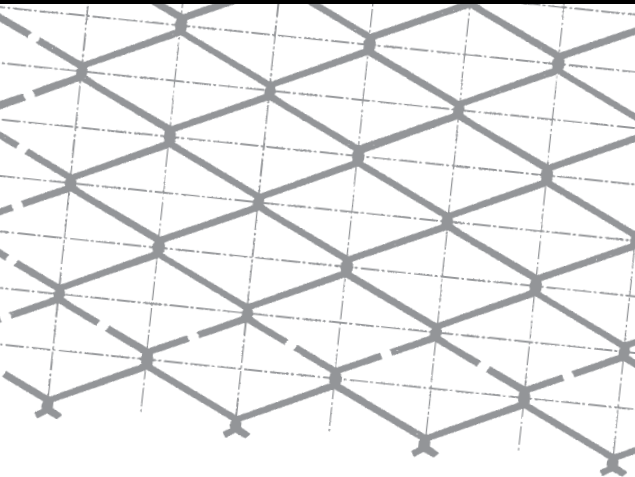


100 kJ

**Barrera de protección contra impactos de rocas
TXI-010: Porque incluso las causas más pequeñas
pueden tener efectos devastadores.**



La barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010:

- protege contra impactos hasta 100 kJ
- cumple con las normativas en ensayos con velocidades en caída libre de 25 m/s (320 kg desde 32 m)
- deflexión mínima con eventos de 100 kJ
- se instala fácilmente y en poco tiempo

La barrera de protección TXI-010 detiene sin problemas todo lo que podría perforar los techos de los vehículos.

Una roca de sólo 20 kg puede causar daños inmensos.

100 kJ: La energía para la que está probada nuestra barrera de protección TXI-010 corresponde a un peso de 320 kg, que impacta a 90 km/h. El efecto que puede tener una roca de sólo 20 kg en caída libre desde una altura de 32 m se muestra claramente en la fotografía del coche pequeño de la portada: aunque la energía del impacto estaba solamente en el rango de 6 kJ aprox., las consecuencias para los automóviles y los ocupantes son fatales.

¡Una barrera de protección inadecuada contra los impactos de rocas ofrece una falsa seguridad!

Sólo las medidas de protección que en caso de accidente se deforman elástica y plásticamente pueden detener con éxito el impacto. Las soluciones rígidas habituales se ven superadas incluso en los accidentes más pequeños; la capacidad de absorción de la energía de impacto es desconocida y, por lo tanto, estas representan riesgos incalculables para los transportes por carretera y ferrocarriles.

En otras palabras: La protección necesaria sólo puede garantizarse si se utilizan estructuras de protección ampliamente verificadas y con evidencia documentada de su funcionamiento, basado en su comportamiento frente a la máxima energía de impacto. Por lo tanto, transmita sus necesidades de protección a nuestros especialistas: Nos complacerá asesorarle con un proyecto específico sobre los riesgos y la planificación de medidas de protección eficaces. Para ello, utilizamos programas estándar de simulación de impactos de rocas.



Componentes cuidadosamente combinados entre sí que actúan como un todo...

Para el desarrollo de la barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010, nuestros ingenieros no han dejado nada al azar, ni en el aspecto funcional ni en el mecánico. También han pensado en la instalación: los livianos componentes de la barrera pueden montarse fácil y rápidamente, ya sea manualmente o con una grúa.

1) La malla: TECCO® G80-4mm

La malla de alta resistencia, parte fundamental de la barrera, es una versión perfeccionada de nuestro sistema de estabilización de taludes TECCO®. La malla TECCO® G80 está fabricada con un alambre de alto límite elástico de 4 mm de diámetro que se caracteriza por su alta resistencia a los golpes y una resistencia nominal de 1770 N/mm². La resistencia individual de rotura de cada alambre es de 2,2 toneladas, lo que equivale al peso de un automóvil de tamaño medio. La malla TECCO® G80 tiene una resistencia a la tracción de 190 kN/m. La malla se suministra en rollos de 15 ó 30 m de longitud y una altura de 2 ó 3 m. Gracias a la pequeña luz de malla de TECCO® no es necesaria una malla secundaria.

