



**S I V M 2024**  
SIMPÓSIO INTERNACIONAL  
DE VENTILAÇÃO DE MINAS



# **Control del Polvo y Posibilidad de Erradicar la Silicosis en Minería Subterránea con Transporte Mecanizado**

Autores: Efraín Bozo Godoy, Ingeniero Civil Mecánico de la USACH  
Gonzalo Bozo Nalli, Ingeniero Civil Mecánico de la UTFSM

Proconm

# **Primera Parte**

## **Silicosis, Material Particulado, Estado del Arte y Recomendaciones para Supresión y Humectación**

**Presenta: Efraín Bozo Godoy**

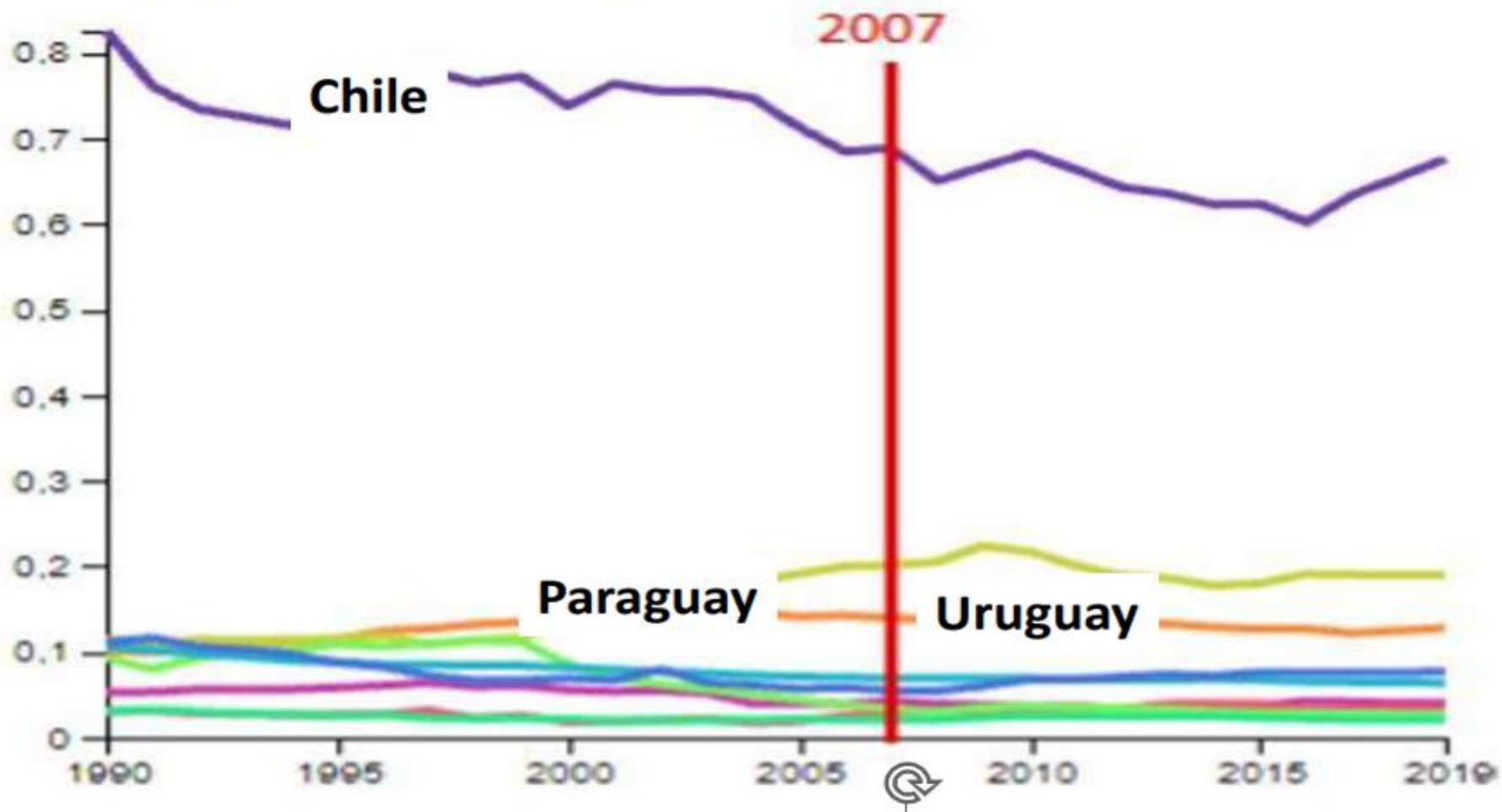
## Realidad de la Silicosis en el Tiempo

Hace más de 60 años en la OIT ya visualizaban que las neumoconiosis y la silicosis eran uno de los más graves y costosos problemas de higiene del trabajo con que tiene que luchar la industria, y quizás el más difícil de resolver.

Fuente: [Guía para Prevención y Supresión de Polvo en Minas](#)

# Silicosis. Realidad en América del Sur

Muertes c/100K



**POSIBILIDAD DE ERRADICAR LA SILICOSIS ¿ES REAL?**

Fuente: PLANESI ¿Meta Real o Utopía?

Proconm

A black and white close-up portrait of Albert Einstein, showing his characteristic wild, white hair and a mustache. He is looking directly at the camera with a serious expression. The background is dark, making his face the central focus.

