

GESTIÓN DEL AGUA Y SU IMPACTO EN LOS COSTOS DE CIERRE

Dr. Jorge Chávez Blancas

Lima, 8 de junio del 2020

Para proteger los recursos hídricos después del cierre de una mina debemos asegurar una buena gestión del agua

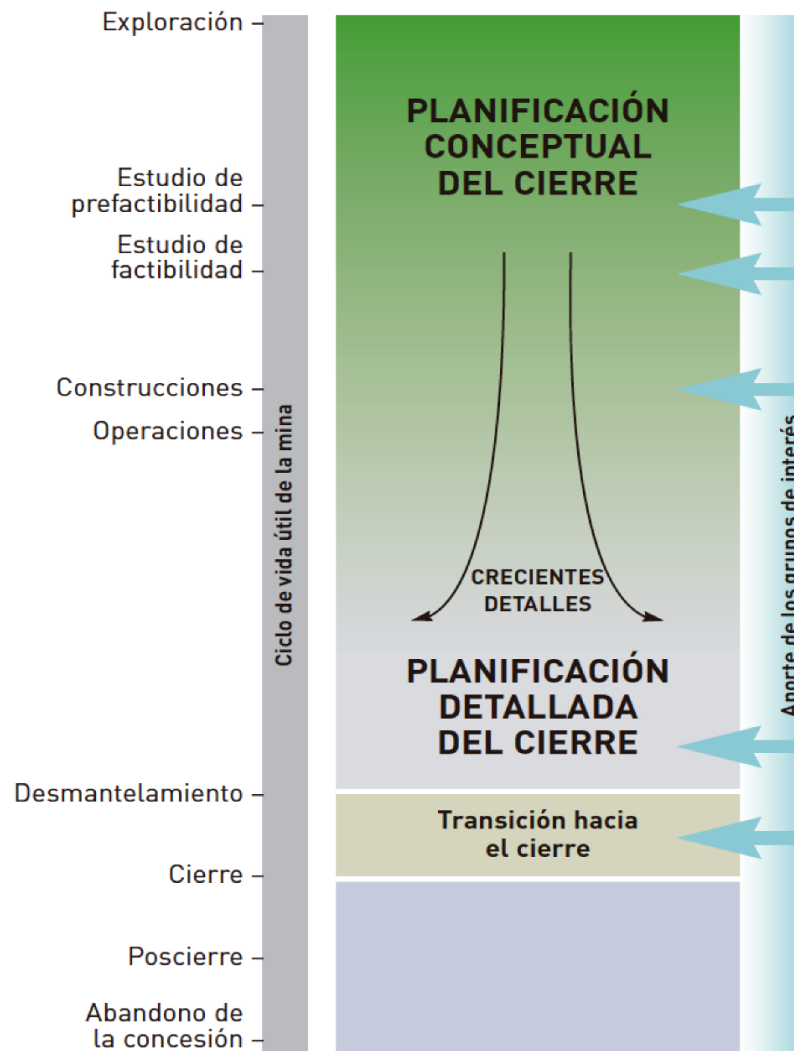
Una buena gestión del agua es fundamental para asegurar:

- Estabilidad Física
 - Estabilidad Geoquímica
- de las instalaciones.

Pero también debemos asegurar una estimación apropiada de los costos para hacer viables las medidas propuestas.

El éxito de la gestión del agua en cierre se inicia en el diseño y se forja durante la vida de la mina

Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas, ICM

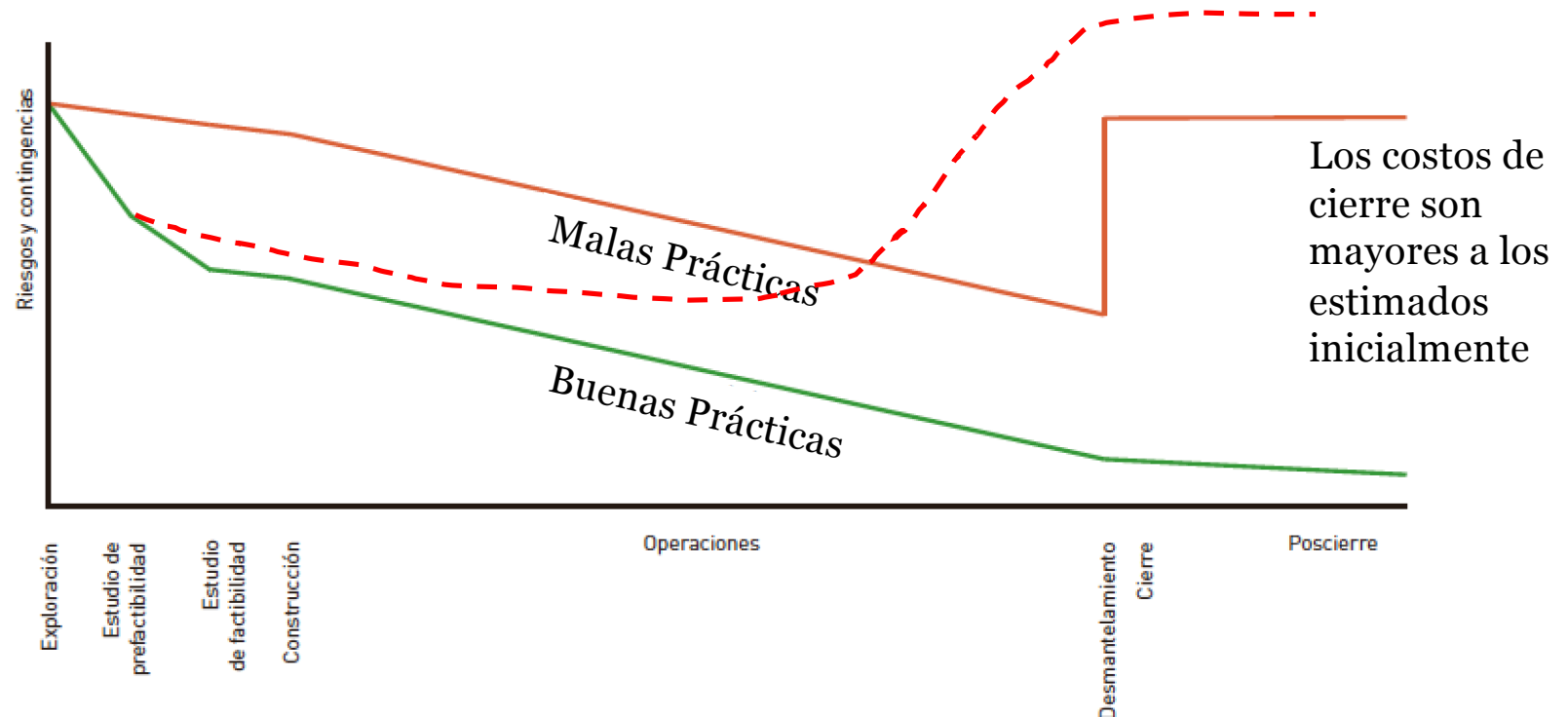


Una empresa
estará
involucrada en el
cierre
probablemente
más tiempo que
la vida útil de la
mina

