

# TENDENCIAS Y RIEGOS EN MANEJO DE JALES CHILE – PERÚ – MÉXICO

Juan Rayo Prieto, Consultor



Ingeniería Minera

# Introducción

Los jales se conocen como *tailings* o relaves en el mundo minero. Ellos corresponden a un residuo de partículas sólidas disgregadas, mezcladas con el agua de los procesos. Por consiguiente, el lugar donde se almacenan los jales se denomina *tailings dams*, relaveras, tranque o depósito de relaves, acumulando en Chile cerca de 18.000 Mt en la superficie continental (con un porcentaje menor depositado mar adentro).

Perú tiene aproximadamente un tercio de los relaves de Chile y México, según se estima, con menos de una cuarta parte del tonelaje señalado. Por lo anterior, la problemática de los jales en Chile es latente y, de igual forma, la producción de jales va a crecer a corto y mediano plazo tanto en Perú como en México.

Los relaves de minerales de cobre de Chile son masivos (98% del mineral procesado), pero no son tóxicos (solo son sucios y su agua contiene sales y metales disueltos, aunque a un nivel menor). En cambio, los relaves de Perú y México son menores en flujos y en el tamaño del depósito, pero algunos de ellos contienen residuos tóxicos (cianuro u otros) que los vuelven más complejos de operar y más difíciles de aceptar.

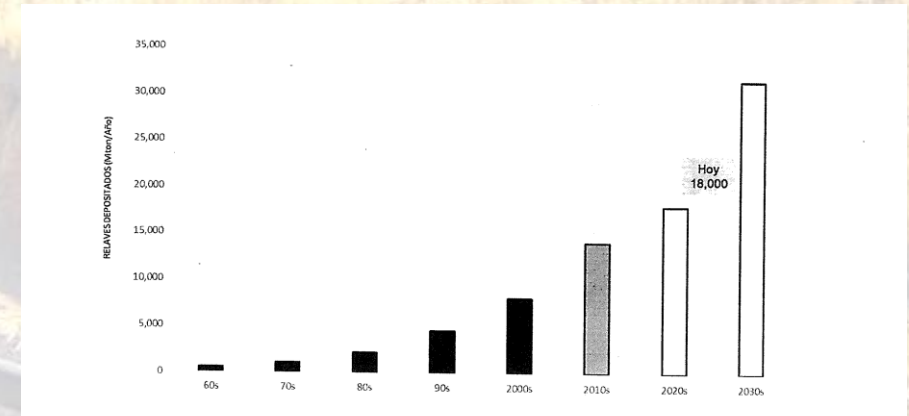
Adicionalmente, no hay duda alguna de que las comunidades no gustan de vivir cerca del depósito de jales, tanto por riesgos de contaminación como de colapso.



# Problemática de los jales y la depositación convencional

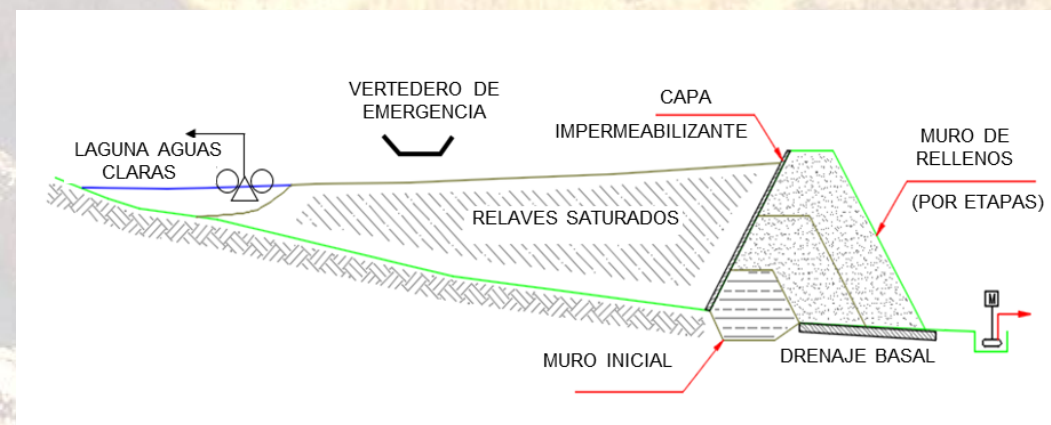
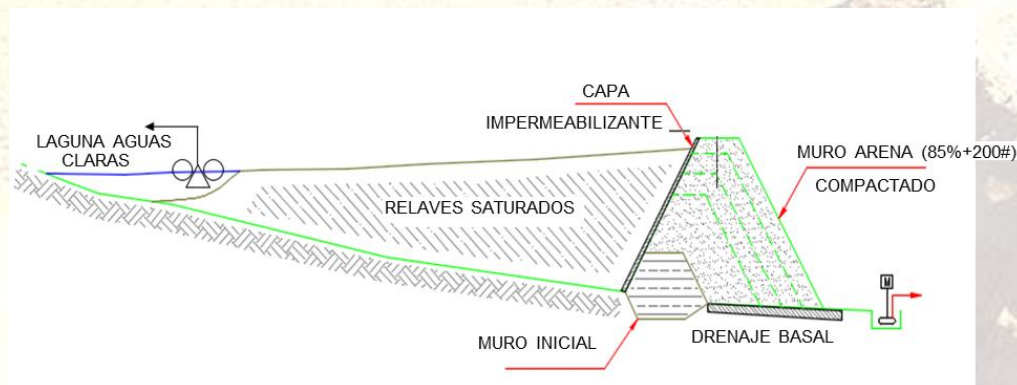
Hay tres grandes amenazas que considerar:

1. La construcción de depósitos de relaves implica décadas de diseño y construcción, más una operación simultánea, con muchas “manos” y en alguna de ellas puede haber errores de diseño o de construcción que queden escondidos (ídem Canadá y Brasil).
2. Los cálculos y diseños de estabilidad de los muros de contención podrían estar subdimensionados si el sismo máximo creíble no corresponde al peor posible. Hay antecedentes que indican que el sismo de Valparaíso (Chile) de 1808 habría sido mayor que el de Valdivia (Chile) de 1960, por lo que los diseños de la Zona Central de Chile podrían no soportar una repetición de dicho sismo en la zona.
3. Los cálculos hidrológicos basados en eventos estadísticos de más de 70 años han perdido valor debido al cambio climático, y es posible que ocurran eventos fluviales mucho mayores que en el pasado reciente. Hay eventos de hasta 400 mm/día durante 2-3 días; esto nunca ocurrió en el pasado en ninguna parte del mundo.





# Depósito convencional de jales





# Alternativas no convencionales de depósitos de jales

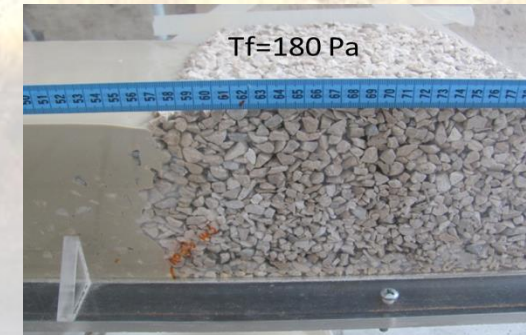
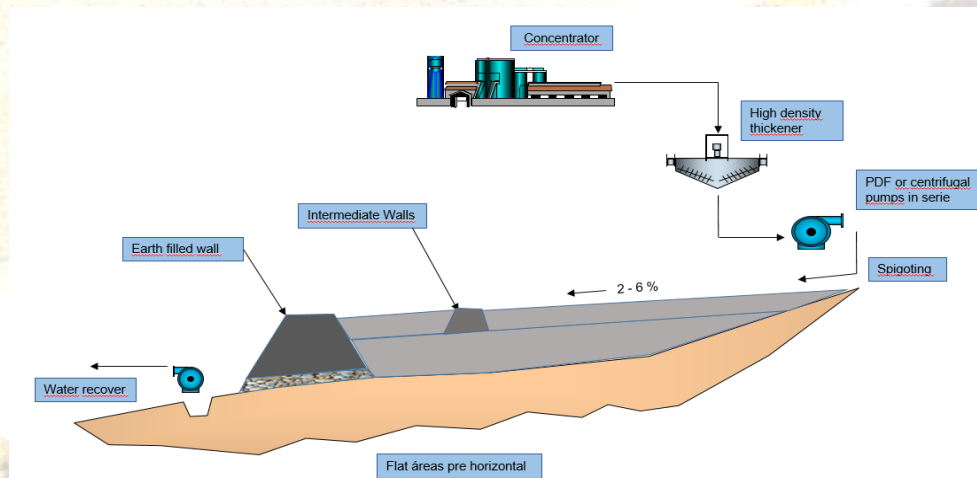


Ingeniería Minera

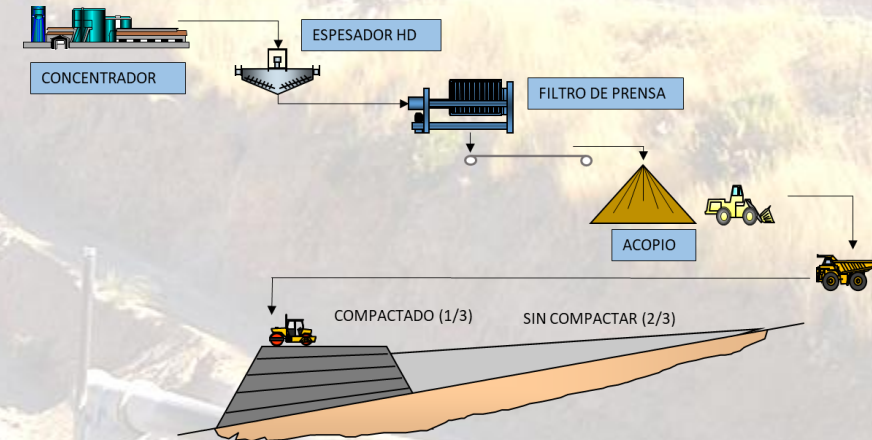
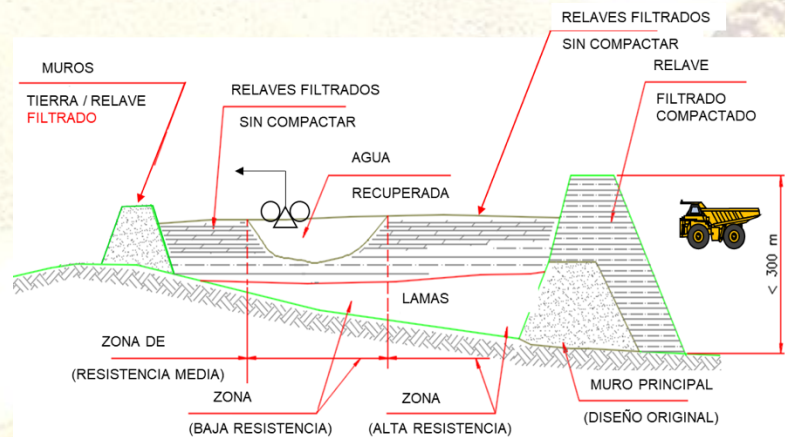
- Las opciones desafiantes son:
- Densificación de depósitos en operación (aumentando el tonelaje almacenado para el mismo volumen)
- Depositación en oquedades mineras abandonadas (tajos y labores subterráneas)
- Depositación en oquedades mineras activas (cráteres de hundimiento/caserones recién contruidos/interior de depósitos de estéril)
- Depositación submarina profunda con pulpas semi consolidadas (preparación de pasta)



# 1. Espesaje Extremo del Jale y/o Lamas



## 2. Filtrado de jales



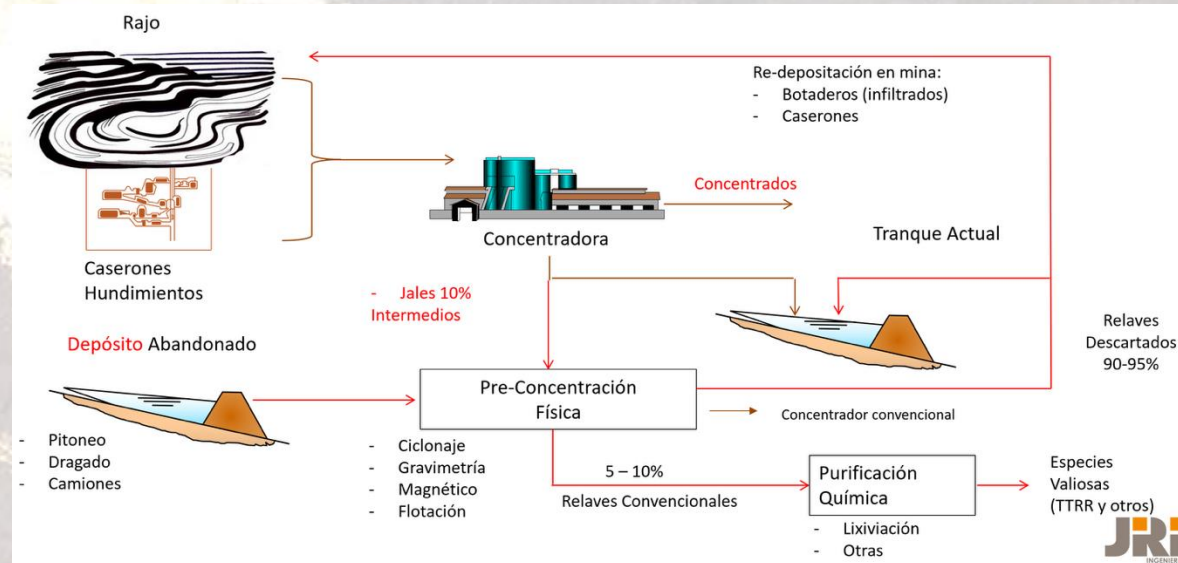
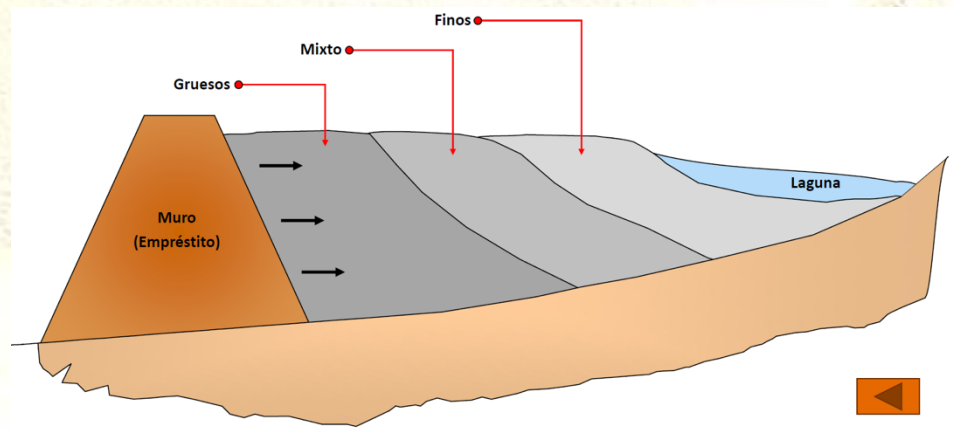


# Cuantificación de especies valiosas en depósitos de jales

- Los depósitos de jales o yacimientos artificiales tienen aspectos que las hacen fácil de cuantificar.



# Retratamiento de jales





# Conclusiones y recomendaciones generales



Ingeniería Minera

- El tema “jales” tiene un impacto creciente en Latinoamérica.
- Resolver las brechas de conocimiento requiere análisis complejos, multidisciplinarios y de alto costo, que requieren de cofinanciamiento bien organizado.
- En Chile y Perú, se están desarrollando algunos estudios científicos y avances tecnológicos en este campo, pero la orientación, motivación y visión detrás de las líneas de I+D+i no están unificadas entre todos los actores (empresas, centros de I+D, universidades, proveedores, etc.).
- Existe gran potencial y capital humano tecnológico: grandes compañías mineras, universidades que imparten carreras de pregrado y posgrado en minería, centros de I+D especializados en minería y la presencia de un amplio abanico de proveedores.
- Chile y Perú, con una producción futura de 5 MTPD de jales frescos, con obras de almacenaje, en una zona de condiciones sísmicas severas e hidrológicas inestables, deben ser líderes mundiales en tecnologías novedosas y seguras para la disposición de jales.
- México dispone de mayor superficie adecuada para depositar jales, pero la mayor parte de ellos son tóxicos y las comunidades no los quieren cerca.



# Recomendaciones finales sobre México

- México no puede seguir haciendo sólo ingeniería tradicional en disposición de relaves, debe tener audacia, perseverancia y motivación para evaluar y ejecutar cambios operativos relevantes en el manejo de jales con tecnologías en desarrollo (no completamente probadas).
- México debe participar en el desafío de hacer de desarrollo polimetálico (varias especies además de Ag/Cu/Zn de varios de sus depósitos de relaves). El desarrollo de recuperaciones de especies novedosas. Requiere estudio, pilotaje y pruebas demostrativas antes de pasar a una aplicación industrial masiva.
- México debería tener la audacia necesaria para apoyar el desarrollo de tecnologías novedosas para la disposición de relaves, partiendo del relleno de oquedades (tajo y botaderos de estéril) filtrado y otros.





**SACMAG**  
GRUPO SACMAG

**GRUPO JRI**

INGENIERÍA | TECNOLOGÍA | GESTIÓN

Ingeniería Minera



Tel. (+52) 55 5340 7800



[contacto@grupo-sacmag.com.mx](mailto:contacto@grupo-sacmag.com.mx)



[www.grupo-sacmag.com.mx](http://www.grupo-sacmag.com.mx)



Grupo Sacmag



Grupo Sacmag



Grupo Sacmag



[@gruposacmag](https://www.instagram.com/gruposacmag)