

WEBINAR RELAVES

Desagüe y opciones para reforzar los relaves

A presentarse en dos fechas:

27 - 28 de Agosto / 03 - 04 de Septiembre

Con el gentil auspicio de:



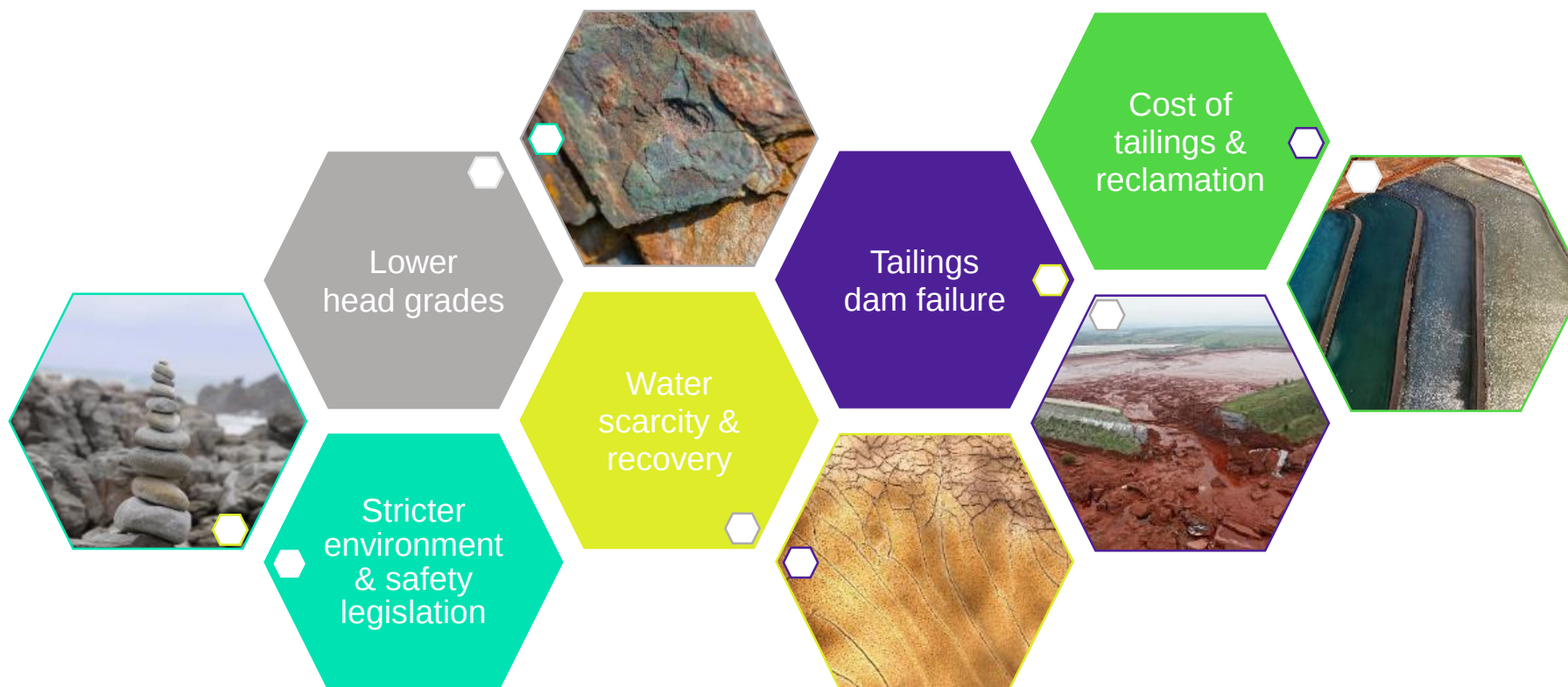
Metso:Outotec

Empírica[®]



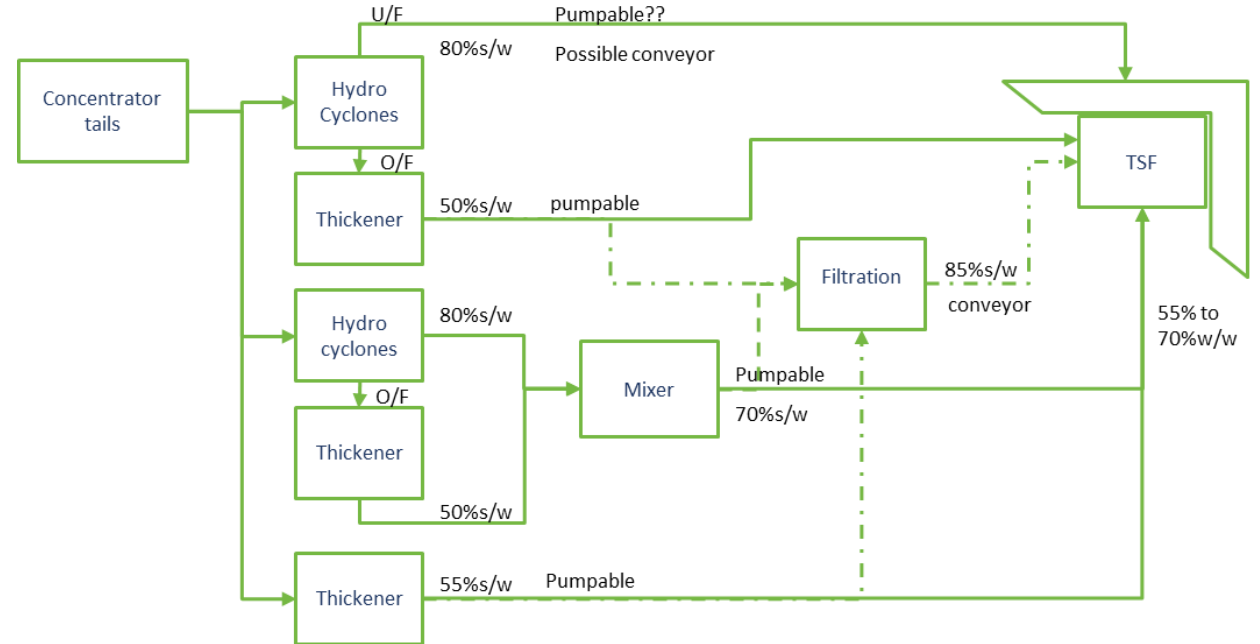
La industria minera está en la encrucijada

Desafíos clave



Relaves

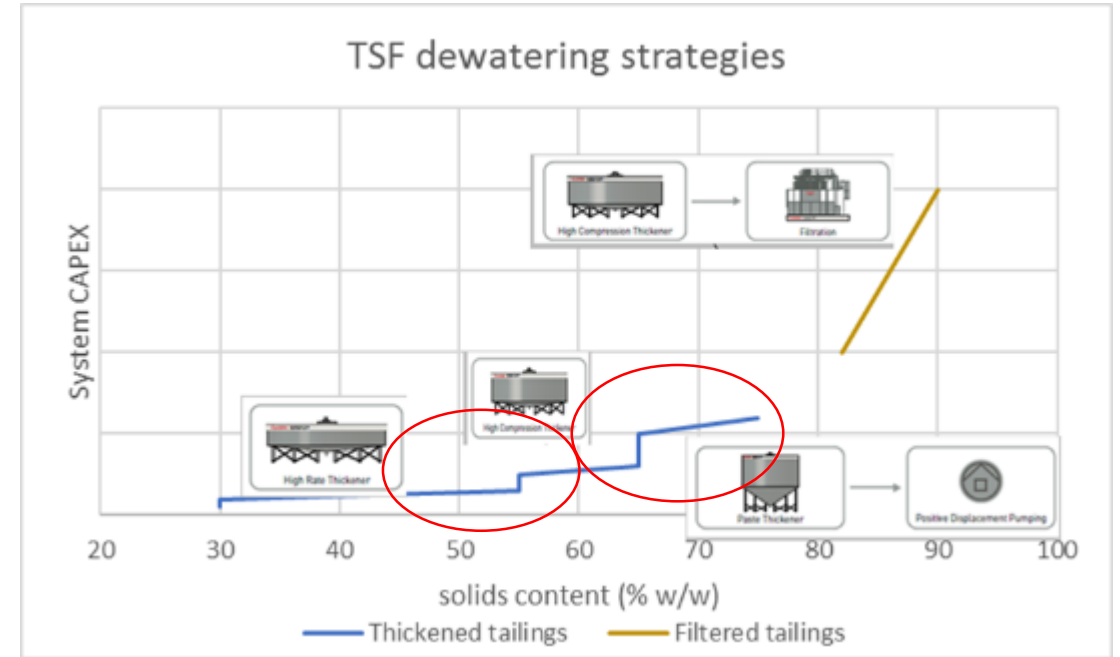
- Los tranques de relaves vienen en múltiples formas y estructuras.
- Son esenciales para que la mina procese el mineral
- El costo de los tranques es alto, aunque se incurre en este durante la vida útil de la mina y la mayoría de los costos se difieren para más adelante en la vida útil del tranque.
- La mayoría de los sistemas de relave han sido diseñados para maximizar los costos de las presas de relave al comienzo de la vida útil de la mina en función de la tecnología disponible en ese momento
- El apilamiento en seco es posible, pero la necesidad debe coincidir con el aumento del costo