**“Locura es hacer lo mismo una y otra vez esperando obtener resultados diferentes”.**

**Albert Einstein**

# Conceptos Importantes

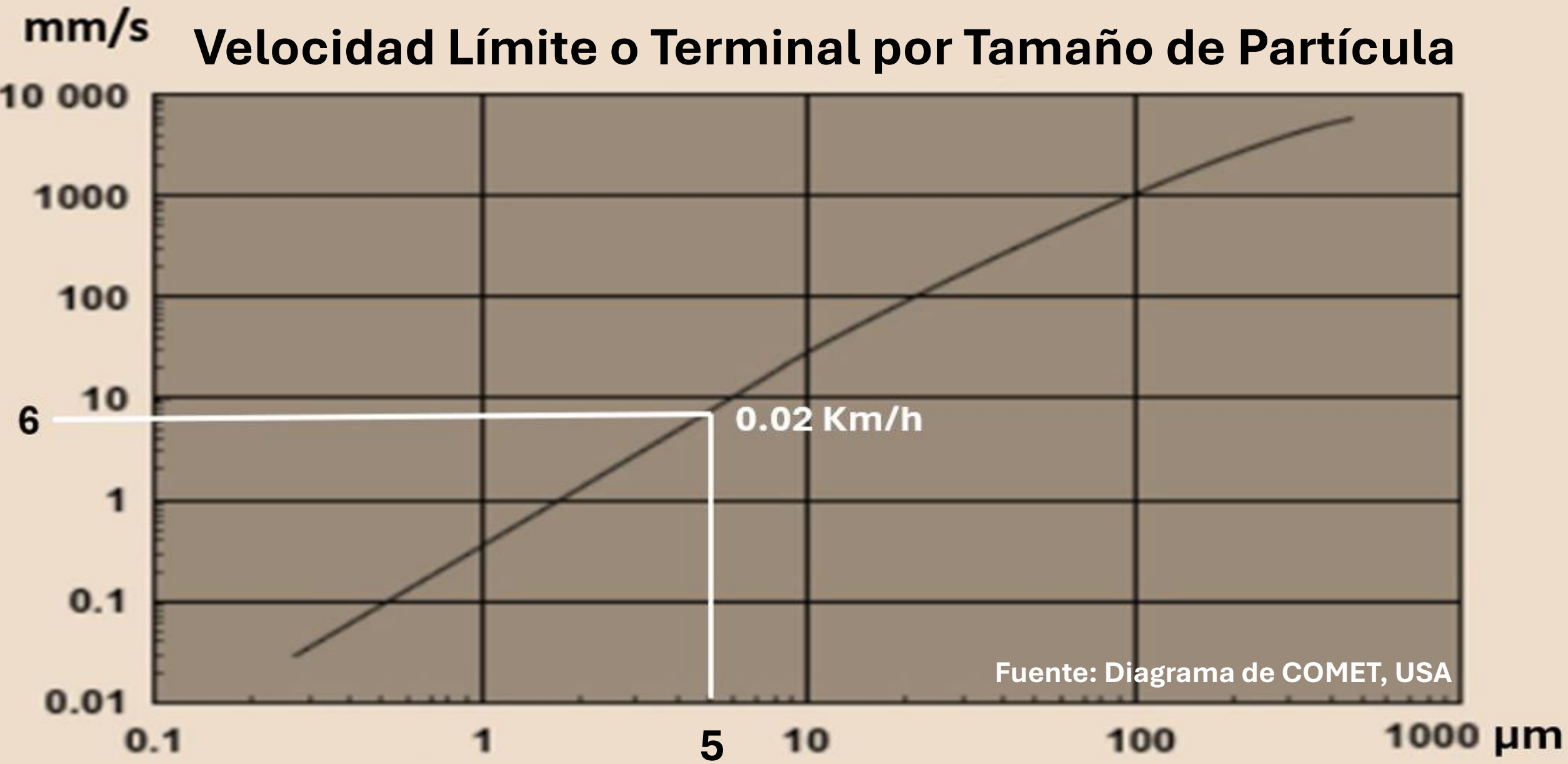
**La Sílice Cristalina Respirable** (sílice) es la fracción respirable, PM5 (menos de 5  $\mu\text{m}$ ), de sílice cristalina,  $\text{SiO}_2$ , el elemento más abundante en la naturaleza.

**Ambiente Silicógeno** es aquel que tiene el 1% o más de sílice. Las personas expuestas a este ambiente pueden adquirir silicosis en pocas semanas o en años, dependiendo de la concentración.

**La silicosis** es una enfermedad fibrótica-pulmonar de carácter irreversible y progresiva, considerada enfermedad profesional incapacitante, que demora años en ser detectada.

