



# AUDITORÍA DE RESERVAS MINERALES BAJO ESTÁNDARES INTERNACIONALES

**Juan Pablo Gonzalez**  
**Gerente del Área de Minería, R&R**  
**Geomine Associates SpA**

**Santiago, 19 Junio 2018**



# Agenda

---

- 1) **DEFINICIONES**
- 2) **POR QUÉ LLEVAR A CABO UNA AUDITORIA DE RESERVAS**
- 3) **PROPOSITO Y ENFOQUE DE UNA AUDITORIA DE RESERVAS**
- 4) **CÓMO SE DESARROLLA LA AUDITORIA DE RESERVAS**
- 5) **CONCLUSIONES**





# **DEFINICIONES**

# ¿Que es una “Auditoria”?

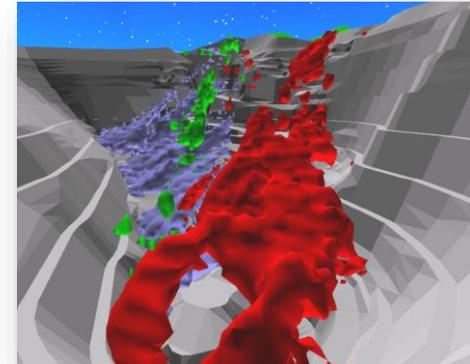
Una auditoria, es una revisión detallada de una área muy especifica (e.g. Financiera, legal, en QAQC o procedimientos de estimación de reservas y/o recursos).

- Las auditorias están diseñadas para mejorar el proceso, entregar garantías y entrenar al personal.
- Las auditorias no son necesariamente basadas en el equipo.
- El tiempo no es usualmente critico.
- Las auditorias aseguran que un procedimiento sea seguido.
- El alcance es generalmente muy claro y los datos requeridos muy específicos   
**Por ende deben haber conclusiones y recomendaciones del cumplimiento de algún estándar, por ejemplo la reportabilidad de las reservas**

# Definición de Reservas

## Reserva Mineral (Código CH 20235) :

“Es aquella porción del Recurso Mineral Medido o del Recurso Mineral Indicado que es económicamente extraíble de acuerdo a un escenario productivo, medioambiental, económico y financiero derivado de un plan minero y en cuya evaluación se han considerado todos los factores modificantes (mineros, metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales). La Reserva Mineral incluye pérdidas y diluciones con material ajeno circundante a esa porción de Recurso Mineral y que lo contamina por efectos de la extracción minera.”



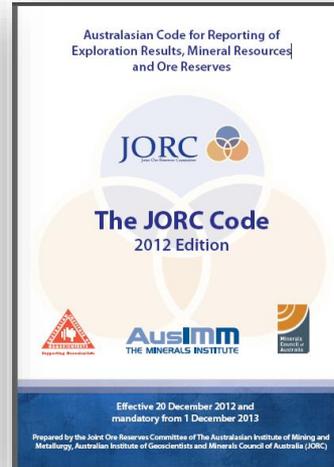
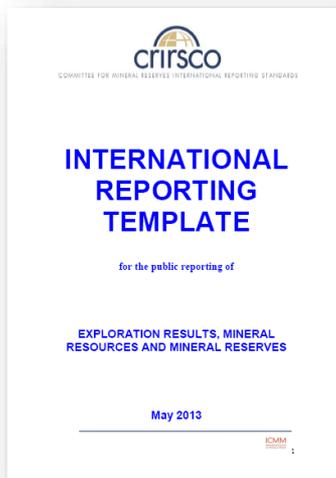
# Que son las Buenas Prácticas?

---

- Buenas prácticas en un “**proyecto minero**”, esta basado en el cumplimiento de un estándar o código de la industria, que establece normas para la clasificación de Recursos y Reservas Mineras estimadas en distintas categorías
- Este “proyecto minero” en el contexto de conversión de Recursos a Reservas, cumple con la terminología técnica, la documentación de respaldo relevante, los procedimientos de estimación adecuados y la descripción de la información de exploración, o la estimación de Recursos y Reservas Mineras



# Algunos Códigos en el Mundo



# Informe público o informes públicos

---

**Cualquier informe sobre ... preparado con el propósito de informar a los inversionistas o posibles inversionistas y sus asesores, o para cumplir los requerimientos regulatorios.**

---

**Principios:** Transparencia, Materialidad y Competencia



# Informe público

---

- Informes preparados para inversores o posibles inversores
- Informes anuales
- Informes trimestrales
- Memorandos de información
- Sitios web
- Presentaciones públicas / comunicados de prensa
- Sistemas de Información de la Bolsa





# **POR QUÉ LLEVAR A CABO UNA AUDITORIA DE RESERVAS**

# Entorno del Negocio Minero

## Complejidad del Negocio

### Naturaleza Humana

Incerteza Económica

Dinámica y Cambiante

### Naturaleza

Incerteza Geológica

Cambiando constantemente  
al incorporar nueva  
información

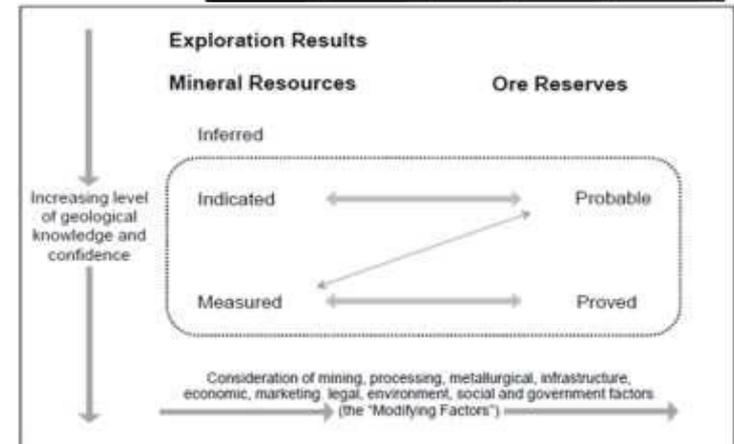
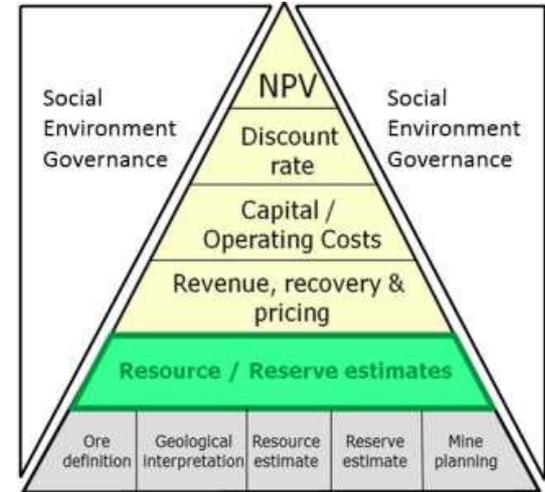


# Entorno del Negocio Minero

## La minería es un negocio inherentemente riesgoso

- La empresa y el mercado necesitan informes **transparentes, coherentes y equilibrados** de los datos técnicos de un proyecto, la confianza y el estado de desarrollo.
- Riesgos y oportunidades existen cuando:
  - Estas avanzando un proyecto de exploración hasta un proyecto viable, y
  - Operando una mina
- La incorrecta **recolección de datos, la interpretación, la estimación y la presentación de informes** puede tener un impacto en el valor, la toma de decisiones de negocio, informes y la reputación corporativa

Base de Datos, Intervalos, Densidades, Geología, Estimación, Procesos.....etc.



# Algunas fuentes de informes incorrectos de R & R

---

- Menos Personal?
- Falta de Tiempo?
- Inexperiencia?
- Falta de tutoría?
- Falta de revisión de pares?



# ¿Riesgo -> Errores y Suposiciones?

---

- Las personas cometen errores por lo tanto las Reservas Mineras pueden ser erróneas
- Aunque no hayan errores – grupos diferentes de ingenieros probablemente den cinco números diferentes
- Esto se debe a que las suposiciones puedan ser igualmente razonables pero diferentes. Por ejemplo:
  - Puede explotar una parte como un rajo pequeño de alta ley
  - Puede explotar en bulk todo el deposito
  - Puede usar block cave en el deposito
  - Puede usar diferentes procesos metalúrgicos
  - Puede que se permita explotar sólo parte del deposito debido a limitaciones de terreno
- Incluso aunque se usen las mismas suposiciones, dos equipos diferentes pueden llegar a diferentes resultados de Reservas

# ¿Beneficios de una Auditoria?

---

- Significa revisar el cumplimiento de buenas prácticas y le entrega más sustentabilidad técnica y económica al proyecto minero.
- Acota o ayuda a disminuir los riesgos para cualquier proyecto debido a la naturaleza propia del negocio minero.
- Entrega la transparencia y trazabilidad de la información, que ayuda a la confianza de todos los stakeholders.





# **PROPOSITO Y ENFOQUE DE UNA AUDITORIA DE RESERVAS**

# Propósito de una Auditoria de Reservas

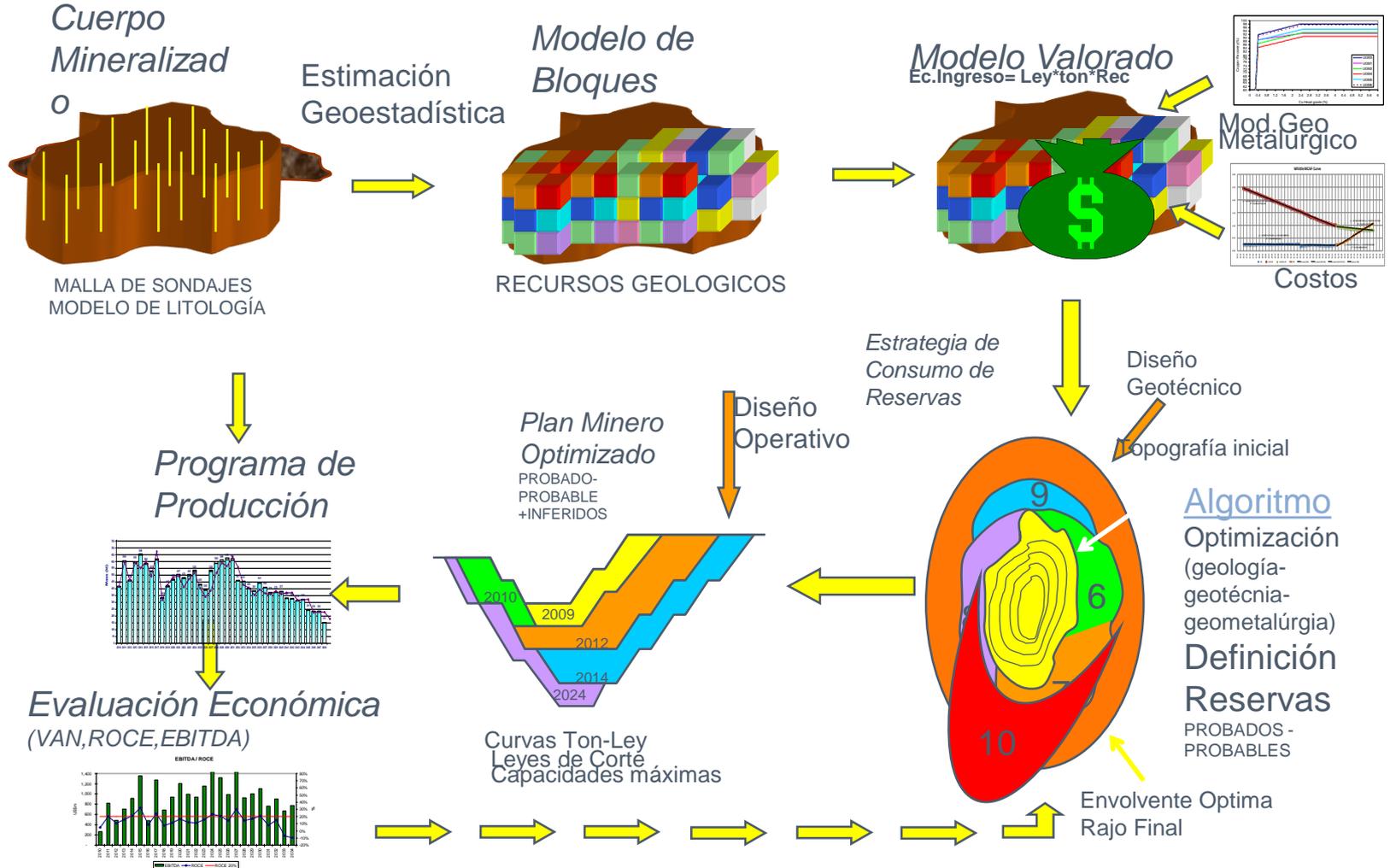
El principal propósito de la Auditoria de Reservas es **revisar el proceso de conversión de los recursos en reservas de un deposito** en conformidad con algún estándar internacional, tal como, el código JORC (2012), código NI 43101, SEC Guía 7, CH 20235 y otros códigos de informes públicos de R&R o también algún código interno de la compañía, revisando la existencia de posibles errores o contingencias ocultas en todas las etapas del proceso.

En términos generales, consiste en:

1. **Identificar y cuantificar los tonelajes y leyes** que puedan ser explotadas.
2. **Identificar cualquier contingencia oculta**, errores accidentales.
3. Determinar posibles **impactos de los factores modificadores (técnicos, económicos, medioambientales, legales, etc.)**.



# Proceso de Recursos a Reservas



# ¿Enfoque práctico en una Auditoria de Reservas?

---

Enfoque: “Revisar el proceso de conversión + Apoyo especializado”

Al ser un trabajo especializado de “**planificación estratégica**” y “**proyecto minero**”, es vital que el experto considere:

- La revisión de los parámetros, suposiciones y procesos adoptados y el impacto de los factores modificadores en el proceso de conversión de los recursos en reservas. Por ejemplo, los aspectos metalúrgicos, económicos, financieros, comerciales, legales, medioambientales, infraestructura, sociales y gubernamentales, etc.



# Revisión de la Trazabilidad

---

- El proceso de estimación de Reservas necesita ser documentado de tal manera que los resultados pueden ser reproducidos exactamente.
  - La información debe ser fácilmente recuperable, de fácil acceso y catalogado de una manera que permite una fácil evaluación de la historia de las evaluaciones realizadas y registra la ubicación de toda la relevante información / informes / etc.
  - La prueba de viabilidad económica debe estar bien documentado como parte del proceso de estimación de Reserva de Minerales. El requisito para la viabilidad económica implica la determinación de los flujos de caja anuales y la inclusión de todos los parámetros que tienen un impacto económico.
  - La metodología de clasificación debe estar bien documentado y fácil de entender. Las mejores prácticas incluye proporcionar una descripción explicativa de las razones cualitativas detrás de la selección de clasificación.
  - Los procedimientos utilizados para establecer las estrategias de corte deben estar bien documentadas, de fácil acceso para su revisión y se indicarán claramente en la declaración de divulgación.
- 

# Check List de Factores Modificadores



b





# **CÓMO SE DESARROLLA LA AUDITORIA DE RESERVAS**

# ¿Como se desarrolla la “Auditoria de Reservas Minerales”?

Se debe proporcionar una evaluación de la racionalidad y la adecuación de los siguientes elementos:

- Revisión de la metodología de planificación utilizada para la estimación de las Reservas mineras, incluidas las consideraciones de las limitaciones de capacidad, requerimientos, las restricciones operacionales y ambientales, requisitos de flujo de caja, ley de corte y administración de stock piles;
- Revisión de las consideraciones de la dilución y recuperación minera;
- Revisión y comentarios sobre la metodología aplicada para seleccionar áreas y secuencia de explotación. Confirmar que los parámetros de planificación (ingresos y gastos) utilizados para la optimización del rajo son consistentes con los niveles esperados de productividad y que éstos se aplican correctamente en el proceso planificación;

# ¿Como se desarrolla la “Auditoria de Reservas Minerales”?

- Revisión de diseño minero, incluyendo acceso, distancia operativa y flexibilidad de acuerdo a los aspectos geomecánicos;
- Verificar el cumplimiento de los códigos internacionales tales como JORC, JORC, CH 20235, SEC Guía 7, y también estándares internos, en términos de requerimientos específicos relacionados con los principios de materialidad, transparencia y la competencia.
- Investigación independiente del modelo de bloques dentro del volumen del plan minero a fin de verificar los números presentados en la declaración de reservas.



# Clave – Planificación Estratégica Mina

La proceso de optimización generalmente proporcionará las bases del rajo final y sus etapas para toda la planificación a futuro

Se necesita revisar que:

- El modelo de Whittle corresponda con el modelo geológico en mineral y material total
  - Costos y recuperaciones sean razonables y usadas correctamente
  - Precios y costos de venta sean razonables y usados correctamente
  - La dilución y recuperación minera sean consideradas (Reconciliaciones?)
  - Los taludes sigan las recomendaciones geotécnicas y que sean aplicadas correctamente
  - Los tamaños de los bloques sean razonables (velocidad vs resolución)
  - La optimización haya sido corrida correctamente y que el rajo no quede sin topo
  - Adecuada selección de Rajo
- 

# Precio del Commodity

---

- El Precio del Commodity es usualmente el factor más sensible e importante en el desarrollo de un proyecto minero y la planificación minera.
- Empresas de recursos son "tomadores de precios" con poco control sobre los precios internacionales. Pronóstico del precio de Commodity tiene una tasa de éxito pobre.
- Los métodos para la selección de los precios de los commodities:
  - Precios de commodities actuales
  - Promedio móvil de Tres años
  - Promedios históricos a largo plazo (10 a 20 años)
  - Margen sobre costo directo de producción
  - Precios de consenso
  - Precio del Contrato



# Criterios para el Mineral

---

## 1. Dilución

- Adición de lastre o material con ley bajo la ley de corte al mineral durante el proceso de excavación. La dilución aumenta el tonelaje pero reduce la ley.
- Puede aumentar el metal pero reduce el ingreso por tonelada

## 2. Perdida

- Mineral perdido durante la excavación y el envío a planta. Esto reduce el tonelaje

Aplicación de estos factores da Reservas Mineras de recursos in-pit. Estas Reservas son después usadas para el diseño y programación.

¿Cómo se aplico la dilución y perdida minera?

¿Están respaldadas por reconciliaciones?



# Ley de Corte

---

- La ley de corte marginal es la ley más baja estimada que puede ser extraída y tratada rentablemente. Con varios tipos de minerales, métodos de tratamiento y productos - la estimación y el uso de una apropiada ley de corte marginal puede ser compleja.
- La ley de corte real utilizada para el informe puede ser superior a la ley de corte marginal estimada. Esto quizás por motivos económicos, la minería, control de leyes u otras razones prácticas.
- La ley(s) de corte utilizada debe indicarse claramente, sin ambigüedades y fácil de entender.



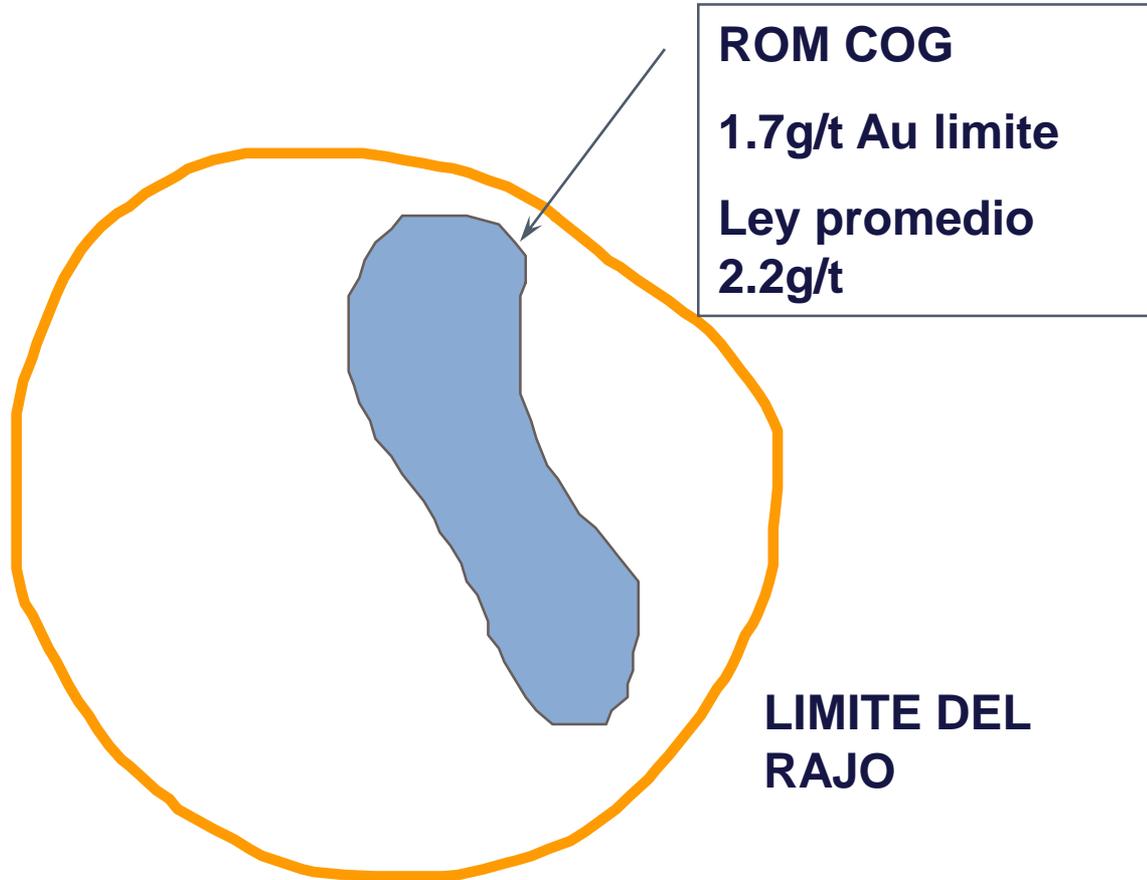
# Parámetros de Corte

- ¿Cómo fue calculada la ley de corte?
  - ¿Qué recuperaciones fueron usadas? ¿Están respaldadas por experiencia, resultados históricos o estudios? Muéstranos los datos
  - ¿Qué costos fueron usados? ¿Cómo fueron estimados o desarrollados? ¿Están respaldados por datos reales? Quieres ver el material de respaldo
  - ¿Cuáles son las suposiciones de precios y si existen costos de venta asociados a estos? ¿Son justificables? ¿Cómo se manejan los royalties?
  - ¿Qué pasa con múltiples productos? Uso de ley equivalente.

