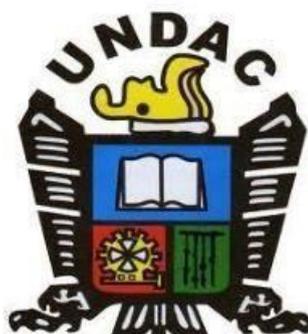


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

Implementación de un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas, para mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal y Veta Andalucía 120-Mina Chungar-2015

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Deivis Eduardo ALANIA MARTINEZ

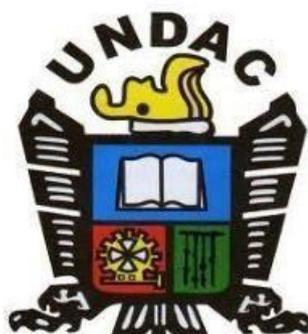
Asesor: Dr. Reynaldo MEJIA CACERES

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

Implementación de un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas, para mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal y Veta Andalucía 120-Mina Chungar-2015

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO
PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

Mg. Luis Arturo LAZO PAGÁN
MIEMBRO

DEDICATORIA

A DIOS por ser mi guía e iluminar mi camino.

A mis padres; Lucio y Dina, por todo el apoyo brindado a lo largo del camino que estoy trazando, a mis hermanos; Jovana, Dimas y Elvira, por sus constantes consejos brindados, A mi tío, Teófilo; quien es la persona en quien admiro y respeto por su esmero y apoyo incondicional para desarrollarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A mi Padre y Madre por creer en mi persona y el apoyo moral en esta etapa de mi vida.

A Cía. Minera Chungar, al área de geología quienes pulieron mi conocimiento y por el apoyo para el desarrollo de mi tesis.

Al Ing. Reynaldo MEJIA CACERES, por su asesoría y apoyo en la elaboración de mi tesis.

A mis docentes de la escuela de Geología, personas de gran sabiduría, quienes incansablemente imparten las enseñanzas que nos forman para la realización y competencia a nivel profesional.

RESUMEN

Un muestreo adecuado proporciona datos que, combinados con una buena información geológica, nos permiten plantear argumentos para rechazar o perforar un yacimiento mineral, realizar una inversión o clasificar un tonelaje como desmonte o mineral económico, o para decidir si un dominio está o no contaminado por elementos nocivos.

En general, la cadena de muestreo se divide en: primario, secundario (molienda) y análisis químico.

Los mayores sesgos y errores conocidos se introducen en la etapa de muestreo primario, que son varios órdenes de magnitud superiores a los cometidos durante el secundario y el análisis químico. Sin embargo, los procedimientos de QA/QC, se centran en el muestreo secundario y el análisis químico.

La mejor demostración es el hecho que solo se aplican muestras “gemelas” o duplicadas al muestreo primario, lo que aproximadamente significa el dos por ciento del total de hitos de control, el resto se aplican al muestreo secundario y análisis.

En la presente tesis se discute las técnicas utilizadas en minería para monitorear la precisión y exactitud de los análisis químicos de muestras. Los estimadores más comunes de errores de precisión se comparan aplicándolos a los mismos conjuntos de datos, que se han recopilado de la mina Chungar.

La empresa minera Chungar ha optado por seguir los lineamientos de AMEC, para lo cual materializó un protocolo de Control de Calidad. Se han aplicado los procedimientos de Cia Minera Volcan para el aseguramiento de la calidad, y también controlado las actividades involucradas desde el muestreo hasta la entrega de resultados por parte de Laboratorio Químico Chungar, así como el correcto ingreso de información geológica a la base de datos.

Palabras claves: QA/QC, preparación de muestras, análisis de muestras, Estimación de Recursos, Veta Principal, Veta Andalucía.

ABSTRACT

Adequate sampling provides data that, combined with good geological information, allows us to make a case for rejecting or drilling a mineral deposit, making an investment or classifying a tonnage as waste or economic ore, or deciding whether or not a domain is contaminated by harmful elements.

In general, the sampling chain is divided into: primary, secondary (comminution) and chemical analysis.

The largest known biases and errors are introduced at the primary sampling stage, which are several orders of magnitude higher than those committed during secondary and chemical analysis. However, QA/QC procedures focus on secondary sampling and chemical analysis.

The best demonstration is the fact that only "twin" or duplicate samples are applied to primary sampling, which means approximately two percent of the total control milestones, the rest are applied to secondary sampling and analysis.

This thesis discusses the techniques used in mining to monitor the precision and accuracy of chemical analysis of samples. The most common estimators of precision errors are compared by applying them to the same data sets, which have been collected from the Chungar mine.

The Chungar mining company has chosen to follow the AMEC guidelines, for which it materialized a Quality Control protocol. The procedures of Cia Minera Volcan have been applied for quality assurance, and also controlled the activities involved from sampling to the delivery of results by the Chungar Chemical Laboratory, as well as the correct entry of geological information into the database.

Keywords: QA/QC, sample preparation, sample analysis, Resource Estimation, Main Vein, Andalusia Vein.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis forma parte de una investigación profunda referida a la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas, para mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal Y Veta Andalucía 120- Mina Chungar-2015. Orientado a profesionales y estudiantes enfocados en trabajos de campo, laboratorio y estimación geológica.

El control de aseguramiento de calidad tanto en muestras de interior mina, muestras de logeo; deben estar evaluados y supervisados ya que la mayor parte de errores surge en estos campos, posterior a esto se debe enfocarse en procesos de laboratorios netamente de inserción de muestras y seguir los procedimientos establecidos. Al final los resultados obtenidos serán evaluados con datos que arroja laboratorio químico. Existen parámetros de evolución para determinar la exactitud, precisión, contaminación o error en muestreo. Todo este proceso nos da una visión más grande que nos permite evaluar y estimar concretamente un recurso mineral.

El estudio lo hemos aplicado a dos vetas de carácter investigativo y de mayor producción en la mina Animón que es la VETA PRINCIPAL con minerales polimetálicos de mayor porcentaje en leyes de Zinc y VETA ANDALUCÍA 120 que nos proporciona producción de Plomo por encima de otras vetas explotadas. Se ha investigado y recolectando datos del año 2015 y compilado aplicando los procesos de QA/QC mediante tablas y gráficos llegando a conclusiones certeras para su aplicación en la estimación de recursos.

Deseamos que este estudio sea de gran apoyo investigativo para nuestra Alma Mater para los futuros profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Formulación de objetivos	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.2. Bases teóricas – científicos.....	9
2.3. Definición de términos básicos.....	14
2.4. Formulación de hipótesis	16
2.5. Identificación de las variables	17
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	17

CAPITULO III
METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	19
3.2. Nivel de la investigación	19
3.3. Métodos de la investigación	19
3.4. Diseño de investigación.....	20
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	21
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	22
3.9. Tratamiento estadístico.....	22
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	22

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo	23
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	46
4.3 Prueba de hipótesis	103
4.4 Discusión de resultados	105

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y planteamiento del problema

En los últimos años se ha visto de como la información de datos geológicos necesitaban un sustento de validación en tema de calidad, las grandes industrias en la minería mundial han tenido incidentes por una mala calidad de la información, por lo tanto, la información real viene determinada por la calidad de la información y la confiabilidad de la estimación de recursos y reserva.

Las empresas por lo tanto deben de implementar un sistema de control QA/QC en cada una de sus actividades, que sirvan para validar y certificar datos confiables en la estimación de recursos minerales, por lo que nos llevaría preguntarnos ¿Qué sucede si en una empresa no se tiene al implementación de QA/QC de acuerdo a la exigencia del mercado? ¿podrá la información mostrar una correcta confiabilidad y así poder estimar un recurso?, y finalmente ¿estos datos

geológicos tendrán la certificación y aprobación para la comercialización del producto final?.

Así, la investigación le otorga a la empresa una herramienta que le permite mejorar el proceso de preparación y análisis geológico y tener un nivel de confianza en las muestras que brindan mejor información para su evaluación en estimar la veta Principal Veta y Veta Andalucía 120.

1.2. Delimitación de la investigación

la implementación de un sistema de control de calidad optimizará los resultados obtenidos por laboratorio químico y facilitará información sólida garantizando la mayor confiabilidad posible de las estimaciones con respecto a los recursos y las reservas minerales.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué grado la implementación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC, influirá en la preparación y análisis de muestras geológicas, para mejorar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio y que sirvan en la estimación de recursos de la Veta Principal y Veta Andalucía 120, en la Empresa Minera Chungar- volcán 2015?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Será factible determinar los protocolos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras influirá en la confiabilidad en los resultados?
- ¿Será posible evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC, el que influirá en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan?

- ¿Será factible determinar el control de la calidad en el muestreo primario?
- ¿Cómo determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de Calidad QA/QC, en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan?
- ¿En qué grado la validación de datos influirá en la utilización para la estimación de recursos minerales en la veta Principal y Veta Andalucía 120?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas, para mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal y Andalucía 120- mina Chungar-2015.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los procedimientos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras que garanticen la confiabilidad en los resultados.
- Evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan.
- Determinar el control de la calidad en el muestreo primario.
- Determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de Calidad QA/QC

en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan.

- Realizar una validación de datos para la utilización en la estimación de recursos minerales en la veta Principal y Veta Andalucía 120.

1.5. Justificación de la investigación

Como bien se sabe en la historia hubo acontecimientos que marcaron la minera a nivel mundial como el caso Bre-X en el cual estuvo involucrado en un gran escándalo minero luego de reportar que contaba con un gran mina de oro en Busang, Indonesia (Borneo), Bre-X Minerals colapsó en 1997 tras demostrarse que las muestras de oro eran un fraude. esto repercutió como por ejemplo: Reducción drástica de la exploración minera en el mundo y la información cuando se hablaba de efectividad y confianza ya no lo eran, como también el Desplome de las bolsas mundiales en que se transaban las acciones de compañías mineras y de exploración, por ello se crearon nuevas normativas que regulan la geología profesional como Canadá: NI-43-101, Australia: JORC, Sudáfrica: SAMREC, Estados Unidos: SEC, Gran Bretaña: IMM, International: CMMI-CRIRSCO, por ello se implanta el método QA/QC para buscar la confiabilidad de datos y la validación en la estimación de recursos y reservas.

Por lo que aportar al conocimiento sobre la eficacia de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas ya que actualmente no existe mucha información al respecto.

1.6. Limitaciones de la investigación

Escasos estudios previos, para la obtención de información y la bibliografía especializada.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1 Nacionales

- ***Grupo Milpo (2009)***, instauro el procedimiento de QA/QC para que todas sus unidades operativas supervisen los posibles errores poniendo muestras de control en el flujo de muestras o realizando operaciones de control para cuantificar o evaluar sus posibles efectos y tomar rápidamente medidas correctoras aplicando los siguientes controles:

Impedir que se cometan errores al introducir la información a la base de datos utilizada para estimar las reservas y los recursos.

Determinar que los errores analíticos y de muestreo están dentro de los límites de tolerancia aceptables.

Garantizar que la información es precisa y exacta para que pueda ser verificada por otros laboratorios y el grado de fiabilidad en la estimación de recursos.

Especificar el procedimiento de muestreo para garantizar la calidad de las muestras, incluyendo el muestreo de núcleos, el muestreo sistemático y el envío de muestras al laboratorio.

- ***Minera Barrick Misquichilca S.A (2003)***, Crearon y pusieron en marcha procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) para garantizar que se siguen los procedimientos y que la calidad de los datos es aceptable y sostenible. procedimientos (por ejemplo, gestión de bases de datos, gestión general de archivos informáticos, Procedimientos de revisión de informes, gestión general de archivos informáticos, control de documentos y métodos de revisión de documentos).
- ***Minera Tantahuatay Coimolache – Cajamarca 2015***, La mejora del control del proceso de muestreo (QA/QC) que valida la evaluación de recursos y reservas para el depósito epitermal de alta sulfuración. Desde 1994, se ha llevado a cabo la validación de la campaña de perforación., para la estimación de reservas y recursos, para lo cual se evaluó información analítica de 230sondajes con 36,953 m de perforación y 20,785 muestras, se evaluó QA/QC con 16% de controles, evitando un costo operativo de US\$ 4111,000 aprox.2. El manejo adecuado del QA/QC ha logrado controlar cada uno de los procesos de muestreo, por lo que los datos para estimación de reservas y recursos tiene un alto grado de confiabilidad.
- ***La Arena y Shahuindo 2008***, gracias a la gestión de los ingenieros E. Garay y W. García. También tenemos que nombrar al Área de Exploraciones de

Buenaventura, que, durante la gestión de su vicepresidente de Geología, el Dr. César Vidal, se llegó a implementar las mejores prácticas de muestreo y QA/QC, pudiendo mitigar el error aleatorio, controlando el error de muestreo, y el error de sub muestreo, así como el error sistemático con controles al proceso analítico reduciéndolo a parámetros de bueno a aceptable de acuerdo al control de calidad

2.1.2 Internacionales

- ***El Caso De La Minera Brex***, Durante años se han llevado a cabo numerosas operaciones mineras sin prestar la debida atención a la implantación y el funcionamiento de (QA/QC). En algunos casos, esto ha hecho que los inversores pierdan millones de dólares. Uno de estos casos es la disputa que se inició en 1995 cuando David Walsh, que fundó la empresa minera BRE-X, y JOHN FELDERHOFF (un geólogo), compraron un terreno específico en la selva de Borneo (Indonesia) conocido como Busang. Contrataron a Michael De Guzmán para gestionar el yacimiento y dijeron que habían descubierto 6.500 toneladas de oro, es decir, el 8% de las reservas mundiales de oro, sin mencionar que "se añadieron cantidades calculadas con precisión de polvo de oro a las exposiciones".

En 1996, el precio del bono BRE-X fue de 2 dólares, alcanzando los 275 dólares en su punto máximo, y el valor de mercado de la empresa alcanzó los 6.000 millones de dólares. Después de que muchos inversores (incluidos los trabajadores jubilados) invirtieron sus ahorros en el proyecto, el valor de la empresa ha aumentado, lo que demostraba ser una gran oportunidad de beneficios.

En marzo de 1997, Michael de Guzmán murió misteriosamente después de un accidente aéreo en Indonesia. (Müller, 2009). Casi el mismo día, la empresa minera Freeport McMoRan (que posee el 15% de BRE-X) declaró luego de un "Due Dilligence": "La cantidad de oro en el depósito de Busan es insignificante". Esto hizo que Bre-X cayera en picado un 97% y su valor de mercado de \$ 6 mil millones se convirtió en un mínimo de \$ 10 millones, lo que provocó que el mercado de valores de Toronto colapsara en minutos. BRE-X se autodenomina una estafa minera, que ha causado un desequilibrio en las actividades mineras globales y ha llevado a inversores jubilados entre otros, perdieran todo el capital de inversión.

Aquí es donde radica la incertidumbre de los proyectos mineros, por lo que la Bolsa de Valores ha formulado una nueva normativa para regular la geología profesional de acuerdo con la normativa minera internacional.

actualmente, existen 6 códigos mineros creados y certificados por la bolsa de valores de diferentes países, las cuales son:

- Canadá: NI-43-101
- Australia: JORC
- Sudáfrica: SAMREC
- Estados Unidos: SEC
- Gran Bretaña: IMM
- International: CMMI-CRIRSCO

Hoy en día, el comercio en bolsa de valore desarrolla de manera más estricta de acuerdo con los requisitos de la ubicación o el código del país en el que se invierte, lo que hace necesario el uso de programas de (QA/QC) en las actividades mineras, que ayudan a cumplir los requisitos previstos por los

códigos y normas de calidad establecidos por la industria minera internacional. A lo largo de los años, AMEC y otras empresas han realizado una gran cantidad de auditorías y estudios en proyectos mineros en América del Sur, Asia, África, América del Norte y Europa, y han acumulado una rica experiencia, lo que demuestra su comprensión de la prioridad de los mecanismos de control de calidad en las actividades geológicas, que todavía es raro.

La investigación que llevaron a cabo mostró que solo cuatro de los 26 proyectos en América del Sur y Europa controlados por AMEC entre 2003 y 2007. habían establecido procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) que permitieron la autenticidad y la fiabilidad que pueda ser utilizar. (Simón, 2013).

2.1.3. Regionales y/o locales

- ***Empresa Minera Chungar 2013***, plantea un Programa de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC), de esta manera lo que se introduce al nuevo sistema en base de datos para el mejoramiento de la información bajo los conceptos de estándares para certificación de recursos tomando como base la información existente en la empresa.
- ***Empresa Minera Huarón (Pan American Silver) 2014***, El control de calidad del muestreo se ha llevado a cabo con éxito, al igual que la recopilación y el ordenamiento de los datos, lo que ha dado lugar a una sólida base de datos para futuras estimaciones.

2.2. Bases teóricas – científicos

Calidad

- Conjunto de elementos que posee una corporación y a los que se asigna la responsabilidad de cumplir con las prioridades establecidas e implícitas. (ISO 8402 ANSI). El nivel de satisfacción que el trabajo cumple con las especificaciones dadas. (ISO, 1993).

Control de calidad

- El conjunto de técnicas y procesos utilizados para guiar, supervisar y controlar todas las fases de una tarea hasta obtener un resultado de la calidad requerida se conoce como control de calidad. Los laboratorios internos y externos deben realizar su propio control de calidad / QC y no deben comunicar los resultados al cliente hasta que los datos hayan superado estos controles internos. Además, el cliente debe realizar su propio control de calidad / QC que se oculta al laboratorio.
- Este QA ciego /QC da una verificación independiente de calidad de los datos que se requiere de una perspectiva de gobernanza técnica (Guideline For The Laboratory Analytical Standard, 2014, p8).

Aseguramiento de Calidad

- Conjunto de planes y métodos de actuación necesarios para ofrecer una garantía adecuada de que el producto, proceso o servicio será satisfactorio, dando lugar a un resultado fiable y de alta calidad. (Dirección General de Capacitación e Innovación Tecnológica,s.f.).

Muestra

- Es una fracción extraída de un grupo de mecanismos que permitirán tenerla en cuenta como representante de la misma. (López, 2008).

Muestreo

- Es la acción de tomar muestras que representen la calidad o condiciones medias de una totalidad o el método que se utiliza en esta elección, o también, la selección de

una mínima parte estadísticamente establecida para variar el valor de una o varios elementos del conjunto. (Illanes & Machaca, 2012).

Protocolo de muestreo

- Conjunto de etapas y mecanismos en la toma de pruebas y su preparación, cuya meta es disminuir los errores y proporcionar una prueba dentro de ciertos estándares de control. (Chacón, 2014).

Errores

- Cualquier procedimiento de valoración se descubre. Es fundamental distinguir entre las numerosas formas de error. (UGR, s.f.).

Nivel de confianza

- Es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza. (Simón, 2013).

Espécimen

- Es una porción del lote adquirida sin seguir los criterios de la teoría del muestreo. (Sánchez, E. & Sánchez, J., 2015).

Tasa de Error

- Es una estadística que describe el nivel de error de muestreo en una determinada actividad. Cuanto mayor sea el margen de error, menos confianza. (Simón, 2013).

Error Fundamental

- Según Pierre Gy, es la varianza de las diferencias entre los valores reales y los estimados por las muestras, a causa de la pérdida de precisión en la muestra, debido a su composición física y química. (Simón, 2013).

Error de segregación

- Según Pierre Gy, la segregación o pérdida de material es causada por la distribución no al azar de las partículas, por efecto de la gravedad. (Simón, 2013).

Error de Delimitación de Incrementos

- Error causado por un diseño de muestreo inapropiado y/o mala selección de equipo. (Simón, 2013).

Error analítico

- Corresponde al error que se comete en el laboratorio al analizar la muestra final y que depende del método de análisis utilizado. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Error de preparación

- Son los errores de contaminación (polvo, anillos). (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Precisión

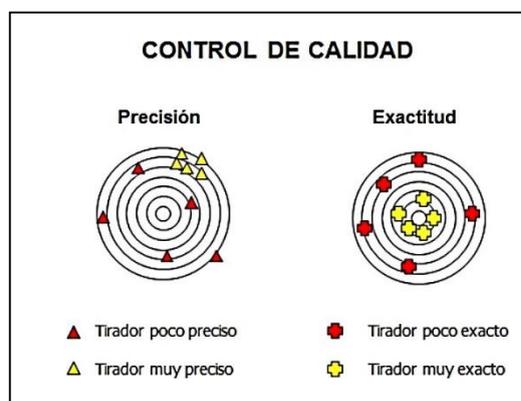
- Es la capacidad de realizar una y varias veces consecutivas, los resultados de una medición en iguales condiciones (Figura 01). (Simón, 2013).

Exactitud

- La proximidad de una medición a un valor “real” o aceptado como “apropiado”

Contaminación

- La transferencia involuntaria de material de una prueba o del medio circundante a otra muestra. (Linares, 2018).



(Figura 01). (Linares, 2018).

Gráfico 1. Comparación entre Precisión y Exactitud.

Muestras de control

- Son muestras de composición/concentraciones ya sabidas, que asistirán a comparar y determinar la exactitud de las muestras. (Vinagre, 2010).

Sesgo

- Corresponde al error con respecto al valor verdadero. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Límite de detección

- Puede definirse como el valor real, cuando la precisión alcanza el 100 %, es decir, donde la desviación estándar es la mitad de la media. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Análisis de estándares

- Permiten conocer y asegurar la exactitud de los resultados enviados por laboratorio. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Análisis de Blancos

- Permite conocer y asegurar el buen manipuleo de las muestras enviadas al laboratorio, así como el correcto uso de los equipos empleados en la medición que se realizan, evitando la contaminación. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Análisis de duplicados

- Permite conocer y asegurar la precisión del muestreo realizado de los resultados enviados por laboratorio. (Sánchez, E., & Sánchez, J., 2015).

Cadena de Custodia

- Es la secuencia ininterrumpida de eventos en la que garantizaran la seguridad física de las pruebas, los datos y los registros. (Moreno, 2016).

2.3. Definición de términos básicos

QA/QC: Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad (ACC), también conocido por sus siglas en inglés como QA/QC (Quality Assurance/Control),

QA - Quality Assurance (Evitar Problemas): Todas aquellas acciones necesarias, planeadas o sistemáticas, para proveer confiabilidad adecuada en el proceso de recolección de datos y estimación de recursos.

QC - Quality Control (Detectar Problemas): Sistemas y mecanismos que aseguran la calidad.

Nivel de confianza: Es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza.

Muestras de mano: Muestras recolectadas en la superficie con origen desconocido, solo deben ser cogidas para propósitos prospectivos y marcadas como una muestra de mano.

Muestras gemelas: Se obtienen recorriendo un canal paralelo sobre la zona en la que se recogió una muestra anterior, o dividiendo las muestras de perforación diamantina por la mitad, representando una de ellas la muestra original y la otra la muestra gemela; ambas deben ser muestreadas en las mismas condiciones, preparadas en el mismo laboratorio y analizadas con números diferentes en el mismo lote. Las muestras gemelas se utilizan para evaluar la errores en el muestreo.

Muestra De Control: Son muestras que se colocan en lotes para asegurar y controlar los errores en los pasos de muestreo, preparación y análisis de cada lote.

Error de preparación: son los errores de contaminación (polvo, anillos).

Contaminación: Es la transferencia involuntaria de material de una muestra a otra a través del medio circundante. Cuando se preparan o analizan algunas muestras, especialmente las que tienen un alto contenido de mineralización, es concebible que una parte de la muestra o de la solución quede retenida en el aparato y contamine las muestras posteriores.

Duplicados Gruesos (o de preparación): Se trata de duplicados obtenidos inmediatamente después de una fase de trituración y cuarteo, que deben analizarse en el mismo laboratorio, con números diferentes y en el mismo lote que la muestra original. Los duplicados gruesos se utilizan para evaluar el error de cuarteo o de submuestreo.

Duplicados de Pulpa (o duplicados internos): Son reproducciones de muestras ordinarias previamente pulverizadas que se entregan al laboratorio primario con números diferentes para su examen en el mismo lote analítico que las muestras originales. Estas muestras se utilizan para evaluar la precisión analítica del laboratorio.

Blancos Gruesos: Se trata de muestras estériles de grano grueso que deben pasar por el procedimiento completo de preparación con las demás muestras regulares y deben procesarse después de las muestras muy mineralizadas. Los blancos gruesos permiten evaluar la contaminación durante la preparación.

Blancos finos: Son muestras de material estéril pulverizado.

Estándares: Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados tanto por el laboratorio primario como por el laboratorio secundario.

Duplicados Externos: Son duplicados de muestras ordinarias previamente pulverizadas, que son reanalizados en el laboratorio secundario. Estas muestras son utilizadas para evaluar la exactitud analítica del laboratorio primario, de modo complementario a los estándares.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Al implementar un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Chungar-Volcan, entonces se incrementará el nivel de confianza de la información obtenida de las muestras y sirva en la estimación de recursos de la veta principal y veta Andalucía 120.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- Al establecer protocolos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras nos garantice la confiabilidad en los resultados.
- Al evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan nos asegure un protocolo establecido de control de calidad.
- Al controlar la calidad en el muestreo primario nos alcanzara resultados óptimos en el proceso.
- Al determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan nos dé resultados positivos en la evaluación del proceso final de estimación de recursos.

- Al realizar una validación de datos para la utilización en la estimación de recursos minerales en la veta Principal y Veta Andalucía 120 nos otorga una confianza más certera de la información de los resultados por laboratorio.

2.5. Identificación de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES

Implementación de un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas.

VARIABLES DEPENDIENTES

Mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal y Veta Andalucía 120- Mina Chungar-2015

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	OPERACIONALIZACIÓN	
			INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES: Implementación de un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas.	conjunto de técnicas y procedimientos que sirven para orientar, supervisar y controlar todas las etapas de un trabajo hasta la obtención de un producto de la calidad deseada.	control de aseguramiento "QA"	orientación, supervisión y control	procedimientos
		control de calidad "QC"	planes y métodos de acción	procedimientos
VARIABLES DEPENDIENTES: Mejorar el nivel de confiabilidad de los resultados de laboratorio y sirva en la estimación de recursos de la Veta Principal y Veta Andalucía 120- Mina Chungar-2015	todas aquellas acciones, planteadas o sistemáticas, para proveer confiabilidad adecuada en el proceso de recolección de datos.	Duplicado de campo	Evaluación de muestreo	numéricos
		Duplicado grueso	Evaluación en Preparación	numéricos
		Duplicados	Evaluación de precisión	numéricos
		Estándares	Evaluación en exactitud	numéricos
		Blancos Gruesos	Contaminación en preparación	numéricos
		Blancos finos	Contaminación en análisis	numéricos

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Para poder medir la precisión se utiliza el error relativo, que es una magnitud cuantitativa. El error relativo es el valor absoluto de la diferencia entre

el valor original y el valor duplicado, dividido por el promedio entre ambos valores. La exactitud es una magnitud cualitativa, para poder medirla se utiliza el Sesgo (es un error sistemático), que es una magnitud cuantitativa.

Indicadores: Porcentaje de Muestras dentro de rango de aceptación evaluados por:

$$\mathbf{ER=2*(Vo-Vd)/(Vo+Vd)}$$

$$\mathbf{ER = 10\% (m=1.11)}$$

$$\mathbf{SESGO (\%) = (AV/BV)-1}$$

$$\mathbf{SESGO (\%) = 1-m}$$

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El diseño de investigación es aplicativo.

3.2. Nivel de la investigación

Tiene nivel explicativo correlacional

3.3. Métodos de la investigación

Los métodos de realización de esta investigación son: descriptivos, explicativos y analíticos, que nos permitirán describir y explicar la implementación un sistema de QA/QC aplicado al proceso de preparación y análisis de muestras geológicas. También usa datos Análisis y evaluación de seguimiento de muestras recolectadas in situ para confiabilidad de nuestro trabajo.

Etapas en la Elaboración del proyecto

- **Etapa de Reconocimiento**

Durante esta etapa del desarrollo del proyecto, se recopilará la información relevante del campo de estudio y los materiales de apoyo para terminar la tesis y realizar una revisión bibliográfica sobre el tema.

- **Etapa de Campo**

Las muestras in situ se recolectarán a través de muestreos de canales y testigos diamantinos dentro de la mina, estaremos encargados de la supervisión continua del buen desempeño de las tareas, que comienzan con la extracción de muestras, marcado, ensacado y finalmente la cadena de custodia de la muestra que se encuentra en camino al laboratorio.

- **Etapa de Gabinete- Interpretación de datos**

Una vez finalizada la fase in situ, se iniciará el registro y el análisis de datos. En esta fase se utilizará la aplicación Excel con plantillas. Se utiliza un software especializado (SIOM) en control de calidad como herramienta de ayuda para procesar, interpretar y presentar los datos analizados, generando así procedimientos de trabajo e informes para explicar los resultados, y verificar o no la confiabilidad del proceso, con respecto al SIOM es un programa de la empresa lo cual no está en el mercado por esa razón se utilizara el programa excel.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación es evaluativo, porque nos permite realizar evaluaciones cada cierto tiempo.

3.5. Población y muestra

Población: Mina Chungar.

Muestra: muestras colectadas y analizadas, procedentes de canales y taladros de perforación diamantina de las vetas principal y Andalucía 120.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Instrumentos de recolección de datos

Cámara fotográfica, roto martillo, bolsas de muestreo, guantes quirúrgicos, entre otros.

Selección y toma de muestra

- En base al muestreo primario se identificarán las zonas de extracción de muestras con un Programación y coordinación del muestreo.
- Se realizará la extracción de muestras de las vetas (Principal y Andalucía 120) el tipo de muestreo realizado es sistemático con roto martillo, bolsas de muestreo y palas.
- La cantidad de muestra representativa es de 5kg, el etiquetado con una codificación establecida. Dado que el sistema está automatizado, el código de barras proporciona una forma rápida, precisa y eficaz de recopilar, registrar, procesar, transferir y mantener los datos, lo que permite reducir y/o disminuir la posibilidad de errores humanos.
- El traslado y custodia de muestras con camioneta.
- Inserción de muestras de control e interpretación de datos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección, validación y confiabilidad de los instrumentos cumplen con los estándares de fiabilidad en la obtención de datos bajo supervisión permanente un ejemplo claro la inserción de muestras geológicas, las cuales fueron fundamentales para realizar esta investigación.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se usan técnicas de análisis e Interpretación (software) de todos los datos obtenidos por laboratorio químico.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se empleará el software Microsoft Excel, FUSION (sistema informático Volcán), que servirá para el almacenamiento de datos obtenidos del campo, su posterior análisis y resultados obtenidos servirán para la elaboración de los cuadros y gráficos correspondientes.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Desde la recopilación e interpretación de datos hasta la publicación del trabajo, se han implementado todos los procedimientos adecuados y correctos, y se han cumplido todos los parámetros y reglas que conlleva realizar este trabajo de investigación siguiendo la ética correspondiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Ubicación.

Animón se ubica en la región alta entre los límites de Lima y Pasco a 225 Km vía Huaral desde la ciudad de Lima y altura promedio de 4600 msnm; pertenece al distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco.

4.1.2 Accesibilidad.

La Mina Chungar es accesible desde Lima a través de la siguiente ruta:

Cuadro 1: Accesos Mina Chungar.

VIA	DISTANCIA	TIEMPO
Lima-Oroya-Villa de Pasco-Chungar	304 km	7 horas
Lima-Canta-Chungar	225 km	5 horas
Lima-Huaral-Chungar	219 km	5 horas

4.1.3 Geomorfología

Fisiografía:

El área dentro del cual se encuentra la mina Chungar presenta un relieve un relieve moderadamente accidentado, con geoformas positivas y negativas con elevaciones de 4850-5000msnm.

La Cordillera Occidental, que tiene una orientación NO-SE correspondiente a la orientación andina, se encuentra cerca del extremo SO del cuadrángulo de Ondores. La cordillera está compuesta por rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas muy plegadas y falladas, y está cubierta por rocas volcánicas del Paleógeno al Neógeno. El lado oeste de la Cordillera Occidental está fuertemente diseminado, lo que da lugar a un entorno completamente abrupto, mientras que el flanco oriental es suave y poco accidentado.

Las lagunas que destacan son: Quimacocha, Huaroncocha, Naticocha, y Llacsacocha, que están ubicadas a lo largo de un valle glaciar.

Fotografía N° 1: Vista de la laguna Quimacocha.



Fotografía N° 2: Rasgos fisiográficos.



Clima

Tiene dos estaciones distintas: una lluvioso de noviembre a marzo, con precipitaciones sólidas y líquidas (granizo, nevadas y lluvias), que forman arroyos que bajan por las laderas y alimentan las lagunas, y una seca, de mayo a septiembre, con noches y partes del día heladas.

Cuadro N° 2: Tabla climática datos históricos del tiempo.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	6.2	5.9	6	6.2	5.1	4.3	4.3	4.9	5.2	5.8	5.9	6.4
Temperatura mín. (°C)	0.6	0.9	0.7	-0.4	-2	-4	-3.9	-3.1	-1.6	-0.8	-0.7	-0.1
Temperatura máx. (°C)	11.9	10.9	11.4	12.9	12.2	12.7	12.5	12.9	12	12.4	12.5	13
Temperatura media (°F)	43.2	42.6	42.8	43.2	41.2	39.7	39.7	40.8	41.4	42.4	42.6	43.5
Temperatura mín. (°F)	33.1	33.6	33.3	31.3	28.4	24.8	25	26.4	29.1	30.6	30.7	31.8
Temperatura máx. (°F)	53.4	51.6	52.5	55.2	54	54.9	54.5	55.2	53.6	54.3	54.5	55.4
Precipitación (mm)	137	151	153	80	43	14	16	26	52	98	103	126

Fuente: (<https://es.climate-data.org/location/28094/>)

Vegetación

La vegetación de los lugares altoandinos con extensos pajonales de Íchu (Stipaichu) y pocas especies herbáceas y arbustivas, como el queñual (Polylepispp.), el berro y las huamanpintas.

Gráfico N° 2 Ganadería y vegetación local.



Fuente (Wikipedia)

4.1.4 Geología

Geología regional

La region está compuestas por rocas sedimentarias terrestres "Capas Rojas", como también de rocas volcánicas andesíticas y dacíticas con plutones hipabisales.

En la zona existen numerosas "Capas Rojas", que forman parte del grupo Casapalca, que se distribuye ampliamente a lo largo de la Cordillera Occidental desde la divisoria continental hacia el este y está compuesto por areniscas, arcillas y margas rojizas o verdosas en estratos finos con algunos lechos de conglomerados y esporádicos horizontes lenticulares de calizas grises, con un espesor estimado de 2.385 metros y datado en el Cretácico Superior (Eoceno).

Una secuencia de rocas volcánicas de espesor variable discordante con las "Capas Rojas" y otras unidades litológicas cretácicas consiste en una serie de coladas de lava y piroclastos mayoritariamente andesíticos, dacíticos y riolíticos pertenecientes al grupo Calipuy que frecuentemente muestran una pseudoestratificación subhorizontal en forma de bancos medianos a gruesos con colores variables de gris, verde y morado. Presentan intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas extremadamente silicificadas localmente, que podrían correlacionarse con una interdigitación con ciertas capas del grupo Casapalca. Tienen una edad entre el Cretácico superior y el Terciario inferior (Mioceno) y se encuentran al suroeste de la mina del Animón.

Existe una peneplanización y depósitos de rocas volcánicas ácidas como "ignimbritas", tobas y aglomerados de composición riolítica que posteriormente dieron lugar a formas "caprichosas" como resultado de la "meteorización diferencial" conocida como "Bosque de piedras" que se remonta al Plioceno.

El marco geológico-geomorfológico se completa con una posterior erosión glacial en el Pleistoceno que tuvo gran importancia en la región, siendo la producción de enormes lagunas el aspecto más rotundo de la actividad glacial.

Geología local

Está formada por sedimentos procedentes de un episodio de emersión y denudación intensiva. Las "Capas Rojas" del grupo Casapalca presentan dos ciclos de sedimentación: El ciclo más antiguo es el más potente con 1.400 a 1.500 metros de espesor y el ciclo más joven tiene una

potencia de 800 a 900 metros. Cada ciclo en su parte inferior se caracteriza por la abundancia de conglomerados y areniscas, en su parte superior contienen horizontes de chert, yeso y piroclastos. La gradación de los clastos y su orientación indican que los materiales han venido del este, probablemente de la zona que actualmente ocupa la Cordillera Oriental de los Andes.

Los geólogos de Volcan Compañía Minera SAA, han visto por conveniente elevar la formación Casapalca a grupo, debido a que en la zona de trabajo la formación Casapalca está dividida en dos Formaciones.

Grupo Casapalca (Cretácico Sup-Terciario Inferior)

En el distrito minero se distinguen dos formaciones bien marcadas:

✓ **Formación Inferior**

Está conformado por tres unidades:

✓ **Unidad Inferior**

Conforma por margas y areniscas se ubica en la parte central y más profunda del anticlinal de Huarón su grosor debe sobrepasar los 800m aproximados.

✓ **Unidad Media**

Aflora en el flanco este del anticlinal y es continuo por varios kilómetros con un grosor de 485 m. Se distinguen los siguientes horizontes:

Horizonte Base; Conformada por el conglomerado Bernabé que es un “Metalotecto” importante de la región con un grosor de 40 metros y está constituido por clastos de cuarcita de 10 cm. De diámetro y matriz arenosa.

Horizonte Central; Constituido por areniscas y margas rojas tiene una potencia de 420 m.

Horizonte Techo; “Metalotecto” calcáreo chertico de Sevilla y Córdoba de color violáceo y gris claro, masivo, lacustrino con un grosor de 25 metros.

✓ **Unidad Superior**

Existe 5 estratos de conglomerados en la base, con un total de 80 metros de espesor. Sus sedimentos son detríticos de la erosión de la unidad media; enormes bloques de chert "redepositado" son seguidos por una serie de areniscas púrpuras y niveles calcáreos. Esta unidad tiene un espesor total de 300 metros.

✓ **Formación Superior (Serie Abigarrada)**

Es el único macizo rocoso situado en ambos flancos del anticlinal y tiene un espesor de 800 metros. Es otro de los principales "metalotectos" de la región conocido como "Conglomerado San Pedro", tiene enormes clastos de cuarcita y caliza, que son rápidamente reemplazados por sulfuros en la ladera este, comienza con gruesos conglomerados propicios para la mineralización. El conglomerado de San Pedro tiene un espesor de 20 a 50 metros, seguido de una alternancia de areniscas con restos volcánicos, conglomerados intermedios, arcosas, areniscas conglomeradas, areniscas y capas calcáreas de 30 metros de profundidad, y areniscas margosas. Esta "serie abigarrada" se encuentra predominantemente en la región de Quimacocha.

Grupo Calipuy (Mioceno)

En el sector occidental de la zona se encuentran afloramientos de coladas de lava y piroclastos, mayoritariamente dacíticos y riolíticos, de color gris

blanquecino, con una pseudoestratificación perteneciente al grupo Calipuy, que contrasta con las rocas sedimentarias y carbonatadas de la formación Casapalca que se extienden más al oeste (sector Islay) y la cuenca de Antajirca.

Formación Huayllay (Plioceno)

Litológicamente, es un tufo porfirítico blanco friable que contiene vidrio, plagioclasa, cuarzo redondeado y hojas brillosas de biotita, estando presente clastos de pómez que no están aplanado; todos los cristales están frescos y tienen apariencia de brillo primitivo y se encuentran en posición subhorizontal rellenando paleo-relieves.

Se trata de una tufo porfídica blanca y friable que contiene vidrio, plagioclasa, cuarzo esférico y láminas brillantes de biotita, así como clastos de pómez no aplanados.

Depósitos Cuaternarios

Los depósitos cuaternarios, que incluyen los depósitos morénicos, fluvio-glaciales, de pantano y coluviales, son todos depósitos de cobertura que suelen estar sin consolidar y dispersos de forma irregular por la región.

Rocas Intrusivas

Al este aflora un stock intrusivo de composición cuarzo monzonítica que corta las rocas clásticas y carbonatadas de la formación Casapalca, tiene un aspecto tabular con dirección paralela a la estratificación (N 10° a 20° W), y no ha originado ningún tipo de alteración en contacto con las margas, areniscas y conglomerados que afloran en el sector.

La relajación de las fuerzas tectónicas compresivas preintrusivas, combinada con la acción del rebote elástico concentrado a lo largo de la zona axial longitudinal y de la zona axial transversal (parte convexa del anticlinal

flexionado), dio lugar a zonas de tensión o debilidad a lo largo de las cuales se produjeron rupturas en el anticlinal.

Los diques axiales longitudinales; se representan como un enjambre de seis diques dentro de un cuerpo lenticular con una anchura de 1,4 km y una orientación de N 25° W. Esta sección se adelgaza gradualmente al recorrer 3 km al norte y 5 km al sur. Los diques axiales longitudinales exhiben duplicación de afloramiento como resultado de la acción de fallas normales de edad post intrusiva y primordial que se formaron durante la migración hacia arriba de la sección central del anticlinal de doble buzamiento.

Los diques axiales transversales; se encuentran en el flanco oriental del anticlinal Tres diques alineados E-O y N 85°O están dispersos en una zona de 300 metros de ancho.

Los diques axiales longitudinales y los transversales se combinan en la zona central del anticlinal, donde adquieren mayor potencia y densidad.

Los diques longitudinales y transversales se adentraron apenas unos metros en los horizontes litológicos y no generaron metamorfismo de contacto de la roca madre.

El trabajo de las soluciones hidrotermales post-intrusivas ha causado seritización, caolinización y piritización severa en los diques, dificultando la visualización de las texturas y la composición de los intrusivos.

Geología estructural

Generalidades

El anticlinal Animón - Huarón, con un eje N 30° W, define el dominio estructural (orientación andina). Los estratos del flanco occidental buzán entre 30° a 40° al NW en promedio, y la estructura tiene 5Km de longitud.

Las vetas tensionales conectadas con la Veta Principa Animón se incluirían en un sistema de aberturas de dilatación extensional con orientación EW, mientras que las fallas con orientación EW están asociadas a las estructuras principales. Por último, las fracturas de orientación antiandina se relacionan con la tectónica compresiva regional que impactó en el área Animón - Islay.

Plegamiento

Los sedimentos pre-terciarios y terciarios han sido fuertemente plegados en estructuras orientadas regionalmente al N 25° W como resultado de la actividad de la Orogénesis Inca por fuerzas compresivas este-oeste. La principal expresión tectónica de la zona es el anticlinal de Huarón, que presenta las siguientes características:

- ✓ Un pliegue asimétrico, con el flanco oriental de mayor buzamiento 50°-60°E que el occidental 35°-42°W.
- ✓ El plano axial se orienta al N 20°-30°W y se inclina al oeste.
- ✓ El Plano axial presenta en la parte central del distrito una suave convexidad hacia el este.
- ✓ El eje del anticlinal presenta doble hundimiento; la parte norte se hunde 15°-20° al Norte y la parte Sur 5° a 8° al Sur.
- ✓ Las dimensiones de la estructura son de 20 Km. a lo largo de la zona axial longitudinal y 6 Km. a lo largo de la zona axial transversal (se toma como horizonte guía el techo del chert Córdova).

El sinclinal Quimacocha se encuentra a 3,5 km al oeste del anticlinal Animón-Huarón, con su plano axial paralelo al anticlinal Huarón. La geometría del anticlinal de doble buzamiento sugiere que se formó por una deformación dómica en respuesta a presiones tectónicas dirigidas hacia el este y hacia arriba,

con la resultante primaria orientada N65°E aplicada en el centro del distrito y la resultante intermedia dirigida hacia arriba.

Fracturamiento

El emplazamiento de los diques axiales, el anticlinal de Huarón fue nuevamente comprimido por presiones dómicas, de orientación al S 80° E y hacia arriba. Estos esfuerzos superaron el límite elástico de las formaciones litológicas, provocando la fractura transversal y longitudinal del anticlinal, así como el desplazamiento hacia arriba de la componente central del distrito.

Para la fracturación se utilizaron dos conjuntos de fracturas preminerales: uno transversal orientado en dirección E-O y otro longitudinal orientado en dirección N-S.

Conjunto transversal orientada en dirección E-W; Se distingue por dos sistemas de fracturas que tienden a converger en profundidad. Un número importante de fracturas, incluidas las fracturas inversas mineralizadas de Andalucía, Restauradora (Principal), Cometa, Elena, Yanamina, Travieso, Alianza y Yanacrestón. corresponden al primer sistema, que tiene una inclinación de 70°-80° hacia el norte y se encuentra en las partes central y sur del distrito.

Conjunto longitudinal orientada en la dirección N-S; Este sistema tiene un buzamiento de 80°-90° hacia el sur y se localiza en la parte norte de unas fracturas, la mayoría de las cuales son fracturas inversas mineralizadas causadas por las fuerzas de compresión este-oeste que forman el anticlinal de Huarón provocarán fallas longitudinales al eje del anticlinal y luego una gran ruptura en (x) equis cizalla, con dos fallas Naticocha-Llacsacocha y Cometa-Huaychao a diferentes edades.

Geología Económica

Generalidades

El yacimiento se encuentra en el cinturón polimetálico XVII, que es un cinturón epitermal de Au-Ag del Eoceno con yacimientos polimetálicos del Eoceno-Oligoceno-Mioceno, y está gobernado por sistemas de fallas y cabalgamientos NW-SE. Los yacimientos de Huarón, Islay, Animón y Shalca se encuentran dentro de este cinturón polimetálico y son los primeros productores de plomo, plata y zinc del país.

Paragénesis

- **Primer ciclo**

Las soluciones hidrotermales primordiales invadieron y fluyeron a lo largo de las primeras fracturas premineras, que se formaron en la sección media del distrito, a temperaturas bastante elevadas. El cuarzo lechoso, la pirita, la enargita y la tetraedrita se precipitaron en el siguiente orden paragénico: cuarzo lechoso, pirita, enargita y tetraedrita. La enargita es abundante en el centro del distrito, mientras que la tetraedrita (con menor concentración de plata) prevalece en las afueras del distrito. La precipitación tardó un tiempo considerable, lo que permitió la producción de cristales de tamaño medio.

- **Segundo ciclo**

Una nueva actividad magmática se desarrolló como reacción a las pulsaciones tectónicas, dando lugar a la inyección de un segundo ciclo de mineralización a media temperatura. El movimiento diferencial de los tills permitió que los precipitados del primer ciclo fueran brechados, intruidos y cementados por los minerales de la segunda etapa de mineralización, que son cuarzo lechoso, pirita, marmatita y galena.

El período de precipitación del segundo ciclo fue más largo que el del primero, y el enfriamiento fue más lento, lo que dio lugar a cristales de mayor diámetro. Este tipo de mineralización generó el 50-60% del volumen total de precipitado mineral.

- **Tercer ciclo**

La renovada actividad tectónica tras la consolidación de los precipitados del segundo ciclo permitió que la zona del núcleo se elevara aún más, que las grietas preexistentes se prolongaran y profundizaran y que surgieran otras estructuras nuevas. La brechificación, y el consiguiente aumento de la permeabilidad de los minerales depositados, ayudó a la circulación de soluciones hidrotermales frescas de baja temperatura. Los precipitados incluyen texturas colomorfas y botroidales, así como una fina cristalización, lo que significa una rápida precipitación en un corto período.

Este ciclo se distingue por la gran cantidad y constante precipitación de carbonatos, que comienzan con la siderita y progresan a través de la dolomita, la rodocrosita y la calcita. Este ciclo también incluye barita, esfalerita rubia clara, esfalerita rubia rojiza, galena, tetraedrita argentífera, polibasita y calcopirita.

Tras la precipitación de la tercera fase de mineralización de la esfalerita y la galena, se inició una leve lixiviación hipogénica que produjo una disolución parcial en los cristales y en las paredes de las grietas menores.

Mineralización

El yacimiento presenta minerales de menas como: esfalerita (SZn), galena (SPb) y minerales de ganga como cuarzo (Si₂O), calcita (CO₃Ca), Pirita (S₂Fe), Rodocrosita (CO₃Mn) y calcopirita (S₂CuFe).

Los tipos de mineralización del distrito están constituidos por vetas y cuerpos mineralizados y por vetas-manto.

- **Estructuras Vetiformes**

Las vetas son grietas preexistentes que se han rellenado con minerales como Fe, Cu, Zn, Pb y Ag. Hay más de 60 vetas en el territorio, pero las más importantes que se han proyectado y desarrollado en Animón son aproximadamente cuatro, y en Huarón unas veinticinco. Estos yacimientos son los que presentan la mayor mineralización económica de la zona.

La potencia de las vetas oscila entre unas decenas de centímetros y entre 8 y 10 metros. La longitud del rumbo de la veta principal en el nivel 270 es de 3,50 m. Las venas Este-Oeste tienen buzamientos que van de 75° a 90°, las venas tienden a ramificarse cuando atraviesan diques monzoníticos, y cuando entran en los conglomerados, sustituyen a los clastos calcáreos.

La importante alteración hidrotermal de las cajas de caolinización y silicificación está asociada al primer y segundo ciclo de mineralización, y muy pocas vetas han sido afectadas por fallas transversales o concordantes posteriores a la mineralización.

- **Cuerpos Mineralizados**

Los cuerpos mineralizados se desarrollaron en la zona de unión de las vetas E-O con el conglomerado Bernabé y el chert Córdova en la zona este y con el conglomerado San Pedro en la zona Quimacocha del anticlinal. Los

contornos horizontales de estas masas mineralizadas son irregulares y se extienden en una orientación norte-sur. La mineralización se extiende por los conglomerados y la matriz calcárea es reemplazada.

Zonamiento

Los precipitados de los distintos ciclos de mineralización se han dispersado en zonas concéntricas tridimensionales y zonas concéntricas asimétricas en la zona minera de Animón-Huarón.

Los minerales de mayor temperatura, correspondientes al primer ciclo de mineralización, se dispersan en dos subzonas: una en la sección media o núcleo compuesta mayoritariamente por pirita-enargita y otra rodeando a la anterior compuesta por pirita tetraédrica rica.

La zona intermedia contiene minerales de temperatura media, que se correlacionan con el segundo ciclo de mineralización. Estos precipitados invaden y se superponen a los minerales del primer ciclo, dando lugar a las asociaciones minerales de cobre-cinc-plomo, a veces conocidas como minerales triples. El mineral dominante es la marmatita, que se complementa con cristales triglifos de pirita y poca galena. Esta zona contiene la mayor parte de las reservas minerales del distrito. Minerales de baja temperatura formados durante el tercer ciclo de mineralización

Se han formado en las grietas más jóvenes del distrito, en la periferia. Estos precipitados definen la zona exterior de la mineralización; los minerales típicos incluyen esfalerita rubia clara y rubia rojiza, galena en megacristales y ganga botroidal compuesta por siderita, barita y rodocrosita. Los precipitados del tercer ciclo se han superpuesto a las zonas ocupadas por los precipitados precedentes debido a la reapertura de las fracturas.

Caracterización Minerográfica

El estudio mineralógico identificó las fases mineralógicas presentes, reconociendo las texturas, los tamaños, los porcentajes, la forma y las asociaciones mineralógicas mostradas en la briqueta pulida; esta información, combinada con la obtenida mediante otras técnicas de caracterización mineralógica y geológica, puede dilucidar la historia geológica del yacimiento (variaciones de elementos traza, abundancia de isótopos estables y radiogénicos, análisis de inclusiones fluidas y microscopía electrónica).

Método de Estudio

La muestra de la briqueta pulida se fabricó en una sección de aproximadamente 2cm². Se utilizó un microscopio de luz polarizada Olympus con luz transmitida y reflejada para la descripción minerográfica.

Se realizó el estudio de dos muestras:

- ✓ Muestra de veta Principal.
- ✓ Muestra de veta Andalucía.

• Descripción Macroscópica

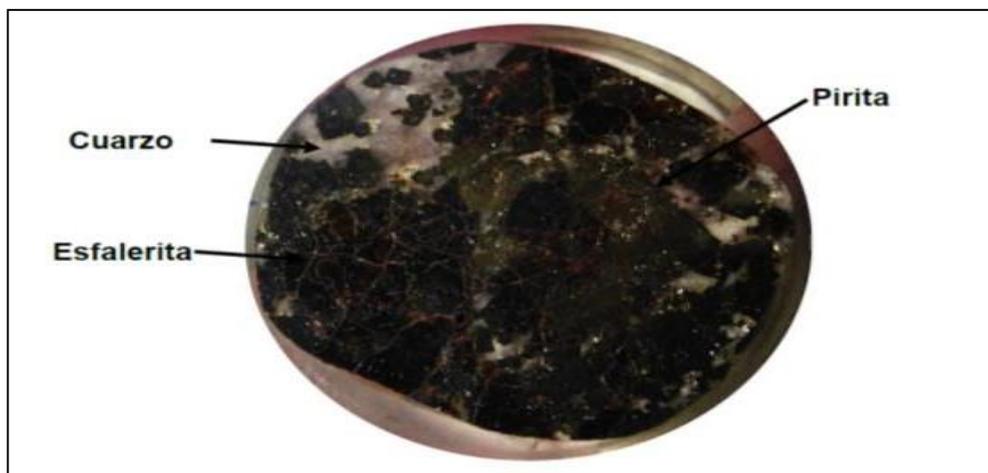
Relleno hidrotermal formado por agregados masivos e irregulares de pirita y esfalerita II, la cual se caracteriza por tener finas disseminaciones de calcopirita, y se encuentra intercrecido con esfalerita I. Asimismo, se presenta galena como reemplazamiento de esfalerita I y II, también como inclusiones en pirita. Se aprecia inclusiones de especularita en cristales de pirita, en algunos casos a modo de zonación.



Fotografía N° 3: Muestra 20336024430.

- **Descripción Microscópica**

Por orden de abundancia, se han descubierto los siguientes minerales: La esfalerita, que se presenta en dos generaciones y crea texturas bandeadas y costrosas con la ganga, representa una parte importante de la roca.



Fotografía N° 4: Muestra microscópica Pirita (45%)

Se presenta como agregados masivos con tamaños centimétricos intercrecidos con gangas de cuarzo y esfalerita, además de cristales subhedrales cúbicos con tamaños menores que 2.50 mm, por sectores se observan reemplazados por esfalerita I y II, en forma ameboide de tipo 1b I, simple 1a I, y a manera de inclusión de tipo 1e III. Asimismo, presenta inclusiones de calcopirita (1e I) y de especularita (1e III), también ésta última se aprecia a modo de diseminado (1d III). **Esfalerita (35%)**

Se presenta en dos posibles de generaciones. La esfalerita I (25%), se presenta en agregados irregulares masivos y de tamaños centimétricos. Se encuentran intercrecidos con esfalerita II. La esfalerita II (10%), ocurre a modo de cristales subhedrales con tamaños menores a 3.00mm. Se encuentra reemplazando a pirita en forma simple 1a I y ameboide 1b I. En algunos casos se presenta como inclusión en pirita (1e III). Asimismo, se encuentra con finos diseminaciones de calcopirita e inclusiones de pirita (1e I y III).

Especularita (Traza)

Se encuentra como cristales subhedrales de formas tabulares, algunos aciculares con tamaños inferiores que 0.34 mm, ocurren como inclusiones en cristales de pirita de tipo 1e III y a modo de diseminado 1d III. En algunos casos ocurre a modo de zonación en los cristales de pirita.

Galena (Traza)

Se encuentra como cristales anhedrales con tamaños menores que 0.30 mm. Ocurre reemplazando a esfalerita I y II a modo de inclusiones de tipo 1e I.

Calcopirita (Traza)

Se presenta en cristales anhedrales con tamaños hasta de 0.04 mm. Se encuentra como inclusiones en pirita (1e I).

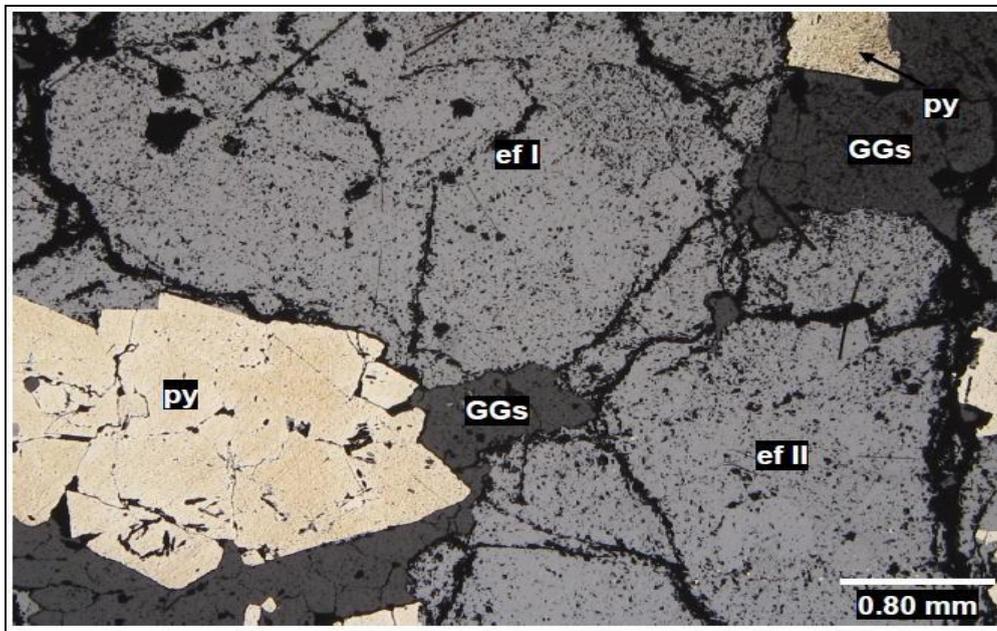
Gangas (19.5%)

Están formadas por cuarzo

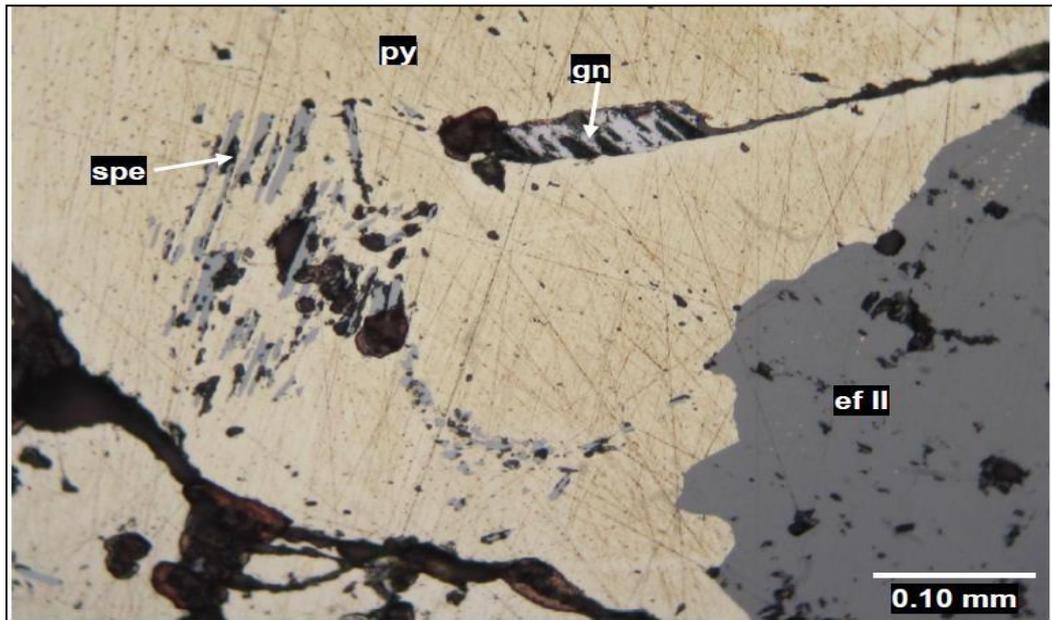
Texturas

Estructura de relleno hidrotermal con mineralización en agregados. Posible secuencia paragenética.

1. Especularita
2. Pirita
3. Esfalerita I
4. Esfalerita II
5. Calcopirita
6. Galena



Fotografía N° 5: Cristales subhedrales de pirita (py) en contacto con esfalerita I (ef I) y agregados irregulares de esfalerita II (ef II) diseminados en gangas de cuarzo (GGs). Fotomicrografía en LR- N//.



Fotografía N° 6: Cristales anhedrales de pirita (py) con inclusiones de galena (gn) y specularita (spe), la pirita (py) se encuentra reemplazada por esfalerita II (ef II). Fotomicrografía en LR-N//.

Muestra de Veta Andalucía (20336024439)

Descripción Macroscópica

Relleno hidrotermal compuesto por calcita intercrecida con dolomita, además mineralizada con esfalerita, galena y calcopiri



Fotografía N° 07: Muestra de 70cm 20336024439

Descripción Microscópica

Relleno hidrotermal compuesto por calcita I y dolomita masiva intercrecida con sulfuros y cortada por venillas de calcita II. Se reconocen carbonatación, silicificación y argilización incipiente como alteraciones. Los minerales opacos se presentan en venillas y diseminados.

Minerales Secundarios

Granos diseminados de cuarzo II (Trazas)

El cuarzo II se presenta en cristales de forma diseminada entre los cristales de calcita I. Los cristales son anhedrales y con bordes de reabsorción. Los cristales se encuentran afectados por la mineralización de opacos. El tamaño de los cristales varía entre 0.05 mm y 0.1 mm.

Venillas de cuarzo III (Trazas)

El cuarzo III es encontrado como relleno de venillas, se presentan con un espesor de 0.02 mm. Los cristales se presentan en formas alargadas.

Calcita I (45%)

Cristales de calcita I en formas anhedrales con un tamaño que varía entre 0.05 mm y 0.75 mm. La calcita I predomina en la muestra, se presentan en textura de mosaico, con zonas compactas y otras muy fracturadas, sobre ésta se encuentran diseminaciones de opacos y es cortada por venillas que se rellenan parcialmente por cuarzo II. Dolomita (12%)

La Dolomita se presenta en cristales subhedrales a euhedrales. El tamaño de los cristales varía entre 0.1 mm y 0.3 mm. Los cristales se encuentran intercrecidos con la calcita I, diferenciándose de ella por los cristales con contorno basal rómbico.

Venillas de calcita II (12%)

La calcita II se presenta en venillas de un espesor de 0.5 mm cortando a los cristales de calcita I. Las venillas de calcita son cortadas por venillas de minerales opacos.

Minerales Accesorios

Esmectita (Trazas)

Las arcillas están compuestas de esmectita criptocristalina que se encuentra diseminada entre los granos de calcita I.

Limonitas (8%)

Las limonitas se presentan en agregados criptocristalinos diseminados sobre los cristales de calcita y como relleno de finas venillas menores a 0.05 mm, tiñendo a los cristales de calcita a tonalidades amarillas y rojizas.

Minerales opacos (22%)

Los minerales opacos representan un evento final de mineralización en forma de diseminaciones y venillas.

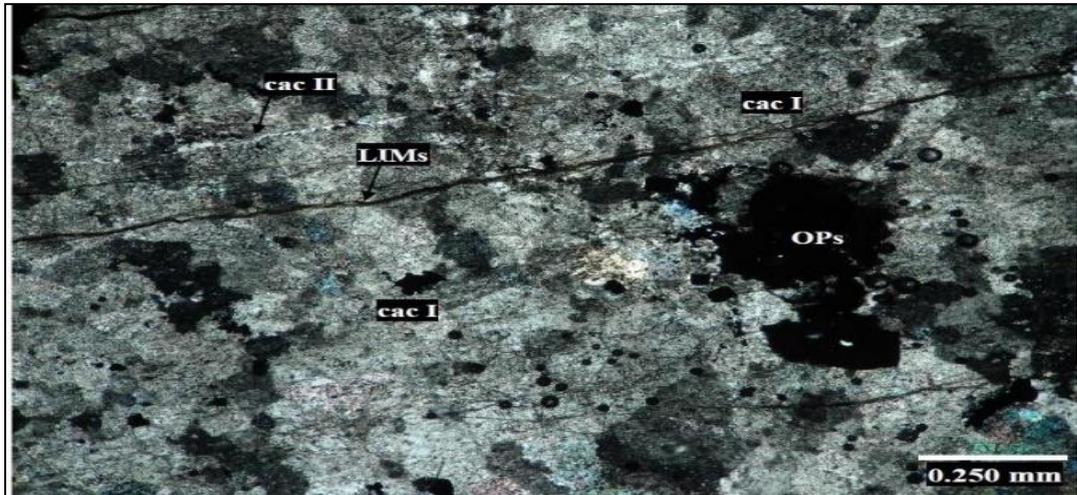
Clasificación.

Relleno hidrotermal compuesto por calcita, pirita, galena, calcopirita y esfalerita.

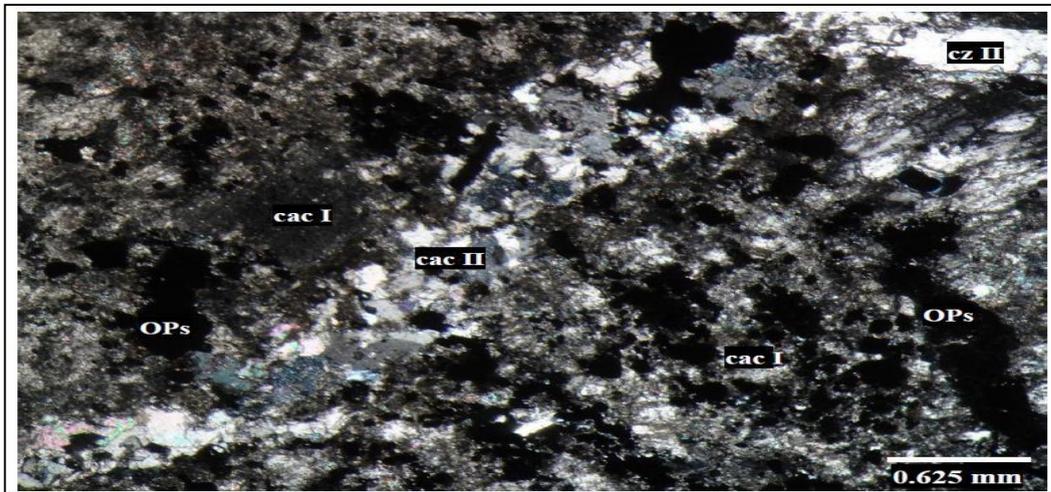
Posible secuencia paragenética de las gangas

Tabla N° 4 Paragénesis

PARAGÉNESIS	TIPO DE MINERAL
1. Cuarzo II	Secundarios
2. Calcita I - dolomita	
3. Calcita II	
4. Cuarzo III	
5. Opacos	
6. Esmectita - Limonitas	



Fotografía N° 08 Vista general del agregado mineral, se encuentran cristales de calcita I (cac I) y cuarzo II (cz II) intercrecidos y cortados por venillas de calcita II (cac II) y minerales opacos (OPs). Fotografía en LT-NX.



Fotografía N° 09 Detalle de cristales de calcita I (cac I) con textura en mosaico. Además, se encuentran venillas finas rellenas de calcita II (cac II) y otras de limonitas (LIMs).

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Implementación de sistema de aseguramiento y control de calidad

La empresa minera Chungar, geológicamente efectúa trabajos de muestreo provenientes de la explotación subterránea, perforación diamantina, toda la información es alimentada en una base de datos consolidada “FUSION”.

La empresa minera Chungar ha optado por seguir los lineamientos de AMEC, para lo cual materializó un protocolo de Control de Calidad.

Mientras que el aseguramiento de la calidad se refiere a los pasos sistemáticos y previamente planificados utilizados para aumentar el nivel de confianza de un programa de exploración, el control de calidad se refiere a los métodos normales utilizados para comprobar la calidad.

El aseguramiento de la calidad se lleva a cabo mediante el desarrollo y la ejecución de protocolos de trabajo destinados a evitar errores importantes y a minimizar los errores aleatorios y sistemáticos.

En consecuencia, mientras que la Garantía de Calidad implica el concepto de prevención, el Control de Calidad se ocupa de la identificación de problemas.

4.2.1.1 Programa de aseguramiento en muestreo de canales y perforación diamantina

La creación y ejecución de procedimientos de trabajo destinados a evitar grandes errores y a limitar los errores aleatorios y sistemáticos da lugar al aseguramiento de la calidad.

Muestreo

Para la caracterización óptima de un yacimiento mineral es necesario conocer a fondo el mineral de interés, para lo cual hay que adquirir una

serie de muestras extraídas sistemáticamente, es decir, muestras lo más representativas posible. Las muestras adquiridas deben ser tan similares a las características genuinas del recurso mineral como sea factible, en términos de adquisición y extrapolación de sus propiedades a todo el yacimiento.

En general, la obtención de un conjunto suficiente de muestras es fundamental en el proyecto minero para caracterizar eficazmente el mineral. Para extrapolar los atributos de las muestras a todo el depósito de recursos minerales, las muestras deben ser representativas.

La toma de muestras en la minería es una de las operaciones más importantes y necesarias, ya que los resultados de los ensayos de las muestras determinarán si un yacimiento es comercialmente explotable o no. Estos resultados se utilizarán para planificar y regular las actividades de exploración, extracción y tratamiento metalúrgico. Un muestreo cuidadoso y preciso garantizará los resultados de las pruebas utilizadas para calcular los recursos y las reservas.

La evaluación de los resultados del muestreo, junto con una buena interpretación geológica, permitirá determinar el valor de un yacimiento y su posterior investigación durante la fase de exploración. Del mismo modo, para comprar o vender un yacimiento que está en proceso de explotación o exploración, se realizará una buena evaluación de los recursos, que dependerá en gran medida de un muestreo fiable, ya que un muestreo deficiente o muestras contaminadas darán lugar a definiciones incorrectas.

Objetivo del muestreo

El objetivo del muestreo es evaluar el contenido de elementos valiosos existentes en un yacimiento de vetas u otras estructuras tabulares, cuerpos, mantos, pórfidos, etc., así como definir, entre otras cosas, sus recursos y su valor sobre la base de las calidades de las muestras, según los informes del laboratorio.

Los ensayos de muestras se utilizan en las evaluaciones de las distintas fases del proceso minero.

La prospección, la exploración, el desarrollo y la producción son todas las fases de las operaciones mineras. También se emplean en:

- ✓ Estimación de Recursos, Reservas y Potencial del Yacimiento..
- ✓ Se diseñará una explotación ordenada en base a las reservas actuales, además de los hallazgos de las muestras se realizara un adecuado blendeo, para que el mineral sea suministrado a la Planta Metalúrgica con las leyes más uniformes posibles, lo que se traduce en una mayor recuperación.
- ✓ En Prospección Geoquímica para el análisis por multielementos, a fin de definir la presencia de anomalías geoquímicas que ayuden a interpretar la geología, así como orientar mejor las exploraciones.
- ✓ En la prospección geoquímica para el análisis de multielementos con el fin de determinar la presencia de anomalías geoquímicas que ayuden a la interpretación de la geología y a orientar mejor las expediciones.
- ✓ Delimitar el valor de los productos refinados que se van a vender o comprar.
- ✓ Una buena muestra de mineral debe ser “equiprobable”, además debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ Representativa: En ella deben de estar representadas todas las diferentes partes del mineral de una determinada zona.
- ✓ Proporcional: Las diferentes partes mineralizadas del yacimiento deben estar presentes en cantidades proporcionales en la muestra.
- ✓ Pura libre de contaminación: Las muestras no debe tener materiales extraños ni de otras partes de la veta, es decir no deben estar contaminadas. La detección de “muestras contaminadas” será causa para desecharlas.

Detección de las principales fuentes de error

Según Simón (2013), pueden hallar y categorizar diferentes fuentes de error que perjudican la calidad de los resultados en el muestreo, a continuación, presentamos las principales fuentes de error que se podrían encontrar en el muestreo de la mina Chungar:

La heterogeneidad geológica

La heterogeneidad geológica es uno de los factores más significativo que afecta el buen desarrollo del muestreo en canales y perforación, entre los problemas más incisivos tenemos:

- trabajadores no cualificados y formación inadecuada
- Mala codificación de los datos iniciales.
- Utilización de un modelo geológico obsoleto o insuficiente.
- Interpretación geológica inadecuada.
- Utilización de programas y/o procedimientos obsoletos insuficientes
- Programación y/o procedimientos insuficientes.

En estos casos, se aconseja limitar el impacto perjudicial de la heterogeneidad geológica teniendo en cuenta los siguientes factores.

- ✓ Contratar al mayor número de empleados disponibles y enseñarles regularmente nuevos enfoques de trabajo.
- ✓ Preparar el trabajo a realizar con antelación o disponer del tiempo necesario para una excelente coordinación del trabajo y codificación del desarrollo de los datos para evitar errores por falta de tiempo.
- ✓ Trabajar en la interpretación geológica para que los trabajadores de campo puedan entenderla completamente.
- ✓ Emplear procesos y protocolos adecuados, que deben examinarse y actualizarse periódicamente con la ayuda de las personas que participan en el trabajo.

La toma de las muestras

Una muestra correcta en el campo es fundamental, de ahí que sea crítico identificar los errores cometidos a lo largo del procedimiento. Los fallos más significativos en este proceso son

- ✓ Pérdidas importantes de material durante la extracción de la muestra.
- ✓ Colocación incorrecta de las muestras en el espacio.
- ✓ Peso inadecuado de las muestras.
- ✓ Errores en el etiquetado y en la disposición de las muestras.
- ✓ Se empleó una técnica de muestreo inadecuada.
- ✓ Bolsas de muestreo en mal estado.

Se aconseja minimizar estos errores y optimizar el procedimiento de muestreo mediante:

- ✓ La cooperación constante entre los supervisores y los operarios de las máquinas para minimizar la pérdida de material y/o el arrastre.

- ✓ Garantizar que el proceso de muestreo se desarrolle correctamente por parte de las personas, actualizar y utilizar los métodos de muestreo adecuados.
- ✓ Formar a los trabajadores sobre el muestreo adecuado y la necesidad de la representatividad de los resultados de forma regular.
- ✓ Entrenar en la colocación y orientación física de las core, así como en la posición de los intervalos de las muestras.
- ✓ Mantenga un método o secuencia para etiquetar las muestras.
- ✓ Extremar las precauciones al manipular las muestras.
- ✓ En colaboración con el laboratorio, establezca un peso de muestra estándar.
- ✓ Utilizar una balanza portátil y práctica para asegurarse de que no hay exceso o defecto de muestra.
- ✓ Comprobar el estado de las bolsas en las que se colocará la muestra.

La medición de los parámetros

- ✓ Se utilizan procedimientos analíticos inadecuados.
- ✓ Se utilizan estándares inadecuados.
- ✓ No se comprueban los balances.
- ✓ Se han utilizado metodologías de cálculo incorrectas.
- ✓ Alteración en la secuencia de las muestras, ya sea accidental o planificada.

Recomendaciones para mejorar los procesos de preparación y análisis:

Comprobar que el laboratorio:

- ✓ Utiliza medidas de preparación adecuadas.
- ✓ Utiliza instrumentos y equipos en buen estado.
- ✓ Se utilizan productos químicos y estándares fiables.
- ✓ Tiene un sistema de control de calidad suficiente.
- ✓ Mantiene un entorno de trabajo limpio y ordenado.

La preparación de la base de datos

- ✓ Escribir lo mismo una y otra vez.
- ✓ Las muestras de control de calidad se codificaron incorrectamente.
- ✓ Faltan métodos para identificar a los responsables.
- ✓ Datos relativos a las metodologías analíticas que son relevantes.
- ✓ Fechas que son importantes.
- ✓ Números de una muestra.
- ✓ Faltan filtros y/o procedimientos de validación de la información.

Sugerencias para mejorar la preparación de la base de datos:

- ✓ Planificar la estructura y el flujo de la información.
- ✓ Crear técnicas de filtrado y validación.
- ✓ Evitar la introducción manual de datos.
- ✓ Utilizar dos entradas.

Otros errores frecuentes en la medición de los parámetros

- ✓ Un programa de control de calidad defectuoso.
- ✓ No existe un programa de control de calidad.
- ✓ Problemas en la comunicación de los resultados.
- ✓ Utilización de numerosos símbolos y/o formatos numéricos de forma indiscriminada.
- ✓ Se producen errores en la medición de las unidades cuando se colocan numerosas unidades del mismo artículo en lotes separados.

Organización: Personal, Funciones Responsabilidades

Geólogo de Ore Control: Es un geólogo con experiencia en geología subterránea o a cielo abierto, así como en muestreo y minería. Será el responsable directo de garantizar que el muestreo se realice con precisión, eficacia y seguridad.

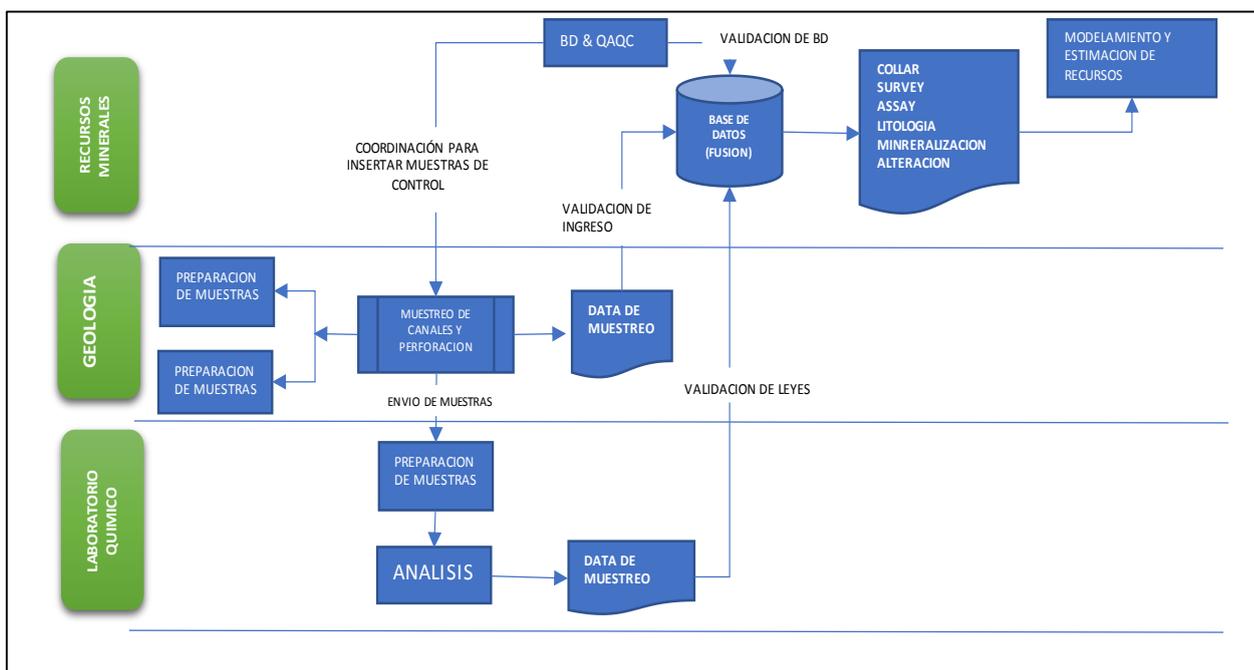
Geólogo de Delineación de Recursos, Brownfield y Potencial: Es un geólogo con experiencia en geología subterránea o a cielo abierto, así como en muestreo y minería. Será el responsable directo de garantizar que el muestreo se realice con precisión, eficacia y seguridad.

Geólogo de Base de Datos y QAQC: Es un Geólogo con experiencia en Base de Datos y QAQC; con conocimiento de muestreo, administración y validación de la información que se encuentre en la Base de Datos.

Muestrero: Persona que ha sido seleccionada y enseñada específicamente, con experiencia y talento en la toma de muestras con calidad y eficacia, por lo que debe estar convencida de que su trabajo es crítico, que tiene una enorme responsabilidad y que es una persona importante en la empresa. Estas características infundirán confianza en los resultados de las muestras. Establece un equipo con su ayuda para centrarse en una tarea determinada. Ha recibido formación en mineralogía, petrografía y cartografía básica.

Ayudante Muestrero: Para progresar en esta actividad y convertirse en un buen Maestro Muestrador, se requiere una persona con responsabilidad y aptitud que tenga conocimientos sobre el muestreo.

Gráfico N° 3: Diagrama de flujo de responsabilidades.



El Mapeo en Labores Subterráneas

La mina Animón de la Unidad Operativa Chungar está automatizada, y su proceso de explotación es de corte y relleno (C & RA) ascendente, con cortes horizontales de 100 m de longitud y alturas de corte que van de 3 m a 4,5 m, dependiendo de la fuerza de la veta (considerada de 3 m a 10 m de ancho).

Los planos de levantamiento topográfico creados con un teodolito o una estación total se utilizan a menudo como base topográfica para los trabajos de cartografía geológica en subniveles y galerías. La cartografía se realiza en el frente del mineral, a la altura del pecho, a escala 1:500, como es típico en la mayoría de los yacimientos; no se hace en el techo porque las labores son shocreteadas después de cada tiro, y porque no se conoce el tipo de roca. geológicamente Chungar se encuentra dentro de las capas rojas del Grupo Casapalca.

Procedimiento de Cartografiado

El geólogo de zona es el encargado de garantizar la calidad de la cartografía. Antes de comenzar su trabajo, debe verificar las circunstancias de seguridad (shocret y ventilación) y limpiar el frente que se va a cartografiar. Se necesitan las siguientes herramientas y materiales:

Cuadro N°03 Procedimiento de Cartografiado

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Brújula Brunton	Libreta de Campo
Picota, porta picota	Planos y Porta Planos
Flexómetro.	Protractor
Lupas	Lapiceros, lápices de colores.
Cámara Fotográfica	Plumón indeleble.
Lápiz de dureza	Bolsas para muestreo.

Los datos geológicos que deben colocarse son los siguientes

- ✓ Características de la estructura (fallas, brechas, estratificación, juntas, etc.).
- ✓ Estructuras formadas por minerales
- ✓ Cambios en las cajas (indicando el grado de alteración),
- ✓ Dispersión de los minerales
- ✓ Contactos y litología
- ✓ Los porcentajes de cada mineral en las estructuras mineralizadas deben indicarse en las descripciones de los rasgos cartográficos.
- ✓ La estructura mineralizada de cada estructura mineralizada
- ✓ Deben mencionarse los rumbos y buzamientos de las estructuras.
- ✓ Se utilizan los símbolos y colores estandarizados de la empresa para trazar la geología.

- ✓ La información geológica recopilada en el campo en formato A4 se traduce a planos estándar en la oficina para su interpretación y posterior uso en las investigaciones.

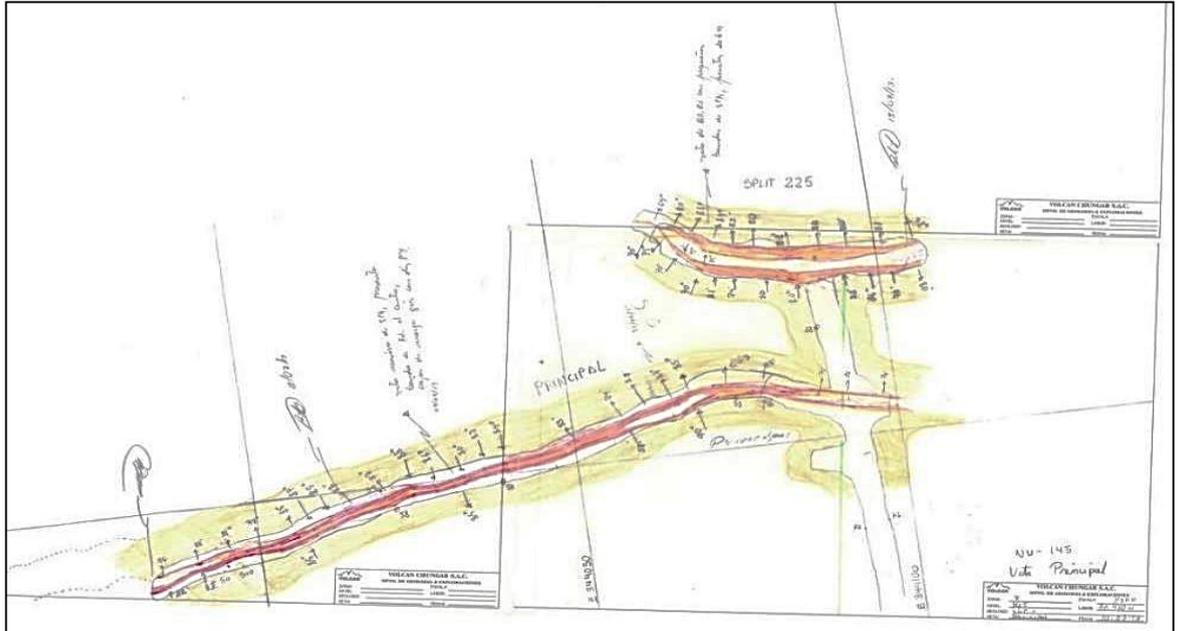


Gráfico N°4 Mapeo geológico.



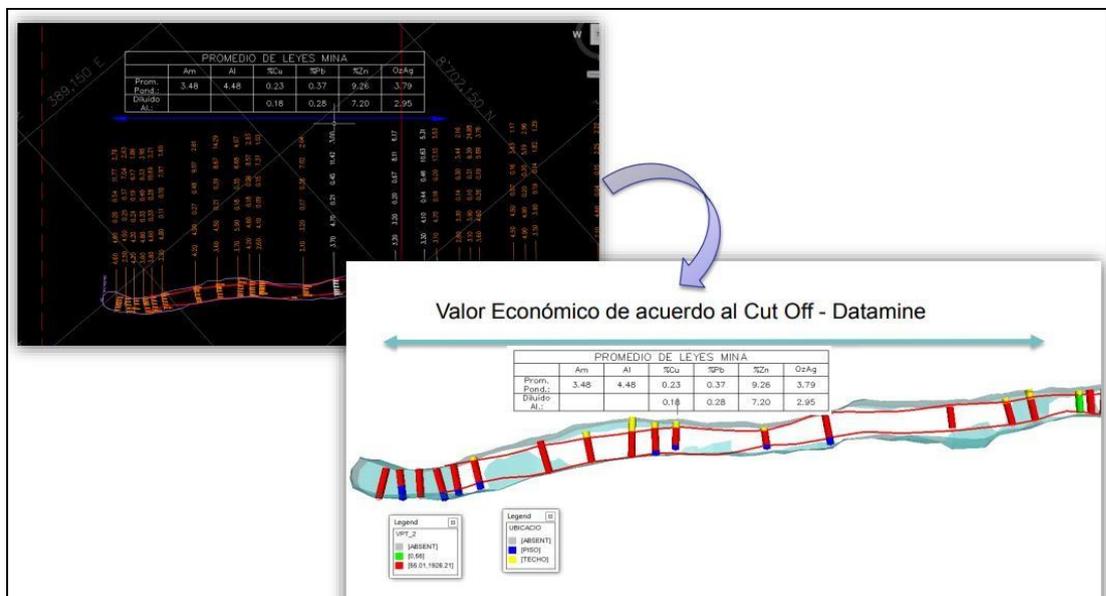
Gráfico N°5 Mapeo geológico 2.

Muestreo por canales

El procedimiento consiste en extraer muestras a intervalos regulares en canales rectangulares previamente trazados en el terreno transversalmente al curso de las formaciones tabulares o cuerpos.

Es la actividad más importante y delicada que se realiza a lo largo de todo el sistema productivo de la mina, empezando por las etapas de Exploración y pasando por las de Desarrollo hasta llegar a las de Explotación, y consiste en recoger muestras representativas de una parte concreta para inferir el valor del conjunto, y es fundamental en la evaluación de un yacimiento mineral porque apoya el estudio de viabilidad técnico-económica.

Gráfico N°6 Valor económico.



El canal debe ser horizontal en cualquier tipo de labores subterráneas, afloramientos o trincheras de afloramiento cubiertas en la empresa minera Animón, además de ser transversal a la estructura (la longitud de la muestra será

la proyección horizontal de la misma), excepto en el caso de vetas y mantos con buzamiento inferior a 30°, donde el canal debe ser vertical.



Fotografía N°10 toma de muestra.

El geólogo de la zona y los encargados de la toma de muestras son los responsables de garantizar el cumplimiento del método de muestreo.

Para realizar la tarea, hay que detectar en todo momento las circunstancias perjudiciales y seguir las normas de seguridad.

El geólogo de zona y los muestreros son los responsables de asegurar el cumplimiento del procedimiento de muestreo.

En todo momento se debe identificar si hay condiciones inseguras para realizar el trabajo y se respetara las normas de seguridad.

Equipos, herramientas y materiales

Cuadro N°04 Materiales de Muestreo

MAESTRO MUESTRERO	AYUDANTE MUESTRERO
Mochila de muestrero.	Mochila de muestrero
pistola neumática (rotomartillo)	Wincha de 30.00 m.
Distanciómetro o Flexómetro de 5.00 m	Aspersor de agua para limpieza de punta y comba.
Picota (martillo de geólogo).	Romana.
Brújula	Detector de gases.
Cronometro/reloj.	precintos de seguridad
Libreta de apuntes.	Libreta de apuntes.
Talonario de Muestreo.	Bolsas para muestras (nuevas).
Etiquetas de código de barras.	Lapiceros, lápices de colores.
Planos de Ubicación	Precintos de seguridad.
Lapiceros, lápices de colores.	Pintura de marcación (spray rojo)

Dimensiones y cantidad de muestra

La dimensión del canal será de cuerdo al tipo de mineralización y del ancho de la estructura, pudiendo tenerse más de una muestra en el mismo canal.

Cuadro N°05 Cantidad de muestra

Ancho Canal	0.20 m
Profundidad de Canal	0.02 m
Longitud de Canal:	Máxima 1.00 m
	Mínima 0.30 m
Peso de Muestra	Mínimo 3.0 Kg
	Máximo 5.0 Kg

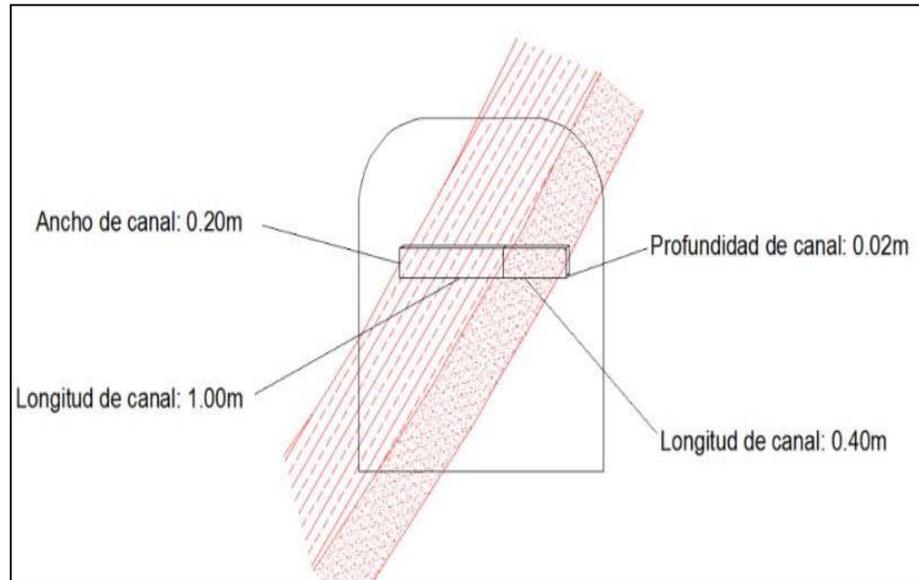


Gráfico N° 07: Dimensiones del canal de muestreo

Ubicación, marcado y espaciamiento

Los canales de las galerías, los subniveles, las rampas y los bypass deben localizarse y marcarse en relación con las ubicaciones topográficas vecinas. Si esta información no es accesible, las referencias serán otras obras labores cercanas, como ventanas, chimeneas, etc.

La distancia entre canales. Viene determinada por la regularidad de la mineralización, así como por el tipo de explotación. Una investigación geoestadística la define, en cualquier caso.

Un método para determinar el espaciado consiste en realizar pruebas, tomando muestras de varias labores a cada metro. Cada metro, cada 2 m, cada 3 m y cada 4 m, se promedian los datos. Si hay una diferencia inferior al 10% en los promedios cada 2 m, éste podría ser el espaciado adecuado, pero si la discrepancia sigue siendo inferior al 10% cada 3 m, éste sería el espaciado entre muestras que se utilizaría.

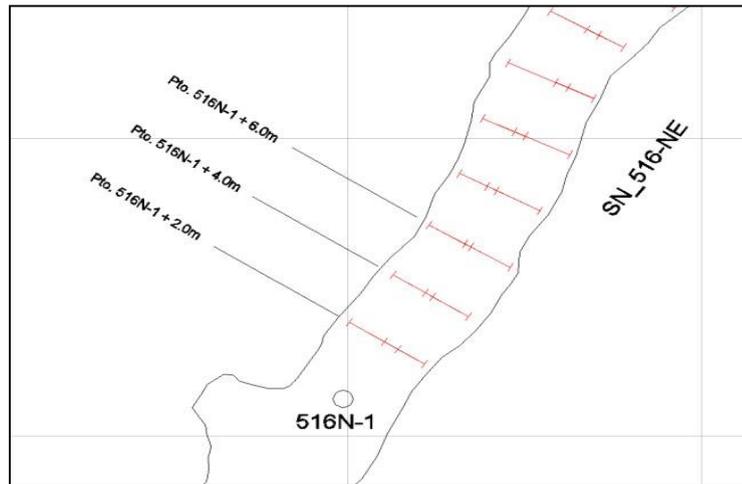


Gráfico N°08: Espaciamiento de muestreo en mina.

Procedimiento del muestreo por canales

- Determine la zona de muestreo localizando un punto medio en el acceso topográfico.
- Compruebe la última marca de muestreo.
- Para indicar la posición de la muestra, coloque un canal de 15 cm de ancho cada 2,00 m en subniveles y galerías, y cada 5,00 m en fosas.
- Comenzar el muestreo desde la caja del suelo, tomar la muestra, asegurarse de que es equiprobable, y repetir con cada una de las muestras del canal.
- Para conservar la proporcionalidad de la muestra, se deben rechazar o fragmentar los trozos gruesos (fragmentos de más de 2" de diámetro).
- El corte, la anchura y la profundidad del canal deben ser uniformes, y la muestra debe obtenerse a una profundidad mínima definida en toda la superficie del canal.
- El muestreador es responsable del manejo del equipo de muestreo (martillo rotativo y/o punta), mientras que el ayudante es responsable de recibir la

muestra directamente en el anillo que sostiene la bolsa de polietileno. (Está absolutamente prohibido cortar o aplastar la muestra).

- Rellene todos los datos pertinentes en el cuaderno de muestreo utilizando la potencia muestreada de la estructura y el trabajo. Repetir con cada una de las muestras del canal correspondiente. La muestra fue retirada, etiquetada, empaquetada y sellada.
- Repase el canal con pintura en aerosol roja o blanca para que quede constancia del muestreo de todo el canal y de la delimitación de cada muestra.
- El peso medio de la muestra no debe ser inferior a 3 kg ni superior a 5 kg. Utilice una balanza de mano para comprobar el peso.
- Considere el final del período de muestreo.
- Realice mediciones del acimut y la inclinación del canal (mida topográficamente el comienzo y el final de cada muestra).
- Cree un dibujo de la muestra para cada muestra.
- Marque la posición de la muestra con pintura roja en aerosol, escribiendo el código de la primera muestra de la canal en la caja superior del tajo. Con pintura a base de agua, delinear la veta.
- Como se especifica en la metodología de QAQC, inserte los controles de QAQC apropiados (Estándares, blancos finos, blancos gruesos, muestras gemelas).
- Trasladar las muestras al punto de depósito establecido hacia la oficina de recepción en el Laboratorio Químico

CHUNGAR GEOLOGIA EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A.A. MINA ANIMON Fecha: _____ Secuencia: _____ de _____		CROQUIS 	
TARJETA DE MUESTREO			
Responsables: Muestreos: _____ Geólogo Resp: _____		Controles de Calidad: <input type="checkbox"/> Estandar <input type="checkbox"/> Dupl. Grueso <input type="checkbox"/> B. Grueso <input type="checkbox"/> Dupl. Fino <input type="checkbox"/> B. Fino <input type="checkbox"/> Gemela	
Metodo de Muestreo: <input type="checkbox"/> Canales <input type="checkbox"/> Blash Hole <input type="checkbox"/> Canchas Can. <input type="checkbox"/> Puntos <input type="checkbox"/> Perf. DDH. <input type="checkbox"/> Canchas Ptos.		Estructura <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> M _____ Concesión: _____	
Ubicación de Muestra: Zona: _____ Nr: _____ Piso: _____ Labor: _____ Labor Ref: _____ Ubicación: _____ Ancho Labor: _____ Alto Canal: _____ Num Disparo: _____ Canal en: <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Corona <input type="checkbox"/> H.D. <input type="checkbox"/> H.L.		Ubicación de la Muestra en Superficie: Equipo: _____ Datum: _____ Zona: _____ Este: _____ Norte: _____ Cota: _____ Azimut: _____ Inclinación: _____	
Detalle de Muestreo: Ancho Muestra: _____ Caja P: _____ Caja T: _____ Sondaje: De: _____ A: _____ % Recup. Muestra: _____ Tiempo (min): _____ Peso M: _____		Litología: MBG <input type="checkbox"/> ARN <input type="checkbox"/> BX <input type="checkbox"/> VOL <input type="checkbox"/> INT <input type="checkbox"/> OTROS: _____ Alteración: ARGILIZACION <input type="checkbox"/> CARBONATACION <input type="checkbox"/> CLORITIZACION <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/> MINERALIZACION: MINERAL: SP <input type="checkbox"/> GN <input type="checkbox"/> PY <input type="checkbox"/> CPY <input type="checkbox"/> MAMB <input type="checkbox"/> CAL <input type="checkbox"/> RDS <input type="checkbox"/> OTRO _____ ESTILO: PCH <input type="checkbox"/> VN <input type="checkbox"/> DISS <input type="checkbox"/> MASS <input type="checkbox"/> BX <input type="checkbox"/> BAND <input type="checkbox"/> OTROS _____	
ENSAYES: <input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Zn <input type="checkbox"/> Ag <input type="checkbox"/> Mn <input type="checkbox"/> As <input type="checkbox"/> Sb Densidad Retornar: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		Observaciones: _____	
ENSAYES: <input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Pb <input type="checkbox"/> Zn <input type="checkbox"/> Ag <input type="checkbox"/> Mn <input type="checkbox"/> As <input type="checkbox"/> Sb Densidad Retornar: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		Fecha: _____	

Gráfico N°09: Tarjeta de muestreo de canales

Procedimiento de control de la obtención de muestras gemelas

- Una vez que los muestreadores hayan completado el primer muestreo sin supervisión, se realizará el muestreo gemelo (segundo muestreo).
- Para obtener las muestras gemelas, el geólogo de control de calidad designará la porción de muestreo dentro del canal mientras se asegura de que se siguen todos los pasos del protocolo de garantía de calidad del muestreo técnico.
- Se documentarán los datos relevantes recogidos durante el muestreo, como la heterogeneidad geológica y la delimitación inadecuada del canal.
- En un lote de 20 muestras, deberá adquirirse al menos una muestra gemela que represente el 5% de las muestras de control en las muestras gemelas.



Fotografía N°11: Embolsado y etiquetado de muestreo de canales.

Muestreo por Perforación Diamantina

Los testigos se dividen longitudinalmente en dos, una fracción constituye la muestra y la otra sirve de archivo.

Los sondeos realizados a lo largo de las etapas de exploración, desarrollo y explotación deben ser meticulosamente documentados con el fin de adquirir información que permita estimar la viabilidad de la explotación y la rentabilidad del yacimiento.

La recuperación de testigos con brocas de diamante es uno de los procedimientos de perforación más utilizados por las siguientes razones:

- ✓ La muestra resultante es continua.
- ✓ El volumen de la muestra por unidad de longitud se mantiene relativamente constante.
- ✓ El core puede estudiarse en la superficie en un entorno cómodo y seguro, lo que permite obtener datos geológicos, mineralógicos y geotécnicos de mayor calidad.

- ✓ Datos mineralógicos y geotécnicos de alta calidad.
- ✓ Los problemas de contaminación son bastante raros.

Equipos, Herramientas y Materiales

Cuadro N°6 Materiales de Muestreo

Herramientas de Trabajo	Materiales de Trabajo
Sierra de diamantina para cortar testigos (petrotomo).	Talonario de muestreo.
Picota (martillo de geólogo).	Etiquetas de código de barras.
Espátula.	Formato de Reporte
Romana.	Lapiceros, lápices de colores.
Cronometro/reloj.	Plumón indeleble.
Flexómetro.	Bolsas para muestreo.
Escoba de mano.	Precinto.
Detector de energía.	

Ubicación y Marcado de Muestra

La colocación de las muestras de testigos corresponde a la distancia medida desde el inicio del agujero o taco más cercano a la sección correspondiente.

Las muestras están etiquetadas en las cajas de testigos y son responsabilidad del geólogo que las registró.

La posición de la muestra se ve en la sección del taladro, así como en la sección longitudinal de la estructura mineralizada correspondiente. En el caso un modelo geológico, puede situarse en el espacio utilizando un software especializado.



Fotografía N° 12: Ubicación del tramo de muestreo en un core.

Dimensiones del Muestreo de Cores

Las dimensiones del CORE dependerán de la variación de la mineralización.

Diámetro de Core	HQ (0.065 m)
	NQ (0.050 m)
Longitud de Core	Máxima 1.50 m
	Mínima 0.30 m
Peso de Muestra	Mínimo 1.5 Kg
	Máximo 6.0 Kg



Fotografía N° 13: Ubicación del tramo de muestreo en un core.

Procedimiento del muestreo en Perforación Diamantina

Los testigos de perforación geológica previamente registrados se dividen en secciones en función de sus características mineralógicas, estructurales y/o de alteración.

El geólogo debe elegir las secciones de interés para el muestreo; para ello, debe trazar una línea en la mitad de las secciones de testigos que sea perpendicular a la orientación de las vetas o estructuras mineralizadas; los procesos son los siguientes.

- Los geólogos de control de calidad y de logueo se encargan de garantizar el cumplimiento del método de muestreo de núcleos de perforación diamantina.
- Antes del corte, las muestras del geólogo deben ser visibles, y el geólogo de control de calidad debe verificar el cumplimiento en circunstancias específicas.



Fotografía N°14: Muestra de core diamantino.

- Compruebe que las partes que se van a muestrear en las cajas coinciden con las que aparecen en el registro de la explotación.

- Antes de cortar, determine la recuperación del core de las partes que se van a muestrear.
- Crear un registro de muestras que se enviará al laboratorio.
- Etiquete las bolsas de muestreo con los códigos de barras y luego con un marcador indeleble.
- Con el cortador de disco de diamante (Petrótomo), la porción de núcleo indicada se cortará con precisión en dos, siguiendo la línea trazada por el geólogo a lo largo del núcleo.



Fotografía N°15: Marcado de la línea de core.

- Coloque la muestra cortada dentro de la bolsa previamente etiquetada con cuidado, evitando el contacto con cualquier otra muestra.
- El geólogo responsable proporcionará un trozo de muestra sin marca de proporción al maestro cortador, que determinará el paralelismo y la división exacta del Núcleo.



Fotografía N°16: Corte del core.

- Ponga el precinto de seguridad de la bolsa.
- Coloque la muestra en un lugar seguro para evitar que se dañe la bolsa de plástico que la contiene.
- Antes y después de cada corte, limpie el prototomo.
- Una de las mitades, identificada con el número del talón correspondiente de la tarjeta de muestreo de testigos, se introduce en una bolsa de plástico doble y se sella.
- La muestra se entrega posteriormente al laboratorio para su procesamiento y análisis químico. Antes de la preparación para el análisis químico, a veces se obtienen muestras minúsculas para el examen microscópico.
- Después de cada tramo, se debe limpiar el cortador de muestras.
- La otra mitad se guarda como archivo. Cuando se encuentran caballos entre las secciones mineralizadas, siempre se deben anotar sus muestras.

- En cuanto a la colocación de los controles, el geólogo se encargará de colocar los duplicados finos, duplicados gruesos y estándares en general BATCH de acuerdo con el proceso de QA/QC.

Custodia de muestras

Tras la toma de muestras, éstas se empaquetan en el camión o camioneta para su transporte al laboratorio químico, junto con un documento que detalla el número total de muestras; lo mismo se hace con el Core Diamantino.

Para evitar la contaminación durante el traslado de las muestras, el trabajo debe ser realizado por personas calificadas.

La recepción en el laboratorio químico es crítica, ya que cada muestra es leída con el código de barras correspondiente, y al concluir la lectura, se obtiene la nota firmada y certificada por el área de laboratorio para su correspondiente inserción de control.

Procedimiento

- El muestreador principal de la sala de logueo debe comunicar al conductor el número de muestras que debe llevar al laboratorio.
- Cada muestra debe estar correctamente reconocida con sus tarjetas de muestreo y su código, estar en perfecto estado y tener el sello de seguridad.
- En el caso de mina, los muestreadores deben poner las muestras recogidas durante el muestreo en sus mochilas y luego en la tolva del camión, y esto debe repetirse para cada trabajo probado.
- Una vez recogidas las muestras de superficie, el
- Tras recoger las muestras de superficie, se elabora la Hoja de Presentación de Muestras en colaboración con el personal correspondiente y debe ser

evaluada por el Geólogo de Control de Calidad QA/QC y firmada por el Geólogo Jefe.

- El muestreador de la sala de logueo se encarga de enviar las muestras de diamantina para su análisis junto con su documentación correspondiente.
- Para el traslado de las muestras al laboratorio para su preparación y análisis, se deben llevar bolsas y tickets con códigos de barras correspondientes a los códigos del lote de muestras enviadas para su rechazo.
- El geólogo de control de calidad debe incluir en el lote controles preparatorios como muestras gemelas y blancos gruesos.
- Importante: La hoja de entrega de muestras debe incluir códigos correlativos, y debe haber saltos en los números de lote para introducir los controles (estándar, blancos finos, duplicados finos, duplicados gruesos) durante el paso de preparación.
- Las muestras deben entregarse en el orden especificado en la Hoja de Envío.
- La cantidad y la calidad de las muestras deben confirmarse en el laboratorio.
- Si las muestras llegan en mal estado, debe hacerse constar en el documento de envío.
- Por último, hay que estudiar la geología después de la preparación y el análisis.

Gráfico N°10: entrega de memo a laboratorio químico.

CHUNGAR				UNIDAD CHUNGAR DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA			N° M				
A:		Ing. Marlon RIVAS, Jefe de laboratorio Analítico - CHUNGAR					FECHA:				
DE:		geología DDH-U-CH-13-154					06/01/2014				
ASUNTO:		ANÁLISIS DE MUESTRAS									
ZONA:		MINA CHUNGAR									
Por medio del presente, se hace entrega de las muestras de mina subterránea para su respectivo análisis. Por Cu, Pb, Zn y Ag. devolución de rechazo (SI) y a la vez realizar análisis GRANULOMÉTRICO (X) y DENSIDAD.											
N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.	N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.	N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.
1	20337001504	2.750	SI	33	20337001540	1.300					
2	20337001505	4.200	SI	34	20337001542	2.500	BC				
3	20337001506	4.400	SI	35	20337001543	4.500					
4	20337001507	4.500	SI	36	20337001544	4.100	DP1				
5	20337001508	2.500	SI	37	20337001545	2.500					
6	20337001509	1.000	SI	38	20337001546	1.500					
7	20337001510	5.500	SI	39	20337001547	1.100					
8	20337001512	3.800	SI	40	20337001549	1.500					
9	20337001513	3.500	SI	41	20337001550	1.250					
10	20337001514	2.250	SI	42	20337001551	5.300					
11	20337001515	1.500	SI	43	20337001552	1.250					
12	20337001517	2.500	SI	44	20337001553	5.250	Ex1				
13	20337001518	3.000	SI	45	20337001554	5.000					
14	20337001519	3.500	SI	46	20337001555	2.500					
15	20337001520	5.800	SI	47	20337001556	2.500					
16	20337001521	5.500	SI	48	20337001557	1.750					
17	20337001522	6.000	SI	49	20337001558	2.000					
18	20337001524	2.500	SI	50	20337001559	2.500					
19	20337001525	2.250	SI	51	20337001560	2.500					
20	20337001526	2.000	SI	52	20337001562	3.000					
21	20337001527	2.000	SI	53	20337001563	2.750					
22	20337001528	2.000	SI	54	20337001564	1.100					
23	20337001529	3.100	SI	55	20337001565	3.000					
24	20337001530	3.000	SI	56	20337001567	3.300					
25	20337001531	4.000	SI	57	20337001568	2.600					
26	20337001532	5.750	SI	58	20337001569	3.000					
27	20337001533	3.500	SI	59	20337001570	2.500					
28	20337001534	2.000	SI	60	20337001571	2.200					
29	20337001536	1.500	SI	61	20337001572	3.000					
30	20337001537	4.700	SI	62	20337001574	3.250					
31	20337001538	4.500	SI	63	20337001575	3.500	DP3				
32	20337001539	2.000	SI	64	20337001576	2.000					

CONTROLES			
N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.
1	20337001511	DP1	
2	20337001516	BF	
3	20337001523	Est	
4	20337001535	Est	
5	20337001541	DP2	
6	20337001548	DP3	
7	20337001561	Est	
8	20337001566	BF	
9	20337001573	Est	
10			
11			
12			

GRANULOMETRIA			
N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.
1	20337001456		
2	20337001482		
3	20337001506		
4	20337001527		
5	20337001553		
6	20337001568		
7			

DENSIDAD			
N°	CODIGO MUESTRA	PESO Kg	RES. RECH.
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

N° BACH: 03...7540

TRANSPORTADO POR: DANIEL YACHACHIN L.

CONFORMIDAD Laboratorio Analisis CHUNGAR

JEFE DE GEOLOGIA V/B U. CHUNGAR

4212 Programa de control de la calidad en muestras de canales y perforación diamantina

Duplicados de campo (Muestras gemelas)

Se obtienen realizando un canal paralelo sobre la zona en la que se recogió una muestra anterior, o dividiendo las muestras de core de diamantina por la mitad, representando una de ellas la muestra original y la otra la muestra

gemela; ambas deben ser muestreadas en las mismas condiciones, preparadas en el mismo laboratorio y analizadas con números diferentes en el mismo lote. Las muestras gemelas se utilizan para evaluar cualquier error del muestreo.

Duplicados gruesos (o de preparación):

Se trata de duplicados obtenidos inmediatamente después de una fase de trituración y despiece que deben evaluarse en el mismo laboratorio que la muestra original, pero con números diferentes y dentro del mismo lote. Para evaluar el error de cuarteo o de submuestreo, se utilizan duplicados gruesos.

Blancos gruesos:

Se trata de muestras estériles de grano grueso que deben pasar por el procedimiento completo de preparación con las demás muestras regulares y deben procesarse después de las muestras muy mineralizadas. Los blancos gruesos permiten evaluar la contaminación durante la preparación.

Duplicados de pulpa (o duplicados internos):

Son copias de muestras ordinarias previamente pulverizadas que se entregan al laboratorio primario con números diferentes para su examen en el mismo lote analítico que las muestras originales. Estas muestras se utilizan para evaluar la precisión en el laboratorio.

Blancos finos:

Se trata de muestras de material estéril pulverizado que deben evaluarse después de las muestras altamente mineralizadas y se utilizan para identificar si se produce contaminación a lo largo del procedimiento

analítico. Lo mejor es colocar primero la muestra mineralizada, luego el blanco fino y finalmente el blanco grueso. Como resultado, si el blanco fino presenta evidencia de leyes anómalas, la contaminación proviene directamente del análisis, porque esta muestra no ha sido preparada.

Estándares:

Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados tanto por el laboratorio primario como por el laboratorio secundario.

Los estándares se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las muestras de control externo. Al elegir los estándares se recomienda seleccionar, en lo posible, materiales de composición aproximadamente similar a la de las muestras ordinarias, a los efectos de reducir al mínimo el efecto analítico de la matriz mineral.

Pruebas granulométricas

Como parte de los controles externos, se debe solicitar al laboratorio secundario que realice pruebas granulométricas en una porción de la pulpa para asegurar la calidad de la pulverización en el primer laboratorio.

Evaluación de precisión en el control de calidad

Es el proceso de duplicar una medida consistentemente bajo condiciones idénticas. Se recomienda enviar muestras gemelas y duplicadas al mismo laboratorio, dentro del mismo Lote, pero con códigos distintos, para garantizar que su análisis sea confiable y no reciba un trato preferencial. Simón (2010) categoriza la evaluación de la precisión de muestras gemelas y duplicados de la siguiente manera:

En el muestreo (error de muestreo)

A través de muestras gemelas (medio testigo, canales paralelos)

En la preparación o el cuarteo (error de sub-muestreo)

A través de duplicados de rechazo grueso (de preparación de cuarteo)

En el análisis (error analítico)

A través de duplicados de rechazo fino (controles internos, duplicados de pulpa).

Aplicación

La precisión para medirla se utiliza el error relativo, que es una magnitud cuantitativa.

Para calificar a la precisión usamos los términos de:

- Baja precisión
- Alta precisión
- Precisión aceptable

La fórmula del error relativo es:

$$ER = \frac{2 * [Vo - Vd]}{(Vo + Vd)}$$

Dónde:

Vo=Valor original Vd= Valor duplicado

La magnitud absoluta de la diferencia entre los números originales y duplicados se divide por el promedio de ambos valores para obtener la inexactitud relativa.

Los valores aceptables de error relativo son: Muestras gemelas: ER = 30% (m=1.35) Duplicados gruesos: ER = 20% (m=1.22)

Duplicados finos: ER = 10% (m=1.11)

El método a aplicar para la evaluación de gráficos es el Hiperbólico
Gráfico Max-Min ($y_2 = m_2x_2 + b_2$).

Gráfico de precisión

Se utiliza el método hiperbólico para su interpretación.

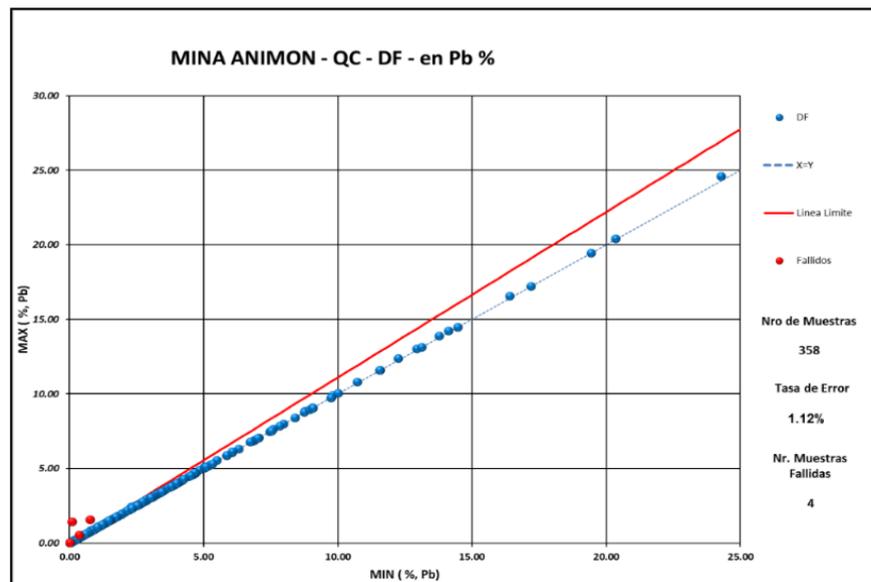


Gráfico N°11: gráfico de medición de precisión donde se observa muestras fuera de control.

Evaluación de exactitud en el control de calidad

Evaluamos que los hallazgos de leyes estándar en la etapa analítica se acerquen a los valores reales.

Según el doctor Simón, AMEC nos da a conocer cómo se evalúa la exactitud.

En el mismo laboratorio

Mediante el uso de estándares certificados, materiales preparados y documentados bajo condiciones altamente controladas por laboratorios acreditados.

- Inserción de los patrones de forma anónima en el flujo analítico.

- Utilización de estándares de naturales idénticos a la muestra que será evaluada.
- Utilización de varios estándares en orden alterno (bajo, medio, alto)
- Evitar la elaboración de estándares en laboratorios evaluados.

En otro Laboratorio

Uso de muestras de control (controles externos, duplicados externos de rechazo fino). Envíe las muestras a un laboratorio de confianza. Incluya muestras de control adicionales en el lote de forma anónima. Se debe controlar el 10% de la granulometría de las muestras.

Aplicación

La precisión es una magnitud cualitativa; para evaluarlo se utiliza el sesgo (un error sistemático), que es una magnitud cuantitativa.

La fórmula del sesgo para estándares es:

$$Sesgo(\%) = \left(\frac{AV}{BV} \right) - 1$$

Dónde:

AV = Promedio de los valores obtenidos en el análisis del estándar.

BV = Valor aceptado del estándar

El gráfico de Control utilizar es el de Shewhart La fórmula del sesgo para chequeos externos es:

$$Sesgo(\%) = 1 - m$$

Dónde:

m = Es la pendiente de la curva de regresión entre los valores obtenidos en el laboratorio secundario (y) y en el laboratorio primario (x).

El criterio de Aceptación, el sesgo resultante del análisis, una vez que son excluidos los valores dispares, debe estar dentro de límites aceptables:

Bueno: "Sesgo" < 5%

Aceptable: "Sesgo" entre 5% y 10% Inaceptable: "Sesgo" > 10%

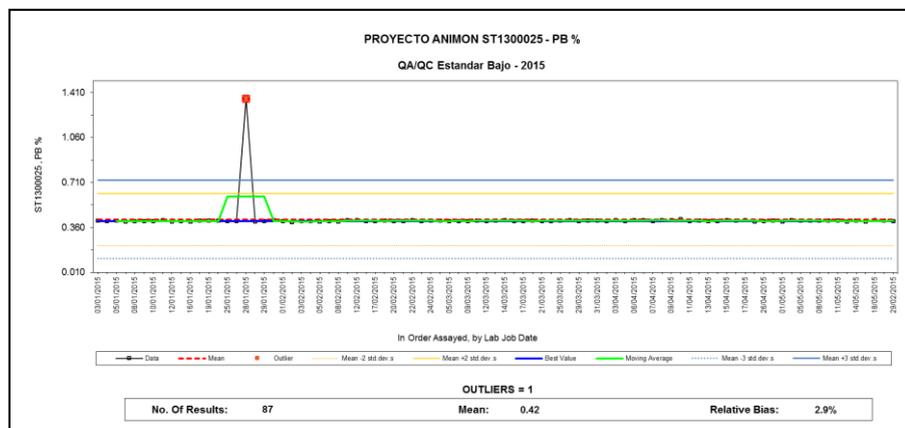


Gráfico N°12: Gráfico de evaluación de la exactitud, donde un dato se encuentra fuera de los límites de aceptación.

Estimación De Contaminación en el control de calidad

La contaminación de las leyes de la muestra se evalúa utilizando muestras blancas certificadas pero que no tienen leyes representativas.

Durante la Preparación

Por blancos gruesos: a lo largo de las etapas de preparación y cuarteo, materiales de granulometría gruesa deficientes en componentes en la cual la contaminación debe ser evaluada.

- Inserte espacios en blanco gruesos en el flujo analítico de forma anónima.
- Después de muestras de altos valores, prepare los blancos gruesos.

MUESTRA RICA	BLANCO GRUESO
7	9

Durante el Análisis

En blancos finos: materiales triturados con un contenido del elemento cuya contaminación debe evaluarse inferior al límite de detección del método.

- Inserte los blancos finos en el flujo analítico de forma anónima.
- Analice los blancos finos espacios en blanco después de muestras de alto valor.

Los valores de los blancos finos no deben verse afectados inmediatamente por los grados de las muestras y no deben exceder los límites de detección del elemento en más de 3 o 5 veces. La tasa de contaminación no debe ser superior al 2%.

Es recomendable mantener la siguiente secuencia: Muestra Rica: 7

Blanco Fino: 8

Blanco Grueso: 9

Al ubicar el blanco fino primero, detectamos si la contaminación se dio en la parte analítica o en la preparación de muestras.

Si ubicamos primero el blanco grueso, no podríamos detectar dónde se contaminó la muestra.

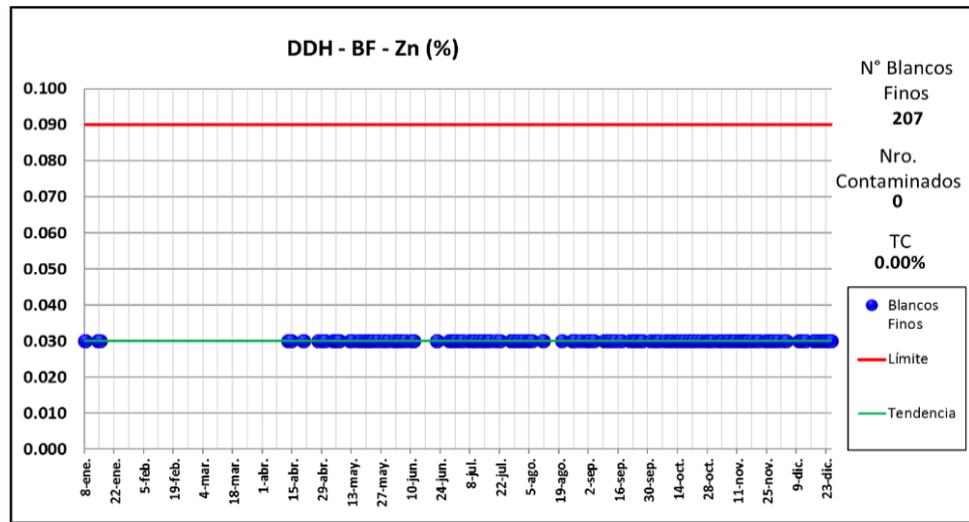


Gráfico N°13: Gráfico de evaluación de la contaminación, donde un dato se encuentra fuera de los límites de aceptación.

Selección de material para preparación de estándares

Este proceso conlleva en desarrollar la manera práctica de encontrar los valores para cada estándar a utilizar los que son llamados materiales de referencia. Se debe seleccionar muestras que caractericen puntos sensibles desde el punto de vista económico: Cut- Off, ley media, ley alta, ley correspondiente a cambios importantes en el proceso o que definan cambios en la clasificación del mineral, en este proceso se debe seleccionar suficiente material para que alcance un año de producción, en el caso de una mina. Se debe usar materiales de muestreo o rechazos, la exactitud no suele cambiar a saltos. Por tanto, no es necesario localizar a toda costa un material que tenga exactamente la ley requerida. Una diferencia del orden de $\pm 10\%$ a $\pm 20\%$ es generalmente aceptable.

Round Robin

Para esta ronda inter-laboratorios se incluye el análisis de 7 laboratorios certificados donde los protocolos de análisis son similares o parecidos en lo posible. Este proceso nos sirve para determinar valores de los estándares altos, medios y bajos utilizados en la unidad minera. Los valores deben ser confidenciales para la persona que conoce las leyes de estos estándares.

Tasa de inserción de muestras de control

En la empresa Chungar se utiliza lo siguiente

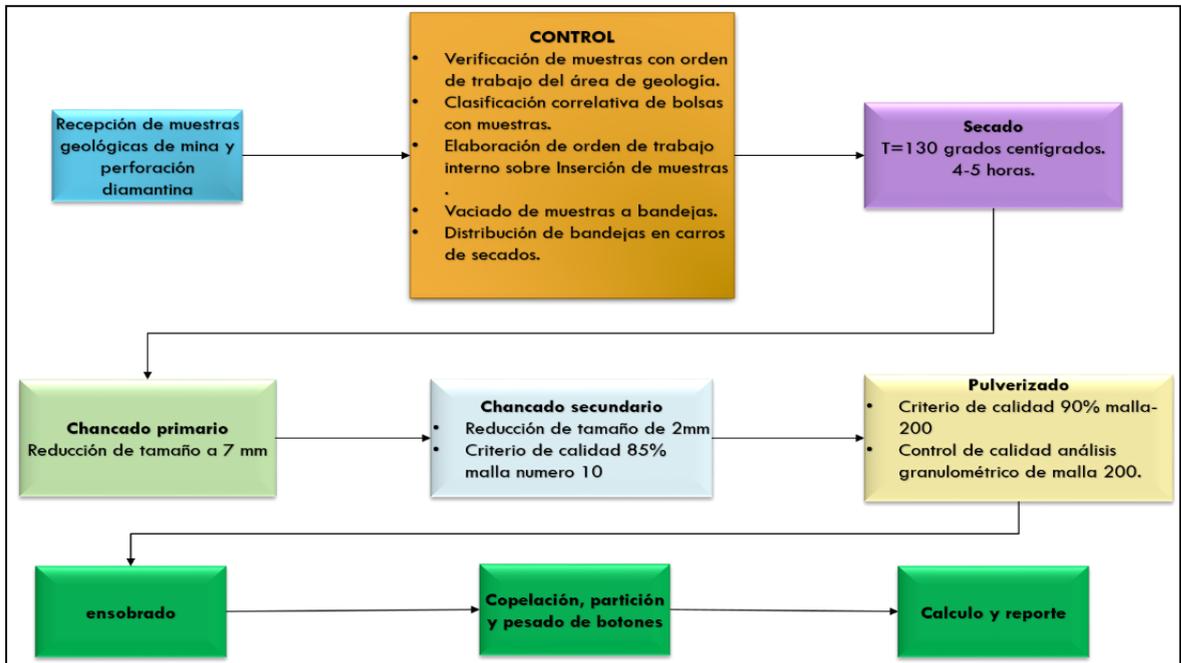
Cuadro N°07 proporción acostumbrada de muestras de control

PROPORCION ACOSTUMBRADA DE MUESTRAS DE CONTROL			
Tipo de control	Frecuencia	Adecuado	
Muestras gemelas (duplicado de campo)	1 de 30 a 50	%	
Duplicados Gruesos	1 de 30 a 50	%	
Duplicados de Pulpa	1 de 30 a 50	%	
Estándar Bajo	1 de 20	%	
Estándar Medio	alternadamente	%	
Estándar Alto		%	
Blancos Gruesos	1 de 30 a 50	%	
Blancos Finos	1 de 30 a 50	%	
Duplicados Externos	1 de 30 a 50	%	

Cuadro N°08 Porcentaje de Inserción de Muestras Control

Porcentaje de Inserción de Muestras Control				
Tipo de Control		% Frecuencia mínima	% Mínimo	Tipo de Evaluación
Muestras Gemelas	MG	5% del total de muestras	5%	Precisión en la actividad de muestreo
Duplicados Gruesos (Rechazos)	DG	2% del total de muestras	2%	Precisión en la actividad de submuestreo y cuarteo
Duplicados fino (Pulpas)	DP	2% del total de muestras	2%	Precisión en la etapa analítica de laboratorio
Estándar Bajo	EB	1 en 20 alternadamente, en el 6% de total de muestras.	6%	Evalúa la exactitud analítica de laboratorio Primario
Estándar Medio	EM			
Estándar Alto	EA			
Blancos Gruesos	BG	2% del total de muestras	2%	Contaminación en la etapa de preparación de muestras
Blancos Finos	BF	2% del total de muestras	2%	Contaminación en la etapa de análisis de muestras
Controles Externos	CE	1 en 20 alternadamente	5%	Evalúa la exactitud del Laboratorio Primario en comparación con un Laboratorio Externo

Gráfico N°14: Diagrama de flujo preparación de muestras de geología



laboratorio interno. (Fuente Propia).

Guía para aceptar o rechazar leyes de laboratorio

Cuadro N°09 Límites aceptables, cuestionables e inaceptables para control de calidad en leyes.

Muestras de Control:	LIMITES		
	ACEPTABLE	CUESTIONABLE	INACEPTABLE
Blanco Grueso	< 0.025	0.025-0.04	>0.04ppm
Estándares	< ± 2DE	± 2 - 3 DE	> + 3 DE
Duplicado Campo	ER < 20%	ER < 25%	ER > 30%
Duplicado Grueso	ER < 10%	ER < 15%	ER > 20%
Duplicado de Pulpa	ER < 5%	ER < 8%	ER > 10%
Granulometría de Rechazos	90% -200 mesh		

Procedimiento de inserción de muestras de control en laboratorio químico

El personal a cargo de la ejecución del presente procedimiento debe de utilizar los EPP adecuados para la tarea.

Antes de iniciar las actividades deberá participar en la charla de seguridad, realizar el IPERC continuo, el que será firmado por el Geólogo de Exploración, geólogo de Mina.

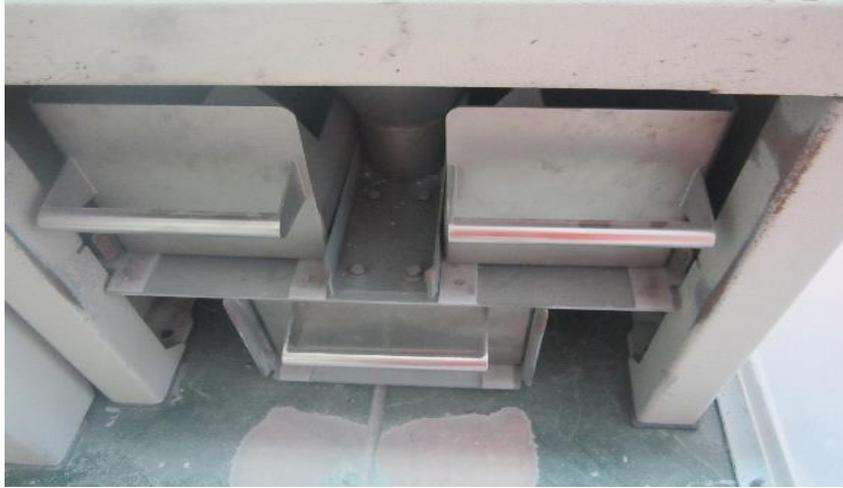
- El Geólogo de Mina y Exploración es responsable de ejecutar la inserción de las muestras de control, verificar y asegurar que el registro se realice y este de acuerdo al procedimiento.
- El muestreo se encarga de sacar la muestra gemela y el Operador de corte se encarga de cortar los testigos con la sierra diamantina de acuerdo al procedimiento realizado por el Geólogo. *Asimismo*, se encarga del desembolso de muestras con sus respectivas muestras de control insertados y la identificación de cada muestra de acuerdo al número de muestreo registrado.
- Parte de las operaciones de inserción de muestras QA/QC serán realizadas en el área de mina y logeo (Blanco grueso y gemelas), las restantes en las instalaciones del laboratorio primario, por el geólogo de control de calidad y personal muestreo debidamente entrenado y capacitado, bajo la directiva de creación de batch.
- Formación de Batch: Un batch (bloque) está formado por muestras de mina y muestras de perforación diamantina, siguiendo el cuadro de inserción de muestras.
- Se tendrán en cuenta las siguientes pautas:
- Los lotes de muestra serán entregados a los empleados del laboratorio encargados de recibir las muestras; En dicho lote deberán incluirse etiquetas para muestras de control y bolsas codificadas para contramuestras.

- El memorándum de recepción se firmará y archivará correctamente junto con las tarjetas de control por mes.



Fotografía N°17: laboratorio químico en el proceso de preparación y análisis.

- Luego del proceso de secado, durante el proceso de chancado- cuarteo (RocksLab) laboratorio químico devuelve las contra- muestras de todas las muestras de Mina y rechazo de las muestras de Diamantina.
- El personal encargado de Geología indicará al encargado de preparación de muestras, la muestra de la cual se obtendrá el duplicado grueso; caso contrario si el proceso de chancado nos ganó podemos elegir cualquier muestra cuarteada que se encuentran en las bolsitas con las contra-muestras que no sea control.



Fotografía N°18: (Proceso de chancado), cuarteador donde se visualiza las cajas de rechazos y muestras 1 y 2.

- El Responsable de Laboratorio introducirá la contramuestra en una nueva bandeja con la codificación facilitada por el Responsable de Geología.
- Ambas muestras (la original y la contramuestra) se insertarán cuidadosamente en el lote de muestra adecuado y se llevará a cabo el proceso estándar de preparación de muestras.



Fotografía N°19: Chancadora de mandíbulas con divisor acoplado Rocklabs.

- El geólogo luego elegirá la muestra para la duplicación de pulpa durante el paso de pulverización.
- El encargado de Geología entregará al encargado de preparación de muestras un sobre manila (1er sobre) con el código de muestra control para ser pulpa duplicada después de pulverizar la muestra seleccionada y antes de colocar el material en su correspondiente sobre (2do sobre).



Fotografía N°20: Olla de pulverización de anillo.

- El responsable del Laboratorio vaciará el contenido de ambos sobres (1° y 2° sobre).
- En caso de duplicación de pulpa, ambas muestras se añadirán al correspondiente lote de sobres para su análisis; en el caso de duplicados externos, el segundo sobre se colocará en una bolsa de muestreo y se sujetará con el precinto de seguridad; estas muestras pueden ser recolectadas por el supervisor de Geología.



Fotografía N°21: pulverizadora.

- Los sobres con blancos finos y muestras estándar se insertarán cuidadosamente en el lote de sobres para su análisis.



Fotografía N°22: Sobres de estándares.



Fotografía N°23: Sobres de estándares.

- El encargado de geología anotará en la tarjeta de control adjuntadas con el respectivo memorándum los siguientes datos.
- Fecha.
- Tipo de Control.
- Código de la muestra original.
- Nombre del responsable.

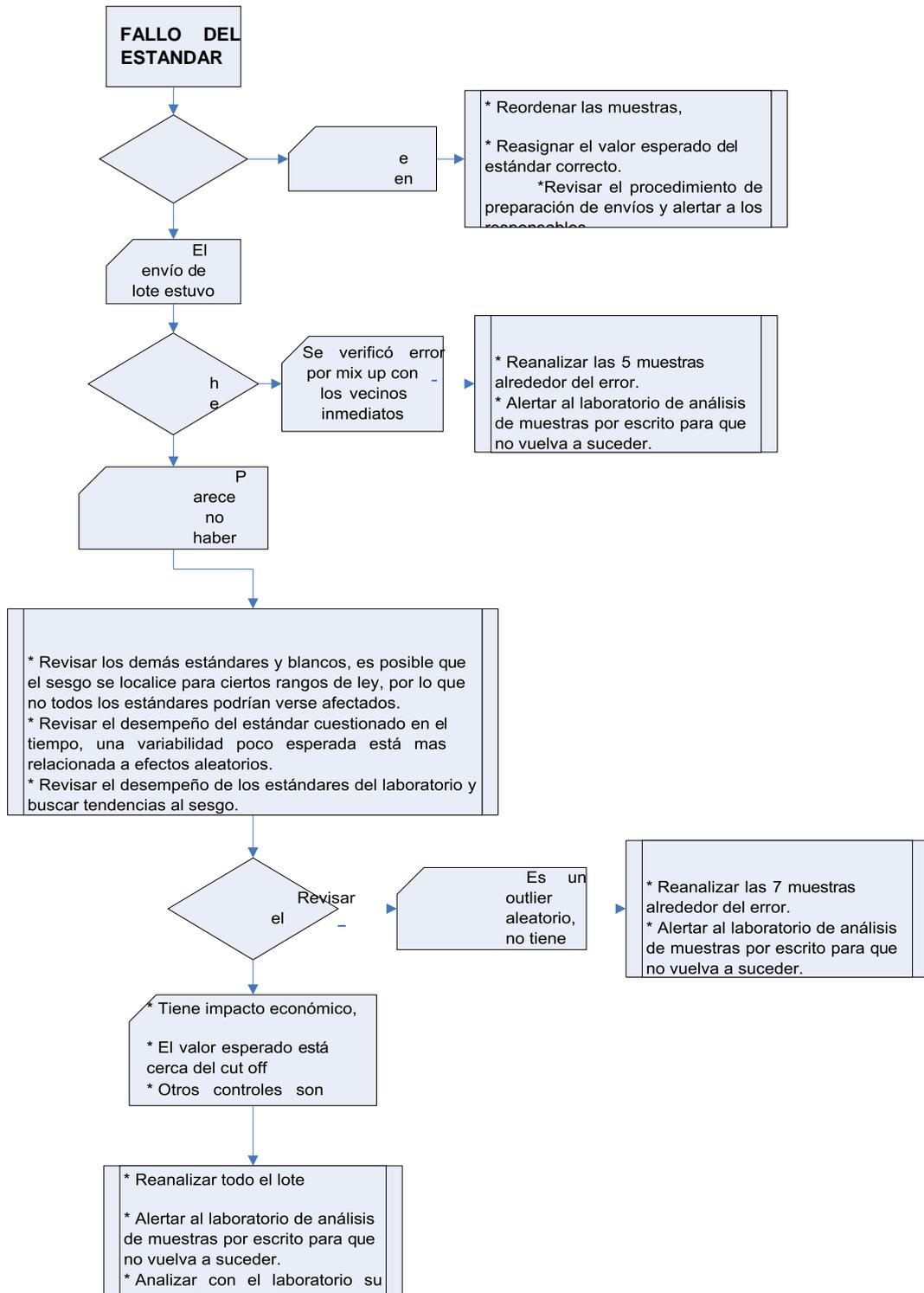


Fotografía N°24: Memo con identificación de controles insertados.

- Al terminar el proceso de inserción se procederá a ejecutar el tamizaje de granulometría de rechazos.



Fotografía N°25: tamizaje de rechazos.



Evaluación de fallos en duplicados, estándares y bancos

Gráfico N°15: Gráfico de evaluación en fallo de estándar.

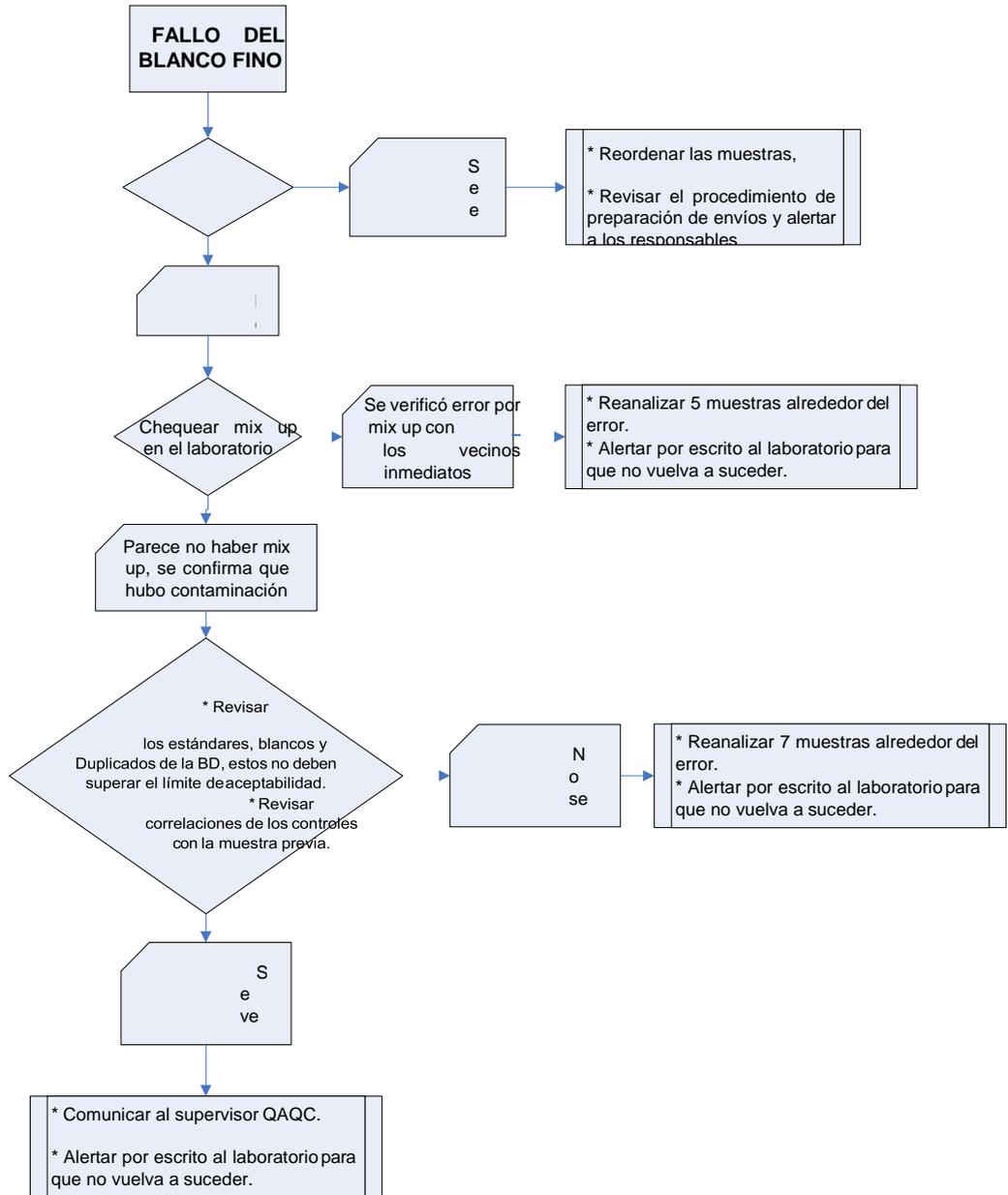


Gráfico N°16: Gráfico de evaluación en fallo de blanco fino.

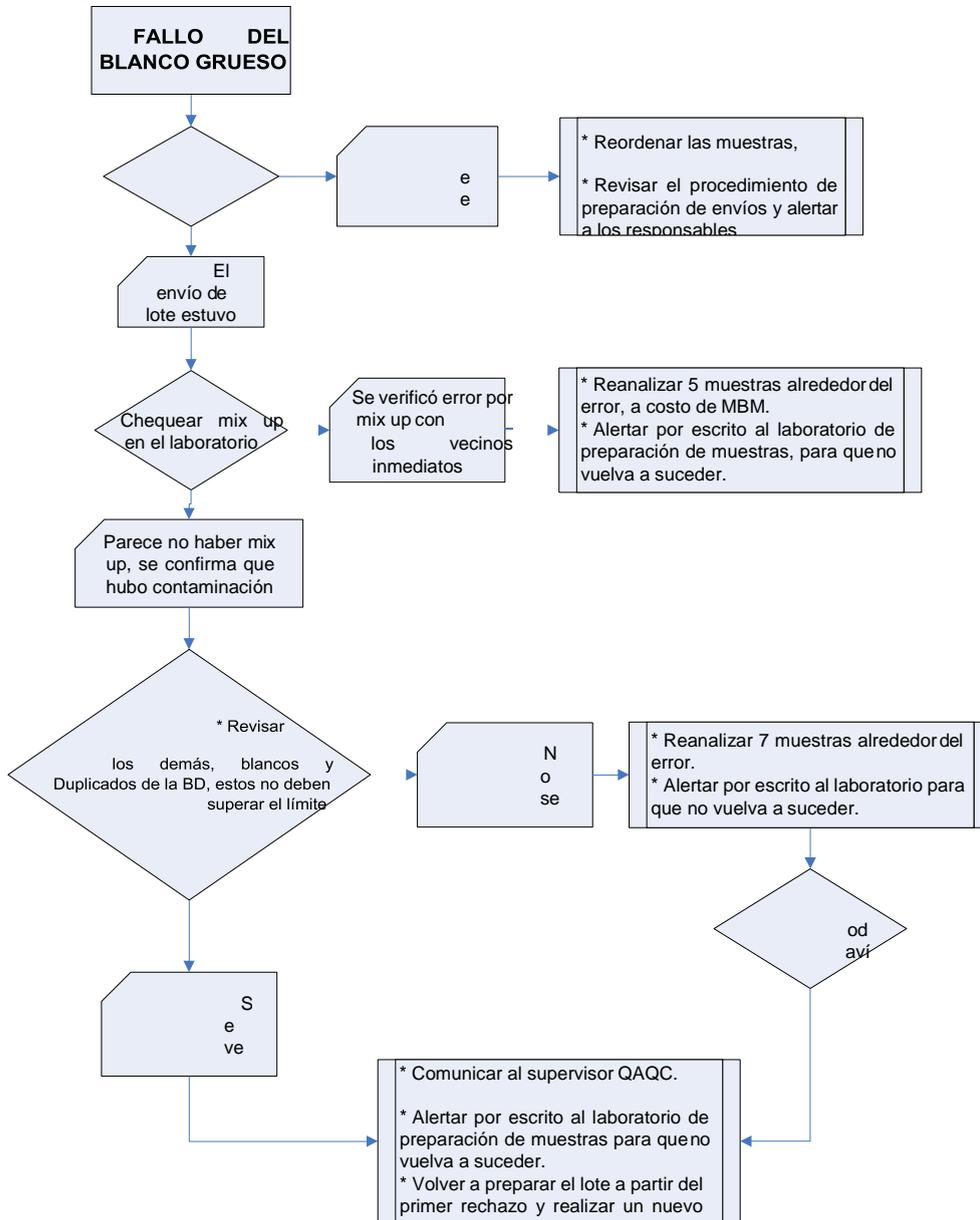


Gráfico N°17: Gráfico de evaluación en fallo de blanco Grueso

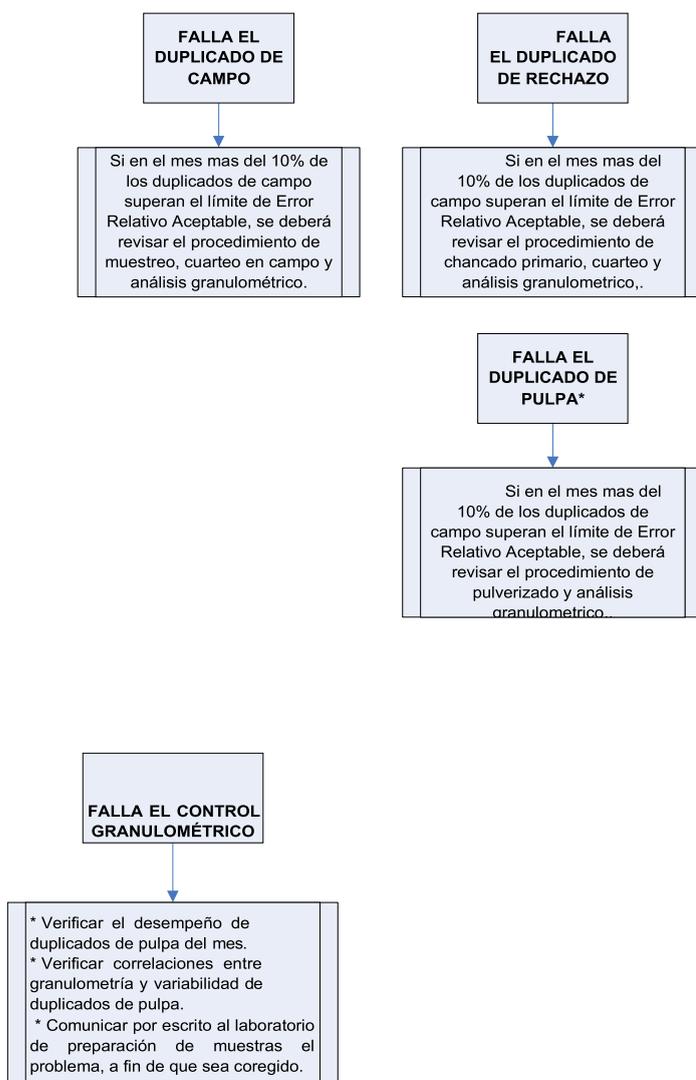


Gráfico N°18: Gráfico de evaluación en fallo de duplicado de campo, duplicado grueso y duplicado pulpa.

4.2.2 Análisis e interpretación de resultados en la aplicación de qa/qc de la veta principal y andalucía 120.

Precisión

Duplicados Finos:

Se evaluaron un total de **358** muestras para la mina de un total de **11.929** muestras, con un rango de inserción del **3%** del total de muestras. Los porcentajes de

muestras incorrectas para Cu, Pb, Zn y Ag fueron 0,84%, 1,12% y 1,12%, respectivamente (ver tabla N° 01). Los resultados de Duplicados finos se consideran satisfactorios para Cu, Pb, Zn y Ag (los pares muestreados deben trazarse dentro de los límites, con un error relativo máximo del 10 %). Para Cu, Pb, Zn y Ag, el error de muestreo está dentro de los rangos tolerables.

Cuadro N° 10: Duplicados Finos Mina.

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	11929	358	3%	3	0.84%	Aceptable
Pb	%	11929	358	3%	4	1.12%	Aceptable
Zn	%	11929	358	3%	3	0.84%	Aceptable
Ag	oz	11929	358	3%	4	1.12%	Aceptable

Se insertaron un total de **179** duplicados de pulpa para DDH en las **3200** muestras, lo que representa una tasa de inserción del **6%**. Los porcentajes de muestras incorrectos fueron 1,12% para Cu, 1,68% para Pb, 1,68% para Zn y 1,12% para Ag (ver tabla N°2). Las muestras deben trazarse dentro de los límites, con un error relativo máximo del 10 %. La tasa de error del análisis se encuentra dentro de los límites aceptables, y los hallazgos de los duplicados de pulpa se consideran dentro de los rangos aceptables para todos los elementos Cu, Pb, Zn y Ag.

Cuadro N° 11: Duplicados Finos DDH

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	3200	179	6%	2	1.12%	Aceptable
Pb	%	3200	179	6%	3	1.68%	Aceptable
Zn	%	3200	179	6%	3	1.68%	Aceptable
Ag	oz	3200	179	6%	2	1.12%	Aceptable

Duplicados Gruesos:

Para Mina, se insertaron un total de **365** duplicados gruesos de las **11929** muestras, lo que representa una tasa de inserción del **3%**. Los porcentajes de muestras incorrectas para Cu, Pb, Zn y Ag fueron 0,55%, 1,10%, 0,82% y 0,55%, respectivamente (ver tabla N° 03). Las muestras deben evaluarse con una inexactitud relativa no superior al **20%**. La tasa de error de preparación de la muestra en la etapa de trituración se encuentra dentro de los límites aceptables. límites aceptables de Cu, Pb, Zn y Ag

Cuadro N° 12: Duplicados Gruesos Mina

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	11929	365	3%	2	0.55%	Aceptable
Pb	%	11929	365	3%	4	1.10%	Aceptable
Zn	%	11929	365	3%	3	0.82%	Aceptable
Ag	oz	11929	365	3%	2	0.55%	Aceptable

Para DDH, se insertaron un total de **177** duplicados gruesos para las **3200** muestras, lo que representa una tasa de inserción del **6%**. Los porcentajes de muestras incorrectas para Cu, Pb, Zn y Ag fueron 2,26%, 3,39%, 3,95% y 2,83%, respectivamente (ver tabla N° 04).

Las muestras deben evaluarse con una inexactitud relativa no superior al **20%**. Para Cu, Pb, Zn y Ag, la tasa de error de preparación de la muestra en la etapa de trituración está dentro de los rangos aceptables.

Cuadro N° 13: Duplicados Gruesos DDH

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	3200	177	6%	4	2.26%	Aceptable
Pb	%	3200	177	6%	6	3.39%	Aceptable
Zn	%	3200	177	6%	7	3.95%	Aceptable
Ag	oz	3200	177	6%	5	2.82%	Aceptable

Muestras Gemelas:

Se colocaron un total de **501** muestras gemelas en las **11929** muestras, lo que representa una tasa de inserción del **4%**. Los porcentajes de muestras incorrectas para Cu, Pb, Zn y Ag fueron 12,18%, 16,77%, 1,80% y 7,78%, respectivamente (ver tabla N° 05).

Los pares muestreados deben trazarse dentro de los límites de evaluación con un error relativo máximo del **30%**. La tasa de error de la muestra está dentro de los límites permisibles de Cu, Pb, Zn y Ag

Cuadro N° 14: Gemelas mina

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	11929	501	4%	61	12.18%	Aceptable
Pb	%	11929	501	4%	84	16.77%	Aceptable
Zn	%	11929	501	4%	9	1.80%	Aceptable
Ag	oz	11929	501	4%	39	7.78%	Aceptable

Se colocaron un total de **197** muestras gemelas en las **3200** muestras, lo que representa una tasa de inserción del **6%**. Los porcentajes de muestras incorrectas para Cu, Pb, Zn y Ag fueron 17,26%, 25,38%, 16,24% y 10,15%, respectivamente (ver tabla N° 06).

Los pares muestreados deben trazarse dentro de los límites de evaluación con un error relativo máximo del **30%**. Para Cu, Pb, Zn y Ag, la tasa de error de muestra está dentro de rangos aceptables.

Cuadro N° 15: Gemelas DDH

Elemento	Unidad	Total Muestras	Total Controles	% Controles	Nro. Errores	Tasa de Error (%)	Evaluación
Cu	%	3200	197	6%	34	17.26%	Aceptable
Pb	%	3200	197	6%	50	25.38%	Aceptable
Zn	%	3200	197	6%	32	16.24%	Aceptable
Ag	oz	3200	197	6%	20	10.15%	Aceptable

Exactitud

Estándares:

685 estándares fueron revisados para Mina y **349** estándares fueron revisadas para DDH.

Los resultados según criterio de consideración y dentro de los límites de precisión son: bueno de 0 a $\pm 5\%$; cuestionables de +5 a +10% o -5% a -10%; Inaceptable $>10\%$, $<-10\%$.

Se trabajaron con seis tipos de Estándares preparados por SGS (laboratorio externo): (ST ST1300023, ST1500049 – Alto), (ST ST1300024, ST1500048– Medio) y (ST1300025, ST1500047–Bajo).

Evaluación según el Sesgo final y Evaluación (ST ST1300023, ST1500049- Alto)

Se registró 2 muestras máximas rechazadas de mina que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 16: ST1300023 - Alto Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	101	2	0.44%	Bueno	11929	0.85%
Pb	%	101	2	0.38%	Bueno	11929	0.85%
Zn	%	101	1	-	Bueno	11929	0.85%
Ag	oz	101	0	0.45%	Bueno	11929	0.85%

Cuadro N° 17: ST1500049 - Alto Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	127	0	-4.42%	Bueno	11929	0.85%
Pb	%	127	2	-2.32%	Bueno	11929	0.85%
Zn	%	127	1	0.22%	Bueno	11929	0.85%
Ag	oz	127	1	0.52%	Bueno	11929	0.85%

Se registró 3 muestras máximas rechazadas para DDH que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 18: ST1300023 - Alto DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	13	0	1.40%	Bueno	3200	0.41%
Pb	%	13	0	0.58%	Bueno	3200	0.41%
Zn	%	13	0	-0.31%	Bueno	3200	0.41%
Ag	oz	13	1	0.74%	Bueno	3200	0.41%

Cuadro N° 19: ST1500049 - Alto DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	67	3	-3.88%	Bueno	3200	2.75%
Pb	%	67	1	-2.15%	Bueno	3200	2.75%
Zn	%	67	1	0.31%	Bueno	3200	2.75%
Ag	oz	67	1	0.44%	Bueno	3200	2.75%

Evaluación según el Sesgo final y Evaluación (ST ST1300024, ST1500048– Medio).

- ✓ Se registró 2 muestras máximas rechazadas para MINA que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 20: ST1300024 - Medio Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	70	2	-0.43%	Bueno	11929	0.59%
Pb	%	70	2	0.69%	Bueno	11929	0.59%
Zn	%	70	1	0.59%	Bueno	11929	0.59%
Ag	oz	70	1	0.81%	Bueno	11929	0.59%

Cuadro N° 21: ST1500048 - Medio Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	154	1	-3.75%	Bueno	11929	1.29%
Pb	%	154	1	0.51%	Bueno	11929	1.29%
Zn	%	154	1	-2.38%	Bueno	11929	1.29%
Ag	oz	154	1	5.82%	Cuestionable	11929	1.29%

Se registró 3 muestras máximas rechazadas para DDH que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 22: ST1300024 - Medio DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	10	0	0.17%	Bueno	3200	0.31%
Pb	%	10	0	0.70%	Bueno	3200	0.31%
Zn	%	10	0	0.59%	Bueno	3200	0.31%
Ag	oz	10	1	0.65%	Bueno	3200	0.31%

Cuadro N° 23: ST1500048 - Medio DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	90	2	- 3.20%	Bueno	3200	2.81%
Pb	%	90	3	0.85%	Bueno	3200	2.81%
Zn	%	90	3	- 1.88%	Bueno	3200	2.81%
Ag	oz	90	1	3.46%	Bueno	3200	2.81%

Evaluación según el Sesgo final y Evaluación (ST1300025, ST1500047–Bajo).

- ✓ Se registró 4 muestras máximas rechazadas para MINA que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 24: ST1300025 - Bajo Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	87	1	0.30%	Bueno	11929	0.73%
Pb	%	87	1	2.90%	Bueno	11929	0.73%
Zn	%	87	1	0.99%	Bueno	11929	0.73%
Ag	oz	87	1	2.65%	Bueno	11929	0.73%

Cuadro N° 25: ST1500047 - Bajo Mina

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	146	1	-3.49%	Bueno	11929	1.22%
Pb	%	146	1	-0.59%	Bueno	11929	1.22%
Zn	%	146	4	3.23%	Bueno	11929	1.22%
Ag	oz	146	1	-0.04%	Bueno	11929	1.22%

- ✓ Se registró 12 muestras máximas rechazadas para DDH que de acuerdo con las gráficas están por encima de $\pm 2DE$.

Cuadro N° 26: ST1300025 - Bajo DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	21	0	-1.33%	Bueno	3200	0.66%
Pb	%	21	0	0.56%	Bueno	3200	0.66%
Zn	%	21	1	0.19%	Bueno	3200	0.66%
Ag	oz	21	0	1.05%	Bueno	3200	0.66%

Cuadro N° 27: ST1500047 - Bajo DDH

Elemento	Unidad	Total Estándares	Rechazados	Sesgo Final	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	148	3	-3.43%	Bueno	3200	4.63%
Pb	%	148	4	-0.44%	Bueno	3200	4.63%
Zn	%	148	2	2.87%	Bueno	3200	4.63%
Ag	oz	148	12	-0.43%	Bueno	3200	4.63%

Contaminación

Blanco Grueso (2%):

Mina recibió **373** blancos gruesos para **11929** muestras, con una tasa de inserción del **3,13%** del total de muestras.

Según los datos obtenidos, hubo contaminación en preparación para el elemento investigado (Zn).

Observaciones según el Nro. Errores y Evaluación (Tabla N° 04)

- ✓ se registró grados de contaminación en preparación que superen el LDP*5 de Laboratorio Químico.

Cuadro N° 28: BG001 Mina

Elemento	Unidad	Total BG	Nro. Errores	% de Fallos	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	373	0	0.00%	Aceptable	11929	3.13%
Pb	%	373	0	0.00%	Aceptable	11929	3.13%
Zn	%	373	2	0.54%	Aceptable	11929	3.13%
Ag	oz	373	0	0.00%	Aceptable	11929	3.13%

Se procesaron un total de **206** blancos gruesos para DDH de **3200** muestras, con una tasa de inserción del **6,44%** del total de muestras.

Hubo contaminación en la preparación por los componentes, según los resultados (Pb y Zn).

Observaciones según el Nro. Errores y Evaluación (Tabla N° 04)

Se registró grados de contaminación en preparación que superen el LDP*5 de Laboratorio Químico.

Cuadro N° 29: BG001 DDH

Elemento	Unidad	Total BG	Nro. Errores	% de Fallos	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	206	0	0.00%	Aceptable	3200	6.44%
Pb	%	206	1	0.00%	Aceptable	3200	6.44%
Zn	%	206	1	0.49%	Aceptable	3200	6.44%
Ag	oz	206	0	0.00%	Aceptable	3200	6.44%

Blanco Fino (2%):

Se procesaron un total de **368** bancos finos para Mina de **11929** muestras, con una tasa de inserción del **3,08%** del total de muestras.

Hubo contaminación en la preparación para el elemento ensayado, según los resultados (Zn).

Observaciones según el Nro. Errores y Evaluación (Tabla N° 04)

Se registró grados de contaminación en preparación que superen el LDP*3 de Laboratorio Químico.

Cuadro N° 30: BF001 Mina

Elemento	Unidad	Total BF	Nro. Errores	% de Fallos	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	368	0	0.00%	Aceptable	11929	3.08%
Pb	%	368	0	0.00%	Aceptable	11929	3.08%
Zn	%	368	1	0.27%	Aceptable	11929	3.08%
Ag	oz	368	0	0.00%	Aceptable	11929	3.08%

Se procesaron un total de **207** blancos finos para Mina de **3200** muestras, lo que arroja una tasa de inserción del **6,47%** del total de muestras.

No hubo contaminación en la preparación para el elemento ensayado, según los resultados (Zn).

Observaciones según el Nro. Errores y Evaluación (Tabla N° 04)

No se registró grados de contaminación en preparación que superen el LDP*3 de Laboratorio Químico.

