

# Análisis Comparativo de Valuación en Empresas Mineras

Rodrigo Molina P.

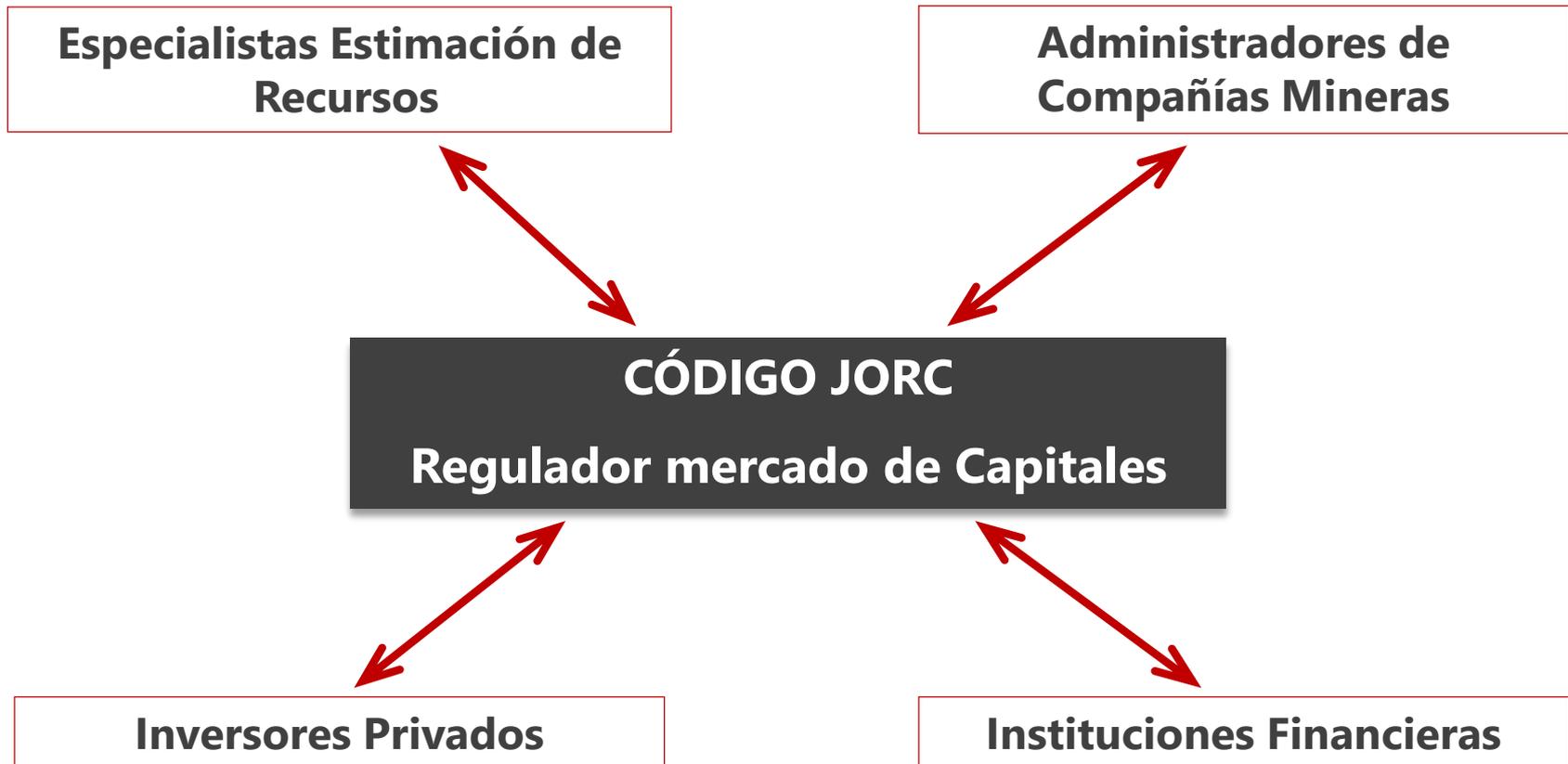
# Decisiones a Futuro

- Elaborar estrategias que vayan a capturar el mayor valor posible de un negocio o inversión.
- La flexibilidad operacional de un proyecto minero es crítico en la conceptualización:
  - Incorporación tecnológica (bajar leyes de corte)
  - Flexibilidad operacional
  - Evolución de costos, evolución del precio, cambio en las características del yacimiento., etc...
- Estrechar el enlace entre los inversores o mercado de capitales mineros y los empresarios mineros.