Relaves Espesados

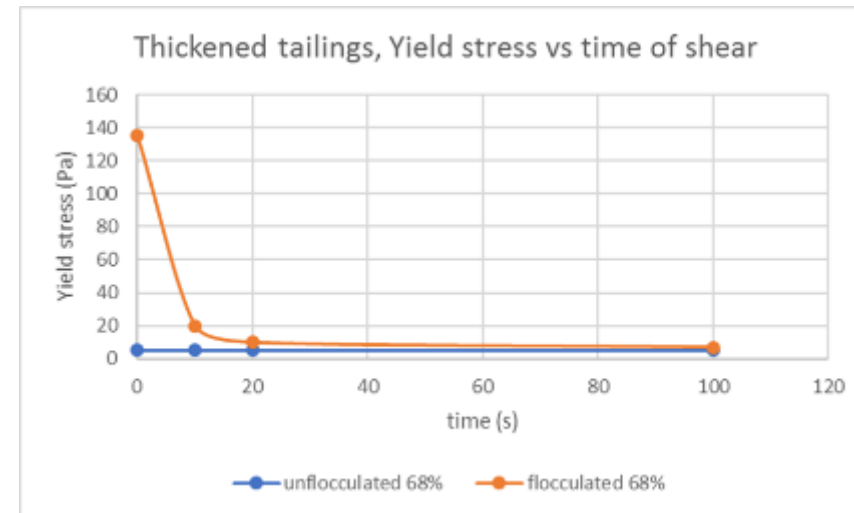
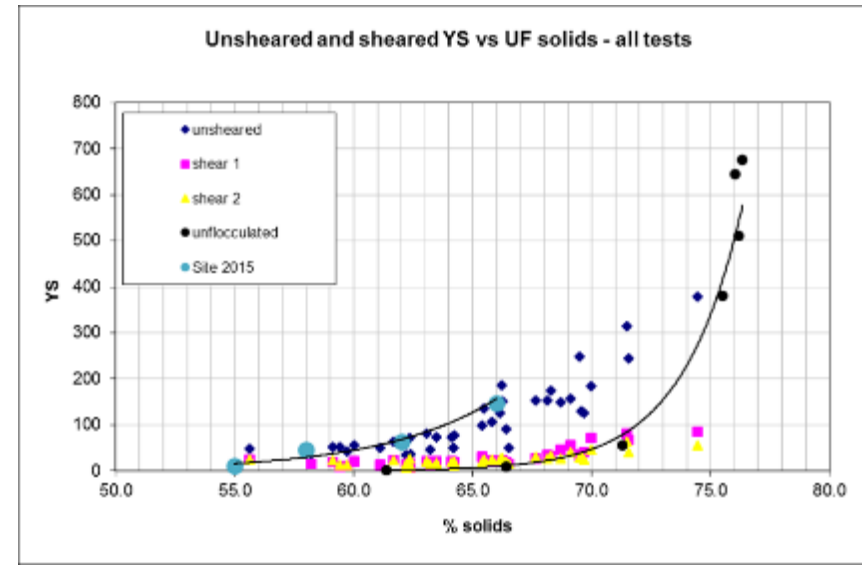
- La separación en el espesador ahorra energía en la recuperación de agua y limita las pérdidas por evaporación
- Las densidades del flujo inferior más altas deben coincidir con el sistema completo
- Existen ahorros potenciales en el consumo de floculantes al mejorar el diseño de alimentación o utilizar sistemas de control más avanzados
- Espesadores de alta compresión puede ser capaz de hacer una mejora significativa en la densidad del flujo inferior
- El aumento de la densidad del flujo inferior mejora la recuperación de agua, el ángulo de la playa del tranque de relaves, la densidad de sedimentación y la extensión de la vida útil del tranque de relave
- Hacer un cambio radical en la densidad de flujo inferior puede requerir cambios significativos en la estrategia de operación del tranque y el bombeo

•
Metso:Outotec



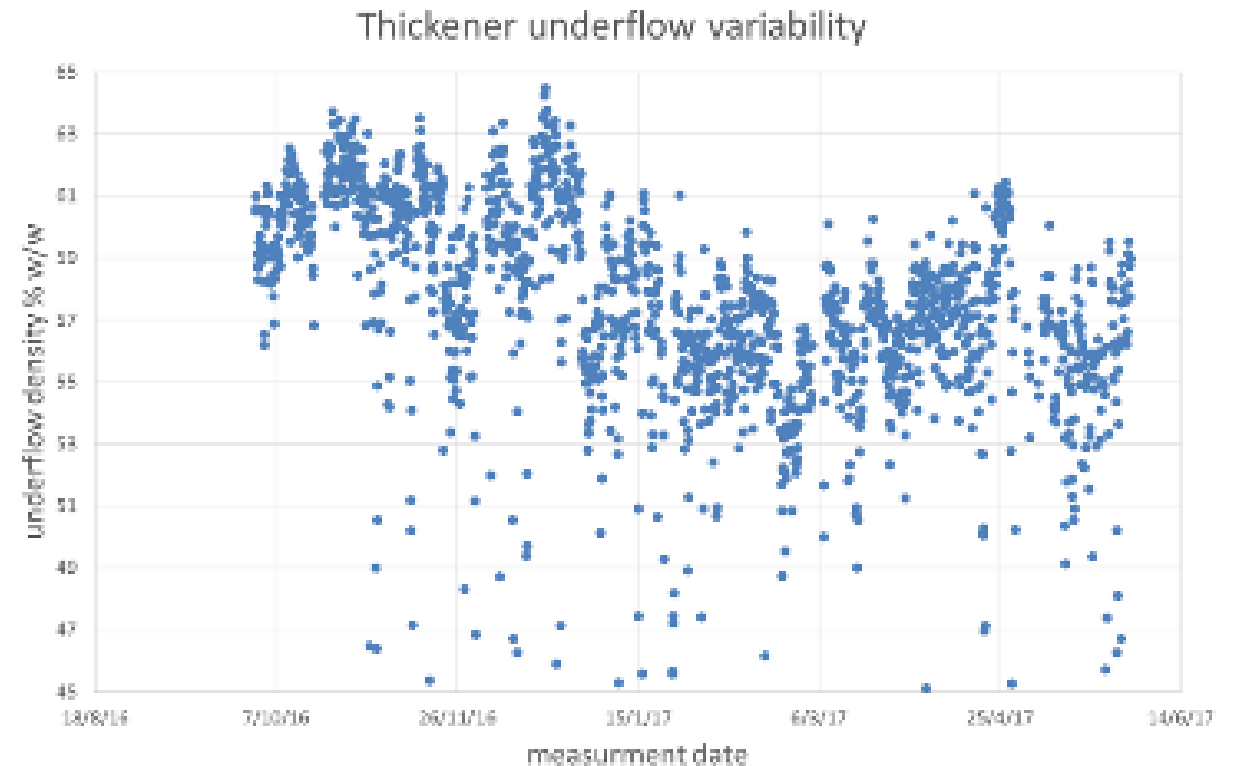
Yield Stress

- El yield stress alto es bueno para la deposición de relaves
- En espesadores y en el transporte de pulpa, el yield stress alto incrementa significativamente el costo de los equipos debido al alto torque de la rastra y las pérdidas de presión en las tuberías
- La cizalladura en el transporte erosiona las ventajas y el yield stress en la depositación puede ser una fracción de lo logrado en la deshidratación
- En el tranque de relaves, el yield stress induce una resistencia al flujo, disminuyendo la energía del flujo de la pulpa y es un factor importante en la determinación del ángulo de la playa.



