

# Impacto de la Incertidumbre de Clasificación de Recursos En Diseños Mineros y Planes de Producción

Oswaldo Gálvez/Aquiles Gonzalez/José Bertini  
GERENCIA EVALUACIÓN DE RECURSOS

07 de Junio de 2016



ANTOFAGASTA  
MINERALS

# Problemática

# 1 Métrica / ¿Qué significa?

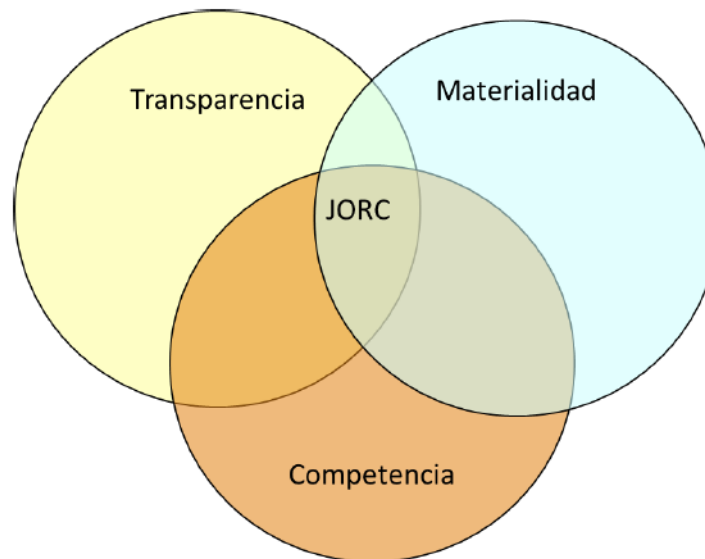
- **CLASIFICACIÓN DE RECURSOS** sustentan decisiones de inversión
- Los Recursos Minerales ¿son **CLASIFICADOS DE MANERA SIMILAR?**
- ¿Cómo hago el **RIESGO COMPARABLE** para lograr la confianza de los inversionistas?
- **EXPECTATIVAS** del Inversionista



# Solución Los Códigos o NO?

# 1 Códigos

- El código JORC es un código de principios NO un código Normativo



# 1 Códigos No son Normativos

- Determinar **mínimos estándares**, recomendaciones y guías para **Reportes Públicos** (Recursos y Reservas)
- Para Reportes Públicos JORC **requiere de la Persona Competente (CP)**
- Los Códigos **NO REGULA PROCEDIMIENTOS** usados por CP para hacer estimaciones y clasificación de Recursos
- **JORC no se ocupa de las violaciones al código**

# 1 Hacer el Riesgo Comparable

- Actualmente los códigos *entregan directrices comunes*, pero **NO definitivas**.
- Las **Clasificaciones pueden ser muy diferentes**, implica que un Recurso Medido **no es necesariamente comparable a otro** Recurso Medido
- Complejidad Geológica **impide** generar un **procedimiento estándar**

¿Cómo clasificamos nuestros recursos?



# 2 Evolución Clasificación de Recursos Minerales

Aumento de nivel de conocimiento

Ignorancia

Imprudencia

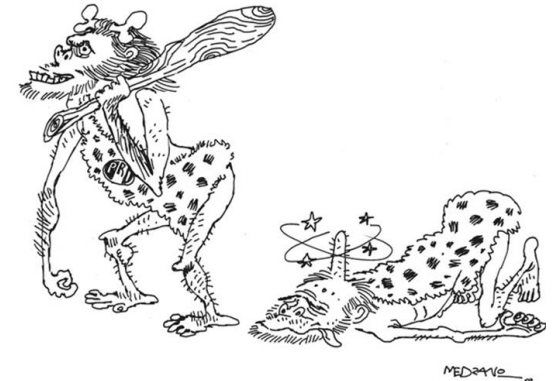
Inocencia

**Conciencia** (parámetros variográficos, varianzas de kriging, parámetros de kriging, volúmenes de búsqueda, pendiente de regresión, tamaño de bloque)

**Entendimiento**

varianzas relativas: RKV = Relative Kriging Variance (Blackwell 1999), RVI = Relative Variability Index (Arik 1999), IV = Interpolation Variance (Yamamoto 2000)

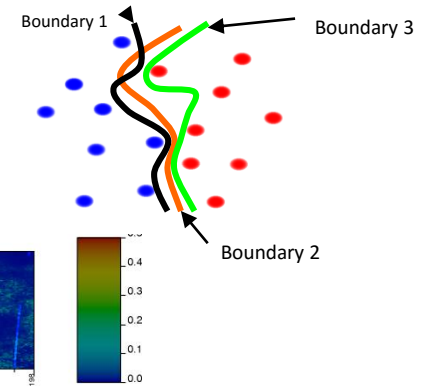
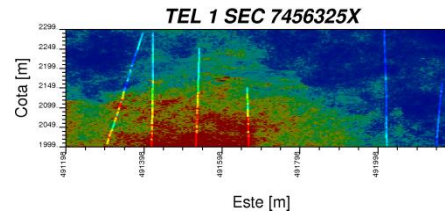
**Excelencia** simulaciones condicionales



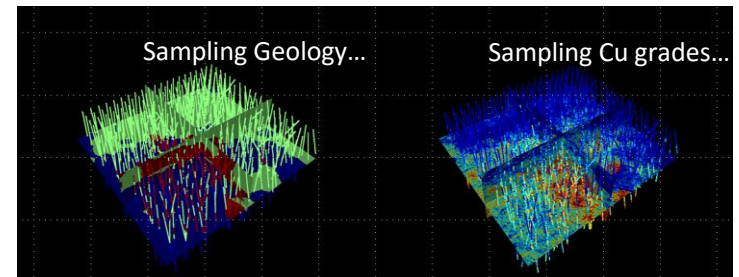
# 2 Tender a la Excelencia (SIM)

## Generar depósito Simulado

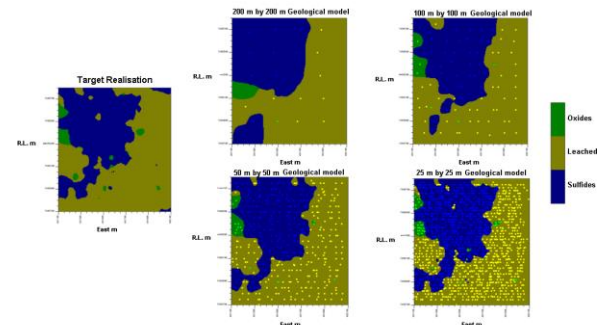
- Incertidumbre en límites geológicos
- Simulación de Cu



## Generación de Sondajes ficticios

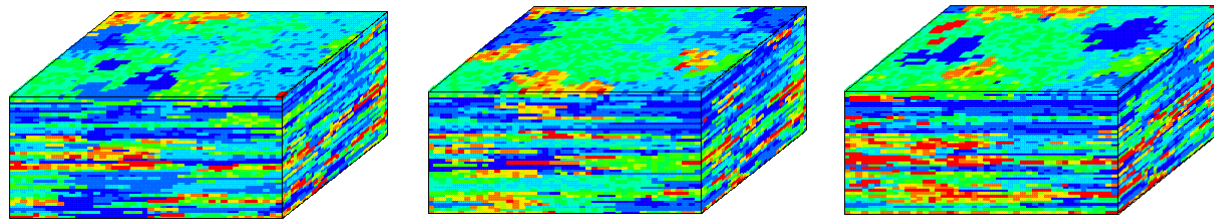


## Generar Modelo Recursos (Malla Ficticia)

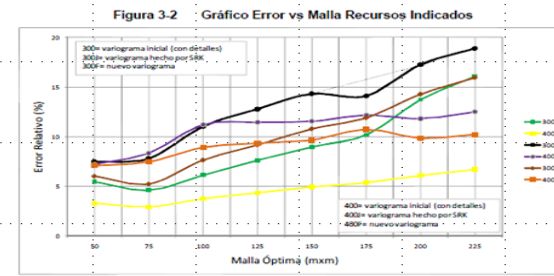
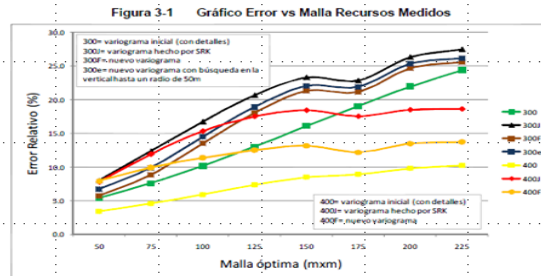


# 2 Tender a la Excelencia (SIM)

*Calcula error anual / trimestral (Volumen de Producción)*



*Asignación de mallas que aseguren un error anual / trimestral*



¿Dónde se focalizan los mayores esfuerzos?