Caudro N° 31: BF001 DDH

Elemento	Unidad	Total BF	Nro. Errores	% de Fallos	Evaluación	TOTAL MUESTRAS	%INSERCIÓN
Cu	%	207	0	0.00%	Aceptable	3200	6.47%
Pb	%	207	0	0.00%	Aceptable	3200	6.47%
Zn	%	207	0	0.00%	Aceptable	3200	6.47%
Ag	oz	207	0	0.00%	Aceptable	3200	6.47%

4.3 Prueba de hipótesis

Por consiguiente, para las hipótesis de la investigación se realizó comparaciones en función a cada hipótesis planteada.

4.3.1. Hipótesis General frente a resultados

Si se implementa un Sistema de Control de Calidad QA_QC en el proceso de preparación análisis de muestras geológicas de la empresa Chungar-Volcan, entonces se incrementará el nivel de confianza de la información obtenida de las muestras y sirva en la estimación de recursos de la veta principal y veta andalucía 120.

Al implementar un Programa de Aseguramiento y Control de Calidad en el proceso de preparación y análisis se ha minimizado y mejorado la confiabilidad y calidad de los resultados obtenidos, los errores han disminuido notablemente en los resultados, se seguirá trabajando para implementar aún más controles de los que ya se tiene y así eliminar los errores al 100%, la hipótesis planteada se admite.

4.3.2. Hipótesis específica 1 frente a resultados.

Al establecer protocolos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras nos garantice la confiabilidad en los resultados.

Se estableció protocolos en muestreo en canales, en perforación diamantina y protocolos en inserción de muestras demostrando que tienen eficacia en los resultados, prueba de ello es los gráficos de control, los datos en leyes geológicas están dentro de los parámetros para ser utilizados en la estimación, la hipótesis específica 1 planteada se acepta.

4.3.3. Hipótesis específica 2 frente a resultados.

Al evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan nos asegure un protocolo establecido de control de calidad.

Al evaluar el impacto general en los procesos beneficia en gran medida a llevar de forma analítica y concisa los resultados y tomar decisiones muy favorables al utilizar las leyes para definición de recursos. este protocolo establecido de control de calidad es el punto principal para descartar errores en los procesos de preparación y análisis de muestras geológicas, la hipótesis específica 2 planteada se acepta.

4.3.4. Hipótesis específica 3 frente a resultados.

Al controlar la calidad en el muestreo primario nos alcanzara resultados óptimos en el proceso.

Es un punto importante y es donde nace la implementación sin este proceso controlado los resultados no serán favorables, por ende, el geólogo de control de calidad supervisa permanentemente el proceso con mejoras en los

resultados y corrigiendo errores en campo mediante capacitaciones y enseñanzas, la hipótesis específica 3 planteada se acepta.

4.3.5. Hipótesis específica 4 frente a resultados.

Al determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan nos dé resultados positivos en la evaluación del proceso final de estimación de recursos.

Las leyes de las muestras procesadas en la investigación sirvieron para la estimación final de recursos, conforme a los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos, la hipótesis específica 4 planteada se acepta.

4.3.6. Hipótesis específica 5 frente a resultados.

Al realizar una validación de datos para la utilización en la estimación de recursos minerales en la veta Principal y Veta Andalucía 120 nos otorgue una confianza más certera de la información de los resultados por laboratorio.

Al validar y procesar los datos mediante la generación de nuestras graficas de control nos otorga una visión más global y de fácil análisis e interpretación de resultados. Por tanto, nos sirve para tomar decisiones inmediatas y eliminar errores que suceden dentro del laboratorio químico, la hipótesis específica 5 planteada se acepta.

4.4 Discusión de resultados

Se estableció los procedimientos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras estas garantizan la confiabilidad en los

resultados. Dentro del procedimiento de muestreo tanto la ubicación, marcado y espaciado Depende de la regularidad de la mineralización y del tipo de labor y es el punto inicial para tener resultados óptimos. Con respecto a la inserción de muestras geológicas en mina se han utilizado **11929** muestras de mina y **3200** muestras de DDH tanto de la veta principal y la veta Andalucía 120 dando como resultado en la **Precisión** una evaluación **aceptable** para (duplicados finos, duplicados gruesos y muestras gemelas), en la prueba de **Exactitud** de estándares (alto, medio y bajo) una evolución de **Bueno** y para **Contaminación** en los blancos (gruesos y finos) una condición de **Aceptable**. Lo que prueba la confiabilidad de los resultados.

Al aplicar el sistema de control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas de la empresa Minera Chungar – Volcan ha beneficiado en gran medida el proceso y confiabilidad de los resultados finales para las estimaciones geológicas. En el QA/QC (control de aseguramiento y control de la calidad) en la preparación y análisis de muestras el personal designado para la inserción de muestras en todo momento verifico que se cumpla el procedimiento de **Preparación**, que consiste en el chancado primario donde se inserta los duplicados gruesos y blancos gruesos, el chancado secundario, donde se inserta los duplicados finos, blancos finos y estándares respectivos, posteriormente en el **Análisis** de muestras donde el personal de laboratorio debe seguir un orden de los **batch o lote** generados para no tener ningún tipo de errores.

Se establece procedimientos en el control de la calidad del muestreo primario un punto importante en tener en cuenta es que no se dejara de tener errores en el proceso, pero el trabajo constante y seguimiento por parte de la supervisión reducirá los errores y se controlara rápidamente una vez identificados.

El muestreo primario es la actividad más importante y delicada que se realiza durante todo el engranaje productivo de la mina por ello se debe de seguir al pie de la letra el procedimiento establecido.

La introducción de un sistema de control de calidad QA/QC en el proceso de preparación y evaluación de muestras geológicas de la firma Minera Chungar – Volcan aseguró la confianza de las muestras suministradas al laboratorio. Antes de enviar las muestras al laboratorio químico el personal encargado de la inserción se asegura que las muestras estén bien codificadas siguiendo el batch o lote respectivo, al llegar a laboratorio químico antes de pasar al proceso de secado se asegura que cada muestra tenga la codificación respectiva; en la preparación se vigila que siga en orden el proceso de chancado, pulverizado y posteriormente el análisis respectivo.

Al validar los datos obtenidos crea certeza y confianza al momento de utilizar en la estimación de recursos minerales en la veta Principal y Veta Andalucía. 120. Al tener seguridad de que las muestras insertadas tanto de Precisión, exactitud y análisis se encuentran dentro de los parámetros aceptables las **11929** muestras de mina y **3200** muestras de DDH son datos confiables para utilizar en la estimación de recursos y reservas.

CONCLUSIONES

- Se estableció los protocolos de muestreo en mina, perforación diamantina e inserción de muestras garantizando la confiabilidad de los resultados en un 90%.
- El impacto que genera al aplicar un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de preparación y análisis de muestras geológicas son: confiabilidad en los resultados, disminución de errores en laboratorio, mayor grado de seguridad en el proceso.
- Con el control de calidad en el muestreo primario, se evidencia que los errores en los mismo disminuyen si se sigue un adecuado proceso de extracción de muestreo en canales.
- La introducción de un sistema de control de calidad QA/QC en el proceso de preparación y evaluación de las muestras geológicas en la empresa Minera Chungar - Volcan resultó en un nivel de confianza del 90% en las muestras enviadas al laboratorio.
- Con la validación que se realizó, se logró tener mejores resultados en la en la estimación de recursos minerales en la veta Principal y veta Andalucía 120.

RECOMENDACIONES

- Cada empresa minera debería contar con un área de control de calidad, este realizara el seguimiento a los procesos geológicos de trabajos diarios, de tal manera que se pueda detectar cualquier anomalía y coordinar su levantamiento respectivo.
- Cada procedimiento de control y aseguramiento de calidad debe estar definida para cada proceso ya sea muestreo, logeo, preparación de muestras, corte de testigos, de esta manera materializar el aseguramiento de la calidad, a fin de agilizar el seguimiento en las auditorias correspondientes.
- Actualizar permanentemente los protocolos de muestreo e inserción de muestras de tal manera que se identifique los nuevos errores y enfocando el procedimiento correcto para evitarlos.
- Validar la base de datos al 100% en sondajes y canales.
- Preparar estándares para el control de calidad teniendo en cuenta los métodos de análisis del laboratorio Chungar.
- Todo el personal que trabaja para el área geológica debe ser capacitado para que logre experiencia, en técnicas de muestreo, ensayos relevantes al yacimiento, y estar consciente de los problemas que podrían afectar la confiabilidad de los datos.
- La cadena de custodia debe estar siempre vigilada por un supervisor y está llegue a buen recaudo a laboratorio químico para su análisis e interpretación.
- La inserción debe ser totalmente confidencial, ya que este proceso depende de los trabajos realizados anteriormente.
- Entregar diariamente un reporte de QA/QC para saber y evaluar los trabajos realizados anteriormente, y ver las mejoras oportunas al momento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armando Simon AMEC (2010). aseguramiento y control de calidad en la exploración geológica.
- Artica, María, (2010). Control y Aseguramiento de la Calidad Muestreo por Regularización y Rutinario – Proyecto Tía María “Depósito de la Tapada”, Arequipa – Perú.
- Armando, S. (2010). Taller de Aseguramiento y control de la calidad en la exploración Geológica, Cajamarca, Perú.
- Bureau Veritas Formación, S.A (2007). Gráficos de Control de Shewart
- Canchaya, S. (2013). Curso de Muestreo con prácticas de Campo, Lima, Perú.
- Cía. Minera Volcan (2010). Procedimientos de Muestreo, Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad (QA/QC) del Muestreo.
- Cía. Minera Volcan, (06/2015). Inventario de Recursos.
- Departamento De Geología – E.A.CH (2015). Compendio Geológico de Animón, Pasco – Perú.
- Grupo Milpo (2009). Información y Documentación: referencias bibliográficas. QA/QC en minería.
- Ingemmet (1996). Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores, Lima, Perú.
- Juver Vélez Ríos (2015). Innovación Al Control De Procesos De Muestreo (QA/QC) Que Validan La Estimación De Recursos Y Reservas Para El Yacimiento Epitermal De Alta Sulfuración En Coimolache – Cajamarca, Desde Su Etapa De Prospección A Mina De Oro, Ppt 5 Caso Bre-X “Un antes, un después”.
- La Arena y Shahuindo (2008). Información y Documentación: referencias bibliográficas. QA/QC en minería.

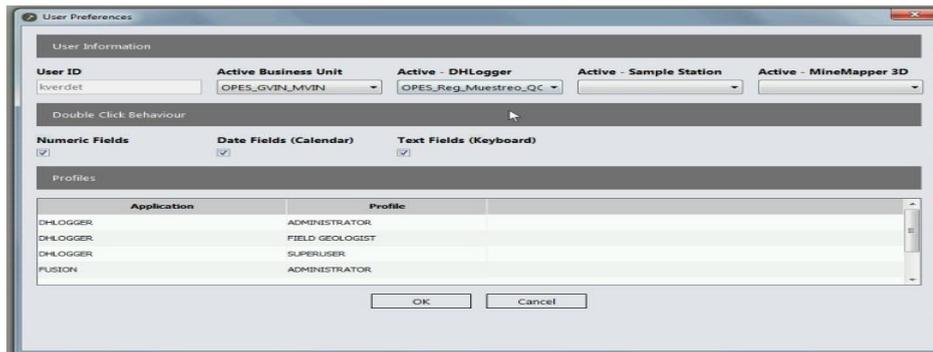
- Minera Barrick Misquichilca S.A (2003). EIA implementaron procedimientos de aseguramiento y control de calidad QA/QC a fin de garantizar que el dato sea de calidad aceptable y defendible.
- Minera Tantahuatay Coimolache – Cajamarca (2015). Información y Documentación: referencias bibliográficas. QA/QC en minería.
- Marco A. Mendoza C. (2010). introducción al muestreo y control de calidad. Ppt.
- Magri, E. y Magri, A. (2013). Muestreo y control de calidad para exploración y Minería, Chile.
- Ríos, Ayala, J. (2010). Informe de la geología regional del distrito Huarón-Animón-Alpamarca-Carhuacayan, Pasco, Perú.
- Simón Armando, (2011). Taller de Aseguramiento y Control de la Calidad en la Exploración Geológica, Lima – Perú.
- The Jorc Code, (2004). Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves, Australia.
- <http://www.srk.com/es/nuestros-servicios/servicios-de-geologia-recursos-y-exploracion/ww-qa-qc-de-exploracion>.

ANEXOS

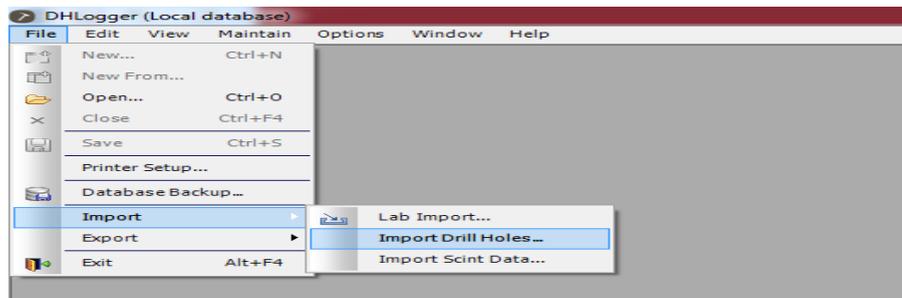
ANEXO 1:

PROCESAMIENTO DE DATOS “FUSION”

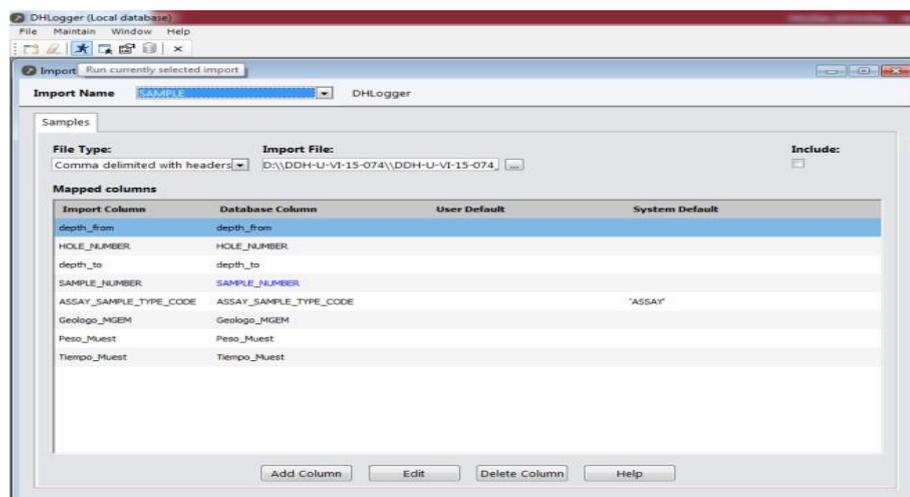
1. Realizar la importación de Muestras, mediante la herramienta IMPORT DRILL HOLES



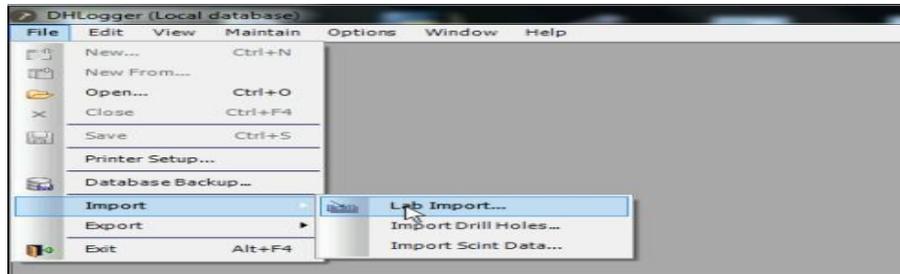
2. Realizar la importación de Muestras, mediante la herramienta IMPORT DRILL HOLES



3. Mediante la generación de plantillas formuladas para el ingreso de muestras



4. Realizar la importación de Resultados de Leyes, mediante la herramienta LAB IMPORT

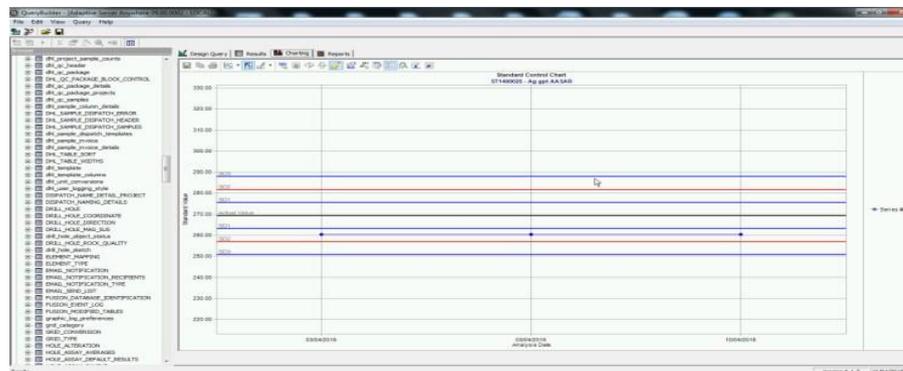
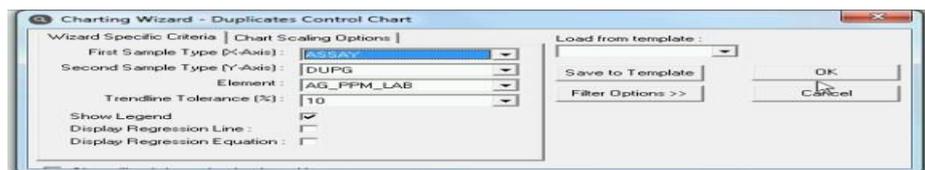


5. Resultado de la importación:

The screenshot displays the 'Samples' view in DHLogger. A table lists imported assay data for a drill hole. The table has the following columns: Sample Number, Depth From, Depth To, Length, Ag_per_Lab, Cu_per_Lab, Au_per_Lab, Fe_per_Lab, Ni_per_Lab, Pb_per_Lab, Zn_per_Lab, CaO_per_Lab, Pb_per_Lab, Ni_per_Lab, and Pb_per_Lab. The data rows show depth intervals and corresponding assay results.

Sample Number	Depth From	Depth To	Length	Ag_per_Lab	Cu_per_Lab	Au_per_Lab	Fe_per_Lab	Ni_per_Lab	Pb_per_Lab	Zn_per_Lab	CaO_per_Lab	Pb_per_Lab	Ni_per_Lab	Pb_per_Lab
267.00	268.50	1.50	5.2421				.0127			.1685				
268.50	268.80	0.30	4.4762				.0018			.1440				
268.80	270.30	1.50	5.2311				.0097			.1682				
270.30	271.80	1.50	5.4625				.0124			.1750				
271.80	273.30	1.50	2.6666				.0083			.0951				
273.30	275.50	2.20	6.3800				.0124			.2054				
275.50	275.50	0.00	7.9071				.0137			.2272				
275.50	275.80	0.30	10.7056				.0464			.3442				
275.80	277.30	1.50	4.7997				.0145			.1583				
277.30	278.00	0.70	6.6589				.0157			.2140				
280.70	282.30	1.60	11.3193				.0289			.3639				
282.30	283.80	1.50	8.2273				.0038			.2045				
283.80	284.20	0.40	4.7792				.0020			.1534				
284.20	285.50	1.30	11.4126				.0020			.2649				
285.50	287.00	1.50	7.5709				.0018			.2434				
287.00	288.50	1.50	7.1977				.0017			.2314				
288.50	290.00	1.50	3.6452				.0011			.1372				
290.00	291.50	1.50	3.6919				.0011			.1387				

6. Análisis de gráficos

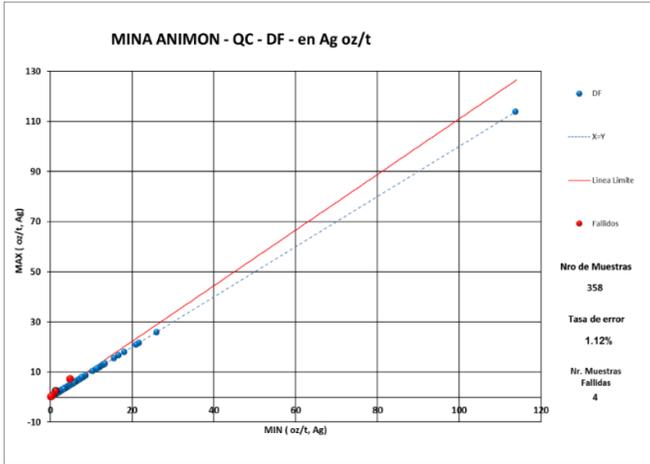
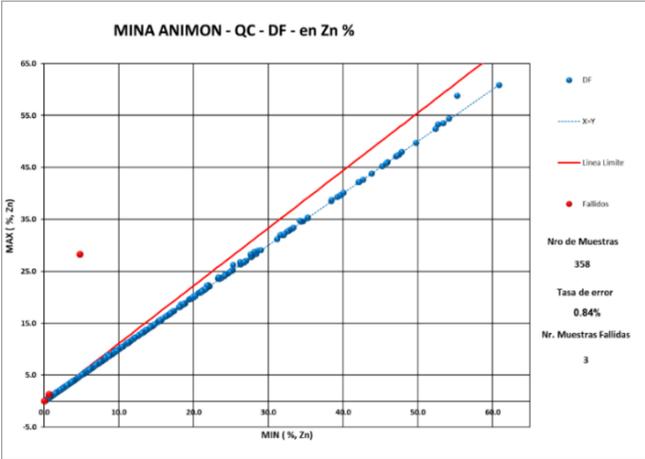
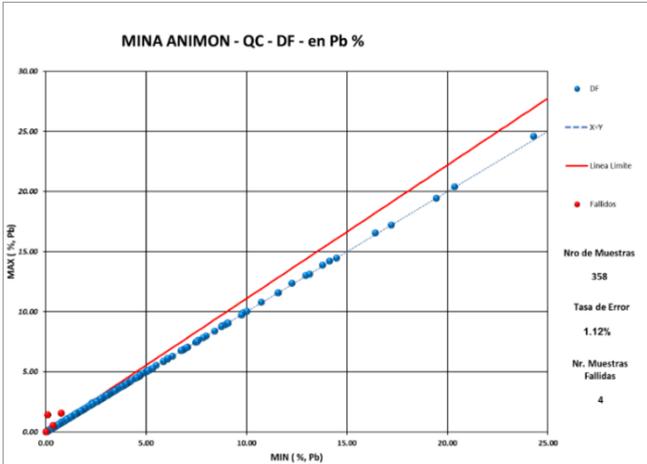
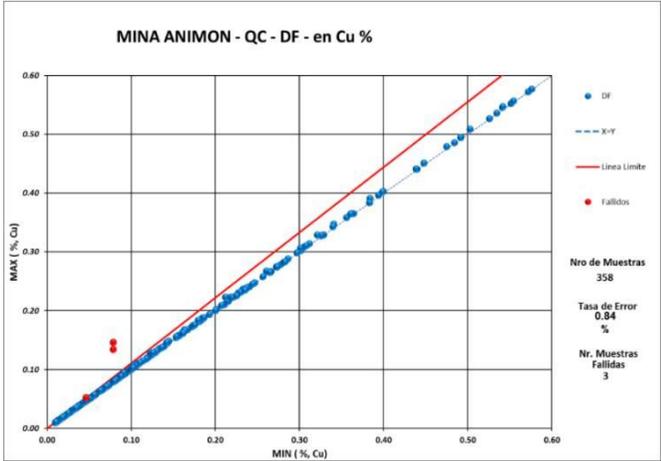


ANEXO 2:

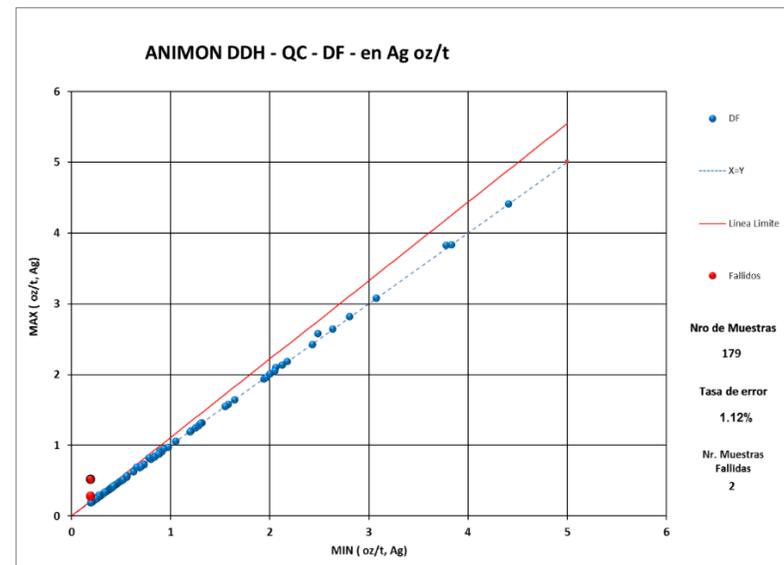
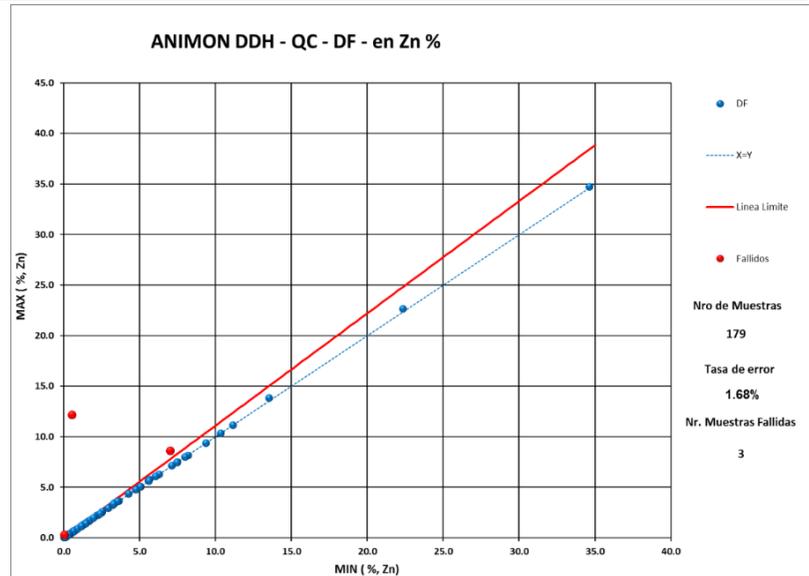
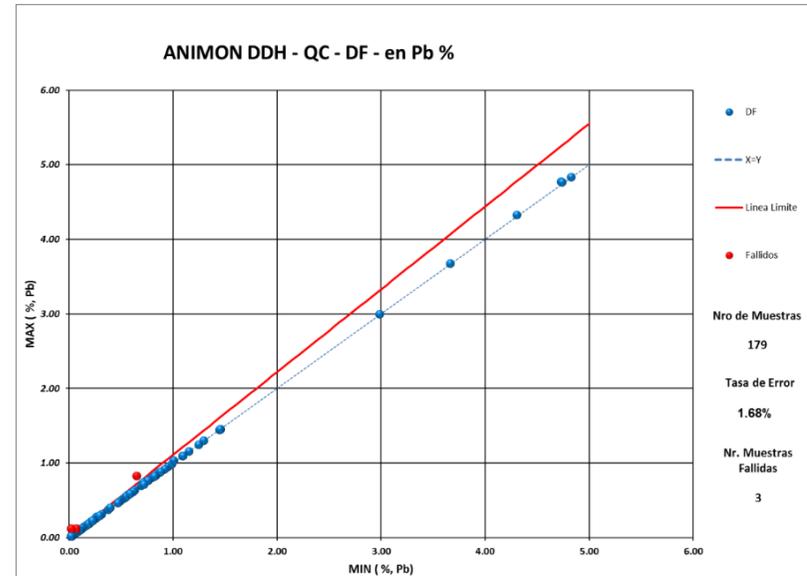
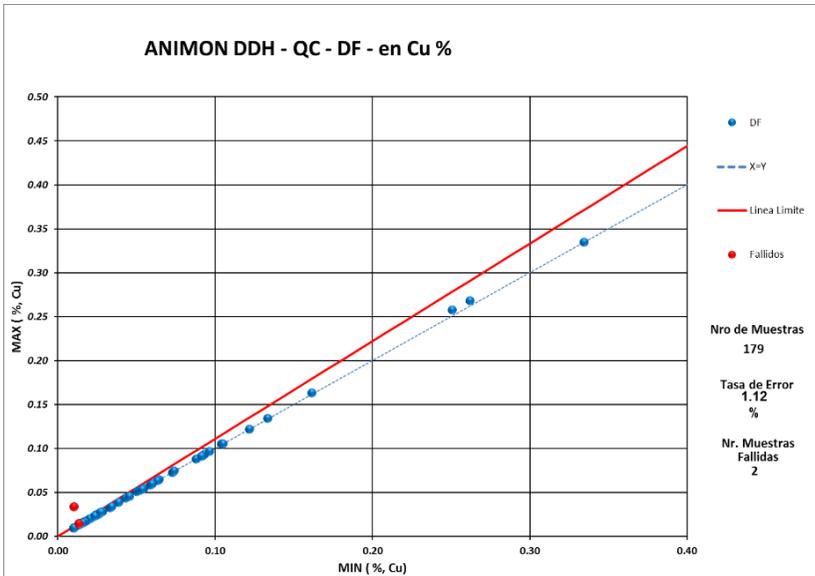
GRAFICAS DE CONTROL

1. Gráficas de Duplicados Finos por elemento.

MIN

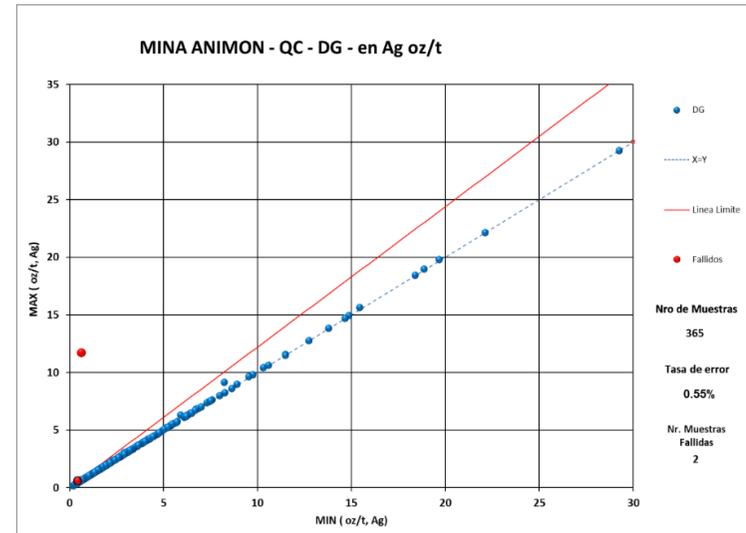
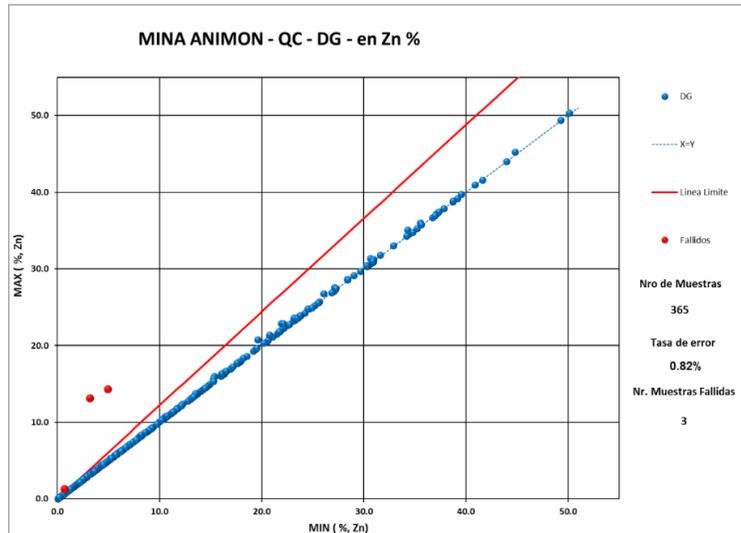
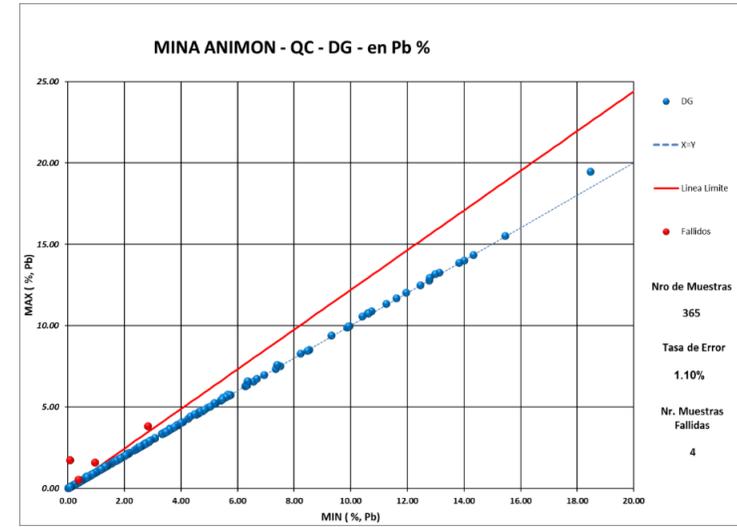
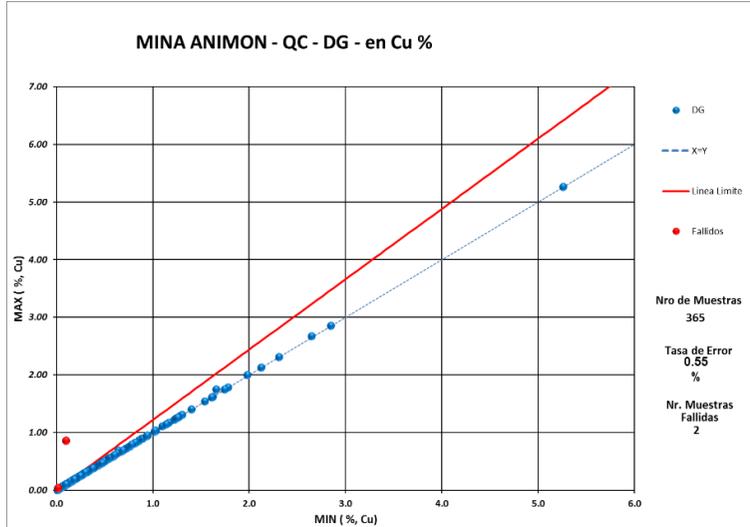