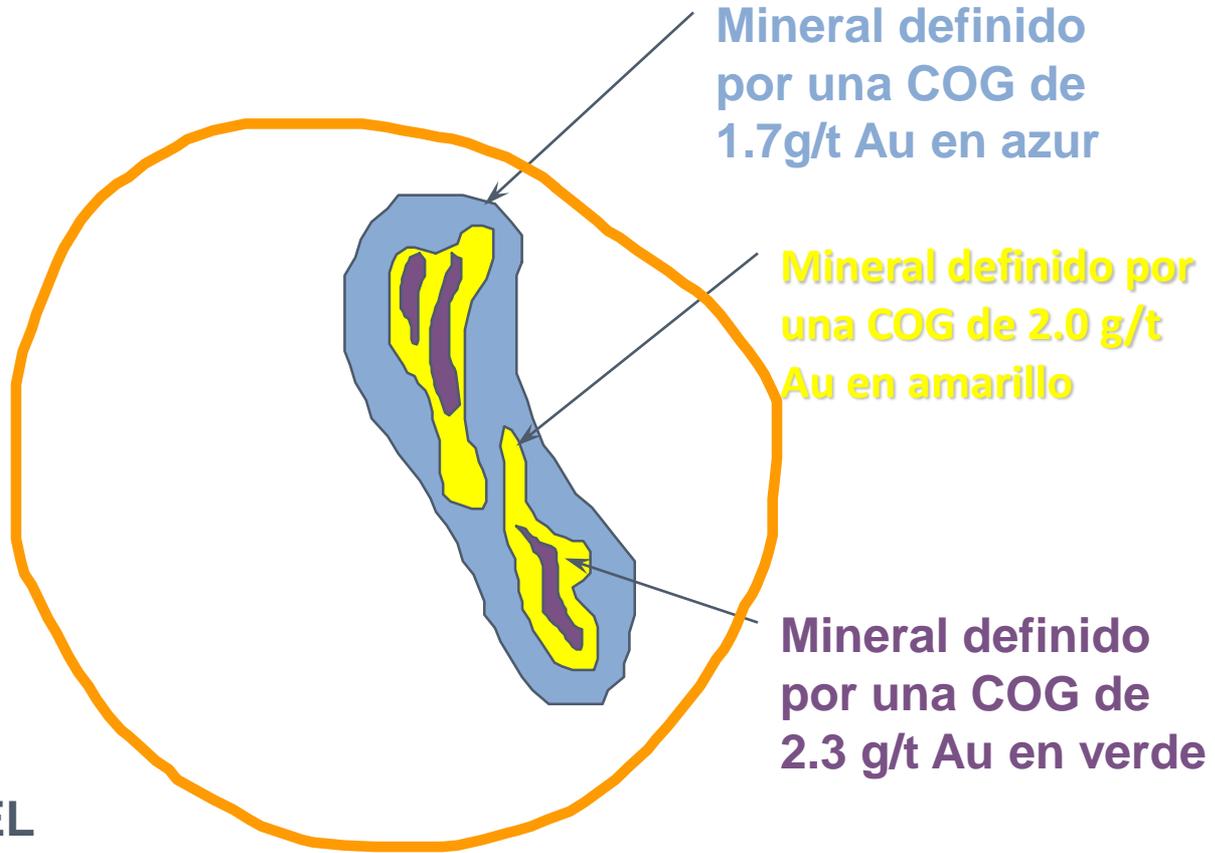
A veces se usa el corte real el cual es mas alto que el corte marginal calculado –  $\text{Costo de Procesamiento}/(\text{Precio} \times \text{Recuperación})$

- No hay un problema real con esto pero nos gustaría ver algo de estrategia detrás de esto de lo contrario se estarían estimando Reservas Minerales mas bajas de lo necesario.
  - Problema de precios de largo y corto plazo para corta vida remanente
- 

# Ley de Corte (COG) Marginal de explotación



# Cuando suben los costos



# Cuando bajan los costos

Mineral definido por una COG de 1.4g/t Au en azul

Mineral definido por una COG de 1.7g/t Au en verde oscuro



LIMITE DEL RAJO



# Otras Variables

---

## ■ Geotecnia

- Parámetros de diseño detallado de taludes, parámetros de caserones, adits

## ■ Diseño Minero

- Necesita revisar que el diseño calce con los cascarones de la optimización – (1-2% para el mineral y cerca de 10% para roca (mineral+lastre)
- Revisar que acceso sea en los lugares correctos y seguros
- ¿Puedo acceder a cada fase y explotarla adecuadamente?
- !Revisar que el diseño usa los criterios y no hace trampa!

## ■ Diseño de Botaderos

- Ubicaciones – Son adecuadas? Mientras mas cerca mejor.
  - ¿Los taludes y diseños finales son adecuados? ¿Calzan con las aprobaciones medio ambientales?
- 

# Declaración de las Reservas Minerales

---

- El Informe debe **ser claro y suficientemente detallado** como para que una persona con conocimientos para entender el significado de, por ejemplo, la ley de corte y su relación con el Recurso Mineral.
- En el caso de las estimaciones de Reservas minerales a cielo abierto, la **relación lastre mineral** debe indicarse claramente.
- Debe haber una vinculación evidente de la estimación de reservas minerales a la estimación de recursos minerales proporcionada en un **documento de divulgación**. Las mejores prácticas incluye la documentación de esos vínculos (por ejemplo, dilución y recuperación minera) que se utilizaron.
- Tonelajes y leyes deben ser reportados a los niveles adecuados de precisión



# Ejemplos: Faltas comunes en Auditorias Reservas

---

- Sin detalles ni respaldo del proceso de optimización
- No se calculó el lastre adecuadamente usando MIK y modelos Proporcionales
- Bajos costos mineros o faltan ítems
- Datos y costos antiguos – no realísticos
- Diseño de rajo poco adecuada, uso equivocado de ángulos globales
- Uso de precios muy bajos para minas con corta vida
- Rajos Whittle no operativizados
- Estudios ***Fast Track*** sin información detallada en algunas disciplinas





## **CONCLUSIONES**

# Conclusiones

---

- Una Auditoria de Reservas, usualmente es un proceso de revisión del proceso conversión de recursos a reservas minerales usualmente para el cumplimiento de un estándar internacional, tales como NI 43101, JORC, CH 20235.
  - La Auditoria se debe centrar en el cumplimiento de un estándar o código de reportabilidad de las reservas bajo el concepto de materialidad, transparencia y competencia.
  - Fundamentalmente la Auditoria es un concepto de mejoramiento continuo de las buenas prácticas para la estimación de las Reservas Minerales
  - Los aspectos claves en la Auditoria de Reservas están en la planificación estratégica mina y el impacto de los factores modificadores.
  - Una Auditoria debe tener conclusiones y recomendaciones de mejoramiento y cumplimiento
- 

# Referencias

---

- [Código CH 20235 \(2015\)](#)
- [CIM Definition Standards - On Mineral Resources and Mineral Reserves adopted by CIM Council on December 11, 2005](#)
- [CIM Estimation of Mineral Resources and Mineral Reserves Best Practice Guidelines adopted by CIM Council on November 23, 2003](#)
- [NI 43-101 - Standards of Disclosure for Mineral Projects - \(2011\)](#)
- [Questions resulting from CSA-CIM Committee Meetings \(April 14, 2008\)](#)

Available on the CIM website:

[http://www.cim.org/committees/guidelinesStandards\\_main.cfm](http://www.cim.org/committees/guidelinesStandards_main.cfm)

Available on the Comisión Minera website:

<http://comisionminera.com/documentacion>





**GeoMine  
Associates**

**Muchas Gracias**

Consultas a Email:

[jpgonzalez@geominesa.com](mailto:jpgonzalez@geominesa.com)

Tel: +56 9 98831858

[www.geominesa.cl](http://www.geominesa.cl)



Asesoría Corporativa | Consultoría | Ingeniería

