

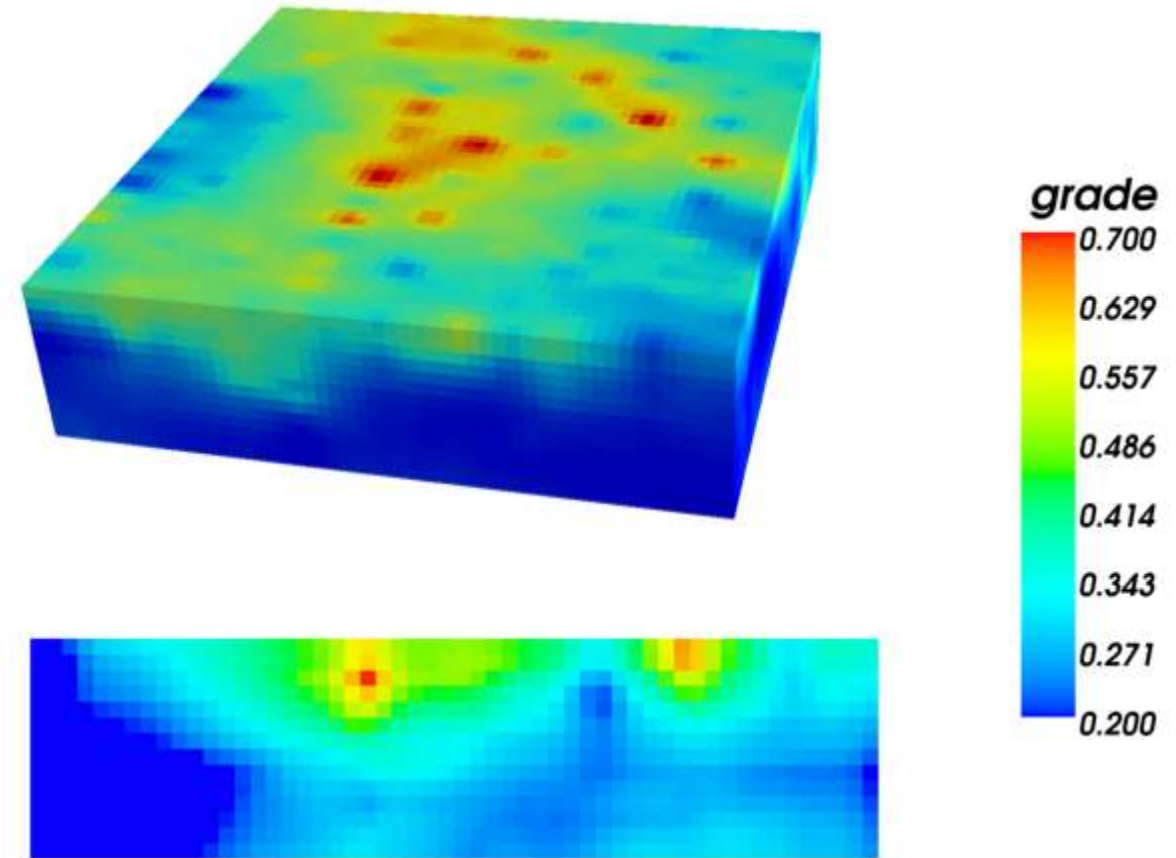
Diseño y planificación de minas a Cielo Abierto.

Introducción

Prof. Juan Luis Yarmuch

Introducción

- Tenemos un modelo de recursos geológicos
- Este modelo representa al yacimiento con un conjunto de bloques
- Cada bloque tiene ciertos atributos: ley, tonelaje, contaminantes.
- Usualmente, hay millones de bloques en el modelo.
- ¿Cuáles extraigo?



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Introducción

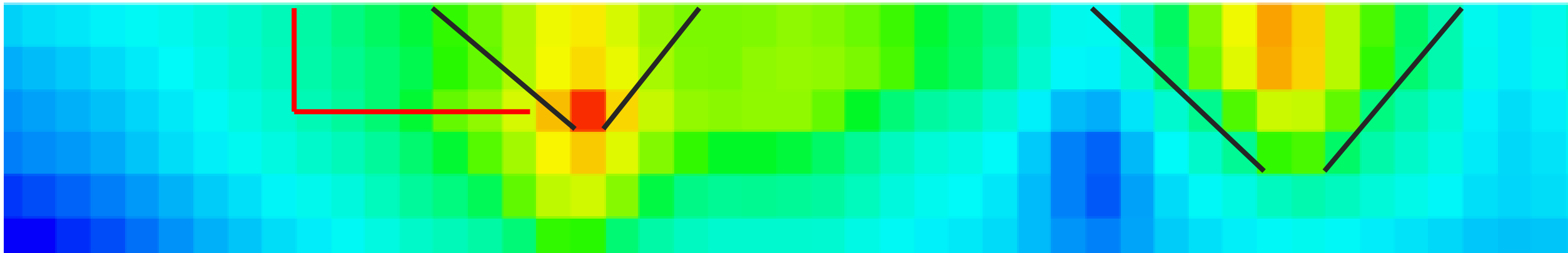
¿Cómo sabemos si me conviene o no extraer un bloque?

La ley solo entrega cuánto metal contiene... pero no me dice cuál es el beneficio percibido.



Introducción

Pero no puedo extraer bloques solos... todo depende del Sistema minero...



Introducción

La planificación minera es el área de la Ingeniería de Minas encargada de determinar la mejor estrategia productiva, en función de los objetivos del dueño del negocio y sujeto a las restricciones impuestas por las condiciones físicas y geológicas del yacimiento, y por el sistema operativo de la mina.

(Johnson, 1968)

Introducción

La planificación minera es un proceso complejo, que involucra múltiples especialidades de la ingeniería de minas



Introducción

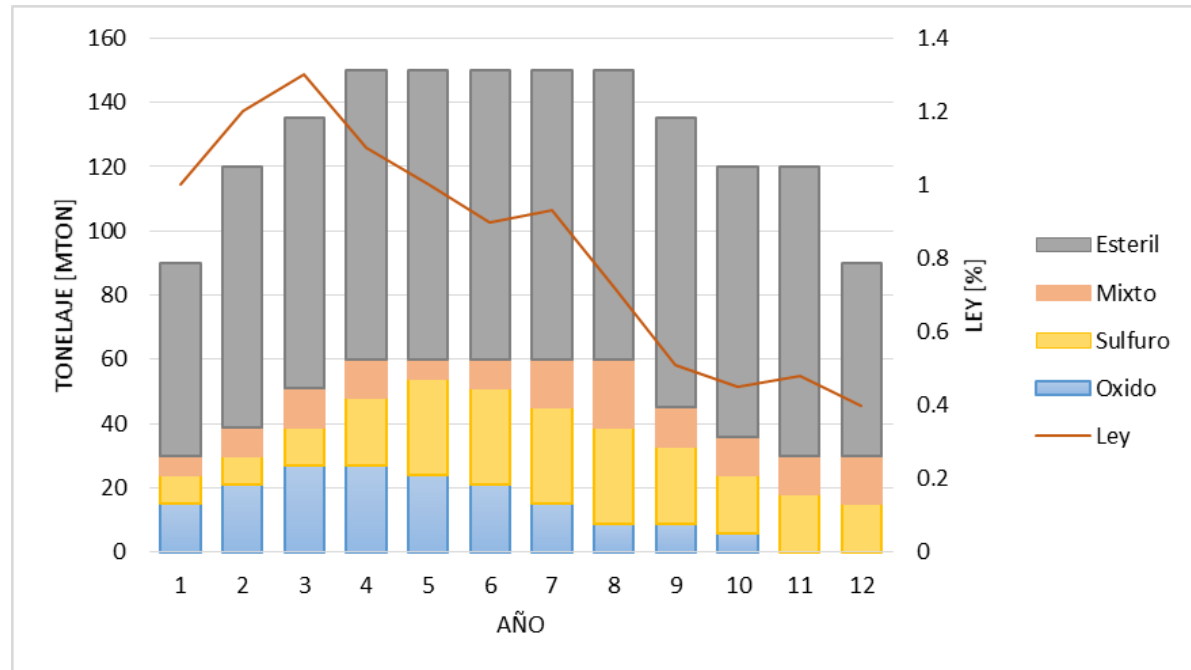
La planificación minera toma el modelo de recursos y determina:

- 1. Sistema minero y diseño de la mina**
- 2. Secuencia de extracción, plan de producción y reservas mineras**
- 3. Rutas de procesamiento**

Esto se traduce en una promesa de valor del negocio minero y una estrategia que permite alcanzar el beneficio.

Introducción

El resultado principal de la planificación minera es el plan de producción, que sustenta una promesa de valor basado en una evaluación técnica y económica del proyecto



El plan de producción determina:

- **Qué** extraer → envoltente económica
- **Cuándo** hacerlo → secuencia de extracción
- **Dónde** enviar el material → destino de procesamiento
- **Cuánto** beneficio percibo → promesa de valor

Diseño y planificación de minas a Cielo Abierto.

Etapas de ingeniería

Prof. Juan Luis Yarmuch

Valoración de Propiedades Mineras

- **¿Diferencia entre Valoración y Evaluación?**
 - La evaluación está enfocada simplemente en los aspectos técnicos de un activo.
 - Valoración:
 - Adjudicar el mayor valor.
 - Valor asignado acorde a un mercado justo (información).

Valoración de propiedades mineras

- **Supuestos:**

- El desarrollo minero es el mayor y mejor uso de la propiedad.
- Existe un mercado justo.
- Existe un mercado para los minerales que se pueden encontrar en la propiedad.
- Se deben aplicar conceptos reales de economía.
 - Debe existir consistencia en la evaluación

Métodos de valorización

- **Primarios:**
 - NPV.
 - Mercado (exploración/no productivas).
 - Costos de Activos (exploración/no productivas).
- **Secundarios:**
 - Opciones reales.
 - Montecarlo.

