

# “Método experimental para determinar el comportamiento vibracional de explosivos de baja energía y su impacto en el control de daño a Taludes”

Pedro Lozada, Juan Prado Monje  
Orica Blast Engineering - PERU

CONSTRUYENDO  
JUNTOS UN  
PERÚ MEJOR



# ¿Control de Paredes?



**1** SEGURIDAD

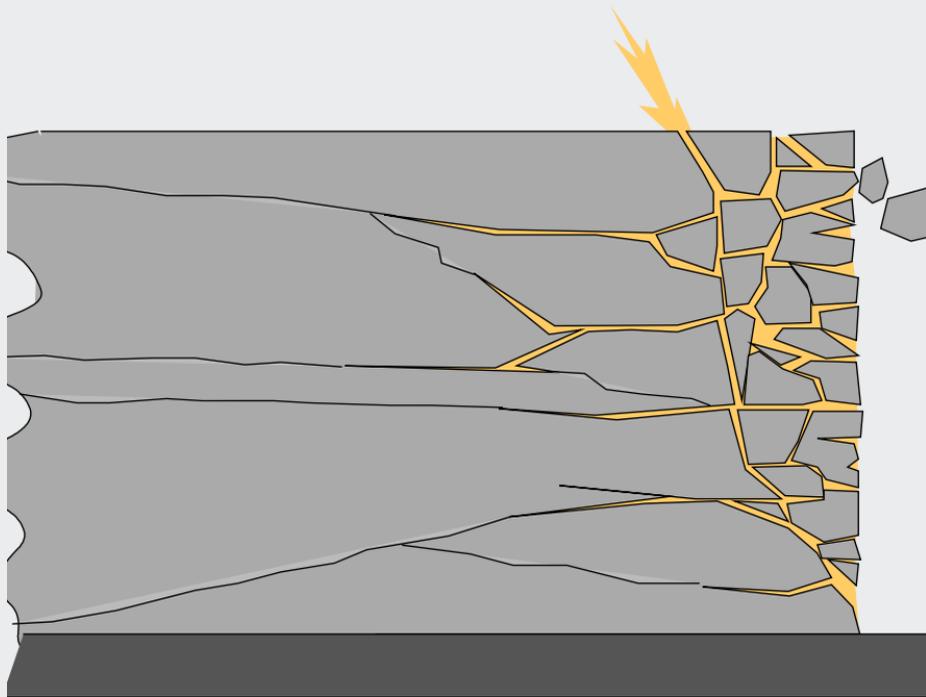
**2** NEGOCIO MINERO

# ¿daño durante la voladura?

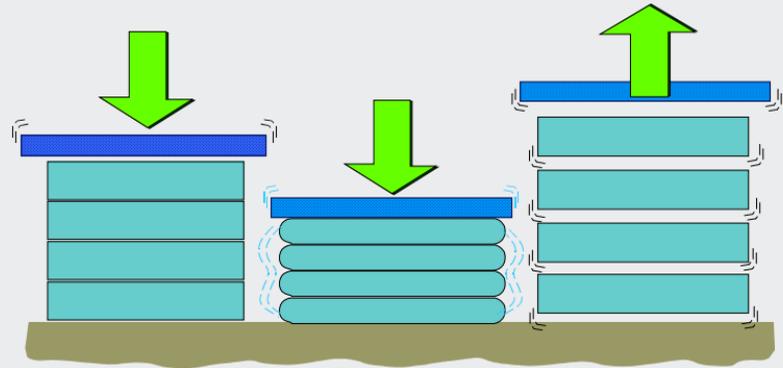
¿Energía del explosivo?

¿Gases?

¿Vibraciones?



