



# Procesos QA/QC para poblar una Base Geominerometalúrgica

Seminario Recursos, Reservas y Planes Mineros

Gerencia Recursos Mineros

Dirección de Geociencias Abril 2016



# Introducción

- Acrónimo: QA/QC “Quality Assurance/Quality Control”

## En general

### Garantía de calidad / control de calidad (QA / QC)

**Garantía de Calidad:** Todas las actividades planificadas y sistemáticas aplicadas en un sistema de calidad que pueda demostrar o crear confianza en que un producto o servicio satisfará los requisitos de calidad.

**Control de Calidad:** Técnicas operacionales y actividades utilizadas para cumplir con los requisitos de calidad.

## En Muestreo

### Aseguramiento de calidad:

Procedimientos o buenas prácticas para la toma, registro, mapeo y preparación de muestras, procedimientos de seguridad y otros que aseguren estándares preestablecidos de precisión y exactitud.

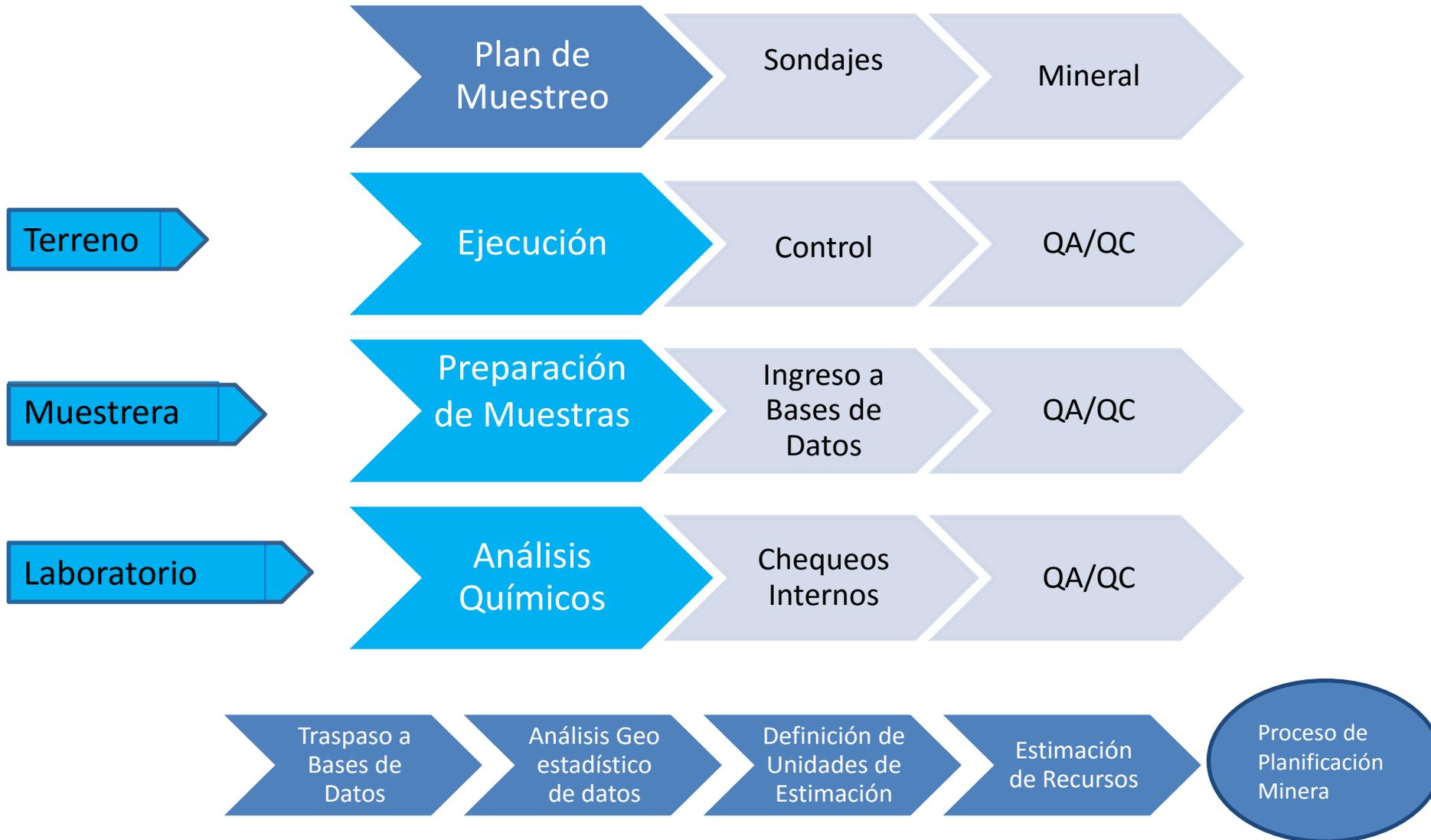
### Control de calidad:

Procedimientos tales como elección de laboratorio, análisis de duplicados, duplicados de terreno, blancos, estándares, control granulométrico, etc., que permiten controlar que los estándares en los procedimientos se mantienen en el tiempo.

# Introducción

QA	QC
Se diseña y definen los parámetros de aceptación de la calidad del muestreo	Se controla el comportamiento de cada etapa relevante del proceso de muestreo
Es un sistema preventivo de fallos que predice el funcionamiento y normas de calidad en un proceso de muestreo	Se ejecutan duplicados, materiales de referencia controles granulométricos y se corrigen fallos
QA esta presente desde el diseño, programación y presupuestación de una campaña de muestreo	QC se aplica en el desarrollo del proceso en cada producto o etapa intermedia y final del muestreo
QA está orientado al Proceso	QC está orientado al Producto

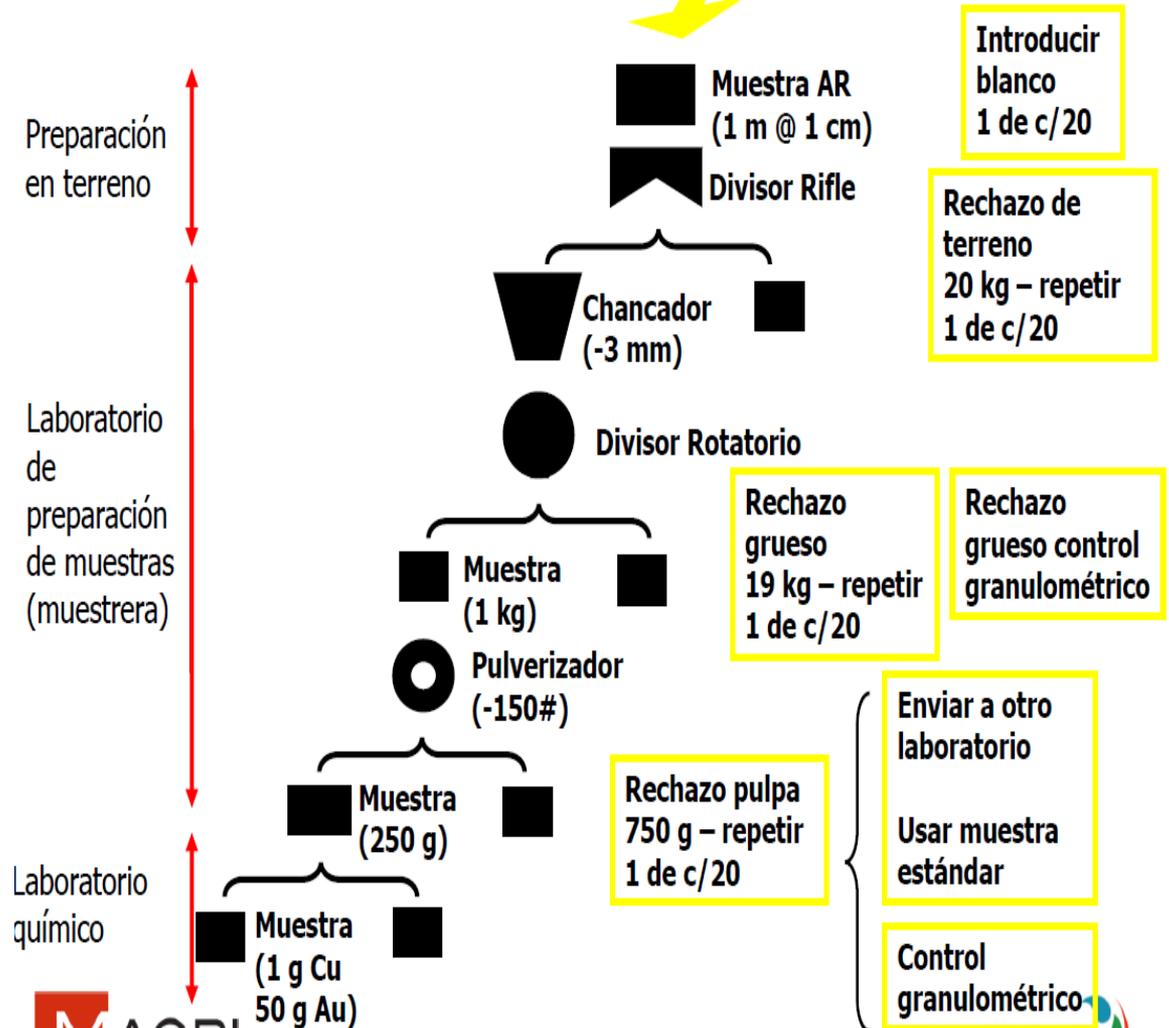
# Aplicación del QA/QC en Geociencias



# Que se hace en la práctica

## QA-QC - Esquema Protocolo

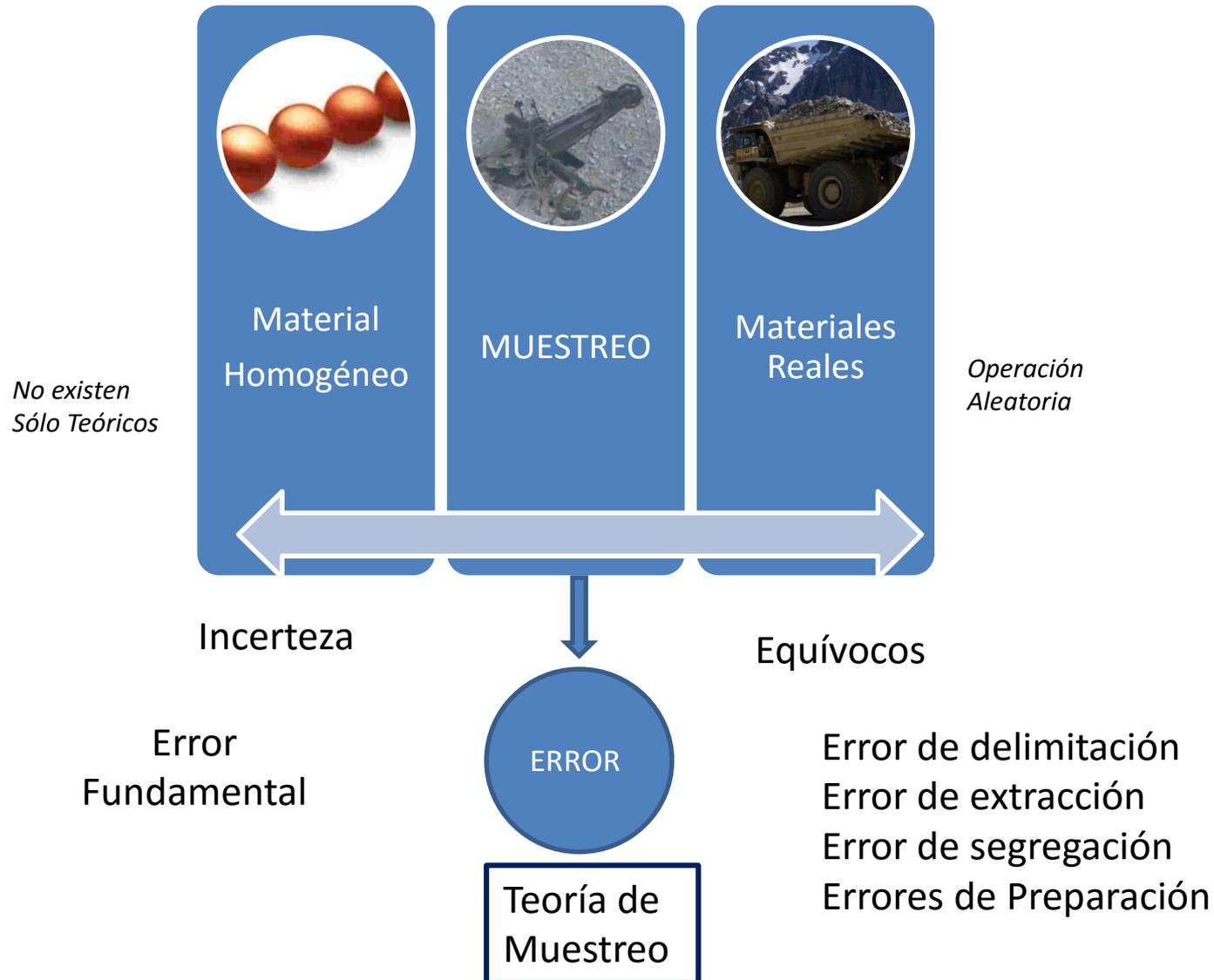
En términos de protocolo de muestreo E Magri sugiere en este ejemplo de sondaje de aire reverso: introducir blancos, repeticiones de rechazos, uso de muestras con valores estandares, y repeticiones en otros laboratorios.



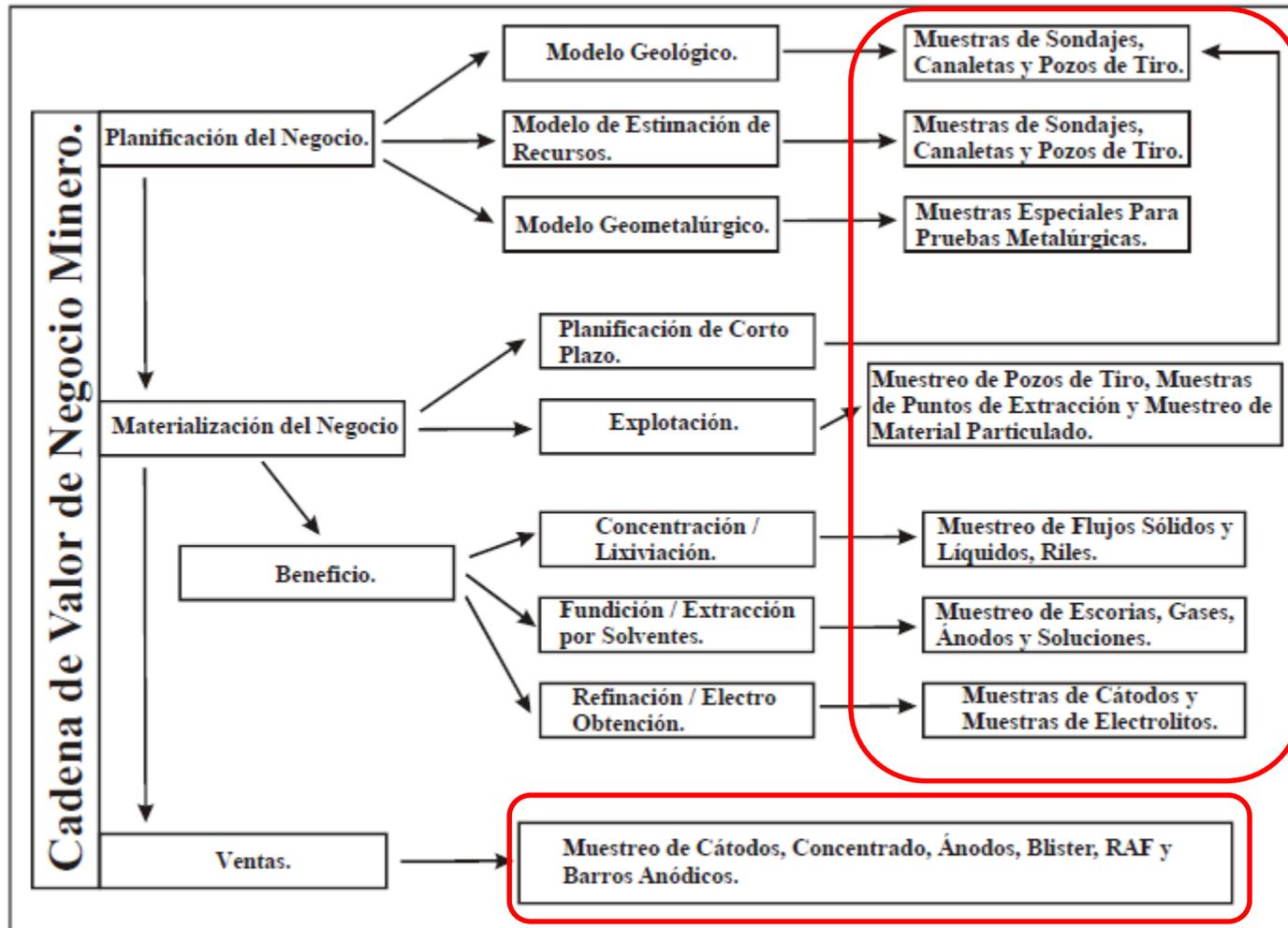
# Reflexiones sobre QA/QC

- Oportunidad: si bien en la práctica se introducen elementos de QA/QC en los procesos de muestreo, casi siempre el análisis de los resultados se hace en forma diferida cuando ya no se puede corregir el proceso sino solo actuar sobre los datos.
- Muchas veces se revisa los diagramas de resultados del QA/QC en el momento de una auditoria/revisión de un proyecto y si existen periodos con problemas de precisión o exactitud ya no se puede actuar.
- QA/QC es como la seguridad, cuando todo se hace bien no se nota. Cuando hay problemas toma mucha relevancia.
- El QA/QC en el proceso de muestreo tiene un costo que no es menor porque significa repeticiones y la introducción de materiales de referencia que pueden gravar una campaña hasta en un 20% del costo. Sin embargo, gastos de miles pueden prevenir pérdidas de millones.
- Tener presente que normalmente los flujos de muestreo y preparación se han diseñado para una variable principal (Cobre, Fierro, Oro etc...) y menas asociadas o contaminantes pueden estar fuera de norma y con problemas de sesgo, o mala representatividad.

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



# EL MUESTREO EN LA CADENA DE VALOR DEL NEGOCIO MINERO

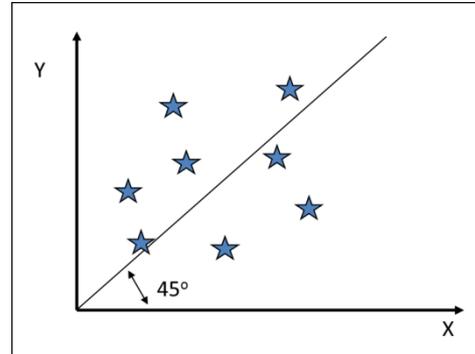


## MUESTREO:

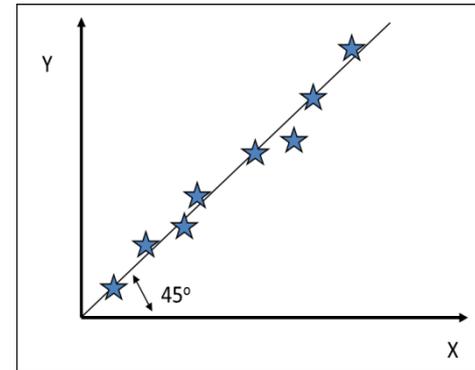
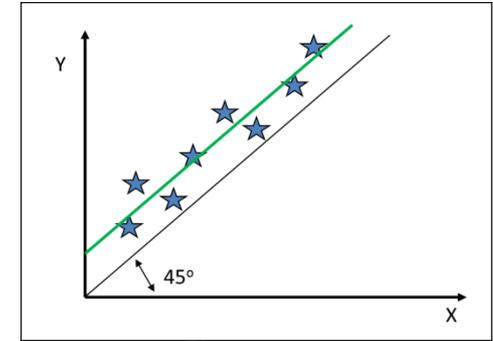
## PRECISION Y EXACTITUD

