

# Experiencias con Respecto a la Información Primaria de los Recursos y Reservas Mineras

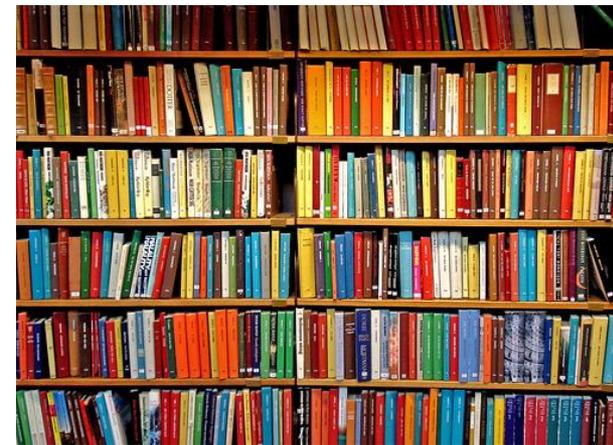
*Seminario Prácticas Internacionales para la Estimación de Recursos y Reservas Mineras*

**Quiñones, Cristian  
Ovalle, Alfonso  
Brisebois, Ken**

07 Mayo 2014

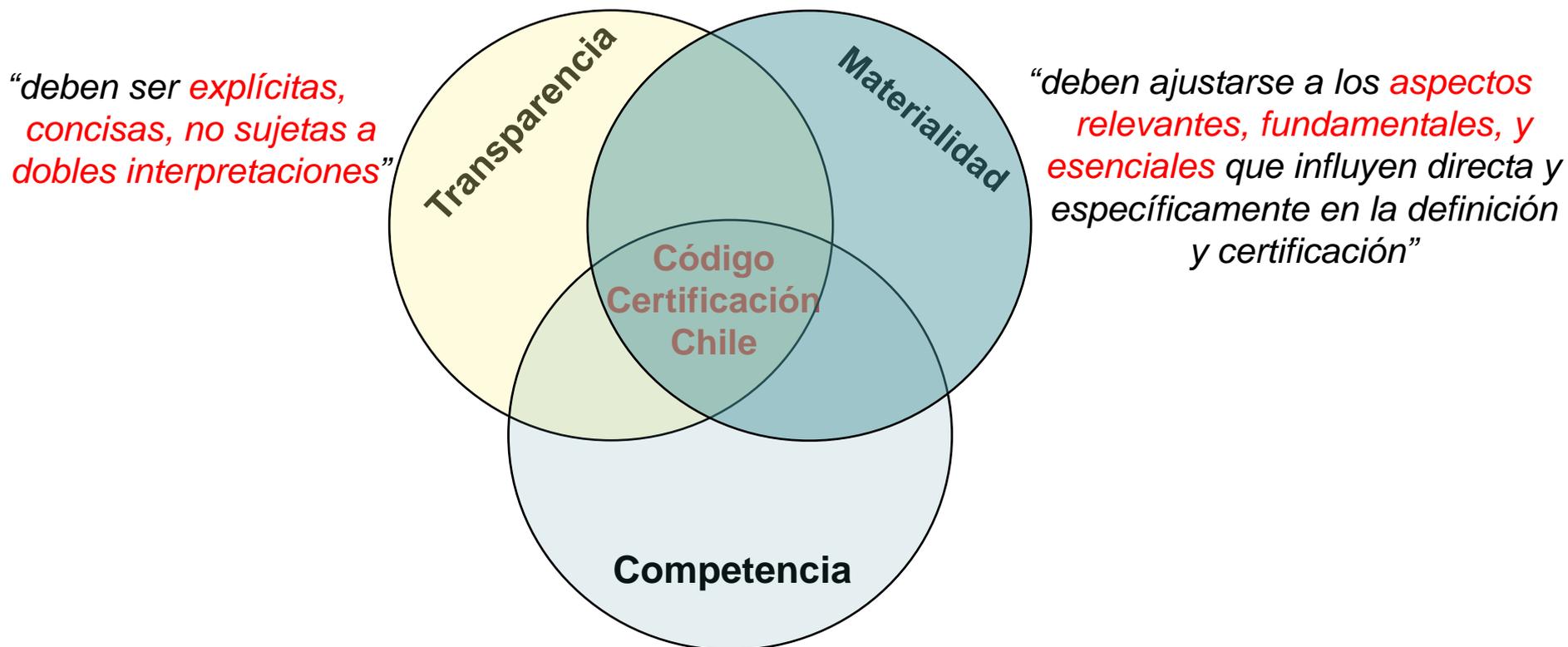


- Principios de la Normativa sobre Recursos y Reservas Mineras
- Bases del Negocio Minero: lo Ideal v/s lo Real
- Denominador Común en Hallazgos
- Bases para Recursos y Reservas
- Hallazgos Reales y Frecuentes
- Desafíos



*Normas internacionales y buenas prácticas documentadas*

## Pilares Nacionales / Internacionales Para Abordar Situaciones Reales



“ellas ameritan ser certificadas por **profesionales calificados, competentes**, sujetos y regidos por **conductas de ética profesional**”

# Pirámide del Negocio Minero “Lo Ideal y lo Real”

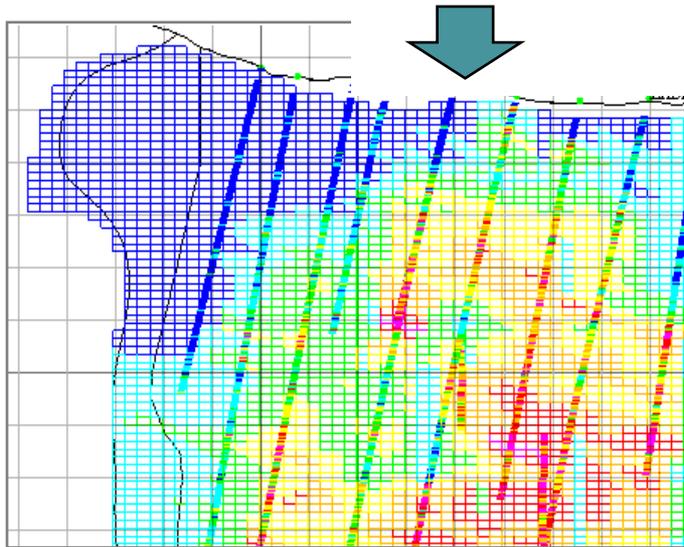
## Realidad Frecuente



**Problemas Frecuentes en las Bases Dando Inestabilidad al Negocio Minero.**  
**Problemas Crecientes y Decrecientes**

# Denominador Común en los Hallazgos

*Actual tendencia y presión de llegar rápidamente a un Modelo de Bloques.....*



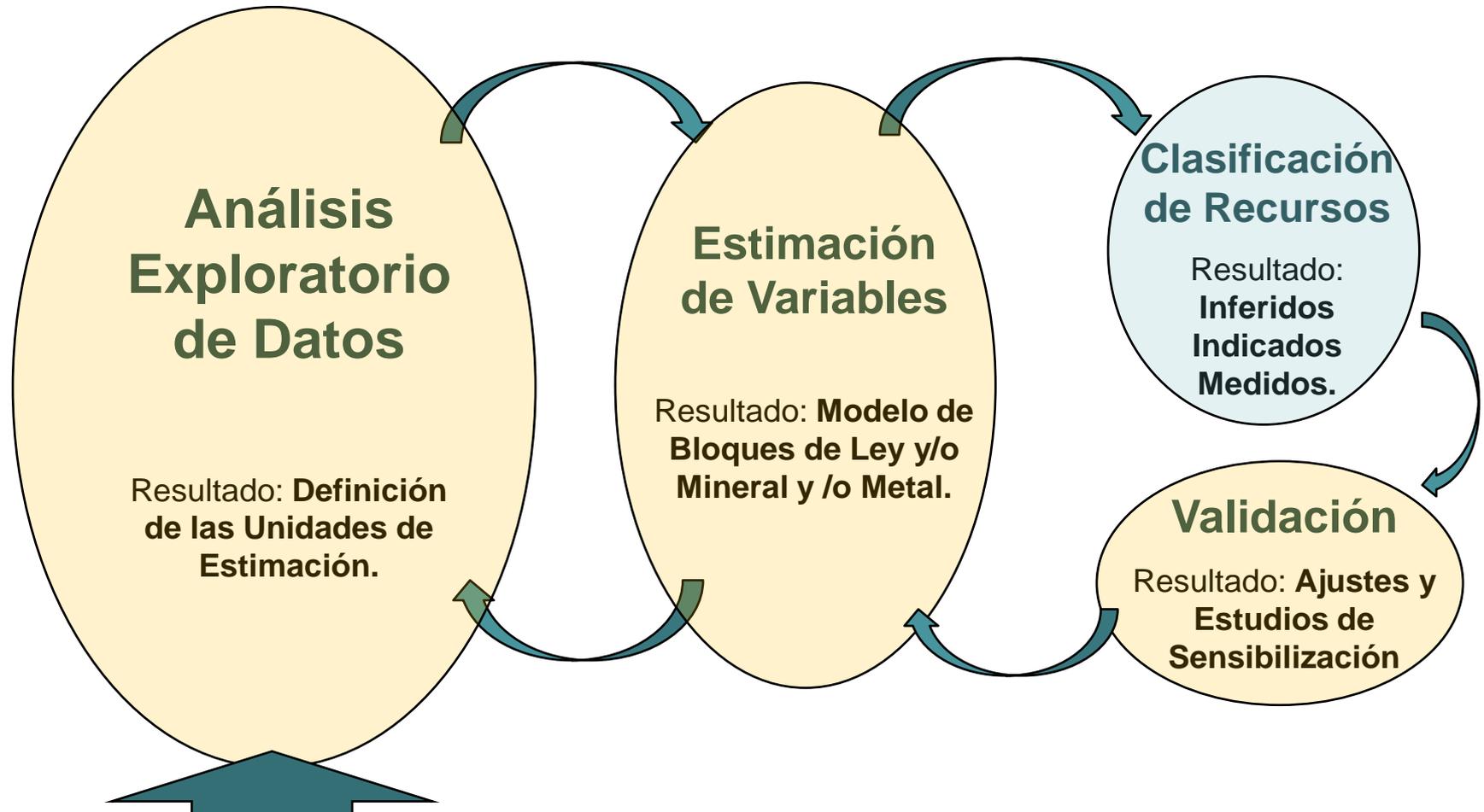
*Con herramientas computacionales potentes y profesionales fuertemente motivados y especializados....*



***Pero los Problemas Son Reiterativos en la Información de BASE:***



# Bases Sólidas en 4 Fases de la Estimación de Recursos

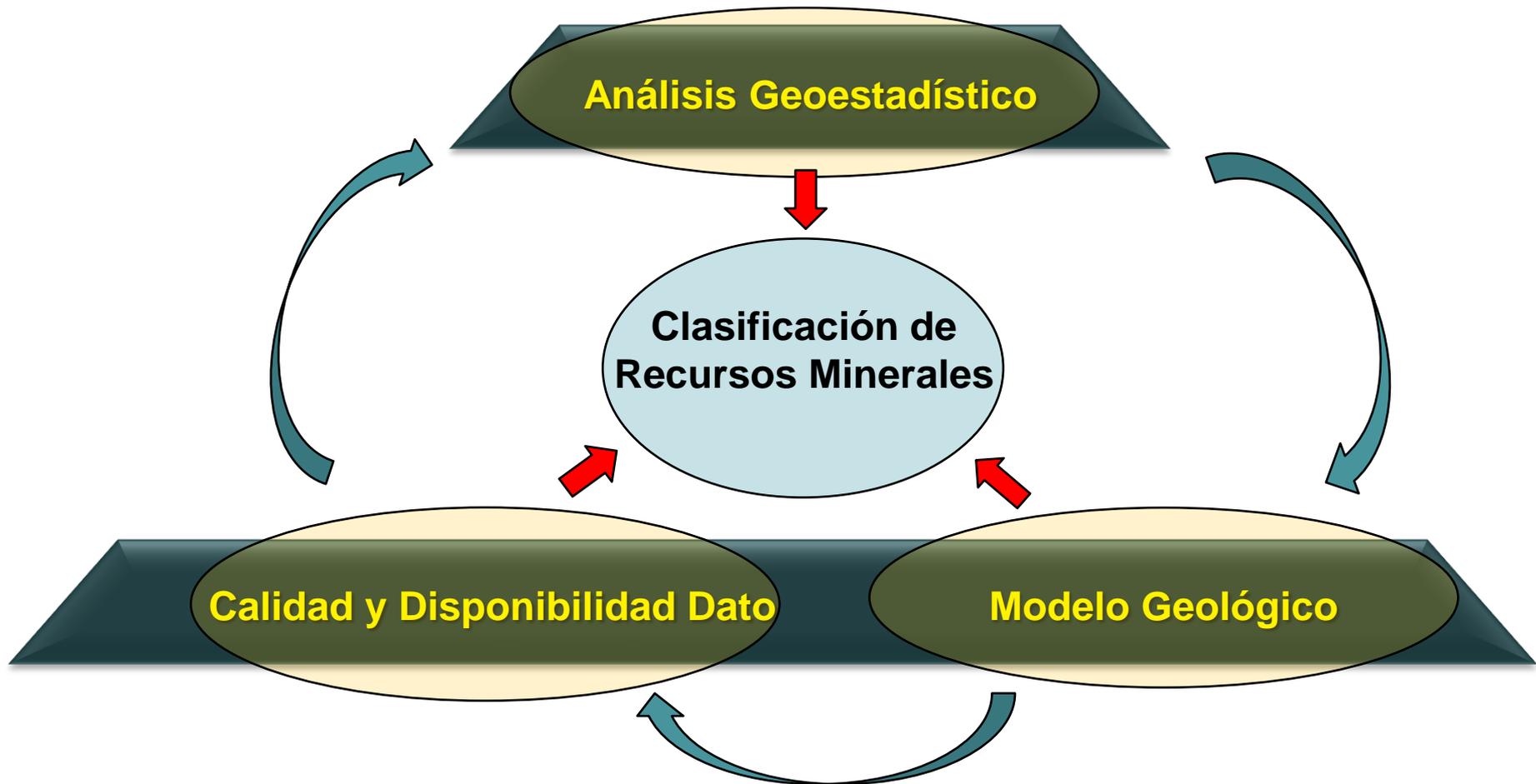


**En las 4 Fases, Los Resultados Dependen Directamente de la Calidad/Disponibilidad del Dato e Interpretación Geológica.**

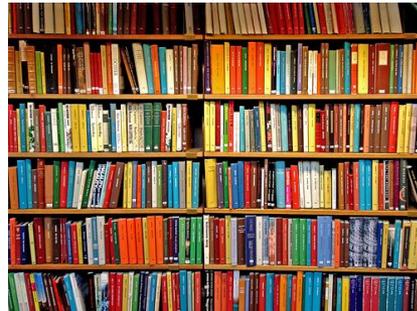
*“One Ounce of Geology = One Pound of Geostat” Harry Parker*

# Bases Sólidas para Clasificación de Recursos Minerales

Proceso Cíclico con **3 Pilares Fundamentales**:



## Normas Conocidas y Distribuidas pero....



## Hallazgos Concretos Nacionales e Internacionales



# Hallazgos Frecuentes

## Caso 1: Análisis por Distintas Campañas y Localizado



**Distribución en todo el depósito**

Confidencial

Confidencial

**Distribución en Box Seleccionado**

Confidencial

**Distribuciones Distintas en Diferentes Campañas pero Probablemente Debido a Muestreo Preferencial en Unidades Geológicas Diferentes.**

Confidencial

Ouch !

Sin Mayor Comentario.

Impacto: Re-análisis de la Totalidad de las Muestras  
Antes de Realizar una Estimación de Recursos Minerales

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 3: Artefactos Computacionales Sin Control



- Trend general NNW documentado pero con cuerpos transversales indocumentados

Confidencial



Trend General Documentado



**Artefactos por Extrusiones Sin Sustento (15% Recursos adicionales)**

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 4: Back-flag Aceptable pero con Continuidad Inaceptable



- Análisis con back-flag aceptable (>90%) pero con una extrema discontinuidad

Confidencial

**Discontinuidad Extrema de Cuerpos Mineralizados  
(520 sólidos aislados dan cerca del 40% del mineral)**

**Sin una Interpretación de Estructuras  
Geológicas que Sustenten el Modelo Fragmentado.**

Back-flag: Análisis de Consistencia entre Código de Mapeo y de Modelo

Recursos sin restricciones, donde la envolvente del mineral es altamente inestable

Confidencial

Confidencial

**Recurrente Aumento Artificial del  
Recursos Mineros con Bajo Soporte  
Muestreal y Geológico**



**Riesgo Mayor**

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 6: Incertitud Geológica



Tres geólogos con > 5 años de experiencia en la mina colindante,  
modelando la misma información en Proyecto Temprano

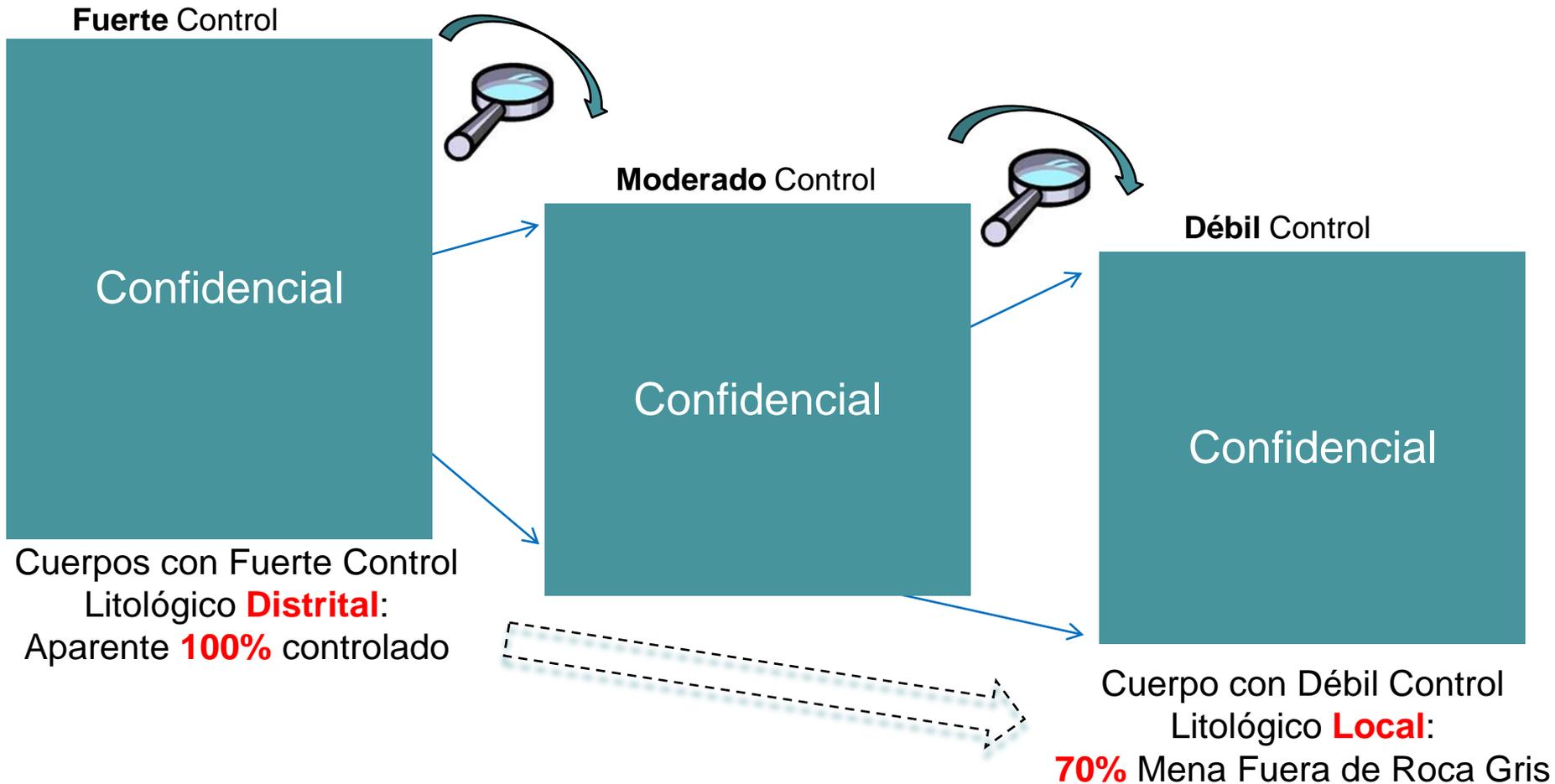
Confidencial

Confidencial

**Incertitud Real por Distintas  
Interpretaciones según  
Background del Modelador**

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 7: Control de Mineralización



**Débil Control de Mineralización para la Estimación de Recursos con Probables Lagunas de Otras Variables Geológicas Mandantes**

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 8: Dominios Bivariados



Comportamiento espaciales de casos bivariados

Confidencial

Confidencial



Población Diferenciada del Cobalto, Dominada por Brechas

En un solo **Dominio de Cu** (LowGrade), se Detectan **Dos Dominios de Co** (doble de la media de Co en extremo NW)

**Sin Embargo se Estima el Cobalto en un Solo Dominio Cuprífero**

Sección WE con Mapeo Geológico de Detalle con Registro en el Control de la Ley

Confidencial

Sección WE con Bloques Estimados sin consideración del Mapeo Geológico

Confidencial

**El Control Geológico (Estructura)  
NO fue considerado en los parámetros de Estimación**

# Hallazgos Frecuentes

## Caso 10: Análisis de Contaminantes



Confidencial

Confidencial

Sin Datos Adicionales



Confidencial

**Frecuentemente las Variables Auxiliares como Penalizantes son Tardíamente Identificadas o Ligeramente Analizadas**

# Desafíos y Ventajas Para Todos los Actores del Negocio



Optimización de la Información

Material Homogéneo a Planta

Planificación Optimizada

Estacionaridad y Continuidad  
Menos Incierta

Geometría y Volumen Más  
Confiable

Enriquecimiento Geológico para  
Nuevos Targets

*Código para Certificación (Chile):*

Acerca de la **definición de Recursos Mineros...**

« *es una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico, u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad, y calidad que existe una **razonable apreciación acerca de su potencial técnico-económico.*** »

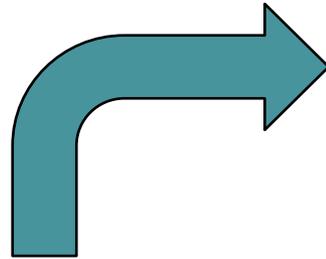
Acerca de los **sustentos de los Recursos Mineros...**

»*La localización, tonelajes, contenidos, características geológicas y el grado de continuidad de la mineralización es estimada, conocida, o interpretada **a partir de específicas evidencias geológicas,** metalúrgicas y tecnológicas»*



**Modelo Geológico**

# Bases Sólidas para los Recursos y Reservas Mineras



## Hallazgos en Recursos Minerales

**Adquisiciones del Dato**

**Calidad del Dato**

**Modelo Geológico**

Diluciones

Tratamiento Valores Extremos

Parámetros de Estimación

*Suavizamiento*

*Análisis de Riesgos*

## Impacto en Reservas Mineras

Clasificación

Tonelaje Material

Tonelaje Metal

Ley

Diseño Minero

Planificación Minera

Análisis Financiero

# Hallazgos y Desafíos Frecuentes En Reservas Mineras



1. Desconocimiento de Tratamiento de Recursos Inferidos en Distintas Fases de Proyectos
  2. Auditorías Simultáneas de Recursos y Reservas
  3. Doble Planificación
  4. Fecha de Corte de Estimación de Reservas
  5. Ley de Corte
    - Ingresos
    - Costos
    - Dilución
- 
1. Complejidad de la Operación
  2. Racionalidad de la Explotación
  3. Dificultad de la Información



# Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras



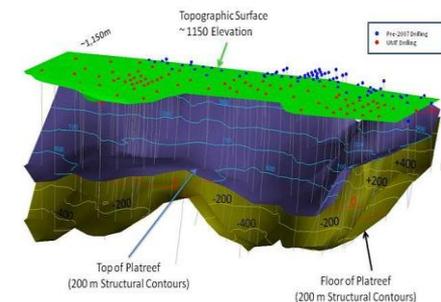
## 1. Desconocimiento de Tratamiento de Recursos Inferidos en Distintas Fases de Proyectos

Recursos Inferidos pueden incorporarse en:

- Estudios de Perfil
- Estudios Conceptuales
- Estudios de Pre-Factibilidad



Recursos Inferidos NO pueden incorporarse como Reservas



Recursos:	Nivel Estudio	Planes de Producción			
		Medidos	Indicados	Inferidos	
Medidos + Indicados + Inferido	Perfil	si	si	si	<u>Recursos</u>
Medidos + Indicados + Inferido	PFS	si	si	si y no	<u>Reservas + Recursos</u>
Medidos + Indicados + Inferido	FS	si (40%)	si (60%)	no	<u>Reservas</u>
Medidos + Indicados + Inferido	Operación	si	si	no	<u>Reservas</u>

# Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras



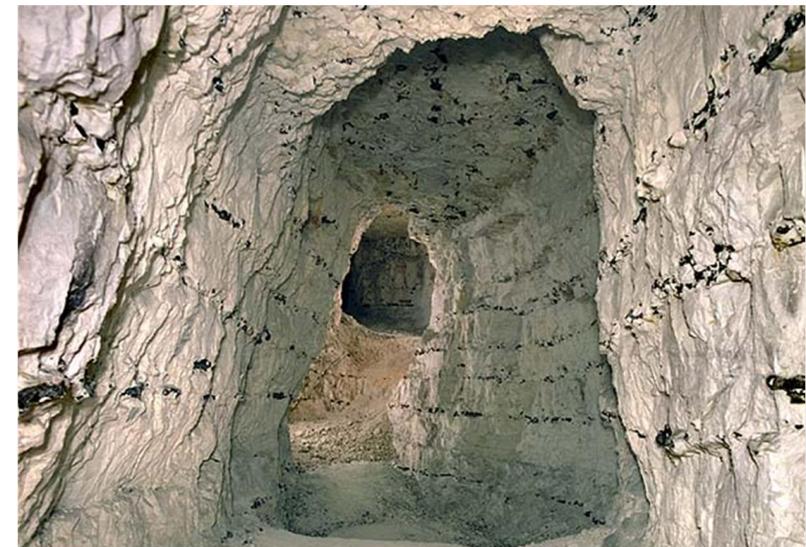
## 2. Auditorías Simultáneas de Recursos y Reservas

Secuencia correcta de auditorías es:

- 1° Modelo de Recursos
- 2° Modelo de Reservas

La auditoría simultánea tiene los siguientes riesgos:

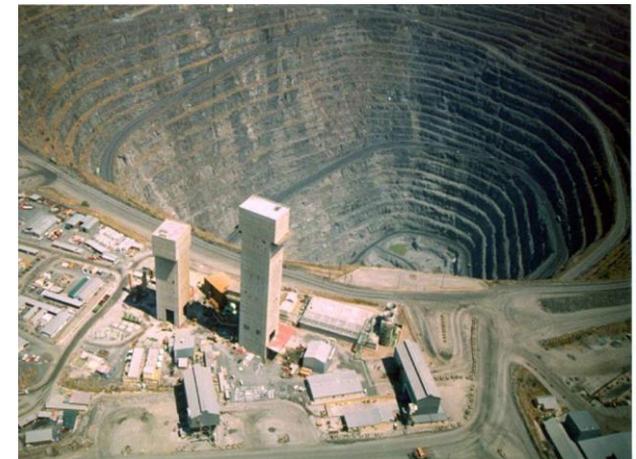
- Hallazgos en modelo de recursos afecta estimación de reservas
- Auditoría simultánea significa auditar dos veces
- Un caso de descoordinación: auditoría de recursos sobre modelo de bloques nuevo y auditoría de reservas sobre modelo de bloques antiguo



## 3. Doble Planificación

La auditoría de reservas en operaciones existentes se complica por doble planificación de minas:

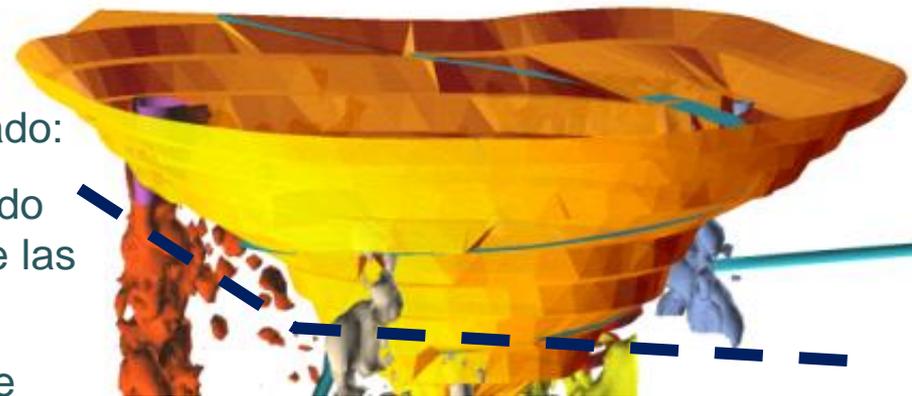
- Reservas no pueden incluir recursos inferidos, sin embargo la planificación de la mina si los considera: esto implica necesariamente hacer una doble planificación, lo que provoca un doble trabajo al staff y fuente de muchos errores
- Reservas calculadas con precio de planificación de largo plazo, diferente al precio de planificación de la coyuntura: nuevamente esto implica hacer una doble planificación, lo que provoca un doble trabajo al staff y fuente de muchos errores



## 4. Fecha de Corte de Estimación de Reservas

### Fecha única de corte:

- En proyectos greenfield es fácil
- En proyectos en operación hay que tener cuidado:
  - ✓ Asegurarse que mineral extraído o proyectado producir a la fecha de corte se descuenta de las reservas
  - ✓ Consistencia de informes con fecha única de corte en todos los aspectos de una auditoría:
    - recursos,
    - reservas
    - Infraestructura
    - medio ambiente
    - permisos

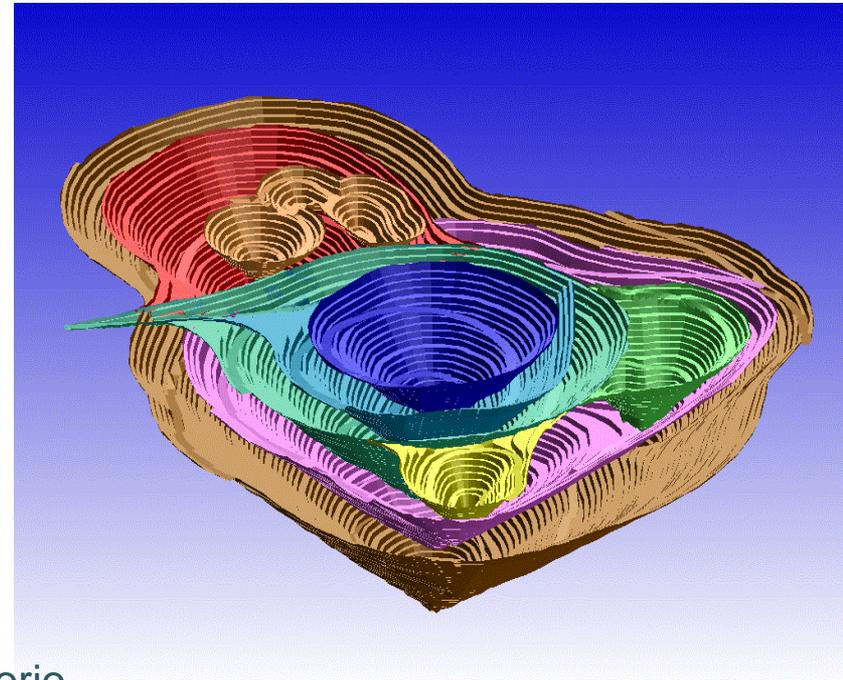


## 5. Ley de Corte

- **Ingresos**
- Costos
- Dilución

### Para los Ingresos:

- Uni-, multi-, productos
- Precios de planificación acordes con el horizonte
  - ✓ Largo plazo
  - ✓ Corto plazo
  - ✓ Transición
- Costos de venta
- Recuperaciones metalúrgicas
  - ✓ Representatividad de muestras
  - ✓ Factor de escalamiento de pruebas de laboratorio



## 5. Ley de Corte

- Ingresos
- **Costos**
- Dilución

### Para los Costos:

- Greenfield, más fácil
- Brownfield, más complejo
- Costos mina, planta, infraestructura, G&A
- Costos diferenciados por métodos o complejidades
- Costos de capital ¿Qué toneladas pagan la inversión?
  - ✓ ¿Sectores de leyes altas?
  - ✓ ¿Cada tonelada hace su aporte?
  - ✓ Costo hundido, pero ¿cómo se pagan los créditos?



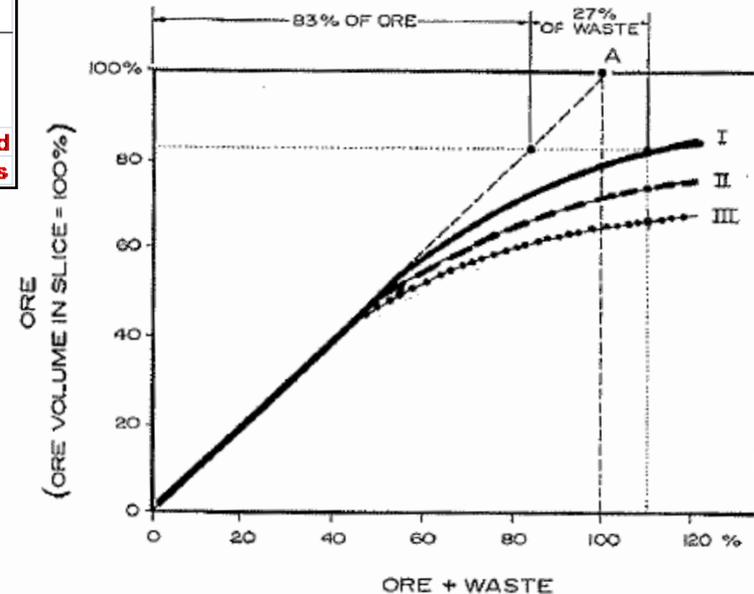
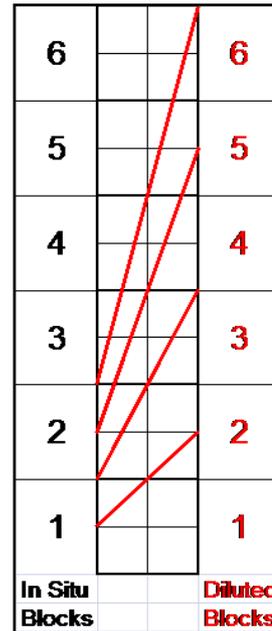
# Hallazgos Frecuentes En Reservas Mineras

## 5. Ley de Corte

- Ingresos
- Costos
- **Dilución**

Para la Dilución:

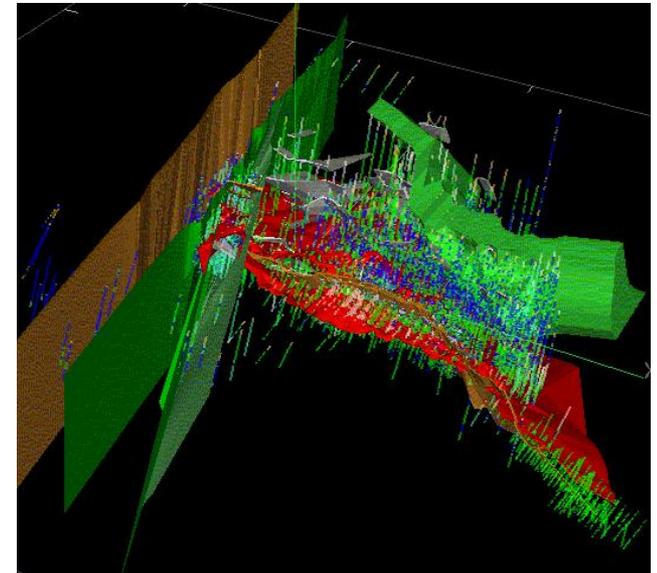
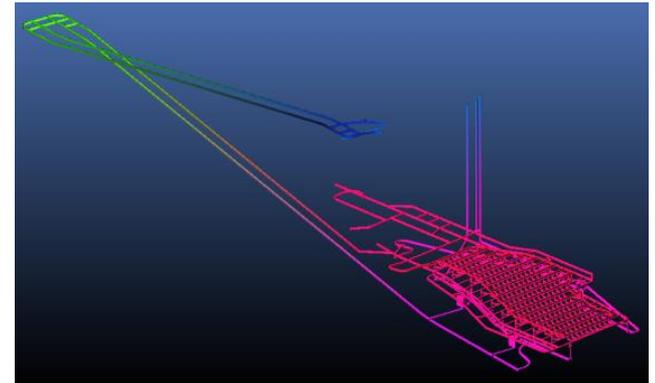
- Greenfield, modelos
- Brownfield, modelos + mediciones
- Diluciones propias de métodos
  - ✓ Modelos
  - ✓ Prácticas operacionales
- En FS y en Operaciones, dilución de recursos inferidos tiene ley cero
- Ley de material diluyente
- Cantidad de material diluyente
  - ✓ Emblemáticos son SLC y BC
  - ✓ Rajos
  - ✓ Caserones



## 1. Complejidad de la Operación

Desafíos para el auditor de reservas:

- Captar rápidamente la complejidad de nuevo proyecto
  - ✓ Rajo
  - ✓ SLS y variantes
  - ✓ R&P
  - ✓ C&F
  - ✓ BC y variantes
  - ✓ SLC
  - ✓ Shrinkage
  - ✓ Etc.
- Minas subterráneas con más de un método o variantes
- Modelos de bloques
- Geología
- Modelo 3-D
- Visitas



## 2. Racionalidad de la Explotación

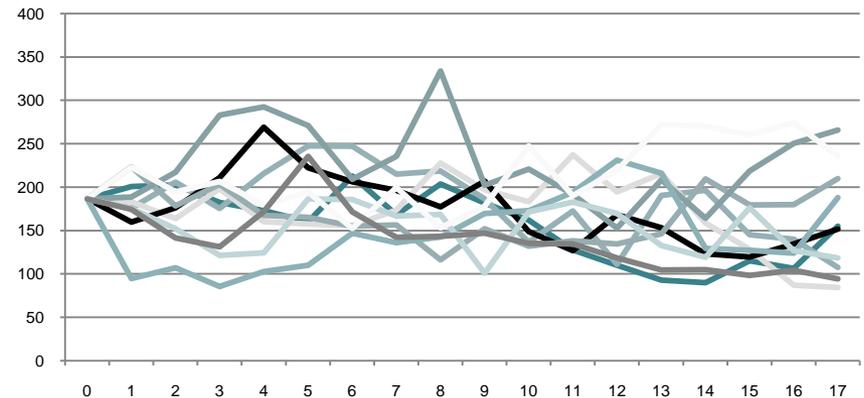
Se debe verificar que la planificación minera es razonable:

- Cubicación de reservas
- Programa de producción
- Programa de desarrollos y construcciones
- Cantidad de equipos
- Servicios
  - ✓ Ventilación
  - ✓ Energía eléctrica
  - ✓ Agua
  - ✓ Aire comprimido
  - ✓ Drenaje
  - ✓ Abastecimientos
  - ✓ Instalaciones de apoyo
- Riesgos



## 3. Dificultad de la Información

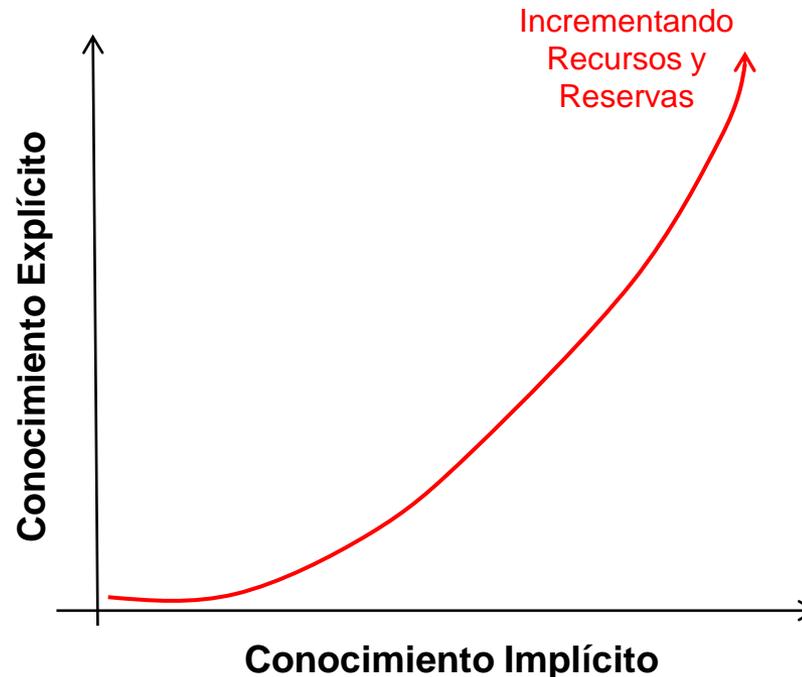
- Greenfield, más fácil
  - ✓ Benchmarking
  - ✓ Base de datos
  - ✓ Ingeniería y costeo
- Brownfield, más complejo
  - ✓ Datos incompletos
  - ✓ Sistemas de costos de operaciones (contables y no técnicos)
  - ✓ No se distinguen distintos métodos de explotación
  - ✓ Partidas de costos difíciles de distribuir
  - ✓ Conciliación de reservas
  - ✓ Costos de contratistas tienen partidas proporcionadas por el dueño



## Recursos Humanos en el Negocio Minero

### Competencias duras

Informática  
Metalurgia y Procesos  
Planificación y Diseño Minero  
Geoestadística  
Informática  
Geomecánica Geometalurgia  
Geología  
Geoquímica - Geofísica  
QAQC - Mineralogía



### Competencias blandas

Liderazgo  
Visión del Negocio  
Gestión y Administración  
Seguridad  
Iniciativa  
Adaptabilidad al Cambio  
Creatividad  
Espíritu Crítico  
Trabajo en Equipo

**Profesionales Capaces de Comunicar y Transmitir el Conocimiento:  
Fomentar la Formación integral del Profesional de Recursos y Reservas Mineras**

Gracias