# Vibraciones originadas por la Voladura



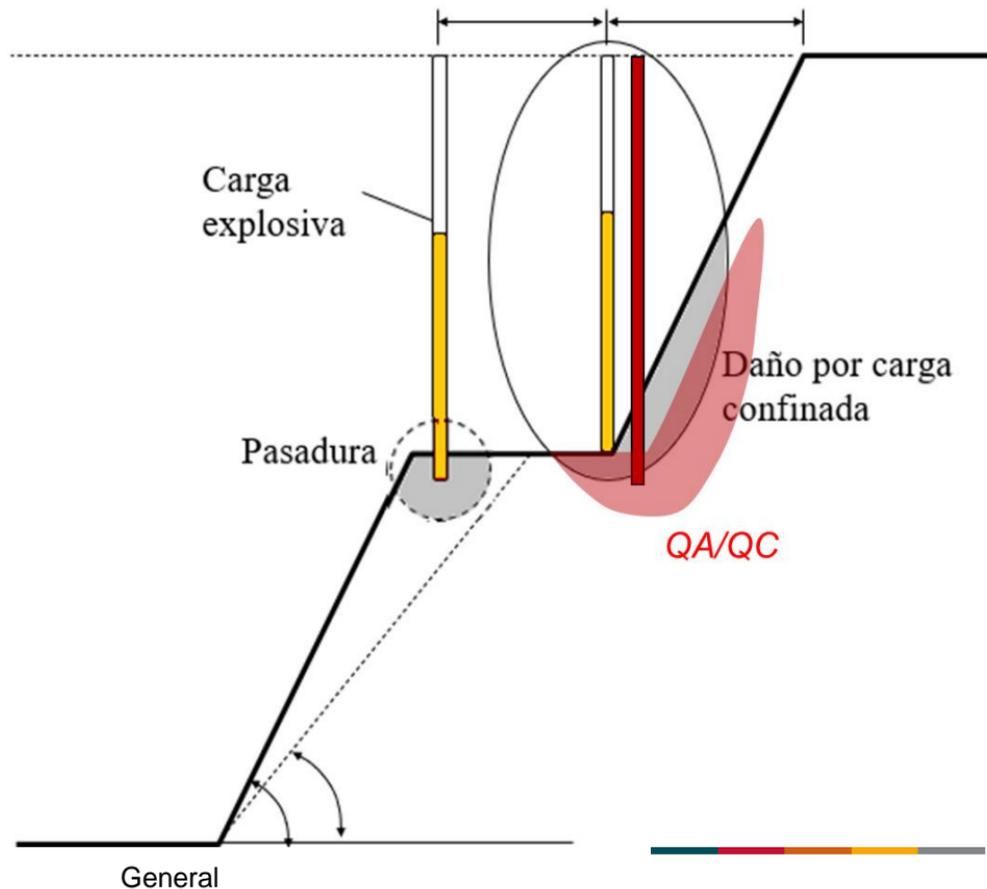


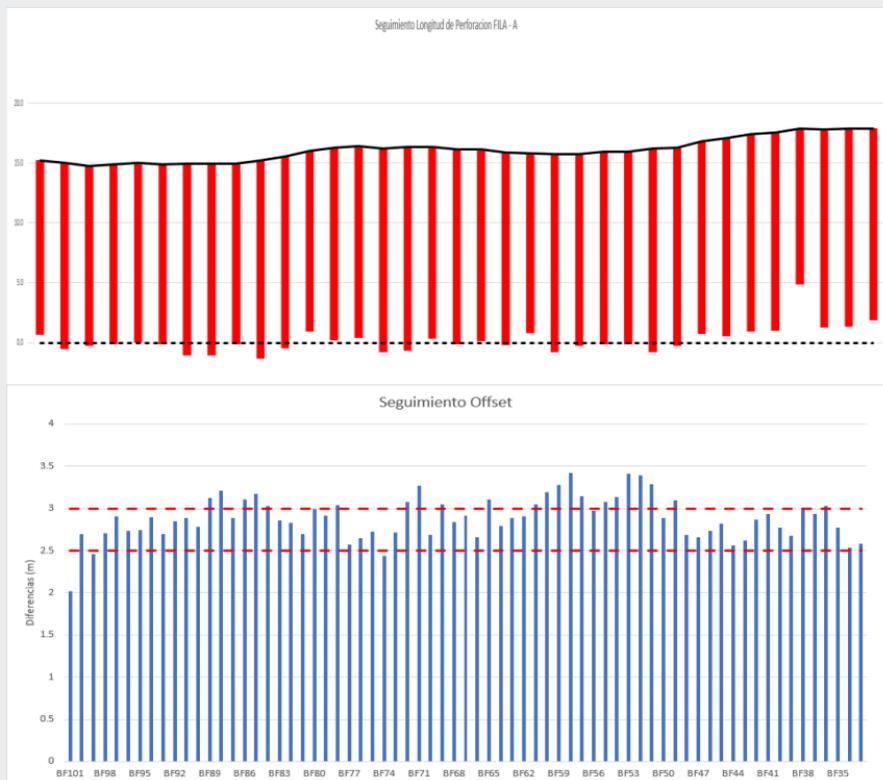
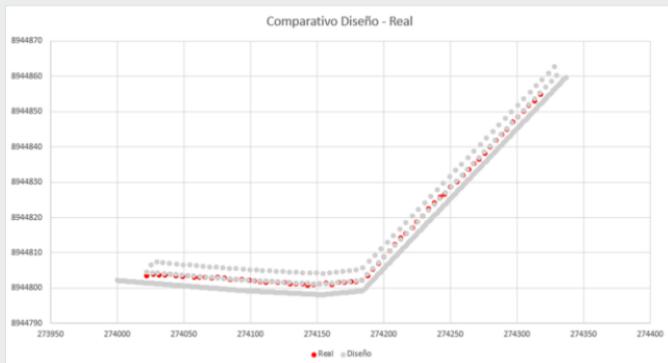






# Diseño & Ejecución





# Voladuras Controladas

*Minimizar el daño al macizo rocoso remanente.*

*Asegurar la calidad del material volado de manera de facilitar la extracción.*

# ¿Éxito?

*Comprensión del problema y la oportunidad – **Entrega de Valor***

*Caracterización geológica/geotécnica – **Estudios de vibraciones, criterio de daño***

*Herramientas para el modelamiento – **Software Especializado***

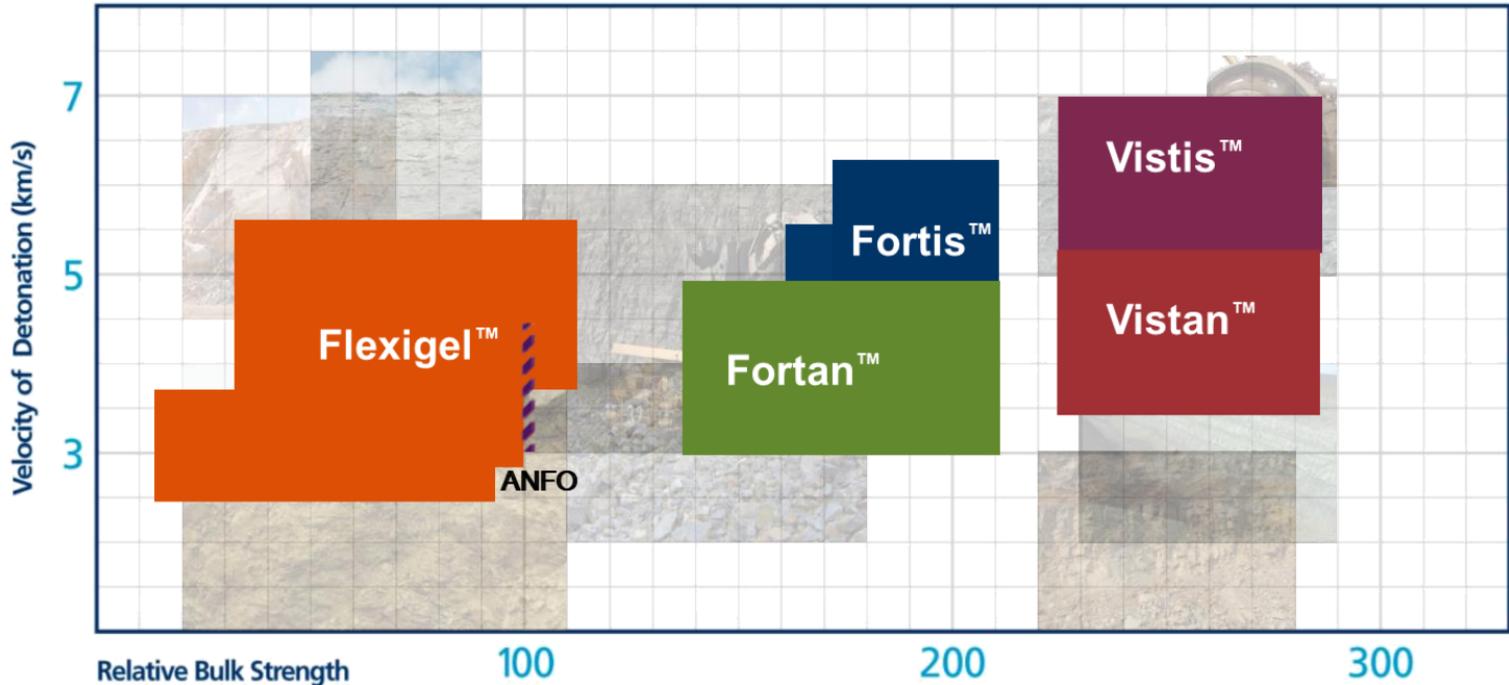
*Selección de técnicas de voladura – **Precorte, Amortiguadas***

*Ejecución de Calidad – **QA/QC***

*Metodología de evaluación consistente y ágil – **Diseño y Condición***

*Liderazgo en equipos multidisciplinarios – **Gerencia Mina, Geotecnia y Voladura***

# Orica EnergyMap™ (1)



(1) Higher Energy Bulk Explosives – Matching Products to Rock Types Using an Energy Map Concept

D Wilkinson1, G Rigby2, J Norgard3 and S Thomson4

11TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROCK FRAGMENTATION BY BLASTING / SYDNEY, NSW, 24–26 AUGUST 2015

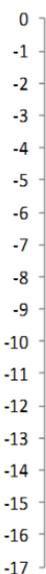
COMPARACIÓN DE DISEÑOS DE CARGUÍO BUFFER - FLEXIGEL				
PARAMETROS DE MALLA Y CARGUÍO	DISEÑO BASE	CASO 1	CASO 2	CASO 3
BURDEN (m)	3.8	3.8	3.8	3.8
ESPACIAMIENTO (m)	4.0	4.0	4.0	4.0
DENSIDAD ROCA (g/cm3)	2.6	2.6	2.6	2.6
LONGITUD DE TALADRO (m)	16.0	16.0	16.0	16.0
AIR DECK (m)	7.5	5.3	4.1	2.4
TONELAJE (t)	632	632	632	632
DIAMETRO (pulg)	9 7/8	9 7/8	9 7/8	9 7/8
EXPLOSIVO	HA64 (Advg)	FLEXIGEL 100	FLEXIGEL 90	FLEXIGEL 80
DENSIDAD EXPLOSIVO (g/cm3)	1.28	1.00	0.90	0.80
LONGITUD DE CARGA (m)	4.0	6.2	7.4	9.1
DCL (kg/m)	63.3	49.4	44.5	39.6
CARGA /TALADRO (kg/tal)	<b>253</b>	<b>307</b>	<b>329</b>	<b>360</b>
LONGITUD DE TACO (m)	4.5	4.5	4.5	4.5
FP (kg/t)	0.40	0.48	0.52	0.57
ENERGIA EFECTIVA (MJ /kg)	2.65	2.19	2.03	1.87
FACTOR DE ENERGÍA MJ/t	<b>1.06</b>	<b>1.06</b>	<b>1.06</b>	<b>1.06</b>

