Lecciones Aprendidas de Mega Proyectos en la Región

Una Visión desde la Gestión de Proyectos Minero-Metalúrgicos

IIMP, 06 de Septiembre de 2018

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ISO 9001 icontec SC-CER549261 · OHSAS 18001 icontec OS-CER538820 · CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

Motivación

- Participación directa:
  - Caserones (MLCC), Caspiche (Exeter Resource) y Radomiro Tomic (Codelco)
  - Expansión Cerro Colorado (BHP), PEM Escondida Óxidos (BHP), Proyecto Mineral Exótico Tesoro (AMSA), Expansión RT (Codelco), Proyecto de Lixiviación Química y Bacterial Spence (BHP)
- Consultoría: Antamina (BHP/Xstrata/Teck)
- Otros proyectos relevantes estudiados

1. ¿Qué es un MegaProyecto?

Mayores que MUS$1,000

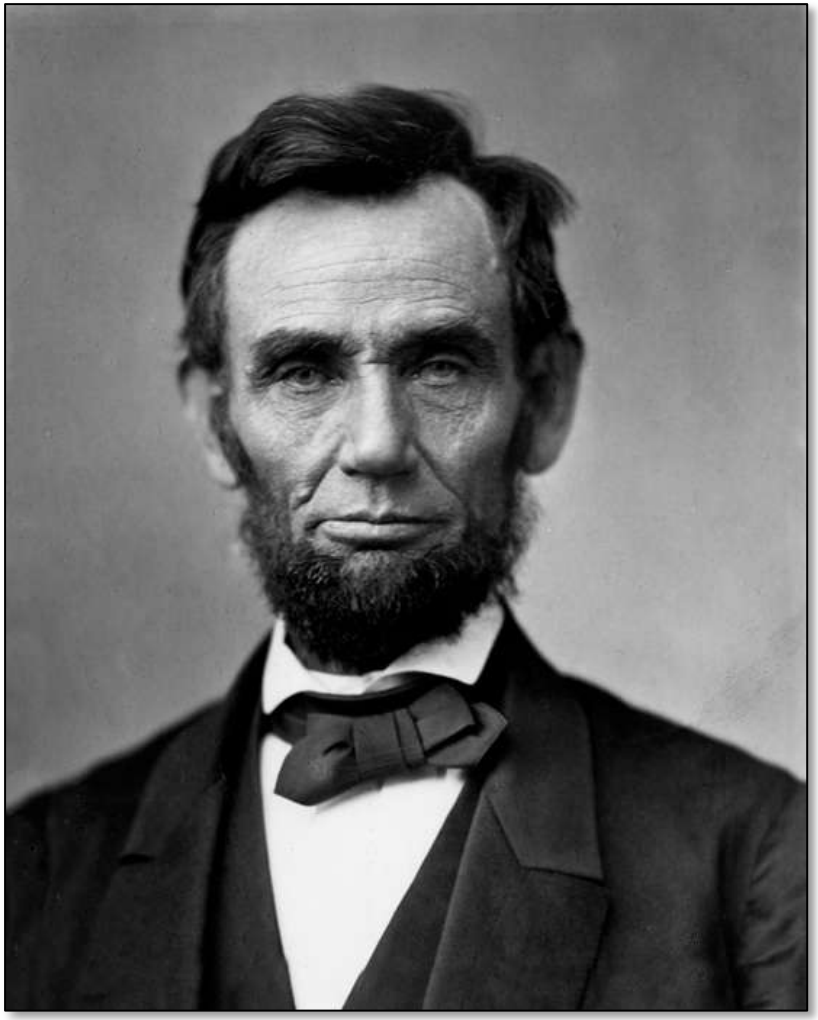
Alta Complejidad

Gigantismo

Elementos Nuevos

2. Definición de Éxito

3.1 Causas y Casos - Estudios Preinversionales



Si dispusiera de ocho horas para cortar un árbol, emplearía **seis** en afilar el hacha