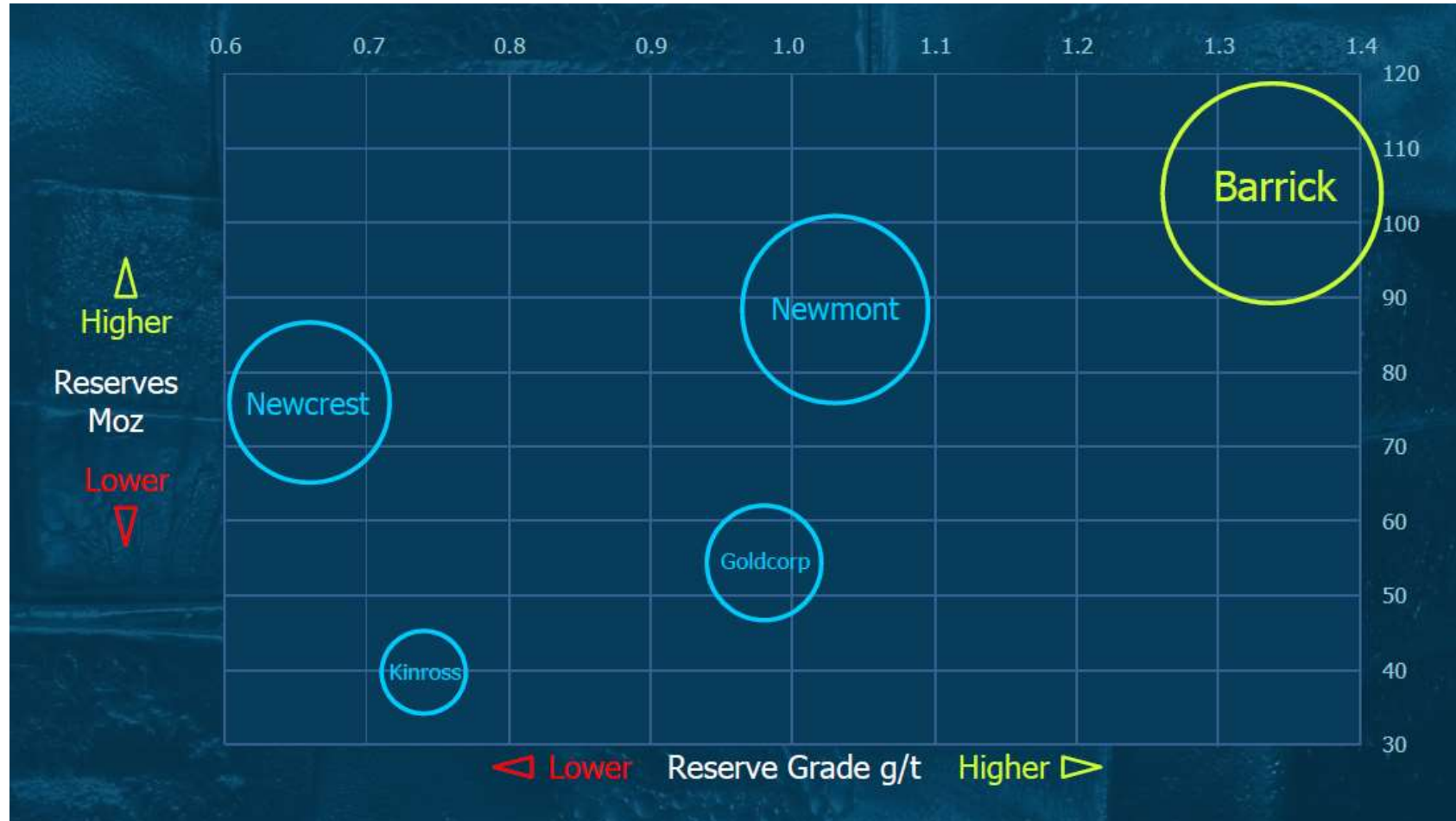
Valoración de minas en producción

- **Flujos de caja actualizados (NPV)**
 - Reservas + Recursos*factor.
 - Tasa de producción.
 - Costos operacionales (OpEx), G&A, Costos de desarrollo, impuestos.
 - Costos de capital (CapEx), pre-producción, Sustaining/reemplazo.
 - Costos recuperación (reclamation).
 - Precio del commodity.
 - Tasa de descuento.

Valor de una empresa minera

¿Es el valor de una empresa minera la suma de los flujos actualizados de sus operaciones/proyectos?

Barrick shareholder's meeting



Comparación financiera

Direct Competitor Comparison				
	GG	ABX	KGC	NEM
Market Cap:	19.16B	14.14B	3.22B	12.36B
Employees:	9,290	24,360	N/A	15,085
Qtrly Rev Growth (yoy):	-0.04	-0.13	-0.10	-0.14
Revenue (ttm):	3.63B	10.59B	3.47B	7.37B
Gross Margin (ttm):	0.46	0.36	0.43	0.46
EBITDA (ttm):	1.41B	4.60B	567.10M	2.85B
Operating Margin (ttm):	0.16	0.27	-0.30	0.23
Net Income (ttm):	-752.00M	-2.89B	-1.40B	-614.00M
EPS (ttm):	-1.05	-2.53	-1.02	-1.25
P/E (ttm):	N/A	N/A	N/A	N/A
PEG (5 yr expected):	5.90	-0.51	-1.07	-0.88
P/S (ttm):	5.22	1.33	0.98	1.66

GG: Gold Corp

ABX: Barrick

KGC: Kinross

NEM: Newmont

EPS: Earning per share.

P/E: Price per share/Earning per share.

PEG: Price/Earnings To Growth -> (P/E)/Growing EPS.

P/S: Price Sales Ratio -> Market cap/revenue.



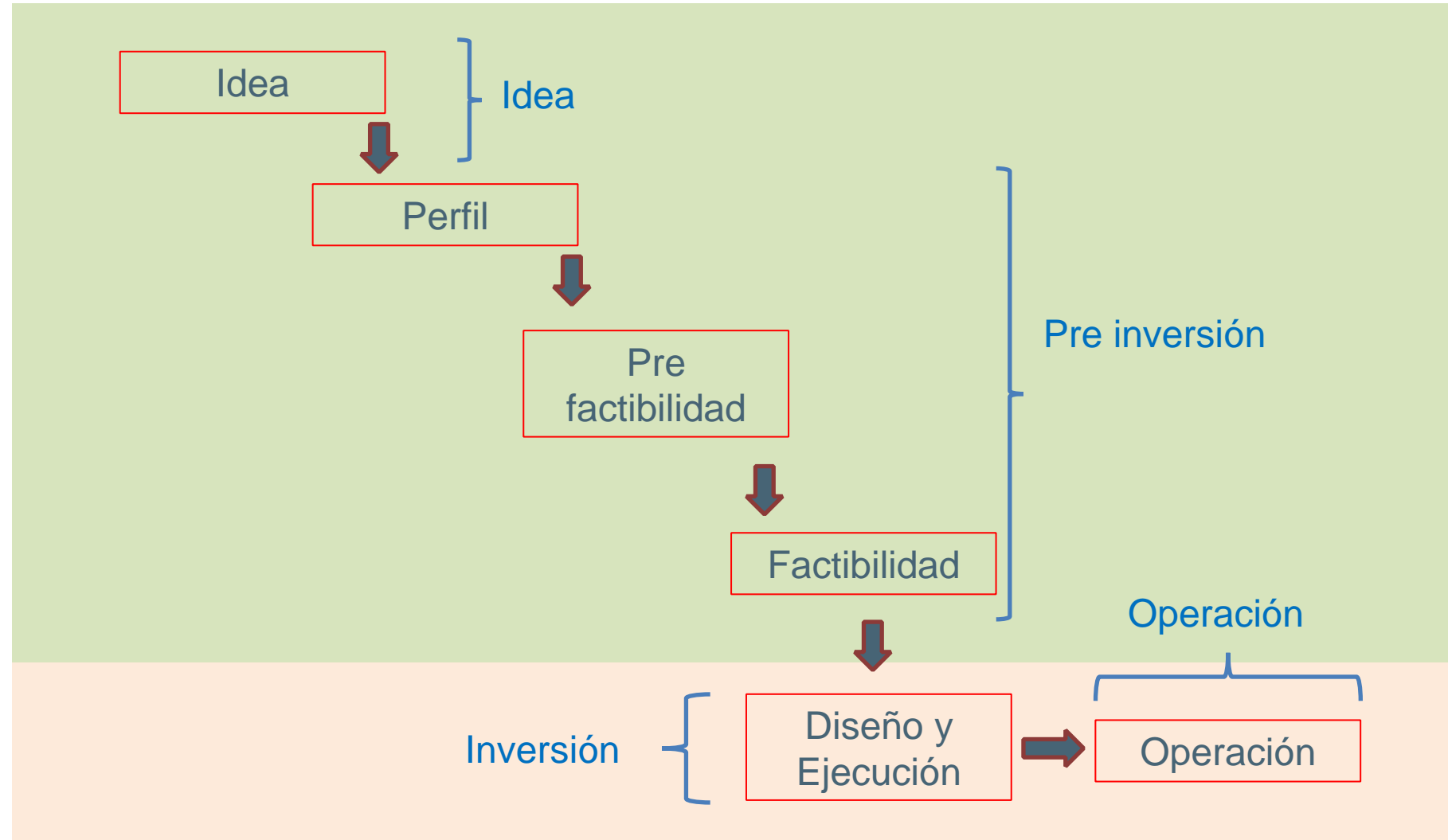
fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Etapas de un proyecto

PLANO DE LAS IDEAS

PLANO DE LAS ACCIONES



Etapas de un proyecto

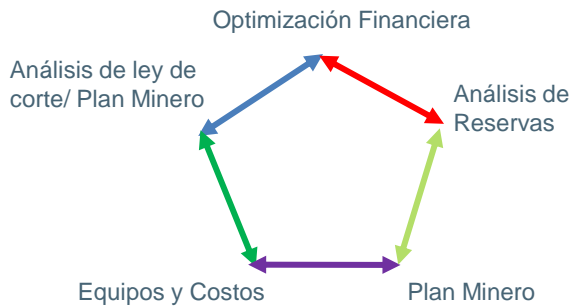
- **A medida que se avanza en las etapas:**
 - Orienta la toma de decisiones de abandonar o proseguir la idea.
 - Se va reduciendo la incertidumbre respecto a los beneficios netos esperados.
 - Se evita los elevados costos de los estudios.
 - Permite desechar en las primeras etapas los proyectos que no son adecuados.

Proyecto minero

- **Determinar recursos y reservas.**
- **Determinar el método de explotación.**
- **Determinar el tipo de procesamiento.**
- **Realizar un análisis de mercado.**
- **Determinar la infraestructura necesaria.**
- **Cuantificar los impactos socioeconómicos y medioambientales.**
- **Realizar planes de mitigación y estimar sus costos.**
- **Determinar si el proyecto se alinea con los objetivos de la compañía.**

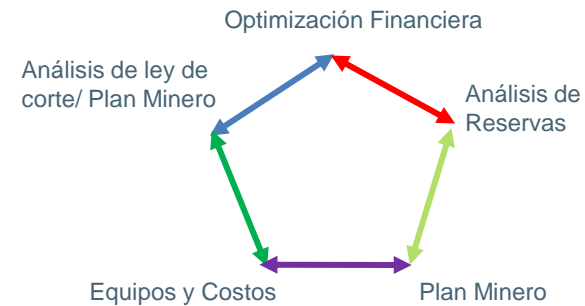
Ciclo de ingeniería

Conceptual



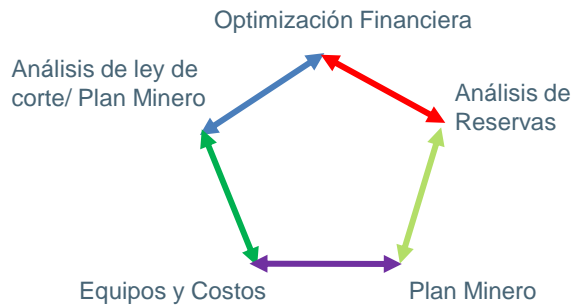
- Definición del enfoque
- Avanzar en la exploración
- Evaluar alternativas
- Descartar o continuar

Pre-Factibilidad



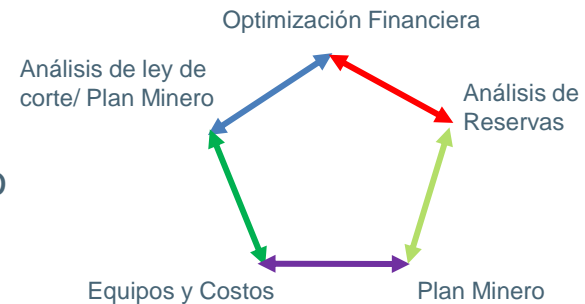
- Ingeniería Preliminar
- Costos Preliminares
- Definir el estudio de factibilidad
- Descartar o continuar