**HA64**
**Flexigel™ 100**
**Flexigel™ 90**
**Flexigel™ 80**

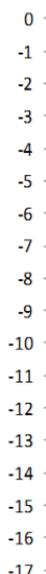
DISEÑO BASE



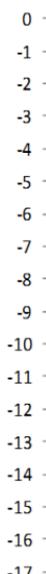
CASO 1

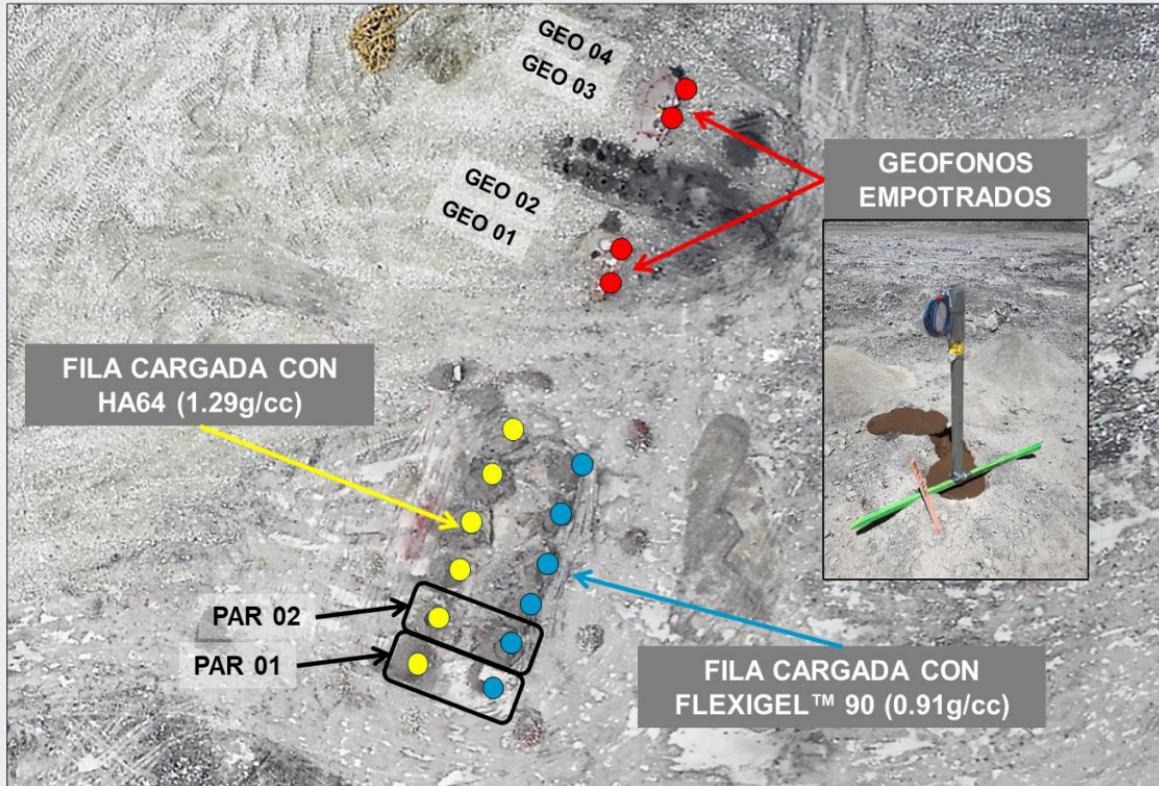


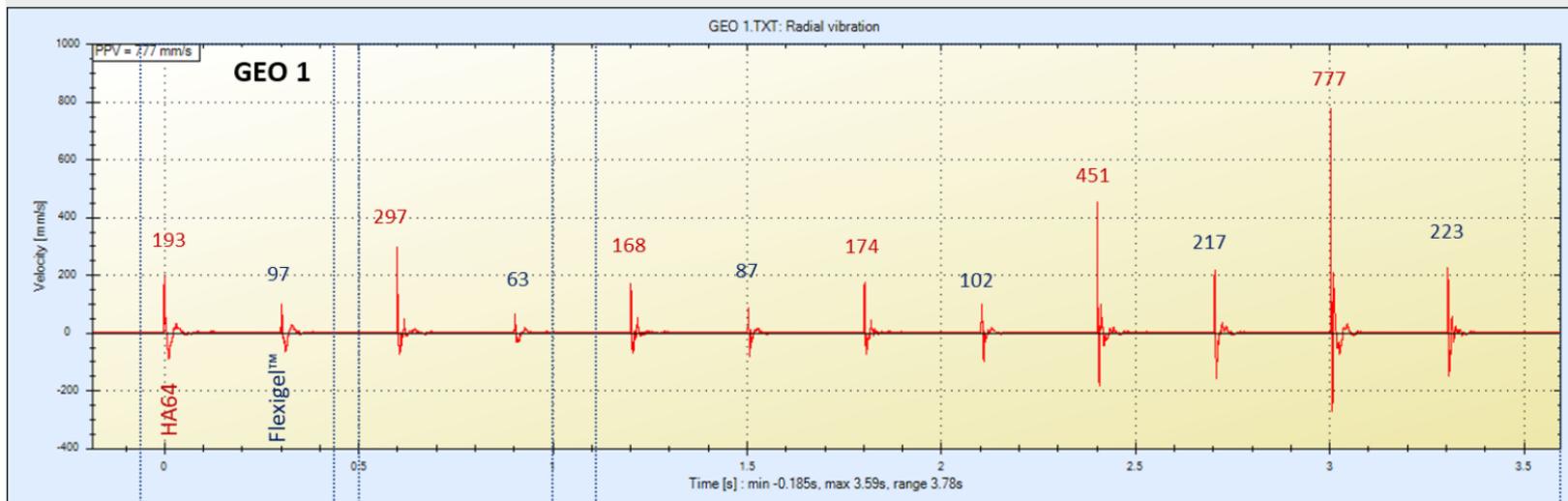
CASO 2



CASO 3



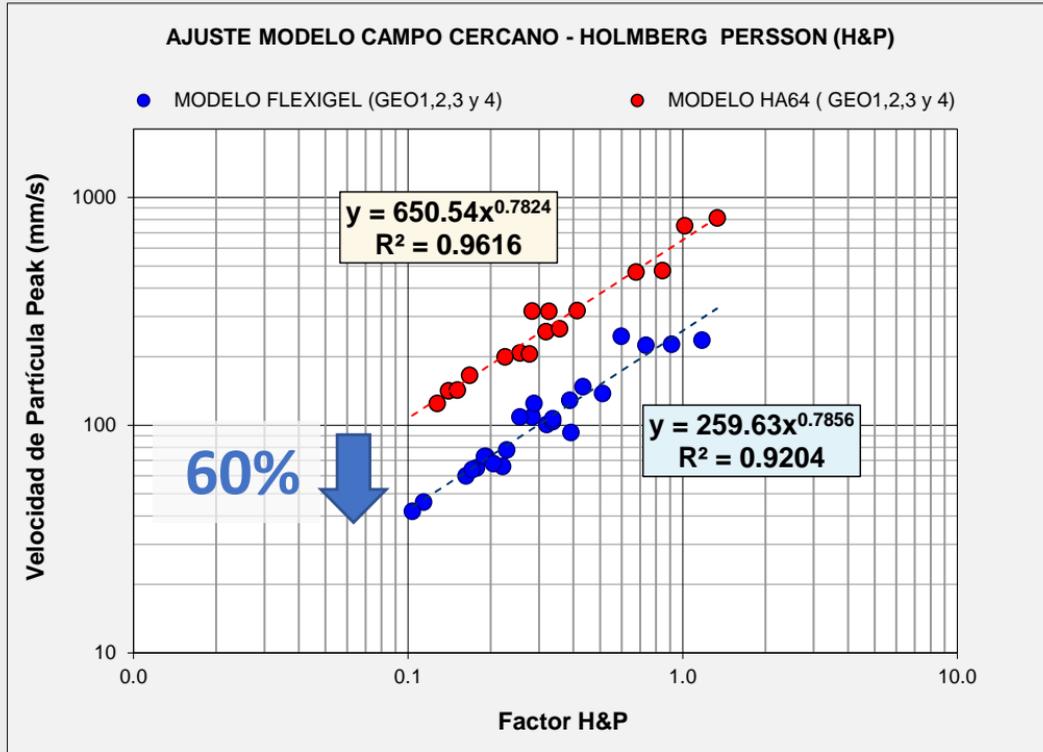


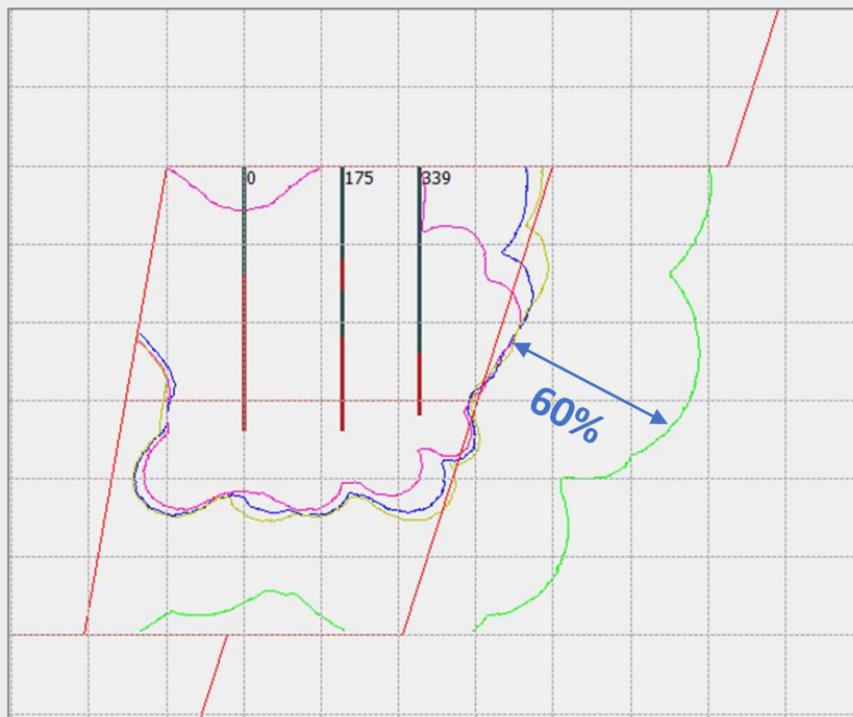


**-45%**  
~ MJ/t  
Factor de Energía

**-75%**  
~ m  
Long Carga

**-75%**  
~ kg/t  
Factor de Carga

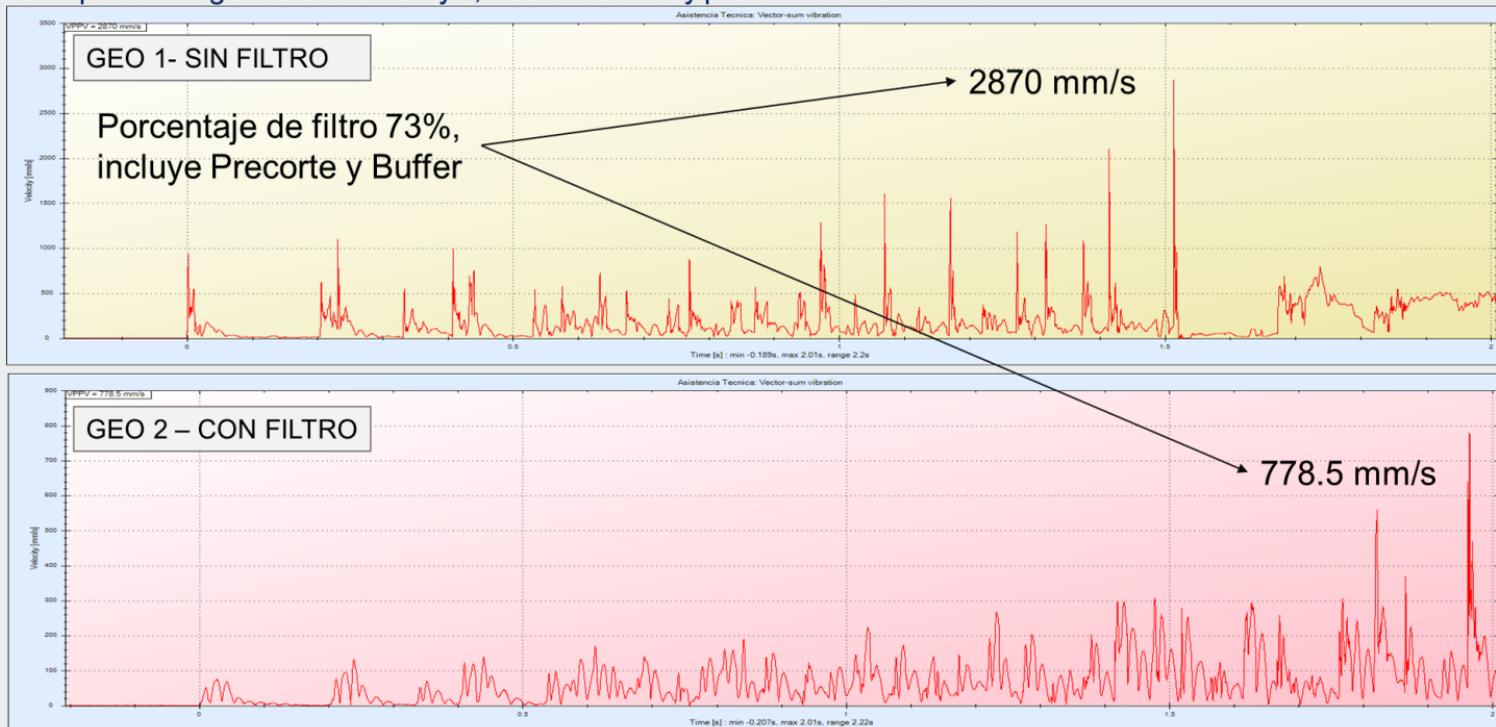




- Vc/4 (215 mm/s)
- Vc (859 mm/s)
- 4 Vc (3437 mm/s)
- 8 Vc (6873 mm/s)
- User-defined 1200
- CASO BASE
- TODO FLEXIGEL FC (Kg/tn)
- TODO FLEXIGEL (Long Carga)
- TODO FLEXIGEL FE (Mj/tn)



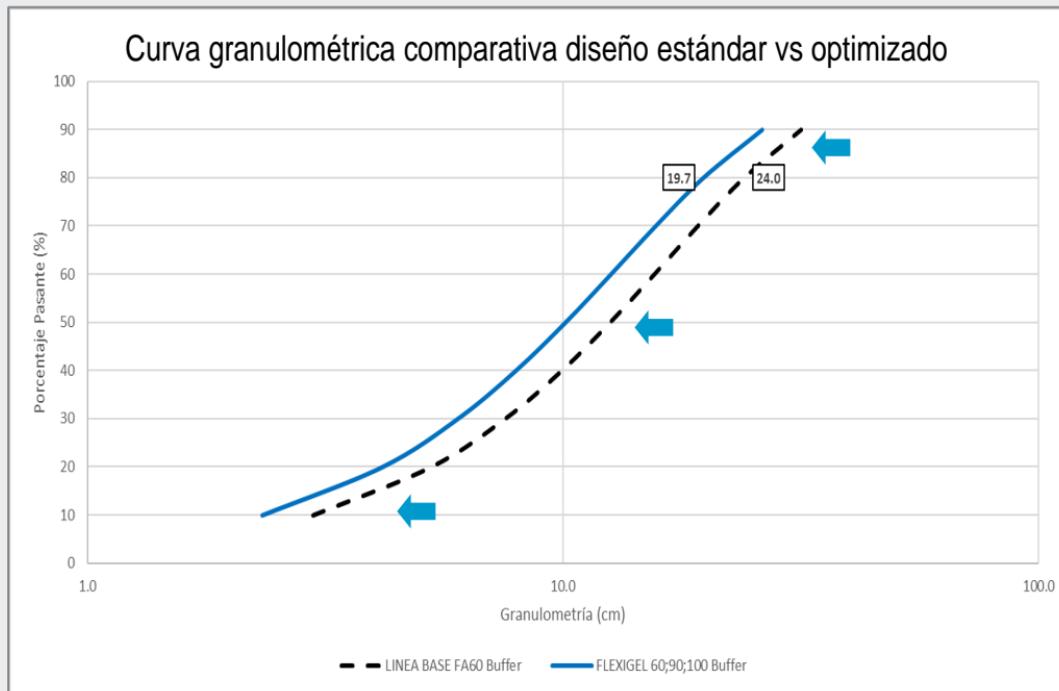
### Comparación registros Geófonos 1 y 2, instalados antes y posterior a la fila de Precorte





Fila BF cargada  
Flexigel 100  
1.01 g/cc

Fila BF cargada  
HA64  
1.28 g/cc







HA64

FLEXIGEL ADV 100

# Conclusiones

- La metodología mostrada para comparar la efectividad de la aplicación de distintos explosivos, demuestra ser valida y sencilla en aplicación.
- La aplicación de técnicas de voladura y uso de tecnología de explosivos de menor densidad y energía, permitió demostrar:
  - Fragmentación homogénea con una mejora promedio de 20% (Buffer)
  - Reducir los niveles de vibraciones generados hacia taludes hasta en un 60%.
  - Mejora sustancial en la recuperación de bermas de contención.

CONSTRUYENDO  
JUNTOS UN  
PERÚ MEJOR



FORO DE  
**TECNOLOGIA**  
INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD