

# Tecnología avanzada al servicio de la protección contra el desprendimiento de rocas

Publicado en [Artículos Técnicos / Rocas y Minerales](#)

06 Jul 2022



**Roberto Luis-Fonseca, director tecnológico adjunto Grupo Geobrugg. CEO Geobrugg Ibérica**  
**Julio Prieto-Fernández, delegado regional Geobrugg Iberica, SA..**

Los esfuerzos por conseguir innovar en los sistemas de protección contra desprendimientos de rocas continúan cada día. Suiza, país pionero en el desarrollo de estos sistemas de dispositivos, sigue manteniéndose a la cabeza en el desarrollo de esta tecnología. En los Alpes se realizan ensayos controlados de caídas de rocas que permiten el desarrollo de barreras dinámicas de hasta 10.000 kJ de capacidad de absorción de energía, siguiendo la norma internacional DEE-340059-00-0106 (antigua ETAG 027).

Las infraestructuras que discurren en orografías montañosas presentan con frecuencia riesgos de caídas de rocas, es decir, las obras civiles e infraestructuras en ambientes de montaña, son vulnerables a este tipo de amenaza geológica, cuando quedan expuestas a laderas naturales de roca o a cortes producto de la intervención humana. Desde la década de los 50, Suiza ha llevado a cabo un notable esfuerzo de investigación para poder simular y predecir los eventos de caídas de rocas, y desarrollar sistemas de protección contra caídas de rocas; es así como en el país helvético se desarrollaron las primeras barreras dinámicas, que han servido de modelo para su aplicación alrededor del mundo.

## **BARRERA DINÁMICA DE 10.000 KJ**

El actual documento de evaluación europeo DEE-340059-00-0106 (2018) renovó a una nueva estructura formal, la Directiva Europea para la Aprobación Técnica de Sistemas contra caídas de rocas (ETAG 027 de 2008). Este documento junto a sus predecesores, la norma suiza BAFU de 2001-06 y la norma AASTHO, confirma la obligatoriedad de realizar ensayos a escala natural para certificar las barreras dinámicas contra caídas de rocas. El objetivo de esta medida es eliminar el uso de barreras que fueran diseñadas solo sobre la base de estudios teóricos sin ensayos de campo a escala 1:1, lo cual llevaba frecuentemente al fallo de los sistemas de barreras, ante eventos por debajo de su capacidad teórica de absorción de energía, y errores en los modelos de diseño.

Para la realización del ensayo con energía cinética de 10.000 kJ, se seleccionaron los siguientes parámetros:

- Ángulo de inclinación del talud de ensayo de 90° (caída libre).

- Altura residual del paño impactado de categorías: A, o sea, con una altura remanente tras el impacto de 50% la altura de diseño (similar a lo exigido también por la norma suiza).
- La deflexión de la barrera será controlada para permitir que la barrera pueda ser emplazada lo más cerca posible al objeto a proteger durante la aplicación en proyectos.
- El margen de tolerancia para la energía cinética del ensayo será de 0%. Como el ensayo es en caída libre, la energía de impacto puede ser aplicada exactamente a 10.000 kJ.

### **ENSAYO DE LA BARRERA DINÁMICA DE 10.000 KJ**

La barrera ensayada tenía una altura de 7 m y una separación entre postes de 10 m. Diseñada para una clase 8 de energía (>4.500 kJ) de acuerdo con lo establecido por la normativa europea. La barrera contaba con 10 galgas extensiométricas de medición de altas prestaciones con una tasa de registro de 2000 Hz, con la finalidad de medir las sollicitaciones en los diferentes elementos del sistema.

Características físicas del ensayo:

- Bloque: 25 t de peso y lado de un tercio de la altura de la barrera, es el bloque de ensayo más grande y pesado de los utilizados, está compuesto de 20 t de hormigón y 5 t de acero de refuerzo
- Altura inicial del bloque sobre la barrera: 42 m
- Velocidad de impacto del bloque: 103 km/h.
- Energía de impacto: 10.000 kJ

### **RESULTADOS DEL ENSAYO A ESCALA NATURAL**

El ensayo fue exitoso (la certificación EOTA de la barrera es la ETA 17/0947, con marcado CE 1301 - CPR - 1374), la barrera fue capaz de detener el bloque de 25 t que impactó a 10.000 kJ (fig. 2). La deflexión de la barrera en el paño impactado fue de 8,15 m; y la altura residual fue de 67% en el paño impactado (>50% lo requerido según norma para la clase A) y casi 100% en los paños aledaños (fig. 3). Las fuerzas máximas fueron de 450 kN. Todo lo cual representan valores muy bajos para una barrera de esta clase de energía. Las condicionantes técnicas añadidas a la capacidad de absorción de 10.000 kJ

de la barrera estuvieron relacionadas básicamente con limitaciones en la deformación y las fuerzas:

- Corta distancia entre los anclajes laterales y la placa base (elongación limitada de los frenos).
- No hay aberturas en la red y la elongación de la red lo más corta posible.
- Fuerzas en los anclajes no mayor a 500 kN.

### **CONCLUSIONES**

Los gestores de riesgos en Suiza continúan mejorando y perfeccionando las herramientas de mapeo de riesgo y simulación de eventos geológicos, como es el caso de caídas de rocas dentro del área de movimientos rápidos de masas, que permitan mejorar y optimizar el diseño de las medidas de protección a implementar para proteger infraestructuras y personas.

La barrera contra caídas de rocas de 10.000 kJ está diseñada para este tipo de muy altas sollicitaciones por esfuerzos dinámicos y estáticos en terrenos difíciles, es decir, desprendimientos de bloques de roca de gran tamaño desde grandes alturas. Esta solución representa una alternativa técnicamente válida, eficiente y con sustancialmente menos tiempo de implementación que los tradicionales terraplenes de tierra empleados hasta ahora como solución a energías de impacto entre 8.000 kJ y 10.000 kJ. Una barrera de 10.000 kJ tiene capacidad de absorción de energía similar a un terraplén de 134 t/m con solo 0,6 t/m de peso de la barrera (223 veces menos).

---

### **BIBLIOGRAFIA**

Sennhauser, M. (2017). "RXE-10000 – World Record Test". GEO-Summit 2017: Understanding Nature, Preparing for our Future. Davos.

Spang, R. & Sönser, T. 1995. Optimized rockfall protection by 'rockfall'. Proceedings of the 8th International Conference on Rock Mechanics, Rotterdam: A.A. Balkema, Tokyo, pages 1233-1242.

Información de **Fueyo Editores**