3.1 Causas y Casos - Estudios Preinversionales

3.1 Causas y Casos - Estudios Preinversionales

- PLAN MINERO
- SISTEMAS AUTOMÁTICOS
- FACTORES DE DISEÑO

CRITERIOS DE DISEÑO

- TAMAÑO ÓPTIMO DE PLANTA
- TECNOLOGÍAS PROBADAS
- LEAN DESIGN

3.1 Causas y Casos - Estudios Preinversionales

Perfil → Conceptual → Básica → Detalles

Alta Creatividad

Definición

Mayor Esfuerzo

3.1 Causas y Casos - Estudios Preinversionales

Detalles → Construc. → PEM → Operación

Suena obvio, por esa causa lo olvidamos!!!

3.2 Ejecución Acelerada (Fast Track)

Método Tradicional

Estudios Metalúrgicos → Diseño Preliminar → Diseño Final → Compras y Contratos → Ejecución y Construcción → Entrega

Ejecución Acelerada

Estudios Metalúrgicos

Diseño Preliminar

Diseño Final | Compras y Contratos

Ejecución y Construcción

Entrega

Ahorro de tiempo

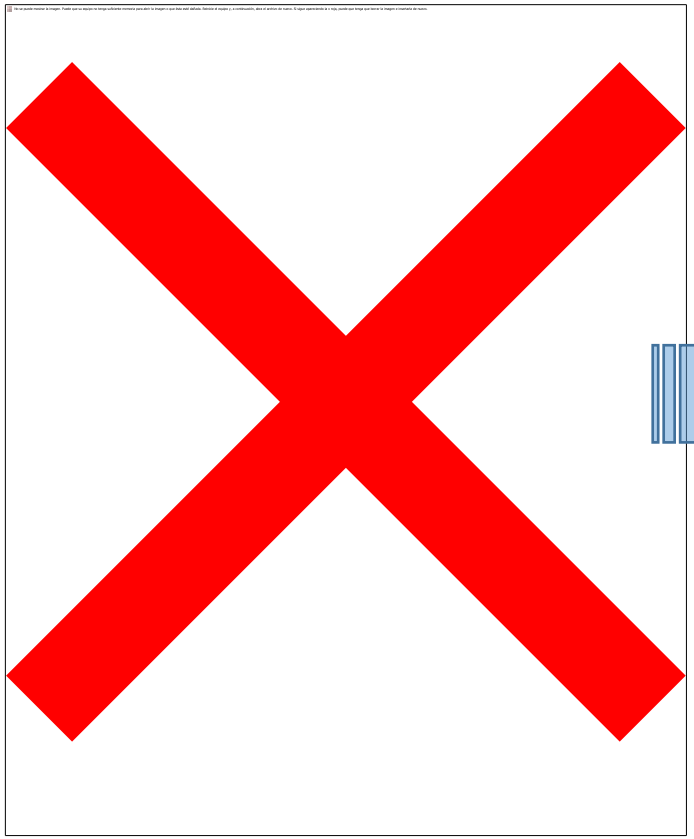
3.3 Reducciones de Costos

$$VAN = \sum_{t=0}^{n} \frac{FCN_t}{(1+i)^t} - I_0 > 0 \geq CI_{VAN}$$

$$VAN = \sum_{t=0}^{n} \frac{FCN_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \Rightarrow TIR \geq CI_{TIR}$$

