



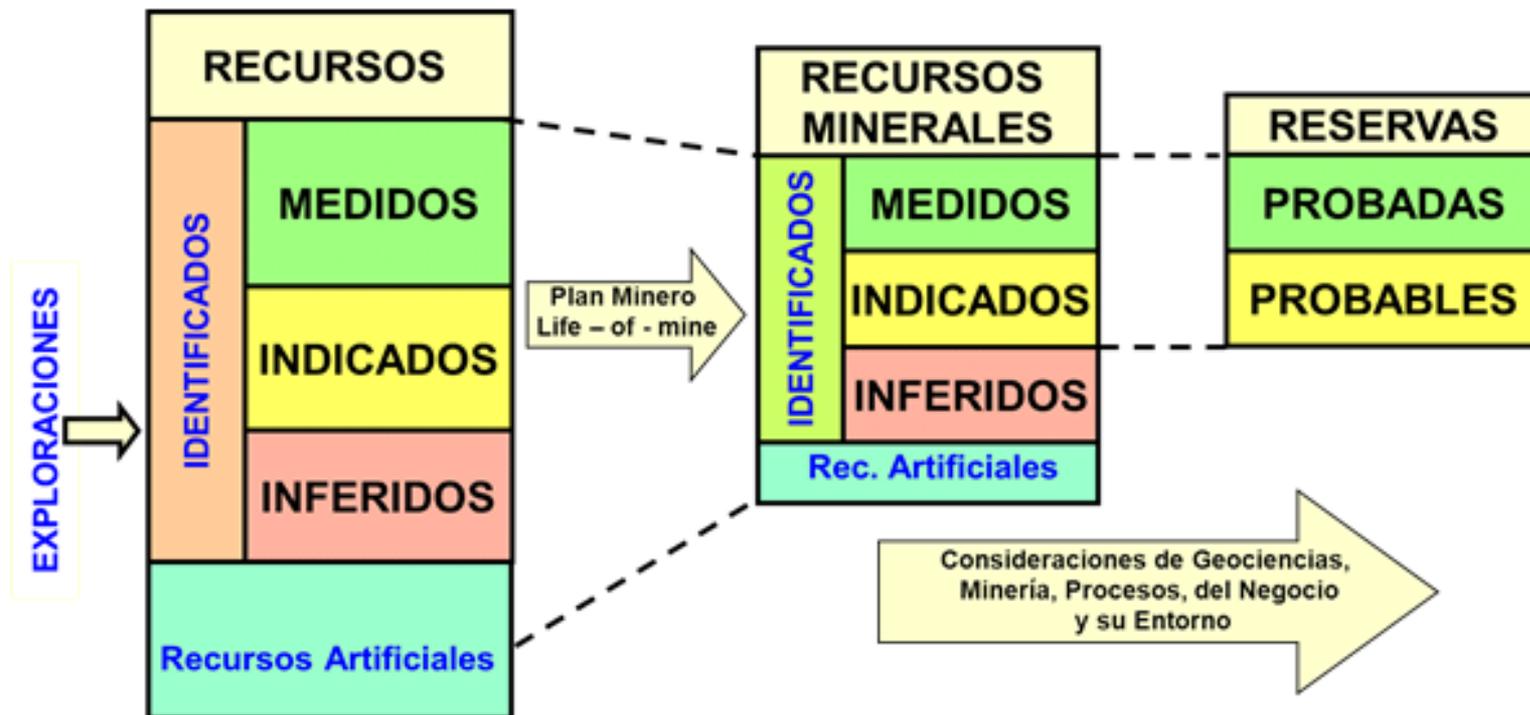
Prácticas para Asegurar la Calidad de la Información Geocientífica en Codelco

Junio 2017

Eduardo Jara S.

Recursos a Reservas

Transformación de Recursos a Reservas



Factores Modificantes

Geociencias	Modelo Geotécnico
	Modelo Hidrogeológico
	Modelo Geo-metalúrgico
Minería	Método de Explotación
	Modelo de Dilución
	Diseño Minero
Procesos	Método de Tratamiento
	Comportamiento Metalúrgico
	Disposición de Residuos
Del Negocio y su Entorno	Plan Minero: Secuencia de explotación, Capacidad Mina-Planta y Programa de Producción
	Costos Operación e Inversiones
	Infraestructura y Suministros Claves
	Impacto Ambiental y Social
	Permisos y Licencias
	Plan de Cierre

Recursos a Reservas



Nivel de confiabilidad de los Factores Modificantes

Nivel 1

Cuenta con un conocimiento y calidad de la información que tienen el respaldo de las operaciones y/o estudio de factibilidad.

Nivel 2

Cuenta con un conocimiento y calidad avanzada de la información que tienen el respaldo de un estudio de factibilidad.

Nivel 3

Cuenta con un conocimiento y calidad de la información en un carácter de preliminar, que cumple con los requisitos y documentación de un estudio de prefactibilidad.

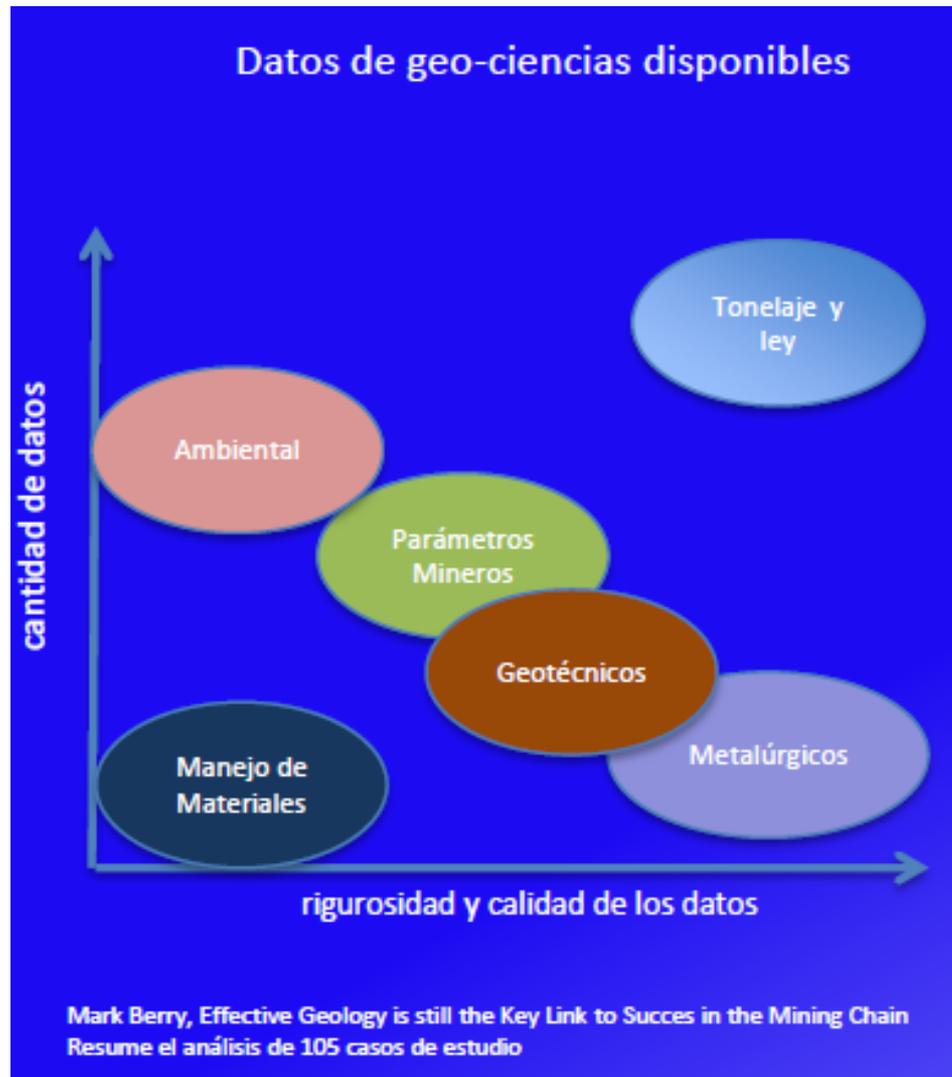
Nivel 4

Considera que la definición y estimación de parámetros han sido supuestos en base a benchmarking, juicio experto u otros. Cuenta con un conocimiento y calidad de la información en un carácter de referencial, que cumple con los requisitos y documentación de un estudio de perfil .