Factibilidad



- Ingeniería avanzada
- Financiamiento del proyecto
- Descartar o continuar

Detalle



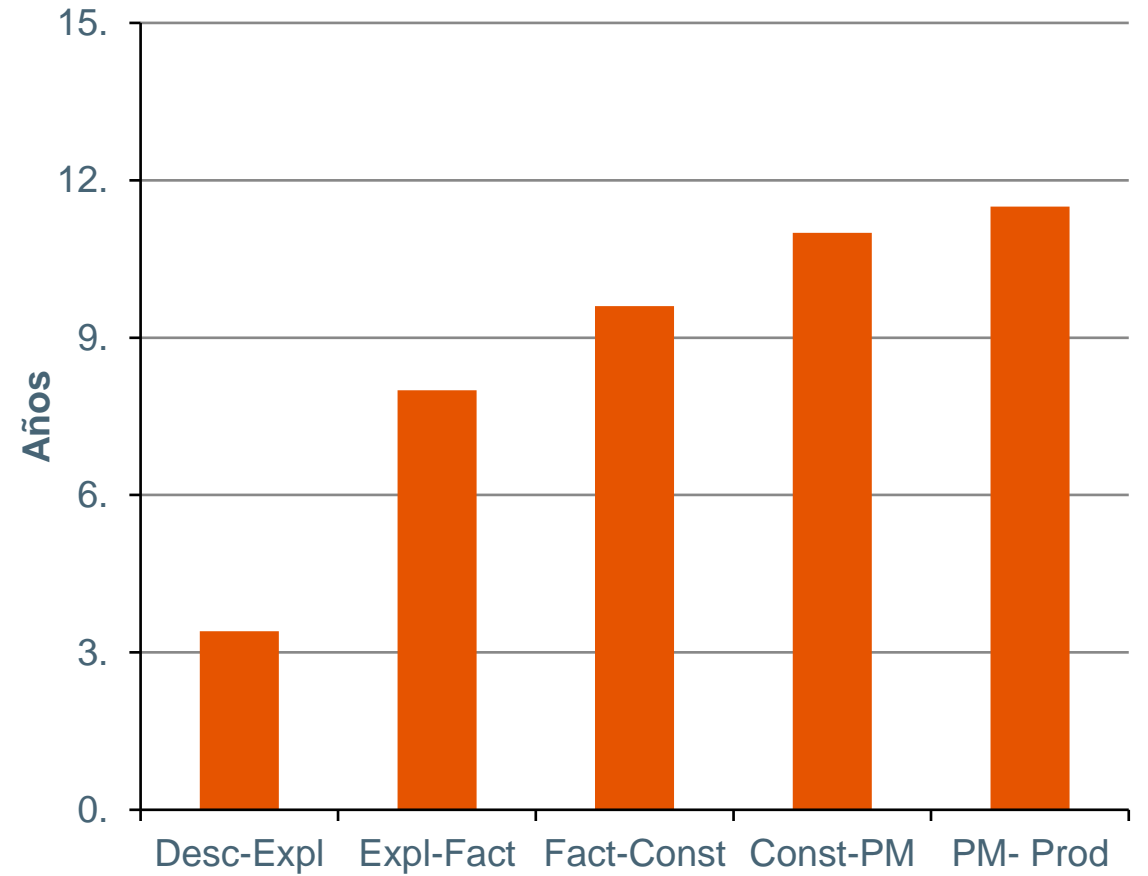
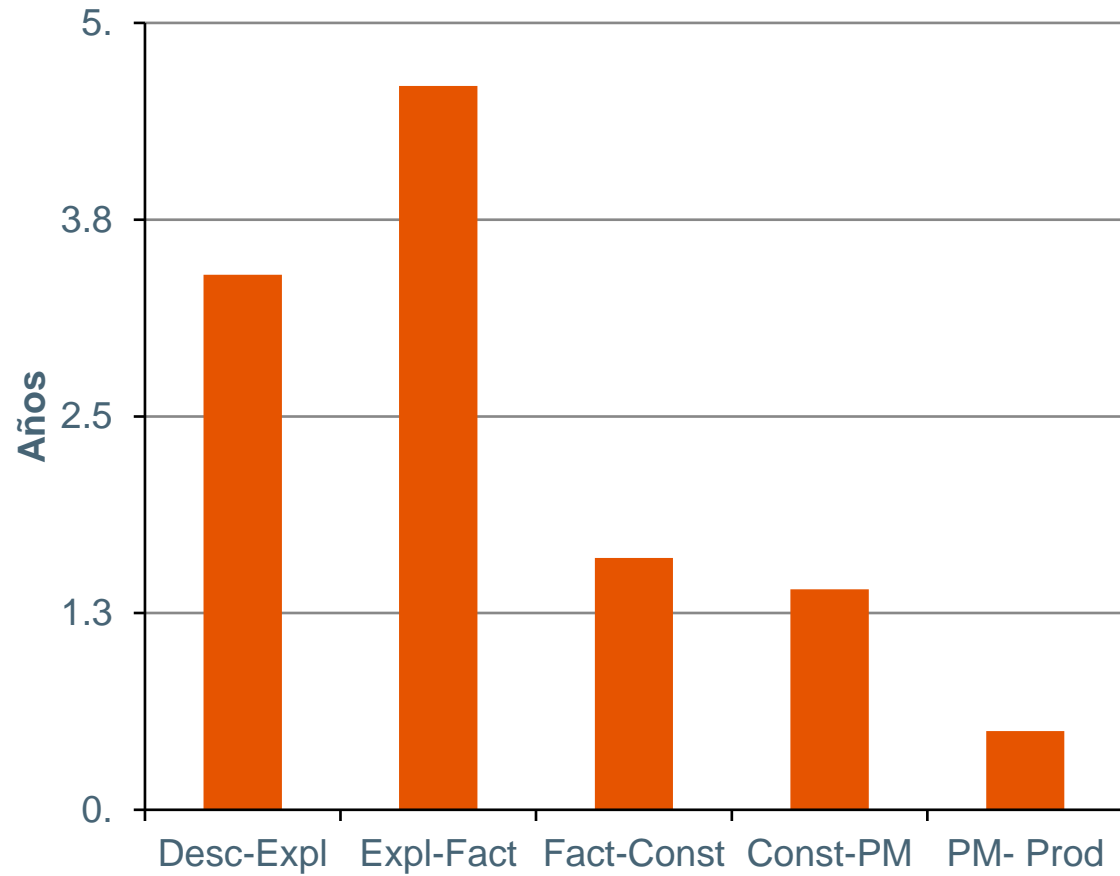
- Ingeniería de detalle
- Selección de material/equipos/compras
- Implementación del proyecto