*Los sistemas de QA/QC tienen que focalizarse tanto en la precisión como en la exactitud del muestreo.*

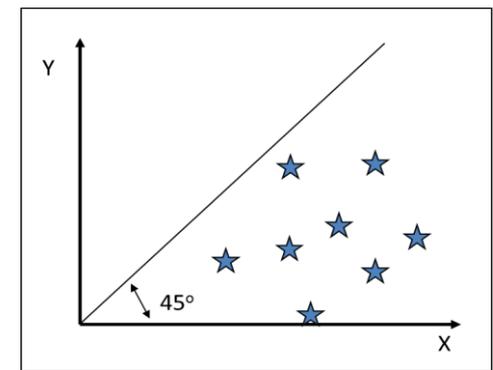
**Exactitud sin  
precisión**



**Precisión sin  
exactitud**



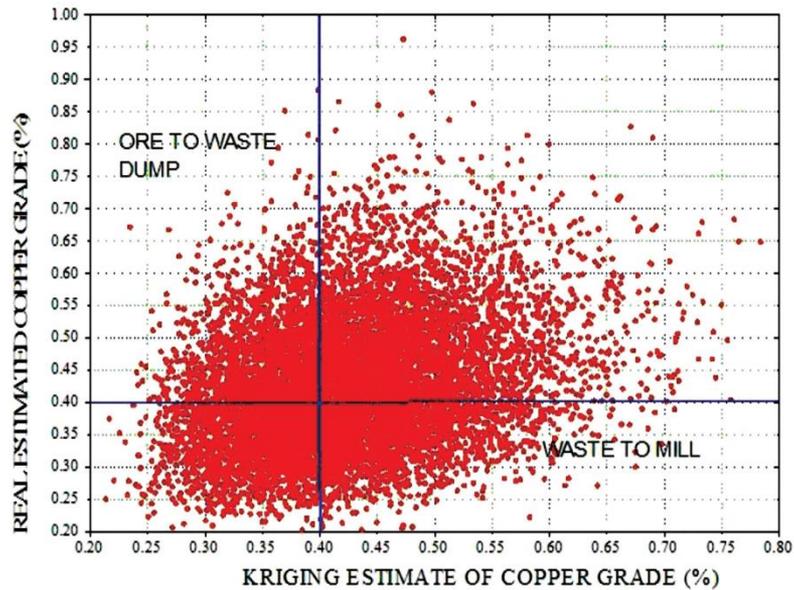
**Exactitud y  
precisión**



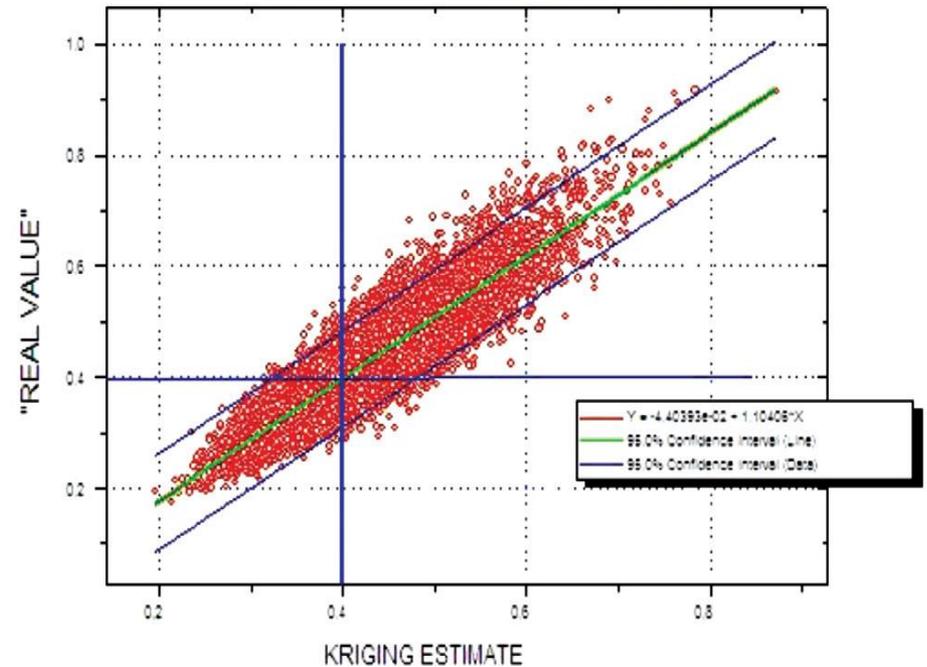
**SIN Exactitud  
SIN precisión**

# Mala Clasificación de destino (Estéril / Mineral) por calidad de muestreo

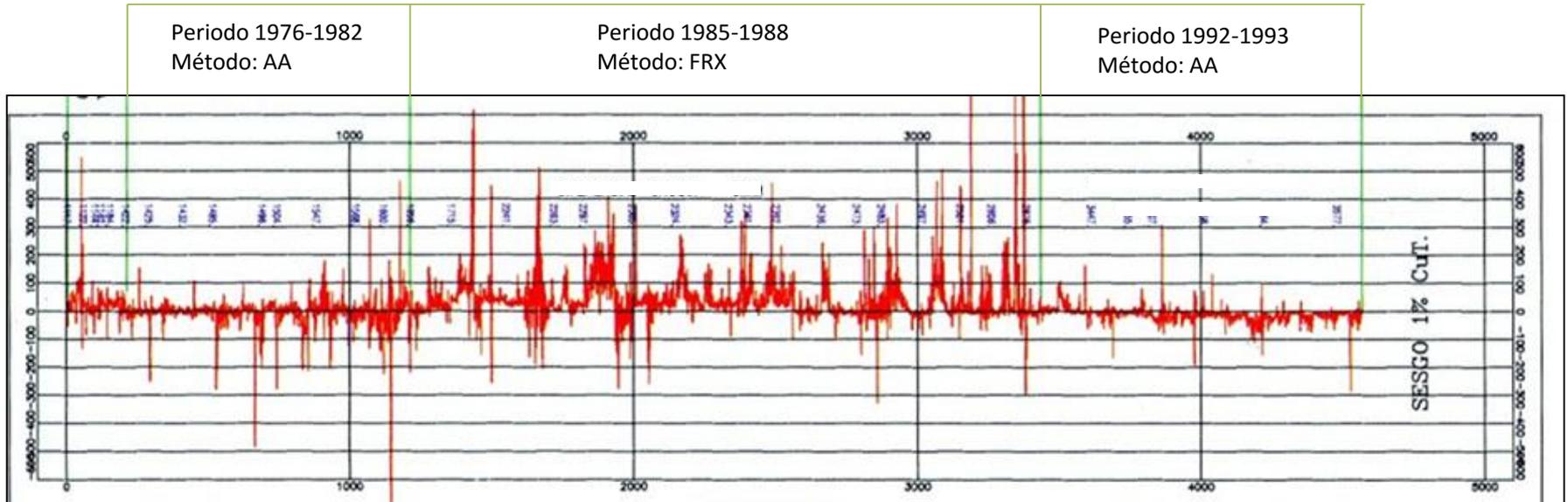
## MUESTREO FUERA DE NORMA



## MUESTREO EN NORMA

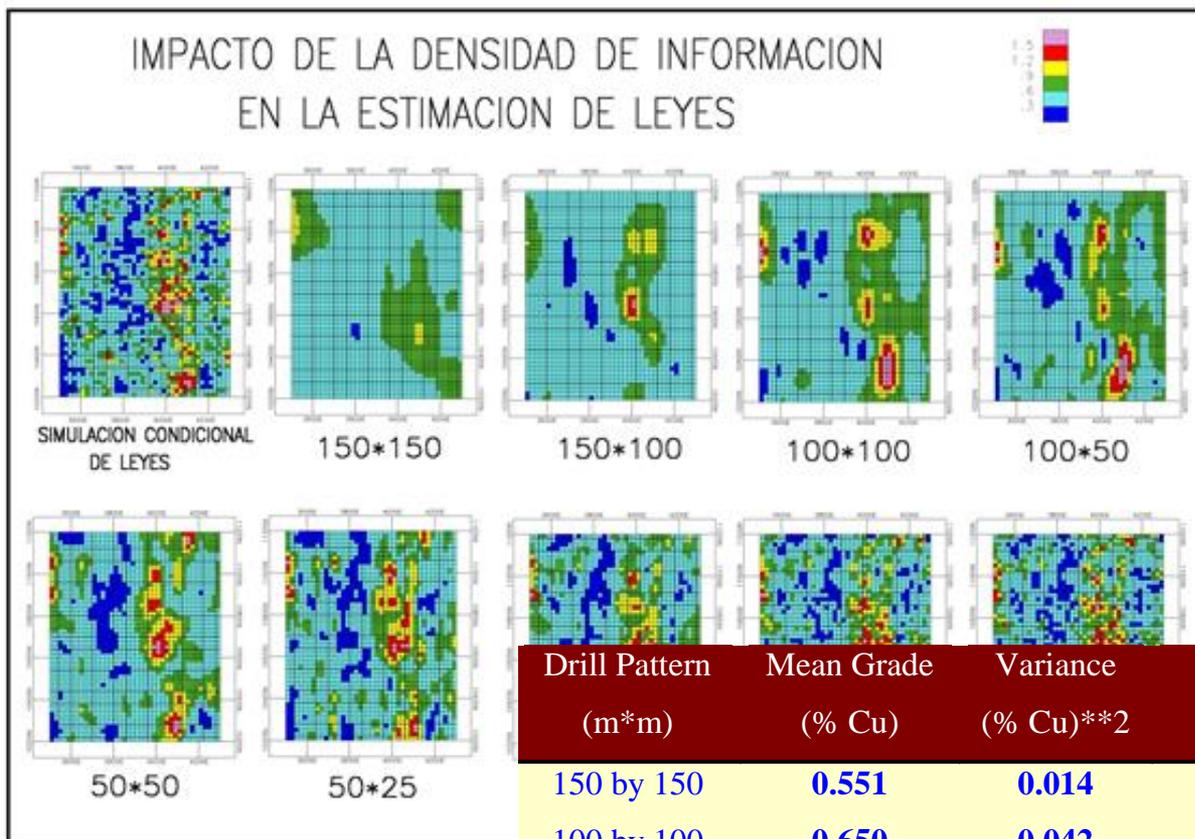


# EVOLUCION TEMPORAL DE LA PRECISION Y EXACTITUD



*“Algunos casos reales en Codelco, significaron cambios sustanciales en la prácticas de QA/QC y muestreo.”*

# IMPACTO DE LA DENSIDAD DE INFORMACION EN LA ESTIMACION DE LEYES



Drill Pattern (m*m)	Mean Grade (% Cu)	Variance (% Cu)**2	Tonnage (Mton)	NPV (MUS\$)
150 by 150	0.551	0.014	801	-49
100 by 100	0.650	0.042	672	345
50 by 50	0.667	0.064	613	389
20 by 10	0.675	0.674	602	421
10 by 5	0.685	0.690	585	450

Tomado de: Carrasco-Jara 1997, Minería Chilena

# Reflexiones finales

- 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 mas 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 auditoria sistemática de los procesos de muestreo de roca a cátodo relacionados tanto a operaciones como a proyectos es **estrictamente necesaria**.
- **Los cursos formales** en la Universidad y programas de investigación **en teoría de muestreo son raros**, por lo tanto, geólogos, ingenieros de minas, metalúrgicos y químicos comúnmente tienen poco o ningún conocimiento en materia de muestreo.

## Y para cerrar, respecto de errores del muestreo y la falta de entendimiento de los componentes de la variabilidad natural y de los procesos:

- “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”.