$$\sum_{t=0}^{PRC} \frac{FCN_t}{(1+i)^t} = 0 \Rightarrow PRC \geq CI_{PRC}$$

3.3 Reducciones de Costos



Técnicas VPI

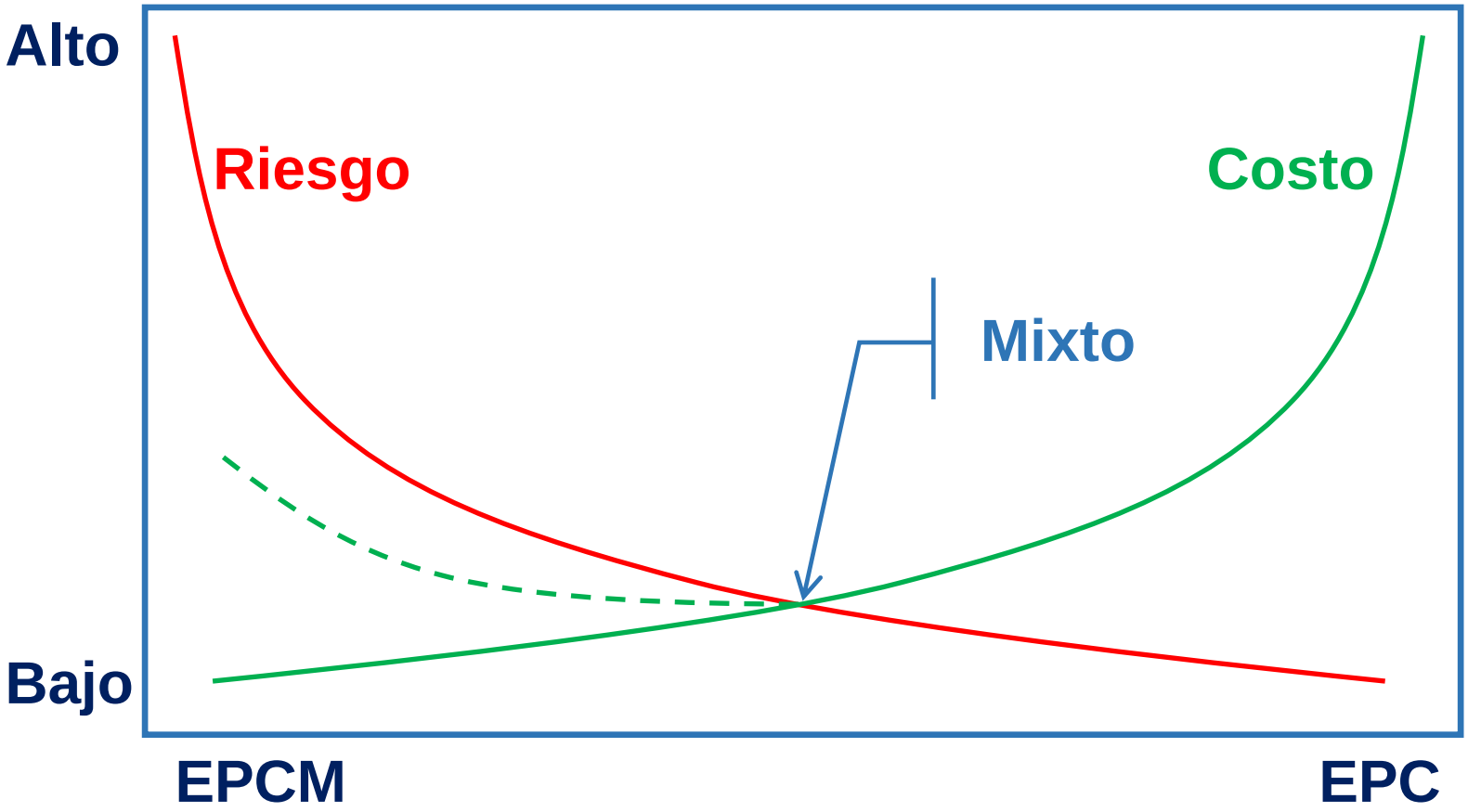
CAPEX

OPEX

Ingreso

Evaluación de Riesgo

3.4 Modelos de Gestión



3.5 Sustentabilidad y HSEC

4.- Innovación
Factor de Éxito o Fracaso de los Proyectos

Algunos casos de la experiencia personal

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

ISO 9001 icontec SC-CER549261 · OHSAS 18001 icontec OS-CER538820 · CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

4.1 ¿Por qué innovar?

Todo proyecto incorpora algunas innovaciones debido a las características del mineral y las condiciones del sitio.