# 3 Foco → Transformar Recursos a Reservas

JORC Code, 2012 Edition

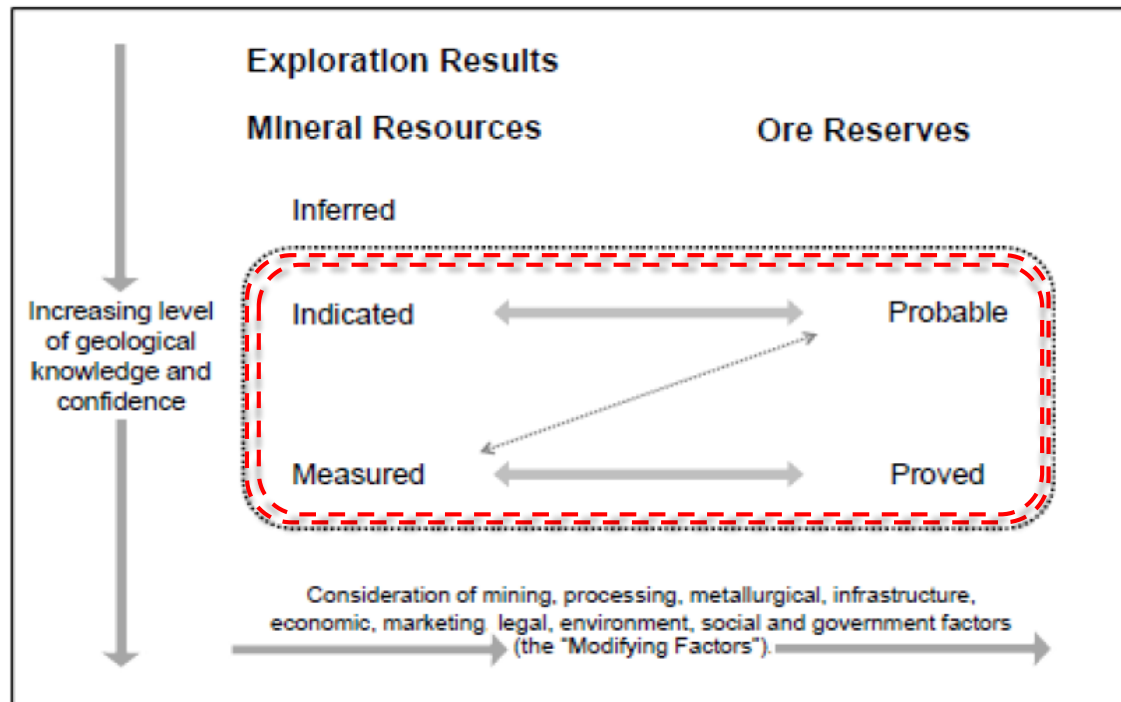


Figure 1 General relationship between Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.

# 3 Inferido se “minimiza” su Impacto

JORC Code, 2012 Edition

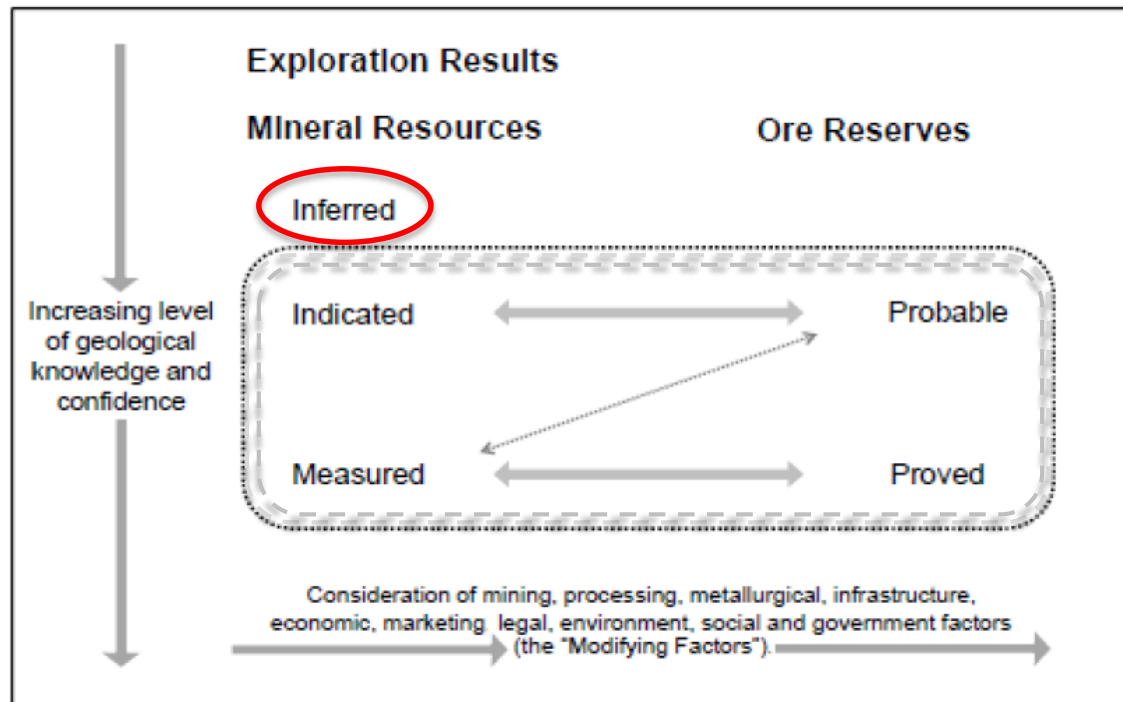


Figure 1 General relationship between Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves.

### 3 Incorporar Error Máximo anual a Inferidos (+/- 25%) (Criterio AMSA) (IC90 de la distribución del error de estimación)

- **Material medido:**

- ***Mapeando una tolerancia de error trimestral de  $\pm 15\%$ .***

- Malla de sondajes menor o igual a 70m por 70m / Primer sondaje a dmax 50m

- **Material indicado:**

- ***Mapeando una tolerancia de error anual de  $\pm 15\%$ .***

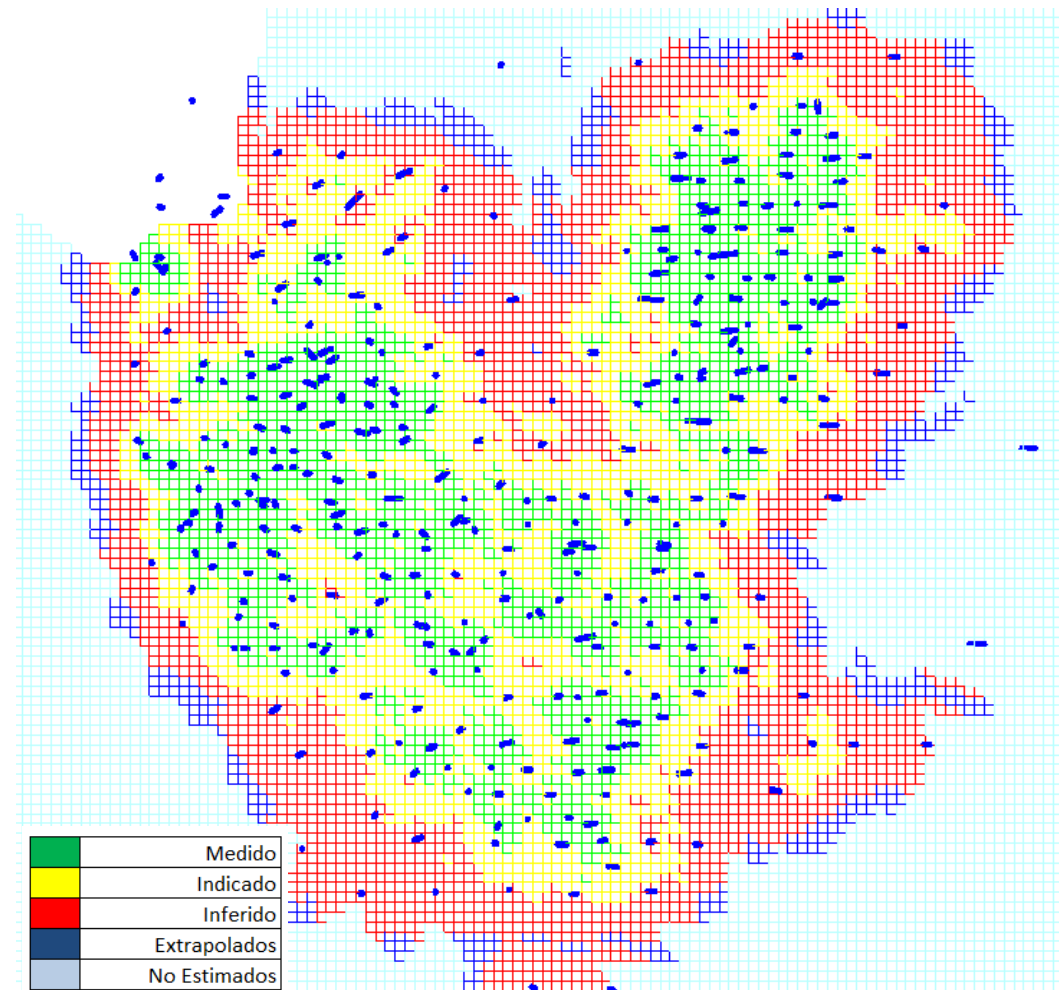
- Malla de sondajes menor o igual a 100m por 100m / Primer sondaje a dmax 75m

- **Material inferido:**

- ***Mapeando una tolerancia de error anual de  $\pm 25\%$ .***

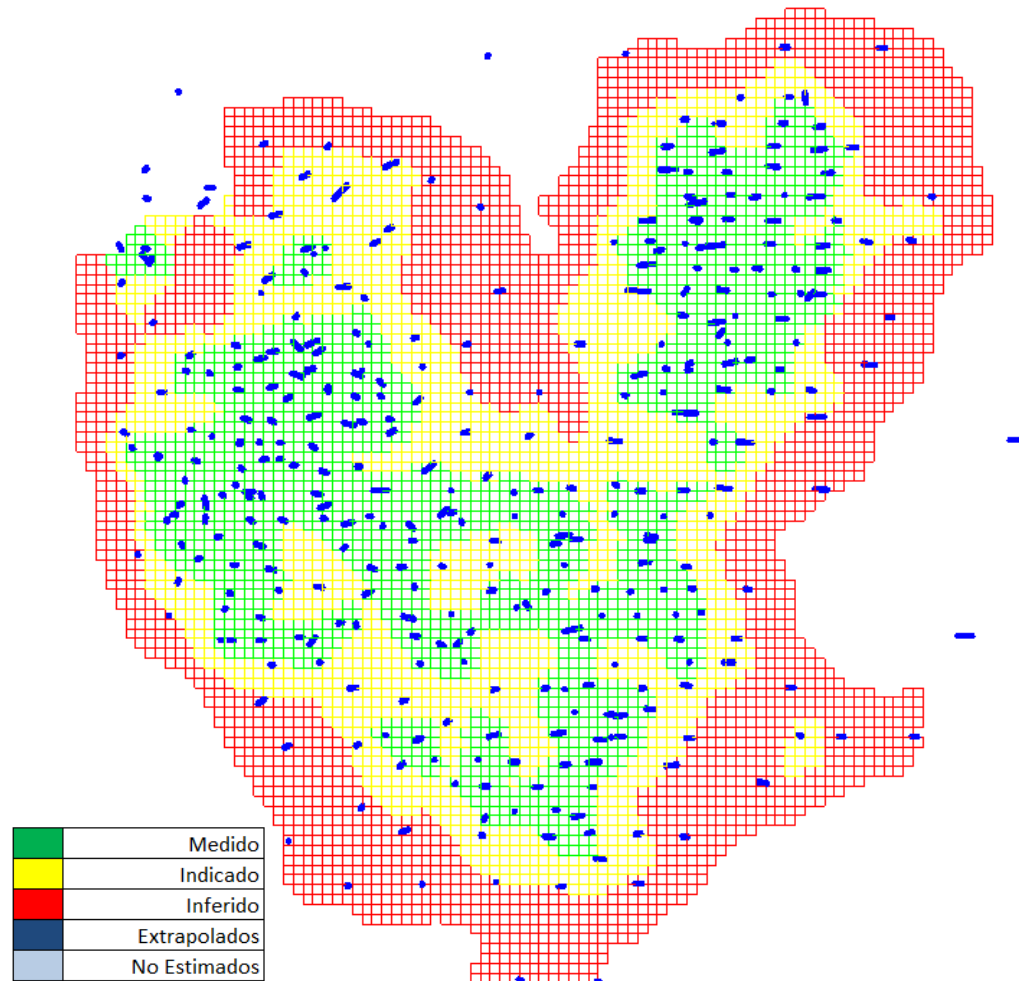
- Malla de sondajes menor o igual a 150m por 150m / Primer sondaje a dmax 100m

# 3 Límite Exterior Inferidos – Target de Exploración

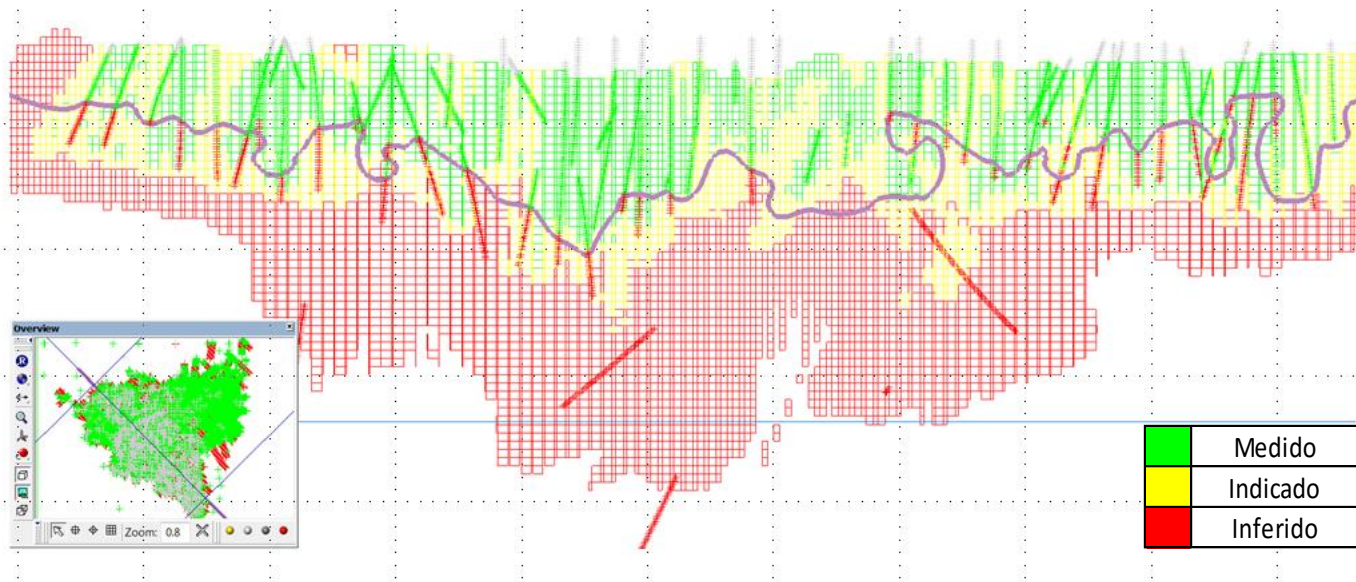




# 3 Límite Exterior Inferidos – Eliminados



# 3 Inferidos sin Restricciones – Planes Mineros “Utópicos”

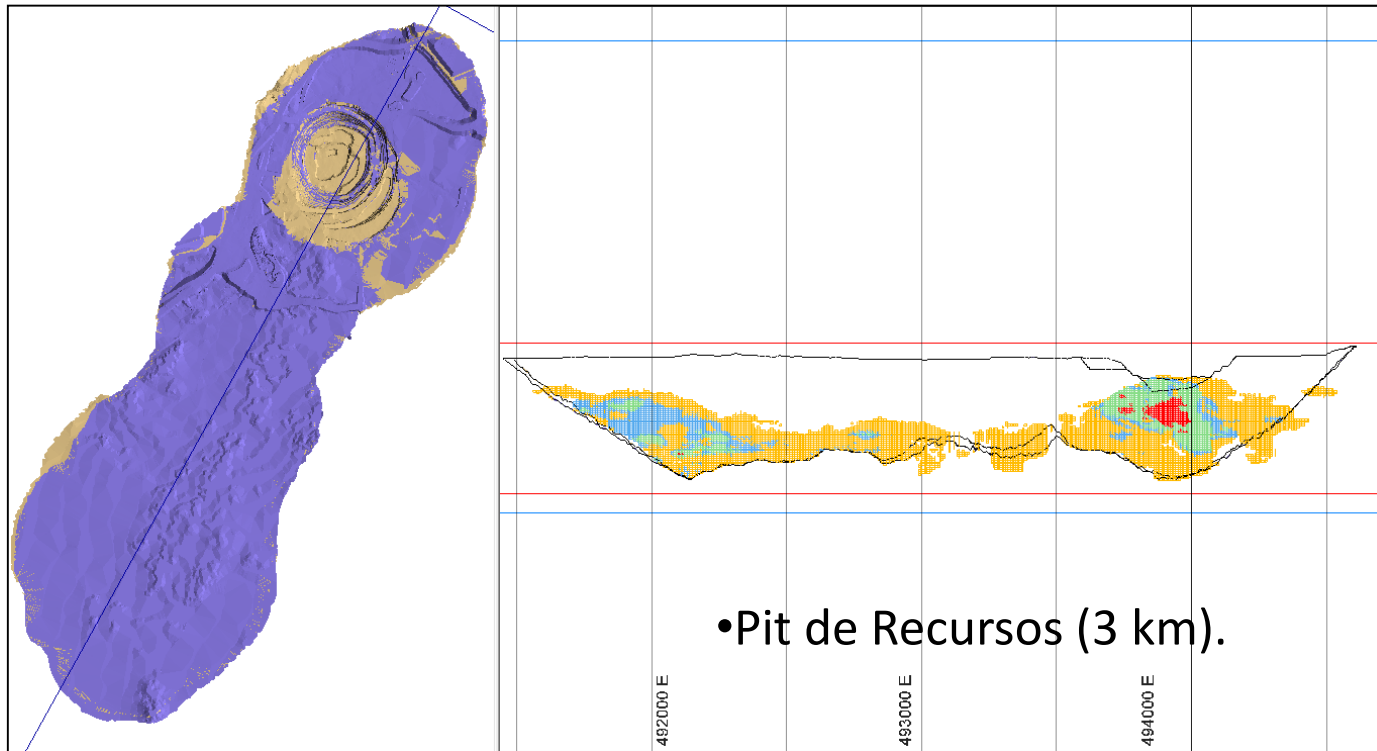


(\*) Proyecto, deseo o plan ideal, atrayente y beneficioso, que es muy improbable que suceda o que en el momento de su formulación es irrealizable.

¿Cómo afectan estas incertidumbres en lo  
planes mineros?

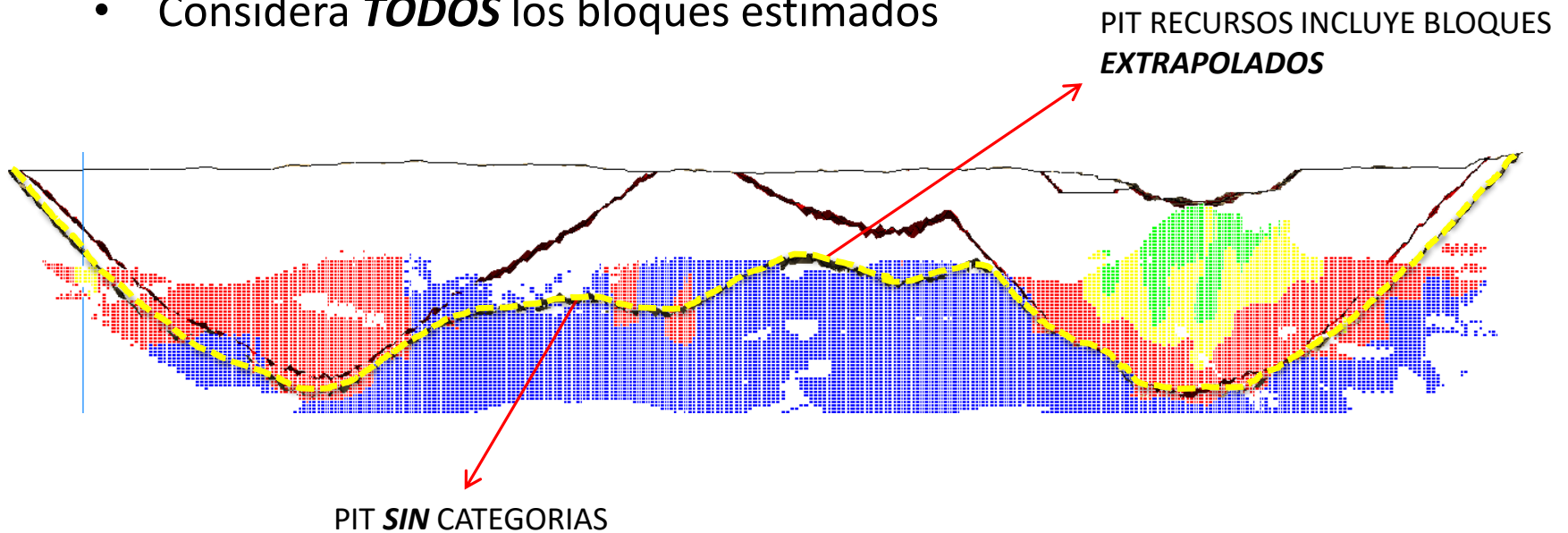
# 4 Incertidumbre - Planes Mineros (ejercicio)

- Planes Mineros con “parámetros económicos” de Largo Plazo
- **NO** considera Categorías de Recursos
- Considera **TODOS** los bloques estimados



## 4 Incertidumbre - Planes Mineros (ejercicio)

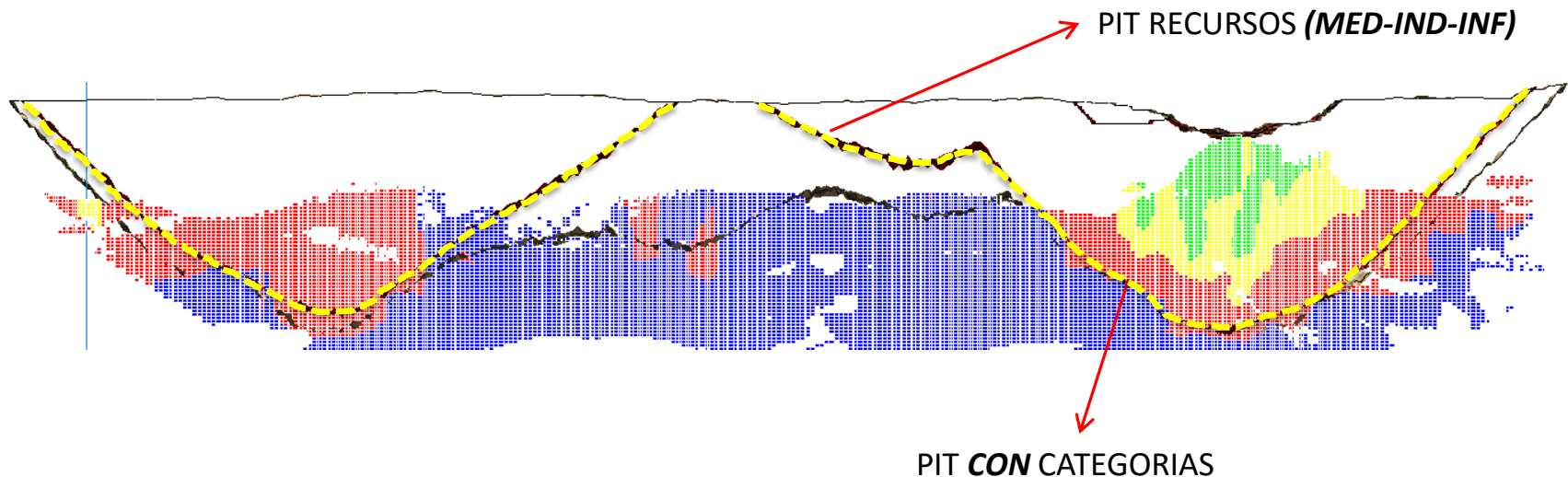
- Plan Minero con “parámetros económicos” de Corto Plazo
- **NO** considera Categorías de Recursos
- Considera **TODOS** los bloques estimados



- **Mineral Aportado por Target de Exploración @ 300Mt con COG (Breakeven)**

## 4 Incertidumbre - Planes Mineros (ejercicio)

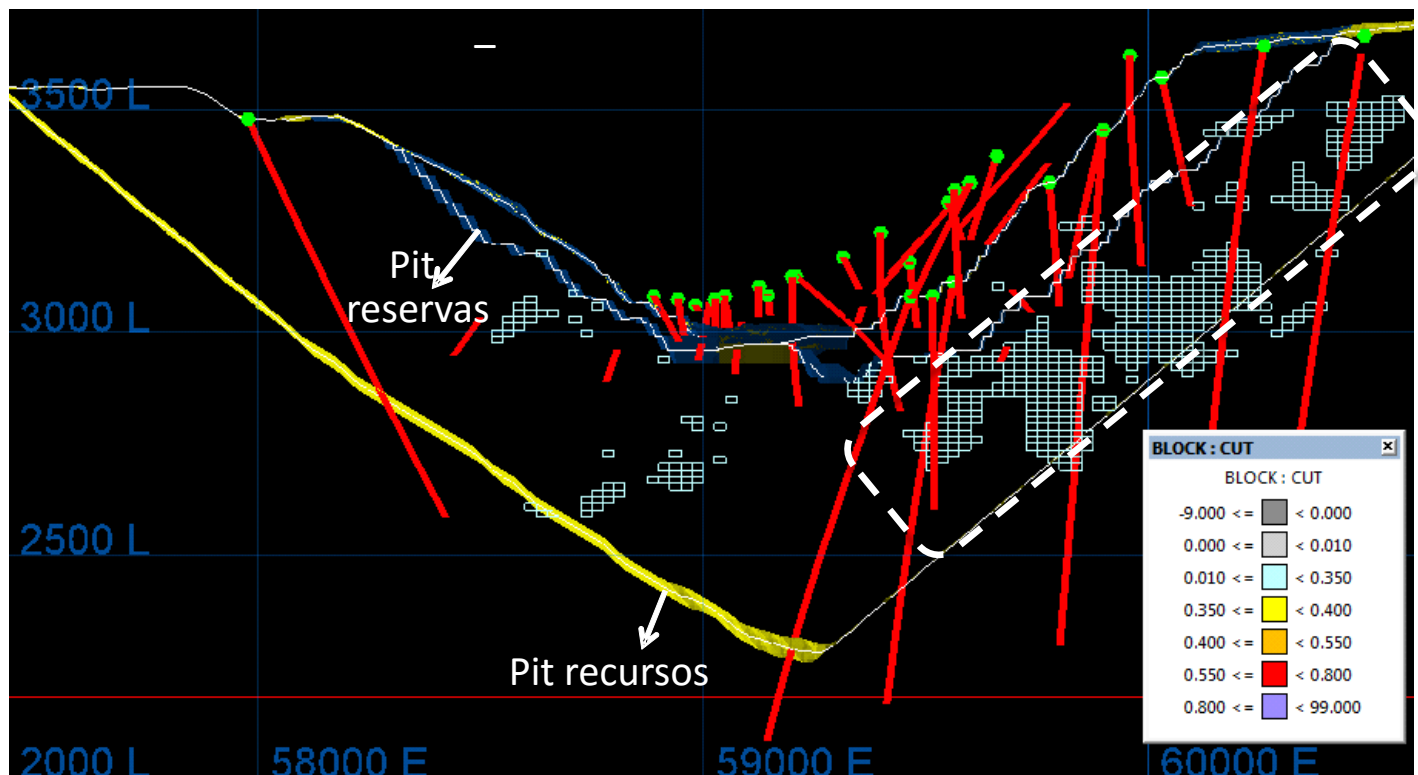
- Plan Minero con “parámetros económicos” de Corto Plazo
- **SI** considera Categorías de Recursos (M-I-I)
- Considera **TODOS** los bloques estimados



- **El “Pit de Recursos” es dependiente de la forma del Mineral Inferido**

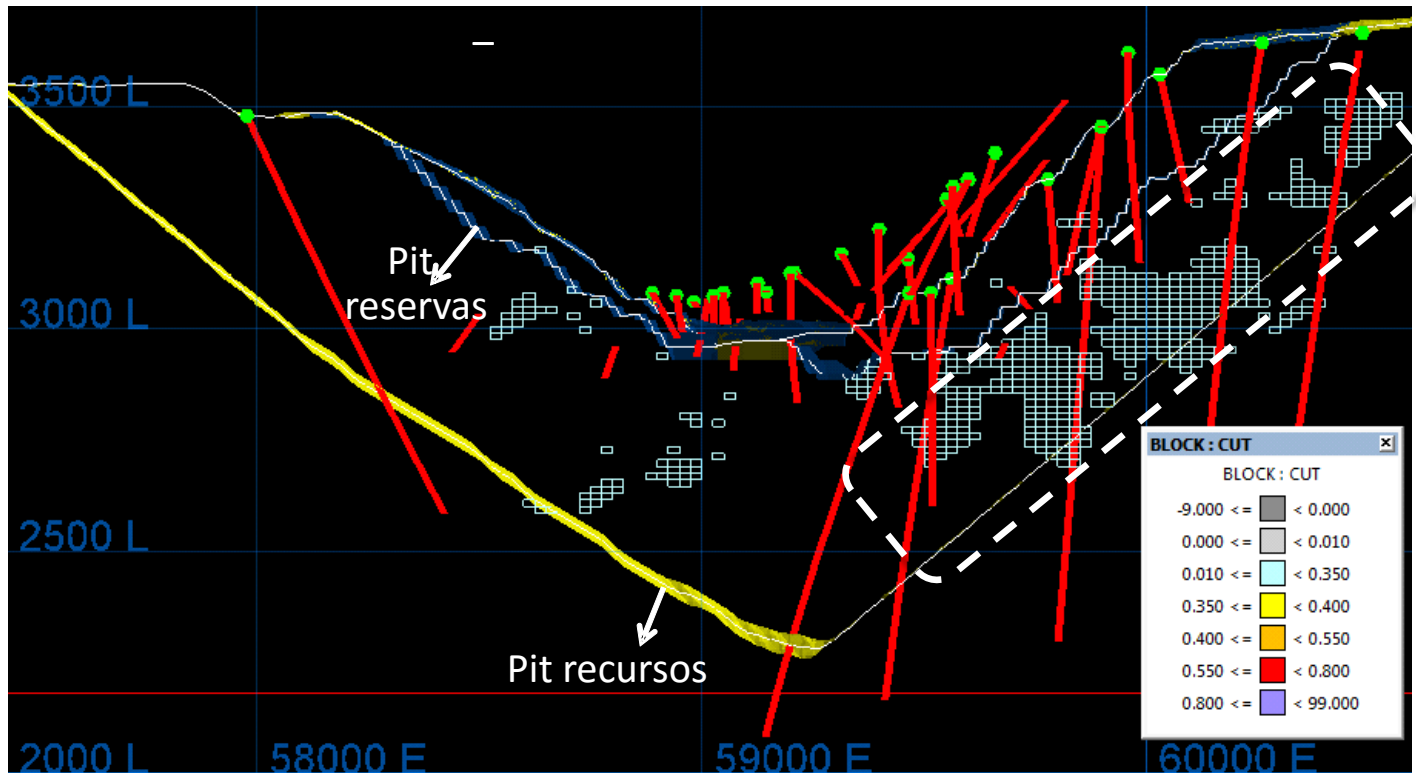
# 4 Incertidumbre - Pérdidas por Información