2) Postes y placa base

Los postes, a los que la placa base está ya soldada, se suministran opcionalmente con una altura de 2 ó 3 m. Ya sea sobre terreno suelto, bases de hormigón o sobre roca, la placa base puede instalarse fácil y rápidamente con un máximo de tres anclajes. Para evitar daños en los cables, se utilizan bordes redondeados en todas las zonas donde existe contacto, y se utilizan grilletes como guías en la placa base y en las cabezas de los postes.

3) Unión de malla y cable de soporte con resortes HELIX

La malla TECCO® se fija fácilmente con resortes HELIX en los cables de soporte superior e inferior de 14 mm de diámetro cada uno. En el área de las cabezas de los postes y las placas base, resortes guiados dobles crean las llamadas zonas flexibles, que evitan una concentración de fuerzas en los puntos de fijación.



4) Cuatro anillos de freno laterales

A intervalos de 60 m de longitud de construcción, los cables de soporte se anclan en sus extremos, a través de anillos de freno, a los anclajes laterales. Cuando se producen eventos importantes, los anillos de freno se contraen y de este modo se eliminan las energías residuales de la malla TECCO® sin dañar los cables. La carga de rotura del cable no se reduce por la activación de los frenos.

5) El anclaje de cable espiral

Lo que puede doblarse no se rompe: La cabeza de nuestro anclaje es flexible y por lo tanto resistente a los impactos. El cable espiral consta de alambres de acero con una resistencia de 1770 N/mm². En resumen: Nuestros anclajes de cables especiales son superiores a los anclajes de barra normales, en buena medida porque son idóneos también para la descarga de fuerzas en las direcciones de tracción, puesto que sin pérdida de capacidad de carga pueden desviarse hasta 30 grados del eje de perforación.





¡La barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010 puede detener 320 kg con $v = 25\text{m/s}$!

La barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010 absorbe las energías de impactos hasta un máximo de 100 kJ. Esta energía se corresponde con un cubo de hormigón de 320 kg, de 52 cm de lado, que impacta en la barrera protectora en caída libre desde 32 m de altura a 90 km/h. En un evento máximo de 100 kJ la roca se detendrá con éxito del modo siguiente:

La roca impacta sobre la malla TECCO® que transmite las fuerzas a través de los resortes HELIX a los cables de soporte. Éstos a su vez transmiten las posibles fuerzas residuales a través de los postes a los anillos de freno y anclajes. De este modo elimina energía en primer lugar la malla TECCO®. Los anillos de freno se activan sólo en los eventos con energía de impacto superior. Además, la zona flexible evita una concentración de fuerzas en las cabezas y pies de los postes.

La barrera de protección se deflecta en un evento del 100% un máximo de 2,15 m y consecuentemente puede montarse próxima al objeto protegido. En el panel de impacto, la altura útil residual de la barrera de protección es siempre del 85%, lo que corresponde a 2,5 m para una barrera de 3 m de altura. De este modo se mantiene ampliamente la protección hasta el momento de la limpieza de los escombros.

En el caso de las barreras de protección de bajas energías, los niveles más altos de protección sólo se pueden asegurar mediante ensayos de los casos más desfavorables

Realizamos las pruebas de funcionamiento en nuestro campo de ensayos, donde ensayamos también nuestras barreras de 5.000 kJ en una instalación de ensayos en caída libre. El procedimiento de ensayos cumple con las directivas de la Dirección General del Medio Ambiente Alemana (BAFU) para la certificación de barreras de protección contra impacto de rocas:

- En los lanzamientos verticales se excluye el contacto con el suelo del proyectil durante el proceso de frenado, que puede falsear el resultado en los lanzamientos inclinados.
- El uso en caída libre de proyectiles prefabricados y normalizados permite determinar exactamente y con antelación la velocidad y energía de impacto.
- El punto de impacto previsto se alcanza con gran precisión.

