

“La planificación minera en el negocio minero de la Mediana Minería”

MEDMIN 2012



Enrique Rubio, Ph. D.

Contenidos

- ➔ Definición de REDCO
- ➔ El rol de la Planificación Minera en el Negocio:
Pequeña y Mediana Minería
- ➔ Modelo de Innovación de REDCO
- ➔ Áreas de Desarrollo
- ➔ Ejemplos



Descripción General de la Compañía

Tecnología :: Inteligencia :: Innovación

- **REDCO Mining Consultants** es una empresa de ingeniería boutique fundada en Chile en 2004, que desarrolla y aplica tecnología especializada en entregar soluciones y herramientas para el manejo de coberturas operacionales que permitan posicionar los proyectos en la mejor zona factible de riesgo/retorno para sus clientes.
- Con más de 8 años de experiencia desarrollando proyectos mineros en Sudáfrica, Canadá, Indonesia, Colombia, Perú, Argentina y Chile.



Planificación Minera

Conecta el recurso minero con el plan de negocios de la compañía

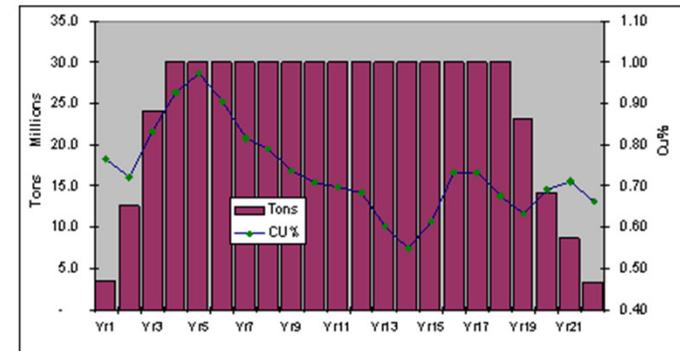
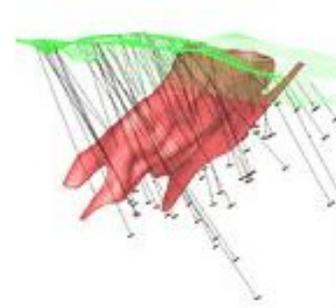
 Disciplina de Ingeniería de Minas que transforma el recurso mineral en el mejor negocio para el dueño

 **Define una promesa productiva**

- Procesos productivos
- Sistema minero
- Reservas mineras
- Tasa de producción
- Vida de la mina

 **Documento bancable**

- Costos de operación
- Capital
- Retorno sobre la inversión

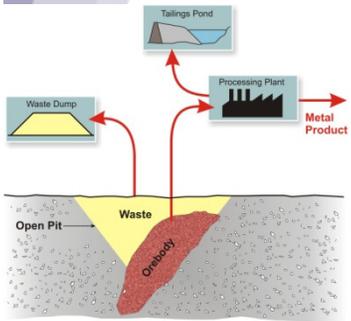


Latest price (Jan 03, 2006 16:51 EST) \$ 27.95, Volume 0

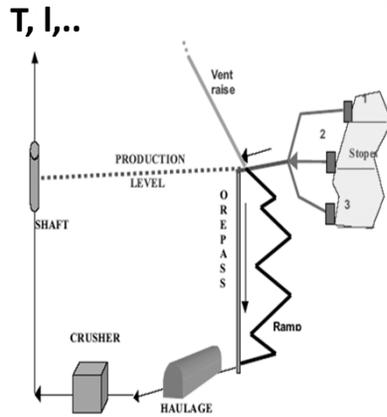
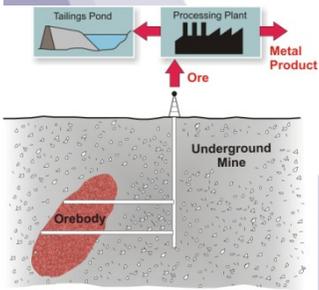


Programa de Producción

Diseño- Secuencia- Operaciones Unitarias- **Costo**



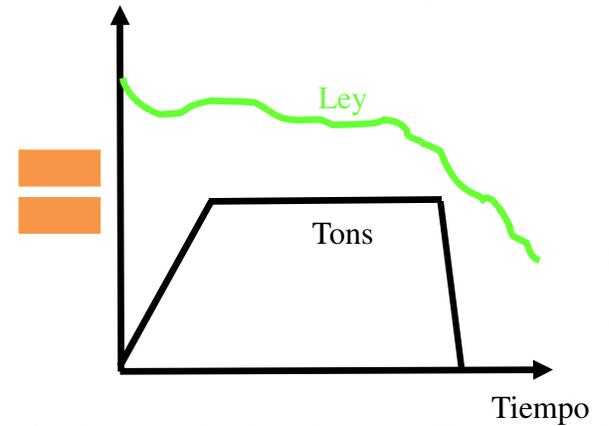
Métodos de Explotación y Extracción



Secuenciamiento



Operaciones Unitarias



Metodología trazable que permite ordenar las operaciones unitarias y establecer los **costos de operación** de la mina como también su **VALOR**



Estabilidad de Pared Bagdad Mine, Arizona



Grasberg Mine, Indonesia October 9, 2003



Interferencia entre fases



Pérdidas de producción por fases interferidas

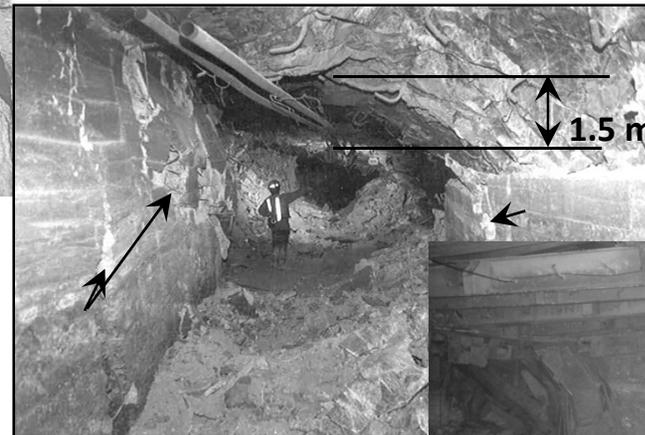
Eventos Geotécnicos Subterráneos



Sobretamaño y colgaduras



Deformaciones plásticas



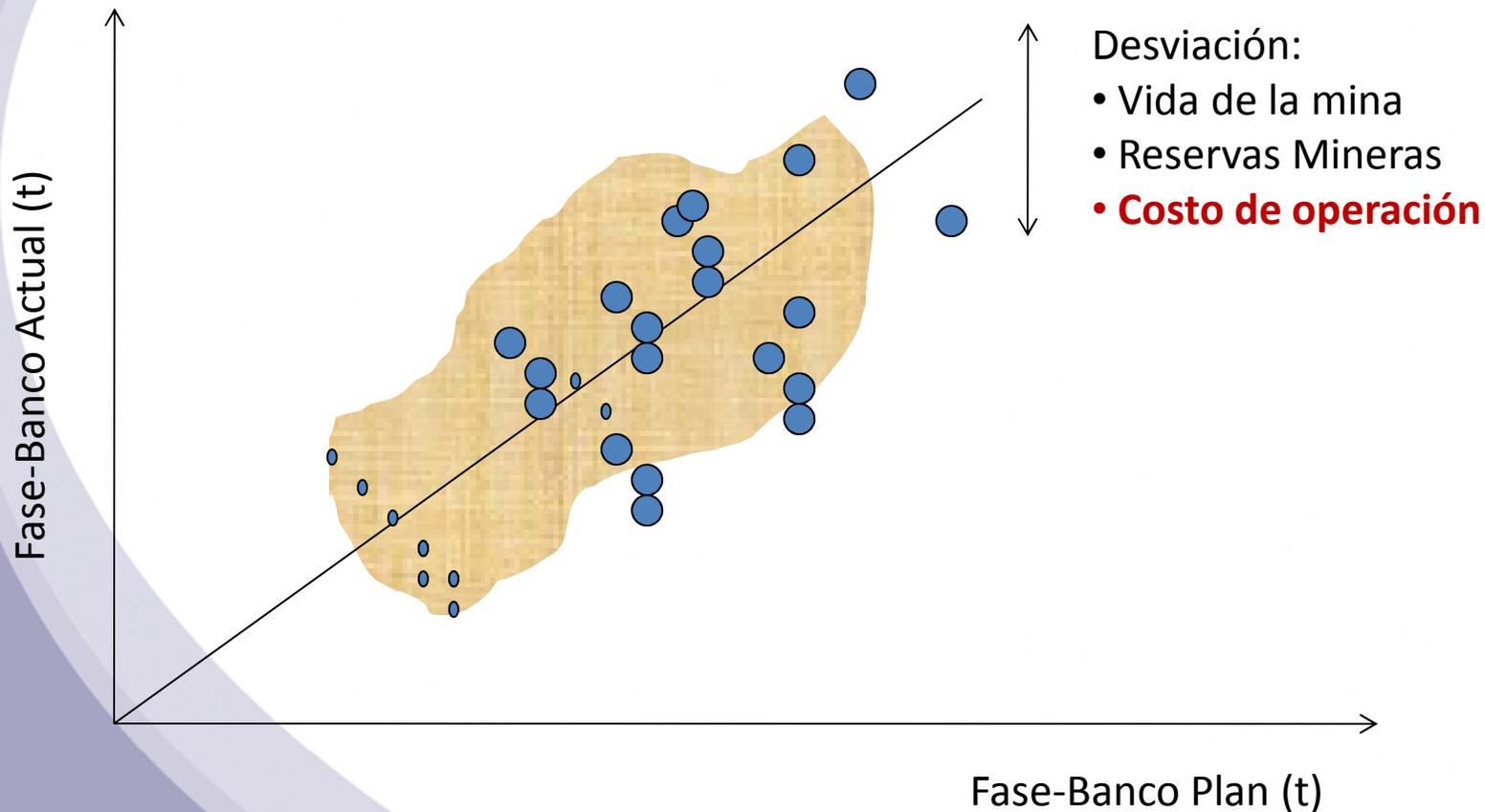
Colapsos



Daño de pilares

Reconciliación de Planes Mineros

Monitoreo del Comportamiento de Modelos y Factores Operacionales

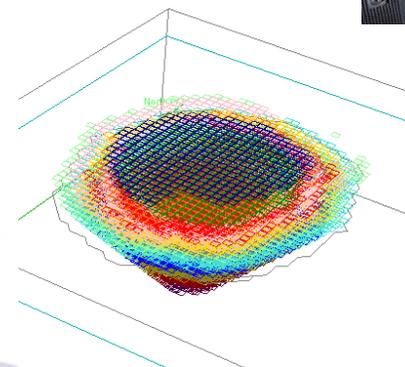
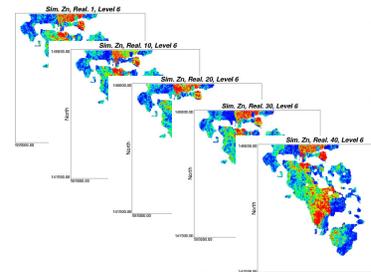
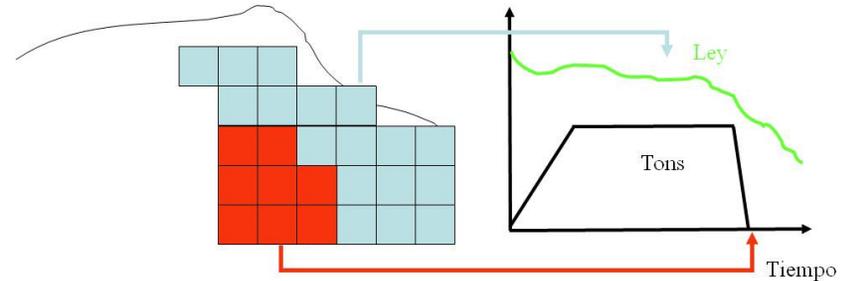


Práctica que permite analizar **oportunidades y vulnerabilidades** del proceso productivo

Desafíos Actuales de REDCO

Entregar soluciones robustas de planificación minera a nuestros clientes

- ➔ **Visión Sistémica/ Coherente/ Dinámica**
 - Planificación integrada
 - Optimización de corto y largo plazo simultáneo.
- ➔ **Incertidumbre**
 - Precios, leyes, sistemas mineros
 - Planes robustos
- ➔ **Sistemas mineros no tradicionales**
 - Modelos matemáticos muestran soluciones distintas, la planificación debe influir en la próxima generación de sistemas mineros.



Activos/
Mineros

A1

A2

A3

⋮

Ak

Incertidumbre
Geol, Precio, Sist.

Muestreo de distribución a priori

Optimizador Rápido
de Secuencia

ω_1

ω_2

ω_3

ω_k

*Sistema Minero
Secuencia
Prog. de Prod.*

Valor de Activos
Esperados

α_1

α_2

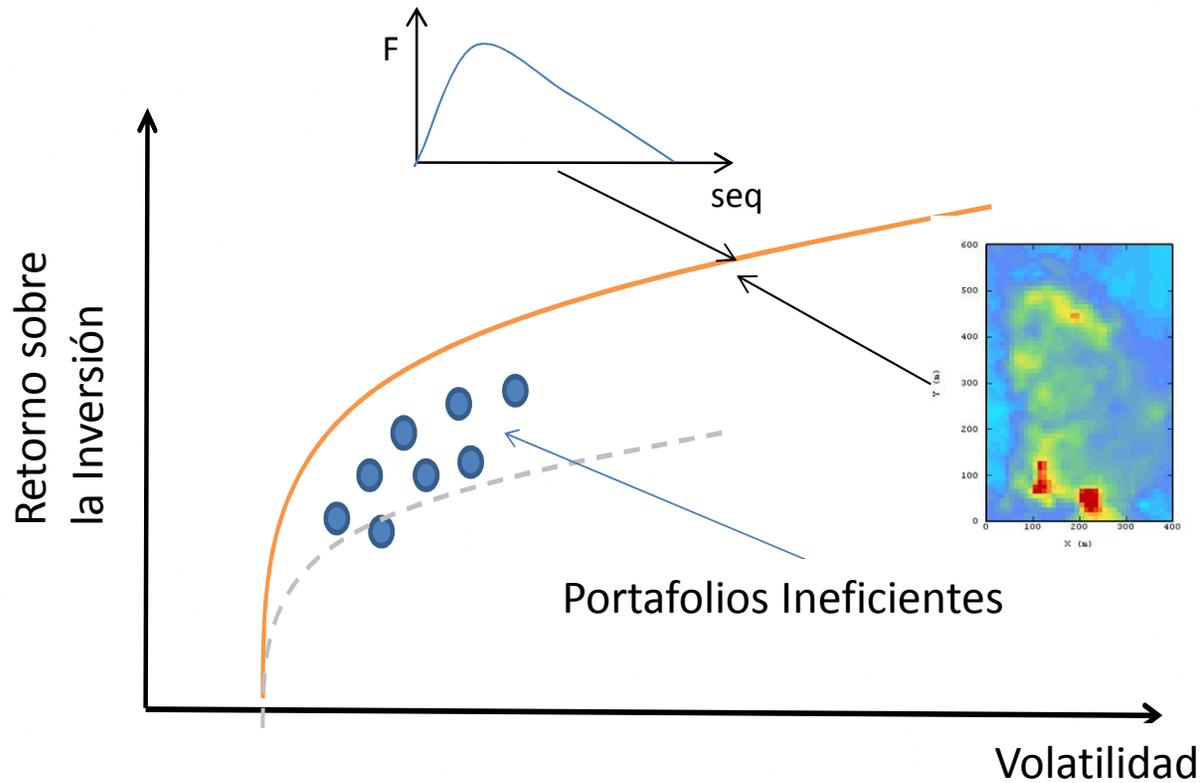
α_3

α_k

Portafolio
• Retorno
• Volatilidad

Realizaciones

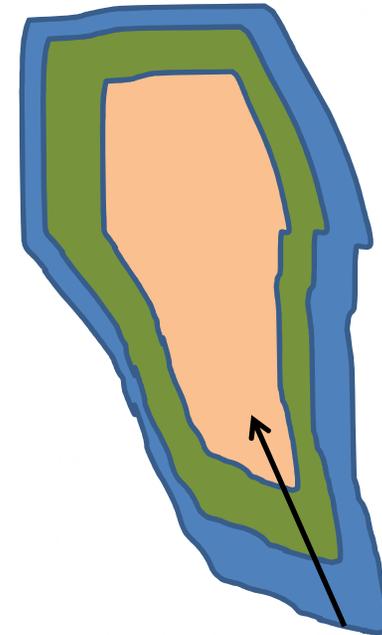
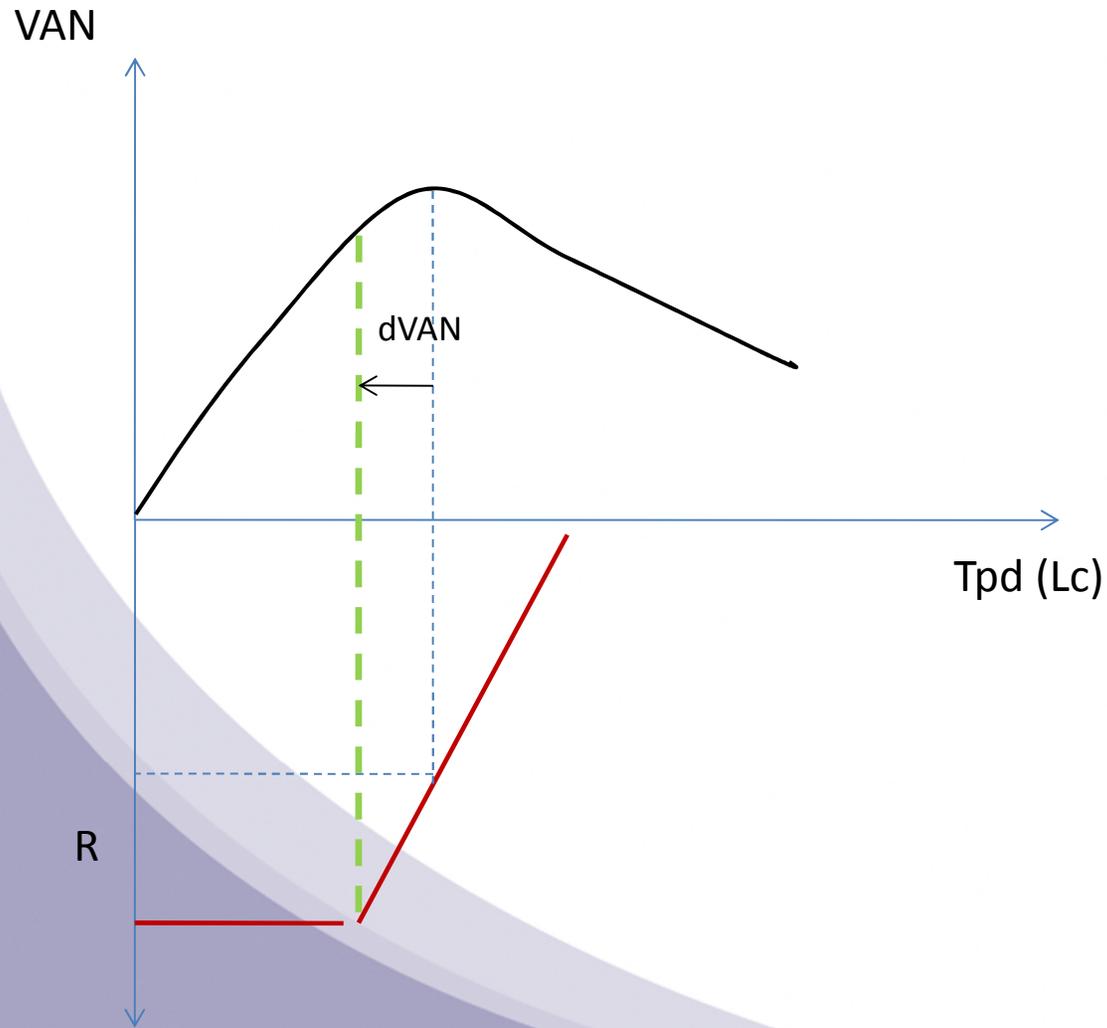
Optimización del Portafolio



El plan minero es un portafolio óptimo del uso de recursos que maximiza el retorno para un valor dado de volatilidad esperada.

Similar a la optimización de un portafolio financiero.

Confiabilidad Operacional vs Maximización de Valor Presente

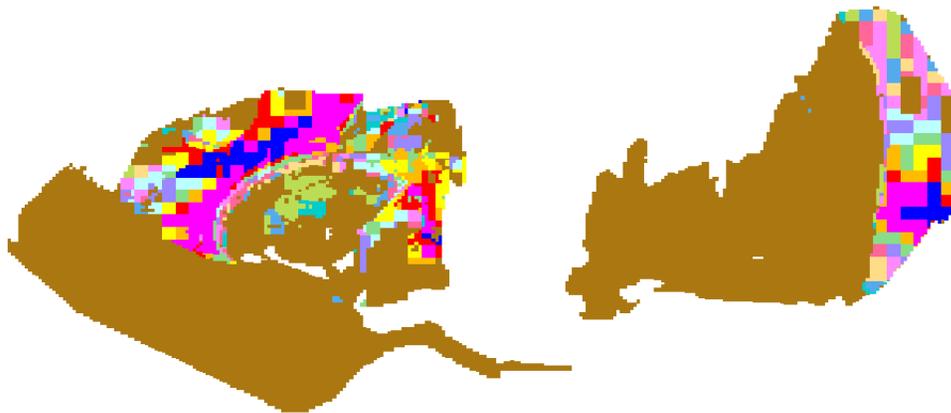
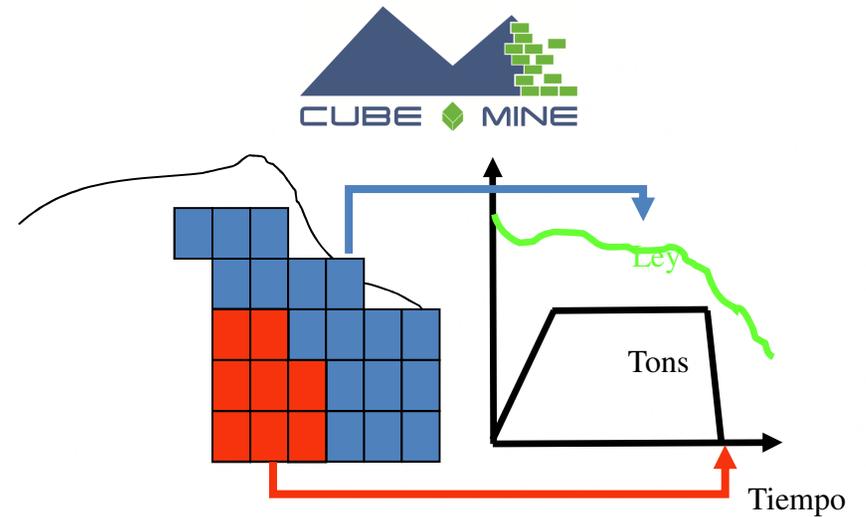


Leyes de Corte (Lc)

Optimización Procesos de Planificación Minera

Coherencia e Integrabilidad del sistema de Planificación Minera

- ➔ Secuenciamiento capacitado bajo restricciones operacionales
- ➔ Mezclas óptimas de producción: energía, agua
- ➔ Múltiples objetivos: costo, fino, retorno, min desv..

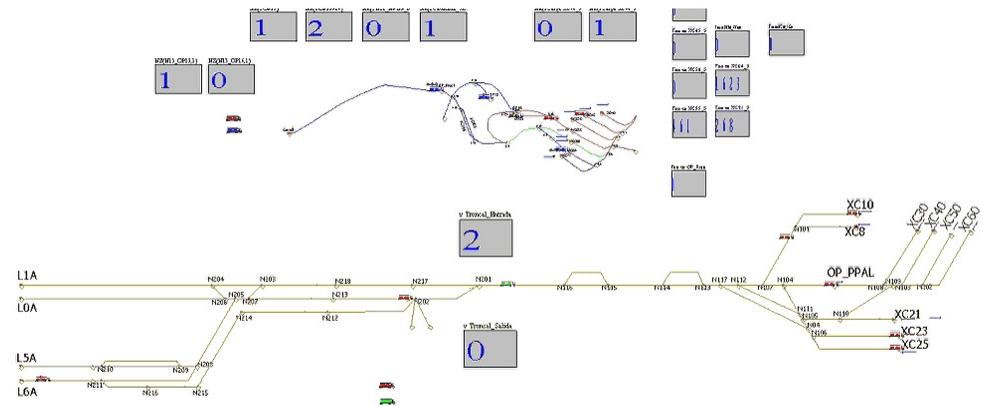


Simulación en la Planificación Minera

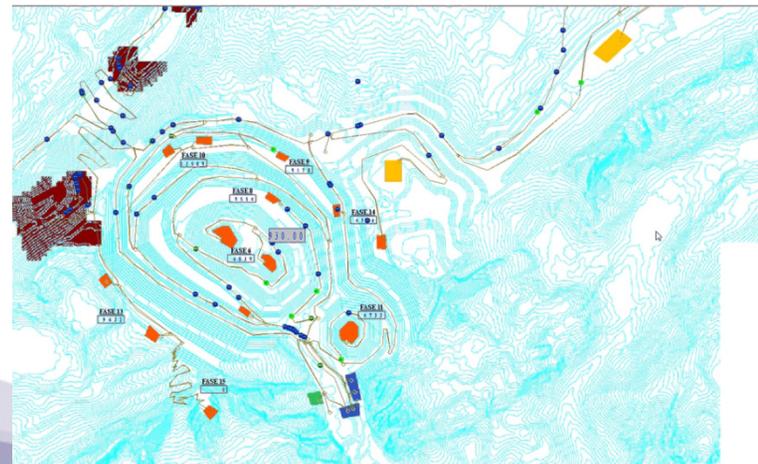
Robustez de los planes mineros

- Capacidades del sistema de manejo de materiales
- Cuellos de botella
- Análisis de escenarios productivos

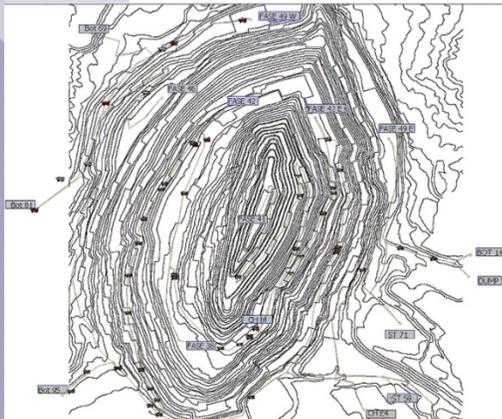
Mina El Teniente



Mina Antamina



Mina Chuquicamata



Modelo de Innovación de REDCO

Nuestros Clientes



U de Chile



BOS2



OptEng



Ejemplo: Mina MUZO Colombia

Contexto

Una asociación de una familia Colombiana con un grupo de inversionistas Americano para controlar el mercado de Esmeraldas de alta pureza.



Muzo en Boyaca province,
220 Km at North East of
Bogotá



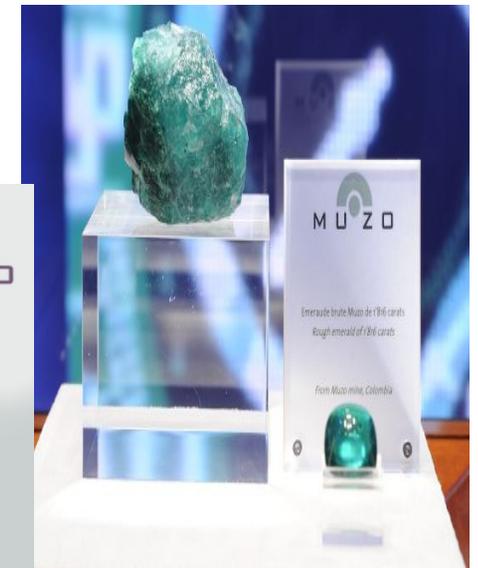




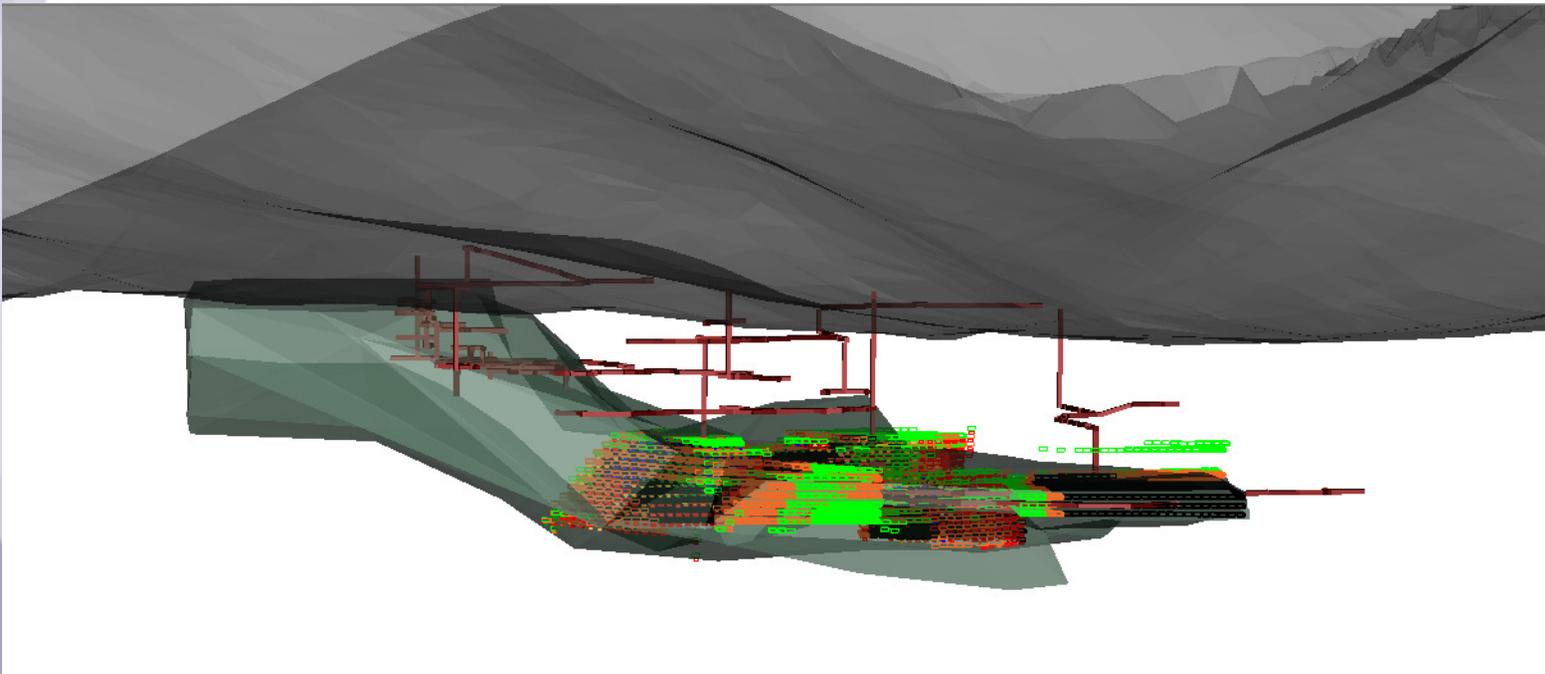


Desafíos del Proyecto

- ➡ Diseñar un sistema minero coherente
- ➡ Diseñar un proceso semi automático de selección
- ➡ Planificar la producción para programar subastas internacionales



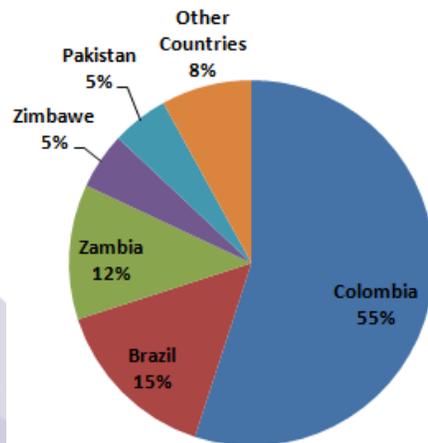
Modelo de Recursos y Topología de Mina



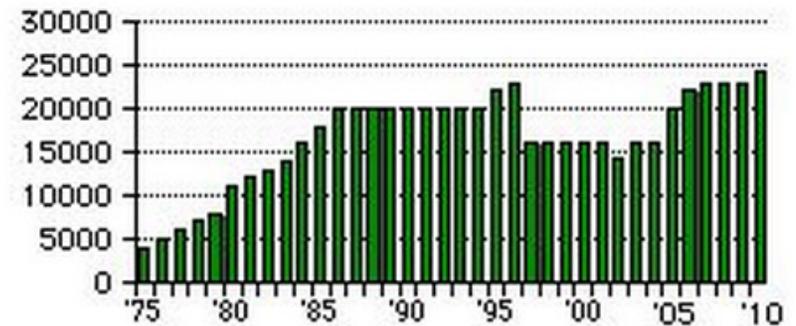
Mine	Shafts [m]	Drifts [m]
Tequendama	246	2487
Parturo	154	718
Retorno1	83	1176
Volvere	239	1744
Retorno2	215	476
Catedral	139	1145

Precio Esperado de Productos

- Productos:
1. Chispero
 2. Morralla
 3. Perma



Colombian Emerald, 1ct., 3.5/75, LI, No Treatment



Global Resource Evaluation Plan

20 years

- Exploration and desing of Tecminas
- Implementation of continuos mining systems

Asset Development Plan

5- 10 years

- Exploration of Coexminas to understand the bottom part of the ore body
- Explotation desing and operation using continuos mining systems

Medium Term Planning

1-3 years

- Development of current production blocks Tqdama/R1, Volveré/PA, Catedral/PA
- Access and infrastructure (plant)
- Equipment
- Implementation of fully autonomous systems

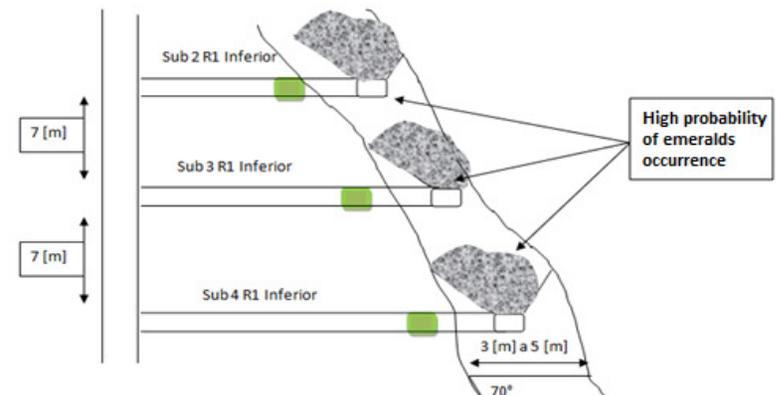
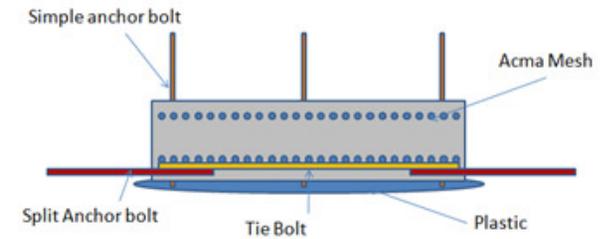
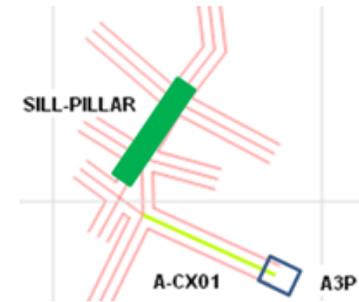
Budget and tactical planning

1 years

- Develop and production 3 production blocks: PA, TQ and Catedral
- Install a full control system to guarantee Emerald integrity

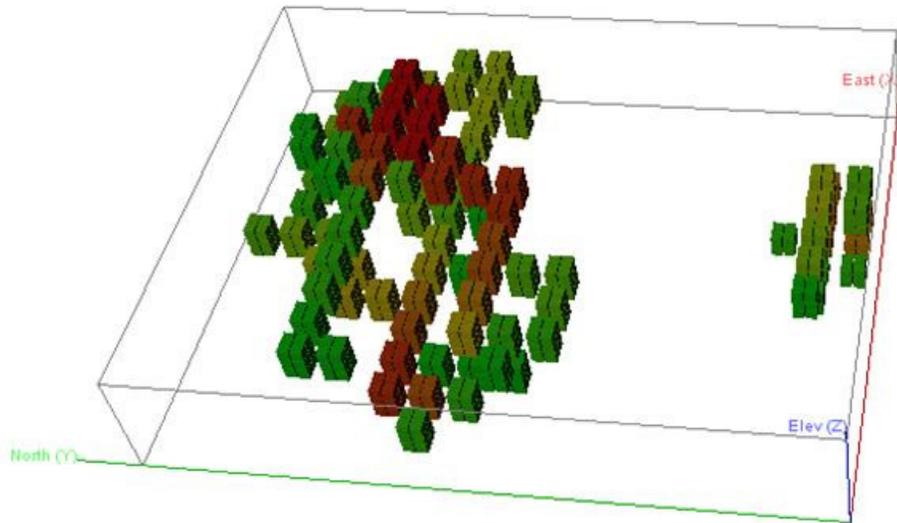
Opciones de Sistemas Mineros

- ➔ Drifting
- ➔ Drift and Fill
- ➔ Inclined Draw Point Caving

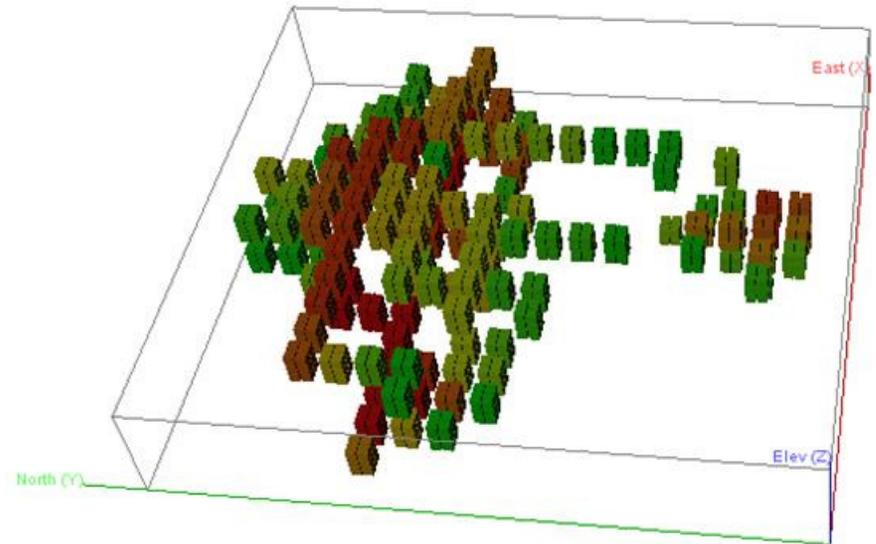


Secuenciamiento Minero Integrando Diseño

Optimización de Secuencia

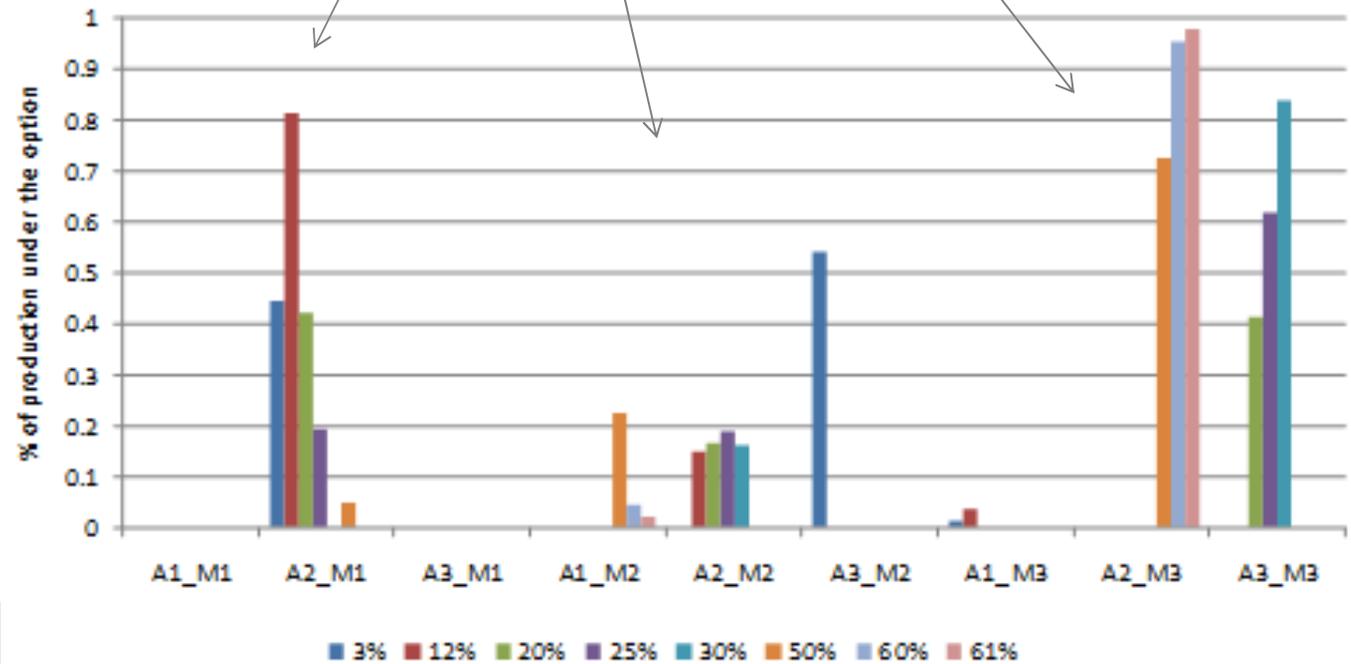
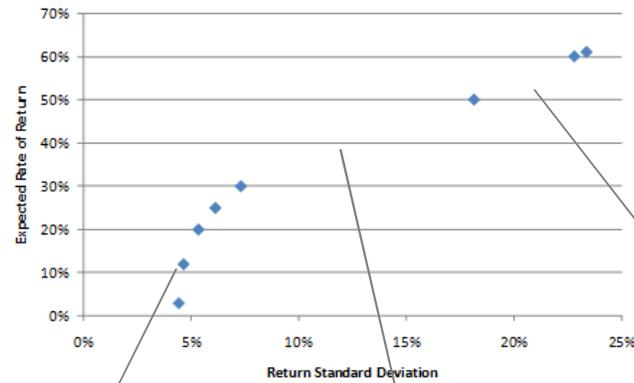
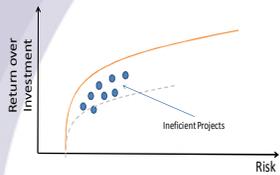


Optimización de Secuencia y Diseño



→ > 15% mayor producción de Chispero

Resultados de Optimización de Portafolio

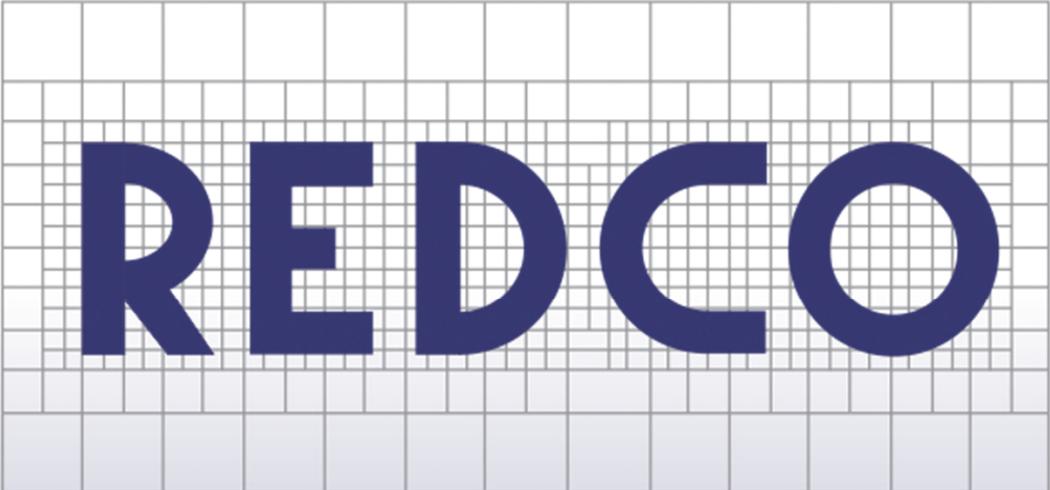


Comentarios Finales

- ❑ La **planificación minera** establece el **valor** del negocio
- ❑ El proceso de **planificación minera** permite una búsqueda constante de valor, variando los diseños mineros, las tasas de producción y las leyes de producción.
- ❑ La **planificación minera** conecta las operaciones unitarias con el costo de explotación de la mina, e inversiones, siendo este proceso de extrema relevancia en la sustentabilidad de la pequeña y mediana minería.

“La planificación minera en el negocio minero de la Mediana Minería”

MEDMIN 2012



REDCO

MINING CONSULTANTS

Enrique Rubio, Ph. D.