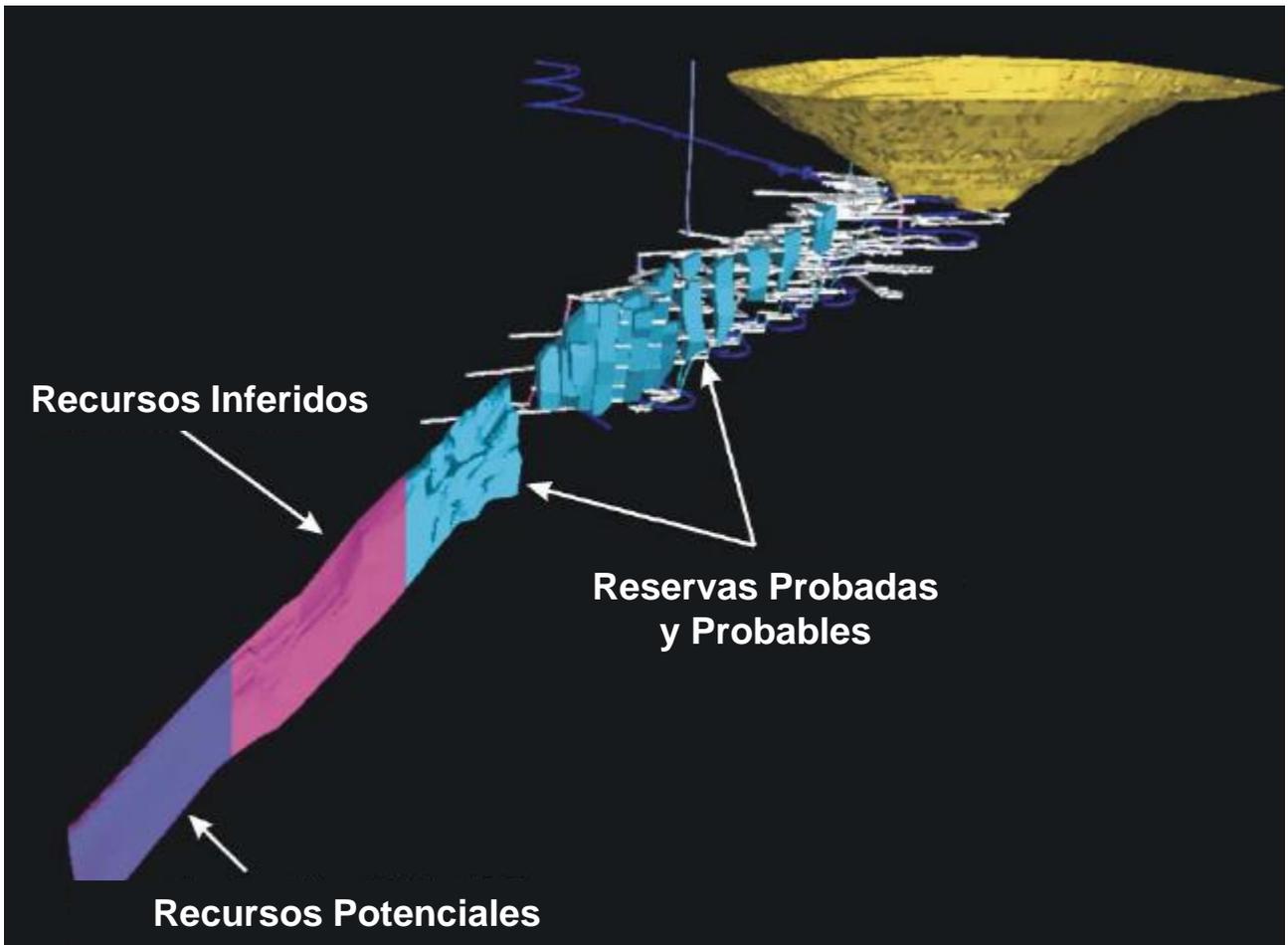
# Activos Mineros

- Recursos minerales con potencialidad de ser explotados comercialmente
- Sus atributos son siempre cambiantes (tonelaje, ley, asociación mineral, etc.).
- Su caracterización requiere de empleo de técnicas de muestreo y estadística.

# Código JORC y los Actores del Negocio Minero Mundial



# Relación entre Reservas y Recursos Minerales



# Activos Mineros

Su caracterización requiere: **INVERSIÓN**

- Recolección de información sistemática de campo.
- Empleo de técnicas de muestreo mediante sondajes.
- Procesamiento estadístico de los datos.
- Estimación y cálculos de volúmenes y calidades (ton, %Cu Total).
- Los resultados dependen del estimador, por lo cual se requiere establecer normas para uniformar criterios (estandarizar).