De este modo se garantiza la reproducción total de las pruebas en condiciones exactamente idénticas. Entidades como Eidgenössische Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft (WSL) en Suiza y Engineering Geology Committee of the Transportation Research Board junto con el Dr. Jerry Higgins, Colorado Schools of Mines en los EE.UU. han supervisado las pruebas de la barrera de protección TXI-010. Los resultados se recogieron en un informe. Los clientes y proyectistas obtienen de este modo la justificación del funcionamiento a través de la energía de impacto máxima, fuerzas de anclaje, deflexión, así como altura de uso residual, pudiendo utilizar los resultados obtenidos en el diseño del proyecto.

Probamos siempre según el caso más desfavorable.

En los accidentes naturales la velocidad de impacto de las rocas varía normalmente entre 10 y 25 m/s. En consecuencia nuestras pruebas, de acuerdo a la normativa, se realizan con 25 m/s (90 km/h).

¿Desea más información sobre el procedimiento de ensayos? Nos complacerá facilitarle documentación detallada.



Protección anticorrosiva: sólo lo mejor es suficientemente bueno. Porque la vida útil depende de ello.

Suministramos todos los componentes de acero (postes, placas base y anillos de freno) galvanizados por inmersión en caliente y los cables y la malla TECCO® con GEOBRUGG SUPERCOATING® o GEOBRUGG ULTRACOATING®, la tercera generación de nuestro recubrimiento zinc-aluminio. Esto permite mejorar considerablemente la protección contra la corrosión: las pruebas comparativas efectuadas con el nuevo recubrimiento muestran una vida útil diez veces superior con respecto a alambres galvanizados convencionales, e incluso tres veces superior con respecto a SUPERCOATING®.

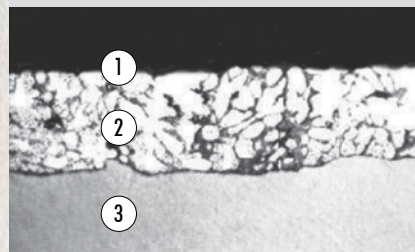
Recubrimiento GEOBRUGG ULTRACOATING®: El tipo inteligente de protección.

Como el recubrimiento Supercoating, los alambres pasan primeramente por un baño de zinc y después por un baño con una aleación de zinc y aluminio. El resultado es una aleación eutéctica (punto de fusión más bajo posible) con el 5% de aluminio, el 94,5% de zinc y el 0,5% de un elemento especial. Gracias a esto la superficie permanece estable aunque sea atacada por la corrosión ya que la oxidación da lugar a una disminución en el espesor de la capa de zinc y a la formación de una capa de óxido de aluminio. Esta última garantiza al objeto protegido una vida útil larga incluso dentro de ambientes corrosivos (carreteras, vías de ferrocarril, industria y regiones costeras y volcánicas).



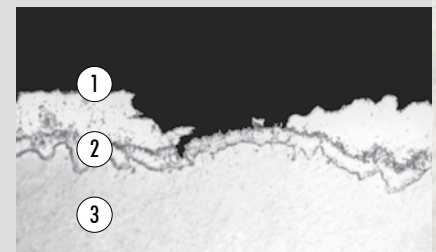
GEOBRUGG ULTRACOATING® supera tres veces incluso a SUPERCOATING®:

Las siguientes figuras de microsecciones transversales muestran una comparación entre alambres GEOBRUGG SUPERCOATING® y galvanizados en caliente, observada con un microscopio de electrones tras 14 años de influencias climáticas. Los resultados de GEOBRUGG ULTRACOATING® son incluso tres veces superiores a esta comparación.



GEOBRUGG SUPERCOATING®

- (1) superficie lisa (capa de óxido de aluminio)
- (2) revestimiento homogéneo (zinc/aluminio)
- (3) alambre (Fe)

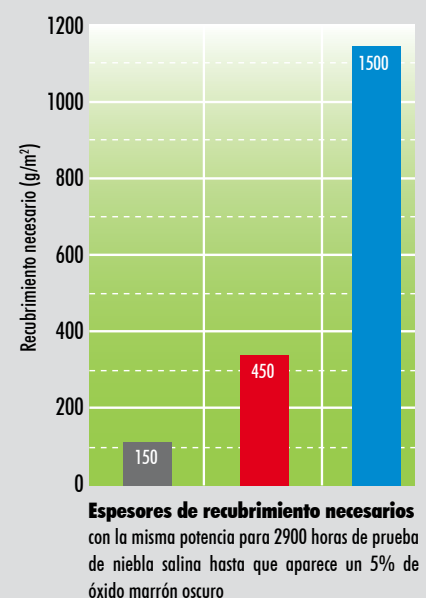
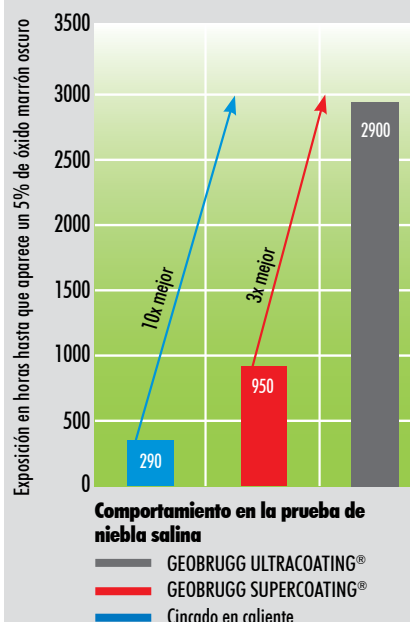


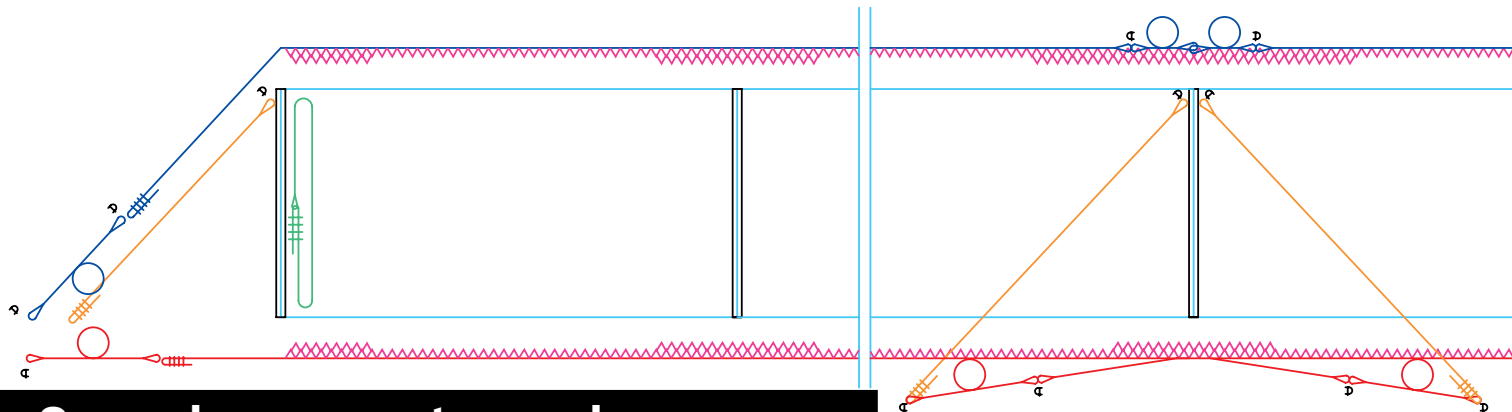
Galvanización por inmersión en caliente

- (1) superficie heterogénea (zinc), en parte totalmente eliminada y/o con formación de óxido
- (2) capa de zinc dura (hierro/zinc)
- (3) alambre (Fe)

GEOBRUGG ULTRACOATING® en la prueba de niebla salina

En la prueba de niebla salina (NaCl) conforme a la norma EN ISO 9227/DIN 50021/ASTM B117, ULTRACOATING® tarda diez veces más tiempo en presentar un 5% de óxido marrón oscuro de lo que tarda en presentarse en el galvanizado. Para alcanzar la misma protección anticorrosión de 150 g/m² de ULTRACOATING® sería necesario proporcionar un recubrimiento de 1.500 g/m² a un galvanizado en caliente.





