

# INFLUENCIA DE LAS SOLICITACIONES ESTÁTICAS EN EL COMPORTAMIENTO DE UNA BARRERA DINÁMICA DE PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTOS

## Roberto Luis Fonseca,

Ing. Caminos, Canales y Puertos,  
PhD. Grupo Geobrugg

## Miguel León García,

Ing. Caminos, Canales y Puertos.  
LDH Ingenieros

## Ricardo De Stefano Pérez,

Ing. Civil, MBA.  
Grupo Geobrugg

## Rolando Romero Rojas,

Ing. Politécnico.  
Grupo Geobrugg



Hace ya 70 años que se introdujeron en el mercado los primeros modelos de barreras de protección contra desprendimiento de rocas. A partir de ese momento se han investigado y desarrollado diversos sistemas de protección (Luis Fonseca, 2010) para detener, guiar, aminorar-guiar, desviar o amortiguar-detener los desprendimientos de rocas (fig. 1).

La idea de los sistemas flexibles de protección contra desprendimientos rocosos nació en los Alpes suizos como sistematización de la lección aprendida, en los ya existentes sistemas flexibles para el control de la generación de avalanchas producto de la acumulación de nieve en las cornisas.

En una primera instancia, solo la experiencia era la herramienta de valoración de las soluciones. Durante muchos años esta tecnología se ha desarrollado, alcanzando el actual

límite en 2017 cuando se diseñó, ensayó y posteriormente se instaló la primera barrera que superó el umbral de los 10MJ, una barrera dinámica flexible tipo RXE-10.000 de Geobrugg.

## ENFOQUE ENERGÉTICO

Para comprender con facilidad la terminología a la que se hace referencia en este tipo de estudios, es necesario hacer algunos apuntes al respecto, que ayuden a comprender el proceso de balance energético, que se produce durante la detección de un impacto.

Con independencia de la rigidez del elemento de interposición (sistema de protección contra desprendimientos), la detención de la roca se produce cuando se alcanza la condición de equilibrio entre la energía que trae la roca y el trabajo que realizan las fuerzas resistentes de reacción de la estructura unido a la deformación o desplazamiento de esta. La energía se transforma en trabajo de las fuerzas de reacción en una distancia.

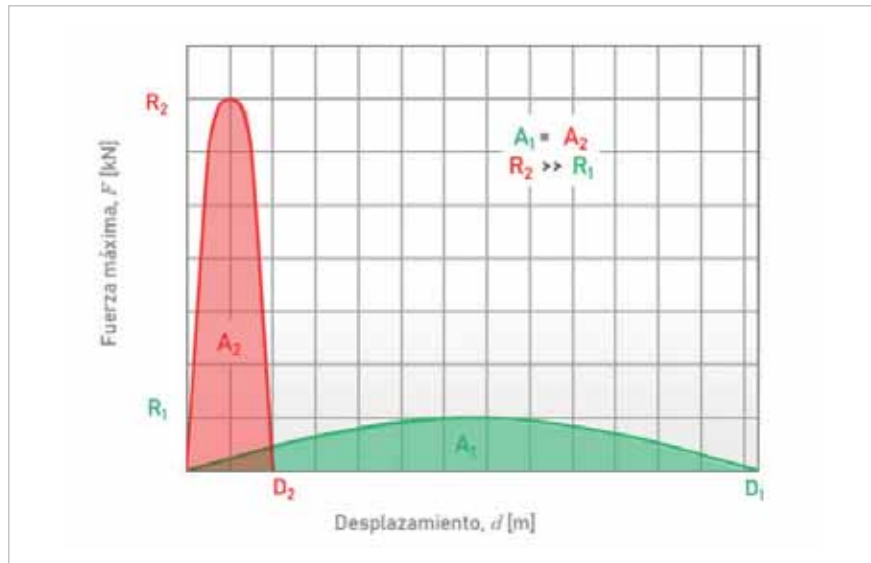
$$E = W \qquad W = \int F \cdot d$$

donde:

- E: energía, J
- W: trabajo de las fuerzas de reacción, J
- R: fuerza de reacción, N
- d: desplazamiento, m

Los elementos dinámicos garantizan mediante el desplazamiento (deflexión) que se alcancen mayores elongaciones con menores fuerzas de reacción y por tanto, mayor absorción de energía. El análisis de la expresión conduce a que para el caso de soluciones rígidas o estáticas, debido al desplazamiento nulo o casi nulo que ofrecen, las fuerzas de reacción o soporte son muy elevadas, mientras que para elementos de intercepción flexibles, se neutraliza la fuerza del impacto de una forma más racional debido al desplazamiento que garantiza dicha estructura, absorbiéndose la misma energía con fuerzas de reacción de menor magnitud.