- La transferencia de material Inferido a Indicado es factible
- Mineral clasificado como inferido **NO NECESARIAMENTE** se transforma en mineral clasificado como Indicado.



# 3 Riesgo Inferido - Planes Mineros

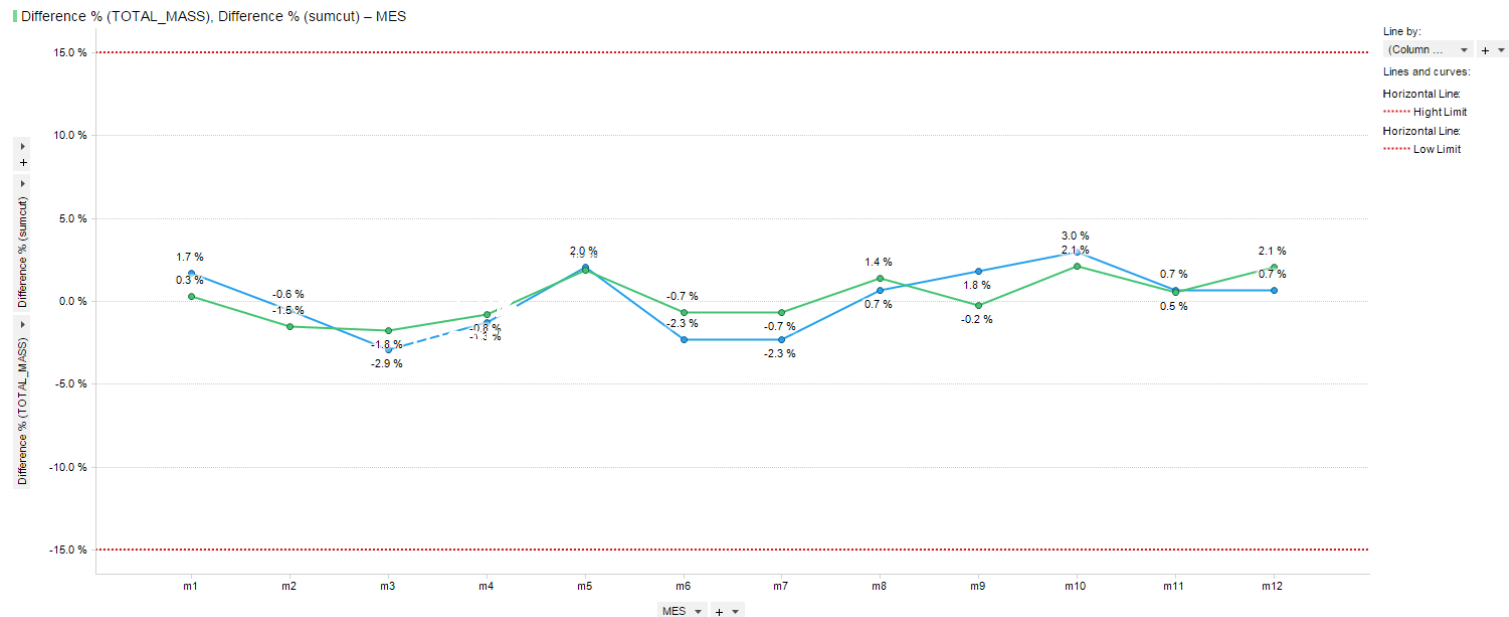
- @260Mt Transformadas Ore to Waste
- 5% de Total de Recursos fueron transformados a Lastre





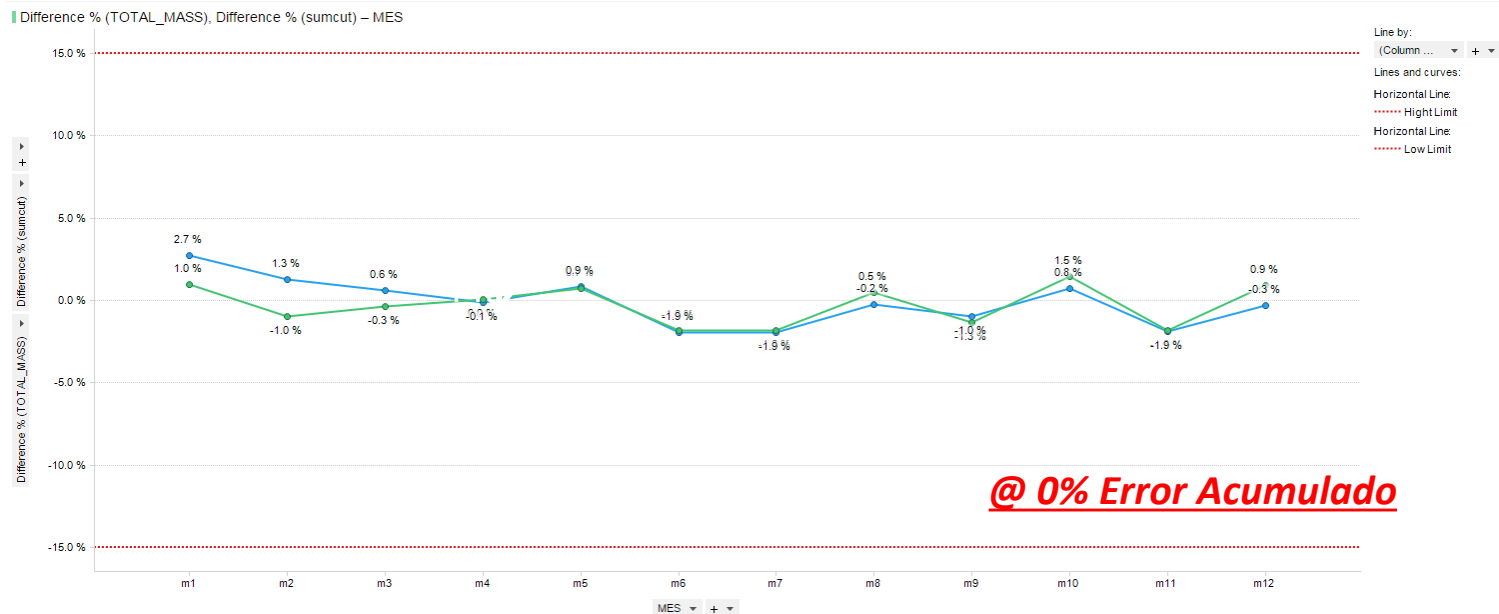
# 3 Riesgo Inferido - Planes Mineros

- @466Mt Alimentación Planta & Stock (5 años Producción)
- Porcentaje de Acierto Modelo Global (M-I-I)



