



“Protocolo control de calidad de muestreos para análisis químicos en campaña de sondajes geológicos de aire reverso”.

Defensa para optar al título de Geólogo
Cristian Carrasco Cazabon

Profesor Guía: Msc. Abraham Elías González Martínez

Profesores Comisión: Sr. Ramiro Ulises Bonilla Parra

Dr. Luis Arturo Quinzio Sinn

Concepción, Agosto 2018

Decreto U. DEC. N° 2017-085,
Geología

Introducción

revisión y estudio de métodos y resultados de campañas históricas de muestreo.



Identificar puntos débiles y oportunidades de mejora en los procedimientos



Elaboración de un Protocolo de trabajo



Se presenta un plan o modelo para controlar de manera eficiente los procesos de toma de muestras, reducción, preparación mecánica y análisis químico

Objetivos

- Objetivo General

- Establecer y estandarizar una metodología clara para todas las campañas de perforación, muestreo y análisis químicos, con el fin de lograr confiabilidad en el proceso y asegurar la idoneidad en los resultados obtenidos de cada una de las tareas que conforman el ciclo necesario que permite la obtención de leyes minerales.

- Objetivos Específicos

- A partir de un modelo teórico cuantitativo aceptado aplicar variantes prácticas para la optimización de los procesos.
- Cuantificar la exactitud y precisión de los resultados.
- Asegurar la representatividad de las muestras

Marco Teórico

Error Fundamental

$$S_{FE}^2 = \left(\frac{1}{M_s} - \frac{1}{M_L} \right) C d^3$$

donde:

Ms: Masa de la muestra (g)

ML: Masa del lote (g)

d: Tamaño de partícula (cm³)

C: Constante de muestreo (g/cm³)

El principio de Equiprobabilidad.- “Todas las partículas o fragmentos tengan la misma probabilidad de ser escogidas y que formen parte de la muestra”.

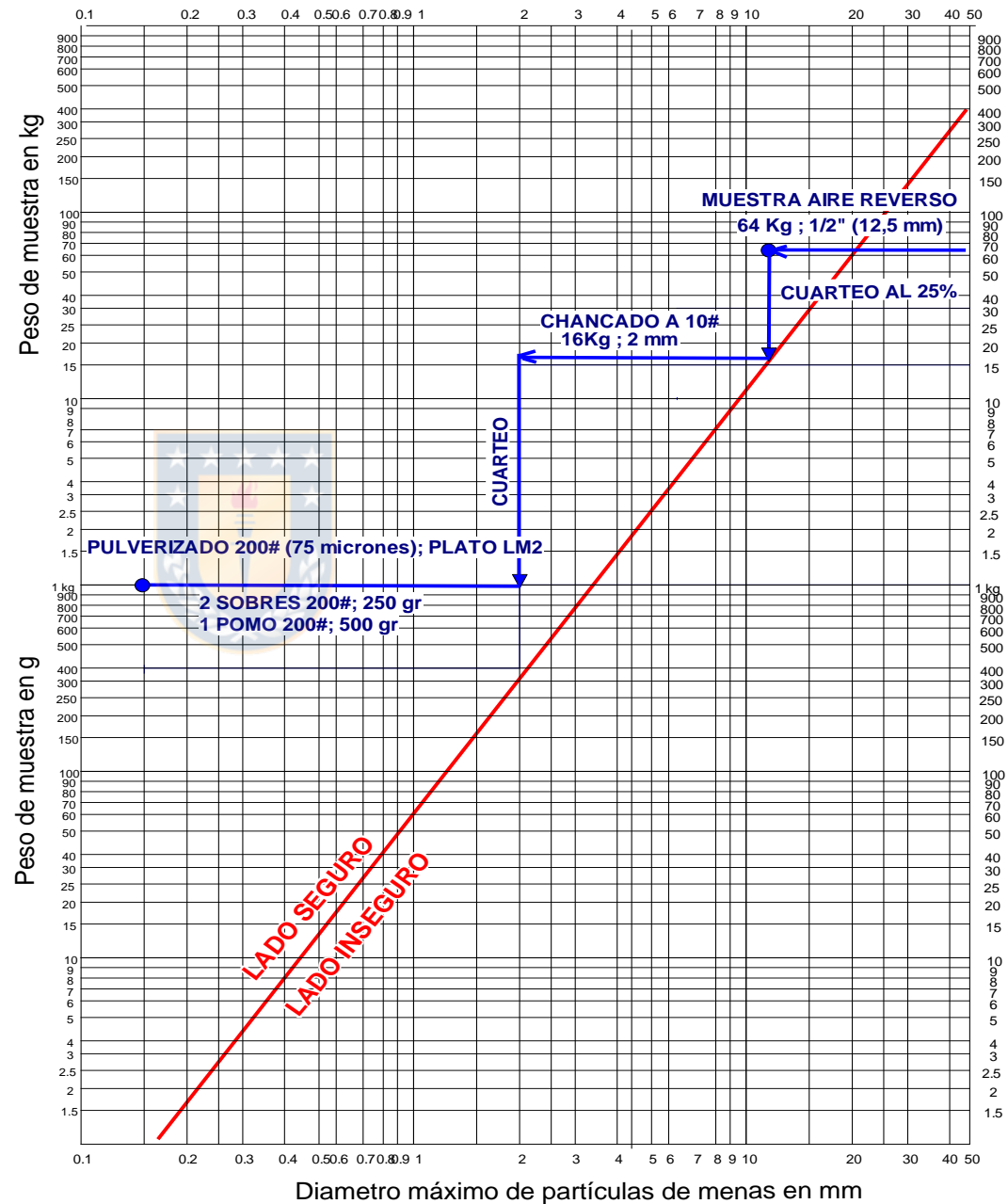
El principio de Integridad.- " En todo el proceso de muestreo se mantenga las características del lote original".

Error Total de Muestreo

$$ET = [EN + EF + ESG] + [ED + EE + EW + EA] + EP$$

- Efecto pepita o Nugget (EN)
- Fundamental (EF)
- De Segregación y/o agrupamiento (ESG)
- De Delimitación de los incrementos (ED)
- De Extracción de los incrementos (EE)
- De Ponderación (EW)
- Analítico (EA)
- De Preparación (EP)

Metodología

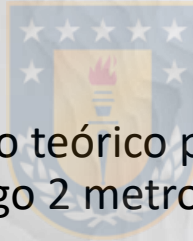


Consideraciones Técnicas

1. Es necesario homogenizar el 100% de la muestra.
2. Realizar selección de la muestra utilizando soporte muestral de 2 m y reducción en cuarteador al 25%.
3. Guardar de respaldo el 75% de la muestra, Muestra A (50%; 32 kg) y Muestra C (25%; 16 kg) y de esta última fracción, realizar al menos a un 5% de todas las muestras pruebas granulométricas para determinar el diámetro máximo de la partícula (ya que para el Nomograma PG es una variable bastante sensible).
4. Realizar Test de Heterogeneidad para construir con las nuevas variables de muestreo una nueva curva de seguridad y verificar el proceso de reducción de masa y diámetro de la muestra.
5. En caso de que se encuentre en el lado de seguridad de la curva es posible validar este procedimiento.
6. Adicionalmente, se deberá realizar Test de Ingamells. Test que convalida la representatividad de la muestra (un gramo de pulpa debe representar 60 kg de muestra de Aire Reverso)

Recepción en terreno

1. Se obtiene la muestra desde el Ciclón, recepción de muestra (2 m, longitud muestral), en receptáculo bajo el ciclón.
2. Realizar registro de peso para cada muestra.
3. Se calcula recuperación de muestra en base a un peso teórico para un cilindro de roca, de acuerdo a los siguientes parámetros: Diámetro 5 3/4 pulgadas; Largo 2 metros; Densidad 2,55 ton/m³ (Peso teórico 64 kg por muestra de 2 metros de largo)
4. Registro de recuperación por muestra. La recuperación se calcula a partir del cociente entre el Peso Teórico y el Peso Real de la muestra. Éste debe ser mayor al 90%.



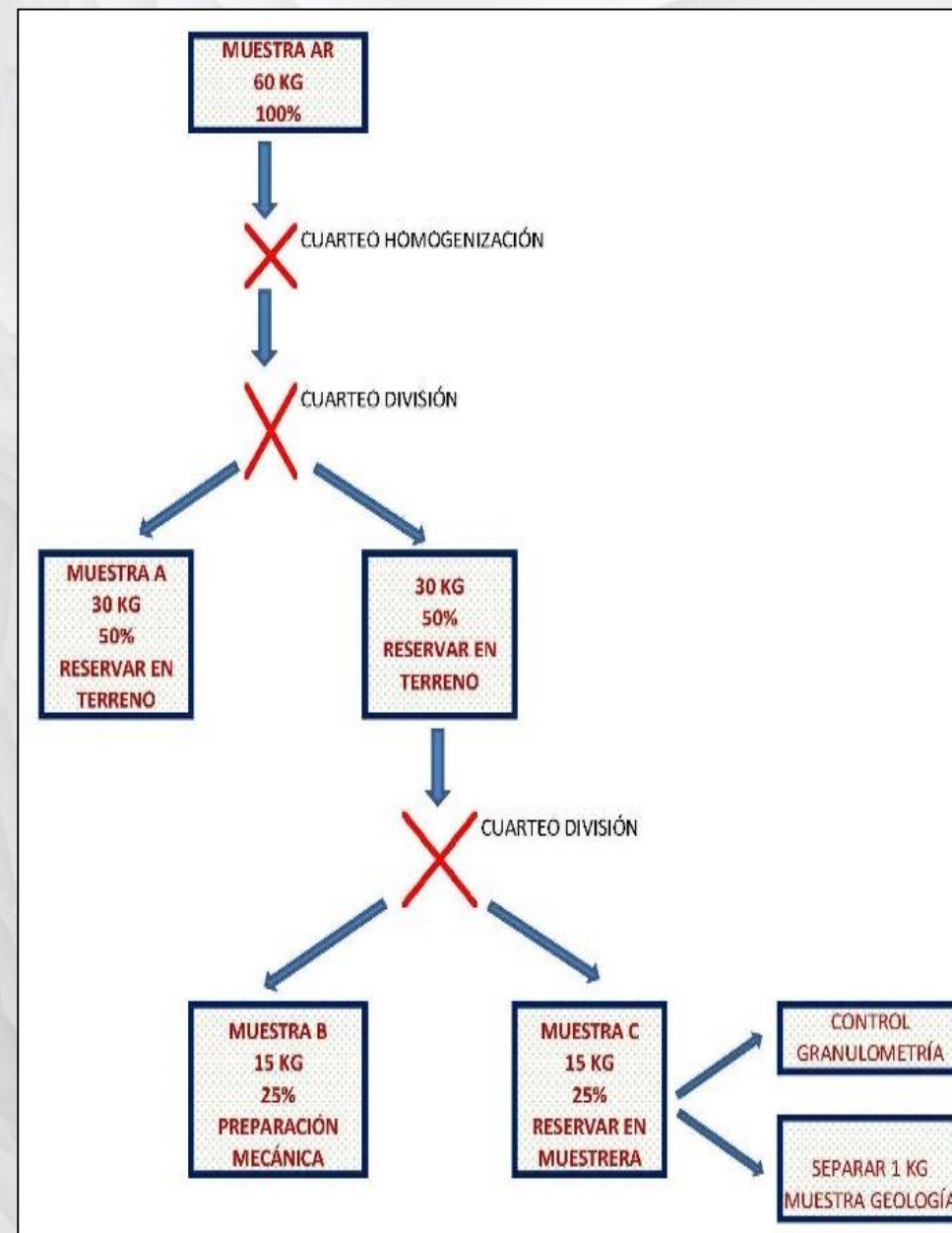
Reducción de la muestra

Primer cuarteo → Homogenización

Segundo Cuarteo → Separación Muestra A (50% del total)

Tercer Cuarteo → Se generan duplicados Muestra B y C

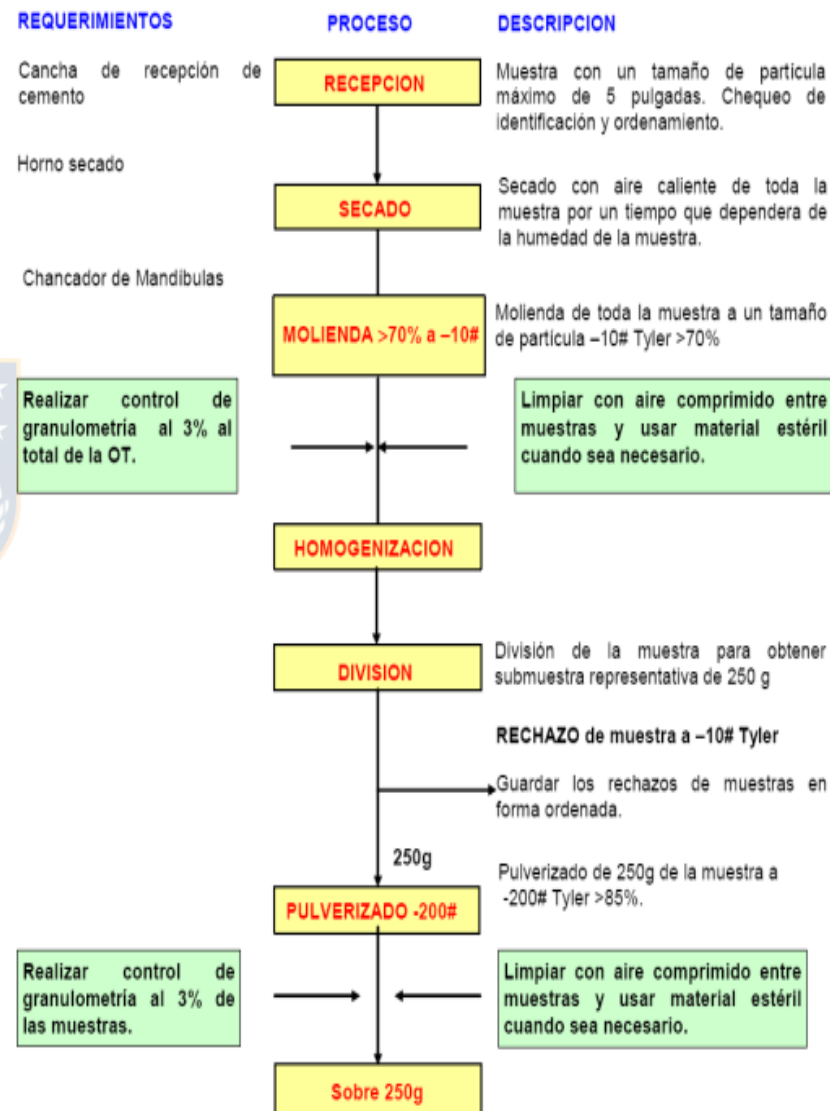
Muestra C: control granulométrico
1 Kg para muestra geológica