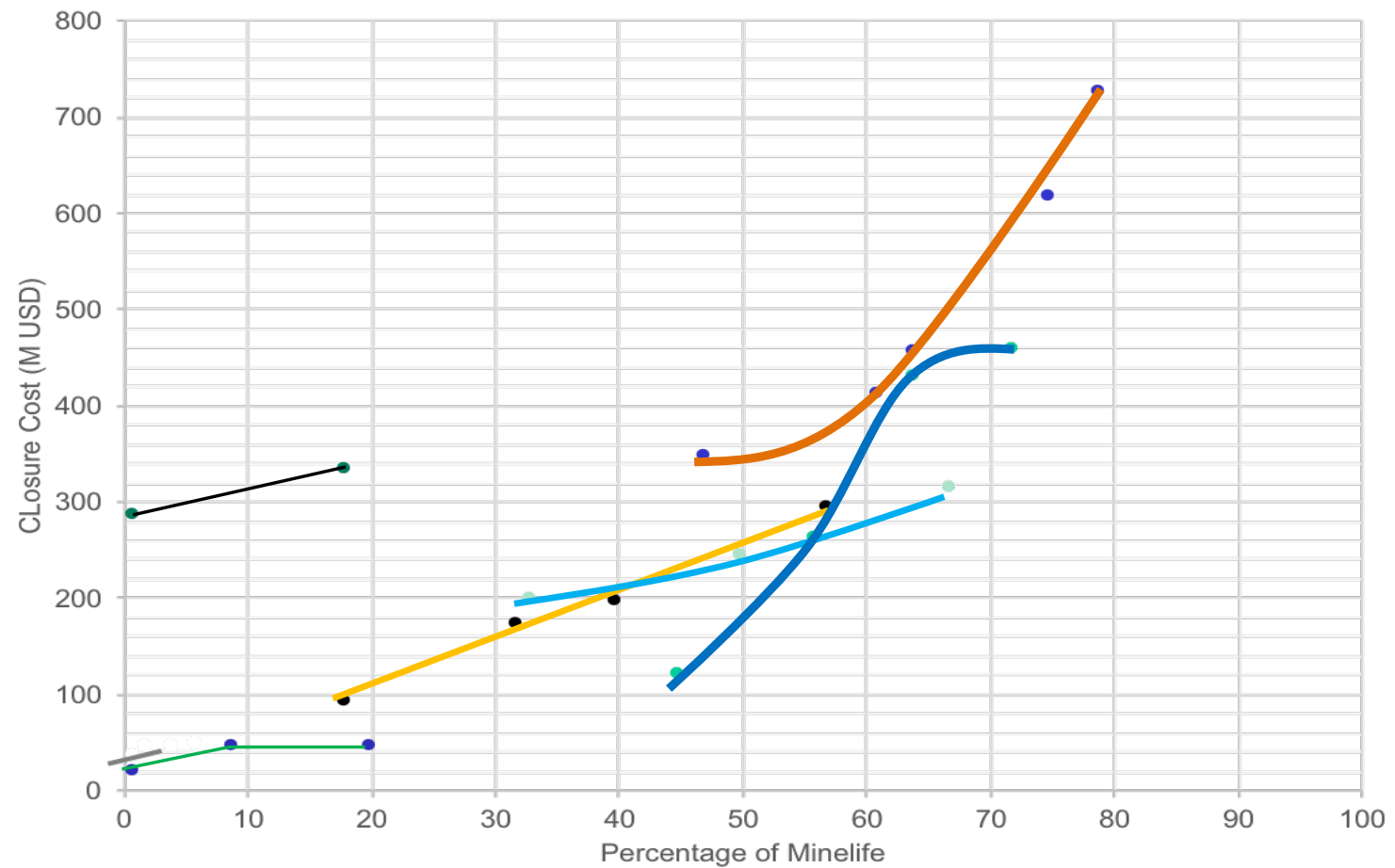
**Planificación del Cierre Integrado de
Minas: Equipo de Herramientas, ICMM**



La incertidumbre de los costos dependen de la gestión durante la vida de la mina



La realidad peruana lo confirma

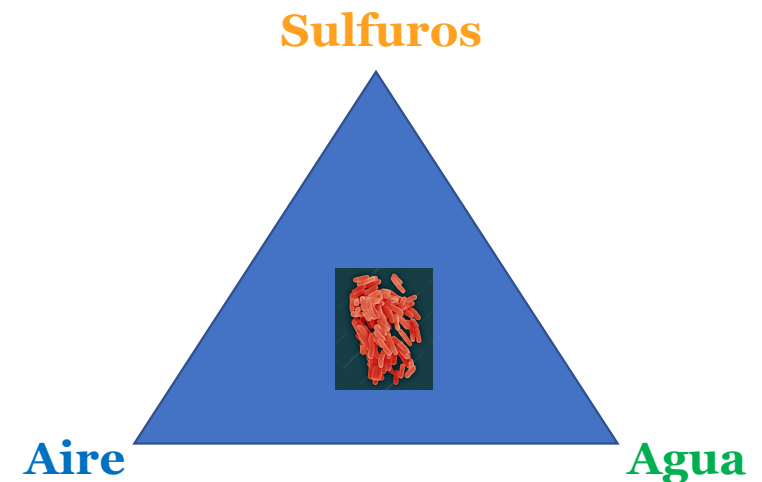


Mine Closure Costs: Peru Case. Planning for Closure 2018. Dr. Jorge Chávez

Los incrementos de costos pertenecen a componentes y actividades conocidos, pero no estimadas con el detalle necesario

- Áreas
- **Costos de cobertura (movimiento de tierras)**
- **Costos de tratamiento de agua**

Generación de ARD (agua ácida)



Control de Generación de ARD

Objetivo	Métodos de Control/Prevención
Segregación	• Disponer material generador de acidez separado en instalaciones especiales
Exclusión del agua	• Desviación de agua superficial
Exclusión de oxígeno	• Encapsulamiento, cubierta y sellado • Cubiertas secas, geomembranas • Cubiertas húmedas (inundación) • Disposición Subacuática • Encapsulamiento, cubierta y sellado
Control de pH	• Segregación y Mezcla • Adición de aditivos alcalinos
Remoción de Sulfuros y aislamiento	• Condicionamiento de Relaves y desmontes
Control de Acción Bacteriana	• Bactericida

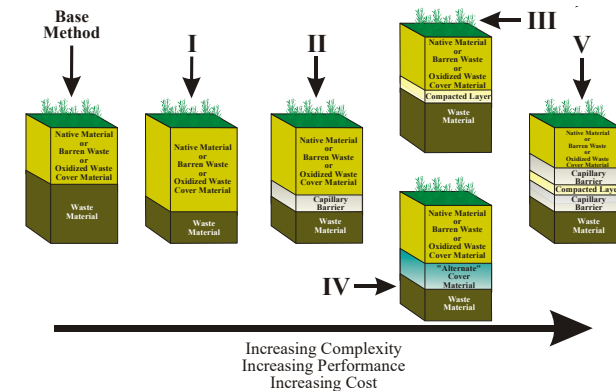
Coberturas

Y si no funciona..... habrá tratamiento..... y costos de tratamiento de agua en el post-cierre que deben ser considerados

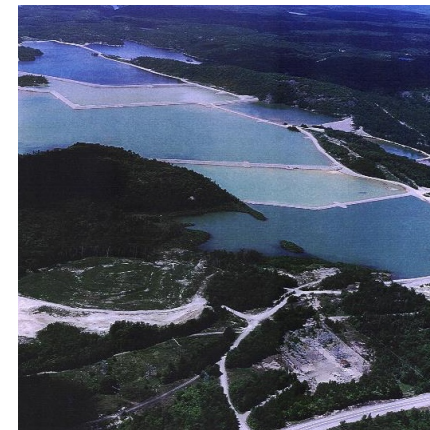
¿Qué hacen las coberturas?

1. Protegen de la erosión
2. Reducen la infiltración de agua
3. Reduce la concentración de oxígeno
4. Mejoran la estética visual
5. Permiten recuperación biodiversidad
6. Permiten uso posterior del área

Coberturas Secas

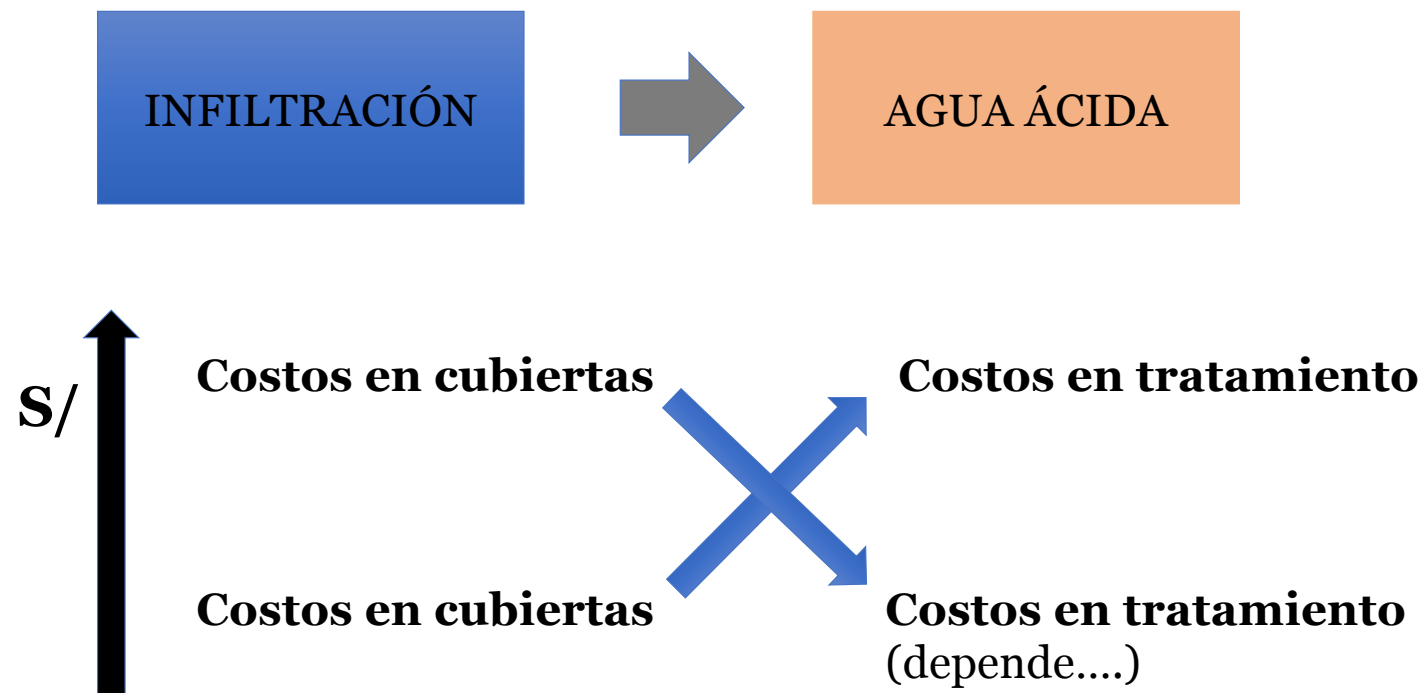


Coberturas Húmedas



Relación entre Coberturas y Tratamiento

Las cubiertas reducen infiltración, no la evitan.



Costo de Tratamiento de Agua dependerá de la Fase de la Generación de ARD

Prevención

Fase I (pH 7-5)

- Oxidación química mayormente
- Oxidación bacteriana (*Thiobacillus Ferroxidans*)

Fase II (pH 5-3)

- Oxidación de Fe(II) a Fe(III)
- Precipitación de Fe(OH)₃ (color anaranjado)

Fase III (pH < 3)

- Oxidación bacteriana

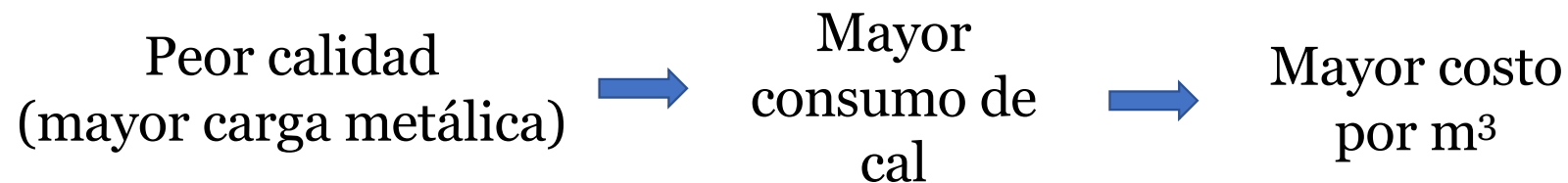


No necesita oxígeno

Tratamiento

Costo de Tratamiento de Agua depende de la Fase de la Generación de ARD

Si se da generación de ARD bacteriana, la calidad del efluente empeorará durante el post-cierre.



Si hay generación ARD bacteriana

Costo de Tratamiento
por m³
en Post-Cierre

>

Costo de Tratamiento
por m³
en Operación

Requerimiento de Tratamiento de Agua basados en Modelos

Todos los modelos están equivocados, pero algunos son útiles.

George Box

Pero los modelos tienen limitaciones:

- Los modelos son una simplificación de la realidad
- Consideran abstracción conceptual ideal de la situación.
- Dependen del grado de desarrollo de la disciplina.
- Dependen de la data e información que los alimenta.

La incertidumbre puede ser importante

Limitaciones de los Modelos



Modelo



Realidad

Tiempo de Vida de las Instalaciones

Ni las plantas de tratamiento ni las coberturas son eternas

Diseño de plantas 25-35 años

- Presupuesto para overhaul o remplazo

Vida de coberturas

- Depende de la erosión
- Cobertura sustentable

Uso de Liner

- Liner reduce considerablemente la infiltración.
- Pero aumenta posibilidad de falla de corte.
- Puede usarse hasta cierta pendiente de forma segura.
- Asegurar un buen diseño.



Ejemplo de Cobertura con Geoceldas Depósito de Desmonte de Almadén (Mina Mercurio)



Coberturas no Convencionales

Liner

- Sólo liner sin revegetación.

Desventajas:

- Estética visual
- Biodiversidad

Posibles ventajas

- Usos alternativos
 - Colecta de agua para comunidades
 - Generación de electricidad



Resumen

1. Los costos relacionados a la gestión del agua pueden ser un componente importante del costo de cierre.
2. Para evitar incrementos significativos de costos de cierre al final de la vida de la mina, debe trabajarse el detalle del Plan de Cierre a tiempo.
 - a) Ensayos de coberturas
 - b) Tratamiento de agua
 - c) Pit lake study

Resumen

3. Considerar alternativas no convencionales
4. Considerar en los costos.
 - a) Tratamiento de agua
 - b) Generación de ARD si se llegó a fase bacteriana
 - c) Costos de remplazo para plantas de tratamiento y coberturas
 - d) Limitaciones e incertidumbres de los modelos

Gracias