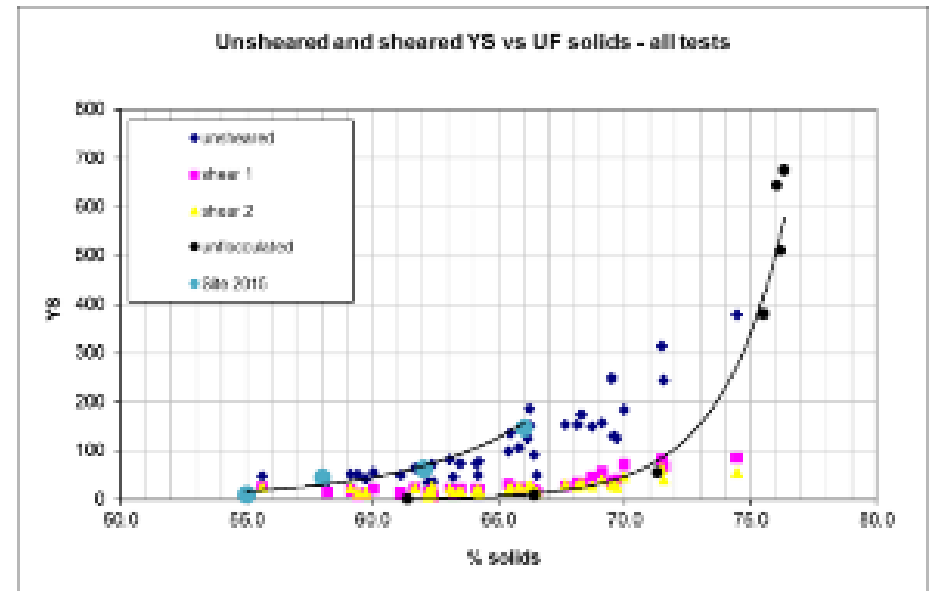
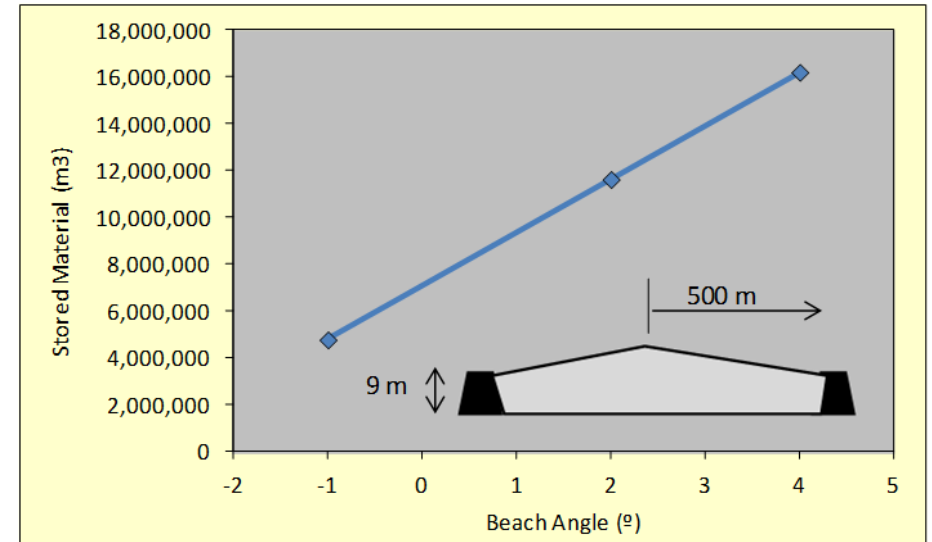
Resultados del proceso inferiores a los esperados

- Muchos sitios experimentan densidades inferiores a las planificadas, las razones son variables:
 - Mineralogía
 - Tecnología
 - Operaciones
- Pero necesitamos soluciones sólidas para garantizar buenos resultados todo el tiempo
- Muchas instalaciones no logran alcanzar consistentemente su rendimiento de diseño en el tranque de relaves, lo que resulta en recuperaciones de agua más bajas y laderas de playas cóncavas
- Si bien los síntomas pueden ser invisibles en un tranque de relaves convencional, las consecuencias pueden ser costosas o peligrosas en una depositación en pasta



Pasta de alta densidad

- Inicialmente impulsado por objetivos de recuperación de agua, las ventajas de la deposición de relaves de alta densidad están ganando importancia como metodología para proporcionar una deposición más segura que los relaves espesados convencionalmente.
- Los espesadores de pasta pueden lograr altas densidades de sólidos con un YS muy alto
- La pulpa de un espesador de pasta en el límite de sedimentación tiene un YS muy alto
- Tecnología actual limita a unos 50m de diámetro y 400Pa YS
- El adelgazamiento por cizallamiento en el transporte reduce significativamente el YS en la deposición
- No se puede lograr una pasta con alto YS al final de la tubería espesando en todas las aplicaciones



Planta de pasta Yara Siilinjärvi - Resultados operacionales

Durante el primer año de operación

- Contenido de sólidos del flujo inferior 66-68%
- Variación del control MPC 0.85% (+/-20kg/m³)
- Pendiente media de la playa, 3.5° (6.1%)

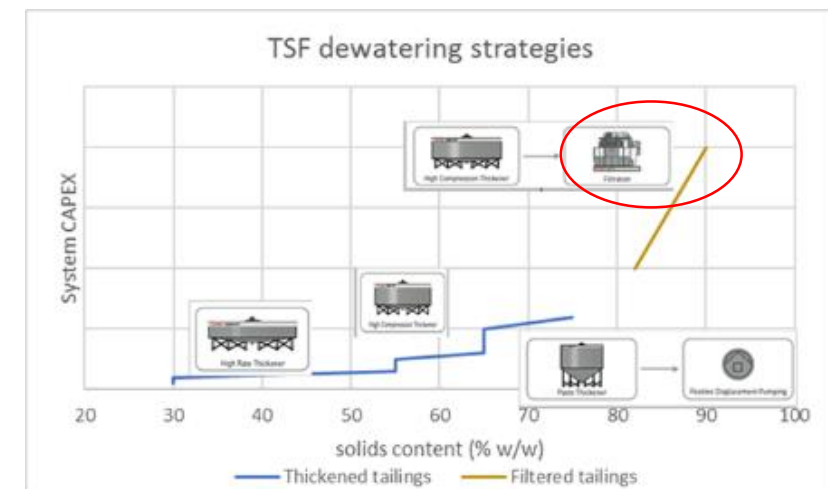
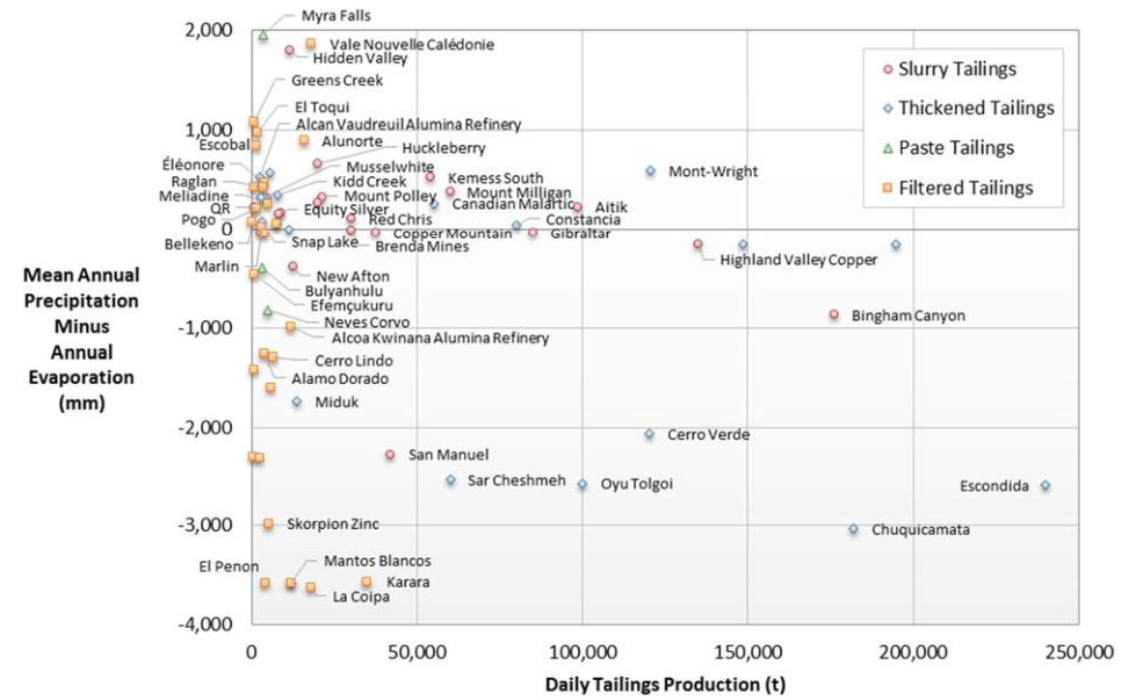
⇒ Extiende la vida útil del actual tranque de relaves en 15 años, de 2020 a 2035

- Disponibilidad de la planta sobre 97%
- Comisionamiento del control en mayo 2017, uso del control general es sobre 92 %
 - Más fácil de operar
 - Proceso más estable
- En la actualidad, la planta ya funciona remotamente y sólo los controles diarios de rutina son realizados por el operador.



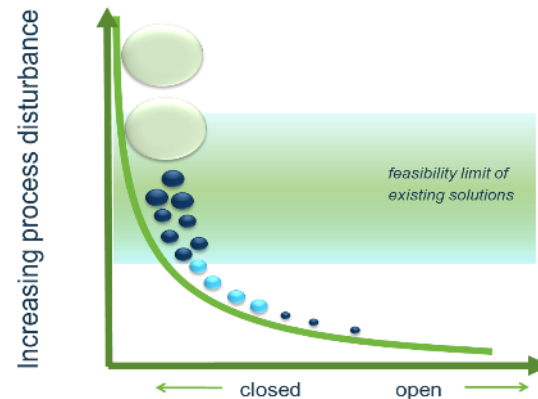
Relaves de apilado seco

- Múltiples referencias, algunas con 20 años de experiencia
- Generalmente en plantas de menor capacidad donde el apilamiento seco era una necesidad
- La disponibilidad de agua no es el factor principal con múltiples sitios en áreas de alta precipitación
- Se percibe que los costos son más altos que los relaves espesados
- Factores de riesgo, costos de cierre y vida útil de la mina reducen significativamente la diferencia
- El apilado seco es una alternativa para el nuevo sitio
- ¿Podemos hacer la transición de los sitios existentes?



Pila seca

- El rendimiento requerido para la planta de filtración de grandes relaves se rige por las propiedades geotécnicas de la torta y la eliminación máxima de agua generalmente no es el punto de diseño óptimo
- Al considerar el apilamiento en seco de relaves surgen algunos problemas que normalmente no se consideran en la eliminación de relaves.
 - Propiedades de compactación y resistencia de la pila seca
 - Propiedades de manejo de materiales durante la transferencia de material seco
 - Recuperación de agua v/s estabilidad de la pila
- Impacto de la calidad del agua derivada del aumento del reciclaje
 - concentración de sales y productos químicos utilizados en el procesamiento de plantas
 - alteraciones del proceso
 - sistema de tratamiento de agua



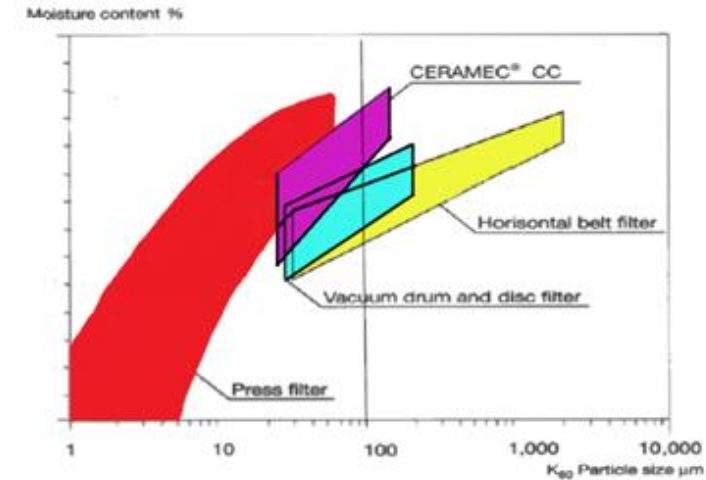
Filtrado

- ¿Por qué elegir filtrado y qué tipo?
- La acumulación de humedad es el principal impulsor del proceso → Determina la tecnología de filtrado
- Se debe abordar la variabilidad del mineral
- Planificación de minas y relaves
 - Son interactivos
 - Los tipos de minería deben coincidir con
 - Producción de Relaves
 - Filtrabilidad de relaves
 - Disponibilidad y ubicación de rocas residuales
 - Concepto de vida de la mina
 - La torta de destino debe estar insaturada



Filtrabilidad

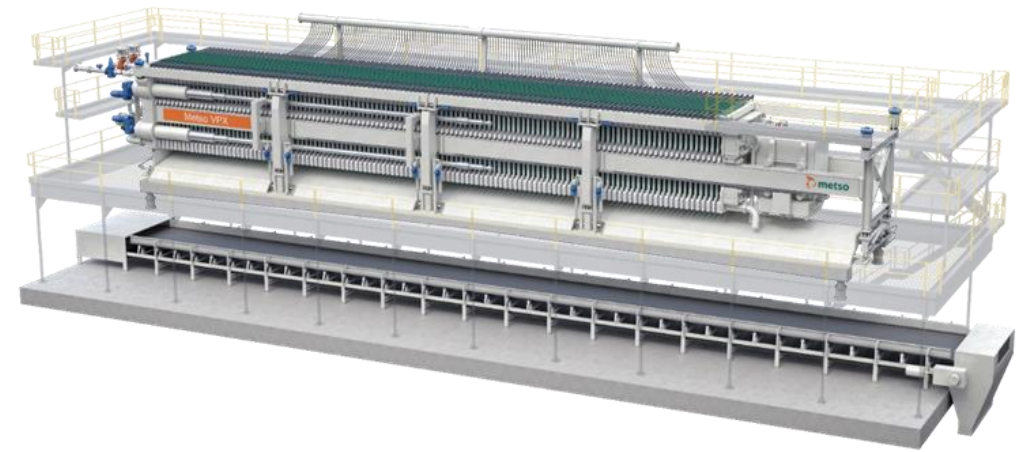
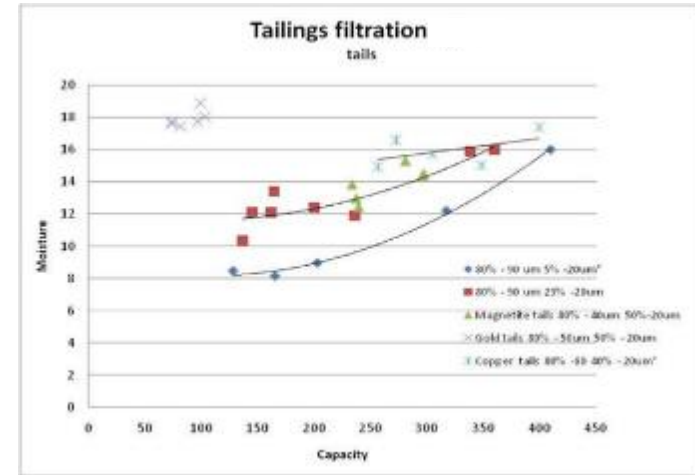
- Algunos residuos se filtran fácilmente a una torta seca manejable
- Algunos no, cuando el material es fino, tiene arcillas u orgánicos, puede que no sea práctico deshidratar hasta obtener la humedad de apilamiento óptima
- Los filtros Ceramec son un candidato fiable para escala de operación >200kt/d con material más fácil, tecnología actual de 240m² podría ser escalada a 2x or 4x
- OPEX más bajo y diseño compacto de la planta



Desagüe y opciones para reforzar los relaves

Filtración a presión

- Posiblemente no es la tecnología más popular, pero hará el trabajo todos los días independientemente de los cambios de mineral o alteraciones del proceso
- Cuando se requieren relaves apilables secos, la tecnología debe pasar de la sedimentación a la filtración.
- Si hay una gran porción de arcillas o el tamaño de partícula es fino, la filtrabilidad disminuye y la filtración al vacío no puede lograr resultados aceptables,
- La única alternativa posible es la filtración a presión (presión de membrana hasta 25Bar)
- El ritmo de desarrollo está creciendo y el tamaño de los filtros de presión disponibles está aumentando.
- Recientemente, varias plantas han instalado grandes filtros de presión de apertura rápida en la deshidratación de relaves.