Preparación Mecánica

PREPARACION DE MUESTRAS (PREP-31)

ESQUEMA PARA PREPARACION MECANICA



Preparación de lotes de envío


- Se debe asignar un número de serie a cada muestra obtenida en la etapa de perforación
- Las muestras se agrupan correlativamente en lotes de 100 unidades
- Cada muestra se embolsa y se individualiza de la siguiente manera:
 1. Rotulado exterior de la bolsa contenedora, N^o de sondaje, Metraje del Tramo y N^o de Muestra Original
 2. Asegurar la etiqueta de identificación, en la que se expone el N^o Muestra Original a la bolsa
 3. Dentro de la bolsa se deben dejar acompañando la muestra 4 copias de etiquetas del N^o de Muestra Original
- Se debe devolver el Rechazo Grueso y los sobres de pulpa debidamente identificadas con las etiquetas proporcionadas (N^o de muestra original):
 1. Una bolsa de aproximadamente 1 kg de Rechazo Grueso bajo malla 10 (#10 Ty).
 2. Dos sobres de 250 gr y un pomo de 500 gr, de pulpas bajo malla 200 (#200 Ty)


Control Granulométrico de la preparación mecánica

- Se deberá seleccionar al azar un 5% de las muestras preparadas de cada “Lote de Envío de Muestras a Preparación Mecánica” (1 por cada 20 muestras tratadas).
1. Pesar muestra “C”, luego se pasa esta por Harnero 1/4”, sobre un recipiente no contaminado, la fracción resultante depositada en el receptáculo dispuesto debe ser pesada y devuelta a la bolsa de muestra.
 2. La porción de muestra retenida en el harnero 1/4”, se debe vaciar en el de 3/8” sobre un recipiente adecuado, a continuación pesar nuevamente lo recogido y devolver a bolsa de muestra
 3. Lavar la fracción retenida en el harnero 3/8” al de 1/2” siempre sobre un recipiente adecuado, pesar la muestra recogida y la muestra retenida en el harnero 1/2” y volver ambas fracciones a la bolsa de muestra.

Cada uno de los pesos obtenidos debe ser registrado indicando a que tamaño pertenece, verificando que la suma de estos sea equivalente al peso de la muestra inicial.