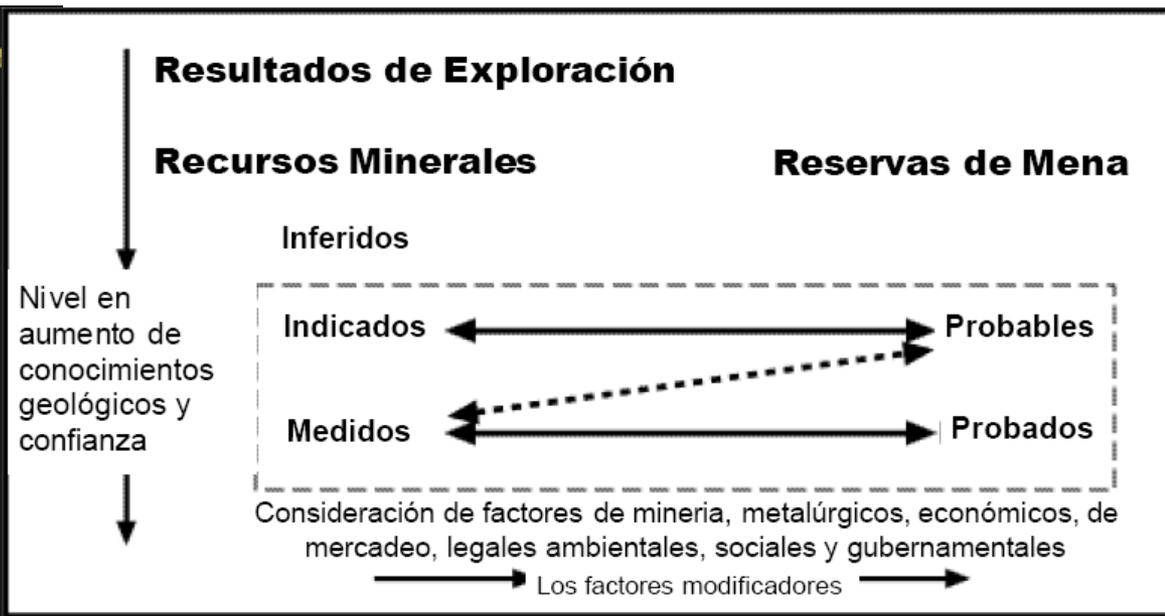
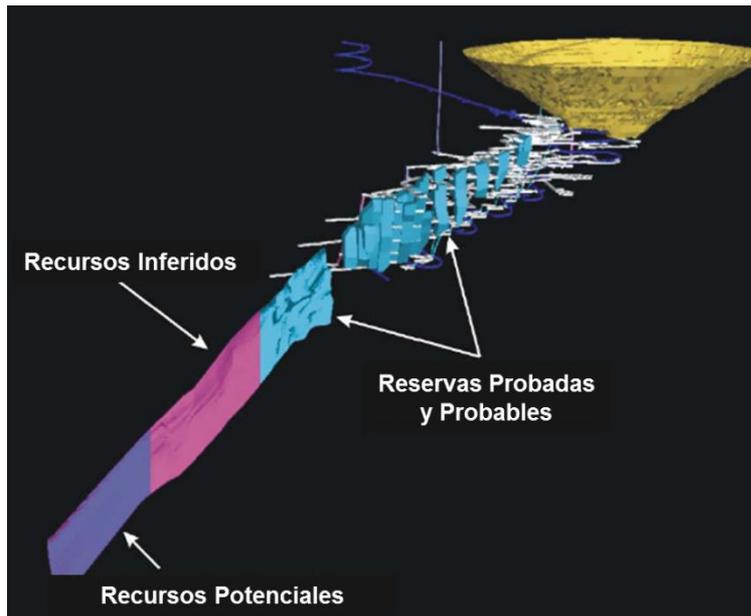
# Desafío de la Estimación de Recursos Mediante Sondajes



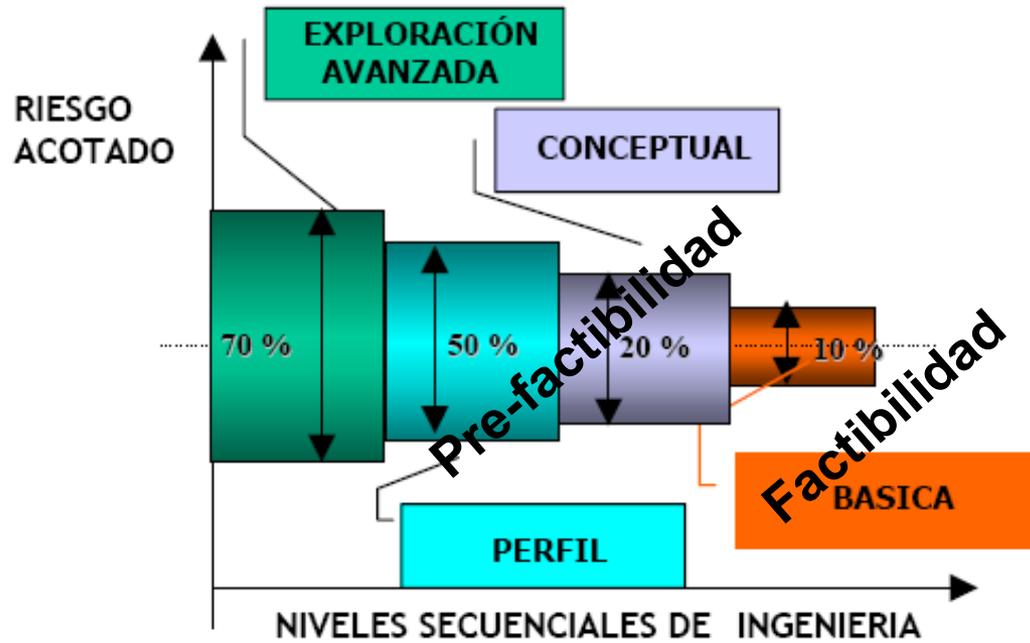
Porción para análisis químico  
(50 gr o 30 gr)



# Clasificación Activos Mineros - JORC



# Riesgo v/s Etapa de un Proyecto Minero



Niveles de conocimiento progresivo de un proyecto minero. (Tulcanaza, 2002)

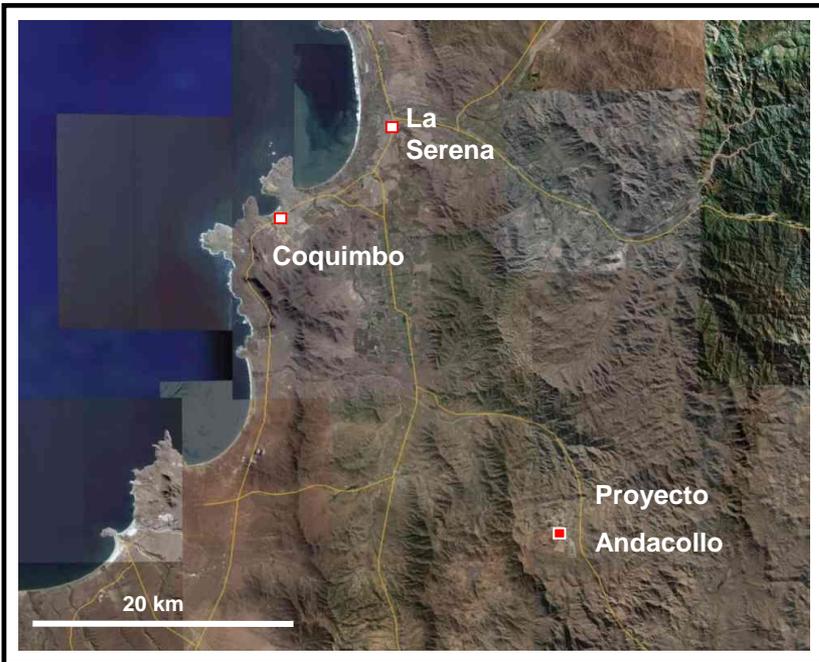


Tiempo y Capital

# Prospectos, Información y Riesgos en el Ciclo Minero



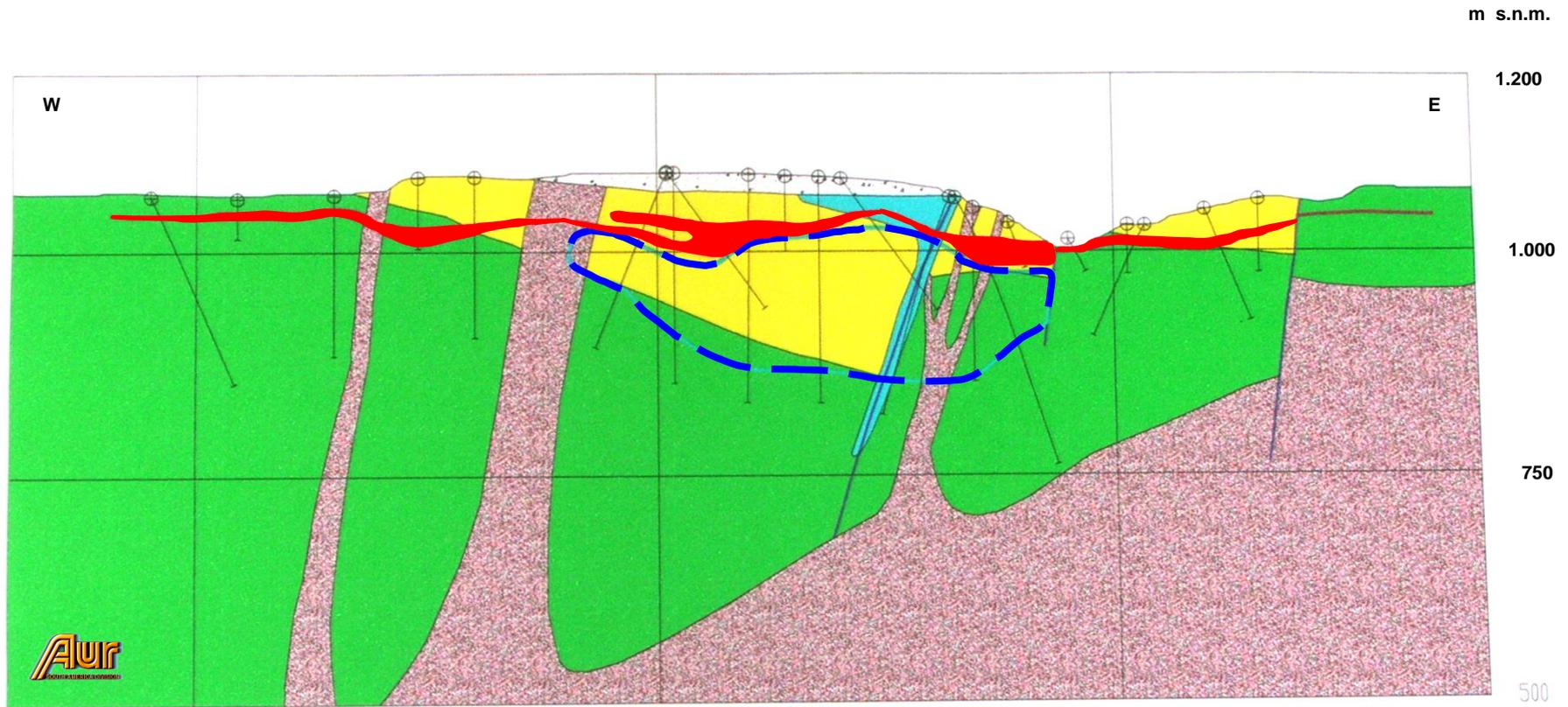
Opciones Reales en la Evaluación de un Cluster Distrital Minero. (Tulcanaza, 2009)



Ubicación: a 37 km de La Serena, IV Región.



# Sección Mina Andacollo (1996)



Cuerpo Óxidos de Cobre – SUPÉRGENO  
Res.Mena: 31,9 Mton @ 0,73%CuS



Cuerpo Sulfuros de Cobre – HIPÓGENO  
Rec.Min. : 600 Mton @ 0,43 CuT – 0,13 gr/ton Au.  
Res.Mena: inferidas 300 Mton.

250 m

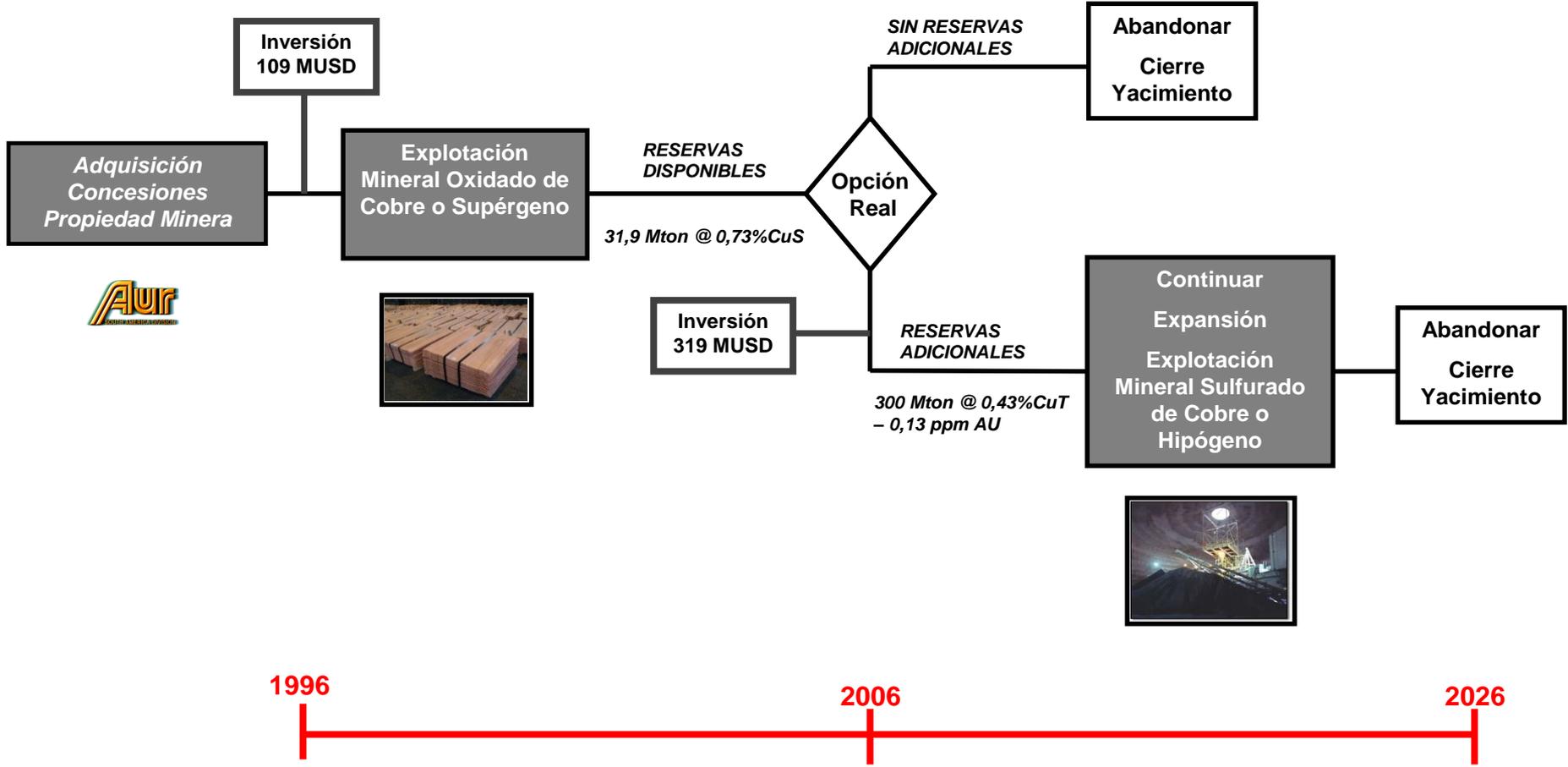


Sondajes

# Layout Mina Andacollo – Proyecto Hipógeno



# Árbol Decisión Proyecto Andacollo



# Valuación de Empresas Mineras

## Método Actual de Valuación : VAN

Es de amplio uso en el mercado.

Considera un único "escenario esperado" de flujos de caja del proyecto.

Gestión operativa estática .

Considera parámetros fijos.

Disminuye el valor de los proyectos en el largo plazo.

La tasa de descuento se hace cargo de toda la incertidumbre.

Maneja el riesgo sistemático y no- sistemático en la misma tasa.

Aplica la Tasa de Descuento a todo el proyecto

## Método de Valuación Alternativo : VOR

Su uso no es masivo, y es aplicado sólo por especialistas.

Es contingente, porque incorpora permanentemente variaciones, fluctuaciones, y volatilidades que afectan al proyecto .

Gestión operativa dinámica.

Considera parámetros estocásticos.

Simula la evolución del activo subyacente en el largo plazo, descuenta por tasa libre de riesgo.

Incorpora la volatilidad del activo subyacente.

Maneja el riesgo sistemático en los flujos por período, y sólo el no-sistemático en la tasa de descuento.

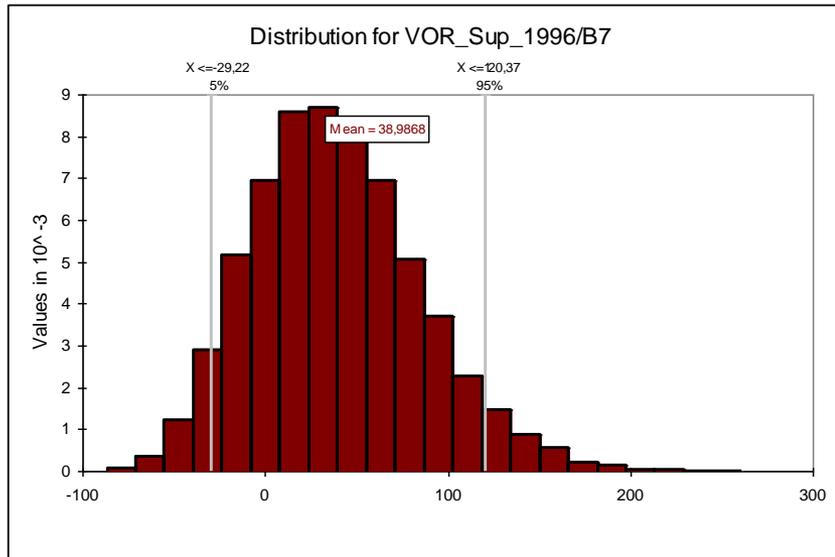
Aplica la tasa libre de riesgo como tasa de descuento.

# Valuación 1996

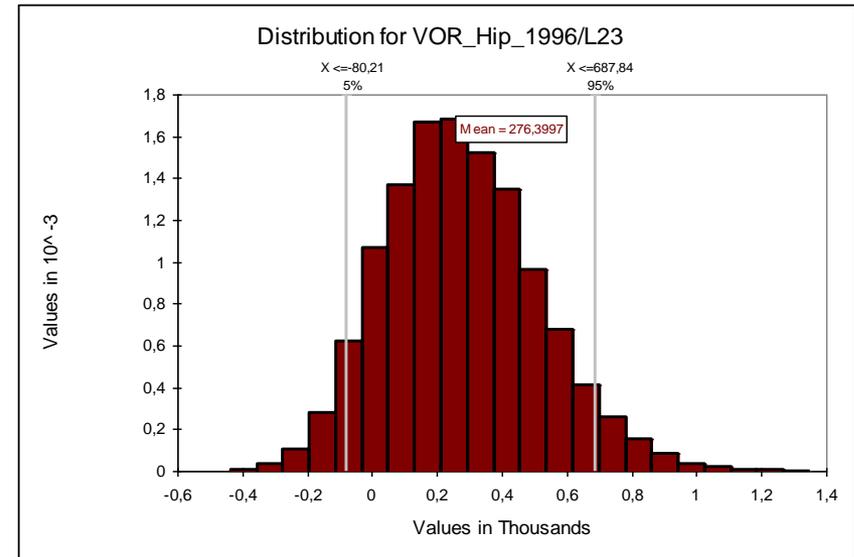
| <b>Valuación 1996</b>    |                             |  |
|--------------------------|-----------------------------|--|
| <b>Recurso</b>           | <b>SUPÉRGENO</b>            | <b>HIPÓGENO</b>                          |
| <b>Horizonte</b>         | <b>1996 - 2006</b>          | <b>2006 - 2026</b>                       |
| <b>Producción Anual</b>  | <b>44 MLb</b>               | <b>142 MLb Cu - 128 tonAu</b>            |
| <b>Costos Producción</b> | <b>0,56 USD/ Lb Cu</b>      | <b>0,78 USD/Lb</b>                       |
| <b>Reservas*</b>         | <b>31,9 Mton @ 0,73%CuS</b> | <b>300 Mton @ 0,43 %CuT - 0,13 ppmAu</b> |
| <b>Cut - Off</b>         | <b>0,3 %CuS</b>             | <b>0,3 %CuT</b>                          |
| <b>Inversión</b>         | <b>108,8 MUSD</b>           | <b>319 MUSD</b>                          |
| <b>Precio</b>            | <b>1,02 USD/Lb Cu</b>       | <b>1,02 USD/Lb Cu - 400 USD/Oz Au</b>    |
| <b>Costo Cierre</b>      | <b>5 MUSD</b>               | <b>276 MUSD</b>                          |
| <b>VAN</b>               | <b>16 MUSD</b>              |  |
| <b>VOR</b>               | <b>39 MUSD</b>              | <b>276 MUSD</b>                          |

\*: se consideró 50% de recursos minerales del cuerpo hipógeno como probables reservas de mena, al nivel de información geológica al año 1996.

# Distribución Resultados Simulación VOR – año 1996



Mineral Supérgeno



Mineral Hipógeno

# Flujos Van y VOR – año 1996

## Valuación VAN año 1996

|                  | 1996  | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Supérgeno</b> | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| <b>Ingresos</b>  | 4     | 41   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   | 45   |
| <b>Costos</b>    |       | - 23 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 |
| <b>Inversión</b> | - 109 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | - 5  |
| <b>FLUJO</b>     | - 105 | 19   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 15   |

**VAN** 16

Nota: flujos a descontar con una tasa de 10%

## Valuación VOR año 1996

|                  | 1996  | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Supérgeno</b> | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| <b>Ingresos</b>  | 4     | 40   | 44   | 44   | 44   | 45   | 46   | 47   | 47   | 47   | 47   |
| <b>Costos</b>    |       | - 23 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 | - 25 |
| <b>Inversión</b> | - 109 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | - 11 |
| <b>FLUJO</b>     | - 105 | 17   | 19   | 19   | 20   | 20   | 21   | 22   | 22   | 23   | 12   |

**VAN** 39

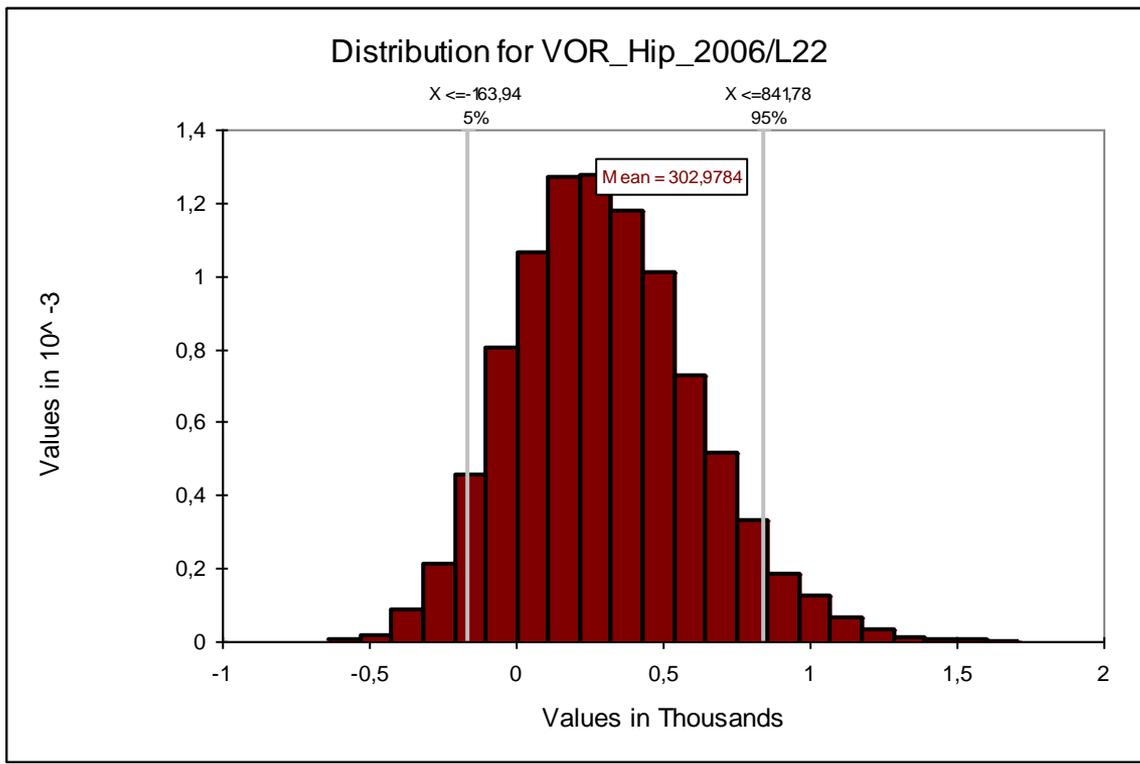
Nota: flujos a descontar con una tasa de 6%

# Valuación 2006

| <b>Valuación 2006</b>    |                      |                                   |                         |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <b>Recurso</b>           | <b>SUPÉRGENO</b>     | <b>HIPÓGENO</b>                   |                         |
| <b>Horizonte</b>         | <b>1996 - 2006</b>   | <b>2006 - 2016</b>                | <b>2017 - 2026</b>      |
| <b>Producción Anual</b>  | 44 MLb               | 150 MLb Cu - 128 tonAu            | 178 MLb Cu - 477 ton Au |
| <b>Costos Producción</b> | 0,56 USD/ Lb Cu      | 0,78 USD/Lb                       | 0,86 USD/Lb             |
| <b>Reservas**</b>        | 31,9 Mton @ 0,73%CuS | 423 Mton @ 0,38 %CuT - 0,13 ppmAu |                         |
| <b>Cut - Off</b>         | 0,3 %CuS             | 0,3 %CuT                          |                         |
| <b>Inversión</b>         | 108,8 MUSD           | 336 MUSD                          |                         |
| <b>Precio</b>            | 1,02 USD/Lb Cu       | 1,02 USD/Lb Cu - 400 USD/Oz Au    |                         |
| <b>Costo Cierre</b>      | 5 MUSD               | 34 MUSD                           |                         |
| <b>VAN</b>               | 16 MUSD              |                                   |                         |
| <b>VOR</b>               | 39 MUSD              | 303 MUSD                          |                         |

\*\* : valores de reservas de mena para el mineral hipógeno con soporte información año 2006.

# Distribución Resultados Simulación VOR – año 2006



# Conclusiones / Recomendaciones

- ✓ La recopilación de información al cabo de los 10 años que duró la fase extractiva del mineral supérgeno, evidencia una dependencia fundamental del uso de variables estocásticas (precio de cobre y oro).
- ✓ La toma de decisiones frente a un portafolio de proyectos a adquirir, la definición de una Opción Real basada en las proyecciones del recurso minero, hacen de la herramienta geológica un criterio estratégico en el éxito de los nuevos negocios a emprender.
- ✓ El VOR ayuda a dimensionar el valor que tiene para una empresa los proyectos a largo plazo (variables/tiempo).
- ✓ Las flexibilidades operacionales agregan valor: suspender labores, cierre anticipado, implementación de nuevas tecnologías, explotar nuevos recursos geológicos o reservas, etc.

Gracias

# Generación de Precios Aleatorios

## Modelo de Simulación de Montecarlo

- Para el modelo de simulación se sigue lo propuesto por Constantinides (1978) utilizado por el Método de Montecarlo, respecto a que la generación de precios estocásticos para el activo subyacente viene dado por:

Donde:

$$x_{t+1} = x_t \cdot e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t + \sigma \cdot \tilde{z}}$$

$\sigma$ : desviación estándar ( volat. 20%)

$r$ : tasa libre de riesgo (6%)

$t$ : periodo.

$\tilde{z}$ : variable aleatoria normal estándar (media= 0, desv. Stand.=1)

- De esta forma, los incrementos para el precio por periodo distribuyen normal. Lo que implica que los precios poseen lo que se conoce como distribución lognormal.

# Tasa de Descuentos

## ■ VAN:

Tasa descuento (i) = Tasa libre riesgo (rf) + prima por riesgo (Pr)

$$Pr = \beta (Tasa\ Mercado\ anual\ (r_m) - rf) = 0,4 (10\% - 6\%) = 1,6\%$$

$$i = 6\% + 1,6\% = 7,6\% \quad ; \text{ se ajusta por criterio conservador a } i = 10\%$$

## ■ VOR: (ajuste por riesgo)

Tasa de descuento = 6%

$$f_{rs} = \left[ \frac{1 + r_f}{1 + r_f + (r_m - r_f) \cdot \beta_P} \right]^j$$

Xj (precio simulado) x Frs = precio activo subyacente flujo j.

# Tasa de Descuentos

- **VAN:**

Tasa descuento (i) = Tasa libre riesgo (rf) + prima por riesgo (Pr)

$$Pr = \beta (Tasa\ Mercado\ anual\ (r_m) - r_f) = 0,4 (10\% - 6\%) = 1,6\%$$

$$i = 6\% + 1,6\% = 7,6\% \quad ; \text{ se ajusta por criterio conservador a } i = 10\%$$

**Volatilidad:** % de cambio de los precios de un activo subyacente, puede tomar valor + o -. Desviación estándar.

**Variable Lognormal:** variable cuyo logaritmo natural se distribuye normalmente.

## ■ VAN:

Tasa descuento (i) = Tasa libre riesgo (rf) + prima por riesgo (Pr)

$$Pr = \beta (\text{Tasa Mercado anual (rm)} - rf) = 0,4 (10\% - 6\%) = 1,6\%$$

$$i = 6\% + 1,6\% = 7,6\% \quad ; \text{ se ajusta por criterio conservador a } i = 10\%$$