Factores Modificantes

Geociencias	Modelo Geotécnico
	Modelo Hidrogeológico
	Modelo Geo-metalúrgico
Minería	Método de Explotación
	Modelo de Dilución
	Diseño Minero
Procesos	Método de Tratamiento
	Comportamiento Metalúrgico
	Disposición de Residuos
Del Negocio y su Entorno	Plan Minero: Secuencia de explotación, Capacidad Mina-Planta y Programa de Producción
	Costos Operación e Inversiones
	Infraestructura y Suministros Claves
	Impacto Ambiental y Social
	Permisos y Licencias
	Plan de Cierre

Información Base



No se puede hablar de QA/QC sin abordar el tema del muestreo

El control y aseguramiento de calidad (QA/QC) comprende un enfoque preventivo y reactivo frente a posibles desviaciones, respecto a lo planteado por los protocolos de cada programa de pruebas o caracterización de muestras.

El QA/QC consiste en una actividad que debe ser efectuada a lo largo de toda la duración de una campaña de pruebas, con el fin de prevenir desviaciones y errores

ERRORES DE MUESTREO



Nomas CODELCO

NOMBRE	DESCRIPCION
CNAM001	CONCENTRADOS DE MOLIBDENITA - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM002	COBRE BLISTER - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS PARA CONTROL DE PROCESOS
CNAM003	ANODOS DE COBRE - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM004	COBRE BLISTER - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM005	BARROS ANODICOS - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM006	CONCENTRADO DE COBRE - METODO DE MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM007	CONDICIONES DE ESTACIONES DE MUESTREO DE FLUJOS DE MATERIALES Y TRANSFERENCIA DE PRODUCTOS
CNAM008	TEST DE HETEROGENEIDAD PARA DETERMINAR CONSTANTES DE MUESTREO Y NOMOGRAMAS DE PREPARACION DE MUESTRAS
CNAM009	OBTENCION Y CERTIFICACION MATERIAL DE REFERENCIA EN LABORATORIOS QUIMICOS
CNAM010	VERIFICACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO
CNAM011	TEST DE INGAMELLS
CNAM012	OPERACIONES ESTANDAR A SEGUIR DURANTE SUBMUESTREO EN EL LABORATORIO
CNAM013	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN PREPARACION DE MUESTRAS PARA ANALISIS QUIMICO
CNAM014	SISTEMAS DE PESAJES EN CORREAS TRANSPORTADORAS
CNAM015	MUESTREO Y ANALISIS DE CATODOS DE COBRE
CNAM016	ANTECEDENTES METROLOGICOS PARA PROYECTOS

Geometalurgia

Control y aseguramiento de calidad (QA/QC)

comprende un enfoque preventivo y reactivo frente a posibles desviaciones, respecto a lo planteado por los protocolos de cada programa de pruebas o caracterización de muestras. La calidad y confiabilidad del modelo geometalúrgico *in situ* debe ser respaldada con un programa de QA/QC

GUÍA CORPORATIVA DE GEOMETALURGIA

- Modelo Geometalúrgico *in situ*
- Modelos de procesos a escala industrial y conciliación

Geometalurgia

Criterios del **plan de muestreo**

- Espacio o volumen de interés que se va a caracterizar
- Proporción de UG's o UGM's dentro de este volumen
- Número de muestras o densidad de muestreo
- Verificación espacial de la ubicación de las muestras
- Tipo de muestra y restricciones
- Largo o soporte de muestreo
- Distribución espacial de las muestras

Caracterización de las muestras destinadas a pruebas metalúrgicas

Todas las muestras que serán utilizadas para experimentación metalúrgica deberán ser caracterizadas en cuanto a:

- **Geología:**
- **Mineralogía de detalle:**
- **Composición química:**
- **Geotecnia:**

Geometalurgia - controles

Pruebas metalúrgicas

- Control del perfil granulométrico objetivo
- Control de pérdidas de masa
- Control de la calidad de los análisis químicos
 - o Precisión y exactitud química, y detección de contaminación
 - o Estos controles deben ser tanto internos (por parte del laboratorio) como externos (por parte del personal a cargo de la campaña de pruebas)
- Balance de las pruebas de lixiviación y/o flotación
- Pruebas en duplicado

Caracterización mineralógica

- Control mediante leyes estequiométricas, cuando sea posible
- Chequeo de composiciones mineralógicas improbables para el depósito
- Comprobación de mantención de equipos de mineralogía automatizada
- Control de briquetas previo a lectura (burbujas, segregación, entre otros)
- Pruebas en duplicado