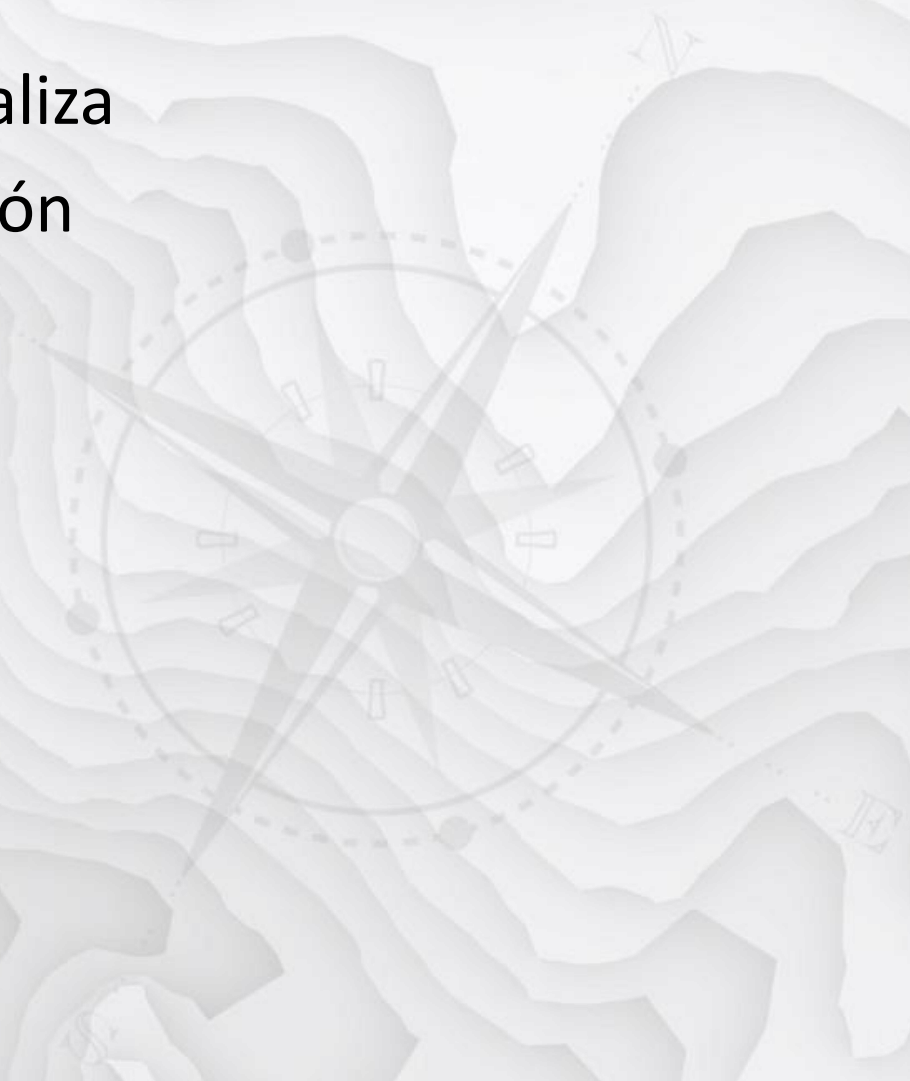
Control análisis químico

1. Análisis químico  Proceso se externaliza

2. Controles  Exactitud y precisión


3. Insertar muestras de control:

- Blancos
- Replicados
- Duplicados
- Duplicados de rechazo grueso
- Duplicados de terreno
- Material interno de referencia (MIR)



Preparación de Batch para envió a laboratorio

• 50 muestras  45 originales  Pulpas #200 Ty

 5 control

• 2 Replicados

• 2 Sobres MIR

• 1 Sobre Blank

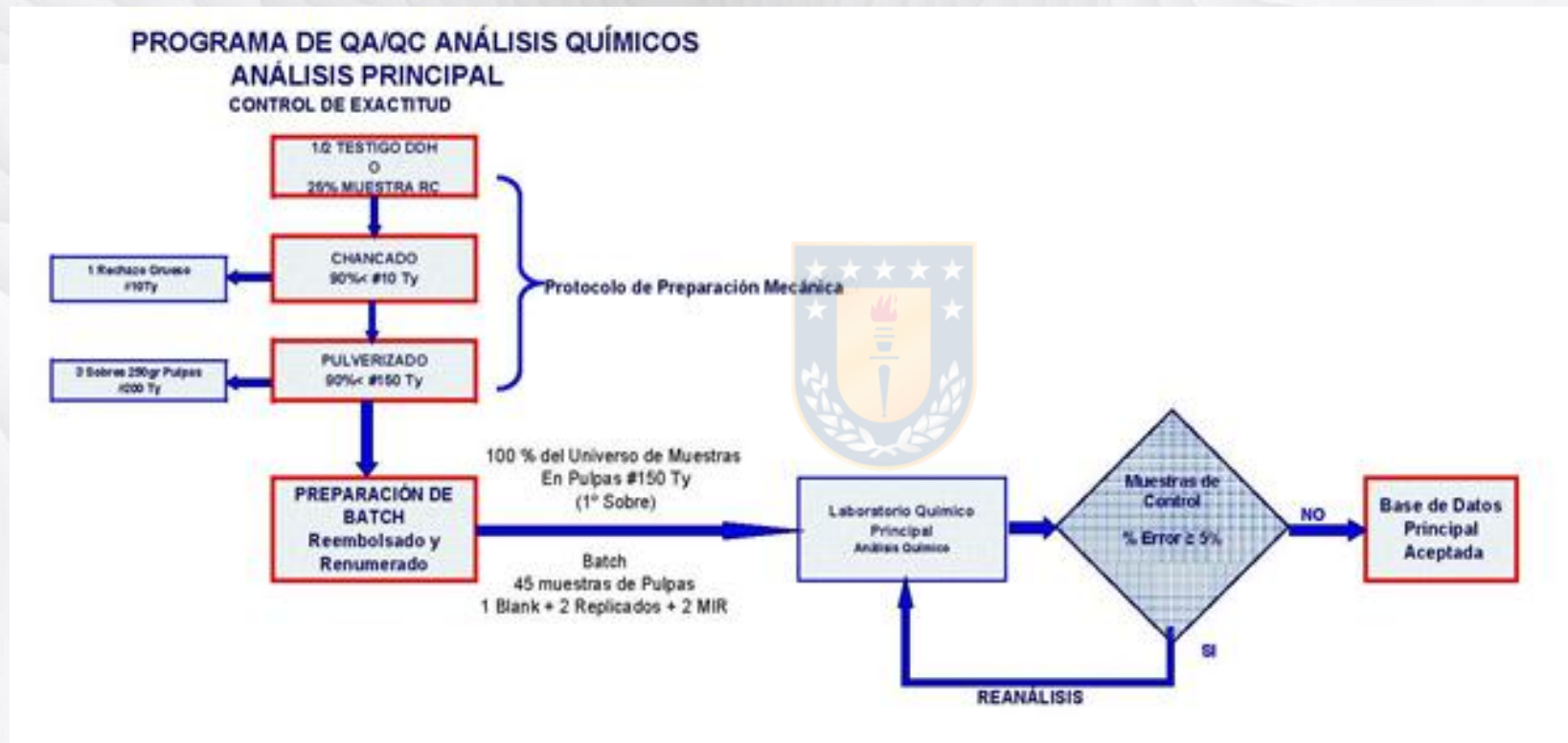


Generar esquema analítico

Colocar aleatoriamente las
muestras de control

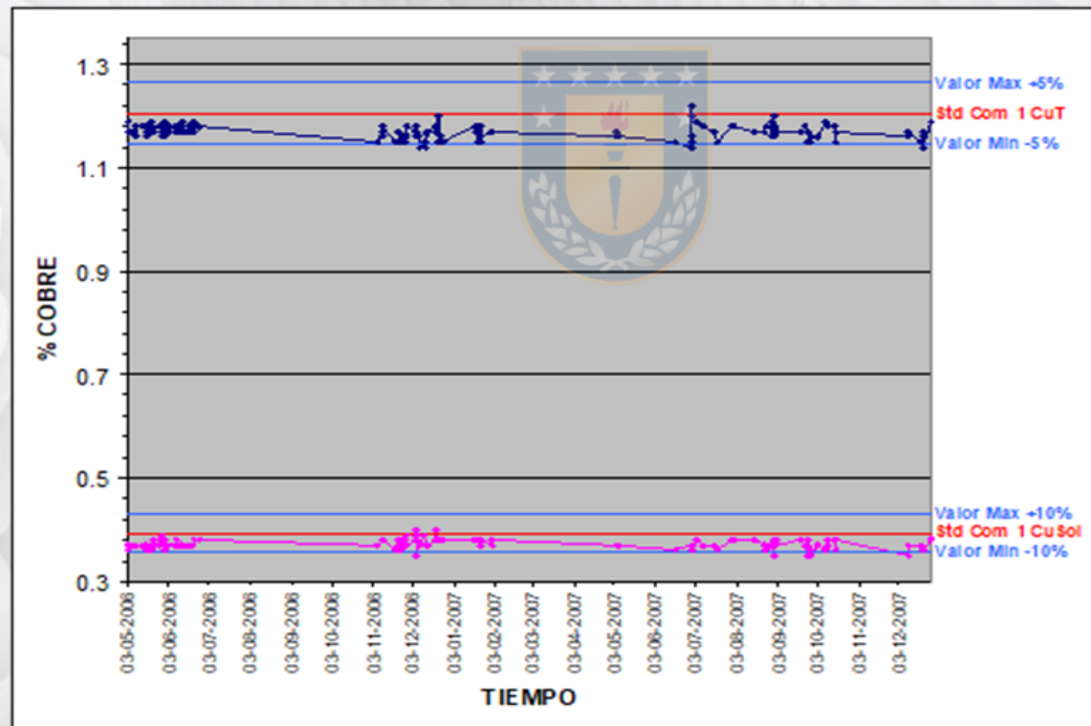
“Nº de Muestra de Análisis”

Exactitud del análisis (Reproducibilidad)

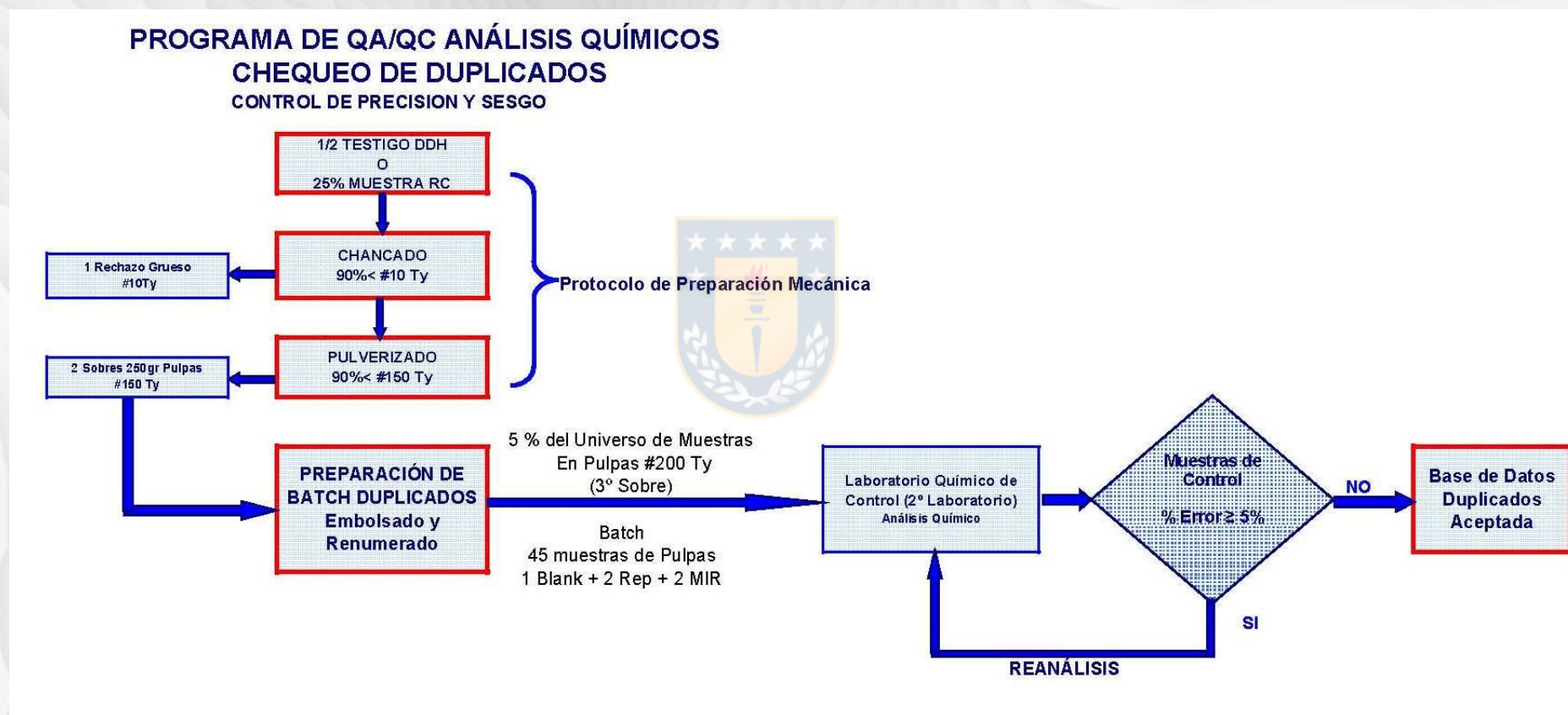


Exactitud del análisis (Reproducibilidad)

Registro del comportamiento en el tiempo de blancos y replicados



Precisión del análisis (Repetitividad)



Precisión del análisis (Repetitividad)

Para realizar este análisis es necesario comparar los pares de datos generados en el programa de QA/QC entre laboratorios.

Definiendo los siguientes estadísticos:

- Error Absoluto o Porcentaje de Diferencias Absolutas Promedio **AMPD** (absolute mean percentage difference) (AMPD by Shaw), donde:

$$AMPD = 1/n \sum (100.(| x_1 - x_2 |) / ((x_1 + x_2)/2))$$

- Error Relativo o Porcentaje de Diferencias Promedio **MPD** (mean percentage difference) (MPD), donde:

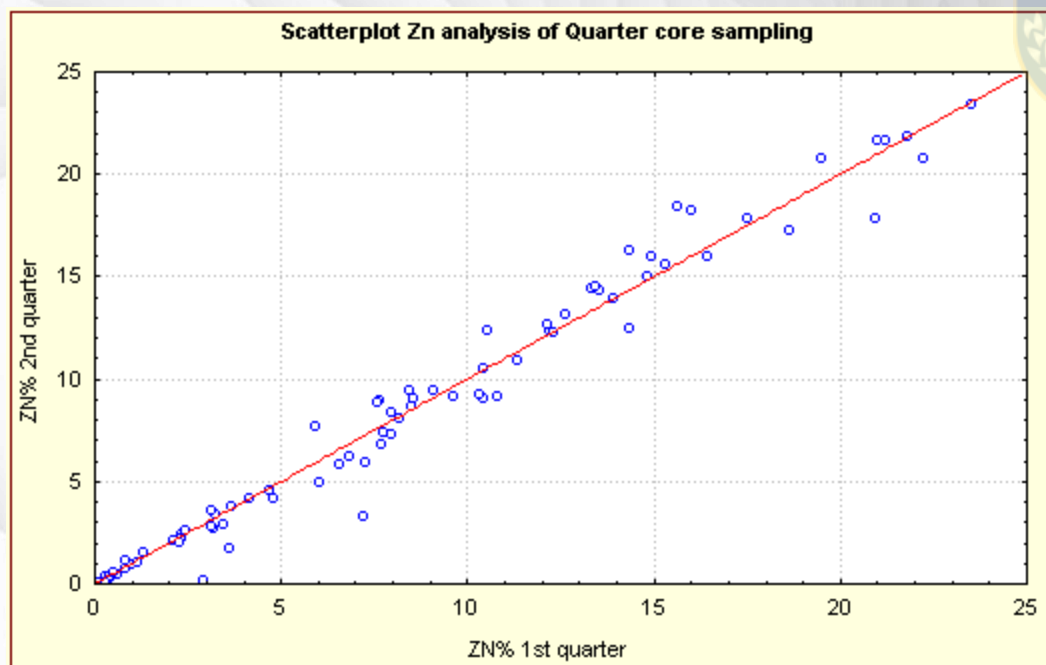
$$MPD = 1/n \sum (100.(x_1 - x_2) / ((x_1 + x_2)/2))$$