**1. PARA ERRADICAR LA SILICOSIS ES NECESARIO DISMINUIR EL PM5**

# Velocidad Límite o Terminal por Tamaño de Partícula



**2. EL PM5 NO SEDIMENTA, SE LIBERA EN EL PROCESO**

# Fuentes Liberadoras y Emisoras de Sílice en Minería Rajo Abierto

**PERFORACIÓN  
Y TRONADURA**

**CHANCADO  
PRIMARIO**

**CHANCADO PEBBLES O CHANCADO  
SECUNDARIO Y Terciario**

**MOLIENDA**

**REMOLIENDA**

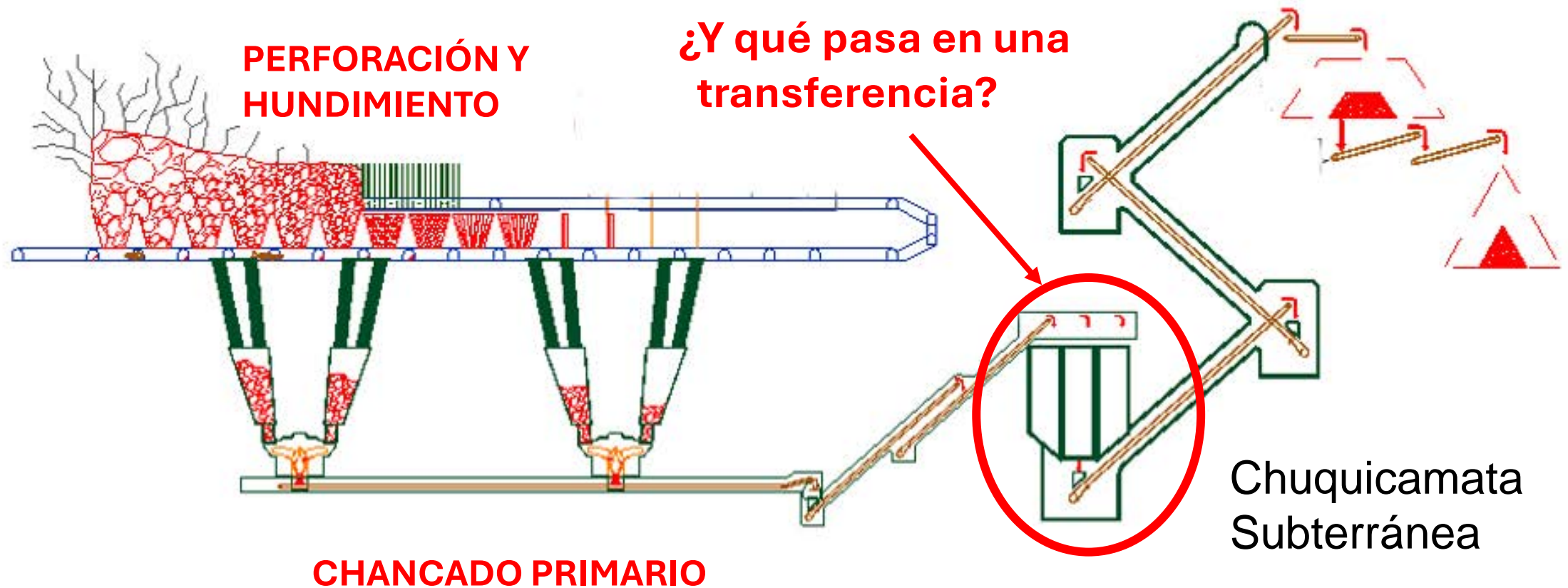
**3. EN MINERÍA EL PM5 SE LIBERA EN  
EL PROCESO DE CONMINUCIÓN**

**PROCESO MINERO  
PARA SULFUROS**





# Fuentes Liberadoras y Emisoras de Sílice en Minería Subterránea



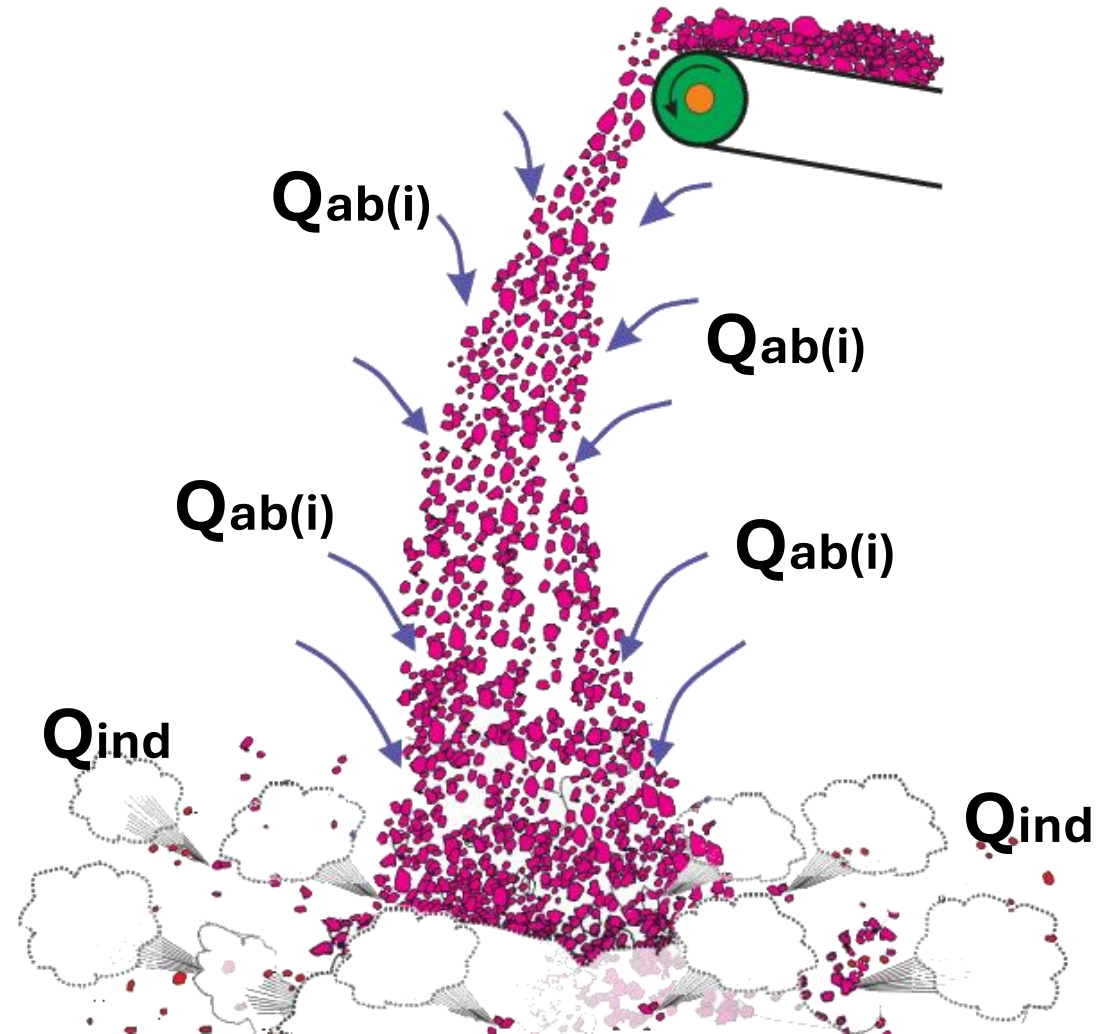
**4. EL PM5 ES TRANSPORTADO ATRAPADO EN EL MINERAL O ADHERIDO A COLPAS O AGLOMERADO**

# Aire Inducido – Concepto Físico

$$Q_{ind} = \sum Q_{ab(i)}$$

No existe ecuación para estimar el aire inducido sin confinamiento o con confinamiento amplio (tolvas o domos). Nosotros hemos desarrollado un modelo matemático que fue seleccionado por ASME como innovación para IMECE 2024.

Fuente: <https://event.asme.org/IMECE>



**5. EL AIRE INDUCIDO ESTÁ PRESENTE EN TODA TRANSFERENCIA**

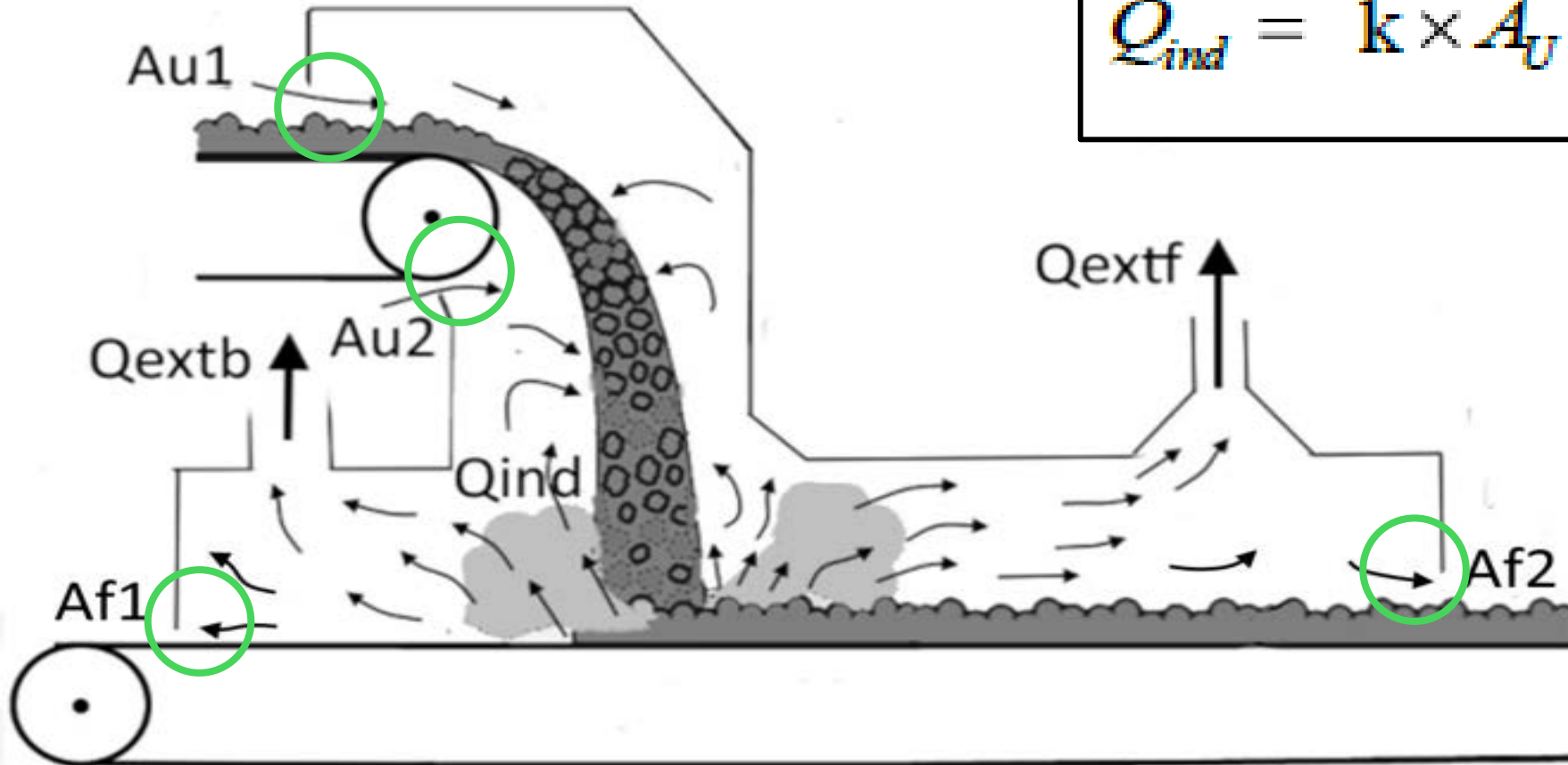
# Aire Inducido en una Transferencia y Control Pasivo

El control pasivo o confinamiento.

Fuente: [Tecnica para el control pasivo](#)

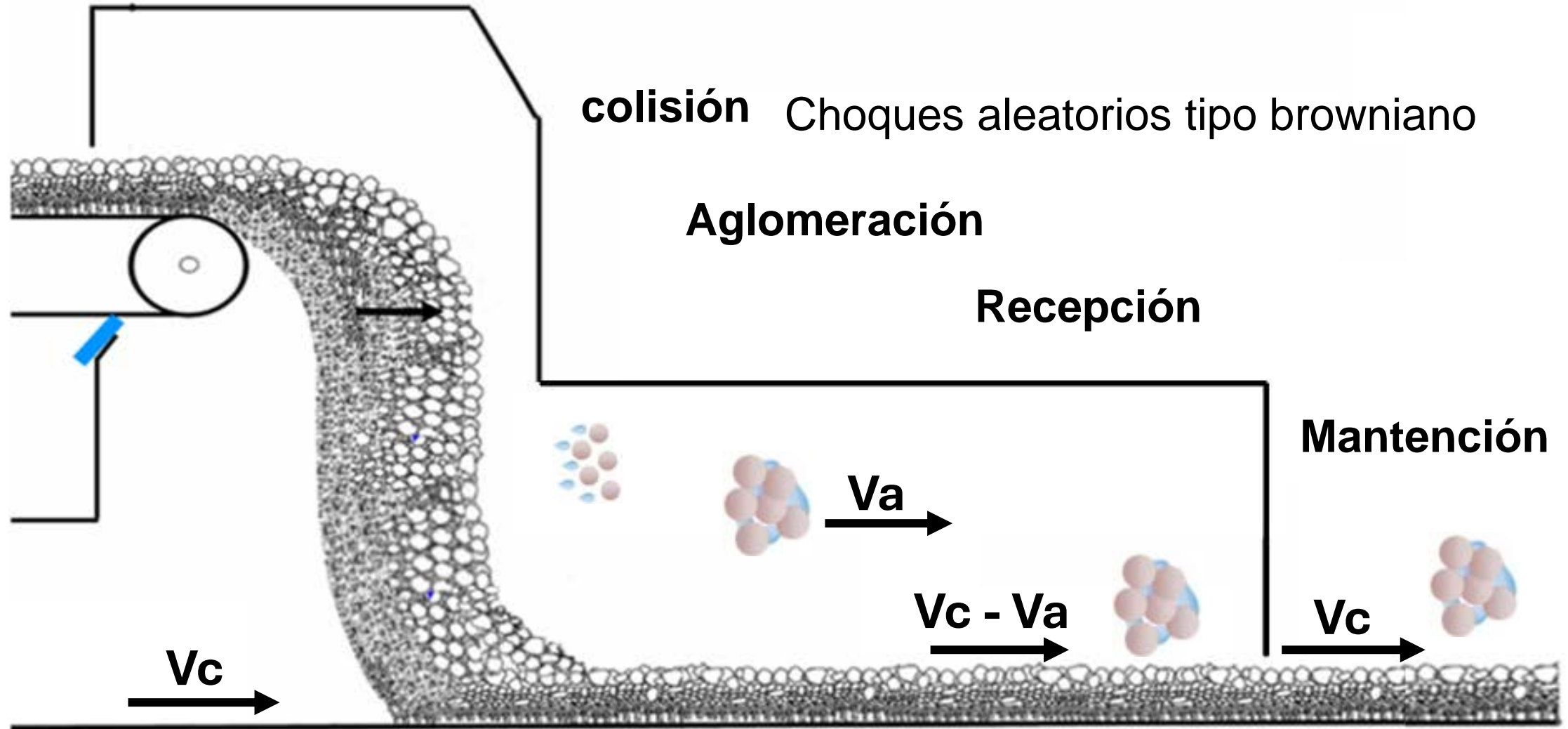
Ecuación del Dr. David Anderson

$$Q_{ind} = k \times A_v \sqrt[3]{\frac{RS^2}{D}}$$



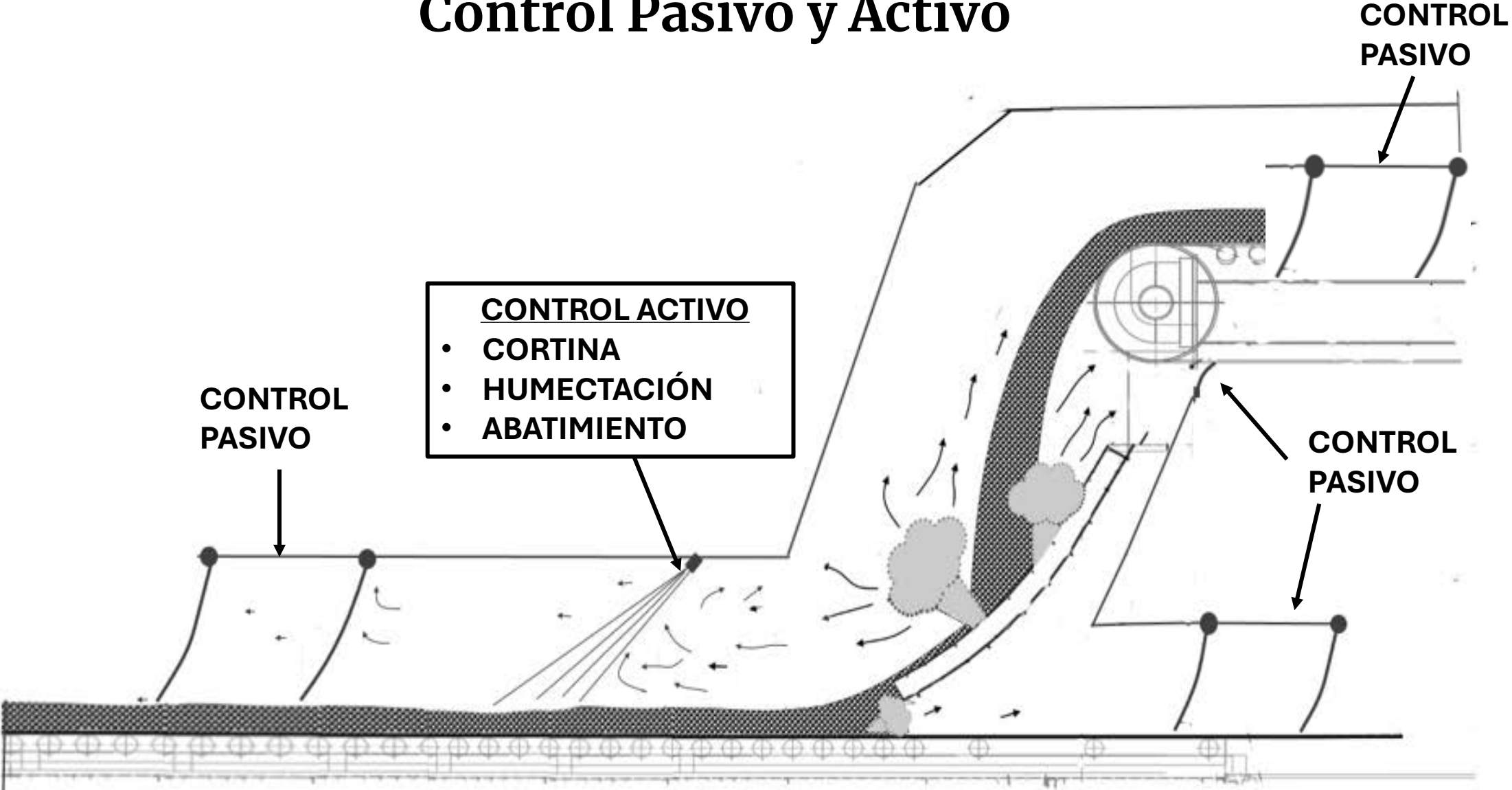
**6. EL CONTROL PASIVO DEBE ESTAR PRESENTE EN TODA TRANSFERENCIA**

# Abatimiento o Supresión



7. LA SUPRESIÓN POR SI SOLA ES INEFICIENTE

# Control Pasivo y Activo



**8. EL CONTROL PASIVO + ACTIVO ES EFICIENTE**

# Humectación Total

## Ventaja:

- **Poco polvo visible**

## Desventajas:

- **No disminuye el PM5 ni el PM10 ni la sílice**
- **Acumulación de polvo en el piso**
- **Perjudica la fluidez en el acopio**
- **Adherencia de material en componentes mecánicos y estructurales**

▪

<b>10. HUMECTACIÓN TOTAL NO SE RECOMIENDA</b>
---

**Humectación Total**  
**Más de 15 km de correas**  
**7 m/s y 11.000 t/h**



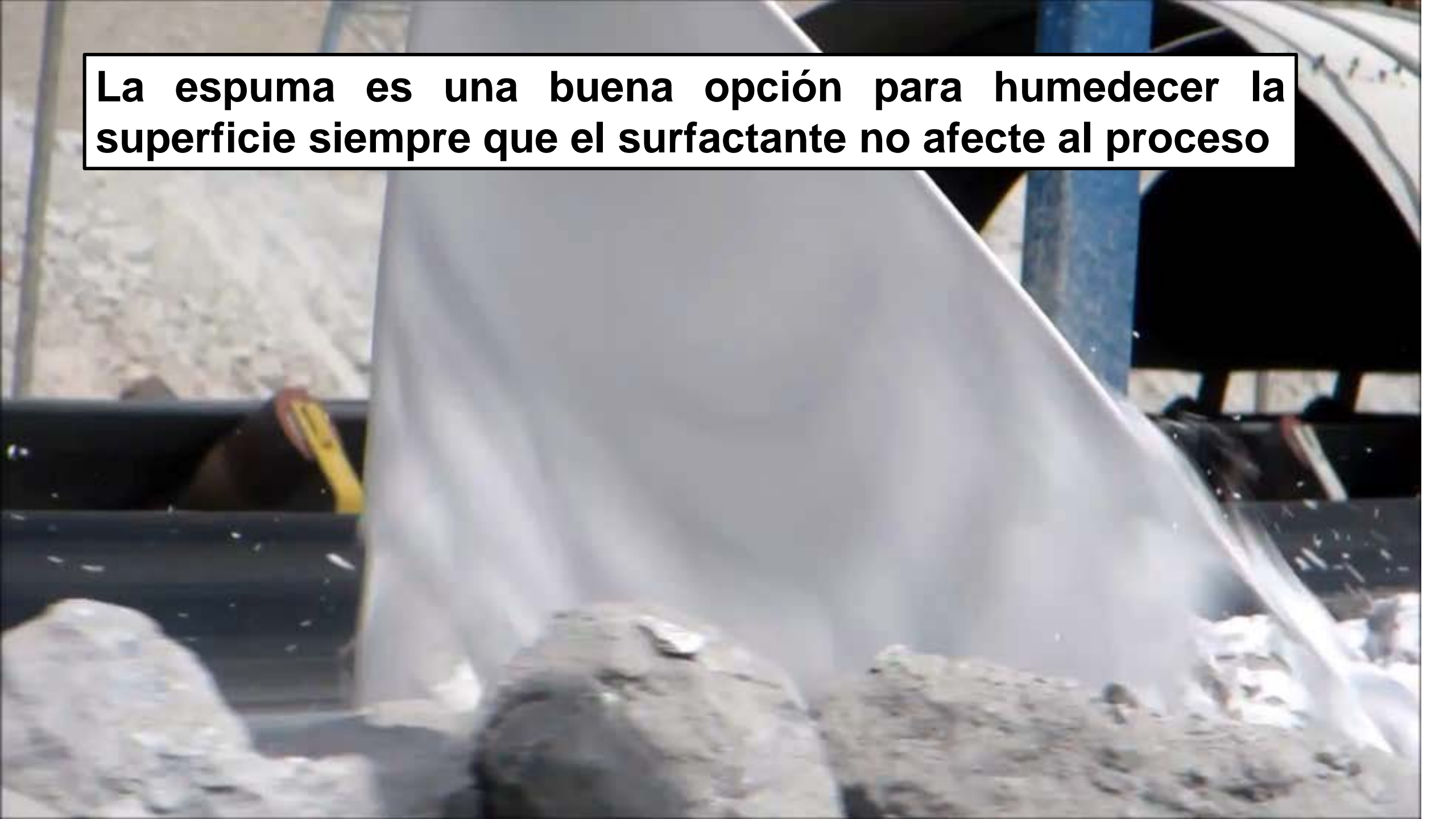
# Humectación Superficial o sólo de Colpas

- **Adhiere los finos superficiales, incluido el PM5, a las colpas**
- **Evita desprendimiento de partículas desde la superficie**
- **Mejora el control de polvo aguas abajo**
- **Disminuye la segregación en acopios**
- **Mejora la fluidez en pilas, tolvas y acopios**