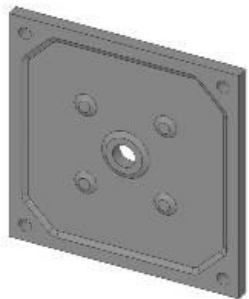
Cómo lograr filtrado a gran escala

- Plantas con varios filtros permiten optimizar el manejo de materiales
- La demandante operación y mantenimiento, y la logística de piezas consumibles es esencial
- La variabilidad del mineral cambia rápidamente el rendimiento de una planta
- Almacenamiento temporal para gestionar las alteraciones del proceso
- Más importante que cualquiera de los desempeños del proceso, es la seguridad, la fiabilidad del sistema, la operatividad y la mantenibilidad.



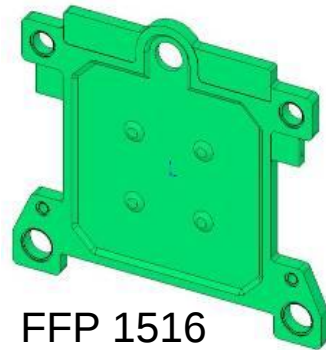
Componentes principales

- El diseño de placas mixtas con características patentadas es fiable y escalable
- Los tamaños extra grandes crean desafíos para la fabricación y el transporte, pero no son una limitante
- La estructura de la cámara de una sola pieza está probada y es confiable, con cientos de miles de ciclos completados, la estructura es segura y confiable. El diseño robusto es escalable
- Los sistemas de control son avanzados y confiables

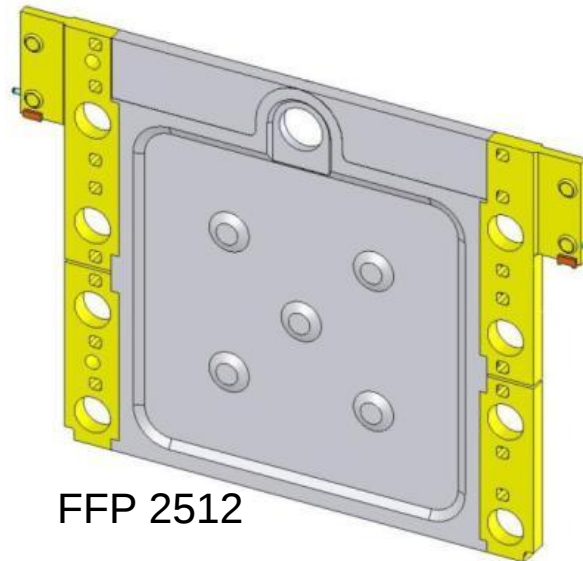


MFP 1516

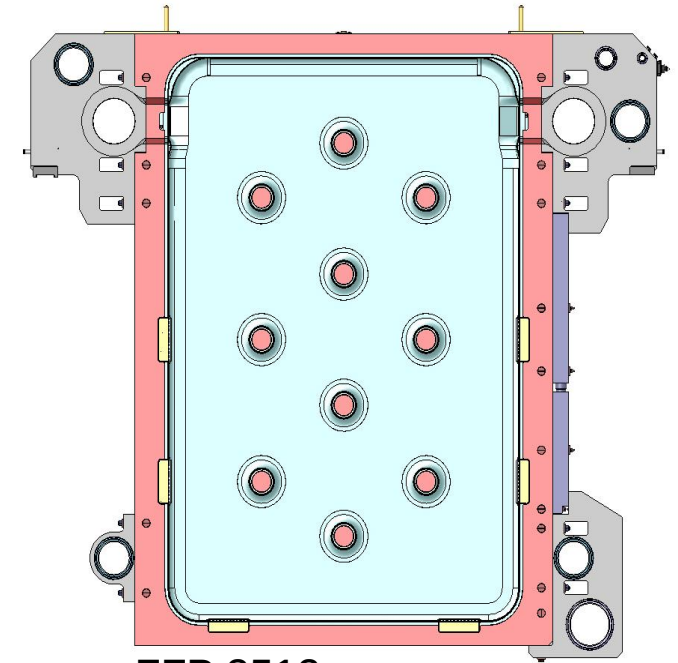
Industry standard



FFP 1516



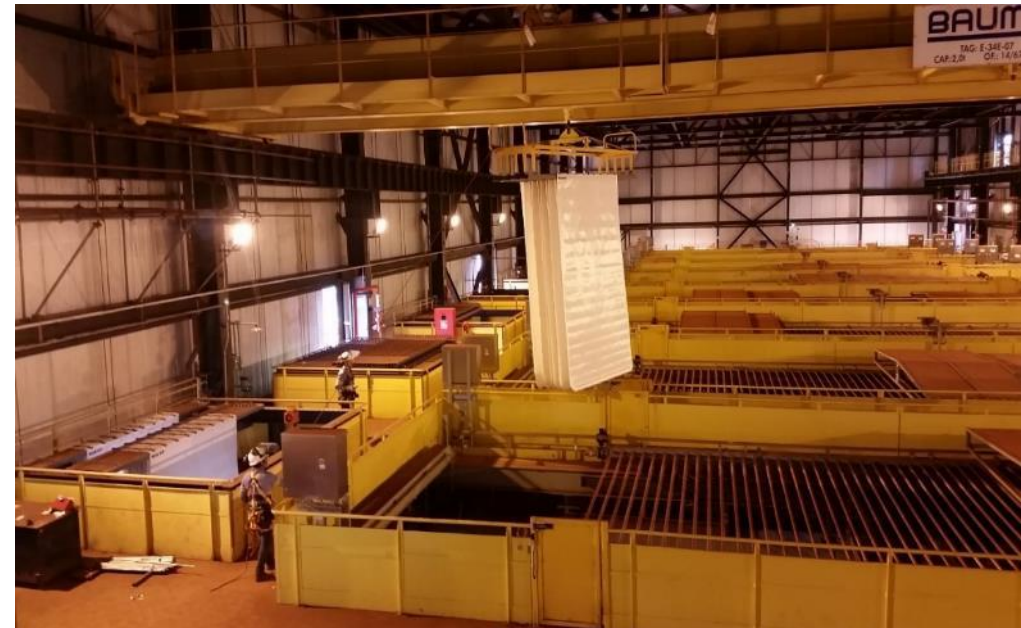
FFP 2512



FFP 3512

Seguridad de la planta: reemplazo de la tela filtrante

- Telas filtrantes no unidas a la placa – El mantenimiento y la logística son esenciales para una planta a gran escala
 - La tela filtrante no tiene agujeros para alimentación o filtrado y salidas de aire
 - Herramienta de intercambio de telas que puede levantar cinco pares de telas (10 telas) al mismo tiempo para acelerar el mantenimiento de esta.
- Sistemas de manejo para el cambio de las telas de forma segura, rápida y eficiente, incorporando puente grúas, almacenamiento de repuestos, estaciones de tendido y reparación
- La naturaleza repetitiva se presta para la automatización del sistema



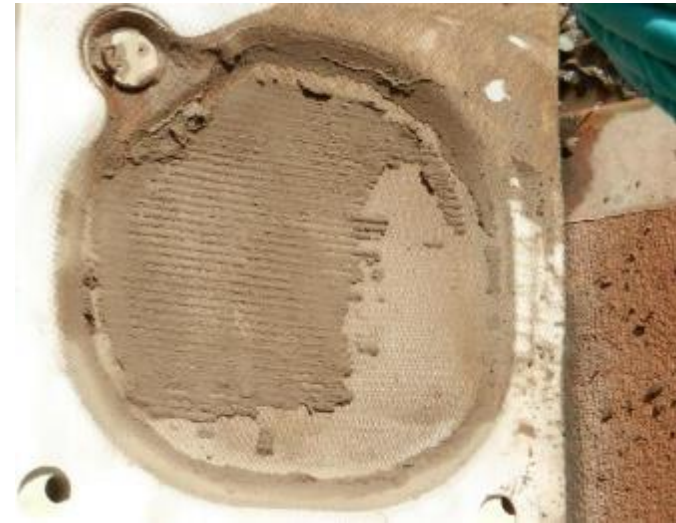
Selección y desempeño de telas

Selección de telas

Principal item consumible

- La evaluación piloto no es eficaz y es necesario realizar ensayos completos en planta con un buen control para evaluar y desarrollar telas
- Mercado competitivo con múltiples fabricantes de telas
- 3000 a 5000 ciclos es una buena vida útil
- La calidad del filtrado no suele ser crítica en la aplicación de relaves

Para realizar un cambio escalonado en OPEX se requiere un medio diferente

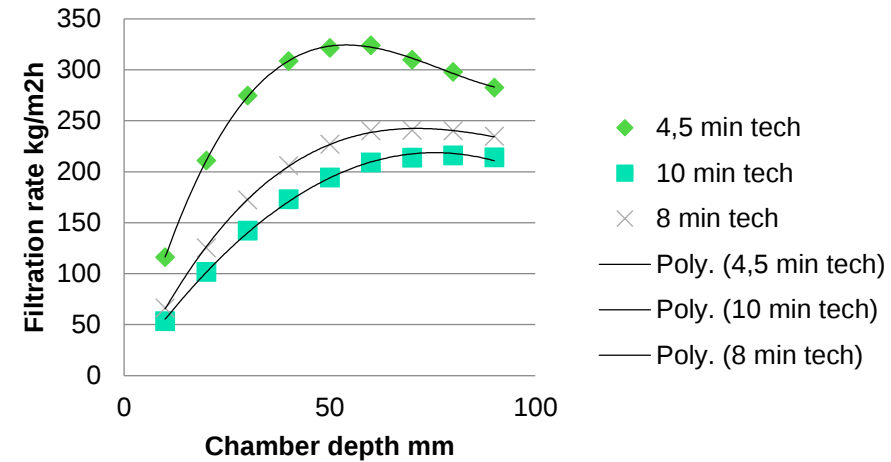


Tiempo de ciclo más rápido, cámaras más profundas, filtro más grande

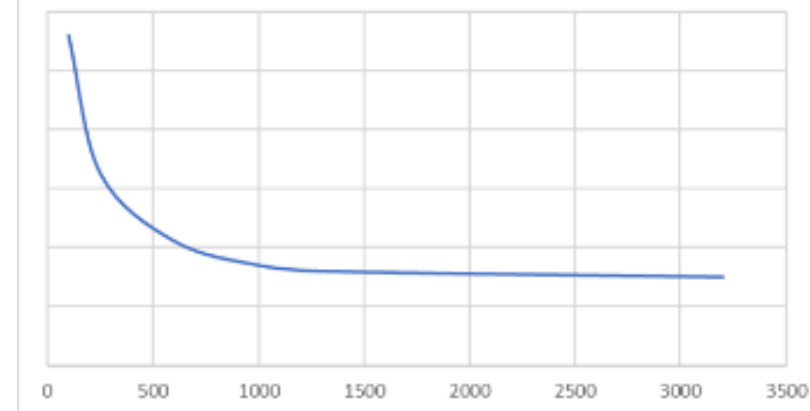
Solo son posibles pequeñas mejoras

- Tiempo de ciclo más corto
- Disminuye la fiabilidad
- Aumenta el costo
- Reduce el espesor óptimo de la torta
- Posibilidades de mayor crecimiento
- Requerimiento de diseño
 - Transporte en contenedor
 - Minimizar cantidad de cámaras/telas
 - Componentes probados
 - Fácil cambio de tela
 - Diseño resistente a la abrasión

Capacity vs tech time



Area vs Filter price



Actividades de filtración en Karara

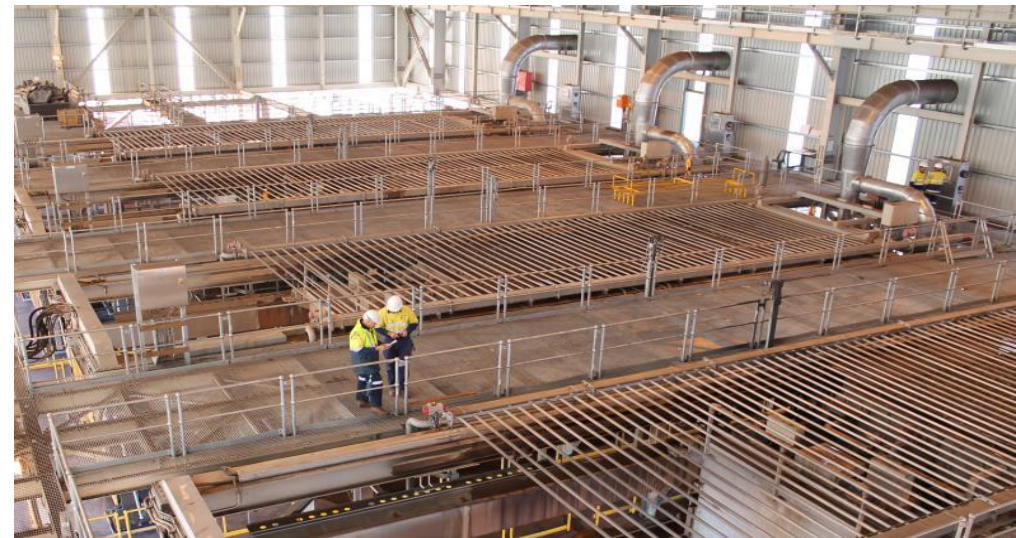
Concentrado de magnetita

- Filtros 4 filtros Outotec FFP 2512 60/60
- Producción 23 ktd d.s.
- Humedad 9 % w/w

Relaves

- Filtros 7 filtros Outotec FFP 2512 60/60
- Producción 21 ktd d.s
- Humedad 15 % w/w
- Sólidos sg 3.01 t/m³
- PSD p80 40 μ m
- Humedad definida para el apilamiento
- Apilamiento en seco seleccionado debido a la escasa disponibilidad de agua y requerimiento de licencia minera

Unidades FFP2512 de primera generación con área de filtración de 576m² cada una, el filtro de producción actual tiene una capacidad 2,5 veces mayor alcanzando 9kt/d por unidad

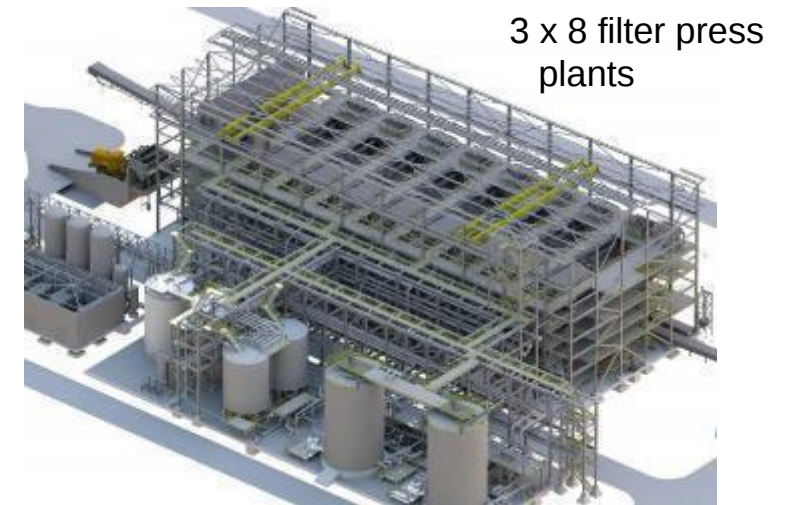


Filtración 200 kt/d con tecnología actual

Relaves

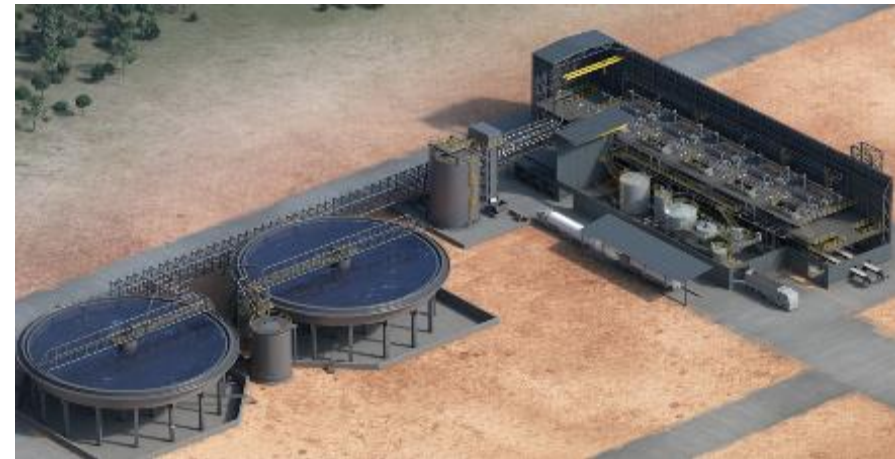
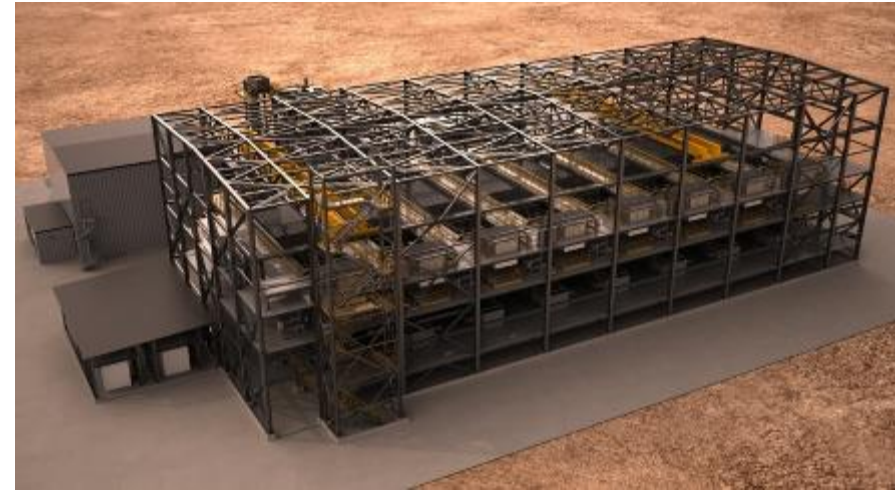
Filtros	24 pcs FFP 3512 98/98 filters
Producción	200 kt/d d.s
Humedad	15 - 18 % w/w
Sólidos sg	2.6 to 3.0 t/m3
PSD	p80 90 um

- Es posible 200 kt/d con la tecnología actual
- Es posible más grande, pero ¿existe demanda?
- La tecnología OPEX es impulsada por piezas de desgaste y energía



Conceptos de planta

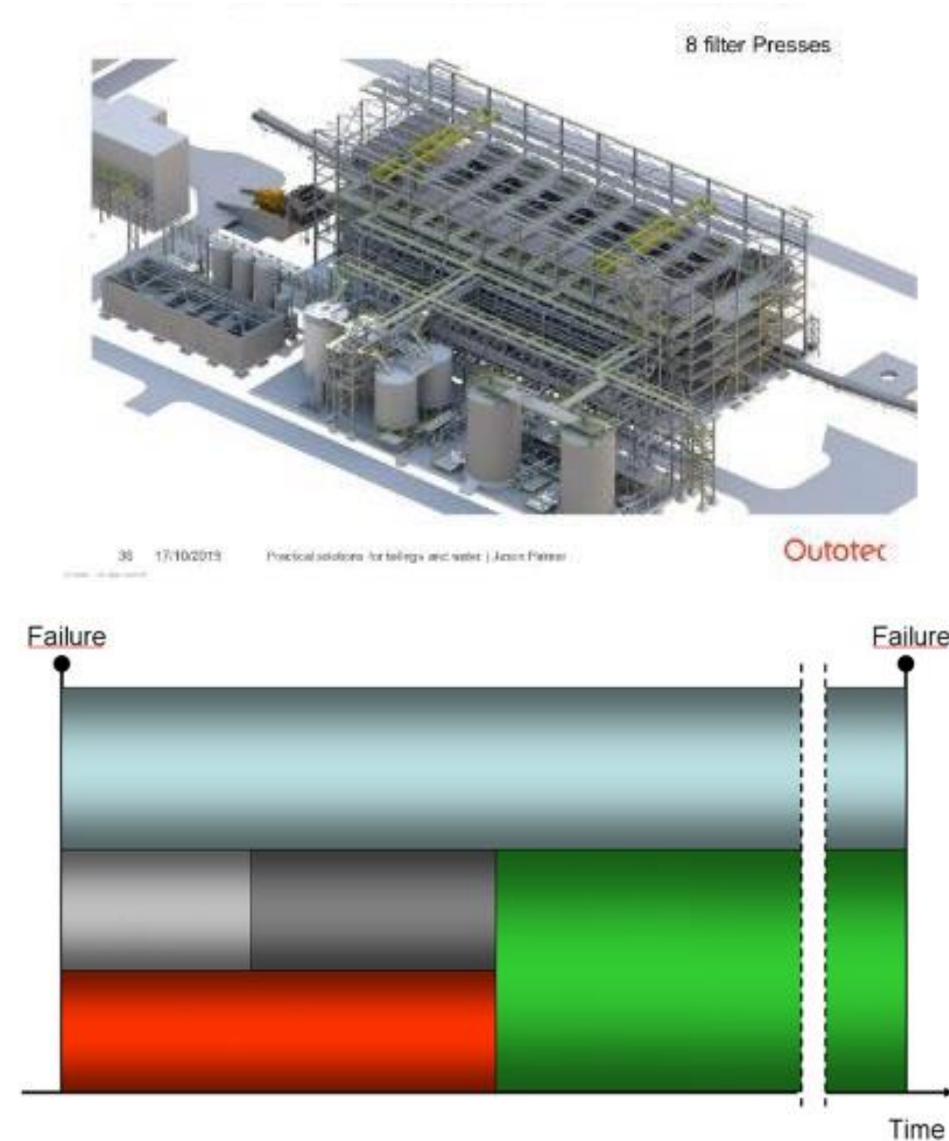
- Las plantas de filtro prediseñadas son una gran herramienta para estudios y desarrollos conceptuales
- La evolución mejora el costo y la confiabilidad
- El equilibrio entre espesamiento y filtración reduce los costos
- Los modelos de planta permiten un mejor análisis del tipo RAM para optimizar la fiabilidad de la planta e impulsar el desarrollo de productos
- La mala utilización de unidades crea una asignación de capital ineficiente



Utilización de plantas de filtración

- Las fallas no planificadas que provocan una parada total de la planta son poco frecuentes con más del 98% de disponibilidad
- Escenarios de fallas no planificados que causan una producción más lenta (pérdida total por producción más lenta es de **2700 horas de producción / 10 años**):
 - Una de cada ocho unidades de filtro caídas - **78.3 %**
 - Dos de cada ocho unidades de filtro caídas - **15.7 %**
 - Tres de cada ocho unidades de filtro caídas - **1.2 %**

Metso:Outotec



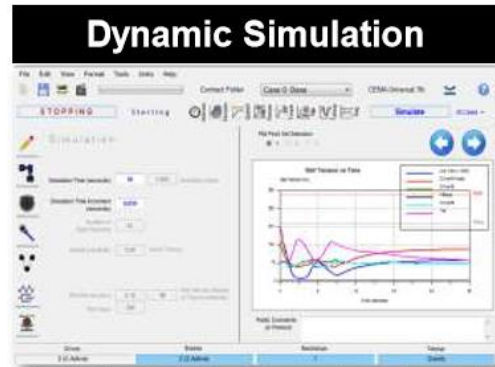
Desagüe y opciones para
reforzar los relaves

Manejo de materiales

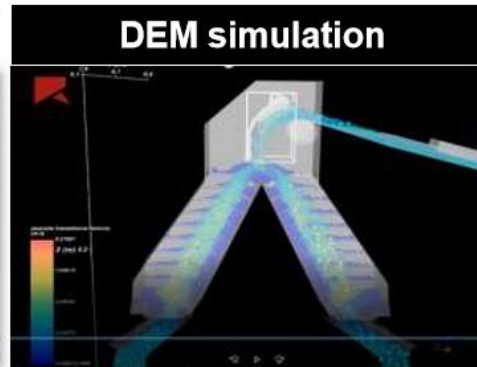
- Para la depositación de relaves de apilamiento en seco, el contenido de humedad objetivo se define por los requisitos geotécnicos teniendo en cuenta la actividad sísmica y la ubicación geográfica.
- La resistencia al apilamiento será una función de compactación (o densidad compactada) y la humedad de los relaves filtrados.
- Diferentes tecnologías disponibles dependiendo de la capacidad necesaria (“grasshoppers”, cinta transportadora shiftable, apilador Puente, etc)



Ingeniería de alta gama y soluciones para sistemas de transporte y apilamiento



Optimized solution for each equipment
Avoids later design mistakes costs



Optimum flow design on transfer chutes
Clogging and imbalanced flow avoided



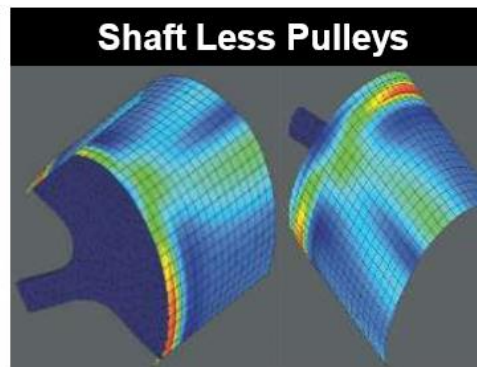
Stress evaluation under local conditions
Vibrational and modal assessment



Belt and accessories supplier
Equipment and parts complete scope



Up to 30% power saving
Increased components life



Heavy duty design
High tension capabilities



Complete solutions for putting together
the best solution for any conveyor



Stacking conveyors and bulk equipment
From crushing to stockpile solutions

Comportamiento del material en condiciones adversas

- Para diseñar tolvas y/o silos uno debe hacer pruebas con la humedad de diseño y en una condición ligeramente más húmeda.
- Los buenos principios generales incluyen superficies verticales en conductos de transferencia y evitar el almacenamiento temporal en contenedores o silos..



Co-Mezclación

- La co-disposición de relaves no es una idea nueva, se ha utilizado con éxito limitado durante algún tiempo
- Agregar material grueso mejora la humedad y cambia las propiedades geotécnicas
- La mezcla puede ser el desafío y la mezcla puede ser con prefiltración o post-filtración con mezcla en la correa, la mezcla in situ tiene sus desafíos
- A menudo el objetivo ha sido el control de ARD (Drenaje Acido de Roca) de rocas de desecho
- Por lo general, la resistencia mostrará una relación entre las proporciones de desechos y relaves.
- Las tortas saturadas son húmedas, pegajosas y plásticas, resisten romperse y mezclarse. La adición de material seco no cambia estas propiedades.
- Una vez mezclada, la fracción gruesa se puede segregar en la depositación creando una pila no homogénea con resistencia variable.

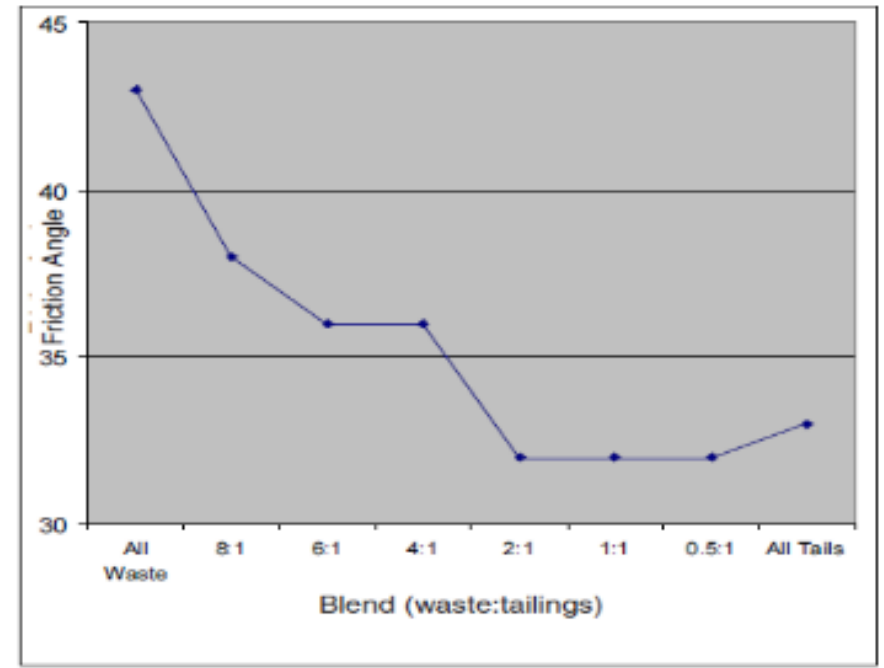
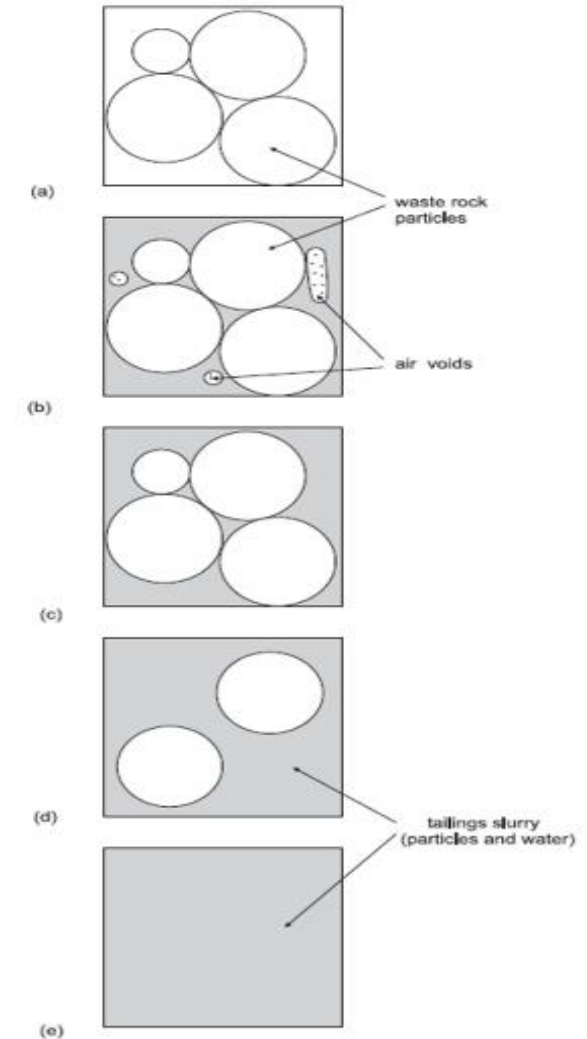


Figure 1. Variation in Angle of Friction with Blend

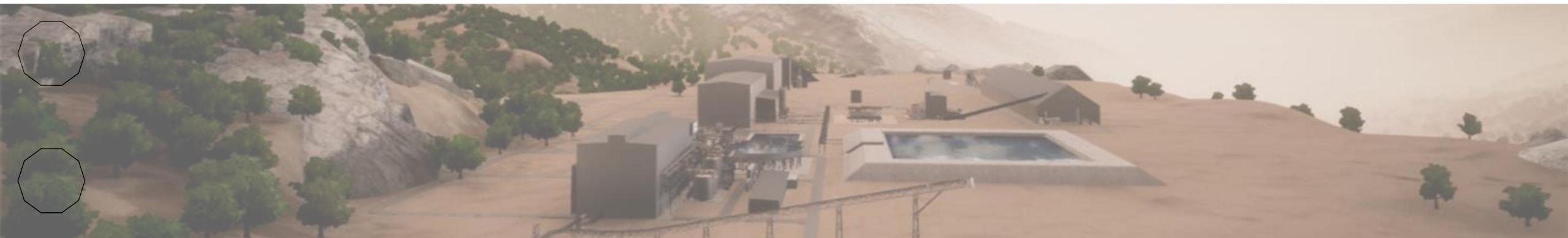
Co-Mezclación

- La mezcla de residuos y relaves puede tener algunas ventajas:
 - Puede limitar la permeabilidad de la pila reduciendo la ARD (Drenaje Acido de Roca) de la roca de desecho
 - Puede añadir cierta fuerza a la pila donde los relaves forman una estructura débil
 - No compensa una mala filtración
- Roca de desecho
- Aumentar el volumen de almacenamiento de relaves y manipulación de materiales adicionales aumentará el costo
- La roca de desecho tiene que estar fácilmente disponible durante toda la vida útil de la mina para que sea útil
- La roca de desecho debe ser del tamaño adecuado para transportar y apilar
- Rechazos gruesos
- Donde el procesamiento temprano genera rechazos gruesos, flotación de partículas gruesas, clasificación, separación más áspera, etc.
 - Añadir rechazos gruesos que requieren eliminación puede ser beneficioso, ya que simplifica el manejo de materiales
 - Aumenta la densidad de la pila seca y muestra una menor humedad aparente



Situación actual en relaves

- La mejor práctica no se utiliza ampliamente, ¿Por qué no estamos usando lo que ya tenemos?
- La clasificación durante la depositación en el tranque de relave genera una concentración de lodo que es difícil de asentar y permanece fluida durante largos períodos, la disposición de Alta Densidad mitiga significativamente la movilización de lodo
- Cambiar lo que se va a convertir en relave (recuperación, re-utilización)
- Los relaves se tratan como un vertedero para todos los desechos, la segregación ayudaría, por ejemplo, a tratar las colas “rougher” y “cleaner” por separado
- Flotación de partículas gruesas mejora significativamente el manejo y deshidratación de relaves
- Clasificación de minerales (ore sorting) - las arcillas son el mayor problema para los relaves, ¿se pueden eliminar antes del procesamiento?



**Somos el Socio
para un Cambio Positivo**

Muchas Gracias

Con el gentil auspicio de:



Metso:Outotec

Empírica[®]