¿Que es lo que cuenta para los clientes y proyectistas?

La barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010 se presenta a largo plazo como una solución segura y rentable. El siguiente resumen de los motivos más importantes indica porqué:

Eficacia demostrada, documentación y ecología

- Existen informes de ensayos sobre la prueba vertical con 100 kJ que cumplen con las normas Eidgenössischen Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft (WSL) y de los EE.UU.
- La deflexión de un máximo de 2,15 m con un impacto de 100 kJ está documentada (mediante cámaras de alta velocidad y datos de medición).
- Se ha comprobado repetidamente en los ensayos que después de un evento máximo se mantiene una altura útil residual del 85% en el panel de impacto.
- Se ha realizado con éxito el ensayo de impactos múltiples sobre el mismo punto.

- La aleación de zinc-aluminio proporciona un acabado mate en comparación con el usual galvanizado en caliente, lo que permite que la barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010 se integre discretamente en el paisaje.
- Desde el punto de vista de la protección del paisaje, tienen que integrarse pocos materiales extraños en la ladera ya que con el alambre de acero altamente resistente puede fabricarse una malla más ligera, la que además puede montarse con distancias mayores entre postes

Mínimo mantenimiento, máxima duración

- Después de un evento normal, no es necesario llevar a cabo mantenimiento.
- Las pruebas de laboratorio y los ensayos de larga duración en las condiciones medioambientales más diversas ponen de manifiesto que las barreras tienen

una vida útil prolongada, incluso en entornos corrosivos (regiones costeras y volcánicas) y en las áreas con servicio invernal intenso (sal).

Asesoramiento y planificación de alto nivel, específicos para cada proyecto.

- Si usted lo desea, nuestros ingenieros analizarán detalladamente sus necesidades de seguridad— junto con Ud. y en colaboración con los proyectistas locales — con una visita in situ.
- Para proyectar soluciones que tengan en cuenta cada situación de riesgo en particular y las características topográficas, trabajamos con un modelo de cálculo (simulación), que hasta ahora ha demostrado su eficacia en cientos de casos.



¿Qué es lo que cuenta para los contratistas de obras?

Gracias a la construcción general bien diseñada con componentes ligeros y pocos componentes individuales de fácil montaje, nuestras barreras de protección contra impactos de rocas pueden instalarse con un esfuerzo mínimo de trabajo y costos. Para ello son decisivos los siguientes puntos:

Menos perforación necesaria

- La deflexión máxima de 2,15 m en el panel impactado permite montar la barrera de protección cerca del objeto a proteger. Por lo tanto, para los trabajos de perforación suele ser suficiente un brazo articulado o manipulador telescópico que puede equiparse con una perforadora manual.
- De acuerdo al manual del sistema pueden ejecutarse las perforaciones en el terreno suelto o roca antes del suministro de los postes y de la malla. Si se solicita suministraremos anticipadamente plantillas para perforar los anclajes en las bases de hormigón.
- Son necesarios menos anclajes para distancia entre postes de 10 m.
- Dado que los cables de retención no son necesarios, tampoco lo son los anclajes correspondientes.

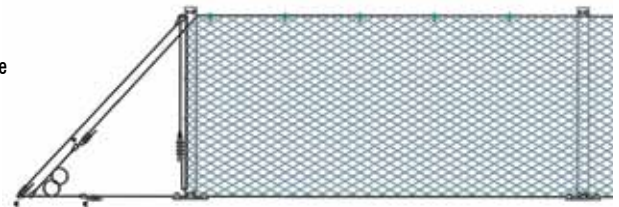
Montaje muy fácil en un tiempo mínimo

- Utilizando las instrucciones de montaje bien ilustradas en el manual del sistema, su equipo realizará la instalación rápidamente y sin errores.
- El número de pasos de instalación se reduce, dado que los postes y las placas base se suministran ya como una unidad.
- La malla TECCO® se suministra en longitudes de 15 ó 30 m y por lo tanto puede montarse en la misma operación de trabajo mediante el simple desenrollado de hasta tres paneles.
- Los resortes HELIX sustituyen el laborioso cosido con cables.
- Gracias a la reducida luz de malla no es necesario colocar ninguna malla secundaria.
- Por cada 60 m de estructura deben montarse únicamente dos anillos de freno en los dos cables de retención lateral.

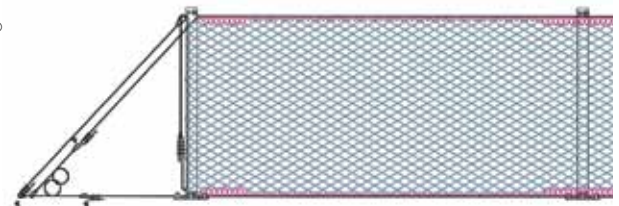
Desenrollado de la malla TECCO®



Montaje de la malla TECCO® con grilletes auxiliares en los cables de soporte, así como con grilletes en los cables verticales



Montaje final de la malla TECCO® con resortes HELIX





Geobrugg, su socio de confianza en todo el mundo

El cometido de nuestros ingenieros (y socios) es analizar con usted el problema en detalle en colaboración con estudios de ingeniería locales y, a continuación, ofrecer soluciones. Una planificación minuciosa, sin embargo, no es lo único que puede esperar de nosotros. Gracias a nuestras propias plantas de producción presentes en tres continentes, no sólo podemos garantizar rutas y plazos de distribución cortos, sino también un óptimo asesoramiento sobre el terreno. A fin de evitar problemas durante la ejecución, suministramos en la zona de obras los componentes del sistema prefabricados y claramente rotulados. Podrá contar con nuestro asesoramiento profesional, desde la instalación y el montaje de la obra hasta su recepción.

Responsabilidad del producto

Caídas de rocas, deslizamientos, avalanchas o aluviones, son fenómenos naturales, y por tanto imprevisibles. Por lo tanto, con métodos científicos no es posible evaluar y garantizar la seguridad absoluta de personas y cosas. Esto significa que para garantizar la seguridad perseguida es imprescindible supervisar y mantener regularmente y en la debida forma los sistemas de protección. Por otro lado, el grado de protección puede verse disminuido por circunstancias tales como la superación de la capacidad de carga calculada para el sistema, la no utilización de componentes originales o la corrosión por contaminación ambiental o cualquier otra influencia ajena.

Barrera de protección contra impactos de rocas TXI-010:

Los datos más importantes

Tipo	TXI-010
Clase de la energía*	1 (100 kJ)
Tipo de red TECCO®	G80-4
Alambres Ø	4 mm
Anillo Ø	80 mm
Poste tipo 2 m	HEB 140
Poste tipo 3 m	HEB 160
Distancia entre postes	6 - 12 m
Cables diámetro mínimo	12 mm
Cables diámetro máximo	14 mm
Por cada 60 metros de barrera:	
Cantidad de anillos en el cable de soporte	4
Altura de barrera mínima*	2 m
Altura de barrera máxima*	3 m
Máxima elongación**	2,15 m
Minima altura residual efectiva de protección en la sección del impacto**	85 %
Minima altura residual efectiva de protección en las secciones adyacentes	100 %
Carga máxima de anclaje lateral**	120 kN

* Según la normativa WSL ** de acuerdo a los ensayos del WSL

Modificaciones técnicas reservadas.



Geobrugg AG

Geohazard Solutions
Aachstrasse 11 • CH-8590 Romanshorn
Tel. +41 71 466 81 55 • Fax +41 71 466 81 50
www.geobrugg.com • info@geobrugg.com

Una empresa del Grupo BRUGG
Certificado según ISO 9001