**9. EN CORREAS TRANSPORTADORAS ES ABSOLUTAMENTE NECESARIO APLICAR HUMECTACIÓN SUPERFICIAL**



**La espuma es una buena opción para humedecer la superficie siempre que el surfactante no afecte al proceso**

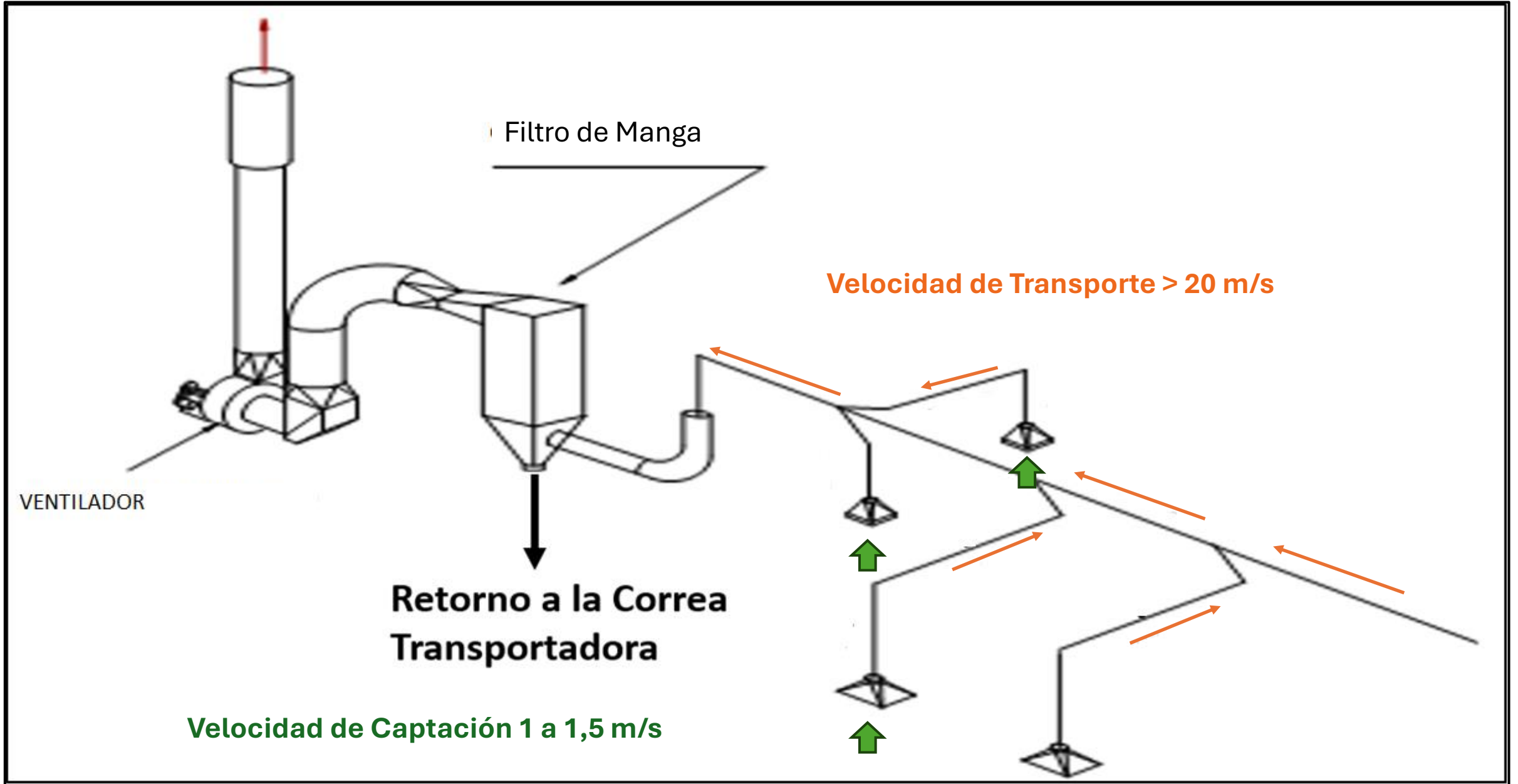


# **Segunda Parte**

## **Estado del Arte y Recomendación para Extracción Innovación para Eliminación Definitiva del PM10**

**Presenta: Gonzalo Bozo Nalli**

# Estado del Arte. Extracción Estándar a Alta Velocidad



# Falla o Colapso por Rotura de Codo



**¡Riesgo de colapso!** por alta velocidad

Photos by NIOSH

Proconm

# Falla o Colapso por Sedimentación de Finos

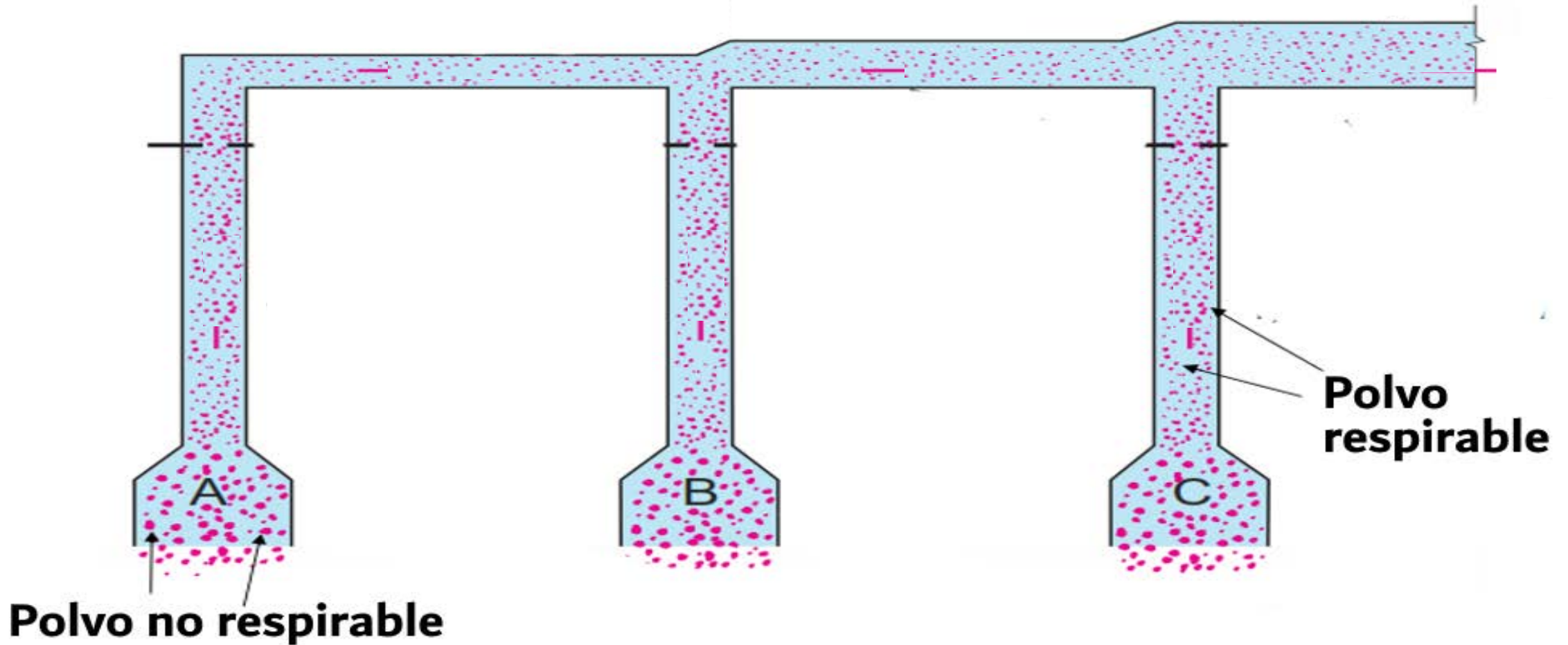


Foto de benchmarking. Minera Escondida



Foto de Donalson

# Sistema Modificado a Baja Velocidad (MLV)



Fuente: [Dust Control Handbook NIOSH](#)

Proconm

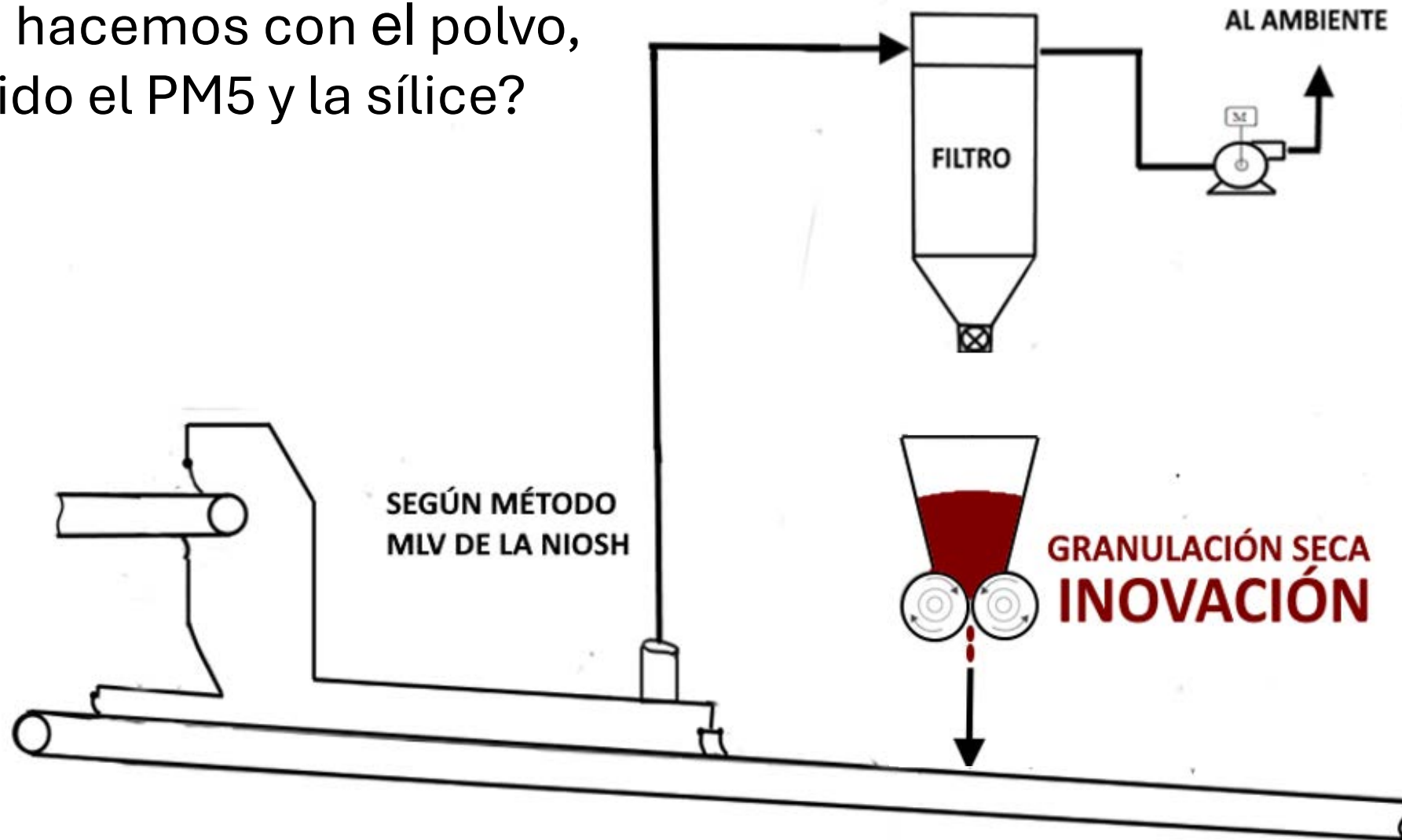
# Extracción y Transporte

## Ventajas Sistema Modificado a Baja Velocidad (MLV)

- Extrae menos polvo y partículas más pequeñas
- Elimina riesgo de colapso
- No desprende partículas adheridas a colpas durante la captación
- Consume menos energía

# Retorno

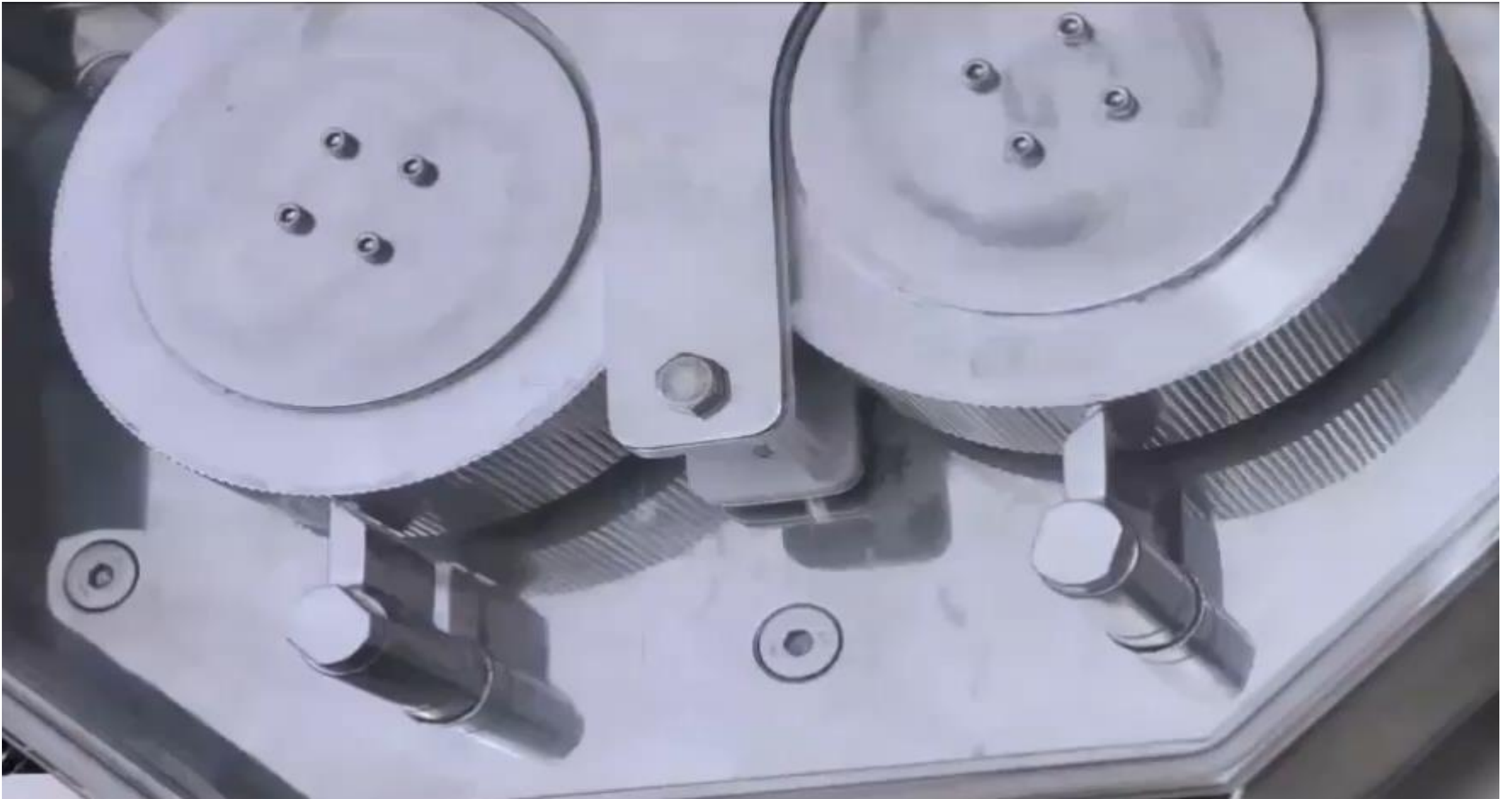
¿Qué hacemos con el polvo, incluido el PM5 y la sílice?