- Precisión (en %): se puede calcular usando el estadístico AMPD
- Sesgo entre laboratorios: Queda determinado por el estadístico MPD

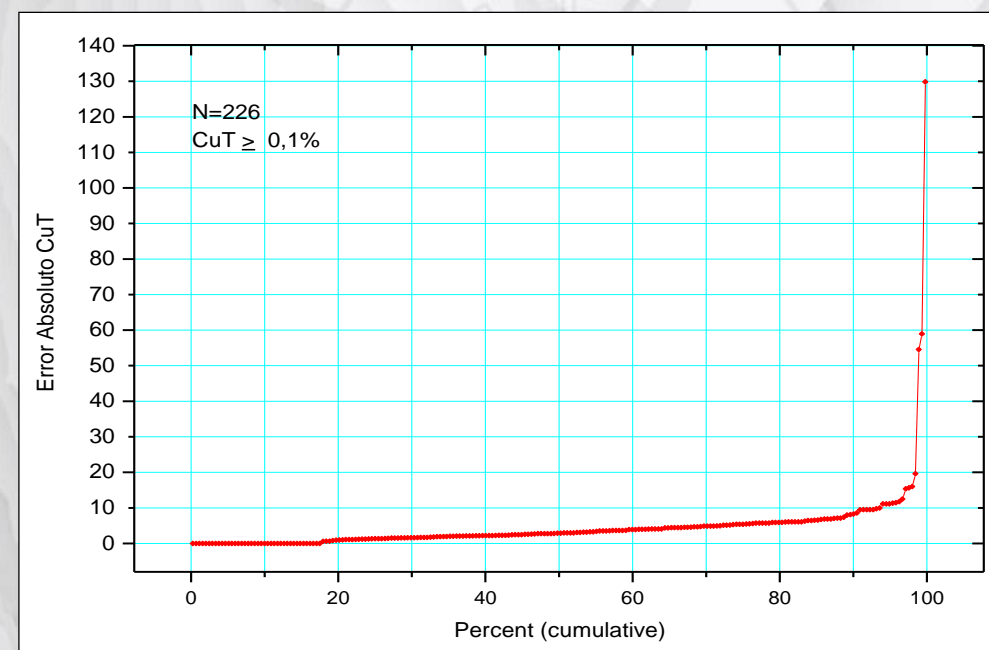
Precisión del análisis (Repetitividad)

Adicionalmente es recomendable realizar algunos gráficos que pueden ayudar a este análisis.

Regresión Lineal



Curva de frecuencia acumulada



Conclusiones

De la elaboración de este protocolo de muestreo de minerales, se reconocen 2 pilares fundamentales



- Definición de la base teórica

- Correcto proceso de muestreo

la parte cuantitativa solo vale si la muestra ha sido colectada correctamente

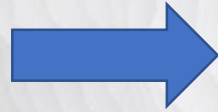
La parte cualitativa (práctica) y los problemas de sesgos de muestreo es todavía más importante

Conclusiones

- Marco teórico a partir de Ecuación de P. Gy (Error fundamental)
- Con ajustes dados por el mismo autor en base a consideraciones geoestadísticas
- Sensibilización posteriores de la ecuación, en base a trabajos en pórfidos cupríferos. (Vallebouna y Niedbaski)

Conclusiones

- Realizar test de heterogeneidad



- Sensibilizar de mejor manera la curva de seguridad de muestreo.
- Validar el soporte muestral



- Test de Ingamells



- Asegurar la representatividad de la muestra.

Análisis químico → es realizado por personal externo → no permite intervenir el proceso → elaborar un sistema de control sobre los resultados

Conclusiones

- Este protocolo establece de forma clara y simple, la manera de realizar y ejecutar las labores en cada una de las etapas del proceso

↓ 
Humanas e instrumentales (Recursos tecnológicos)

↓
A partir de rigurosidad → < margen de error y sesgos

Entregar el máximo grado de confianza en los resultados

FIN