Si bien nuestra industria minera es conservadora, siempre está introduciendo innovaciones:

- Para la sustentabilidad de los proyectos
- Por la escala de los proyectos
- En los procesos y en el equipamiento
- A veces, para mejorar, poner al día o ampliar operaciones existentes

4.2 Riesgo de las innovaciones

- Las innovaciones involucran riesgos, que son más críticos en los macroproyectos por:
  - La magnitud de las inversiones
  - La oportunidad de las inversiones
  - Un respaldo geo-minero-metalúrgico o ingenierías preinversionales deficientes
- Se requiere un profundo análisis de sensibilidad y de riesgos; además prever planes alternativos
- Es recomendable usar criterios de diseño, presupuesto, programa y bases comerciales conservadoras

4.3 ¿Quiénes desarrollan las innovaciones?

Las innovaciones provienen principalmente de:

- Desarrollos propios de las empresas mineras y sus operaciones
- Los fabricantes y proveedores de equipos e insumos
- Las universidades e instituciones de investigación públicas y privadas

4.4 Chancado sin acopio de mineral grueso

- Fue necesario eliminar el acopio de mineral grueso por:
  - Restricciones ambientales excepcionalmente exigentes, y;
  - Trituración alternada de minerales que no debían mezclarse
- Se tuvo en cuenta que el gran regulador de carga en las plantas de LX/SX/EW son las pilas
- Se realizó una simulación dinámica concluyendo en la necesidad de una planta ligeramente más grande (compensación de la utilización)

Lleva operando por doce años, pero exige un transporte continuo de mineral desde la mina

4.5 Manejo no convencional de los relaves

Un yacimiento sobre 4.000 m.s.n.m. no tenía un lugar adecuado para depositar los relaves y se propuso:

- Deslamar los relaves mediante ciclones a la salida de la planta
- Depositar las arenas en una quebrada cercana
- Espesar las lamas y transportarlas a un depósito a 2.000 m.s.n.m.

- Inicialmente fue necesario incorporar muros de contención, para dar tiempo de decantación y drenaje a las arenas
- Más adelante, hubo dificultades en el transporte de las lamas, por razones reológicas

Estos problemas fueron resueltos por el dueño pero significaron una fuerte prolongación antes de normalizar la planta

4.6 Tratamiento de concentrados sucios

Los "concentrados sucios" tienen restricciones en las fundiciones y en el transporte marítimo.

Un método para eliminar los elementos deletéreos es la tostación.

Veamos un caso exitoso, pero que necesitó dos años para normalizar

- Objetivo: tostación de concentrados con 8% As en tostadores de piso con atmósfera controlada, recuperando As_2O_3 de alta pureza para ser vendido
- Problemas: sinterización del concentrado y As_2O_3 no vendible
- Solución: optimización de la temperatura y la atmósfera del horno; mejoramiento de la limpieza de los gases

En otra faena se implementó con tostadores fluo-solid y con obtención del As en un compuesto estable. También en dos años para regularizarlo.

4.7 Oxygen smelting

- El proceso consiste en fundir parte de los concentrados en los reverberos y el resto en los convertidores, con aire de soplado enriquecido en oxígeno, que falló por diversas por razones
- Se vuelve al proceso original, incorporando un tercer reverbero y diseñando quemadores de oxígeno-petróleo, que se instalan en el techo de este reverbero, triplicando su capacidad
- Se estudia el oxygen smelting, se realizan pruebas a escala piloto e industrial y se decide separar el soplado a metal blanco y a cobre
- Se alarga un convertidor y se instala sangrías de escoria y metal blanco para darle continuidad al soplado a metal blanco
- Se implementa en fundiciones chilenas y se exporta a varios países
- Mejoramientos posteriores permiten eliminar los reverberos

5. Conclusiones

- Dar tiempo al tiempo…planificar es la actividad más importante de cualquier proyecto.
- El método “fast track” es una receta para el desastre en Mega Proyectos.
- Un modelo de gestión mixto está cerca del equilibrio costo/riesgo. Aún se busca el óptimo.
- Acercarse temprano a las comunidades y planificar cuidadosamente el EIA evitará retrasos.
- Es frecuente que los proyectos necesiten innovaciones, pueden significar un alto riesgo que debe estar bien estudiado.

HLC
INGENIERÍA Y
CONSTRUCCIÓN