Fuente: Granulación de MP10 = Calidad de Vida

Proconm





Fuente:Yenchen Machinery

Proconm

# Aplicaciones de la granulación en otras áreas



Polvo EAF (Acero)



Alimentos



Fármacos



Fertilizantes

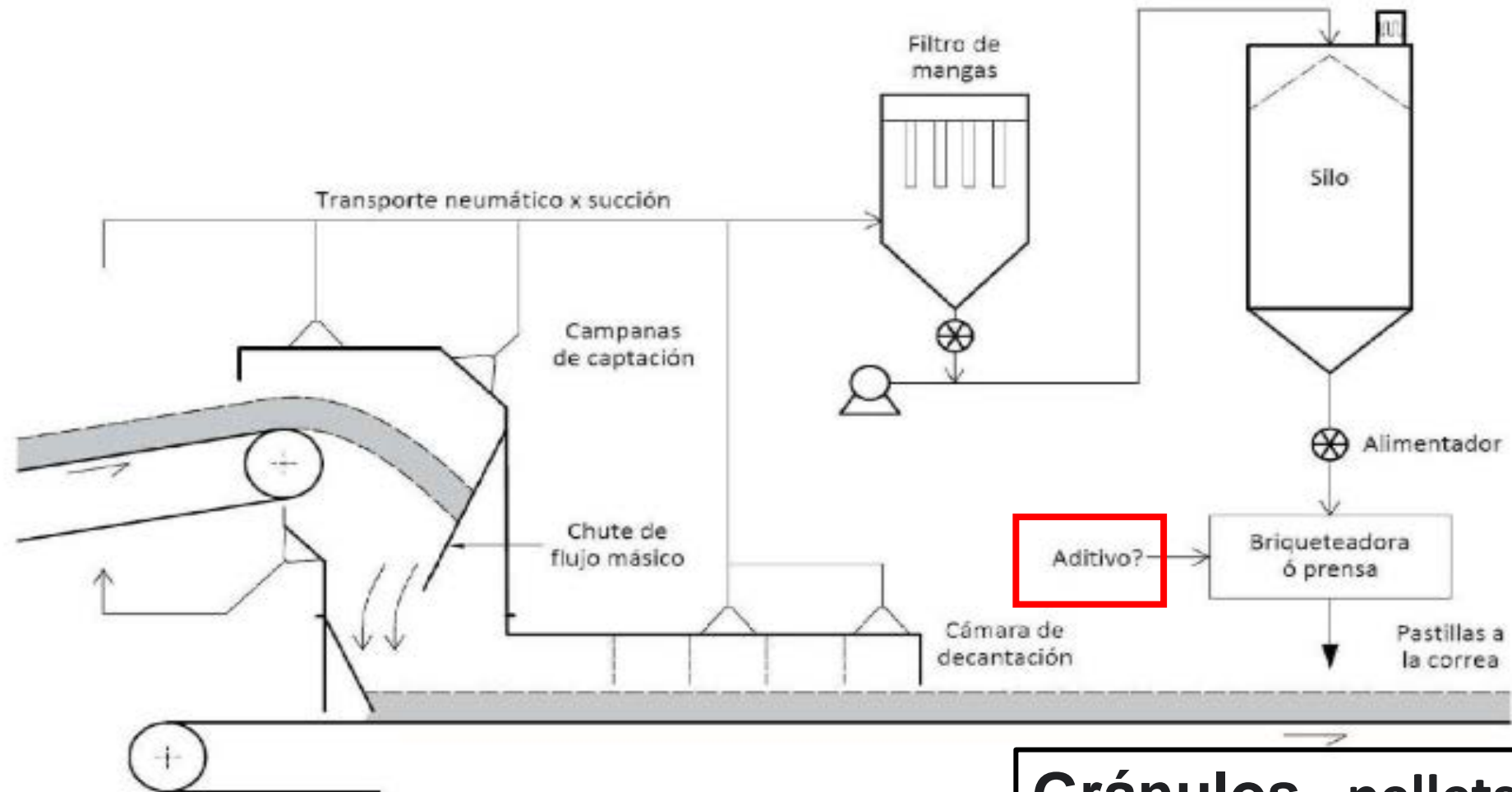


Escoria granulada



Briquetas de carbón

# Alternativa de Jenike and Johanson: Francisco Cabrejos



**Gránulos, pellets o pastillas compactas**

# J&J Incluye pruebas de laboratorio

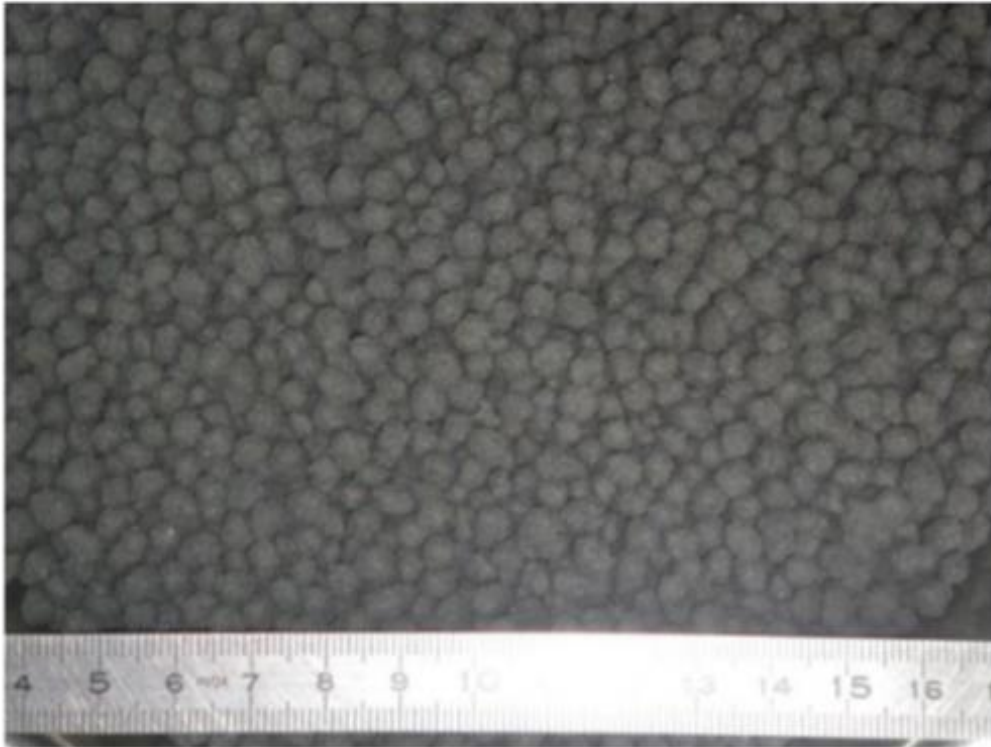


**Equipo para fabricar pastillas compactas**

**Pastillas compactas y polvo de entrada**



# Estudio de laboratorio realizado por el IAM



**Gránulos finos**



**Gránulos gruesos**

Fuente: Technical and economic aspects of granulation of coal (International Coal Preparation Congress XVIII )

“Cuando la única herramienta que se posee es un martillo, cada problema empieza a parecerse a un clavo.”

Abraham Maslow





¡Muito Obrigado!

<https://proconm.com>



**S I V M**  
SIMPÓSIO INTERNACIONAL  
DE VENTILAÇÃO DE MINAS



Procc