En la figura 2 se puede observar cómo los sistemas dinámicos garantizan mediante la deformación (desplaza-



miento del punto de impacto  $D_1$ ) que se consiga igualar el trabajo (absorción de energía  $A_1$ ), que realiza una estructura rígida, cuya deformación es baja (en realidad casi nula  $D_2$ ) y requiere mucha capacidad de reacción (fuerza  $R_2$ ). Bajo ambas curvas el área es igual ( $A_1 = A_2$ ), luego ambas soluciones, teóricamente equivalen al mismo nivel de energía.

Fig. 2. Balance energético.

### INFLUENCIA DE LAS SOLICITACIONES ESTÁTICAS

En una primera instancia la tarea fundamental consistió en resolver técnicamente los valores de sollicitaciones dinámicas que se generan sobre todos los elementos del sistema, haciendo que actúen de forma racional, garantizando que las altísimas sollicitaciones dinámicas que se producen en un tiempo muy pequeño (< 1 segundo) puedan ser transmitidas de forma íntegra a la zona estable del terreno mediante un óptimo sistema de anclajes. Esta ha sido quizá, la tarea más difícil de los especialistas durante años.

Si bien es cierto que estas sollicitaciones dinámicas son extremadamente importantes y sin duda son la clave del funcionamiento de los potentes sistemas conseguidos, también es verdad que no se debe dejar a un lado el análisis, las posibles sollicitaciones estáticas que se puedan generar básicamente en dos escenarios clave: en primer lugar el impacto de un bloque de grandes dimensiones a una velocidad muy baja, que durante su detención pudiese generar sollicitaciones por encima de las consideradas en condiciones estándares y en segundo lugar las cargas que se puedan generar producto del relleno paulatino del trasdós (carga distribuida) de una barrera dinámica (fig. 3).

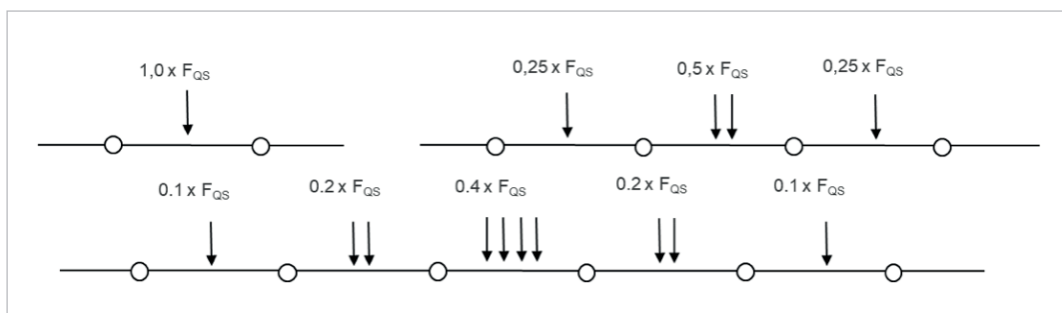


Fig. 3. Diferencia aproximada de la distribución de sollicitaciones en el trasdós de la barrera en función del caso de carga.

Esta última combinación es bastante frecuente en instalaciones mineras a cielo abierto, en las que las barreras dinámicas se utilizan con mucho éxito y donde las tareas de limpieza se deben limitar al momento en que las defensas se encuentren completamente llenas (fig. 4).

Este artículo analiza la aplicabilidad y las limitaciones de un enfoque para el diseño de estados límite de barrera flexible, exponiendo el procedimiento de revisión de una barrera dinámica ante el caso especial de carga, en el cual se esperen dichas solicitaciones estáticas.

A continuación (Tabla 1) se muestra las principales diferencias desde el punto de vista conceptual entre el procedimiento de solución para impactos puntuales donde predomina las cargas dinámicas en comparación con el proceso de llenado paulatino en el que predomina las solicitaciones estáticas.

**DETERMINACIÓN DE LA CARGA ESTÁTICA**

La carga estática del material acumulado se puede calcular utilizando el empuje de tierra activo (Wendeler 2016) tal y como se indica en la siguiente ecuación. La carga estática (peso total de los bloques desprendidos acumulados en el trasdós de la barrera), es en general menor que las altas solicitaciones dinámicas, y muchas veces no relevante (fig. 5).

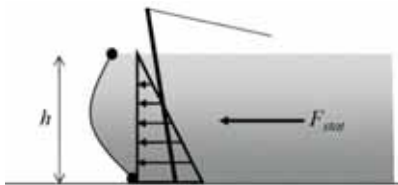


Fig. 5. Fuerza estática en el trasdós de la barrera.

$$F_{stat} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_a \cdot b \tag{1}$$

donde:

- $F_{stat}$ : carga estática en el trasdós de la barrera, [kN]



Fig. 4. Impacto puntual estándar e impacto múltiple que genera acumulación y carga estática. Mandai, Singapur.

Propiedad	Impacto de bloques	Relleno paulatino
Tipo carga	puntual (1 sección)	distribuida (en varias secciones)
Carga predominante	dinámica	estática
Tiempo de impacto	0,2 – 0,5 s	recurrente
Tipo de impacto	simple	múltiple
Distancia de frenado	5 - 8 m	2 - 3 m

Tabla 1. Diferencia entre los casos de carga.

- $\gamma$ : densidad del material acumulado, [kN/m<sup>3</sup>]
- h: espesor del material acumulado (altura), [m]
- b: longitud sobre la cual se produce la acumulación (longitud de barrera rellena), [m]
- $K_a$ : factor de empuje activo (fig. 6)

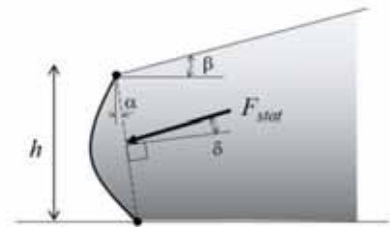


Fig. 6. Evaluación de  $K_a$  según Coulomb.

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left( 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)} \right)^2} \tag{2}$$

- $K_a$  factor de empuje activo
- $\beta$  inclinación del material acumulado en el trasdós respecto a la horizontal, [°]
- $\delta$  rozamiento entre el material y trasdós, inclinación de  $F_{stat}$  respecto a la normal, [°]
- $\alpha$  inclinación de la barrera respecto a la vertical, [°]
- $\Phi$  ángulo de fricción interna del material, [°]

Siguiendo la simplificación de Rankine, el factor de empuje activo lateral, considerando  $\beta, \delta$  y  $\alpha = 0$ , el factor de empuje activo solo depende del ángulo de fricción interna del material  $\varphi$ , quedando:

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \tag{3}$$

**CABLES DE SOPORTE PERIMETRAL**

Las fuerzas se transmiten de la malla o red de interposición (anillos o rombos) a los cables de soporte perimetral y se dividen en los diferentes cables de forma proporcional al área neta limítrofe (Roth 2003). Además, son repartidas al 50% en los cables de soporte perimetral, si hay presentes dos de ellos. La fuerza total sobre el cable se transforma en una fuerza q distribuida uniformemente por metro lineal (fig. 7).

En primer lugar, se determina la longitud de instalación del cable  $S_0$ , que depende de la longitud del tramo l y de la máxima flecha en el cable f (Palkowski 1990), cuyos valores típicos para el proceso de llenado están entre de 1/50 a 1/30 del tramo l [m].

$$s_0 = l \cdot \left(1 + \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{f}{l}\right)^2\right) \tag{4}$$

La deformación del cable se puede despreciar porque es muy pequeña ~ 0,25 % en comparación con la elongación o alargamiento de este, como resultado del empleo de los elementos de frenado<sup>3</sup> (los frenos pueden ser de anillos tubulares o en U). La longitud del cable deformada se determina de la siguiente manera:

$$S_1 = S_0 + n \cdot b_u \tag{5}$$

donde:

- n número de frenos involucrados
- $b_u$  es la elongación máxima de freno [m]

Posteriormente, se puede calcular la fuerza en el cable mediante la cual la carga q es distribuida en [N/m] (Palkowski 1990).  $H_{rope}$  se refiere a la componente de la fuerza del cable  $F_{rope}$  en dirección del eje inicial del cable.

$$H_{rope} = q \cdot l \cdot \sqrt{\frac{l}{24 \cdot (s_1 - l)}} \tag{6}$$

$$F_{rope} = \sqrt{H_{rope}^2 + \left(\frac{q \cdot l}{2}\right)^2} \tag{7}$$

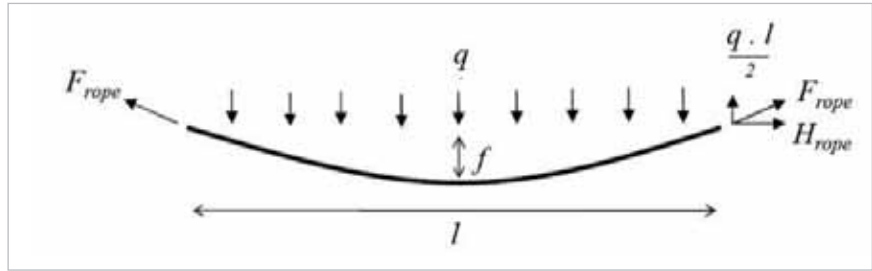


Fig. 7. Carga q uniformemente distribuida.

Los cables de soporte inferior se desplazan principalmente en dirección horizontal, mientras que el cable de soporte superior también se desplaza verticalmente. En consecuencia, la fuerza en el cable de soporte superior tiene que incrementarse para considerar este efecto. Finalmente, las fuerzas de los cables se comparan con las cargas mínimas de frenado de los cables considerando un factor de seguridad. Hay que tener en cuenta que también los elementos de frenado deben ser capaces de soportar las fuerzas esperadas en los cables.

**CABLES DE RETENCIÓN AL MONTE**

Las fuerzas en los cables de retención se pueden determinar utilizando un equilibrio estático en las cabezas de los postes (fig. 8). Al hacerlo, solo se deben considerar las componentes horizontales, porque las verticales son soportadas por los postes (axil actuante, a revisar según 6). Las sollicitaciones de mayor entidad ocurren en los postes extremos.

Utilizando las fuerzas en los cables que actúan sobre la cabeza del poste, es posible calcular las fuerzas actuantes en los cables de retención al monte (fig. 8). Hay que tener en cuenta que los cables de retención están inclinados en dos direcciones.

**ANCLAJES FLEXIBLES**

Con el dimensionamiento del anclaje,

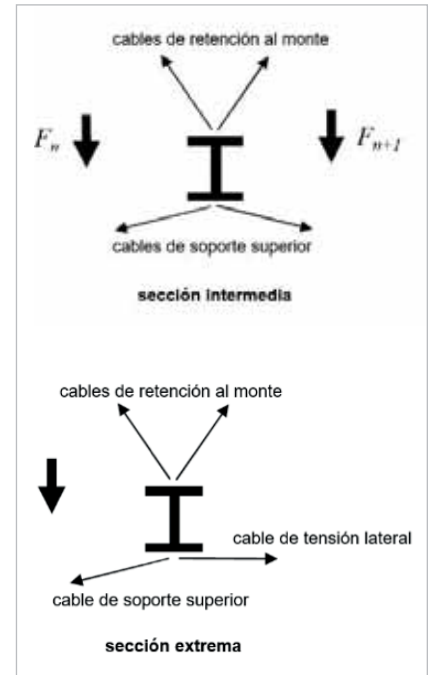


Fig. 8. Distribución de cargas en las cabezas de los postes (secciones intermedia y extrema).

se debe demostrar que las fuerzas en los cables se pueden transferir al terreno. Con las fuerzas en los cables de soporte y bajo la consideración de factores de seguridad, se pueden elegir anclajes adecuados. Los ensayos de campo desarrollados demuestran que las sollicitaciones dinámicas en los anclajes son superiores a las estáticas. Por lo tanto, los anclajes deben estar equipados con cabezales de anclaje flexibles con un rango de ±30° (fig. 9).

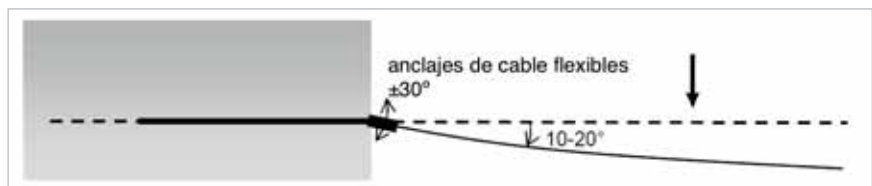


Fig. 9. Anclajes de cable flexibles.

Debe asegurarse que el terreno pueda soportar las solicitaciones, para las adherencias mínimas, se sugiere utilizar la recomendación del Manual de Anclajes en Ingeniería Civil (Ucar 2005). En caso de duda, se deben realizar ensayos de arrancamiento (Tabla 2).

**MEMBRANA DE INTERPOSICIÓN**

La fuerza más alta en la red o malla de interposición (anillos o rombos) ocurre en el centro de la barrera, donde presuntamente el conjunto de rocas golpea primero. La fuerza estática  $F_{stat}$  se transforma en una carga  $q_1$  distribuida verticalmente de manera uniforme de acuerdo con el ensamblaje de cables (fig. 10).

Para facilitar los cálculos, se asume que las membranas durante el proceso de frenado de una carga distribuida se deforman elásticamente entre un 20%-30% (Luis 2011).

$$d_1 = 1,2-1,3 \cdot d \tag{9}$$

Posteriormente, la carga en la red se puede determinar de la siguiente manera, donde  $q_1$  se refiere a la carga distribuida uniformemente en la red en [N/m] (Palkowski 1990).

$$H_{net} = q_1 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{d}{24 \cdot (d_1 - d)}} \tag{10}$$

$$F_{net} = \sqrt{H_{net}^2 + \left(\frac{q_1 \cdot d}{2}\right)^2} \tag{11}$$

Con el valor de la carga, es posible dimensionar la membrana de interposición y los grilletes con los que esta está unida a los cables de soporte perimetral. Para este propósito, la carga actuante se compara con el valor de rotura y la capacidad de los grilletes, con un factor de seguridad.

**REVISIÓN POR PANDEO DE LOS POSTES (SE-A 2008 / NBE EA-95)**

Se denomina esbeltez reducida  $\lambda$  a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección

Tipo de terreno	Resistencia media al arrancamiento, $\tau_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Roca dura (granito, gneis, caliza etc.) Roca blanda (margas, esquistos, pizarras, etc.) Roca calizas carstificadas	1000 - 2500 300 - 1000 150 - 300
Gravas y arenas gruesas Arenas finas y medias, arenas limosas y arcillas arenosas	700 - 1000 300 - 600
Arcillas de consistencia rígida ( $C < 200\text{kN/m}^2$ ) firme ( $100\text{kN/m}^2 < C < 200\text{kN/m}^2$ ) media ( $50\text{kN/m}^2 < C < 100\text{kN/m}^2$ )	600 - 800 200 - 600 50 - 200

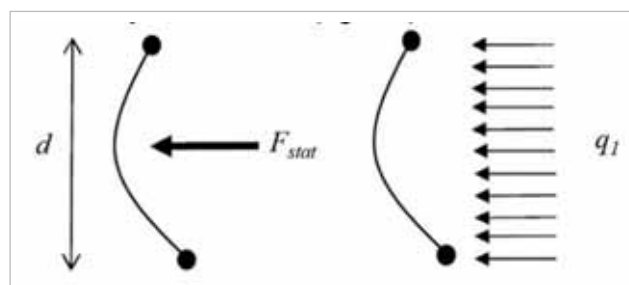


Fig. 10. Carga distribuida tras la red (sección transversal).

de cálculo y la compresión crítica por pandeo (González 2007), de valor:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \tag{12}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

donde:

- A: área de la sección transversal, [mm<sup>2</sup>]
- $f_y$ : límite elástico del acero, [MPa]
- $N_{cr}$ : axil crítico, [kN]
- E: módulo de elasticidad, [MPa]
- I: momento de inercia del área de la sección para flexión en el plano considerado, [mm<sup>4</sup>]
- $L_k$ : longitud de pandeo (altura del poste), equivalente a la distancia entre puntos de inflexión de la deformación de pandeo, [m]

El coeficiente  $\chi$  de reducción por pandeo, para valores de la esbeltez reducida  $\lambda_k \geq 0,2$  se obtiene de:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} \leq 1 \tag{13}$$

donde:

$$\phi = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] \tag{14}$$

- $\alpha$ : es el coeficiente de imperfección elástica, que adopta los valores de la Figura 9 en función de la curva de pandeo (tabla 1). Esta representa la sensibilidad al fenómeno dependiendo del tipo de sección, plano de pandeo y tipo de acero, de acuerdo con la tabla 1.

Los valores del coeficiente  $\chi$  se pueden obtener directamente de la Figura 11 o en función de la esbeltez reducida y del coeficiente de imperfección, respectivamente.

Luego el máximo axil absorbido por el soporte será:

$$\begin{aligned} & \bullet N_b = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \\ & \bullet f_{yd} = f_y \cdot \gamma_{M1} \end{aligned} \tag{15}$$

siendo:  $\gamma_{M1}$  coeficiente de seguridad.







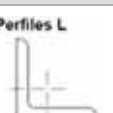
Tipo de sección	Tipo de acero		S235 a S355		S450	
	Eje de pandeo		y	z	y	z
<b>Perfiles laminados en I</b> 	$h/b > 1,2$	$t \leq 40$ mm	a	b	$a_0$	$a_0$
	$40$ mm $< t \leq 100$ mm		b	c	a	a
	$h/b \leq 1,2$	$t \leq 100$ mm	b	c	a	a
	$t > 100$ mm		b	d	c	c
<b>Perfiles armados en I</b> 	$t < 40$ mm		b	c	b	c
	$t \leq 40$ mm		c	d	c	d
<b>Agrupación de perfiles laminados soldados</b> 			c	c	c	c
<b>Tubos de chapa simples o agrupados</b> 	laminados en caliente		a	a	$a_0$	$a_0$
	conformados en frío		c	c	c	c
<b>Perfiles armados en cajón</b> 	soldadura gruesa $a/t > 0,5$ $b/t < 30$ $h/t_w < 30$		c	c	c	c
	en otro caso		b	b	b	b
<b>Perfiles simples U, T, chapa, redondo macizo</b> 			c	c	c	c
<b>Perfiles L</b> 			b	b	b	b

Tabla 3. Curva de pandeo en función de la sección transversal.

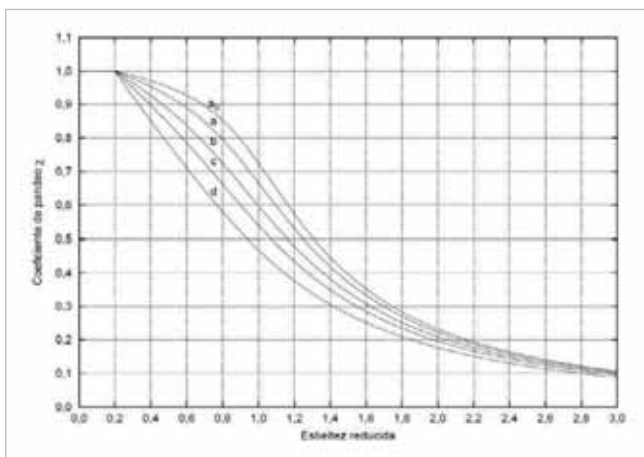


Fig. 11. Curvas de pandeo.

### CONCLUSIONES

Las barreras flexibles de protección contra desprendimientos son una solución extremadamente eficiente desde el punto de vista técnico-económico, a problemas de inestabilidad en bloques que se desprenden de las zonas altas de taludes o laderas. Esta solución no es solo efectiva ante importantes cargas dinámicas, sino que también puede ser extremadamente útil en casos donde se produzcan combinaciones de carga o predomine la carga estática, por razones de explotación. Resulta importante en el proceso de diseño tener claras la hipótesis de partida y en caso necesario hacer una revisión de las solicitaciones estáticas, a partir de las necesidades del proyecto en concreto. La metodología explicada, permite de forma simple poder realizar el proceso de dimensionamiento de los principales componentes de las barreras flexibles, consiguiendo que sean también efectivas ante las solicitaciones estáticas. ■

### REFERENCIAS

- González, A. (2007) Soportes simple de acero sometidos a compresión centrada.
- Luis, R., Prieto, J., Raïmat, C., y Sanz, A. (2011) Efecto negativo del empleo de redes ASM de anillos de alambre de acero en la estabilización de taludes. Ingeopres 184. Madrid
- Muraishi, H., Sano, S. (1997) Full scale rockfall testing of ring net barrier and component. Japan
- NBE EA-95 (1995) Estructuras de acero en edificación. MOPTMA
- Palkowski, S. (1990). Statics of rope constructions. Springer, Berlin
- Roth, A., Wartmann, S. (2003) Protection system against Debris Flow. Design concept. Suiza
- SE-A (2008) Seguridad estructural del Acero. BOE 25/01/2008
- Ucar, R. (2005) Manual de anclajes en Ingeniería Civil. Madrid
- Wendeler, C. (2016) Debris-Flow Protection System for Mountain Torrents. WSL. Suiza

# El Grupo Brugg celebra su 125 aniversario como empresa pionera en el ámbito de las infraestructuras

El Grupo Brugg, al que pertenece el especialista en sistemas de protección Geobrugg, celebró el pasado 13 de abril un gran encuentro virtual, plagado de sorpresas, espectaculares actuaciones y entrevistas con sus máximos responsables, para celebrar sus 125 años de historia como firma pionera en una gran variedad de actividades relacionadas con las infraestructuras. El encuentro también sirvió para que el que ha sido su presidente durante los últimos 41 años, Otto H. Suhner, cediera oficialmente el testigo de la dirección de la empresa a su hijo, Jürg Suhner, lo que supone ya la quinta generación de la familia Suhner al frente del Grupo.

## David Muñoz



Acto de celebración de los 125 años de historia de Grupo Brugg.

El Grupo Brugg ha recorrido un largo camino desde sus comienzos en la localidad suiza de Brugg en 1896. "Ha sido un viaje plagado de nuevos descubrimientos que ha requerido valor. Y todavía mantenemos este espíritu aventurero que nos impulsa, que nos hace ser lo que somos hoy y lo que segui-

remos siendo en el futuro: pioneros en el mundo de las infraestructuras".

### CINCO GENERACIONES DE LA FAMILIA SUHNER

Muchas veces son las pequeñas decisiones las que marcan el éxito o el fracaso de una iniciativa. En el caso

del Grupo Brugg, una simple decisión fue clave en el devenir posterior de la compañía. En 1896, Gottlieb Suhner, fundador de Brugg, decidió no ampliar su fábrica de cables en la zona rural de Heisau, en la región de Appenzell (Suiza), y prefirió trasladarse a Brugg, en el cantón de Aargau. Aquí, en las

inmediaciones de la estación, encontró una ubicación privilegiada desde el punto de vista logístico y estableció su primera oficina. Hasta el día de hoy, el Grupo Brugg se beneficia de esta ubicación logística privilegiada en la meseta suiza entre Zúrich y Berna.

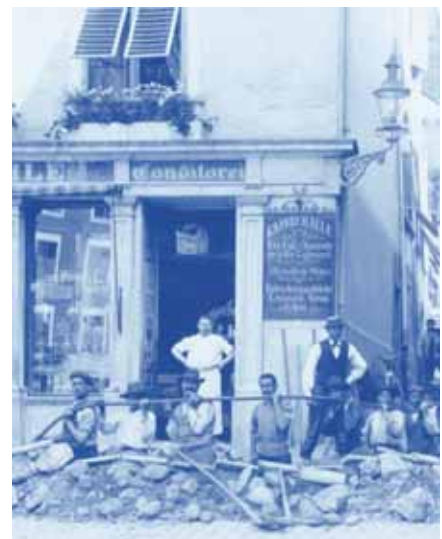
Los comienzos del siglo XX fueron realmente desafiantes en la historia de la empresa y para afrontar todos esos retos se contó con la incorporación al Consejo de Administración y como inversores de Fritz Merker, Kurt Lindt, Rudolf Wartmann y Walter Dübi, personajes clave en los orígenes de la compañía. Con estas destacadas incorporaciones, la familia Suhner se aseguró de que la empresa siguiera siendo familiar y sentó las bases para el futuro desarrollo de la compañía desde ser un mero fabricante de cables hasta erigirse hoy como uno de los grandes grupos industriales internacionales. Después de estos intensos 125 años, la familia Suhner se mantiene como accionista mayoritaria del Grupo Brugg, al mando de un equipo de 1.600 empleados en todo el mundo.

**NUEVOS CAMINOS**

“Los primeros pasos hacia un territorio inexplorado son siempre inciertos pero solo los que se atreven a emprenderlos podrán marcar el camino”. Con esa filosofía por bandera, en estos 125 años Brugg ha ampliado continuamente su gama de soluciones con destacadas patentes. A día de hoy, el Grupo mantiene el



De izquierda a derecha: Miriam Rickli, presentadora del evento, Otto H. Suhner, ex presidente del Grupo Brugg, Stephan Wartmann, CEO del Grupo Brugg, y Jürg Suhner, presidente del Grupo Brugg.



1907. Primeros pasos de Brugg en el sector de la instalación de cables.

espíritu pionero de sus inicios así como el desarrollo de innovadoras máquinas para fabricar sus propios productos.

Ya desde los inicios, la demanda de los cables eléctricos y metálicos de Brugg aumentó de manera constante, más aún en el período de posguerra

con la necesidad de construir nuevas infraestructuras y de adaptar las que había a los nuevos tiempos.



Principales hitos históricos en la trayectoria de 125 años del Grupo Brugg.





Como no podía ser de otra forma, los sistemas de protección de Geobrugg fueron grandes protagonistas en el encuentro virtual.



A finales de la década de 1950, la empresa ya contaba con 300 empleados y a principios de la década de 1970 estableció su propio centro informático para introducir la automatización en sus procesos. Además, fue ampliando su volumen de negocio adquiriendo otras empresas en Suiza y Alemania.

La década de los 80 vio la internacionalización paulatina y consistente de todas las áreas de actividad y, en 1991, la compañía se estructuró en diversas áreas de negocio, una estructura que se mantiene hasta el día de hoy.

En el sector de los cables, Brugg fue introduciendo desde sus inicios las últimas tecnologías del sector: cables de plomo, cables para electrificar trenes (1918), cables para la red telefónica nacional suiza (1921), cables eléctricos trifásicos, cables submarinos, cables de baja tensión con aislamiento de PVC, cables de fibra óptica para su uso en telecomunicaciones... Sin embargo, la creciente estandarización y la presión de precios causada por la producción en masa en países como China e India llevaron a la venta del negocio de telecomunicaciones y de cables de alta tensión. Y los productos nicho del sector de cables industriales se han integrado en la empresa Brugg eConnect, recién fundada. En cuanto a la tecnología de cuerdas, ya en 1900 Brugg patentó métodos y productos que todavía se utilizan en la actualidad. Por ejemplo, en 1911 Brugg comenzó a producir cuerdas para teleféricos.



La celebración estuvo plagada de espectáculos musicales y circenses como el de este equilibrista.



Con un vídeo cargado de simbolismo se quiso plasmar oficialmente el cambio en la Presidencia del Grupo Brugg.

Sus afamadas redes de cable de protección contra avalanchas y caída de rocas, desarrolladas a partir de 1951, tuvieron que esperar hasta 1993 para lograr su gran despegue comercial, cuando se estableció la división Geobrugg Protective Systems.

Además, utilizando los conocimientos sobre extrusión adquiridos en el ámbito de los cables, Brugg desarrolló cuerdas y correas plásticas de alto rendimiento para ascensores que ahora se utilizan como estándar por parte de los principales fabricantes mundiales de ascensores de todo el mundo.

En 1975, también utilizó su experiencia en cables eléctricos para fabricar sistemas de tuberías flexibles, lo que le permitió ingresar en el sector de la calefacción urbana, con una serie de desarrollos exclusivos y patentados.

Con la adquisición de Rittmeyer AG en 1979, amplió también su cartera de productos a la ingeniería de control de procesos, que fue, y sigue siendo, una actividad muy importante para el grupo, sobre todo a la luz de la creciente digitalización. Con 4 divisiones, 19 plantas de producción, 32 sucursales de distribución y aproximadamente 1.600 empleados, el Grupo Brugg ofrece hoy soluciones innovadoras para proyectos de infraestructura en todo el mundo. "Somos Pioneros, invertimos en innovaciones y nos aseguramos de que se implementen con éxito en el mercado. Somos Expertos y desarrollamos las mejores soluciones de infraestructura en nuestras áreas de actividad a nivel mundial. Y somos Socios de nuestros clientes. Sus requisitos son la base de nuestros productos y servicios, hoy y en el futuro", concluyen desde el Grupo Brugg. ■

# BRUGG

Group

## EMPRESAS DEL GRUPO BRUGG

### • Brugg Lifting

Como fabricante mundial de cables de ascensor, cables arquitectónicos, cables de acero, amarres y equipos de elevación, Brugg Lifting hace que los ascensores sean más simples, más innovadores y más exitosos.

### • Geobrug

Monitorear, advertir, prevenir, proteger: estos son los cuatro pilares de todas las actividades de Geobrug y la base de su éxito. Hace 60 años ya fue una firma pionera al crear una red de cable metálico para evitar la caída de rocas en las avalanchas y hoy Geobrug sigue desarrollando y operando sistemas tecnológicos innovadores que protegen a las personas y las infraestructuras.

### • Fatzer

Las cuerdas Fatzer para teleféricos llevan a millones de personas de todo el mundo a la cima de grandes montañas. Y sus cuerdas arquitectónicas sostienen puentes, techos de estadios, fachadas y otras muchas infraestructuras.

### • Brugg eConnect

Brugg eConnect produce soluciones de cable para la movilidad eléctrica, la energía eólica y la industria. Como referente del sector, trabaja en proyectos importantes, muchos de ellos centrados en la transición energética.

### • Rittmeyer

Rittmeyer ofrece soluciones de tecnología de medición y control listas para usar por parte de proveedores de energía y agua, centrales hidroeléctricas y plantas de tratamiento de aguas residuales.

### • Brugg Pipes

Brugg Pipes garantiza el transporte seguro y eficiente de líquidos, gases y calor en todo el mundo. Es una firma pionera en sistemas de tuberías en los campos de calefacción local y urbana, estaciones de servicio y sistemas de tanques, refrigeración, agua fría e industria.

### • Brugg Real Estate

Al alquilar inmuebles, Brugg Real Estate ofrece a las empresas del grupo Brugg y a terceros, ubicaciones perfectas y locales premium con conexiones de transporte ideales. Donde hay falta de espacio, lo crean, como la Centurion Tower recientemente construida en el Campus de Brugg-Windisch, un rascacielos de 15 pisos con un hotel y alquiler de apartamentos.

# CRASDEMOL

CEMENTO EXPANSIVO 70 mm.

25 AÑOS  
1992 - 2017  
**Kayati** S.L.

## LA ALTERNATIVA A LA DINAMITA

### DESMONTE EN CARRETERAS



### DESMONTE ENTRE EDIFICACIONES



### DESMONTE EN ACCESO DIFÍCIL



### DESMONTES SUBMARIOS



RACIONALIDAD Y SIMPLIFICACIÓN EN DEMOLICIÓN  
SIMPLEMENTE CARGAR Y ESPERAR  
NO REQUIERE AUTORIZACIÓN SU OSO  
OFERTAMOS m<sup>3</sup> DEMOLIDO

25 AÑOS  
1992 - 2017  
**Kayati** S.L.

Calle A, nº 5 - Pabellón 1  
Polígono Industrial San José de los Llanos  
01230 NANCLARES DE LA OCA (ÁLAVA)  
Tel.: 945 135 626 - Fax: 945 130 592  
kayati@kayati.com - <http://www.kayati.com>

