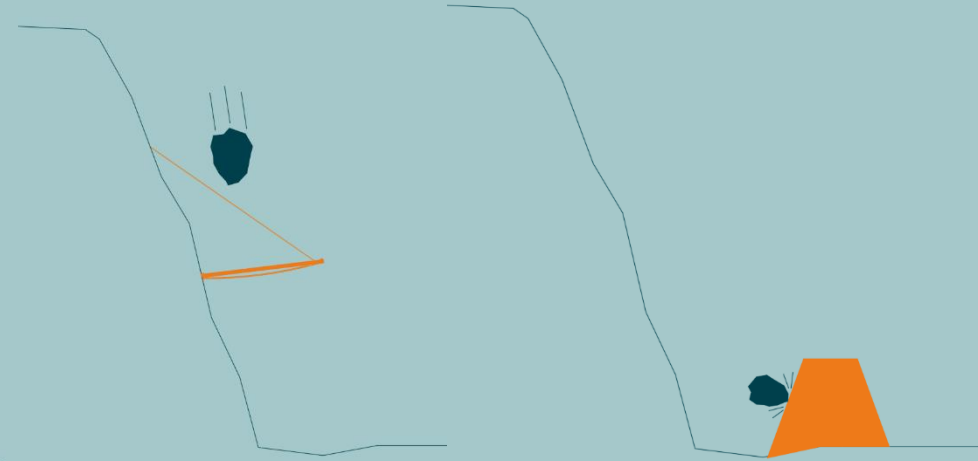




Sistemas de protección



Sistemas activos(Intervención)



Sistemas pasivos (Convivencia)

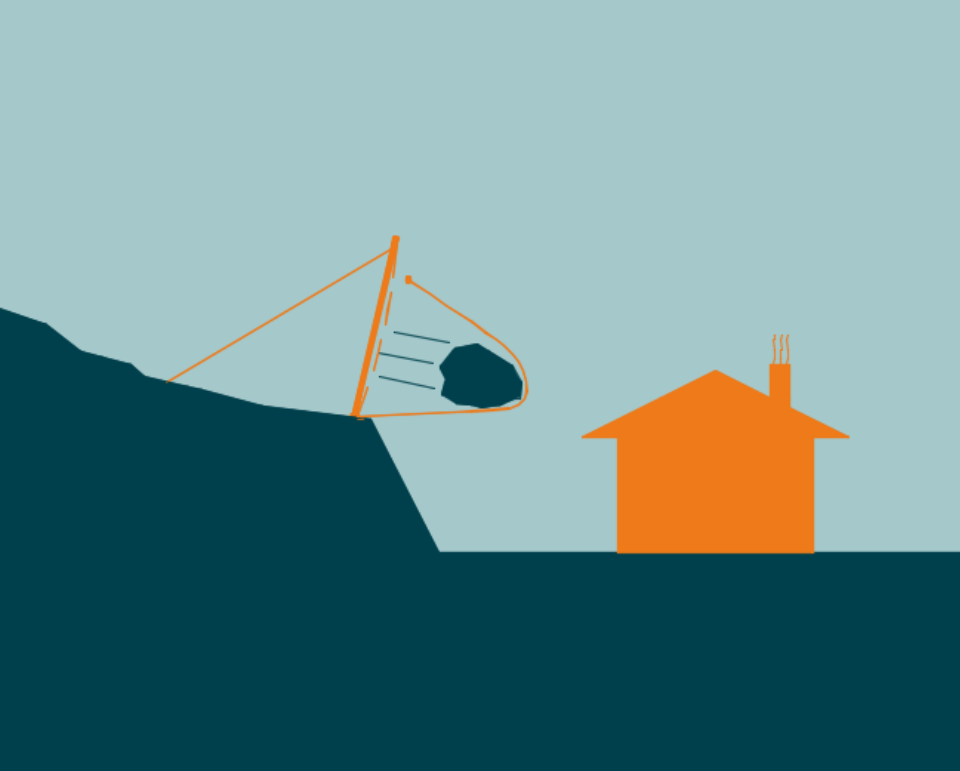
Sistemas de protección



Sistemas pasivos (Convivencia con la ruptura)

Barreras contra caída de rocas

Barreras **dinámicas**



Barreras **estáticas**



**SISTEMAS
CONTRA
CAIDA DE
ROCAS****Convivencia
con el
Problema**

- Revestimiento Simple con Mallas
- Barreras dinámicas
- Barreras estáticas

**Soluciones de
Estabilización
Superficial**

- Revestimiento Cortical con Mallas y Pernos

SISTEMAS CONTRA CAIDA DE ROCAS

**Convivencia
con el
Problema**

**REVESTIMIENTO SIMPLE CON
MALLAS**

Barreras dinámicas

Barreras estáticas

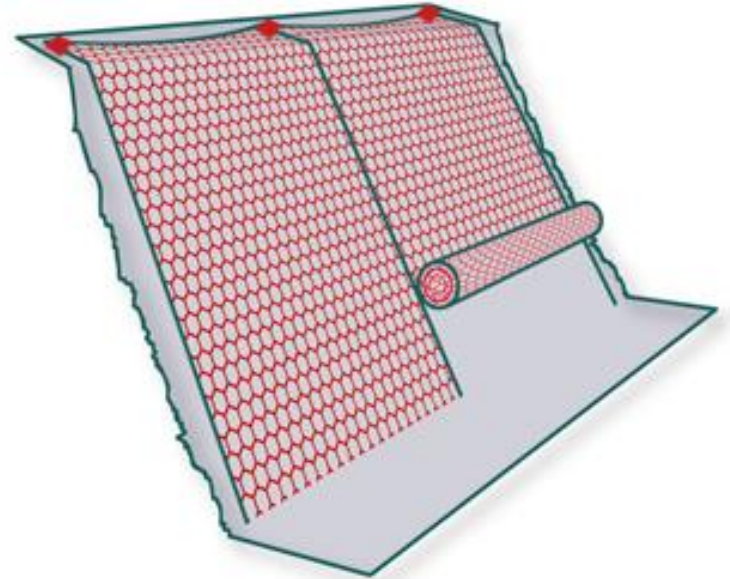
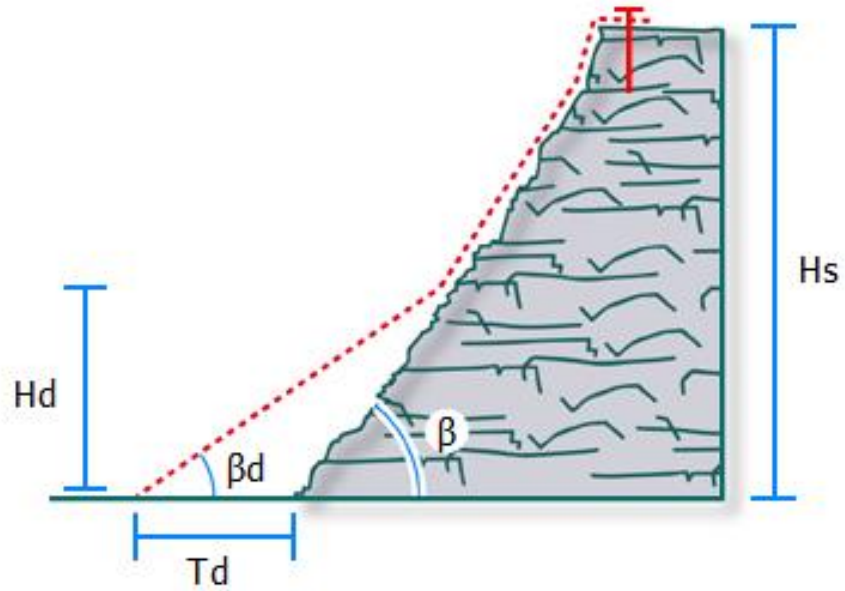
**Soluciones de
Estabilización
Superficial**

Revestimiento Cortical
con Mallas y Pernos



Tiene como objetivo **controlar la caída de bloques de tamaño pequeño** que se desprenden del talud rocoso. Los anclajes y cables de acero pueden ser instalados solamente en el borde del talud sin función estabilizante.





Revestimiento Simple

MACCAFERRI

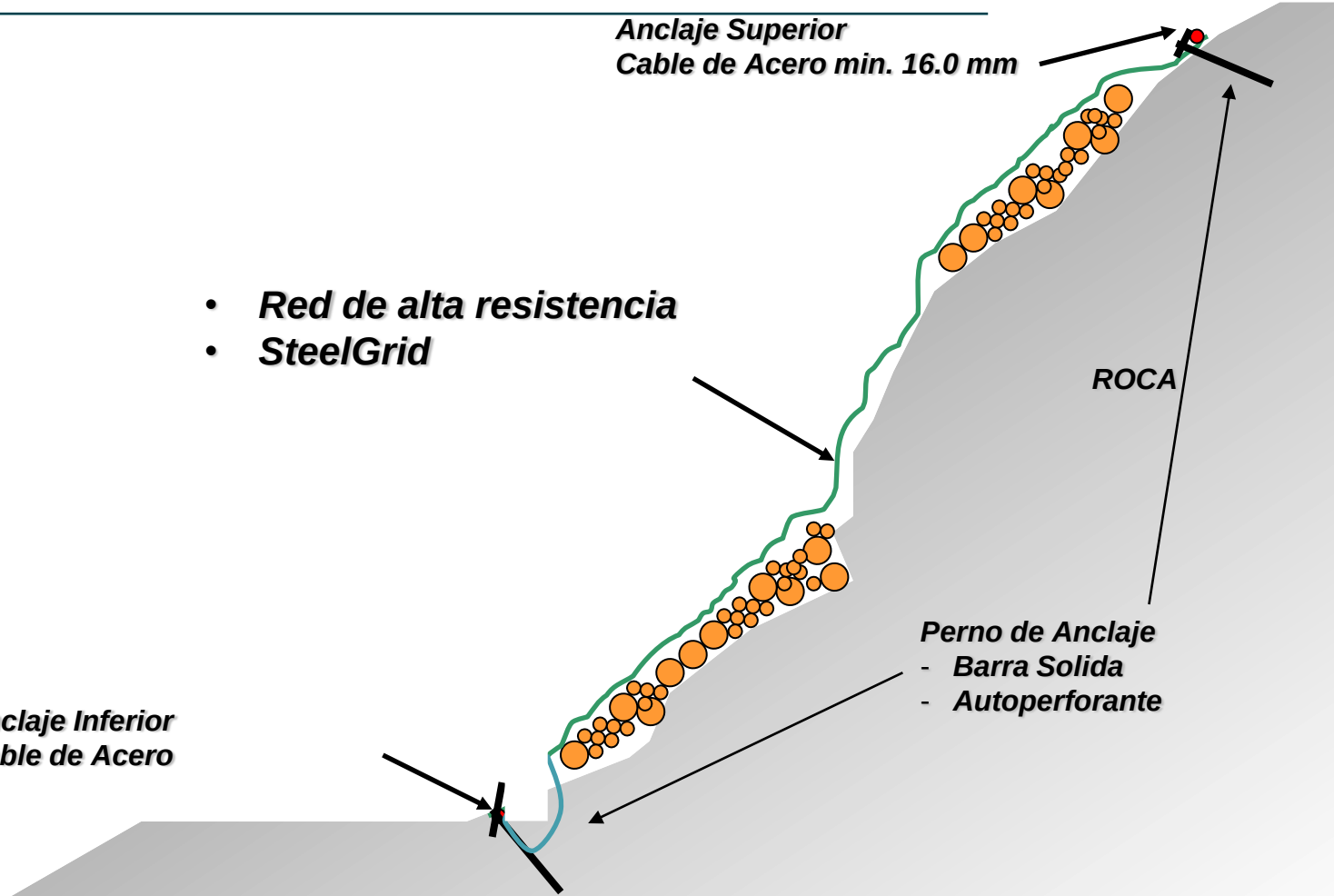
Anclaje Inferior
Cable de Acero

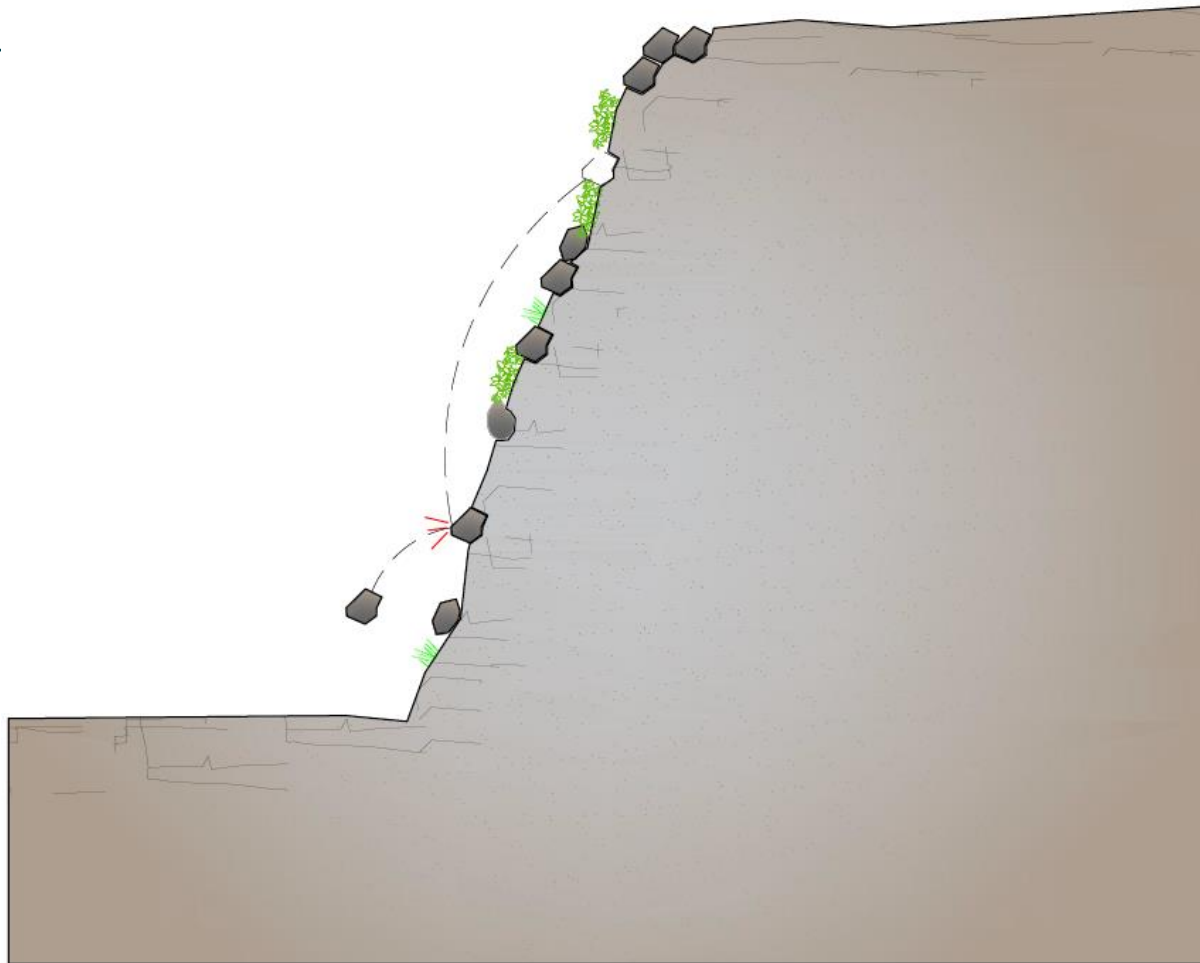
- Red de alta resistencia
- SteelGrid

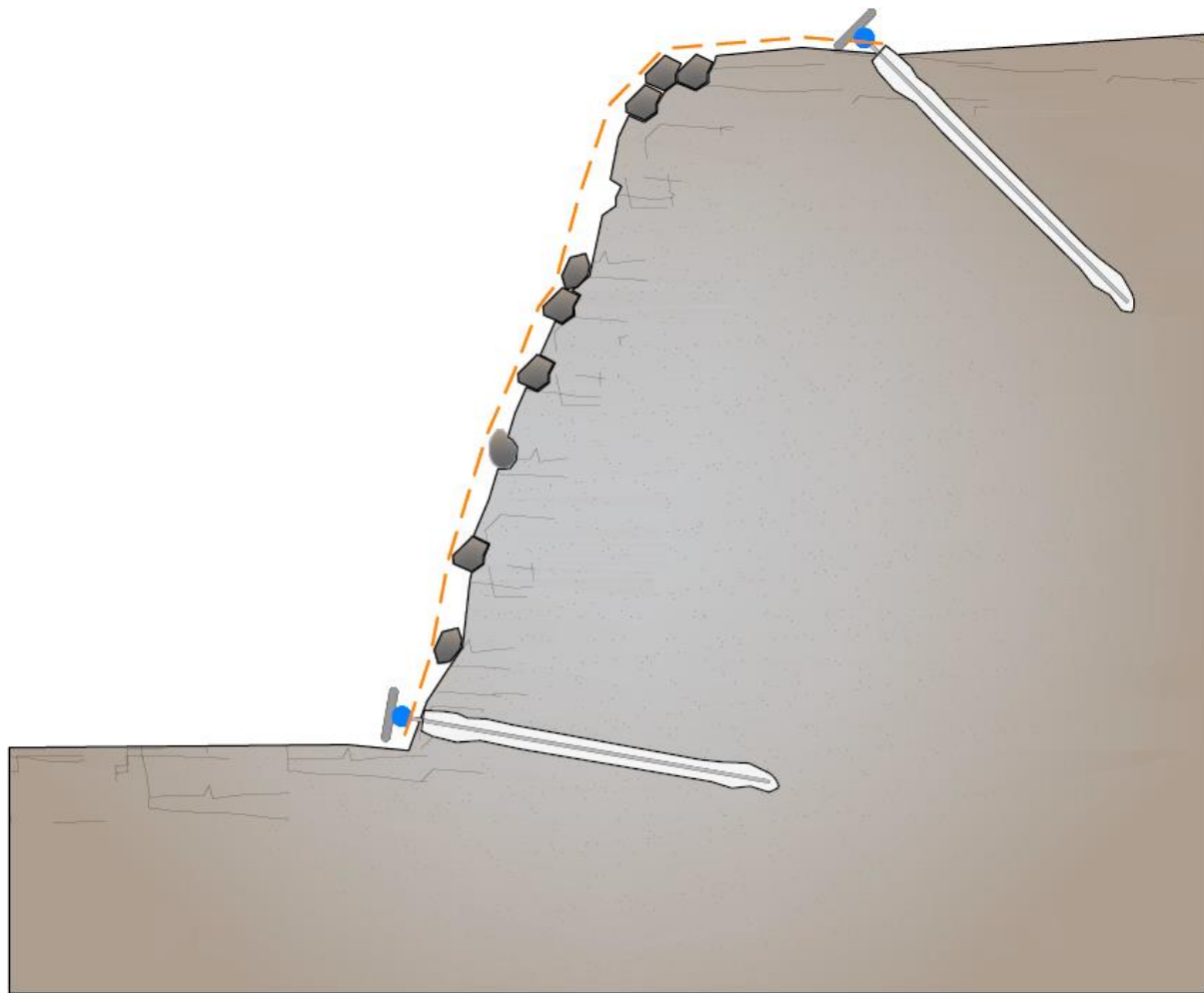
Anclaje Superior
Cable de Acero min. 16.0 mm

ROCA

Perno de Anclaje
- Barra Solida
- Autoperforante

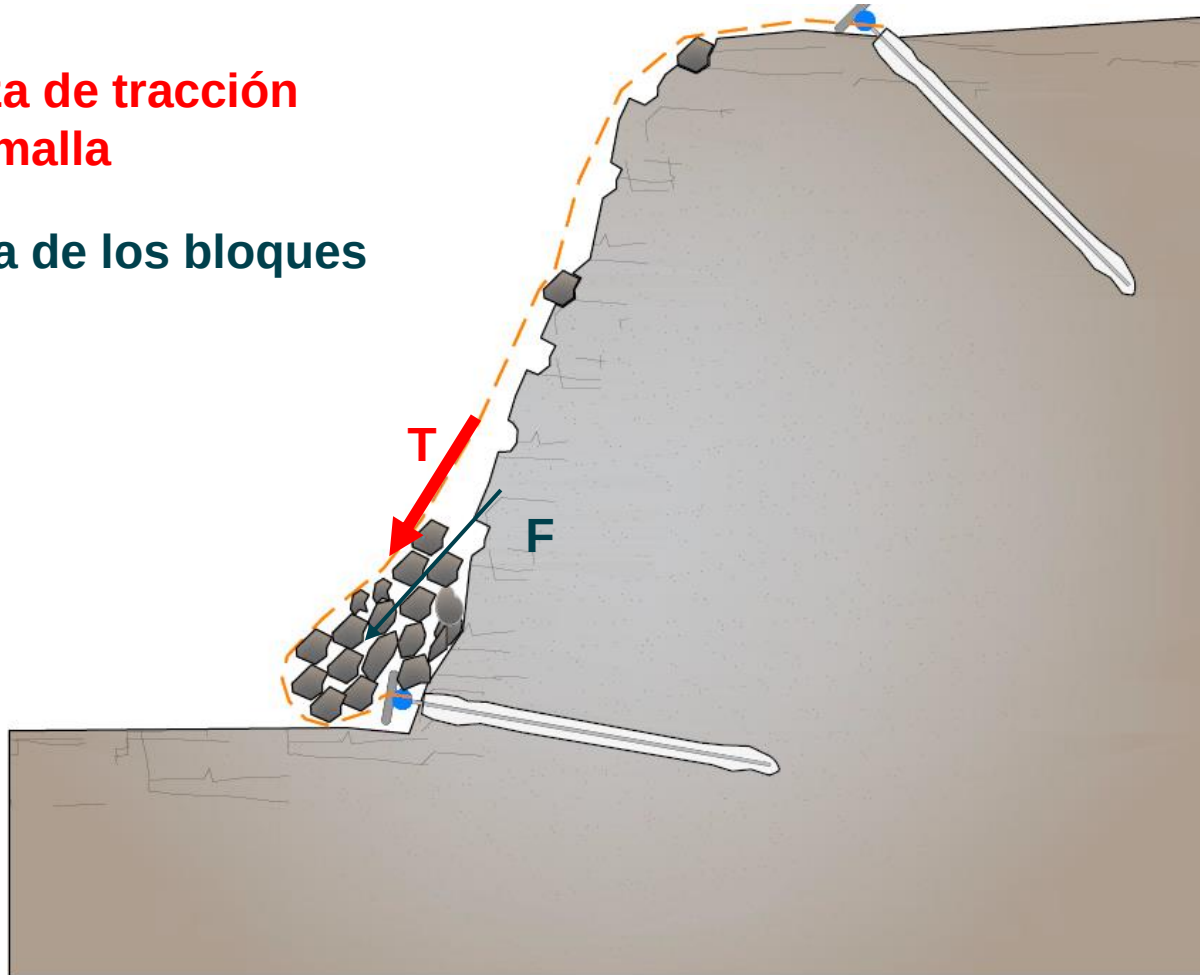


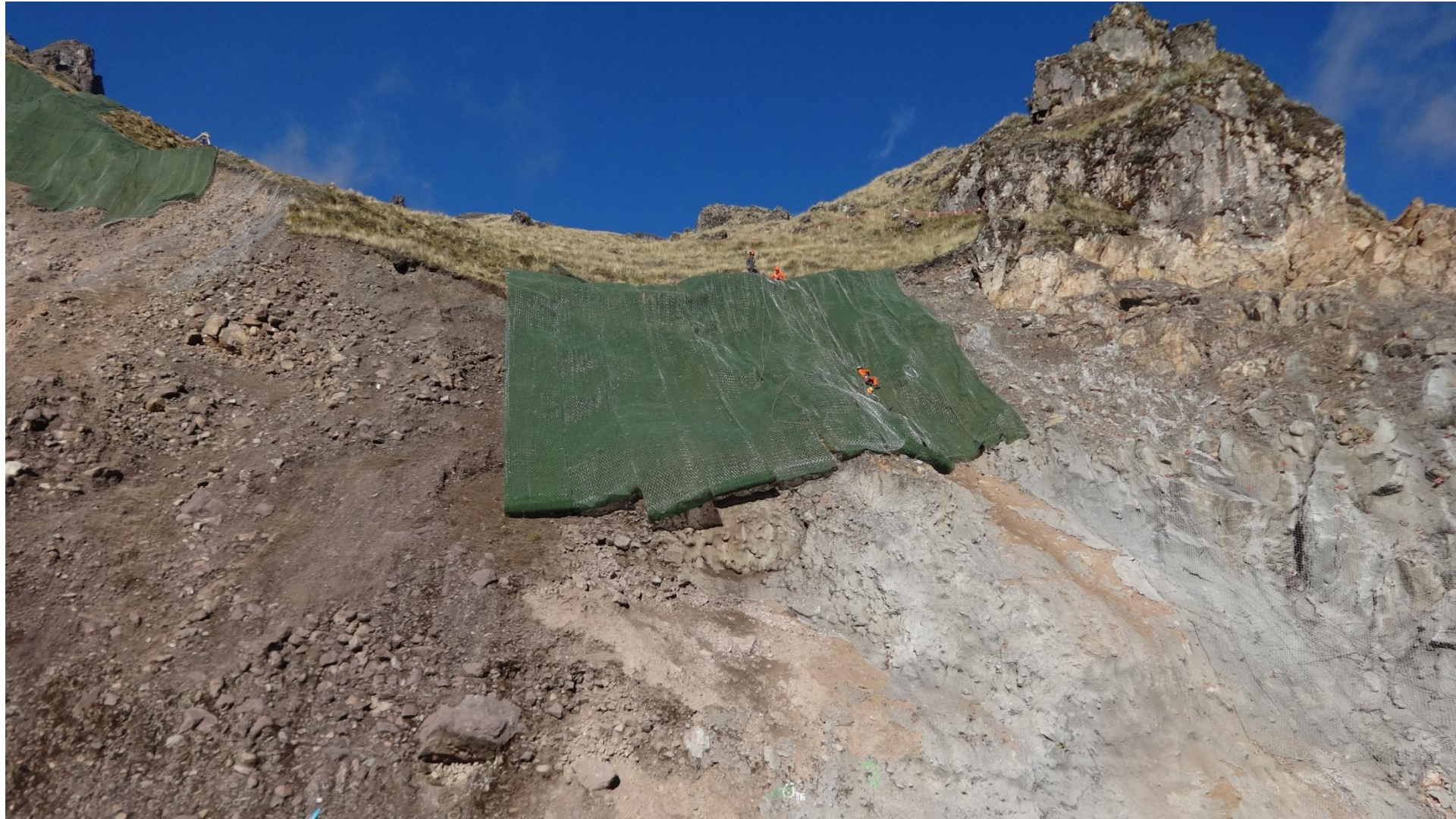




**T = Fuerza de tracción
sobre la malla**

**F = Carga de los bloques
caídos**

















Revestimiento Simple – Central H. Cerro del Aguila

MACCAFERRI

















SISTEMAS CONTRA CAIDA DE ROCAS

**Convivencia
con el
Problema**

→ Revestimiento simple

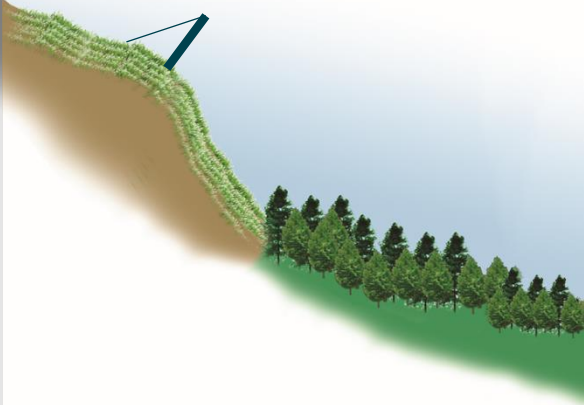
→ **BARRERAS DINAMICAS**

→ Barreras estáticas

**Soluciones de
Estabilización
Superficial**

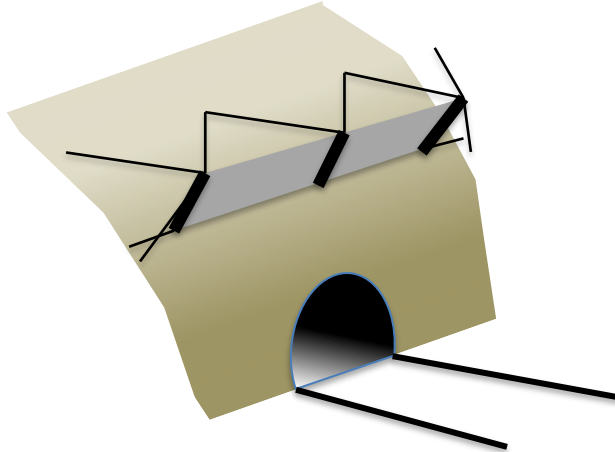
→ Revestimiento Cortical
con Mallas y Pernos

Zona de transición (Barreras)





Las barreras dinámicas son sistemas de remediación flexibles utilizados para interceptar bloques de roca en movimiento.



Las Barreras dinámicas son CERTIFICADAS para cierto NIVEL DE ENERGIA y cierta ALTURA

Estructura de interceptación (módulo funcional)



Estructura de Soporte (postes)



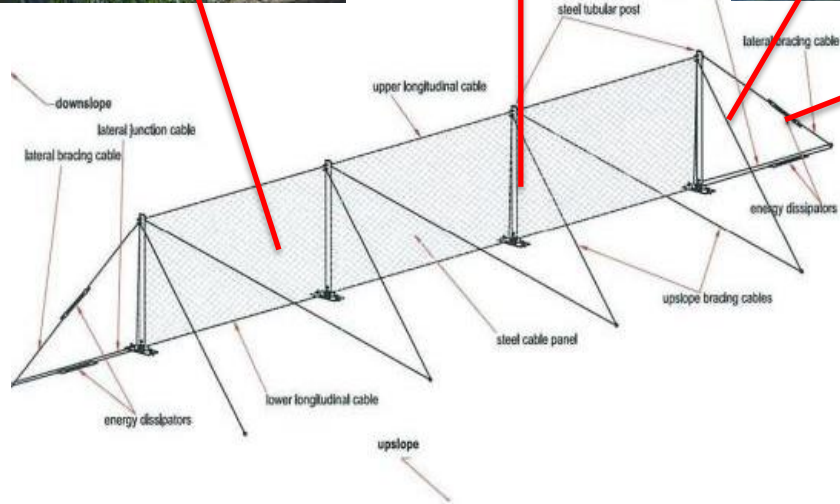
Elementos de Conexión (cables, grilletes, grapas,...)



Elementos de Disipación de Energía



Anclajes (**NOTA:** no es parte del kit ETAG)



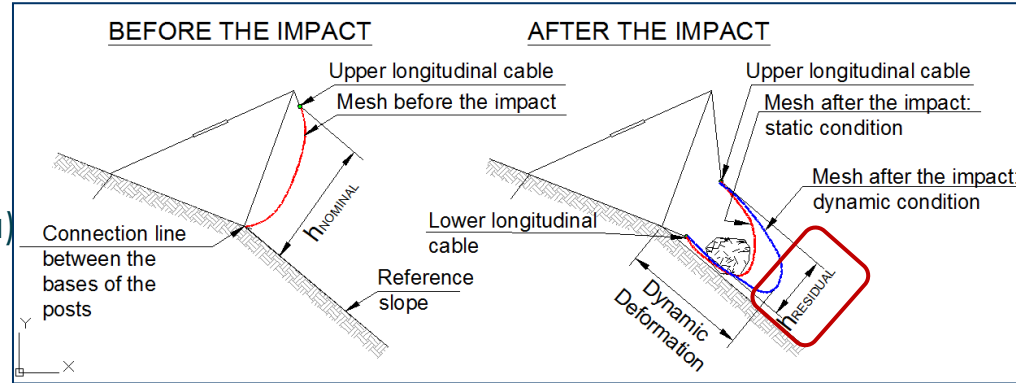
Prueba Resistencia (Crash Test)



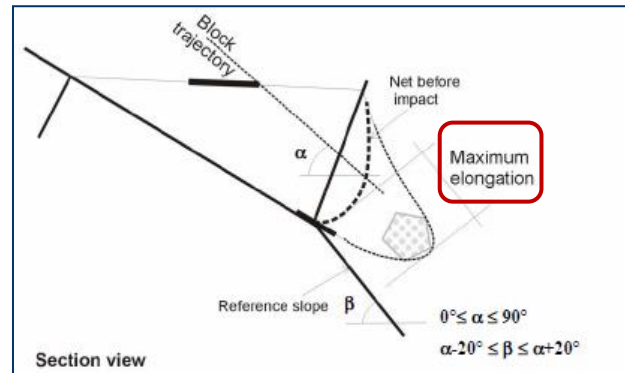
Energía

Depende de la velocidad y masa de los bloques ($E=mv^2/2$)

Altura Residual
(Condición Estática)



Elongación
máxima
(Condición
Dinámica)



Obtener el mejor desempeño de la barrera dinámica en la condición real al menor costo.

El punto de partida del diseño es buscar:

1. La barrera más eficiente en términos de disipación de energía.
2. La mayor altura residual
3. La menor elongación posible

Modelo de Barrera	Energía Nominal	Altura Residual	Deformación máxima
RMC 050/A	500 kJ	75%	3.70 m
RB 750	750 kJ	58%	4.21 m
RMC 100/A	1,000 kJ	69%	4.45 m
RB 1500	1,500 kJ	62%	5.80 m
RMC 200/A	2,000 kJ	71%	5.25 m
RMC 300/A	3,000 kJ	73%	6.05 m
RMC 500/A	5,000 kJ	79%	6.50 m
RMC 850/A	8,600 kJ	58%	8.10 m



8,600 kJ – Crash Test

**¿Que significa que la energia es de 500 kJ?
¿A qué es comparable?**

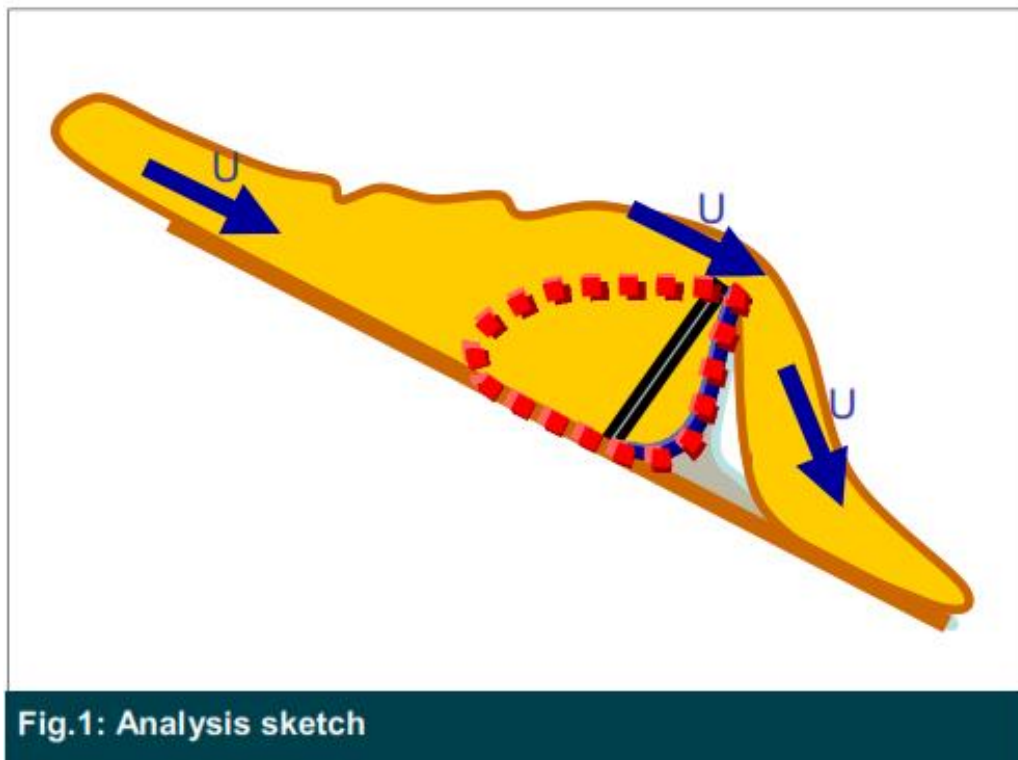
La barrera es capaz de absorber 500 KJ, significa un impacto en la barrera de un bloque de 1610 kg a una velocidad de 25 m / s.

Esta energía es comparable a un automóvil marca BMW M3, moviéndose a 90 km por hora!

La barrera 5000 kJ, es un bloque de 16.100 kilogramos (cerca de 6 metros cúbicos de roca) que, a una velocidad de 25 m / s, llega a la barrera.



SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS



SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS

MACCAFERRI

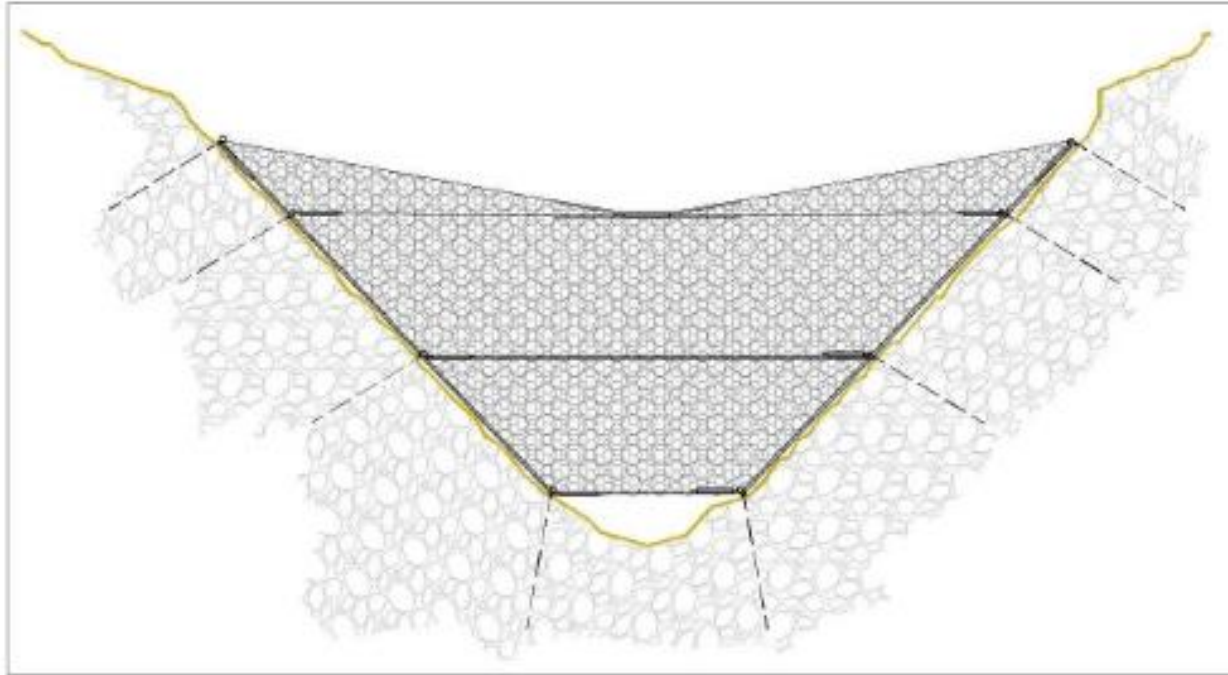


Fig.2: Schematic front view of RMC DF

SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS

MACCAFERRI

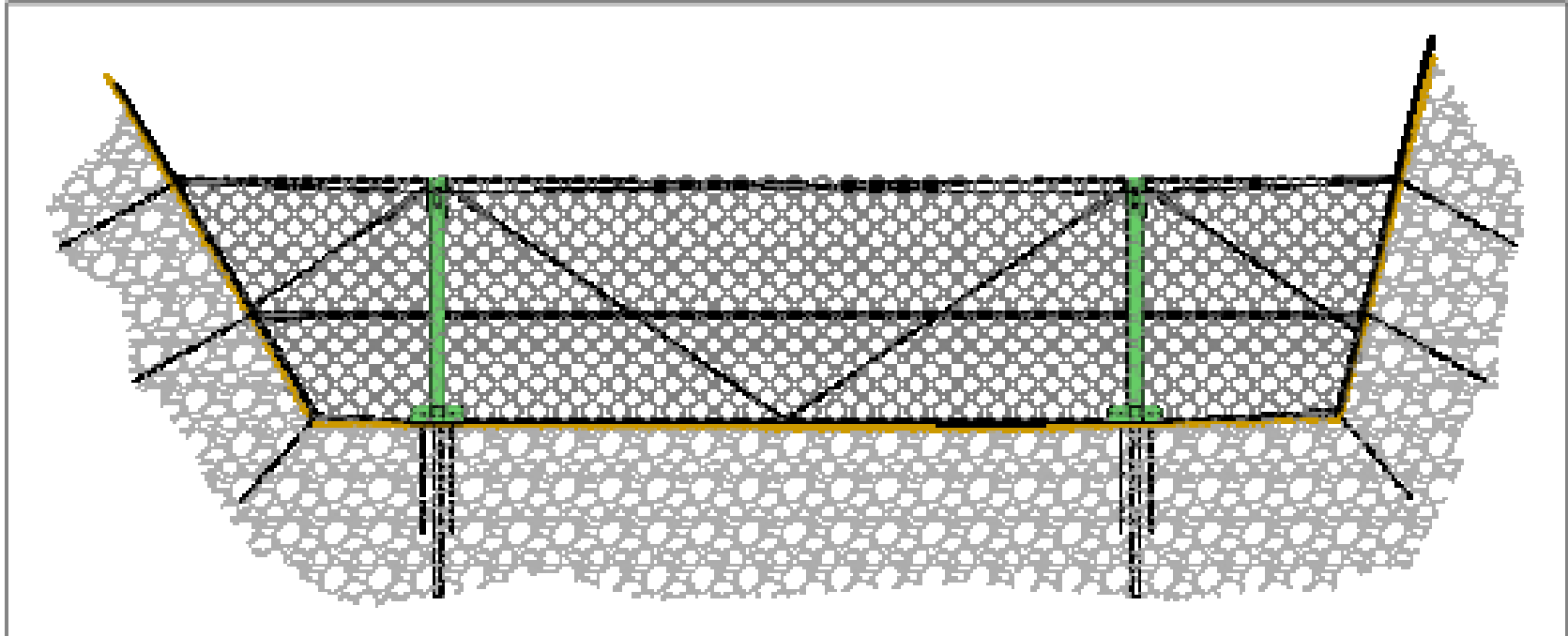


Fig.3: Schematic front view of RMC DF with posts

SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS

MACCAFERRI



Fig. 5: RMC 200 DF barrier



Fig. 6: RMC 200 DF barrier

SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS

MACCAFERRI





SISTEMA DE CONTENCION PARA FLUJO DE DETRITOS

Fig. 4: Full-scale test on RMC DF barrier



1673

1668

1663

1658

1653

1648

1673

1668

1663

1658

1653

1648

erforante intermedia
Ø=36 mm
perforación 90 mm



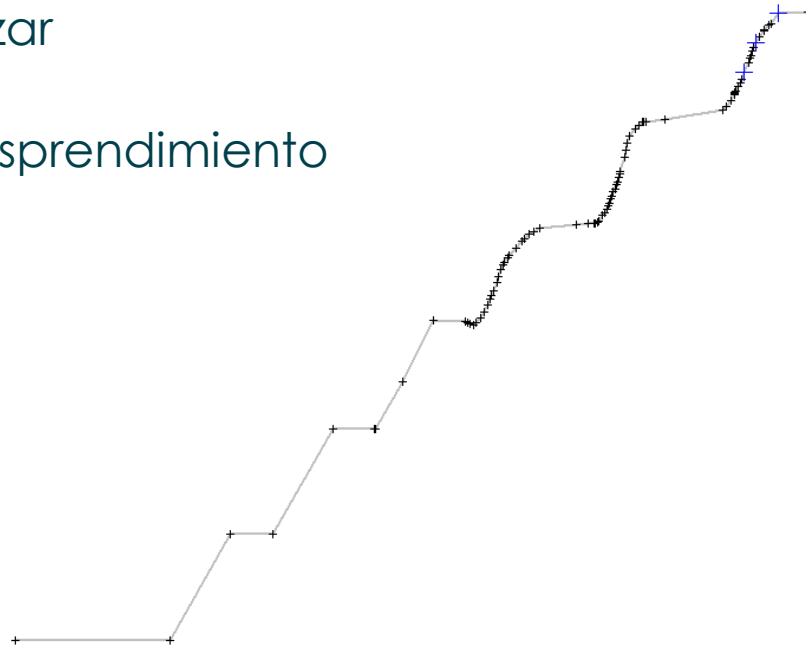


Diseño: Conceptual



Definir el talud a analizar

Definir las zonas de desprendimiento

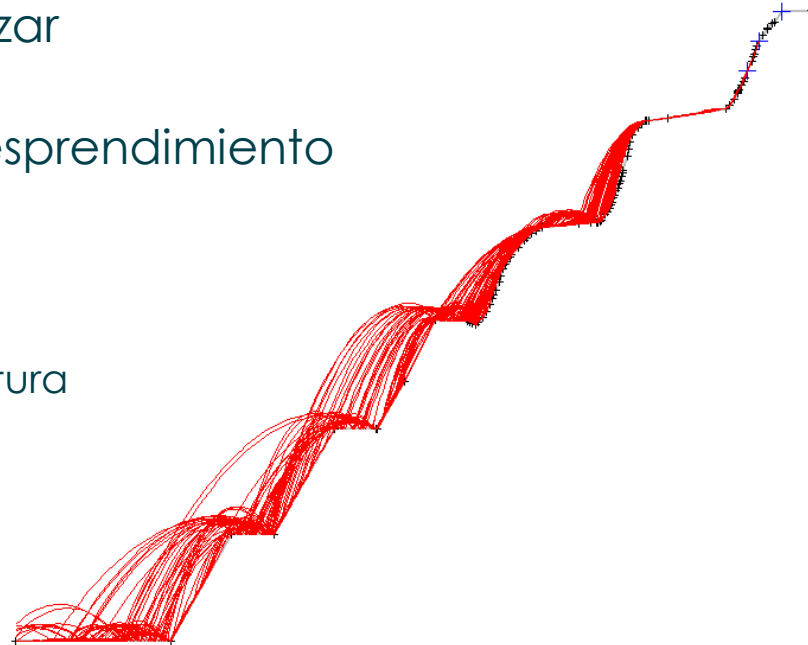


Definir el talud a analizar

Definir las zonas de desprendimiento

Realizar la simulación

Determinar velocidad y altura
de rebote



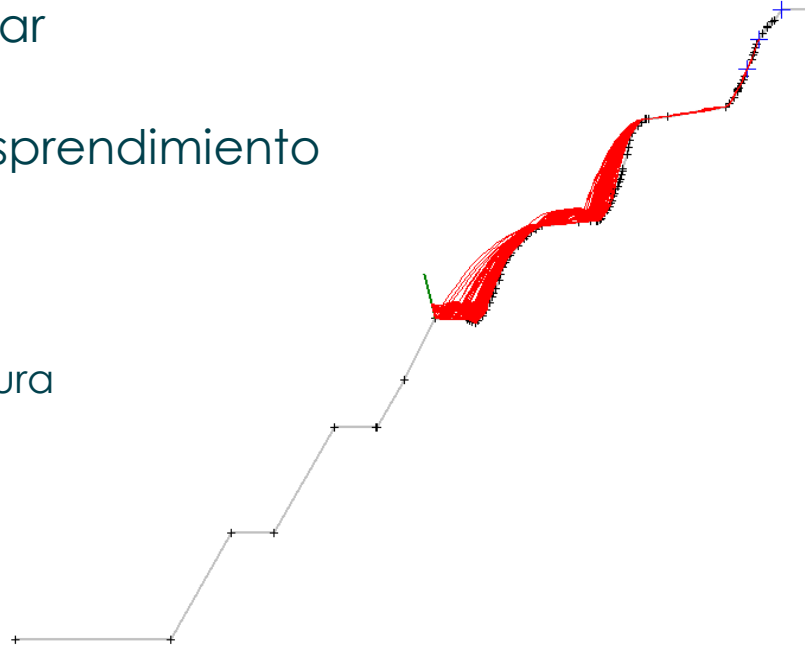
Definir el talud a analizar

Definir las zonas de desprendimiento

Realizar la simulación

Determinar velocidad y altura de rebote

Determinar la barrera adecuada





Instalación



















Elementos de
Conexión (cables,
grilletes, grapas,...)

Estructura de Soporte
(postes)

Estructura de
intercepción
(módulo funcional)

Elementos de
Disipación de Energía

Algunos proyectos en el Perú





C.H. Huanza –
Huanza, Lima
RB750 - $h=4.00\text{m}$,
RB1500 - $h=5.00\text{m}$,
RB1500 - $h=4.00\text{m}$





Poza Margot – Yanacocha, Cajamarca
RMC 050/A – $h=3.00\text{m}$ ($L=140\text{ m.}$)



Nueva Fuerabamba – Challhuahuacho, Apurímac
RMC 100/A – $h=4.00m$



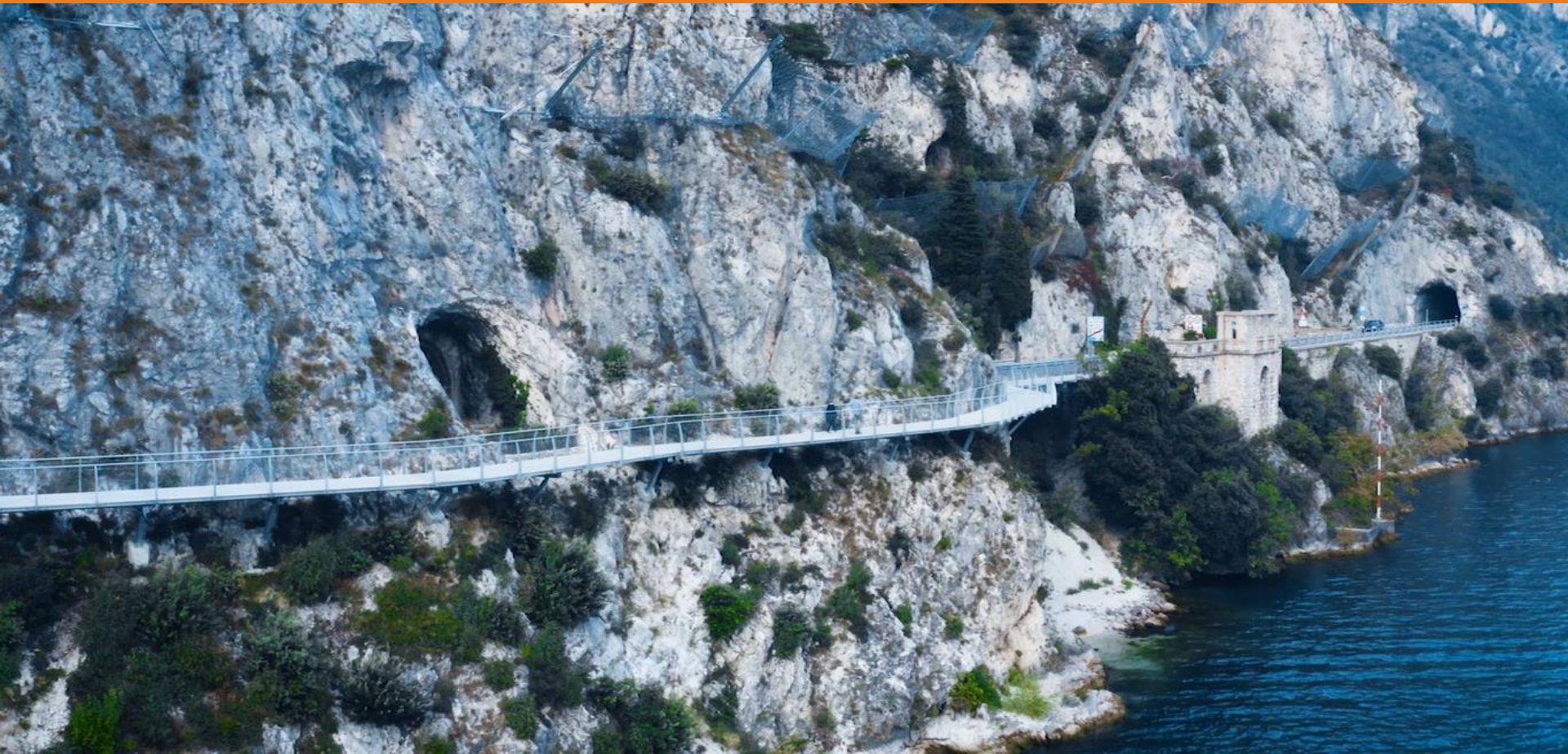








GARDA LAKE - ITALIA







SISTEMAS CONTRA CAIDA DE ROCAS

**Convivencia
con el
Problema**

→ Revestimiento simple

→ Barreras dinámicas

→ **BARRERAS ESTATICAS**

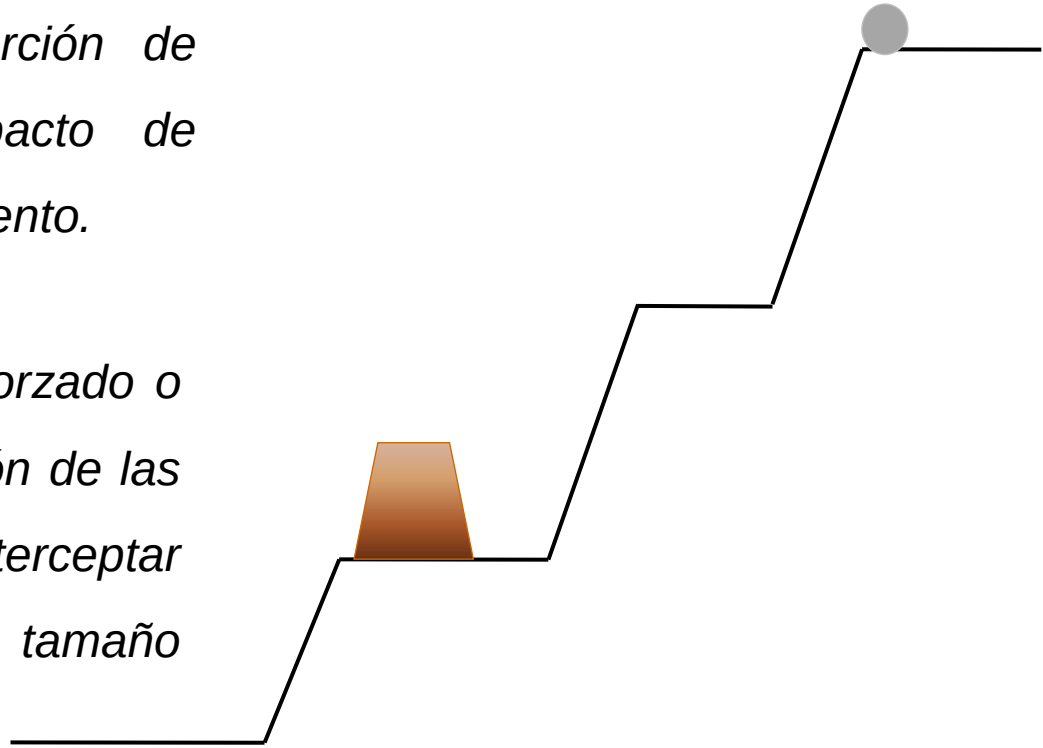
**Soluciones de
Estabilización
Superficial**

→ Revestimiento Cortical
con Mallas y Pernos

Barreras Estáticas

La principal propiedad de funcionamiento es la absorción de grandes energías de impacto de bloques sin que haya movimiento.

Son terraplenes de suelo reforzado o gaviones con la misma función de las barreras dinámicas, o sea, interceptar los bloques rocosos de gran tamaño (hasta 20.0 m³).



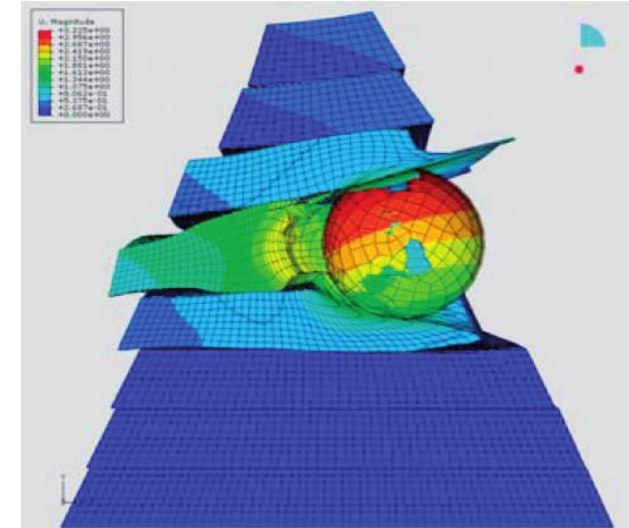
Estos sistemas pasivos son una solución ideal cuando **no es posible trabajar directamente en el talud y cuando hay espacio** suficiente para una estructura de protección con el **mejor beneficio del medio ambiente**.

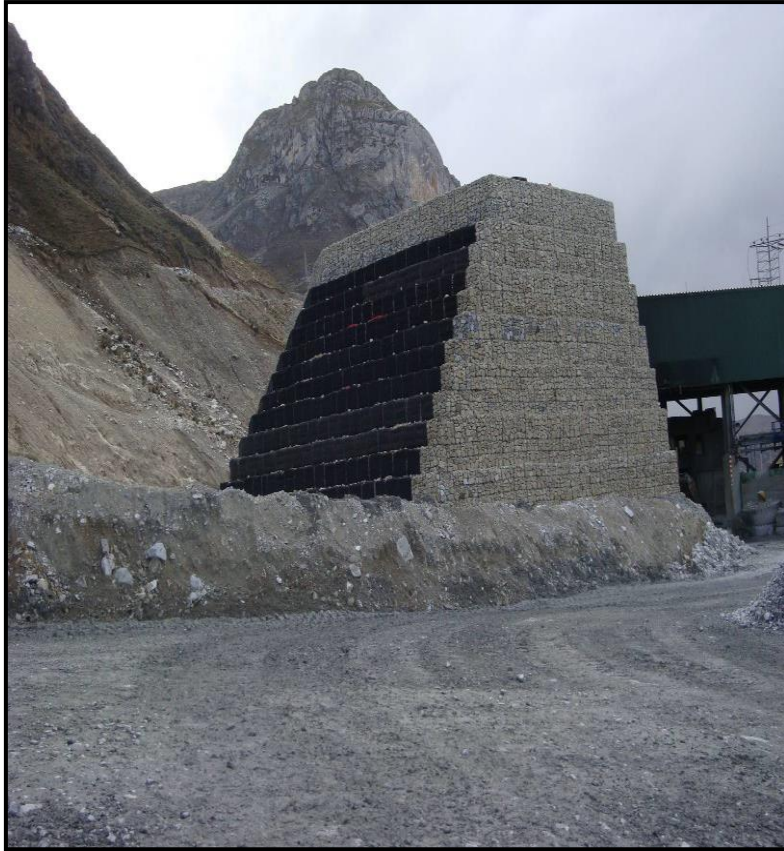
Ventajas de las barreras estáticas:

- Resisten a impactos de niveles de **energía muy altos** (> 10000 kJ);
- Resisten a **impactos múltiples** de nivel máximo de energía;
- Exigen **poco mantenimiento**;
- Pueden ser totalmente **verdes**.

Desventajas:

- Exigen **grandes fundaciones**;
- **Exigen declive suave** para ser colocado;
- Necesitan de **material para el relleno**.





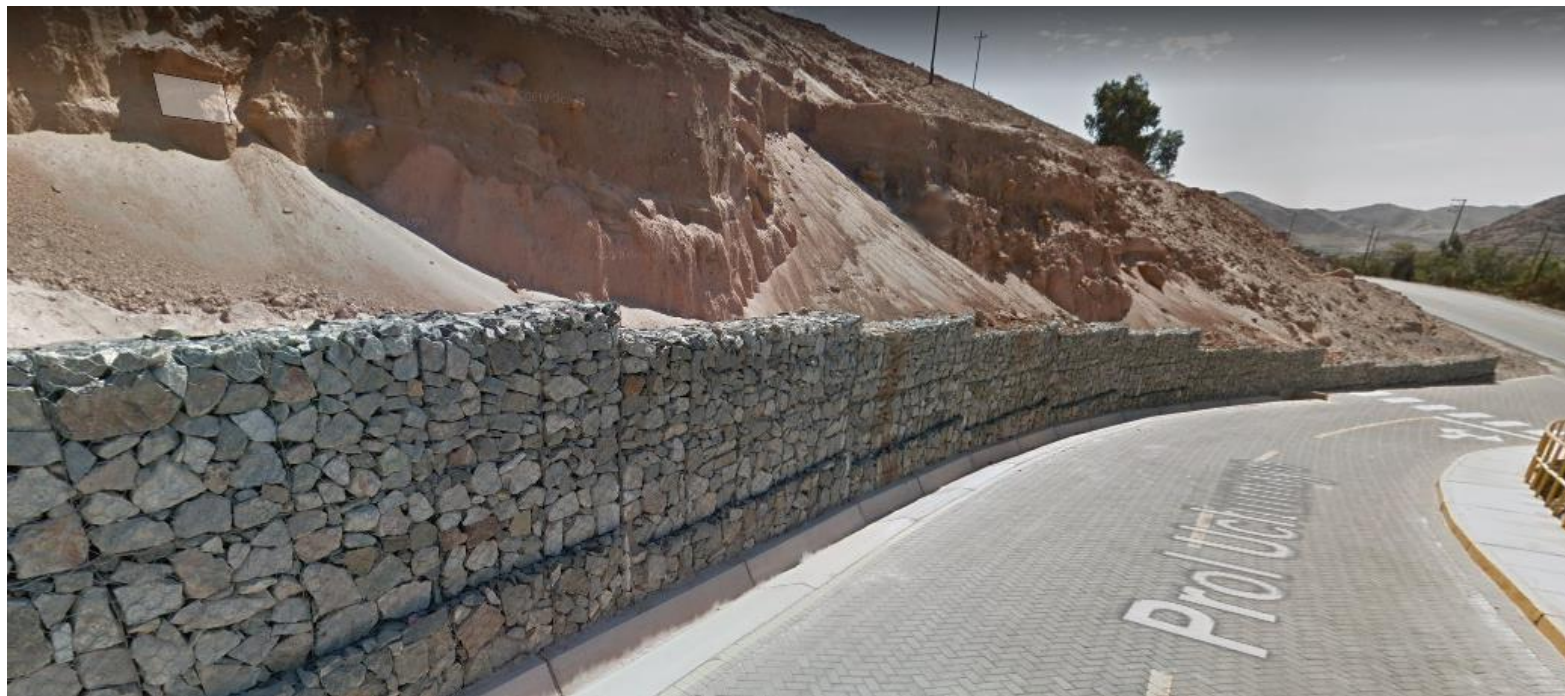
Barreras estáticas

MACCAFERRI



Belluno - Italia







SISTEMA DE DIQUES CON GAVIONES

MACCAFERRI











MACCAFERRI

AMÉRICA LATINA

Deformación







SISTEMAS CONTRA CAIDA DE ROCAS

**Convivencia
con el
Problema**

→ Revestimiento simple

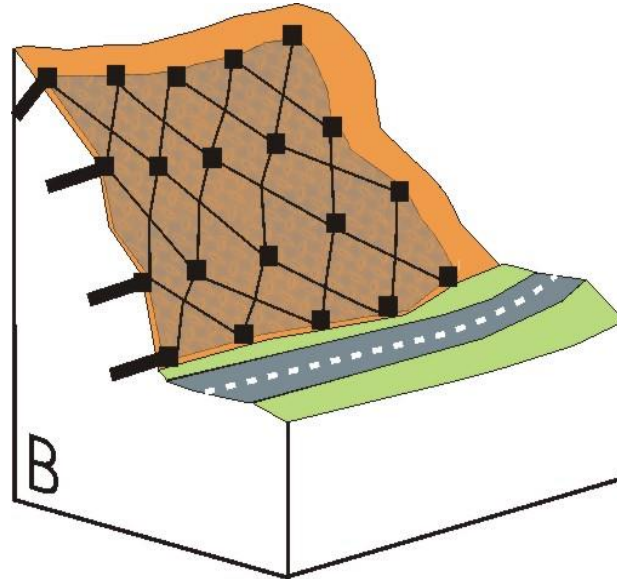
→ Barreras dinámicas

→ Barreras estáticas

**Soluciones de
Estabilización
Superficial**

→ **REVESTIMIENTO CORTICAL
CON MALLAS**

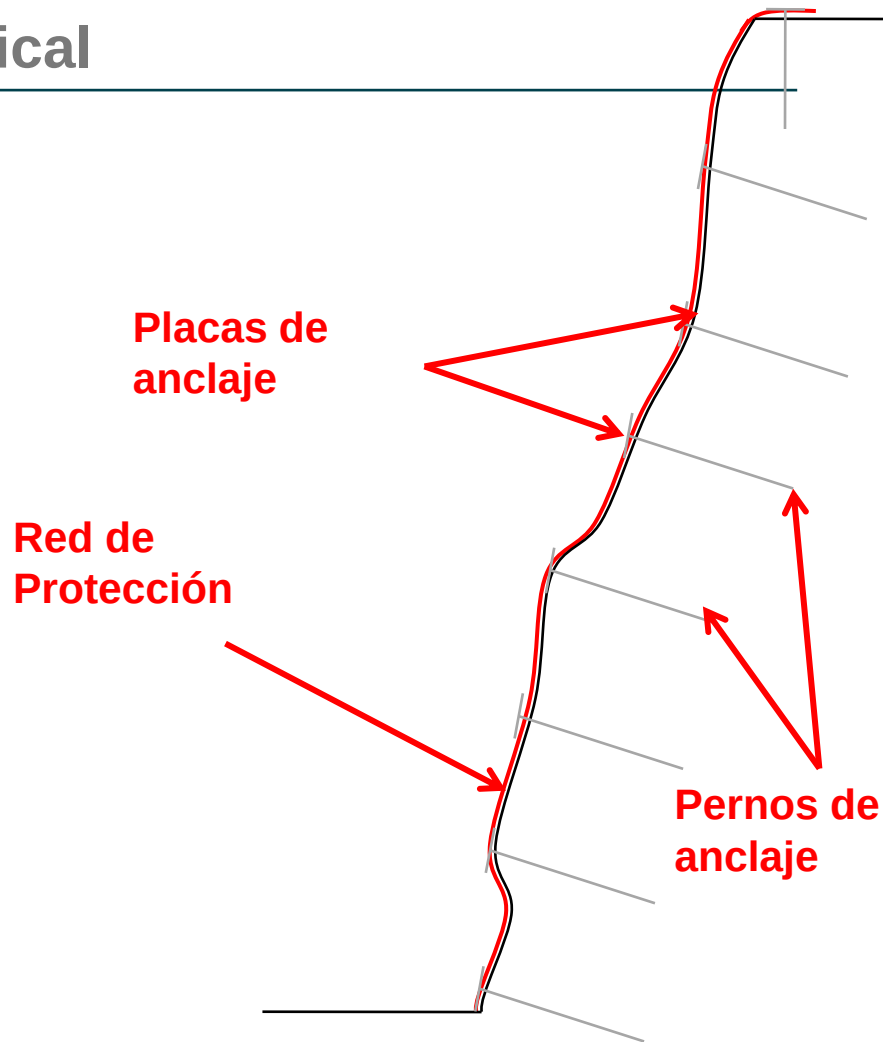
Tiene como objetivo (protección, estabilización y control de instabilidades superficiales) evitar la degradación de la superficie y el movimiento de las rocas presentes en los taludes con el auxilio de anclajes y mallas. Los anclajes tienen una función estructural de estabilización superficial.



Revestimiento cortical

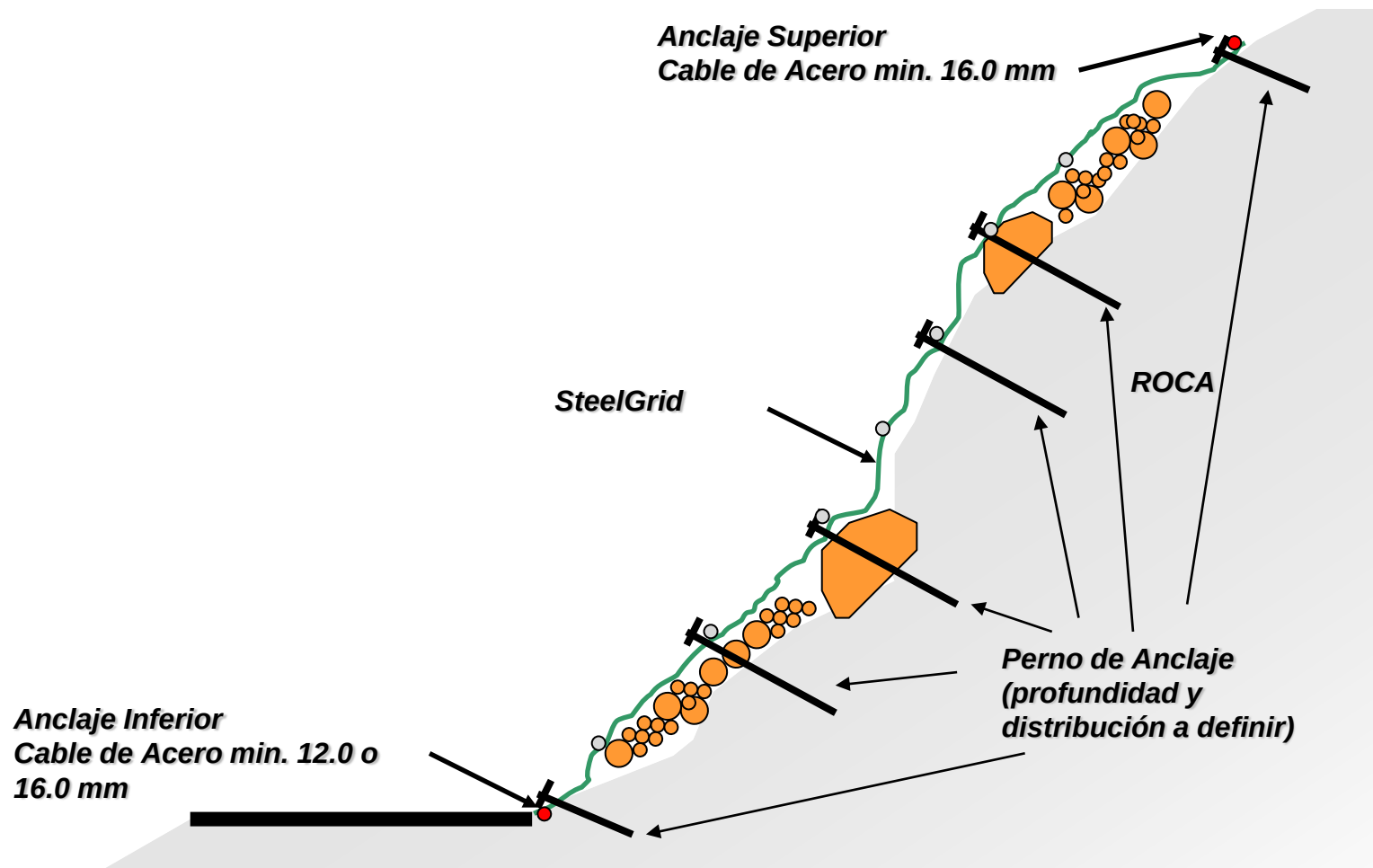
MACCAFERRI

En caso ocurra un desprendimiento, los bloques quedan delimitados por los anclajes, y la malla que debe poseer la rigidez necesaria, contiene los bloques minimizando otros movimientos. De esta manera, se evita la propagación de la inestabilidad.



Revestimiento cortical

MACCAFERRI



Estabilidad Superficial de Taludes

MACCAFERRI



C.H. Cerro del
Águila – Tayacaja,
Huancavelica
MacMat R 8x10

Revestimiento cortical

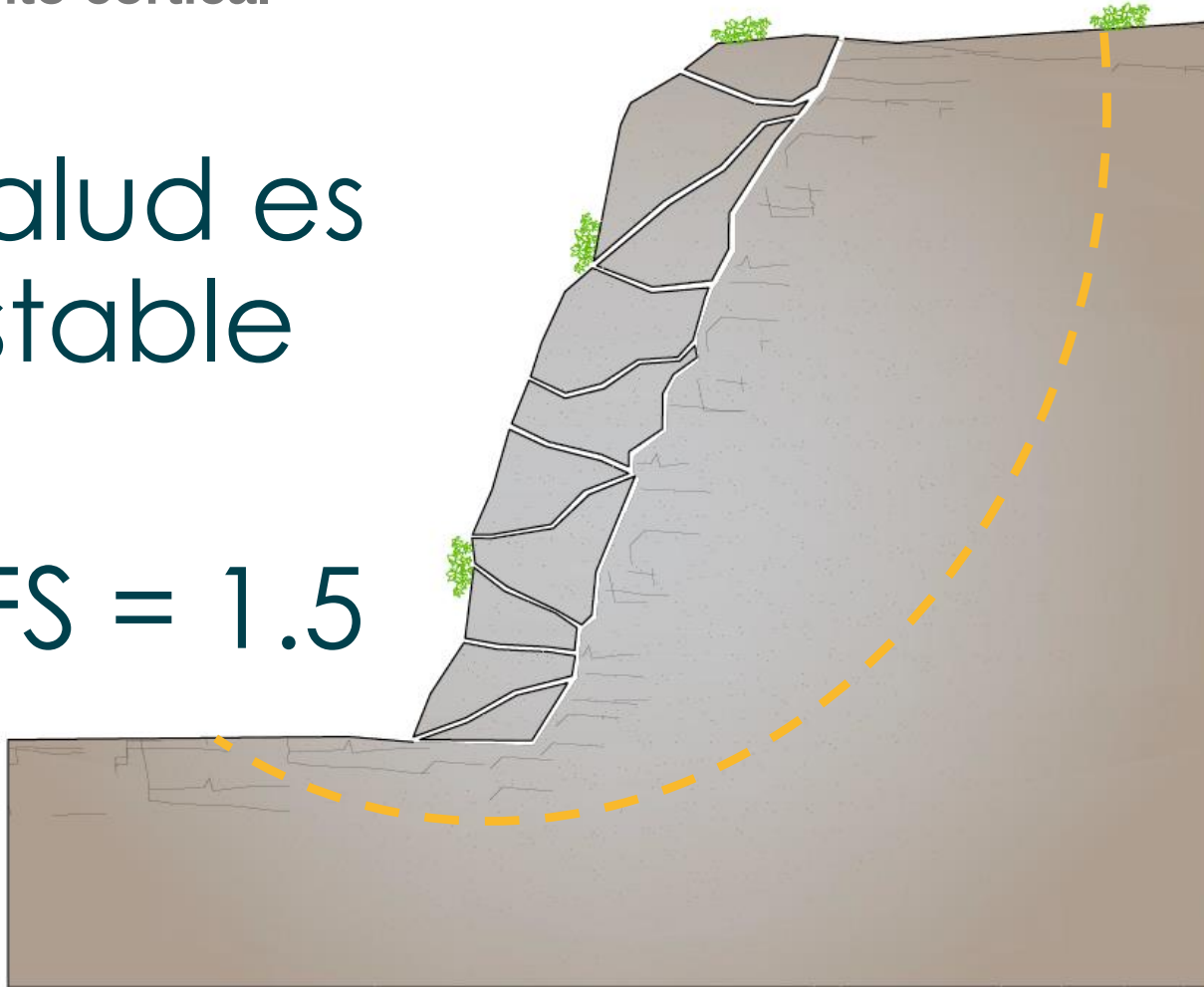


Proy. Residencial Poseidón Pucusana, Lima
Red de alta resistencia 8x10 3.0mm GPVC

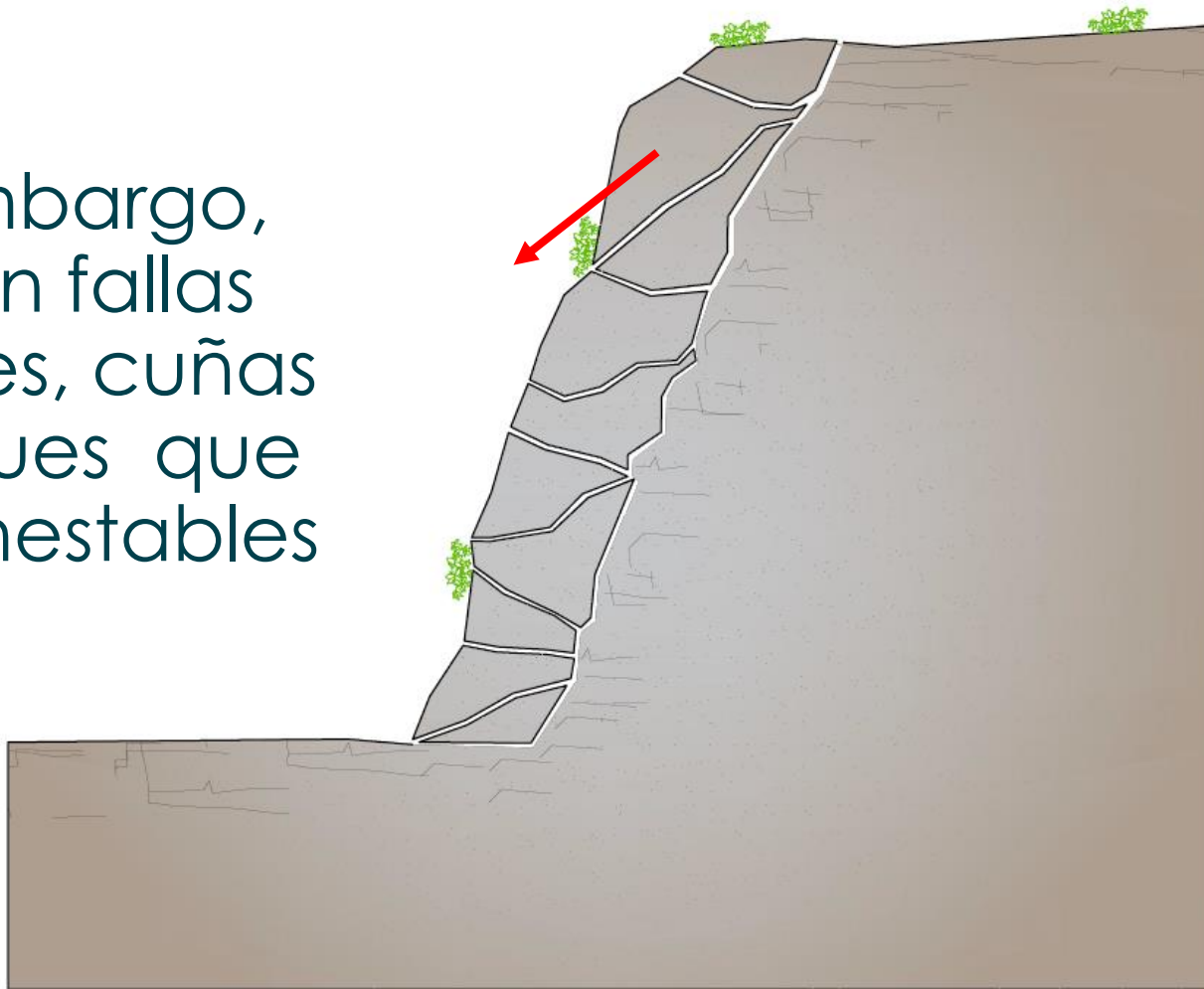


El talud es estable

Ej: $FS = 1.5$

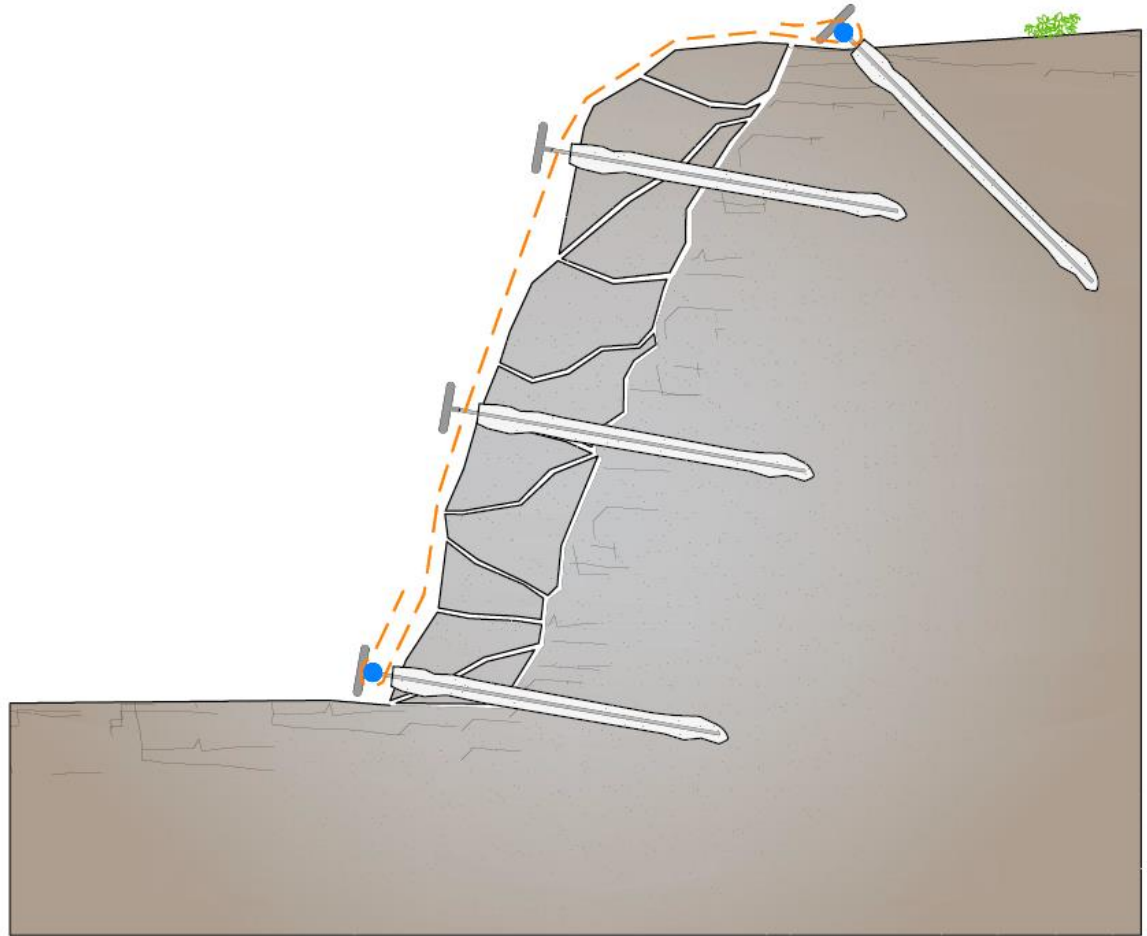


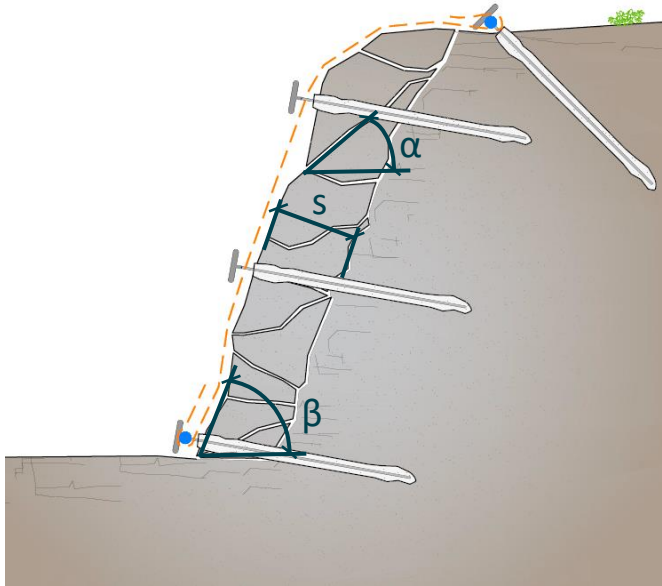
Sin embargo,
existen fallas
planares, cuñas
o bloques que
están inestables



Resultado final:

Sistema cortical





Pendiente del Talud (β)

Inclinación de la
discontinuidad crítica (α)

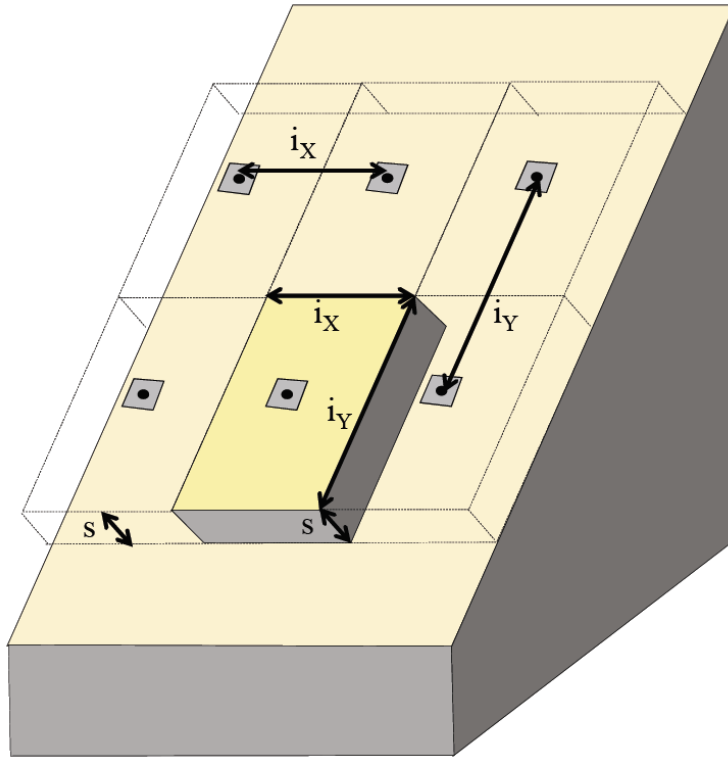
Espesor de Inestabilidad (s)

Propiedades del macizo rocoso

JCS

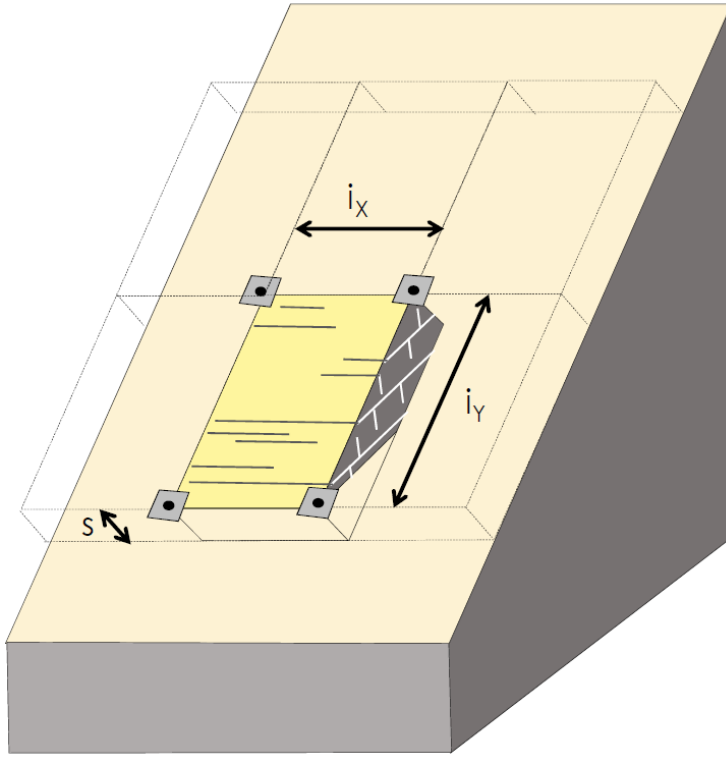
JRC

Función de los pernos de anclaje



Estabilizar los bloques elementarios

El bloque es definido por el
espaciamiento entre anclajes y
espesor inestable



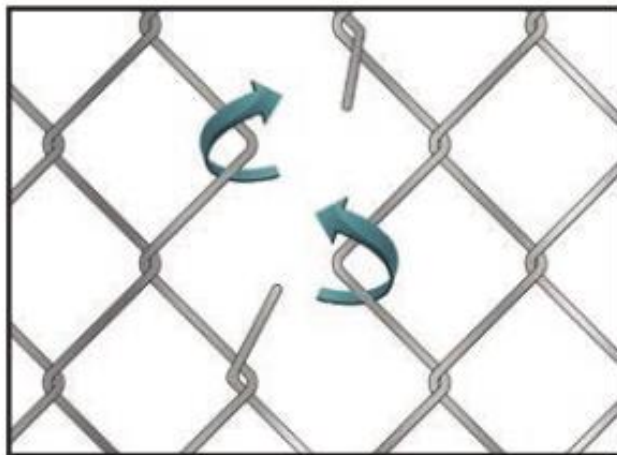
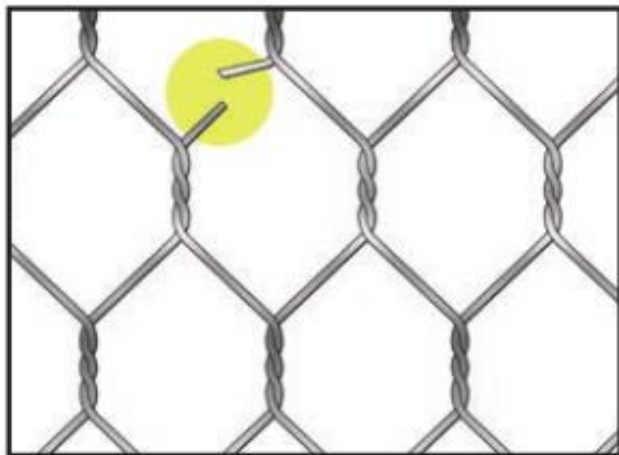
Estabilizar el material entre los anclajes

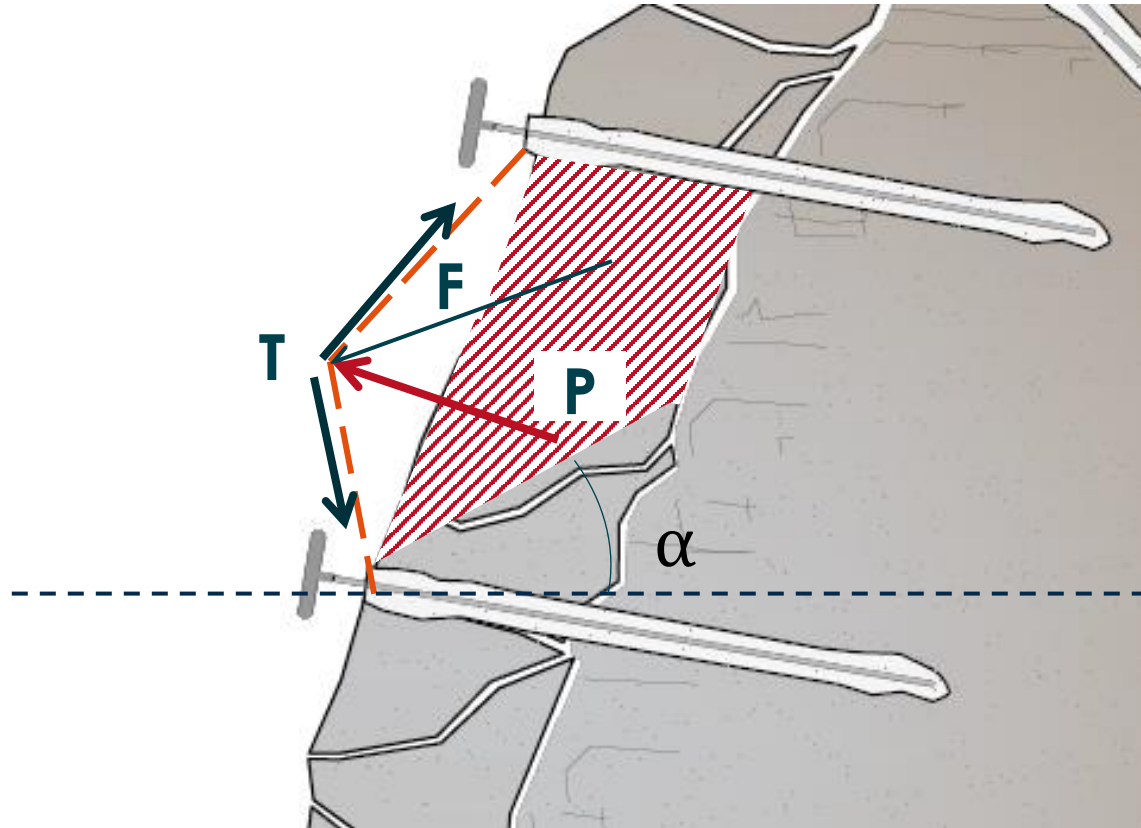
El bloque es definido por la inclinación de la discontinuidad crítica, espaciado entre anclajes y espesor inestable

Malla de Doble Torsión vs Simple Torsión

A diferencia de las mallas simple torsión, la constitución de la malla doble torsión inhibe la propagación de rupturas.

Investigaciones muestran que daños a las redes DT permanecen puntuales y la malla no se deshace gracias a la conexión fija y flexible entre los alambres adyacentes.

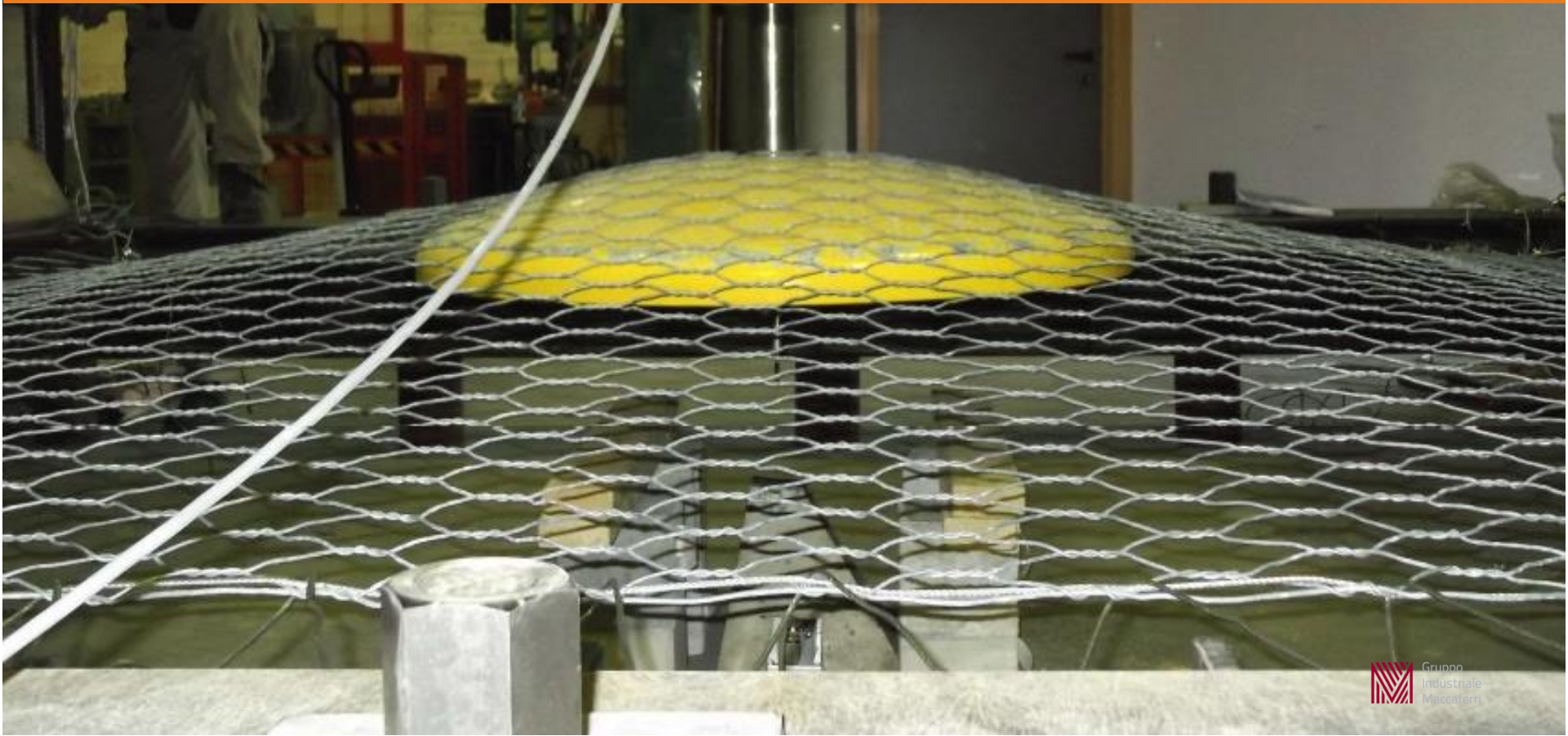




Ensayo de **tracción** de la malla (ISO 10319)



Ensayo de **punzonamiento** restringido (UNI 11437)



Productos aplicados

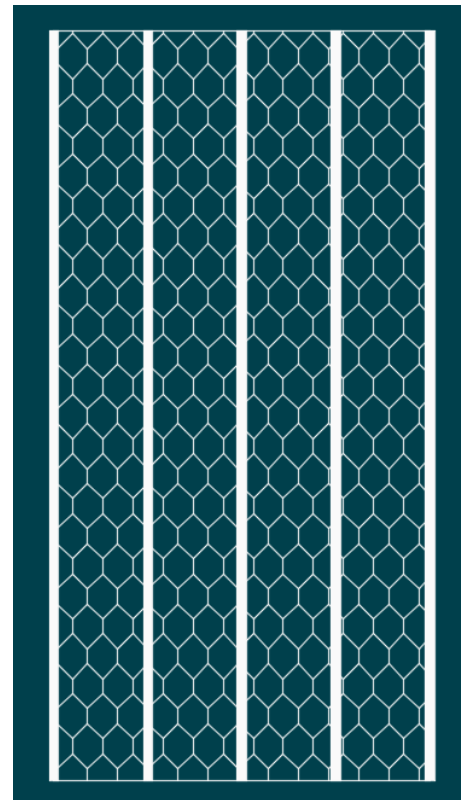
Malla **SteelGrid®**



MALLA DE ACERO REFORZADA CON CABLES

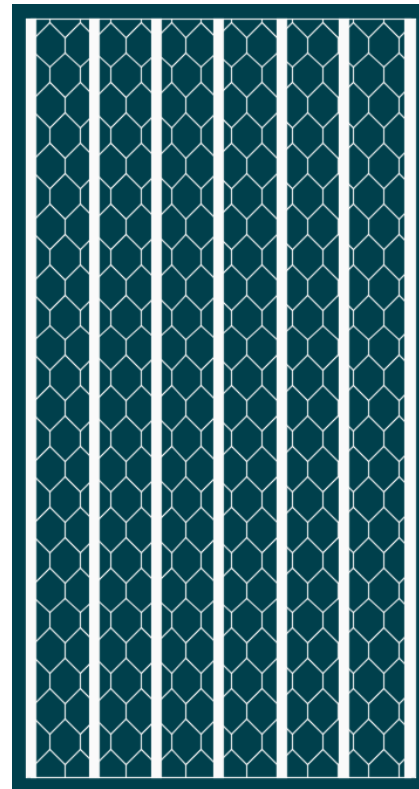
Hasta **180 kN/m** a tracción

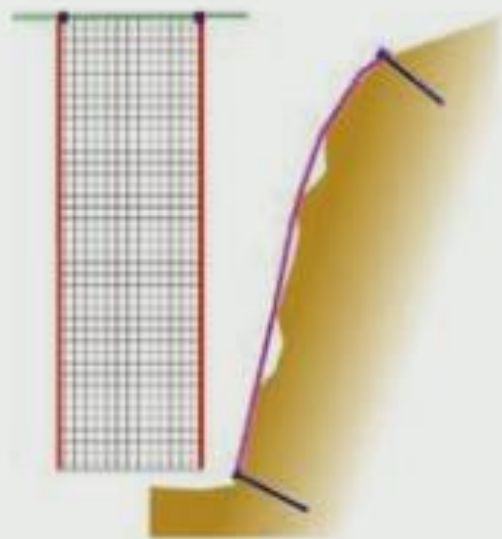
Hasta **155 kN** al punzonamiento



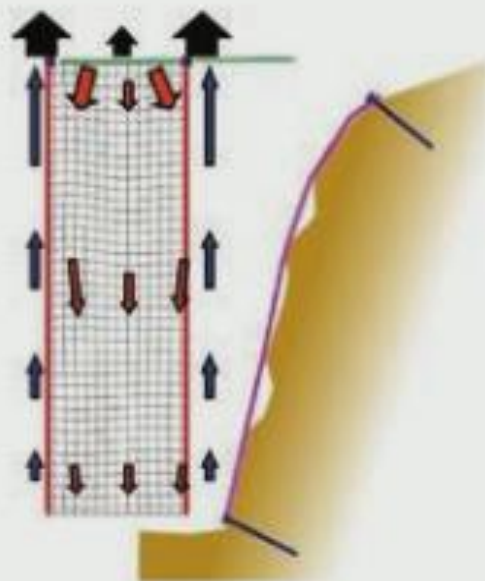
Disponibles en las presentaciones

MO 200, HR 100, HR 50 e HR 30.

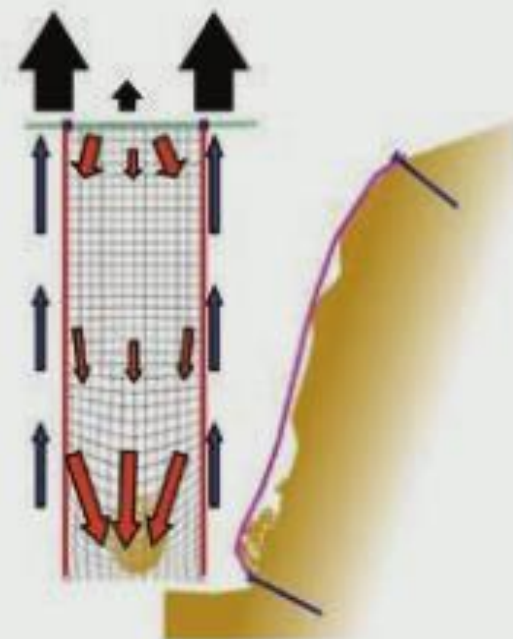




1 - Caso Teórico
(Con cables de acero)
(Sin cables de acero)



2 - Peso de la Malla



3 - Peso de los Detritos



ACOPIO
TEMPORAL DE
MALLAS



Malla MacMat® HS

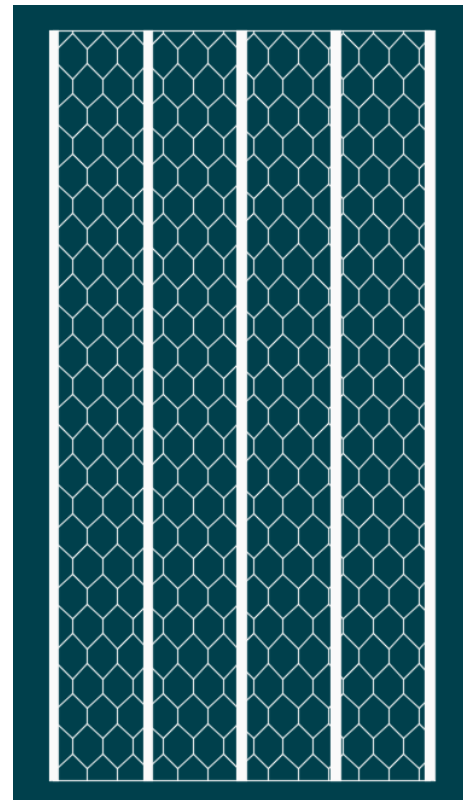


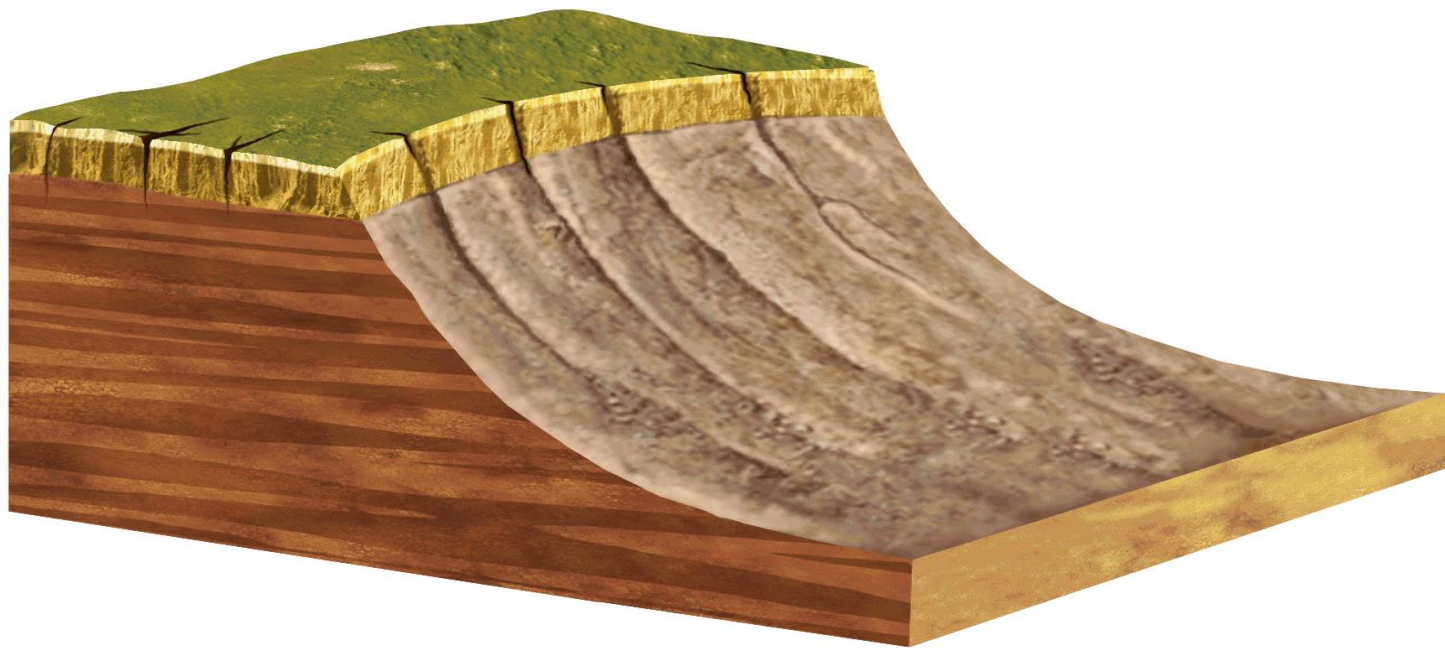
Doble torsión con cables de acero

Control de erosión con geomantas

Hasta **118 kN/m** a tracción

Hasta **125 kN** al punzonamiento







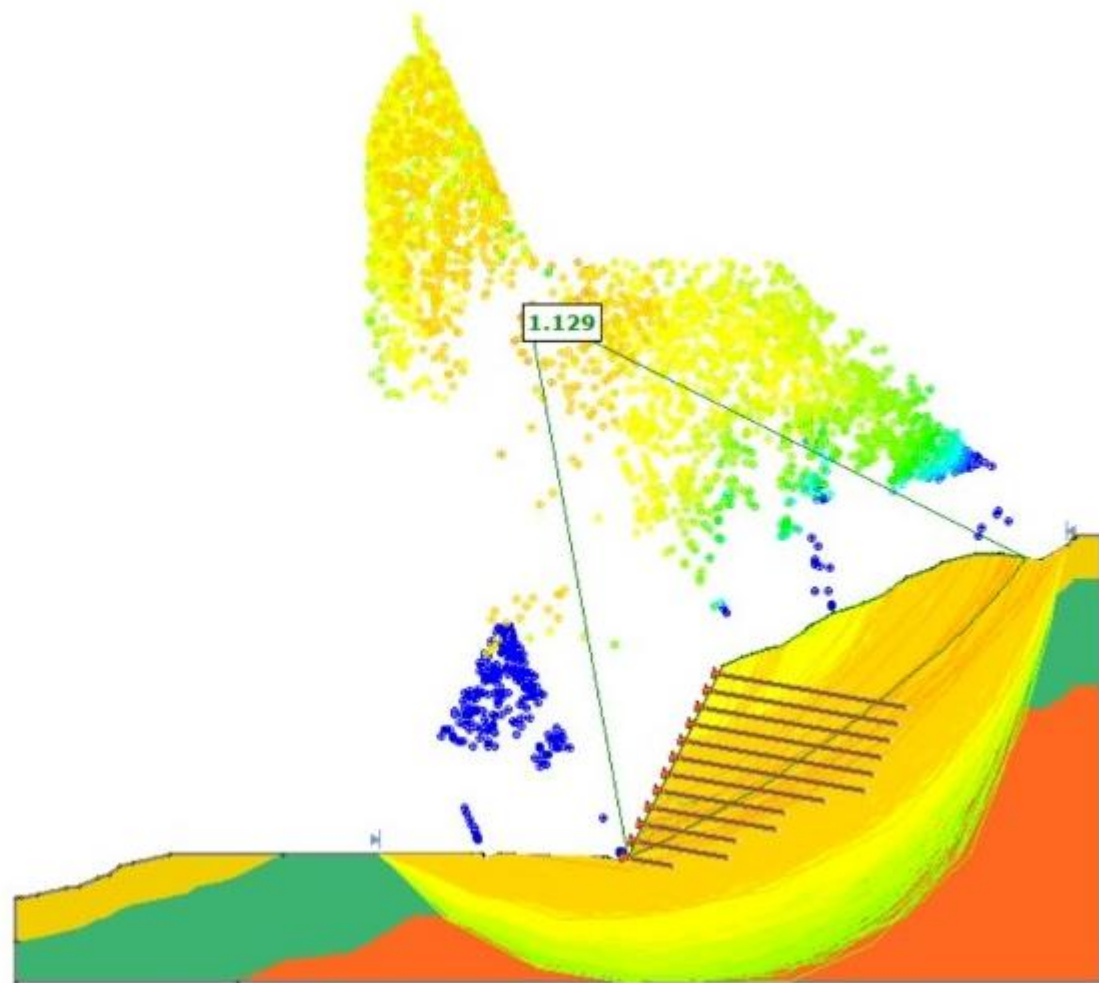
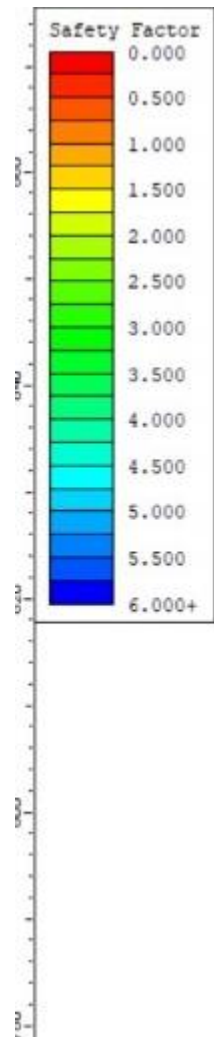


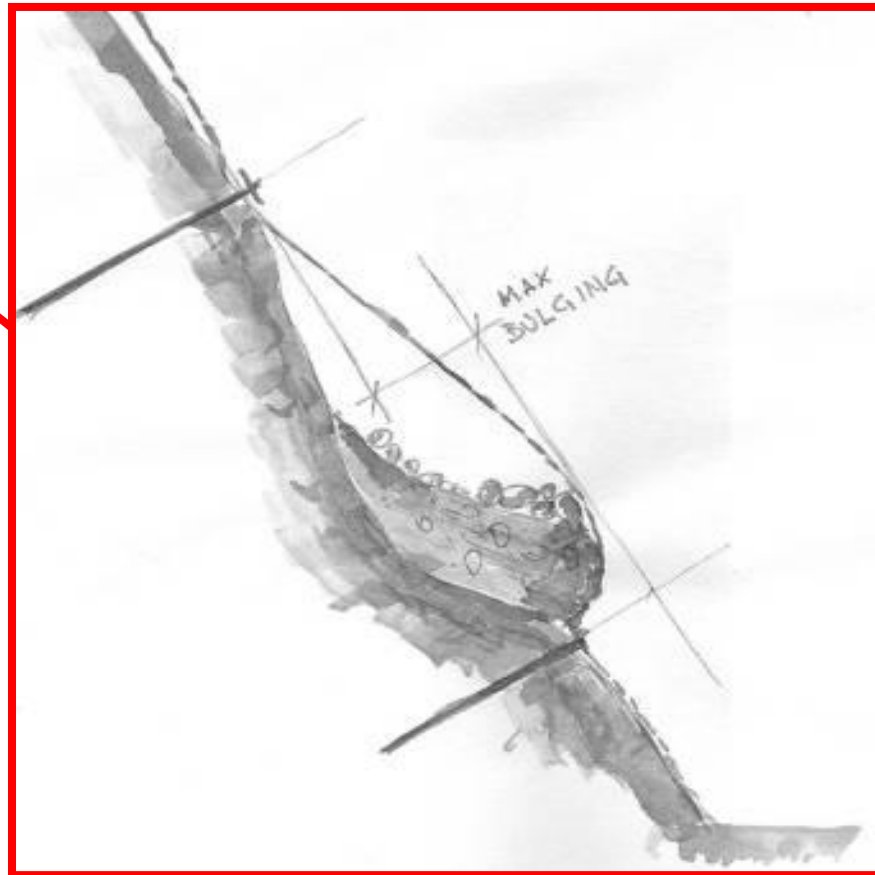
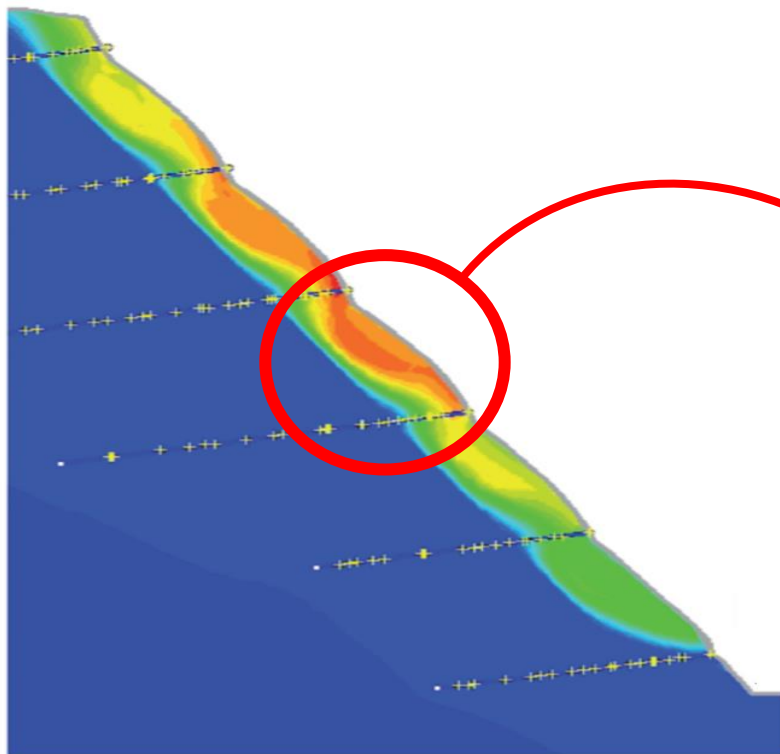
Soil Nailing



Soil Nailing









MacMat® HS



Alta resistencia

Fácil instalación

Protección contra erosión y suporta roturas de rocas

Material es una pieza única

MacMat® HS













MACCAFERRI



MACCAFERRI



MACCAFERRI

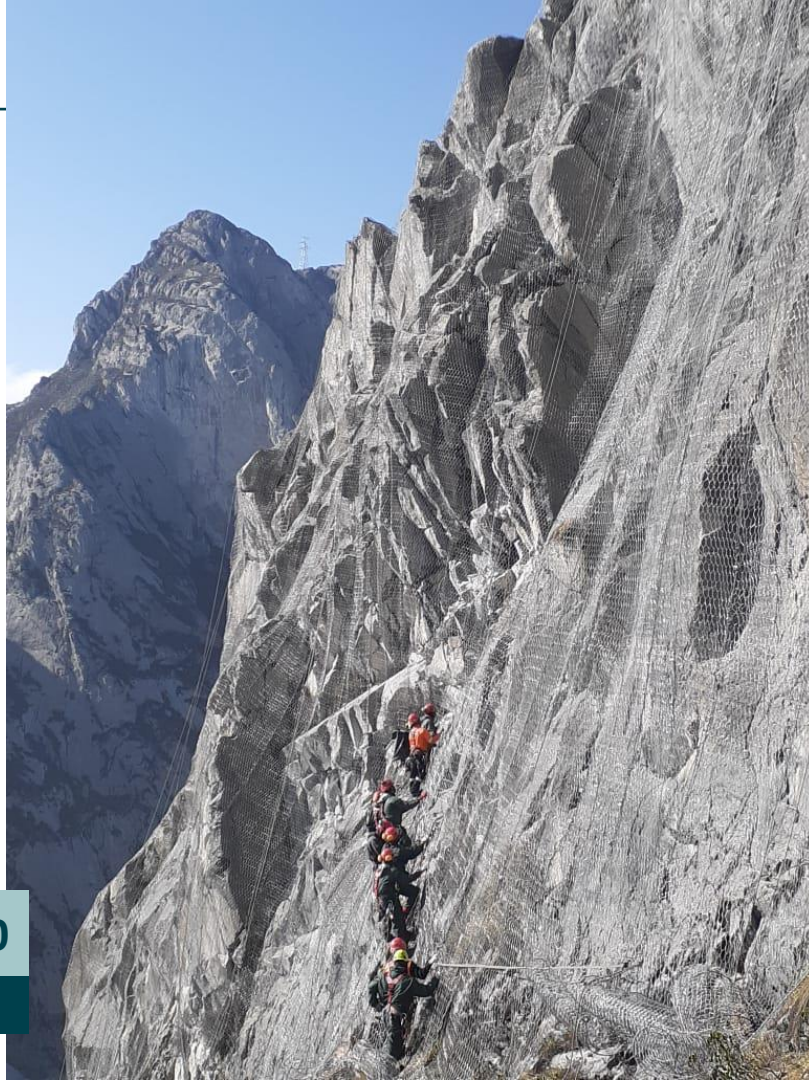








Steelgrid HR100





Steelgrid HR30



Steelgrid HR100



Steelgrid HR30



Steelgrid HR30



Steelgrid HR30





Steelgrid HR30

MACCAFERRI

AMERICA LATINA











SERVICIO REMOTO Y DIGITAL MACCAFERRI



#STAY
SAFE
WHEREVER
YOU ARE



Contáctenos a través de nuestros canales de servicio online.



Whatsapp



Website



Teléfono



Microsoft
Teams



Skype/for
Business



Correo
Electrónico

Nuestros ingenieros están **online**, esperando su contacto.



Whatsapp



Microsoft Teams



Skype/for Business

Los **datos** pueden **enviarse digitalmente** para analizar la obra sin la necesidad presencial.



Fotos digitales



Levantamento
topográfico



Datos georreferenciados y
estudio de suelos

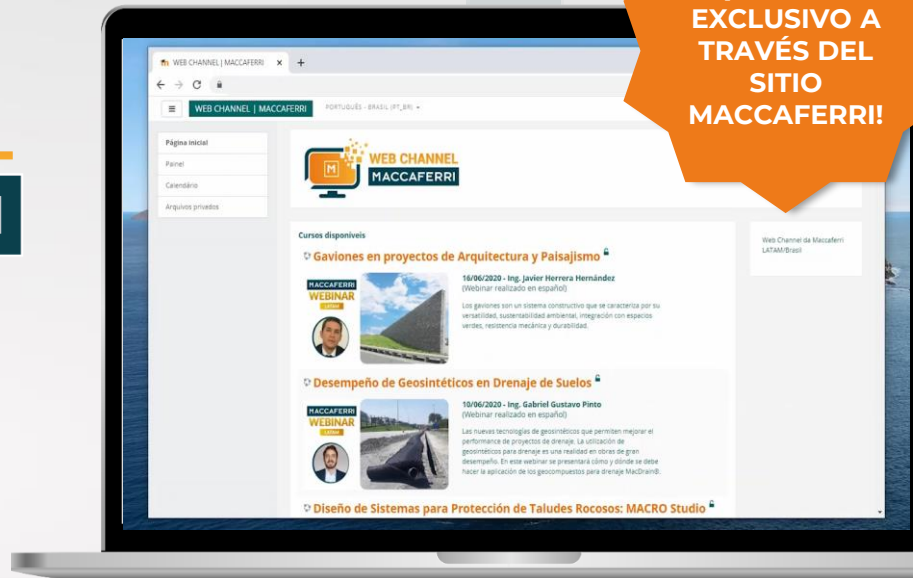


Alquiler a través de Google
Earth o similar



**WEB CHANNEL
MACCAFERRI**

Descubra nuestro **canal digital** dirigido a todos los profesionales de la ingeniería, con información sobre soluciones y nuevas técnicas en el sector.



Regístrese para obtener acceso gratuito a todos los conocimientos técnicos adquiridos y desarrollados a lo largo de **140 años** de actividad en el campo de ingeniería.



¡Gracias por la atención!

Ing. Jose Hardy Huamán Flore | Area Manager

Maccaferri de Perú

E-mail: j.huaman@maccaferri.com

Cel: 982 051 354



Cuente con la asistencia de nuestros ingenieros en Home Office más cerca de usted.

Accese: www.maccaferri.com/br/es/contactenos/



/maccaferri



/maccaferrimatriz



@Maccaferri_BR



/MaccaferriWorld



/maccaferriworld

MACCAFERRI

WEBINAR