Nivel de precisión

- **Conceptual (+/-30%)**
 - Estudio Clase 1
 - Evaluación preliminar
 - Estimación del orden de magnitud
 - Etapa de proyección
- **Pre-Factibilidad (+/-20%)**
 - Estudio Clase 2
 - Preliminar al estudio de factibilidad
 - Etapa de selección
- **Factibilidad (+/-15%)**
 - Estudio Clase 3
 - Estudio de factibilidad bancable
 - Plan de desarrollo
 - Etapa de decisión
- **Detalle (+/- 5 - 10%)**
 - Estudio Clase 4
 - Ingeniería de detalle
 - Estudio definitivo



Tiempo promedio de estudios



Caso de estudio Galore Creek

- **Ubicado al noroeste de British Columbia**
 - Octubre 2006
 - Estudio de Factibilidad
 - 65kt/d, 20 años
 - 5 años de construcción
 - 540Mt de 0.56% Cu, 0.3 g/t Au
 - Costo de Capital: 1,800 MUS\$
- **Mayo 2007**
 - Teck compra el 50% por 510 MUS\$
- **Junio 2007**
 - Construcción aprobada.
- **Octubre 2007**
 - 750 personas en faena, 110km de caminos construidos.
- **Noviembre 2007**
 - Actualización de Capital: 5,000 MUS\$
 - Se paraliza la construcción

NovaGold and Teck Cominco Suspend Construction at Galore Creek
Joint investor conference call Monday, November 26



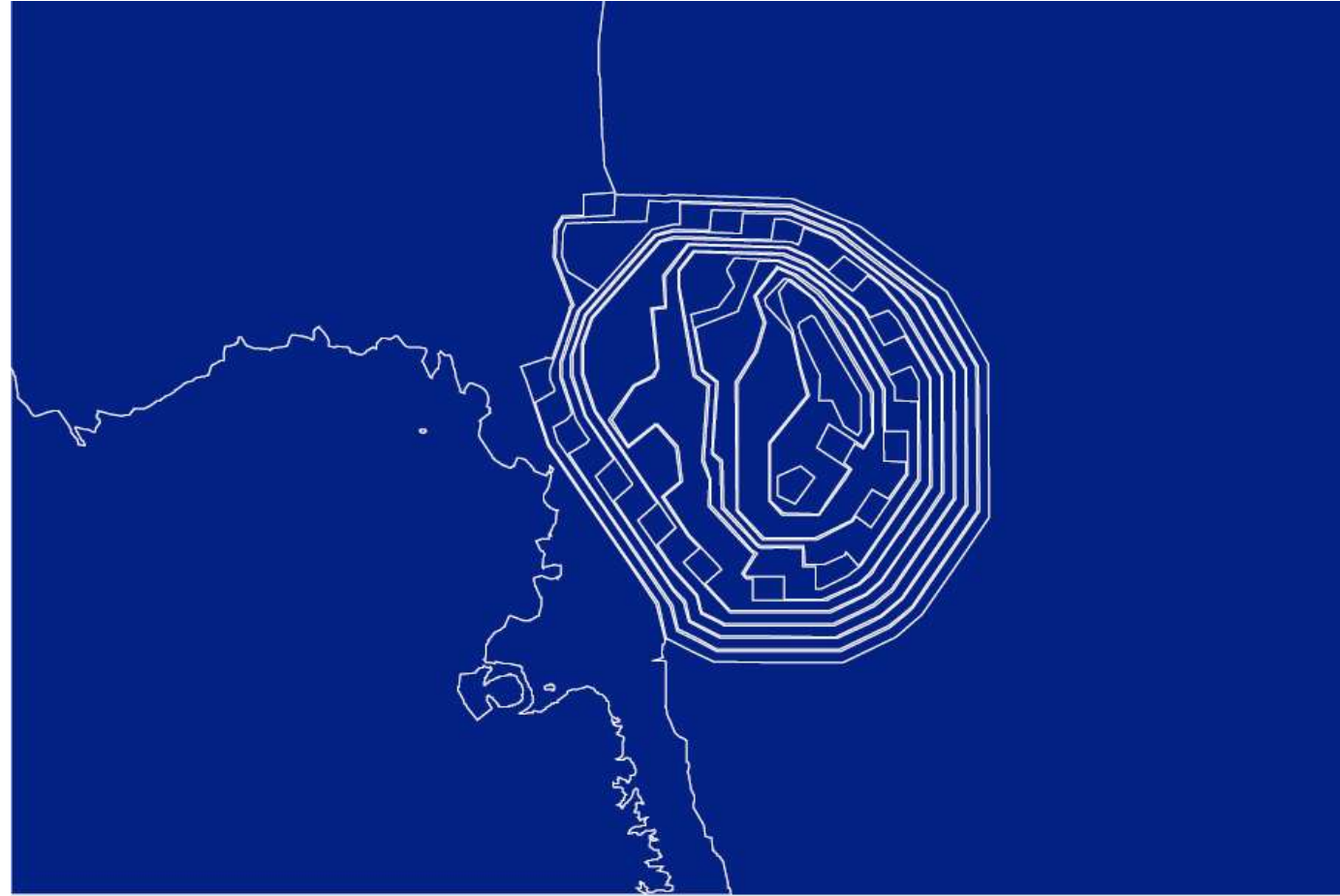
Errores típicos en los estudios de ingeniería de proyectos mineros