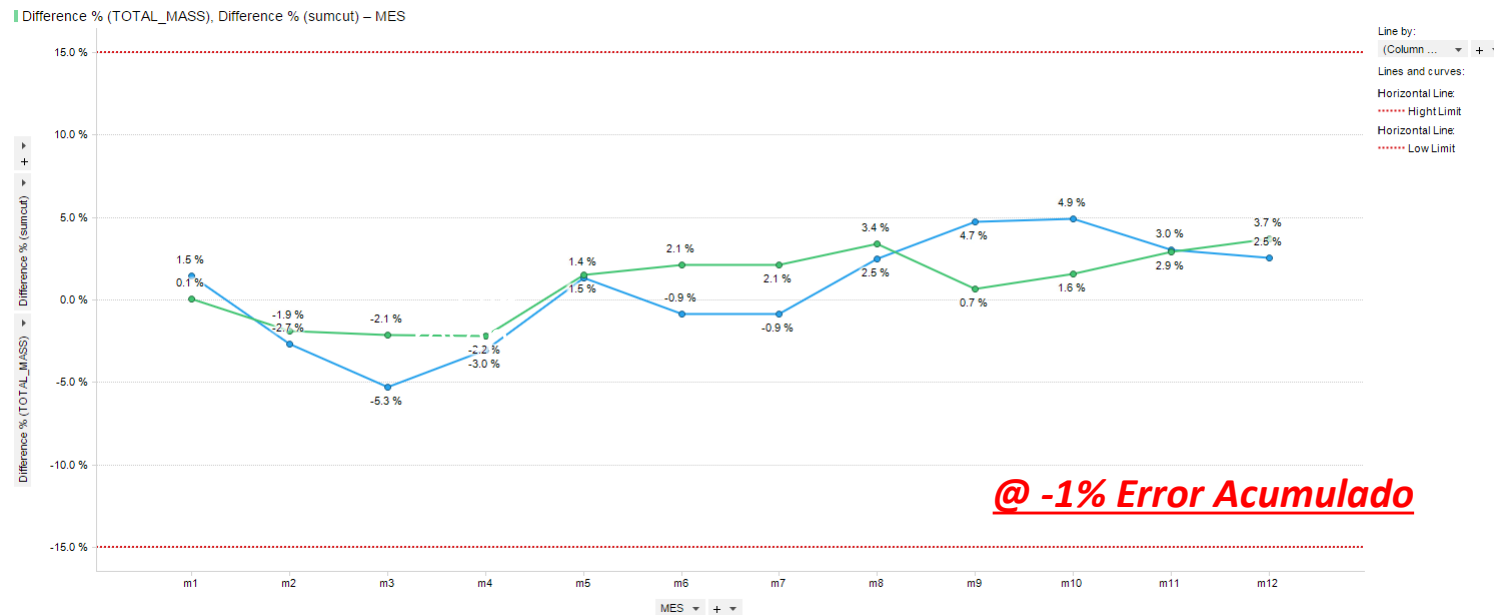
# 3 Riesgo Inferido - Planes Mineros

- @272Mt Alimentación Planta & Stock (5 años Producción)
- Porcentaje de Acierto Modelo Global Sólo Recursos Medidos



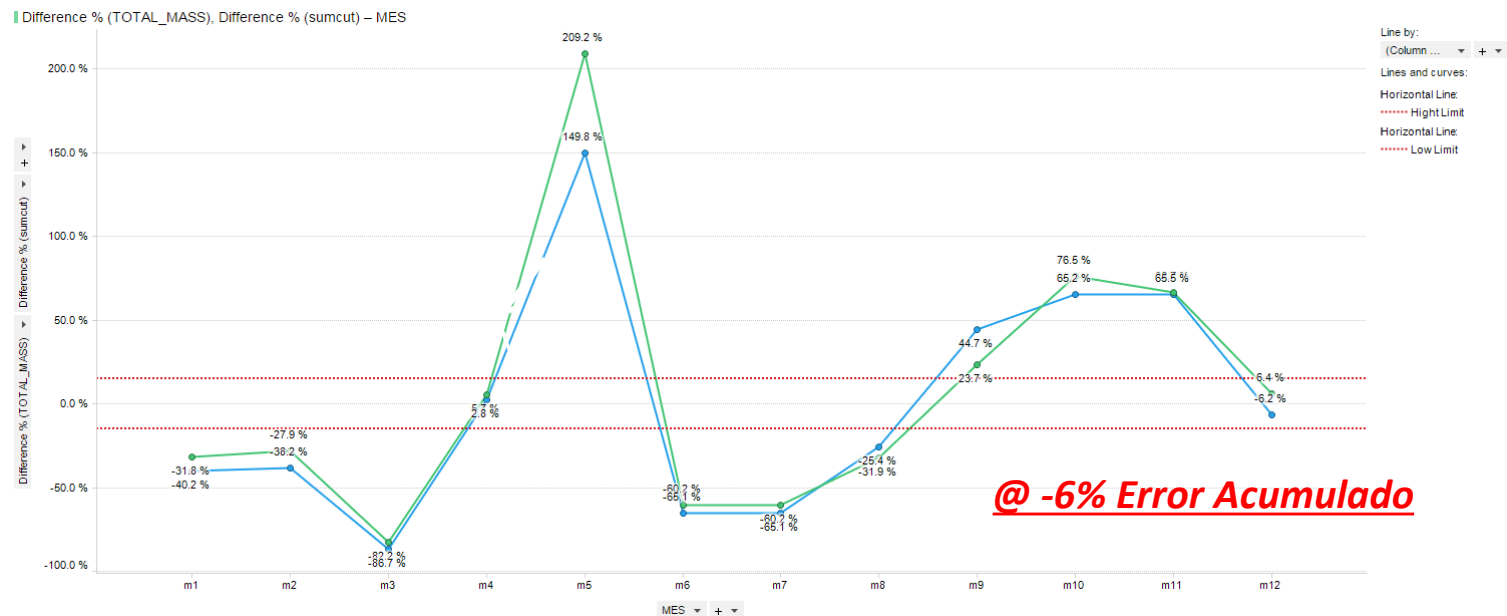
# 3 Riesgo Inferido - Planes Mineros

- @189Mt Alimentación Planta & Stock (5 años Producción)
- Porcentaje de Acierto Modelo Global Sólo Recursos Indicados



# 3 Riesgo Inferido - Planes Mineros

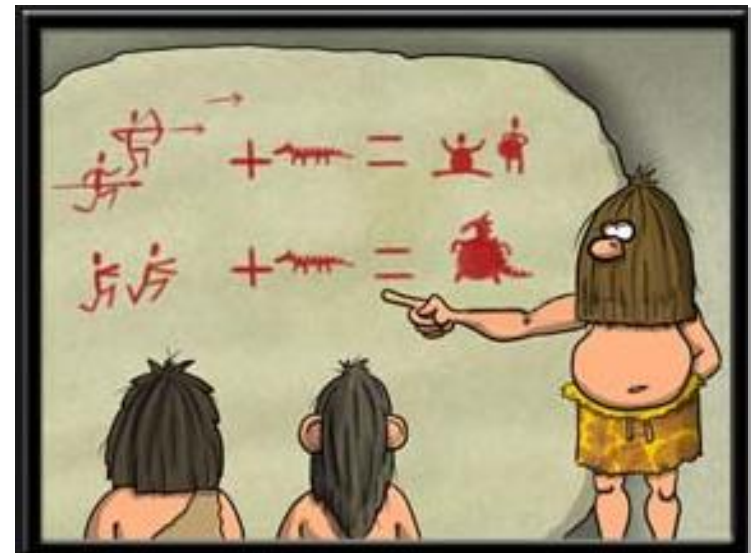
- @5Mt Alimentación Planta & Stock (5 años Producción)
- Porcentaje de Acierto Modelo Global Sólo Recursos Inferidos



¿Qué estamos haciendo para disminuir la  
incertidumbre?

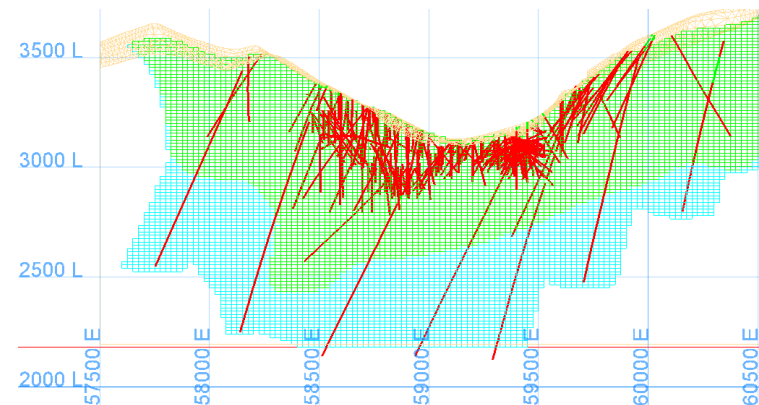
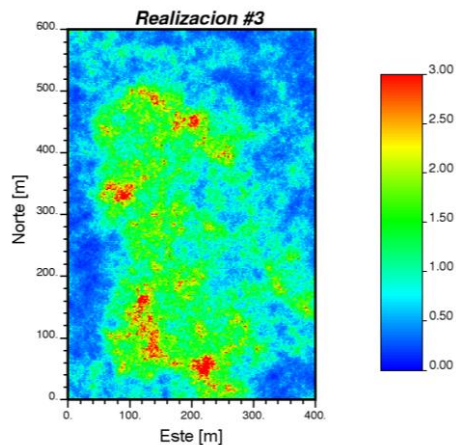
# 5 Mayor Captura de Información - Largo Plazo

- Incorporar sondeos para disminuir incertidumbres
  - Continuidad Geológica
  - Continuidad de Leyes
  - Calidad de la información
- La Geología es un fenómeno complejo
  - Modelo Conceptual
  - Modelo Operacional
  - **Más Información: Más Complejo**



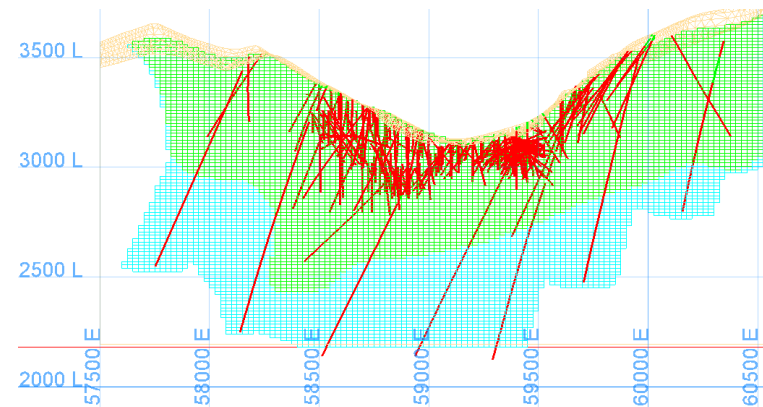
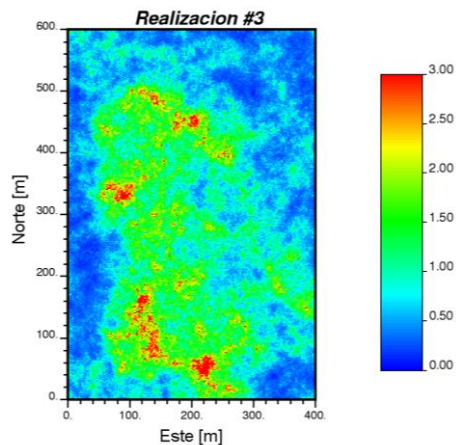
# 5 Mayor Captura de Información - Largo Plazo

- Simulación Condicional
  - Asociar un error anual a material Inferido para determinar la malla mínima de perforación
- Incorporar el LIG (Límite de Información Geológica)



# 5 Mayor Captura de Información - Largo Plazo

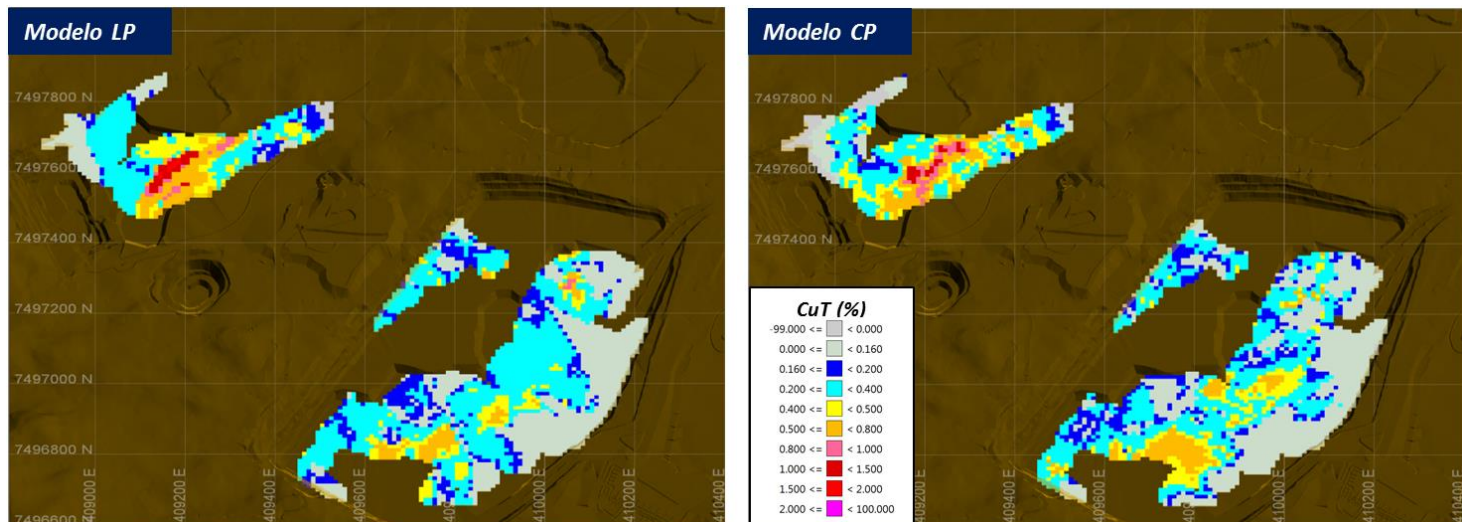
- Métodos Paramétricos
  - Consistentes en el tiempo (~~Kvar~~)
  - Trazables y repetibles (~~experto~~)
- Auditables





# 5 Captura de Información - Corto Plazo

- Disminuir Infill es una practica **Riesgosa**
  - Escala de comparación (Proyecto – Operaciones) muy diferente
  - Recursos que aseguren un proyecto (años)
  - Recursos que aseguren la producción (semana / mes)
- La Geología es un fenómeno complejo (Variabilidad a pequeña escala)



# ¿Planes de Cierre?

# 6 Vida Útil Considerando Recursos Inferidos



**Gráfico 1 Las Fases de Conversión y Niveles de Estudios**

## 6 Aspectos Legales

- Ley 20551:
  - Regula el cierre de faenas e instalaciones mineras. Sólo con **RESERVAS MINERAS** (Probadas, Probables)
- Ley 20819: Modifica la ley nº 20.551
  - **Flexibiliza la ley** para faenas mineras, con **producción** inferior o igual a quinientas mil toneladas brutas (**500.000 t mensuales**)
  - La Vida Útil puede ser calculada a partir de **RECURSOS MINERALES** incorporando material **inferido** al plan

# 6 Bi-Condicionalidad

***“Recursos Inferidos Inciertos***



***Planes de Cierre Inciertos”***



# Impacto de la Incertidumbre de Clasificación de Recursos En Diseños Mineros y Planes de Producción

Oswaldo Gálvez/Aquiles Gonzalez/José Bertini  
GERENCIA EVALUACIÓN DE RECURSOS

07 de Junio de 2016