Geotecnia

Criterios del **plan de muestreo**

- Espacio o volumen de interés que se va a caracterizar
- Proporción de UG's o UGM's dentro de este volumen
- Número de muestras o densidad de muestreo
- Verificación espacial de la ubicación de las muestras
- Tipo de muestra y restricciones
- Largo o soporte de muestreo
- Distribución espacial de las muestras

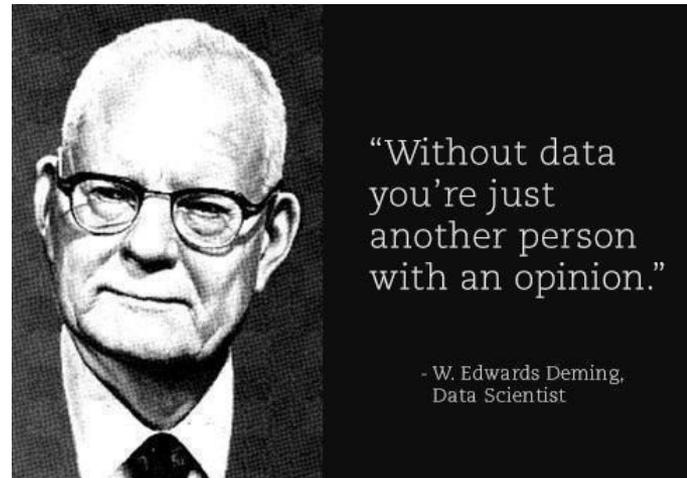
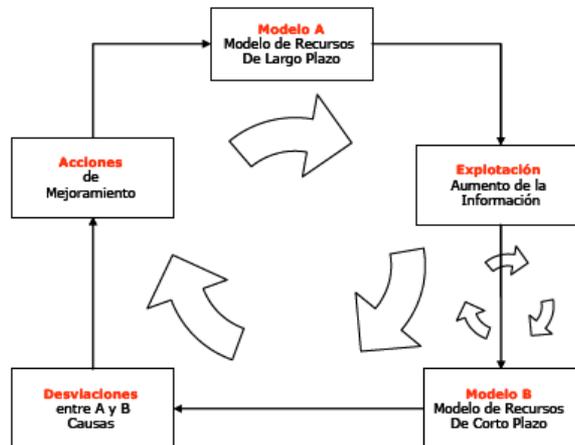
Control de Calidad del Mapeo Geotécnico de Sondajes-Bancos-Túneles

- Inducción inicial:
- Guía escuela con fotografías
- Evaluación inicial de un mes
- Revisión de Mapeo diario:
- Re-mapeo de primer día de turno
- Evaluación mensual al azar:
- Gráficos Comparativos:

Conciliación

La conciliación es una herramienta de apoyo a:

- Identificación de las desviaciones modelo – «realidad»
- Identificar las causas de dichas desviaciones.
- Generar planes de acción correctivos para mejorar su predictibilidad.
- La retroalimentación a la operación industrial



Reflexiones

- El QA/QC **bien usado** puede constituir una garantía de prevención de pérdidas económicas por muestreo incorrecto en la cadena del valor del proceso minero.
- El muestreo incorrecto genera **pérdidas ocultas** que no aparecen en los cálculos de VAN o en la contabilidad y por lo tanto, la alta dirección no puede tomar conciencia de ellos.
- Los profesionales se concentran más en **los efectos y no sobre las causas** de los problemas (Ej: prácticas de muestreo incorrecto). Esta actitud crea pérdidas de tiempo, pérdidas económicas, y no se resuelve nada.
- Si las personas involucradas **no comprenden** en profundidad **las fuentes de la variabilidad** de los procesos de minería, las pérdidas son difíciles de descubrir y es difícil estimar su impacto económico .
- La revisión y/o auditoría sistemática de los procesos de muestreo de roca a cátodo relacionados tanto a operaciones como a proyectos es **estrictamente necesaria**.

Reflexiones

- *“La industria minera tiene una magnífica oportunidad de aumentar su rendimiento económico mediante el descubrimiento de las pérdidas ocultas”.*
- *“Esto se puede hacer mediante la aplicación de los principios de la teoría del muestreo, estadísticas y pensamiento estadístico, el control estadístico de procesos eficaces y fomentando el trabajo de expertos de múltiples disciplinas alineadas con los objetivos principales de la empresa minera”.*

Tomado de: Some key facts and Concepts in the evolution of sampling and assaying practices at Codelco, P Carrasco Sampling Conference 2008

Muchas Gracias