- **Reservas**
 - Información geológica desconfiable
 - Métodos inapropiados de estimación
- **Chequeos y auditorias inadecuadas**
 - Insuficiente entendimiento de la dilución
 - Baja conciliación
- **Diseño minero**
 - Inadecuada investigación geotécnica
 - Ingeniería insuficiente
- **Finanzas**
 - Mala estimación de los costos
 - Mala estimación de los precios
 - Pobre estudio de mercado
- **Riesgo**
 - Falta en la identificación de riesgos



Ejemplo identificación de riesgos (diseño)

Fase 1

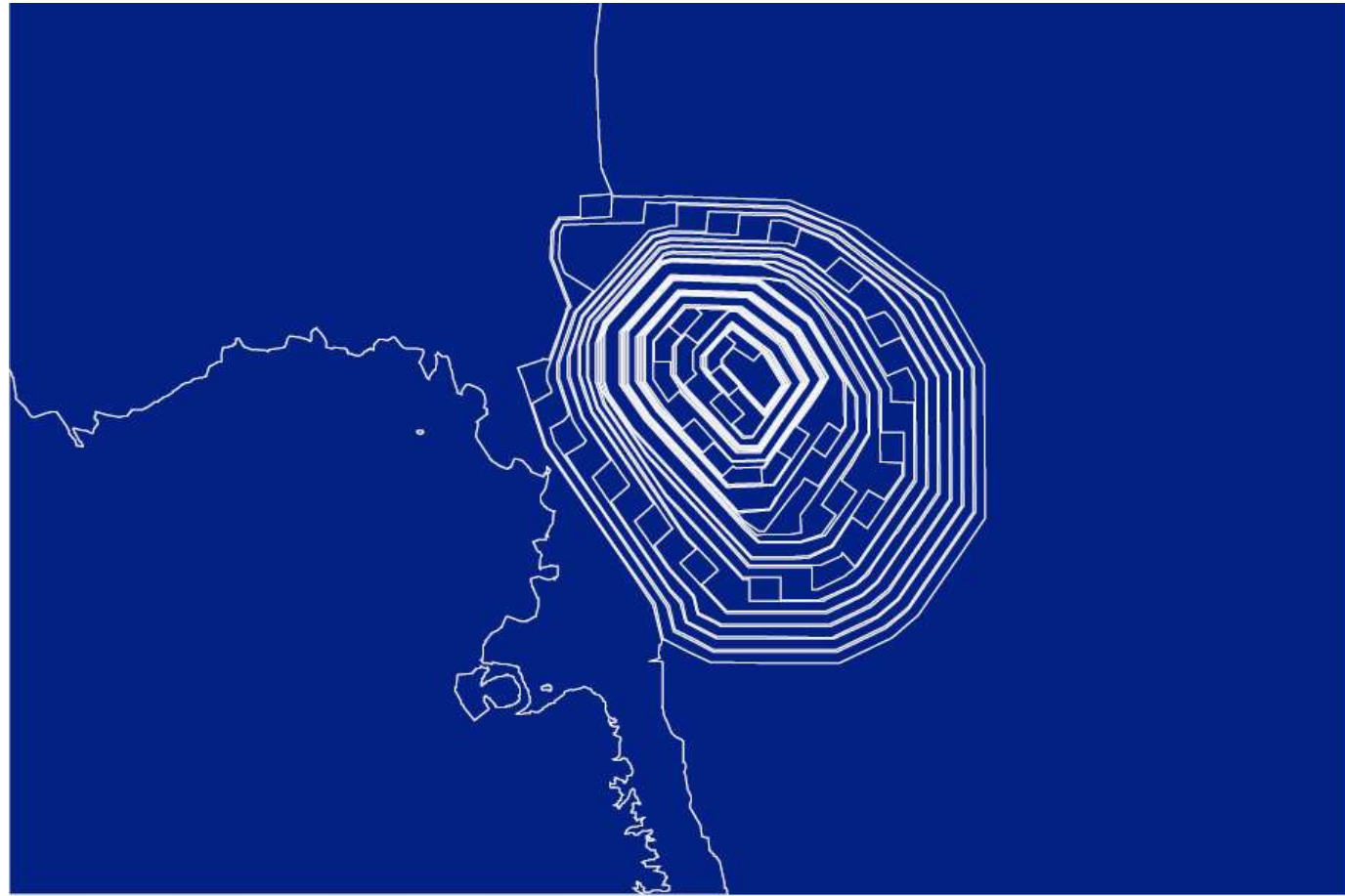


fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo identificación de riesgos (diseño)

Fase 2



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo identificación de riesgos (diseño)

Fase 3



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo identificación de riesgos (diseño)

Fase 4



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE