



**TALLER: “ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES”**

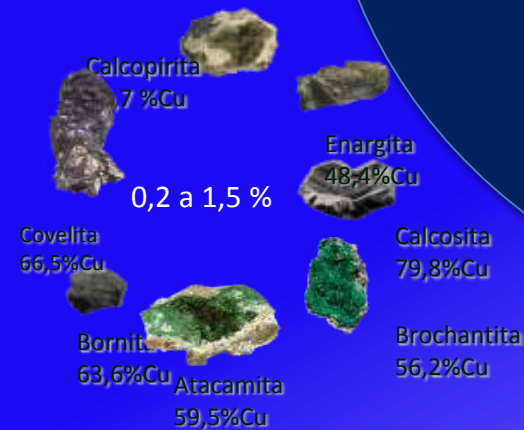
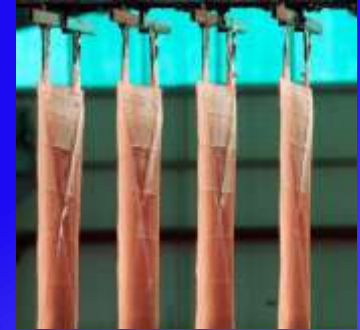
# Geociencias en la Estimación de Recursos y Reservas

Patricio Zúñiga R.

Agosto 2015

# Proceso de Transformación

Altos consumos de energía  
Altos consumos de agua  
Con variados Impactos en medio Ambiente y la Comunidad.  
Intensivo en mano de obra  
Altas Inversiones y alto riesgo  
Lento desarrollo  
Mercado Particular  
Alto grado de especialización profesional  
Procesos Interdisciplinarios



Cochilco presenta hoy informe sobre consumo de agua y energía de la minería del cobre en 2014:  
**Consumo de energía en minería crece 7% el último año y precio se duplica en ocho años**

En la cifra incide la menor ley del mineral y las mayores distancias para transportar el cobre producido de la profundidad de los yacimientos. La energía hoy significa el 20% de la estructura de costos del sector.



**Consumo de agua de mar en la minería aumenta 669% en últimos cinco años**

C. Pérez-Castro V. Las esfuerzos por enfrentar la escasez hídrica y hacer más eficiente el consumo de agua en la minería ya...

Según el informe la industria está reutilizando el 74% del agua que usa. "La mayor...

**Aseguran que filtraciones del tranqui de El Teniente están siendo controladas**

El Teniente invertirá US\$ 485 millones en el proyecto Recursos Norte



La división solicitó los permisos ambientales para desarrollar el sector Recursos Norte en el actual nivel de explotación.

**Caida en inversiones mineras**

El fin del denominado súper ciclo de precios de las commodities tuvo el año pasado una expresión concreta y significativa en la fuerte caída de las inversiones realizadas por las compañías mineras.

Serán determinantes las expectativas sobre la economía mundial y la confianza en el país.

MONTO LLEGA A US\$ 79 MIL MILLONES

**Cae inversión prevista para próximos cinco años en Chile**

Según la CBC, se explica por la baja de proyectos del sector minero que llega a su...

La Minería a Cielo Abierto y el futuro del Agua en México



"El cobre seguirá un camino de inversión que nuestra industria necesita energía"

**Desarrollo de energías renovables generará un boom en el cobre**

AUTOS ELÉCTRICOS TAMBIÉN AYUDARÁN A LA DEMANDA.



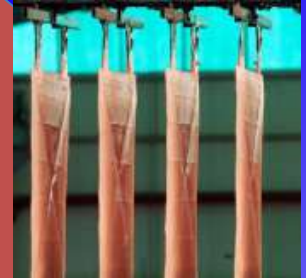
**Proyectos mineros apuntalan inversión en primeros seis meses**

Sin embargo, hacia la atención el último semestre un perfil de marzo Diciembre...



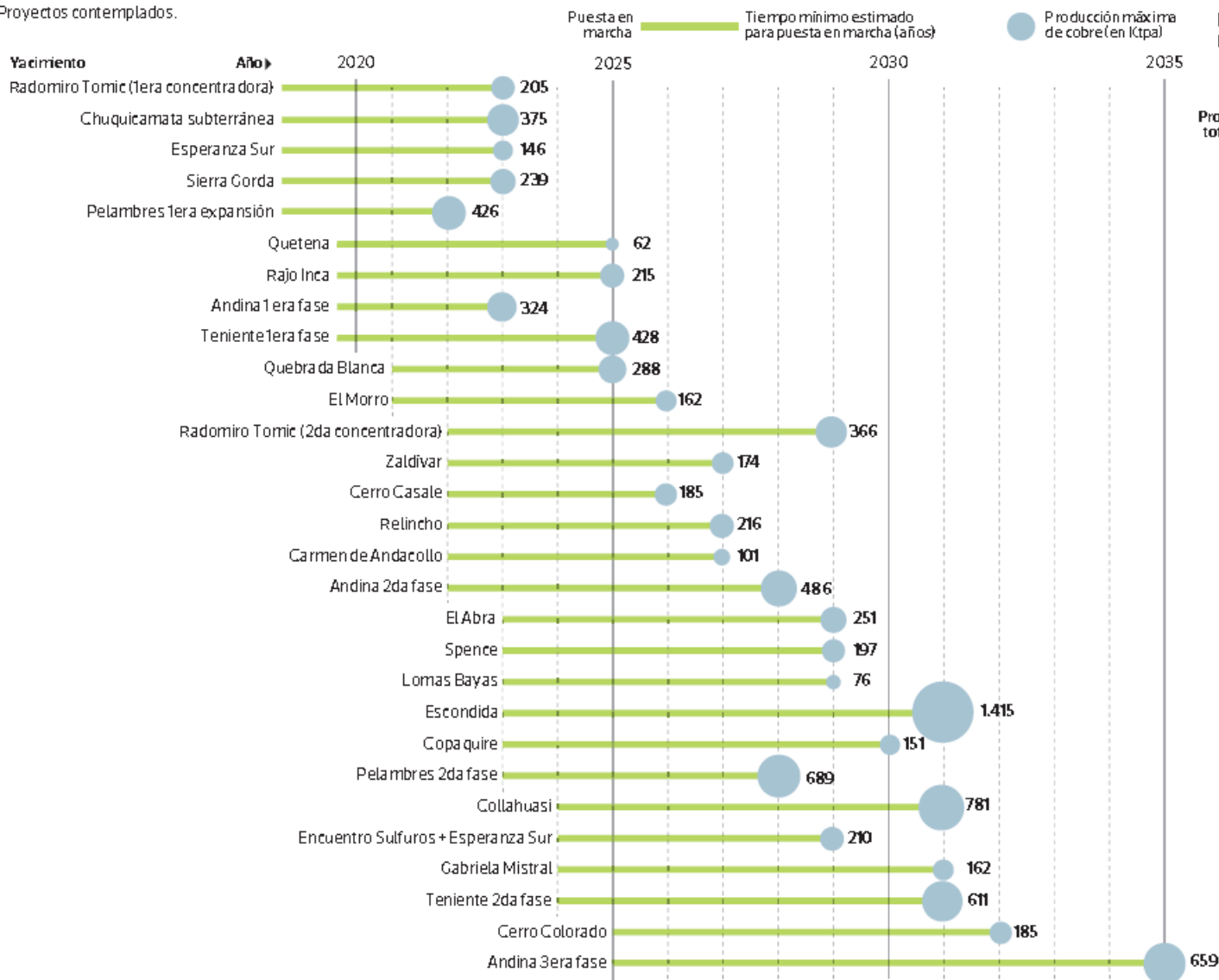
# Proceso de Transformación

Todos estos factores nos obligan a buscar la optimización para mantener las competencias en el mercado y como estas variables son cada vez mas fuertes se requiere mejoras significativas en la construcción y capacidad de predicción de los modelos geológicos



# ESCENARIO OPTIMO PARA EL COBRE CHILENO

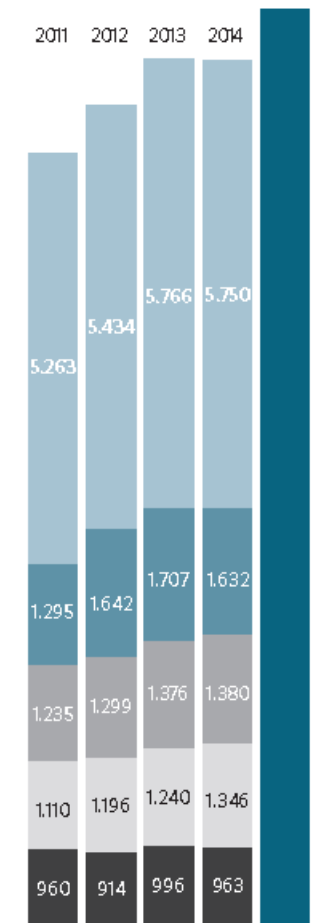
Proyectos contemplados.



**Producción mundial de cobre**  
 Millones de toneladas métricas.

Prod. total: 16,2 (2011), 17 (2012), 18,2 (2013), 18,5 (2014), 19,6 (2015\* Estimado)

Legend: Chile, Perú, Australia, China, EE.UU, TOTAL



FUENTE: Estudio "Un escenario óptimo para la minería a 2035"; Universidad Católica / Cochilco.

# Rol de la Geología en el Negocio Minero

❖ Las Geociencias son responsables de diseñar-planificar y ejecutar el proceso de obtención de información de todos los parámetros relevantes que pueden afectar el proceso de toma de decisiones de un negocio minero desde el principio de su conceptualización, hasta la puesta en marcha y operación.

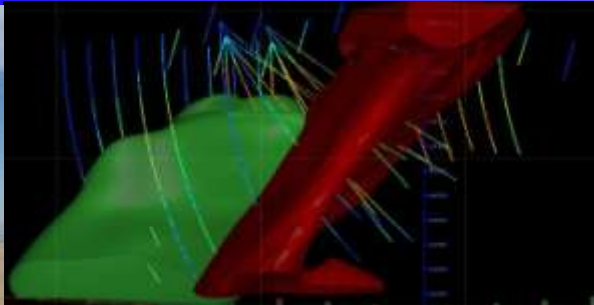
❖ Los cambios que han ocurrido en las faenas, proyectos y mercados de la minería a nivel de la economía, tecnologías, físicos e incluso sociales han implicado una presión por más y mejores aportes en la construcción de modelos geológicos, más predictivos, que mejoren la comprensión de los procesos basados en las Geociencias (geoquímica, estimación de recursos, geometalurgia, geotecnia e hidrogeología).

**El aumento de cantidad y calidad de la información Geológica para disminuir riesgos e incerteza en la determinación de inversiones y generación de planes de negocio, es un aspecto clave**

ETAPA DE EXPLORACIÓN

ETAPA DE INVERSIÓN

OPERACIÓN



# Impacto de la Información Geológica en la toma de decisiones del negocio minero

Geo-ciencias

$$V.A.N. = \sum_{n=0}^N \frac{(\text{tonelaje} + \text{ley} + \text{recuperación} + \text{precio} - \text{costo operación} - \text{Inversión})_n}{(1+i)^n}$$

Datos de geo-ciencias disponibles



Resumen de errores en las predicciones de los estudios de factibilidad



Mark Berry, Effective Geology is still the Key Link to Success in the Mining Chain  
Resume el análisis de 105 casos de estudio

## **Hoy en día la geología está enfocada en la construcción de un modelo de estimación del recurso MINERAL!!!**

Sin embargo, lo que se requiere es integrar todas las variables geológicas que son incidentes en la optimización de todos los procesos...

Caracterizar no solo mena...también la ganga (ej. arcillas).

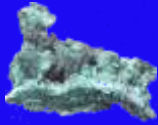
Apoyo geológico al monitoreo en tiempo real de variables mina.

Caracterizar los procesos Físicos (Fragmentación/dureza/densidad)

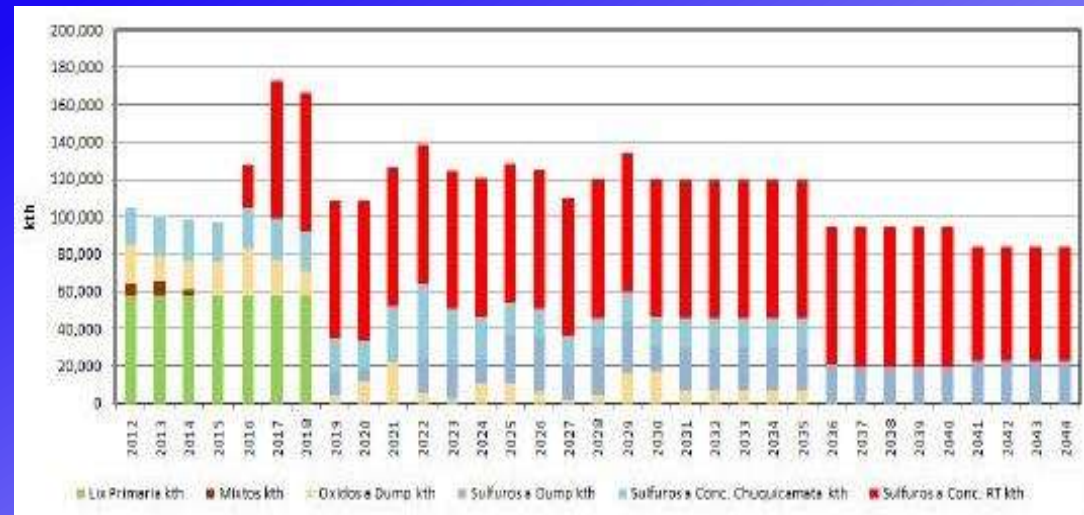
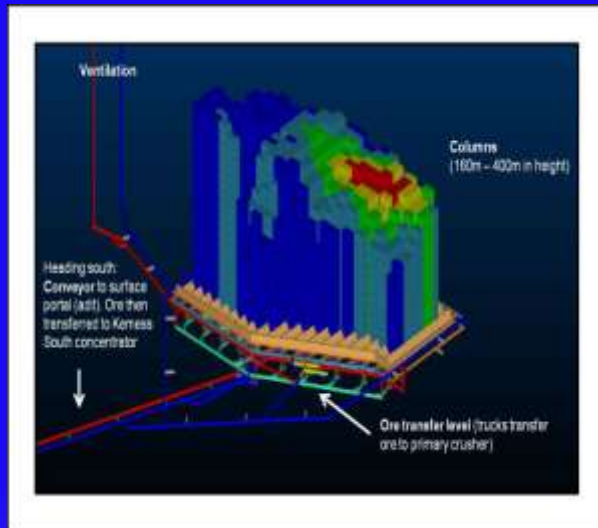
Mejorar la calidad en predicción de Subproductos/elementos deletéreos



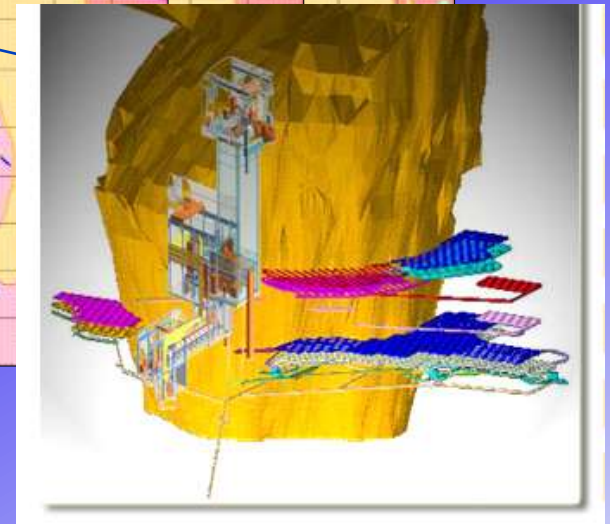
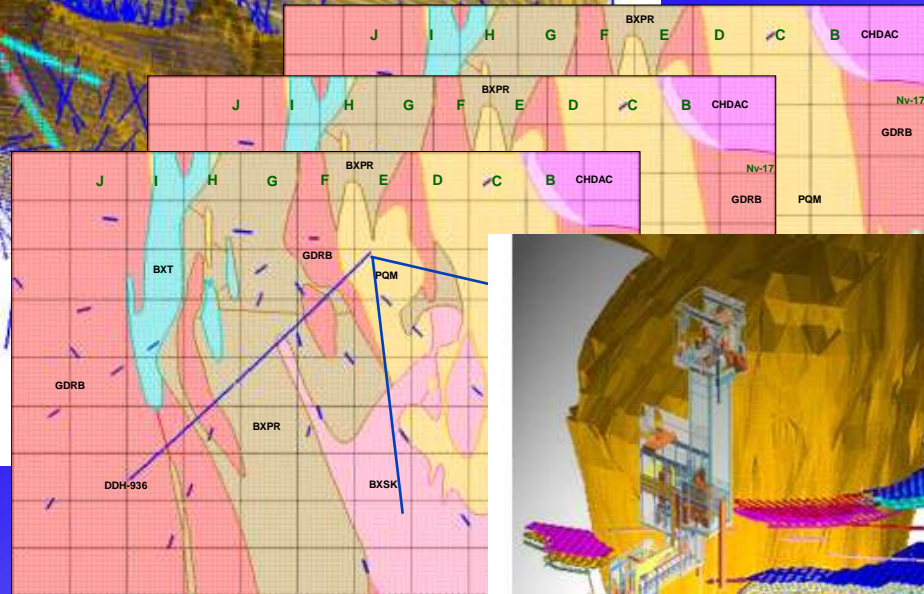
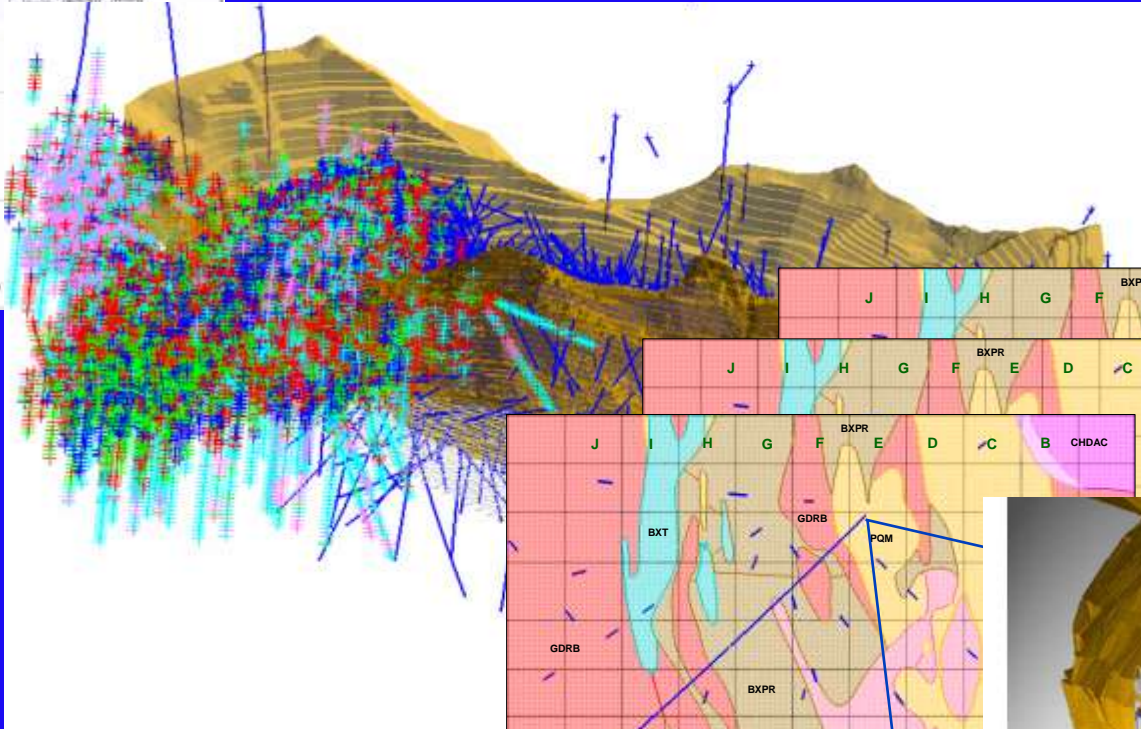
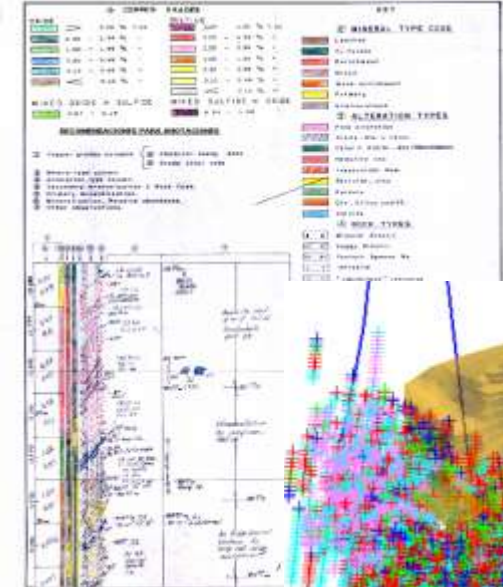
# El Problema a resolver :



¿Cómo construimos a partir de muestras discretas los Modelos de Comportamiento en el espacio/tiempo de un proceso minero metalúrgico?



# Desde Información Básica a diseños Mineros Complejos



# ROL DE GEOLOGIA: ETAPA DE EXPLORACIÓN



# ROL DE GEOLOGÍA: ETAPA DE INVERSIÓN - OPERACIÓN



# los desafíos

..... De Geología en el Negocio Minero

- Construcción de **Modelos Integrales** con la incorporación de nuevas variables geológicas, con interpretaciones de calidad (3D).
- Transitar a caracterizaciones geológicas basadas en información mas cuantitativa (menos descriptivas y dependientes de la pericia del observador).
- Uso adecuado de nuevas tecnologías, mas eficientes en el respaldo y actualización de BD, Modelamiento, Estimaciones...
- No abandonar las viejas prácticas del mapeo, muestreo y QA/QC
- No basta con todo lo anterior, debemos mejorar la comunicación de resultados.
- Necesidad de integración de GL-Met-PlaMi que permita la optimización de procesos. El trabajo en equipo es una habilidad no es conocimiento.

# Reflexión Final

- ✓ Las bondades del depósito en explotación (T/L) no pueden ser la única fuente de ventaja competitiva. En la situación actual quienes saquen provecho de la información y conocimiento geológico y lo apliquen adecuadamente a la planificación minera se ubicaran mejor en el espectro de la industria.
- ✓ En palabras de Alejandro Vásquez -Presidente Mine Planing 2015-  
“Existe una urgente necesidad de promover mejoras significativas en los procesos, metodologías, criterios de selección y procedimientos de planificación y explotación de los depósitos. Por esta razón no debemos enfocarnos solo en la posición competitiva actual... sino en la de largo plazo tomando en consideración las incertidumbres envueltas”

# Resumiendo...

- Por qué
- Qué
- Cuando
- Como

- Dada la situación presente y futura de la minería en Chile...
- Los desafíos de las geociencias y también de la planificación minera son:  
Aumentar la rigurosidad del tratamiento de la información en todos los aspectos de geología, geometalurgia, geotecnia, estimaciones de subproductos y elementos deletéreos.
- El actual desarrollo de los proyectos implica realizar un fuerte esfuerzo dentro del quinquenio.
- Incorporando información de calidad en las etapas tempranas de los proyectos e integrando aún mas las disciplinas y los profesionales de Geología y Planificación minera, apoyados con nuevas tecnologías y compartiendo el conocimiento.