



# **BUENAS PRÁCTICAS EN LA PLANIFICACIÓN EN EL CONTEXTO DE UN PROYECTO**

**Juan Pablo González**  
**Consultor Principal en Minería**

**Santiago, 04 Noviembre 2015**

# Agenda

---

- 1) Negocio Minero**
- 2) Estándares y Normas**
- 3) Contexto del Proyecto**
- 4) Aspectos de la Planificación**



# **Negocio Minero**

# Entorno del Negocio Minero



# Entorno del Negocio Minero

## Naturaleza Humana

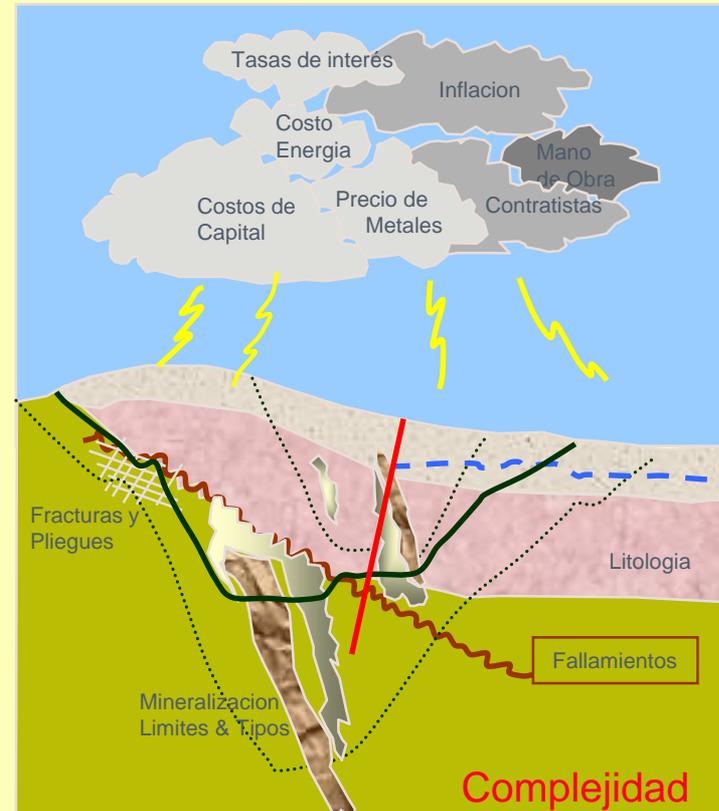
Incerteza Económica

Dinámica y Cambiante

## Naturaleza

Incerteza Geológica

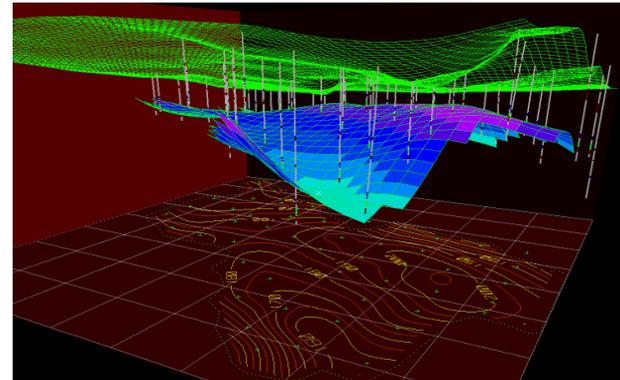
Cambiando  
constantemente  
al incorporar nueva  
información



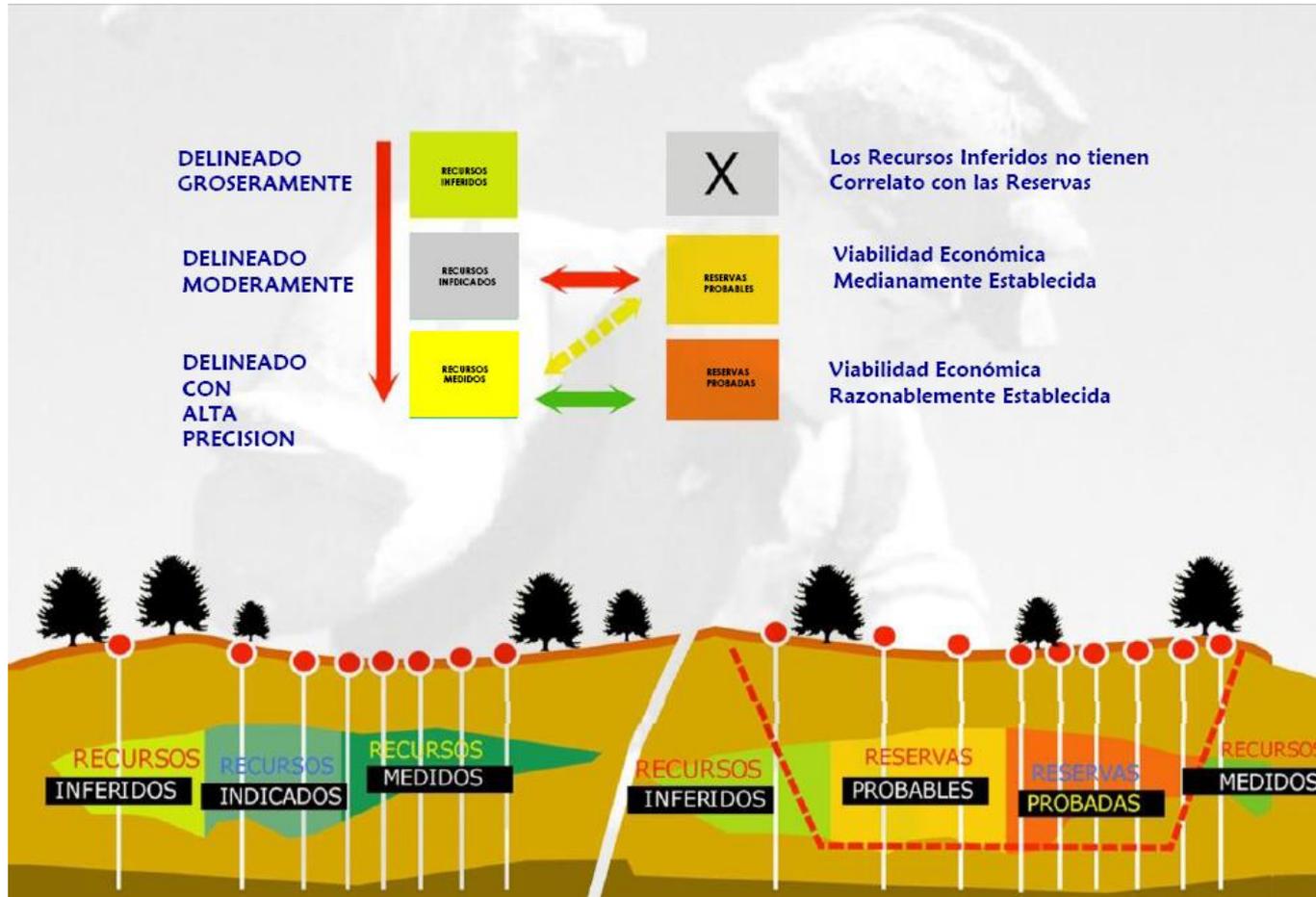
# Bases de un Proyecto Minero

Donde el yacimiento (con sus reservas y su distribución espacial) es la base del negocio...

- Conocer el yacimiento minero es FUNDAMENTAL
- Establecer una estrategia de consumo de las reservas (Plan Minero) es CLAVE
- Gestionar el negocio minero (con orientación clara al negocio y sustentabilidad de la compañía) es LO RELEVANTE

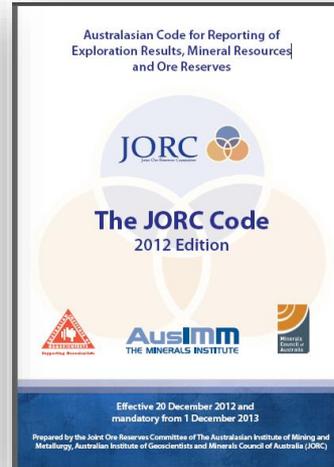
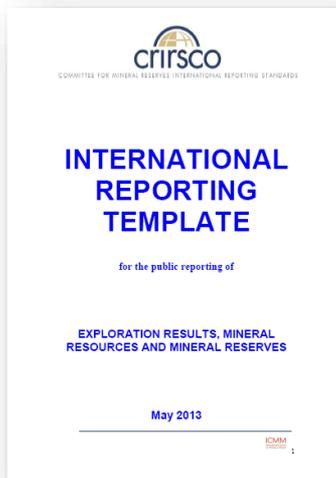


# Riesgo del Negocio Minero



# Estándares y Normas

# Algunos Códigos en el Mundo



# Código para la Certificación de Recursos y Reservas Mineras



*Este código sintetiza la práctica actual de la industria minera con respecto a estándares y normas que se aplican a prospectos, recursos, y reservas mineras con el propósito de informar públicamente sobre instrumentos financieros derivados de estos activos mineros en los mercados de capital.*

*Estas normas siguen lineamientos ya adoptados y aplicados por mercados de capitales de países que se distinguen por contar con sectores mineros dinámicos y pujantes como son los de Australia, Canadá, Sudáfrica, el Reino Unido, y otros.*



# Cuales son los principios del Código?

---

- **Transparencia**

Presentación clara, oportuna e inequívoca de la información.

- **Materialidad**

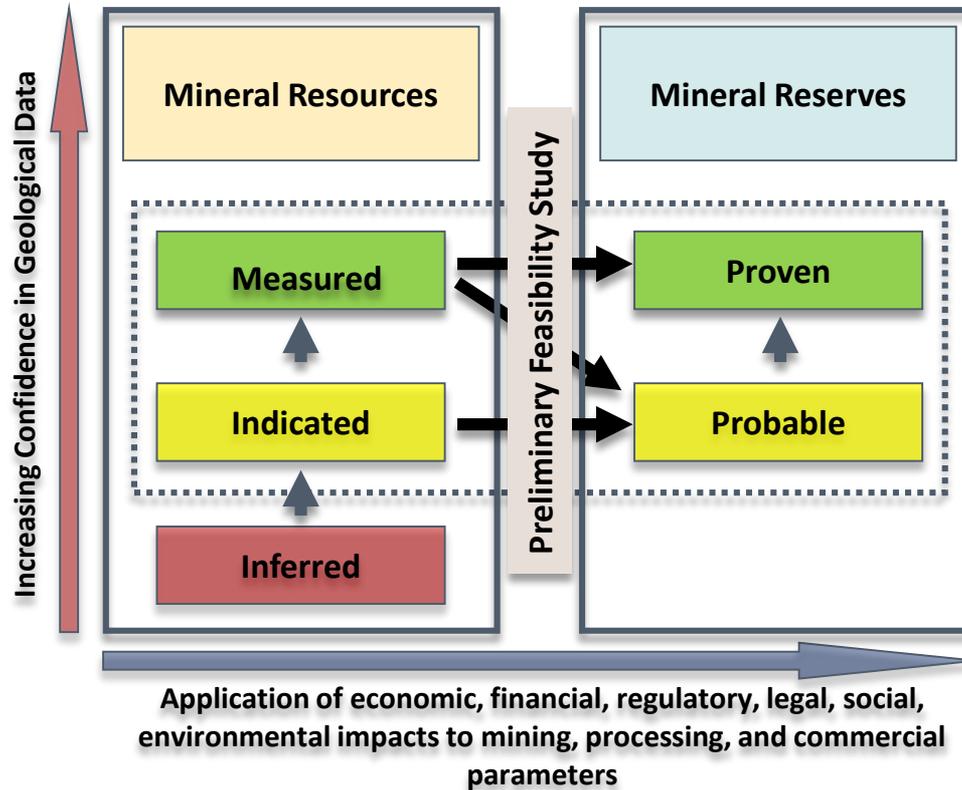
Toda la información relevante debe estar razonablemente dispuesta y accesible.

- **Competencia**

Requiere que el informe público se base en trabajo que es de responsabilidad de una persona debidamente calificada y con experiencia en el tipo y estilo de depósito que se está informando.



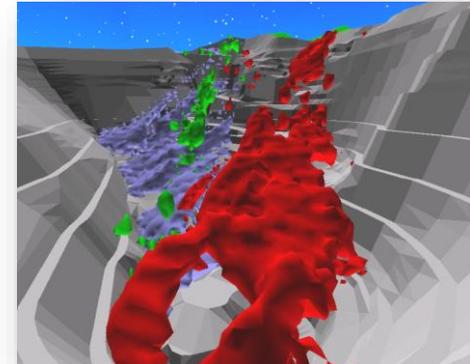
# Clasificación de Recursos y Reservas



# Definiciones

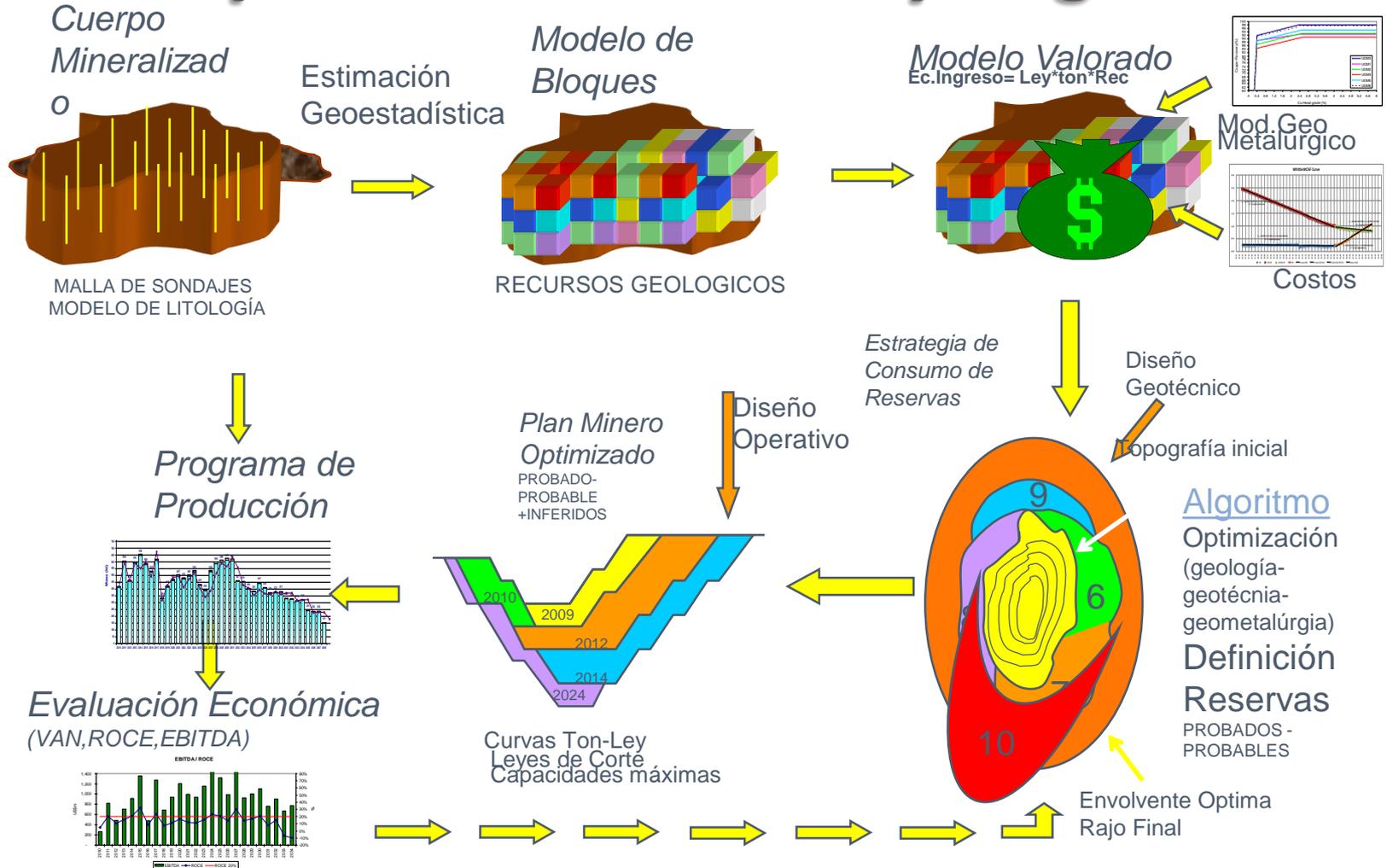
## Reserva Mineral:

“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.”



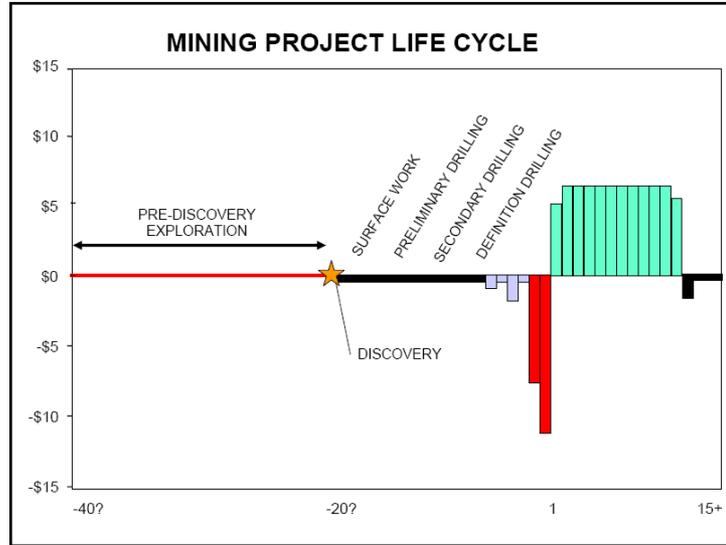
# Contexto del Proyecto

# Explotación de Minas y Negocio





# Ciclo de Vida de un Proyecto Minero



- EXPLORACIÓN
- Descubrimiento de mineralización
- EVALUACION PRELIMINAR
- Perforación de Desarrollo
- ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD
- Más perforación, ensayos, diseño
- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
- Construcción
- Producción
- Cierre



# Tipos de Estudios



## Evaluación Preliminar, de Perfil o Conceptual

- Mira los temas claves en las primeras etapas del proyecto

## Prefactibilidad

- Planificación estratégica para evaluar las principales opciones

## Factibilidad

- Estudio refinado para determinar la viabilidad del proyecto

## Definitivo/Desarrollo Minero/Presupuesto

- Estimación final de construcción, desarrollo de planificación de corto plazo



# Objetivos de todos los estudios

---

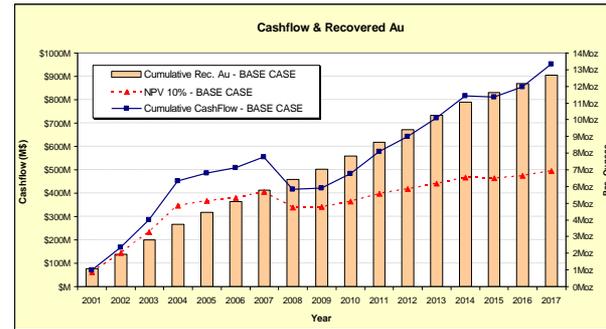
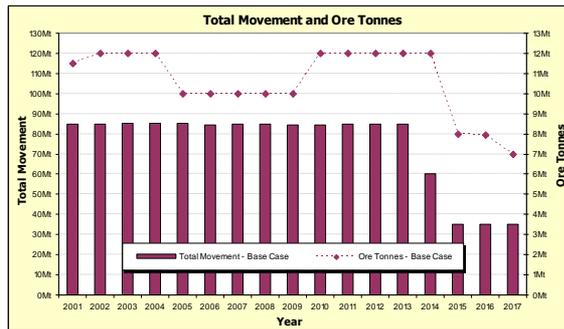
- Definir conocimiento actual
- Cuantificar los parámetros operacionales
- Predecir los posibles beneficios
- Caracterizar el riesgo
- Proporcionar una base para inversiones adicionales

Desafortunadamente es común obtener **partes de estudios de diferente calidad, diferentes tiempos y sin cohesión**



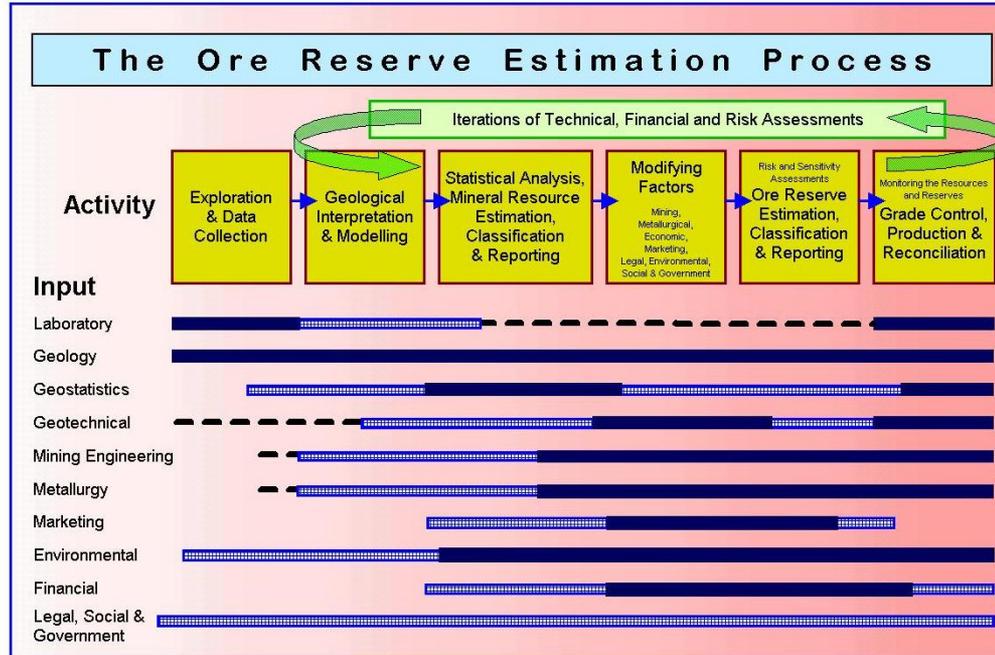
# Estimación de Reservas

- El requisito para la viabilidad económica implica la determinación de los flujos de caja anuales y la inclusión de todos los parámetros económicos relevantes.



# Disciplinas Técnicas

- Estimación de Reservas Minerales es un trabajo en equipo que implica una serie de disciplinas técnicas, y debe estar basado en la entrada y la información de un equipo multidisciplinario bajo la dirección de CP (s).



# Clasificación de Reserva Minera

---

- La categoría asignada a una estimación de reservas minerales depende de:
  - el nivel de confianza en la información geológica disponible
  - la calidad y la cantidad de datos disponibles en el depósito
  - el nivel de detalle de la información técnica y económica
  - la interpretación de los datos y la información
- La clasificación de la Reserva Mineral permite al CP para identificar los riesgos técnicos



# Check List de Factores Modificadores

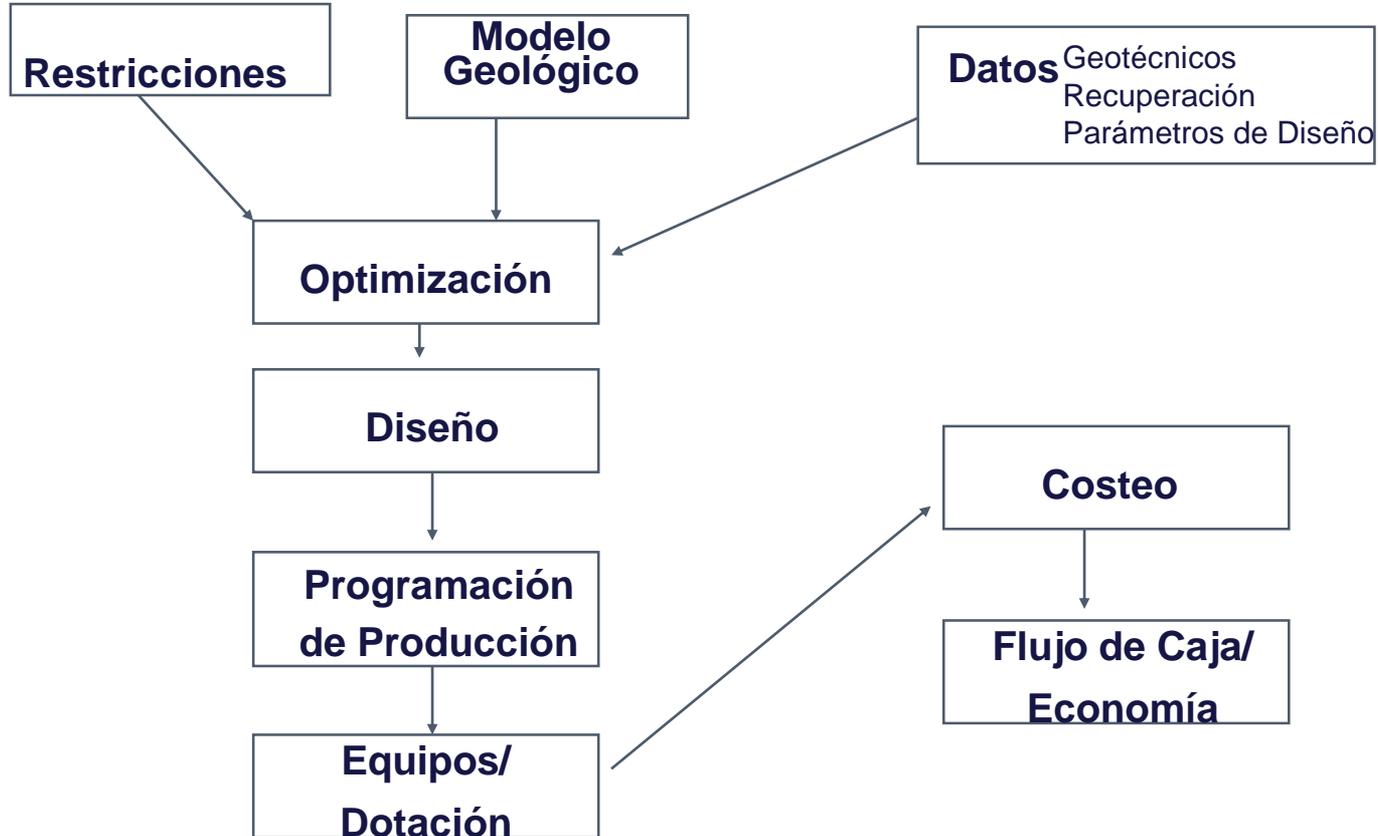


b



# **Aspectos de la Planificación Minera**

# Proceso de Planificación Minera



# Proceso de Recursos a Reservas

---

- Modelo de Recursos
- Modelo de Reservas o Factores de Dilución y Perdida de Mineral
- Costos, recuperaciones y precios
- Optimización para Rajot Final y Etapas
- Diseño del Rajo
- Programa de Producción
- Equipos
- Dotación
- Financieros



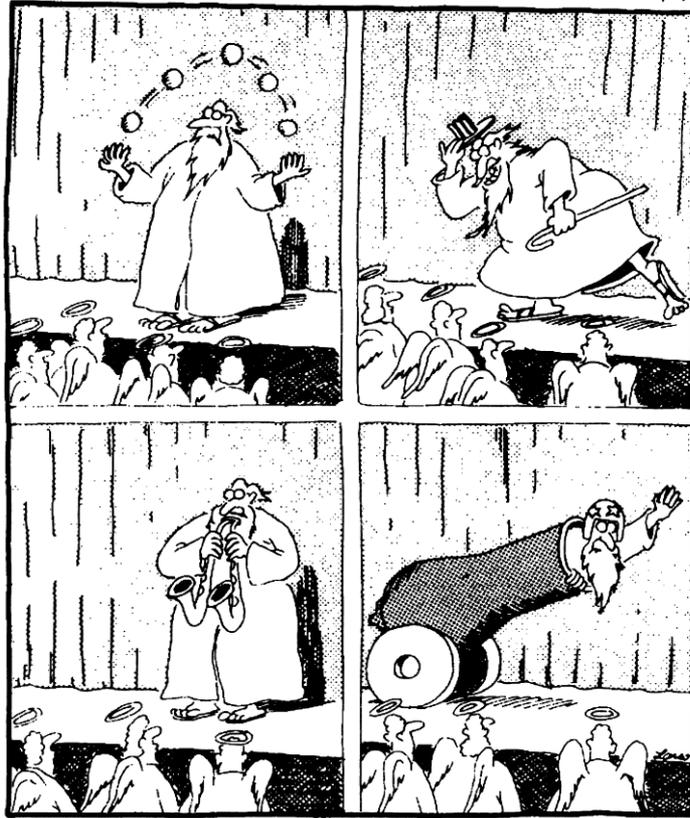
# Criterios y Factores de Reservas

---

- Recursos Minerales
- Estado del estudio
- Parámetros de corte
- Factores Mineros
- Factores Metalúrgicos
- Factores de Costo e Ingresos
- Evaluación de Mercado
- Clasificación
- Auditorias & Revisiones
- Confianza relativa



# Riesgo del Negocio Minero. (Estimación vs. Realidad)



Acts of God

Minerales en la tierra son actos de Dios (Realidad)

Pero Recursos Minerales & Reservas Mineras son actos de geólogos e ingenieros de minas (Estimación) ➤

# !Esto significa que!

---

- Humanos cometen errores por lo tanto los Recursos Minerales y Reservas Mineras pueden ser erróneas
- Aunque no hayan errores – Cinco grupos diferentes de geólogos/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 solo parte del deposito debido a limitaciones de terreno
- Aunque se usen las mismas suposiciones, dos equipos diferentes pueden llegar a diferentes Recursos/Reservas

# Modelo de Recursos/Reservas Minerales

---

- Modelo de Recursos con explicación de variables y como son utilizadas
    - Puedes tu duplicar la declaración de Recursos con el modelo?
  - ¿Existe un modelo separado de Reservas con factores mineros?
    - ¿Si es así, como fue hecho?
    - ¿Cuál fue la lógica para este en términos de pérdida de mineral y dilución?
  - ¿Cómo fue estimada la pérdida de mineral y la dilución si no están en el modelo?
  - ¿existen reconciliaciones para apoyar las estimaciones usadas?
  - ¿La selectividad del modelo calza con los métodos de explotación?
  - ¿Es el método de control de ley adecuado y aplicado correctamente?
  - ¿Qué dicen las reconciliaciones acercad del modelo, sondajes de control de ley y explotación?
  - ¿Cuan buenas son las estimaciones de tonelaje y ley de ROM de la mina y de la planta?
- 

# Optimización

La 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
  - 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 (más en la próxima sesión)
- 

# 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.



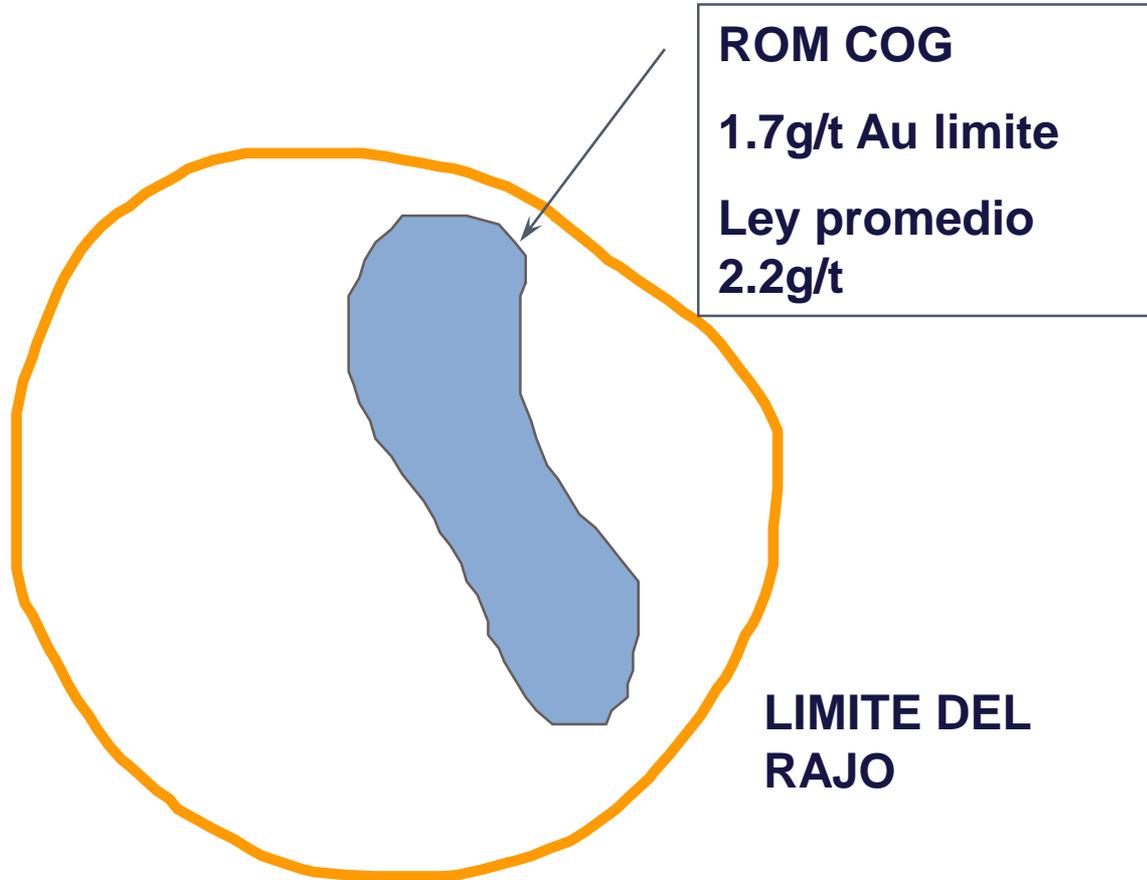
# Parámetros de Corte

- ¿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.

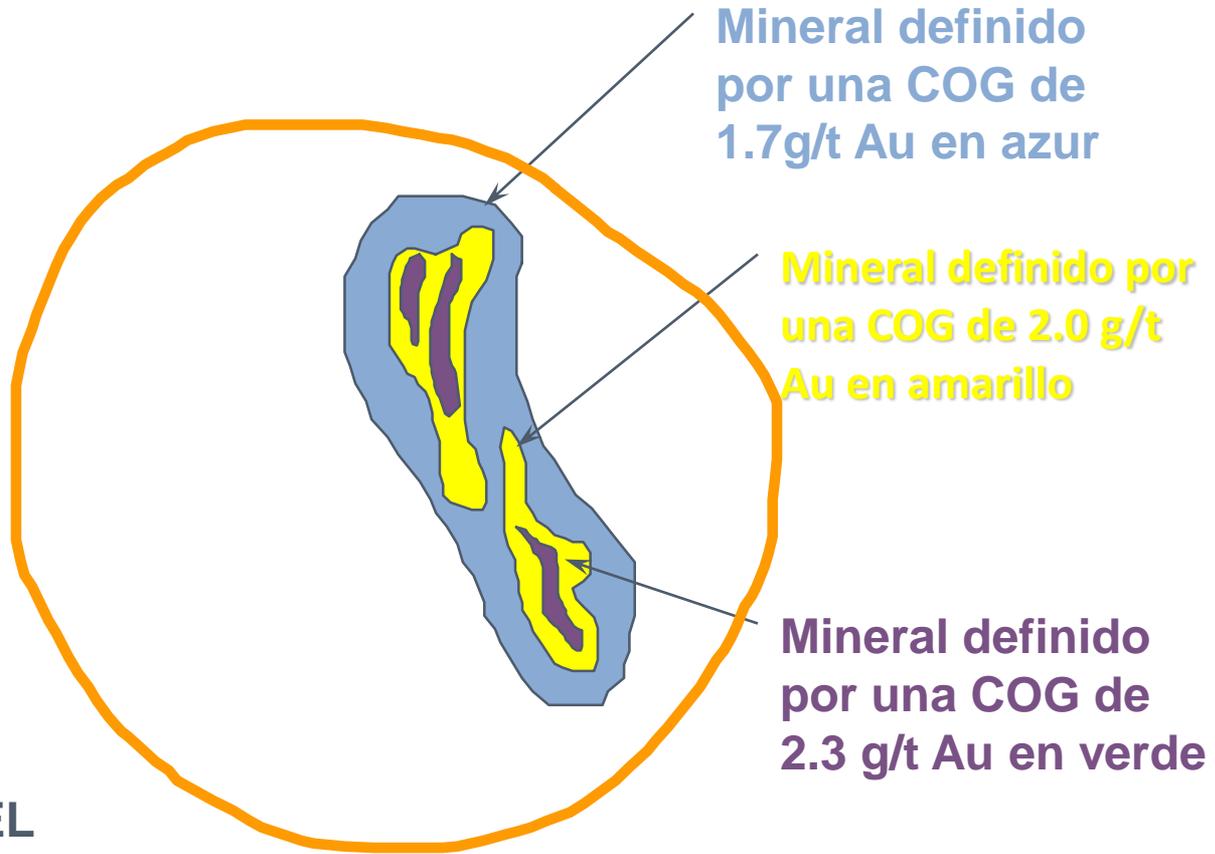
A veces se usa el corte real el cual es mas alto que el corte marginal calculado –  $\text{Costo de Procesamiento}/(\text{Precio} \times \text{Recuperación})$

- 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



**LIMITE DEL  
RAJO**



# 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



# Geotecnia

---

Los informes son geotécnicos requeridos para proporcionar datos para :

- Optimización – parámetros iniciales, taludes globales
- Diseño detallado – parámetros de diseño detallado de taludes, parámetros de caserones, adits
- Programa de trabajo – antes y durante construcción
- Estimación de Costos - costos de medidas
- Características materiales - voladura, construcción, condiciones de caminos etc
- Seguridad – factores de riesgo
- Medio Ambientales – factores de riesgo.



# Diseño Minero

---

- Necesita revisar que el diseño calce con los cascarones de la optimización – debería estar dentro de 1-2% para el mineral y cerca de 10% para roca (mineral+lastre)
- Revisar que acceso sea en los lugares correctos y seguros
- Revisar que los parámetros de talud son usados adecuadamente
- Revisar que no hay protuberancias o formas extrañas
- ¿Hay suficiente espacio entre las fases?
- ¿Puedo acceder a cada fase y explotarla adecuadamente?
- ¿Las etapas realmente mejoran la operación en términos de extracción de sobrecarga o leyes?
- !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?
- ¿Hay suficiente espacio para para todo el estéril y para las posibles expansiones?
- ¿Se ha usado un factor de hinchamiento adecuado?
- ¿Es el método de construcción seguro y eficiente? Se debe considerar esto particularmente en topografías inclinadas
- ¿Es el estéril deletéreo adecuadamente contenido y manejado?
- ¿Es adecuado el control de escorrentía y sedimentación?
- ¿Se ha realizado perforación de condensación?
- ¿Estudio de Drenaje Acido de Rocas?



# Declaración del LOM

---

- El LOM 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: Estudio de Casos

---

- No se calculó el lastre adecuadamente usando MIK y modelos Proporcionales
- Avance físico de bancos mina generalmente optimistas
- Productividad de equipos y horas de operación optimistas
- Bajos costos mineros o faltan ítems
- Mano de obra inadecuada – no toma en cuenta feriados, entrenamiento, absentismo
- Datos y costos antiguos – como comparar
- ¿Es la selección del rajo adecuada?
- Uso de precios muy bajos para minas con corta vida
- Rajos Whittle no operativizados
- Estudios **Fast Track** sin información detallada en algunas disciplinas 

# Referencias

---

- [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 - \(December 30, 2005\)](#)
- [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>





**Muchas Gracias**

Consultas a Email:  
[jpgonzalez@geominesa.com](mailto:jpgonzalez@geominesa.com)