DDH

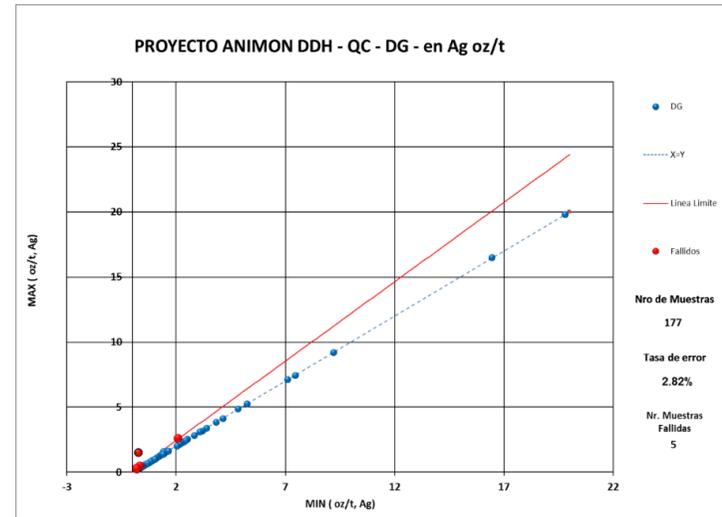
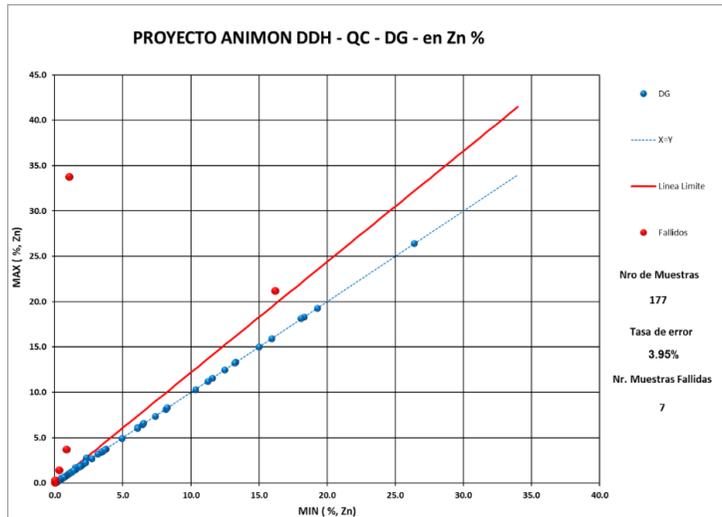
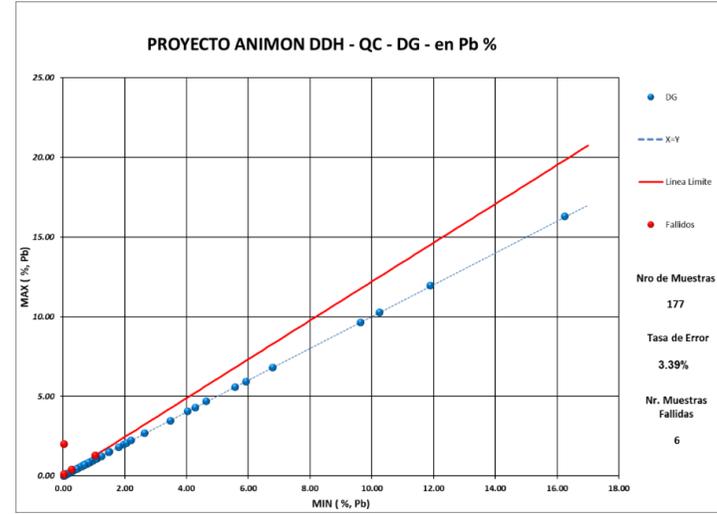
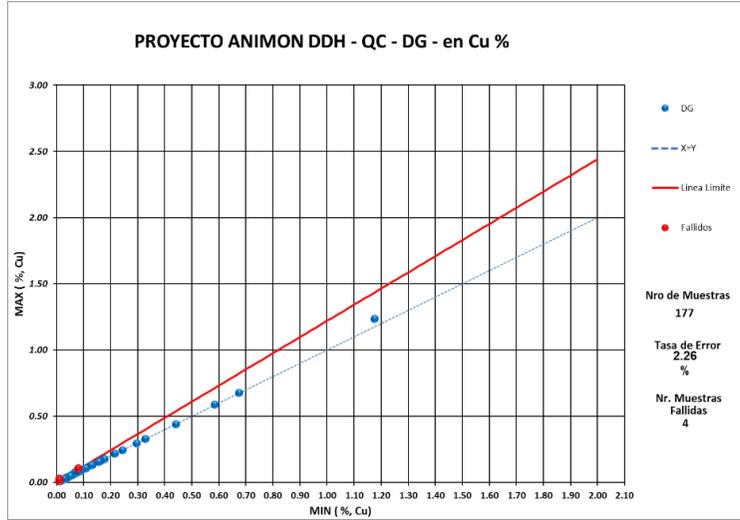


2. Gráficas de Duplicados Gruesos por elemento.

MINA

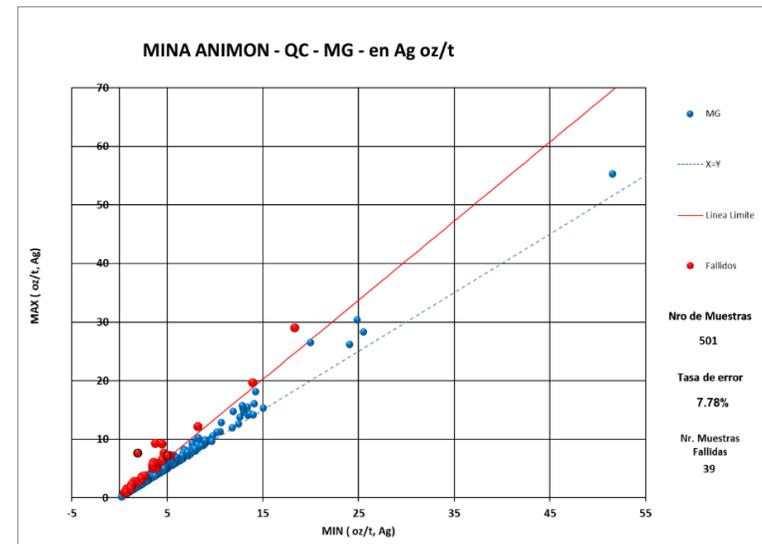
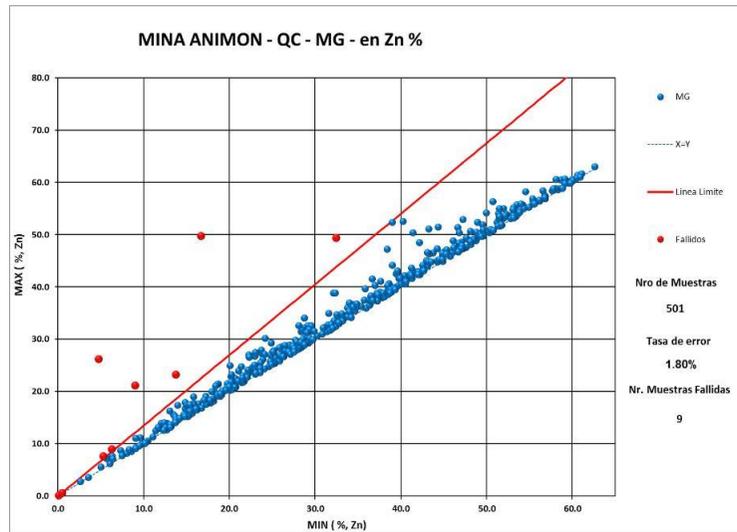
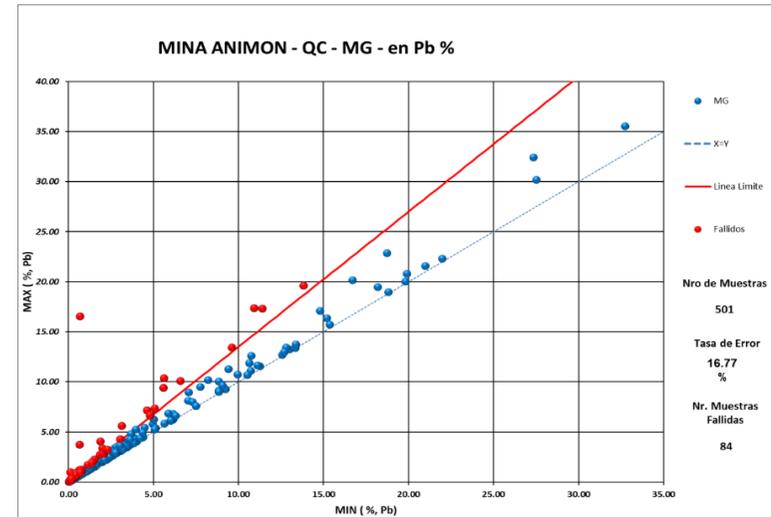
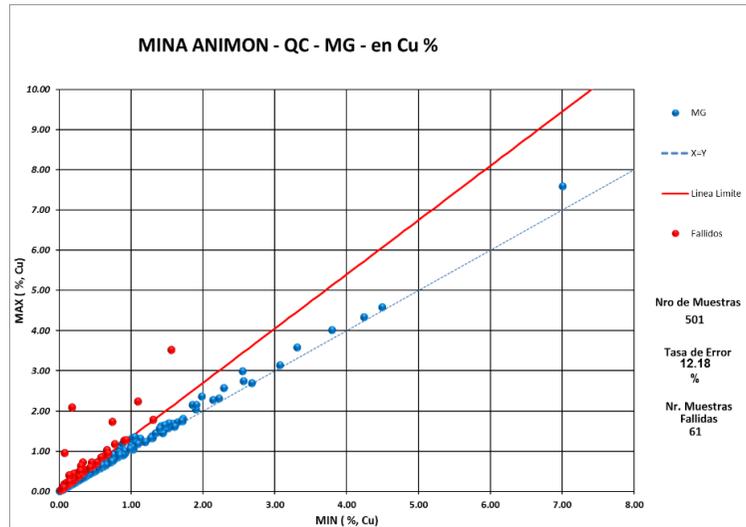


DDH

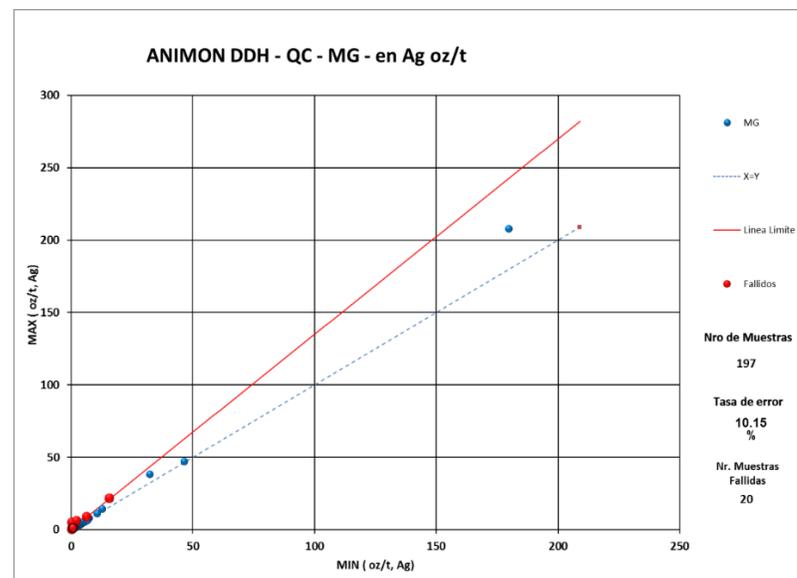
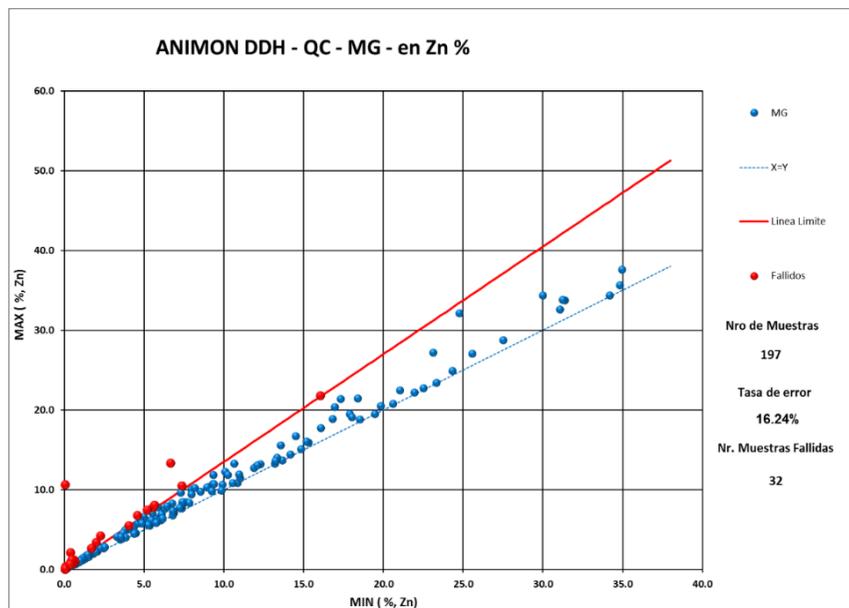
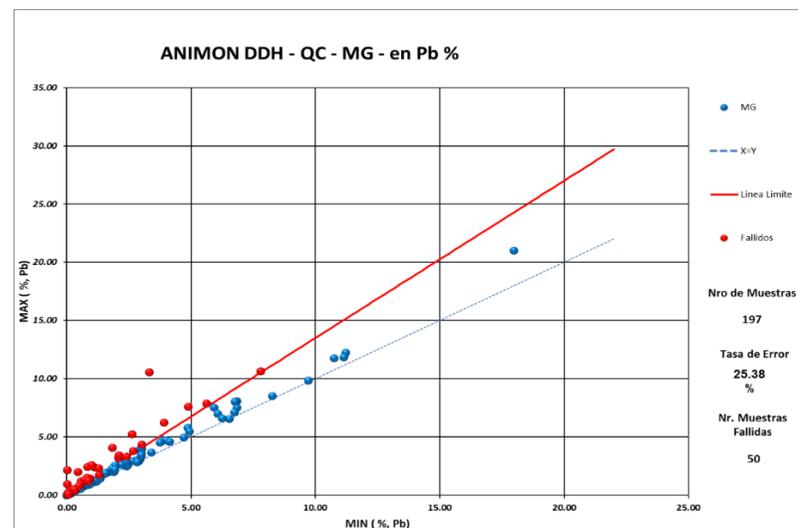
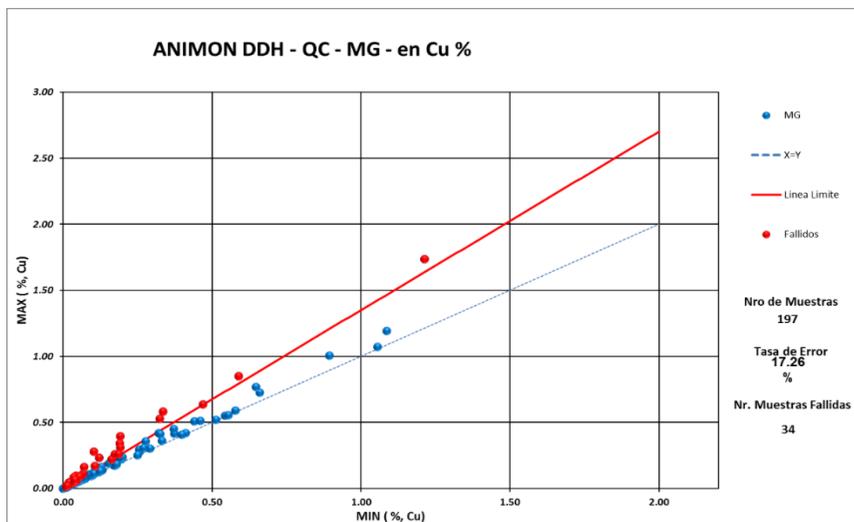


3. Gráficas de Muestras gemelas por elemento.

MINA



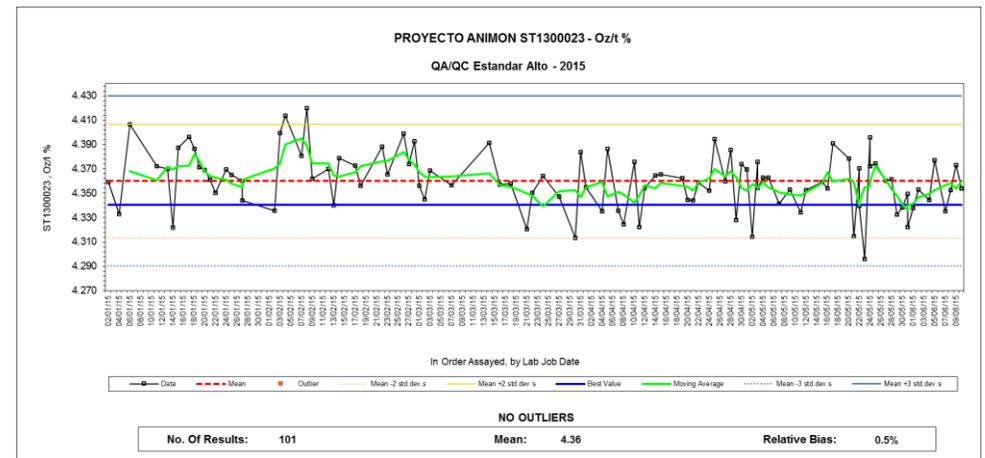
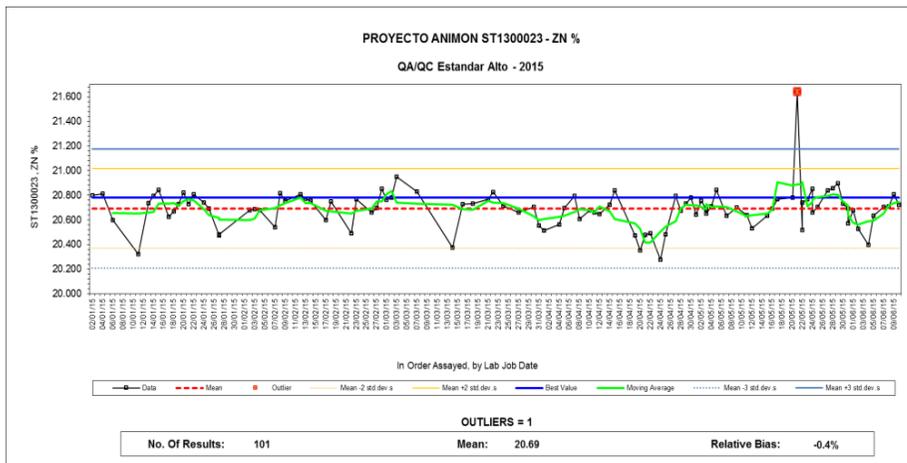
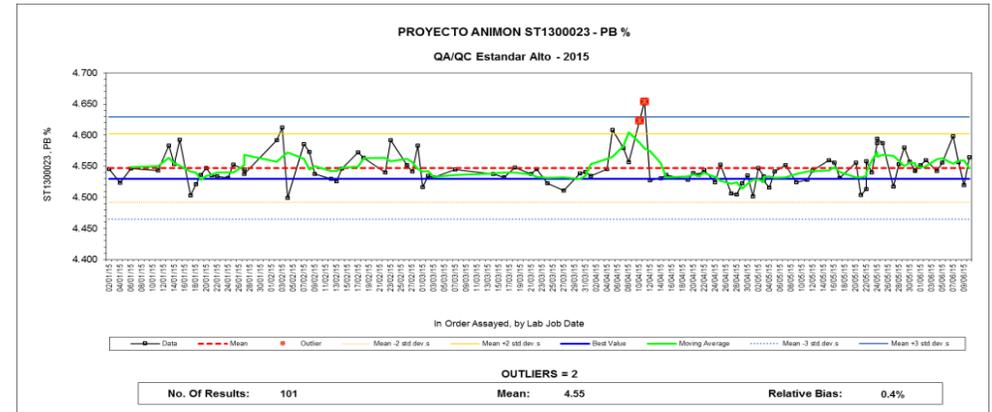
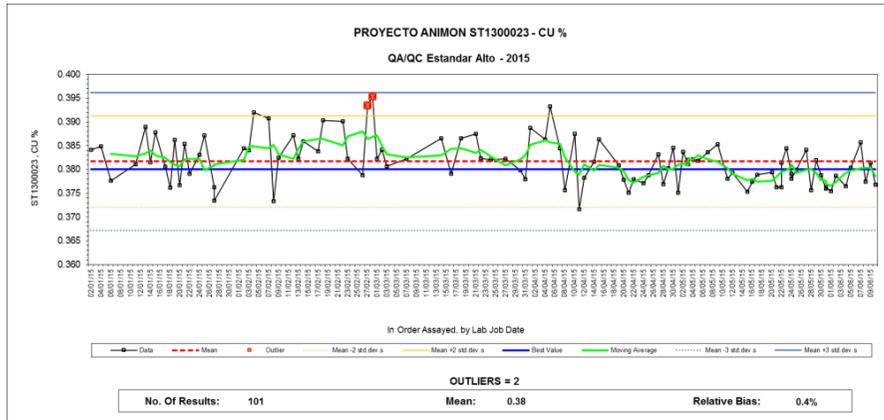
DDH



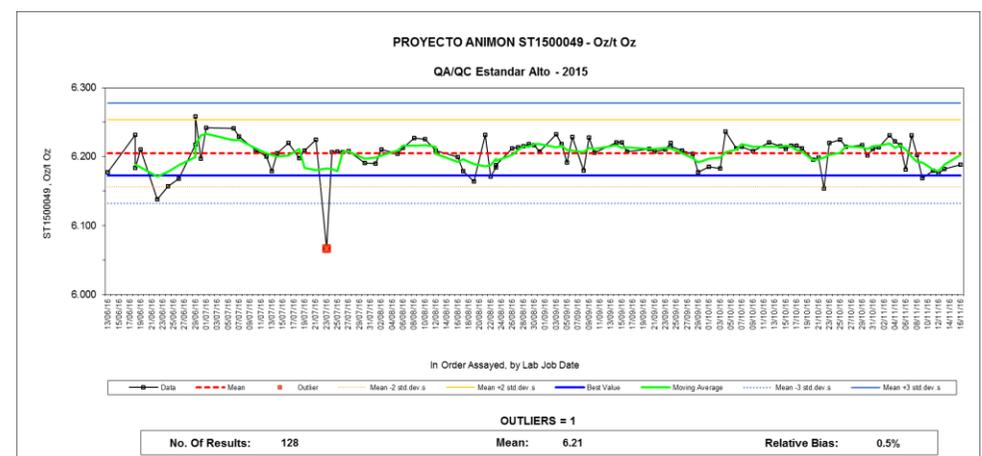
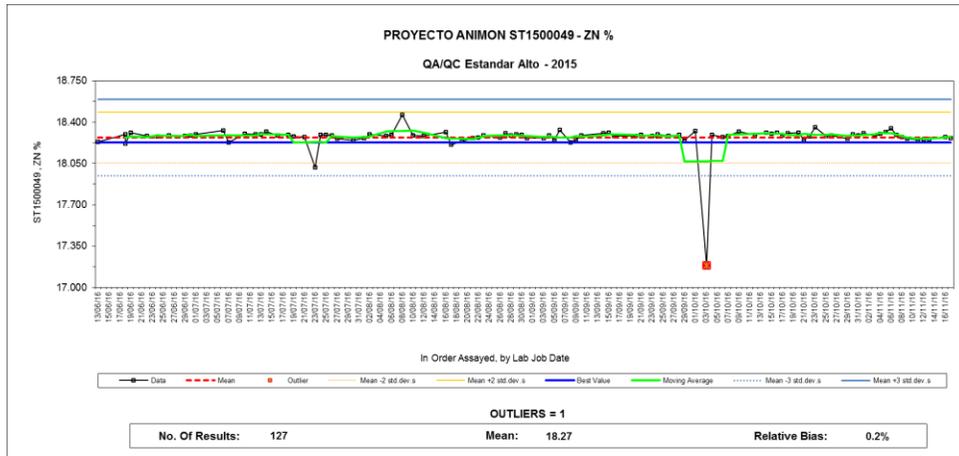
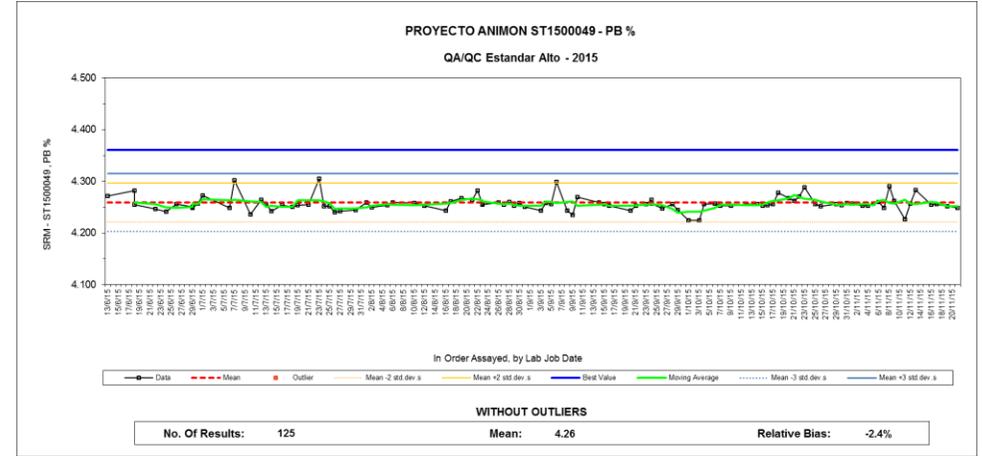
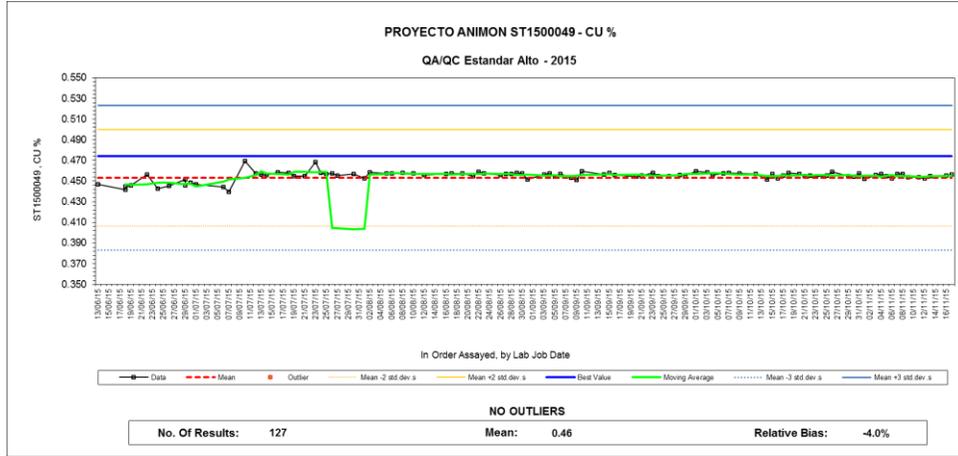
4. Gráficas de Estándar por elemento.

Mina (Estándar Alto)

ST1300023

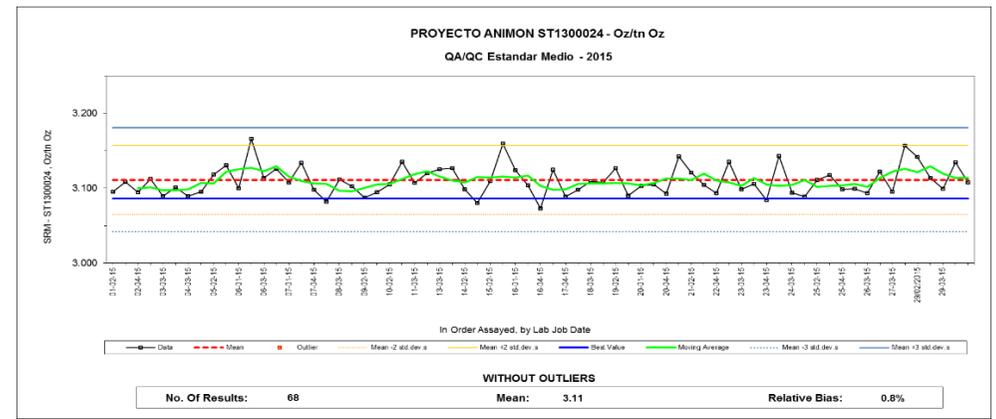
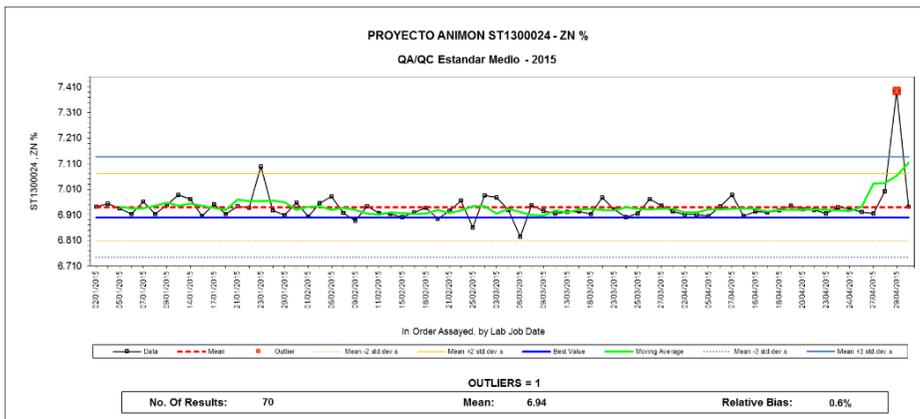
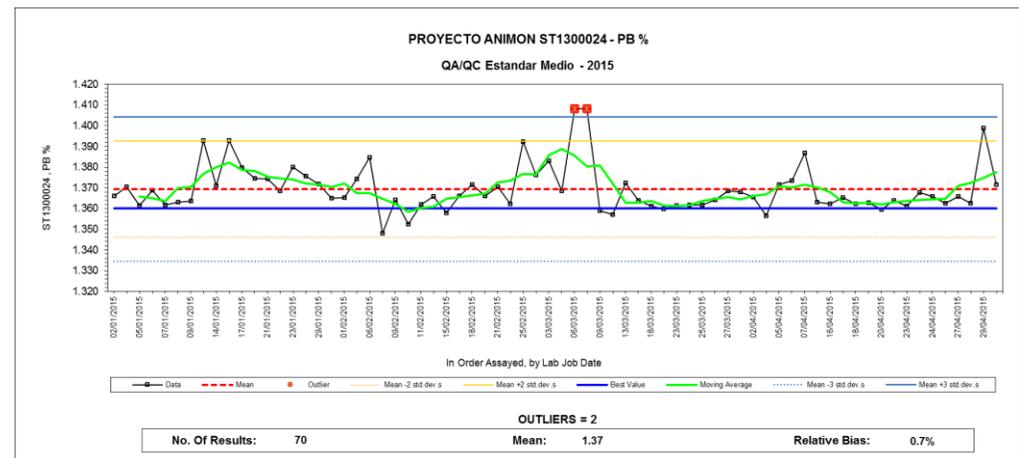
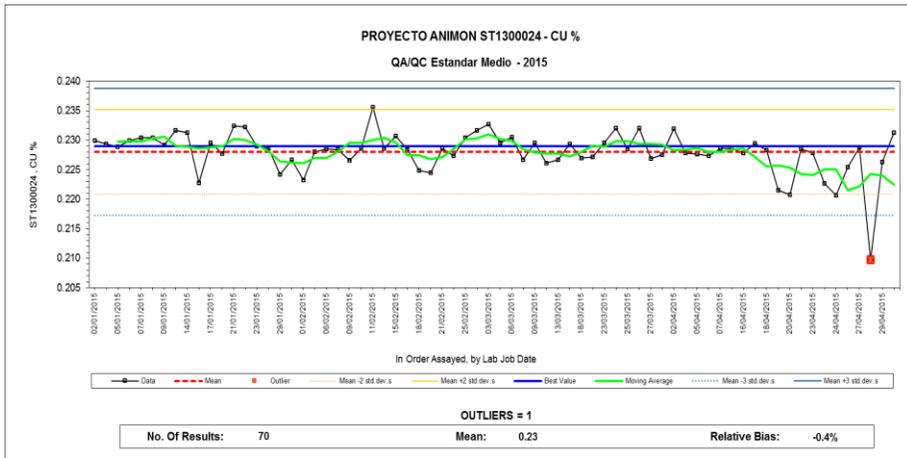


ST1500049

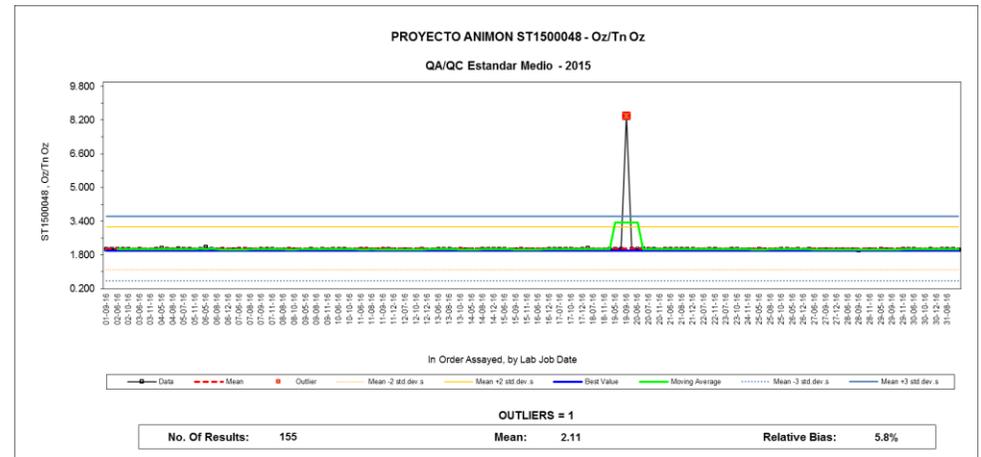
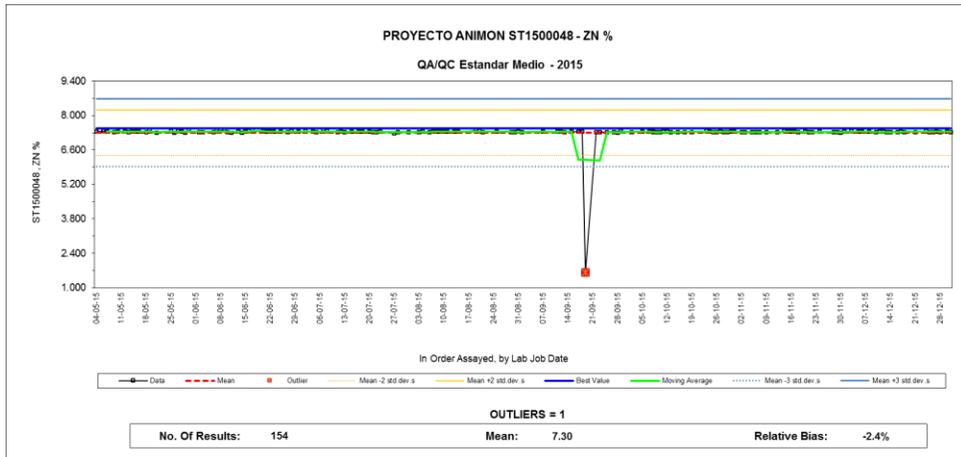
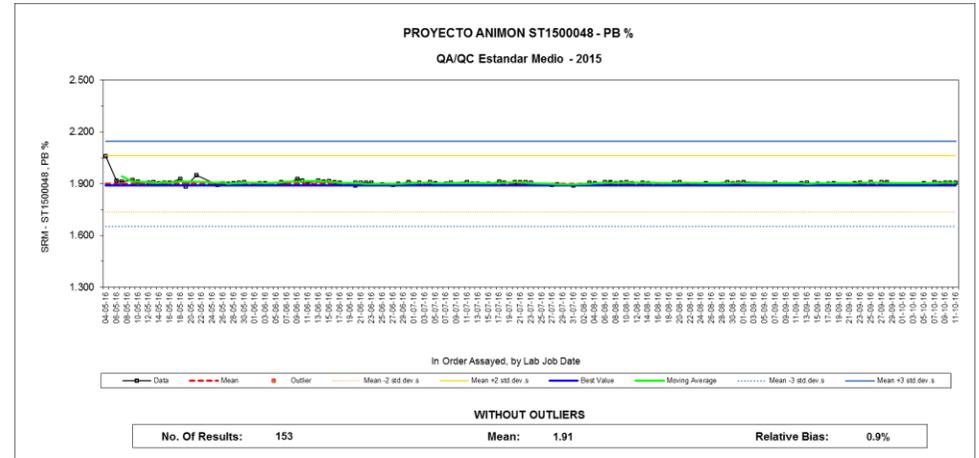
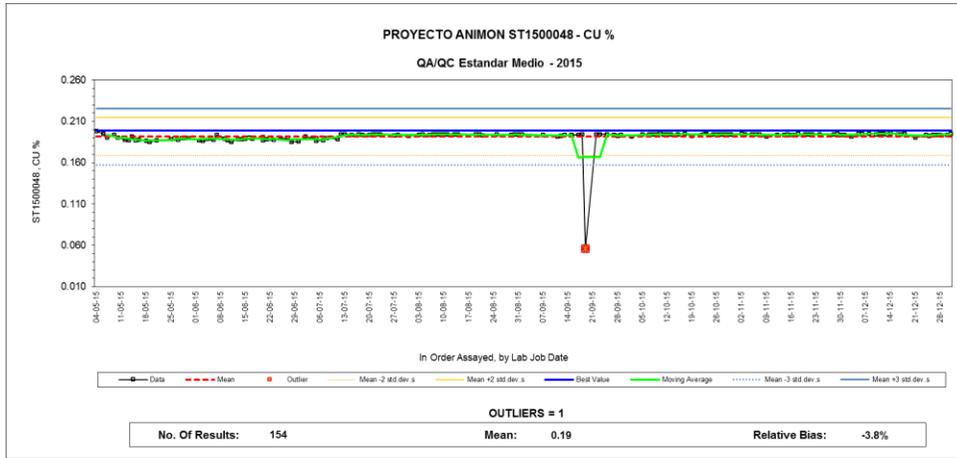


Mina (Estándar Medio)

ST1300024

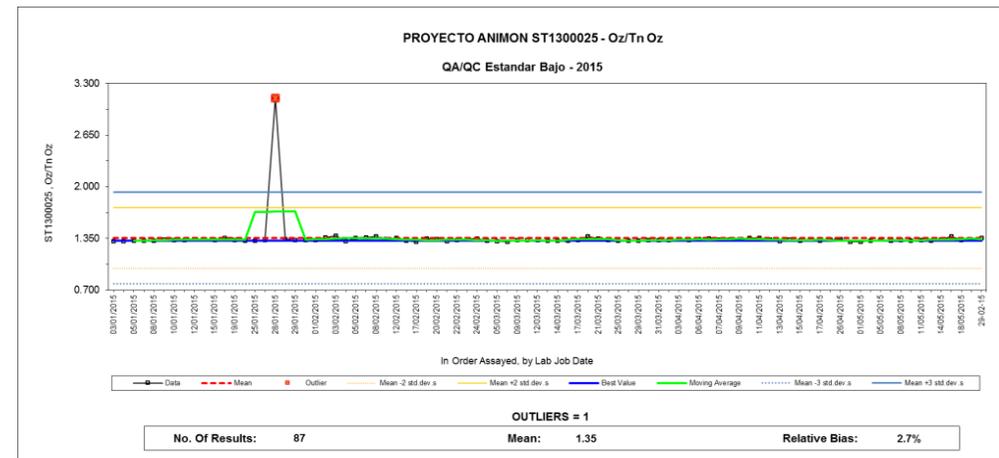
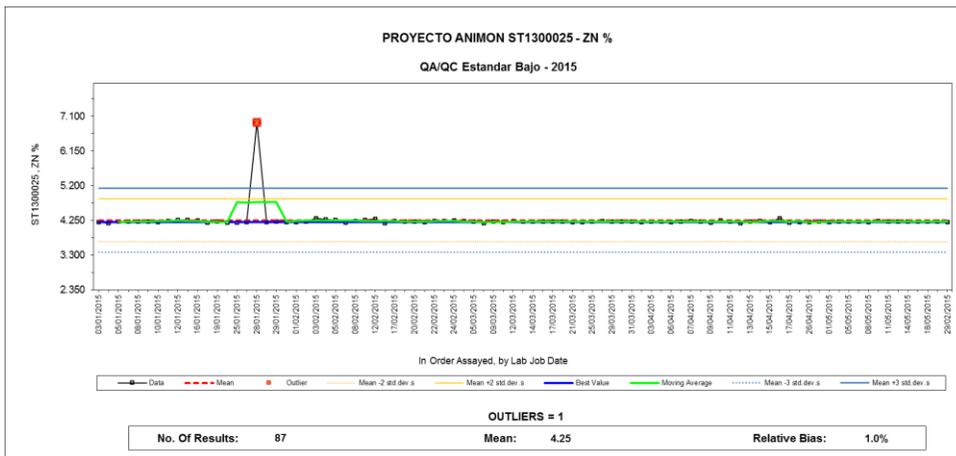
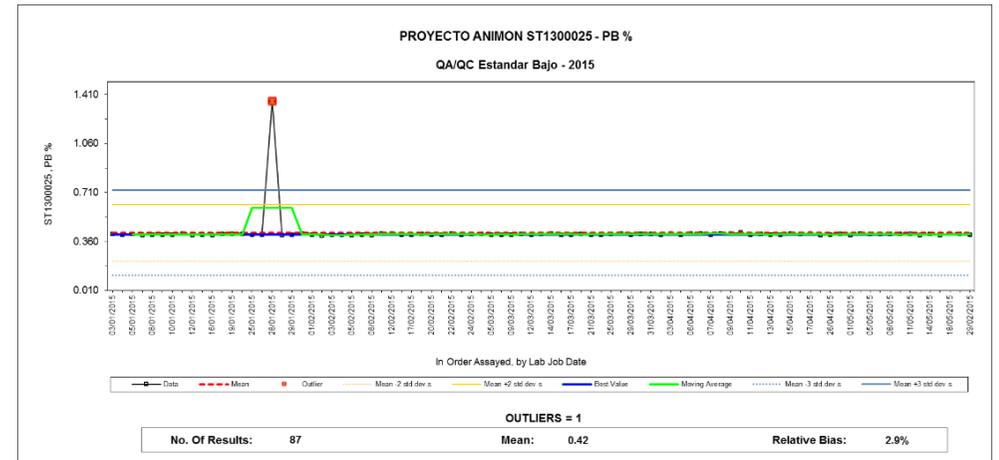
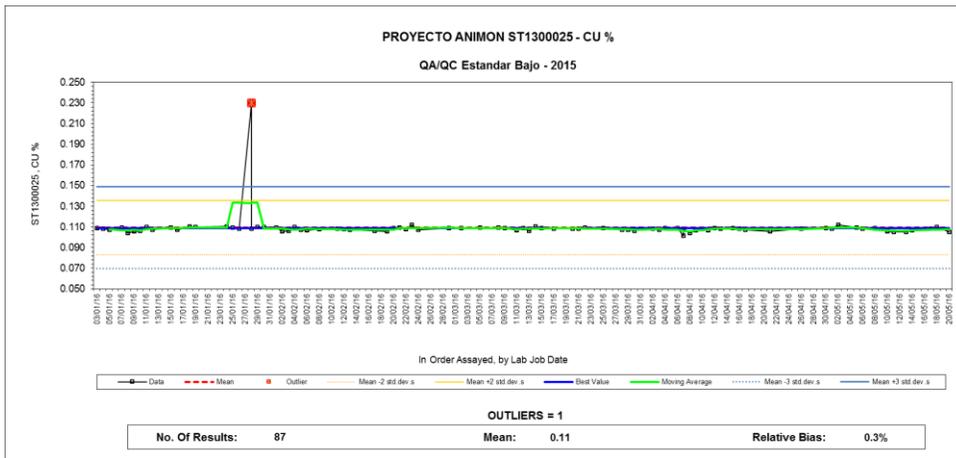


ST1500048



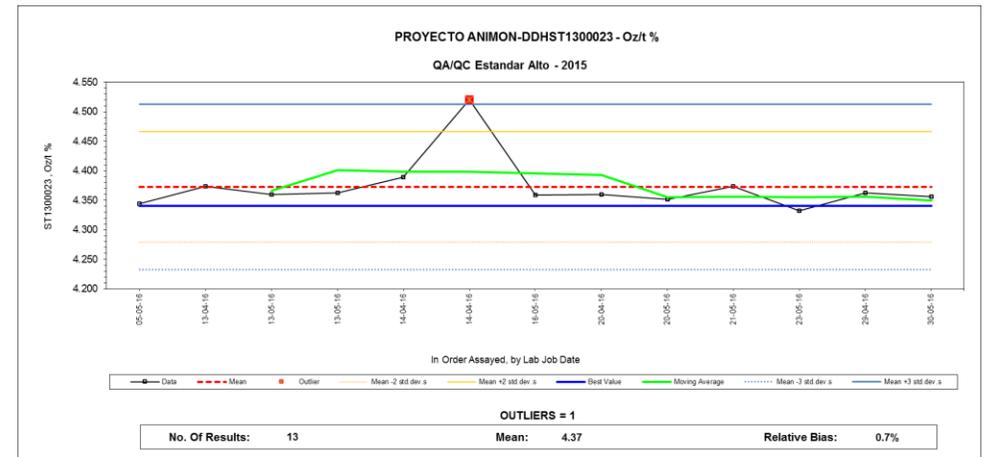
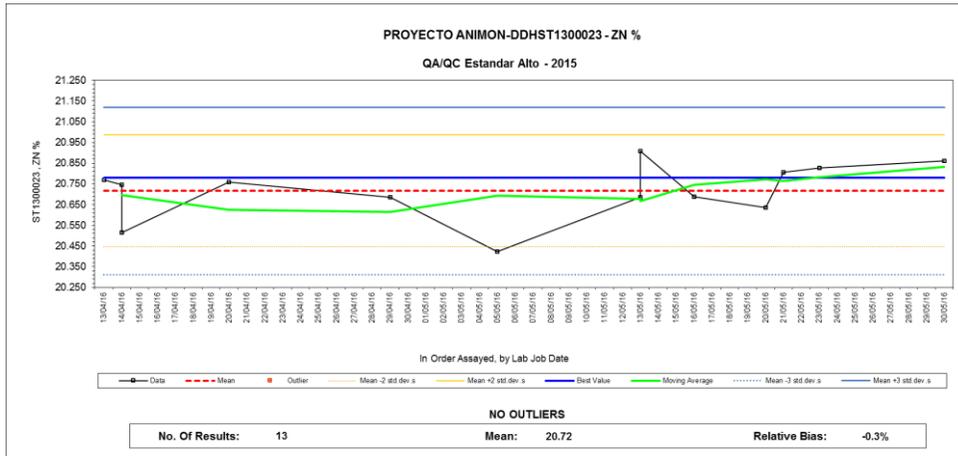
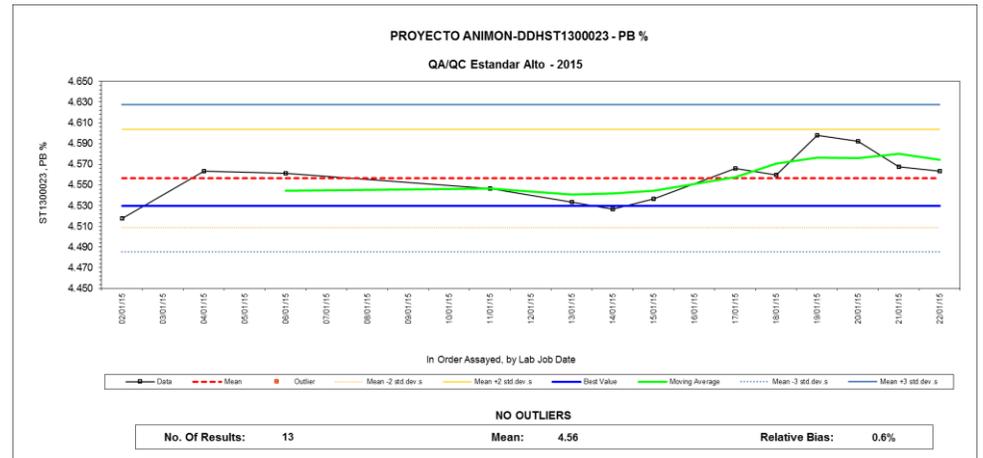
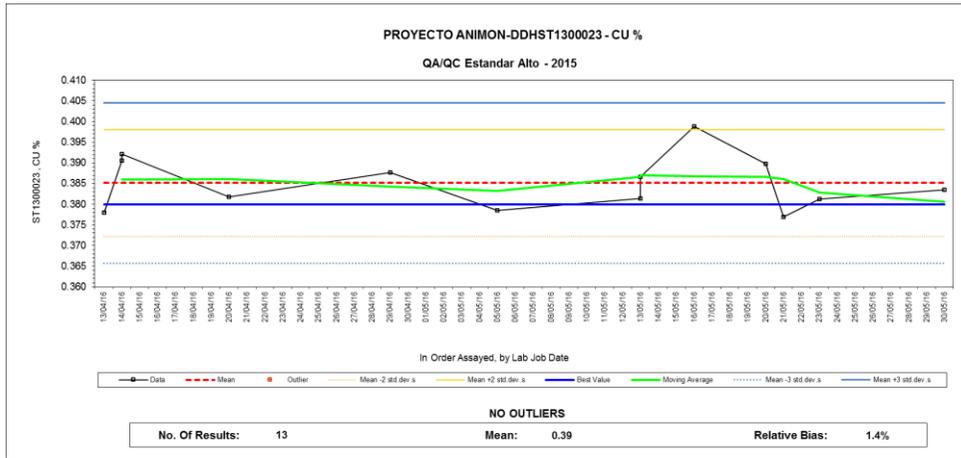
Mina (Estándar Bajo)

ST1300025

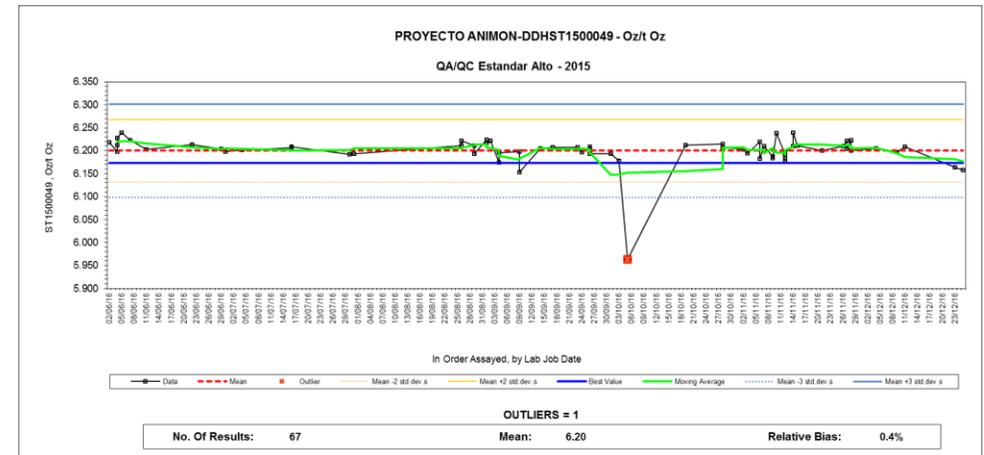
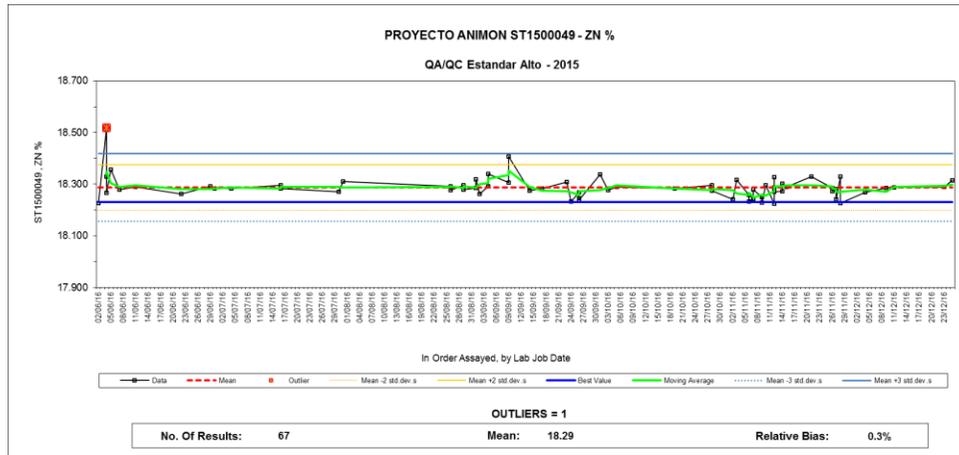
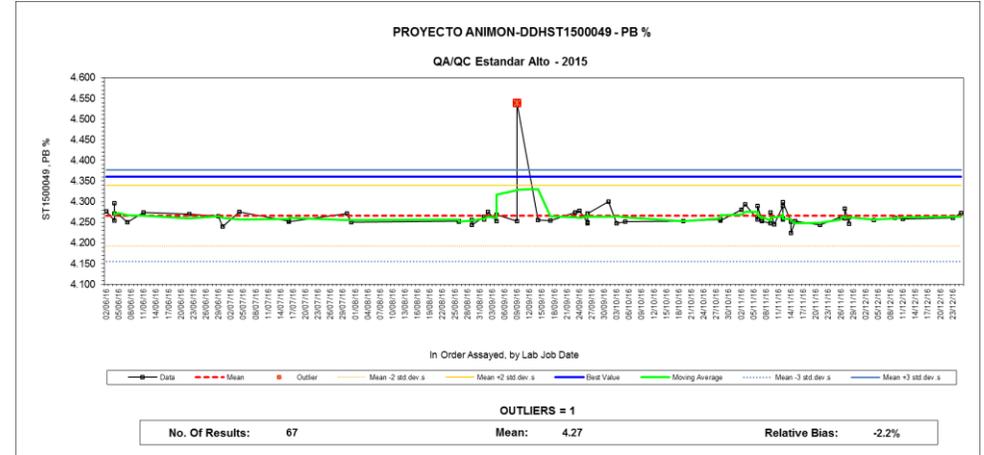
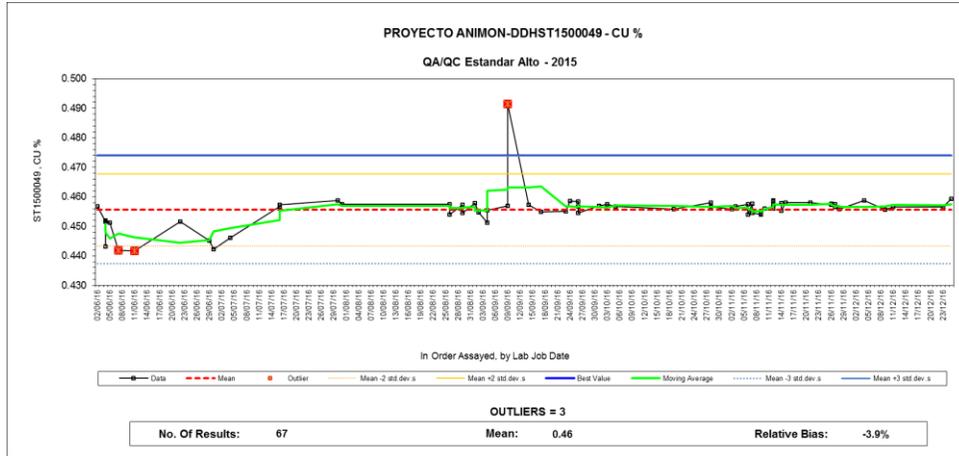


DDH (Estándar Alto)

ST1300023

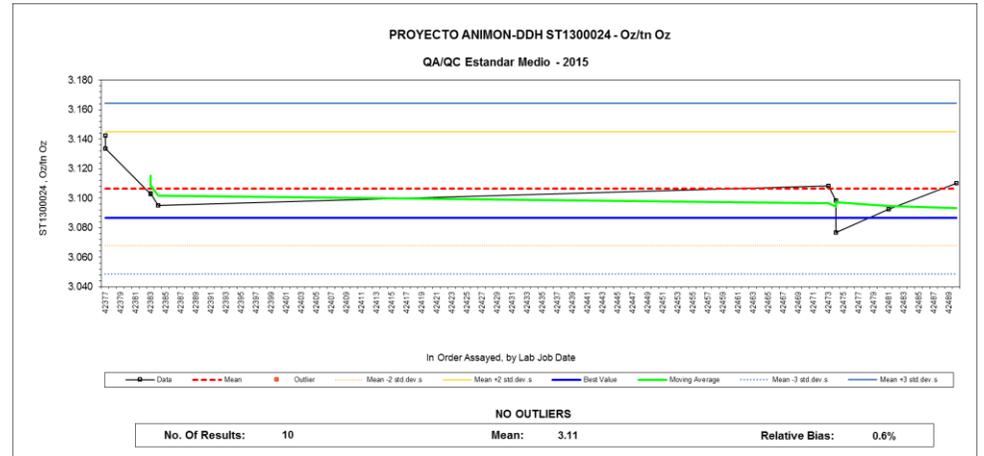
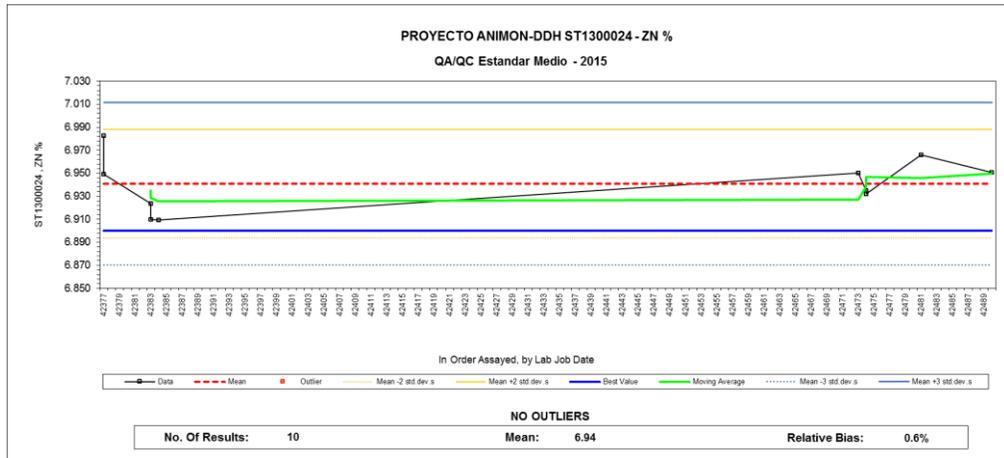
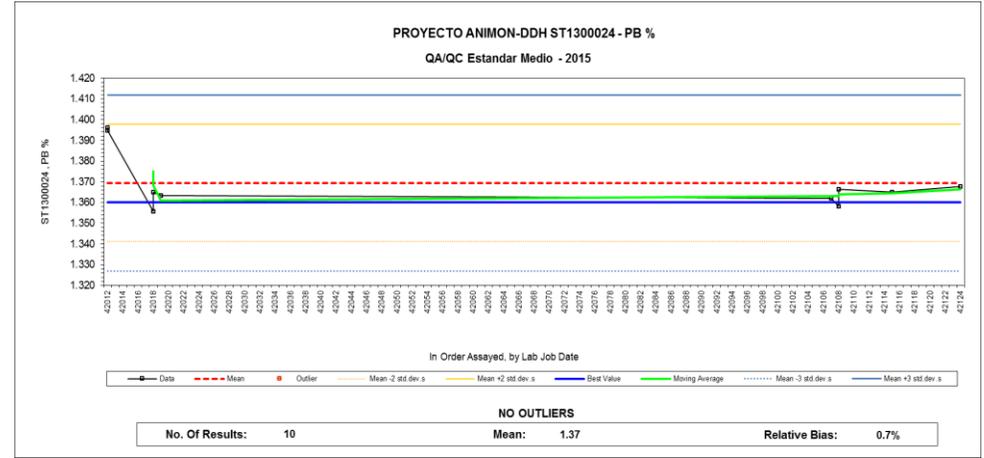
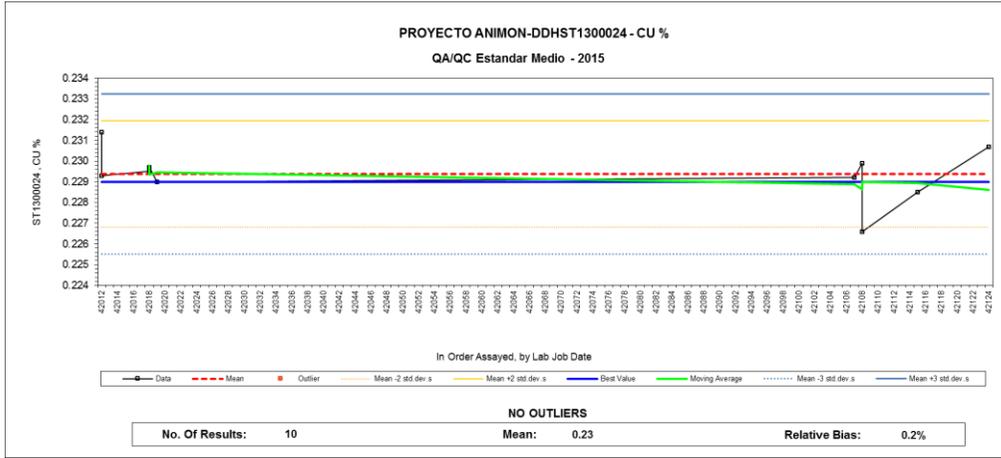


ST1500049

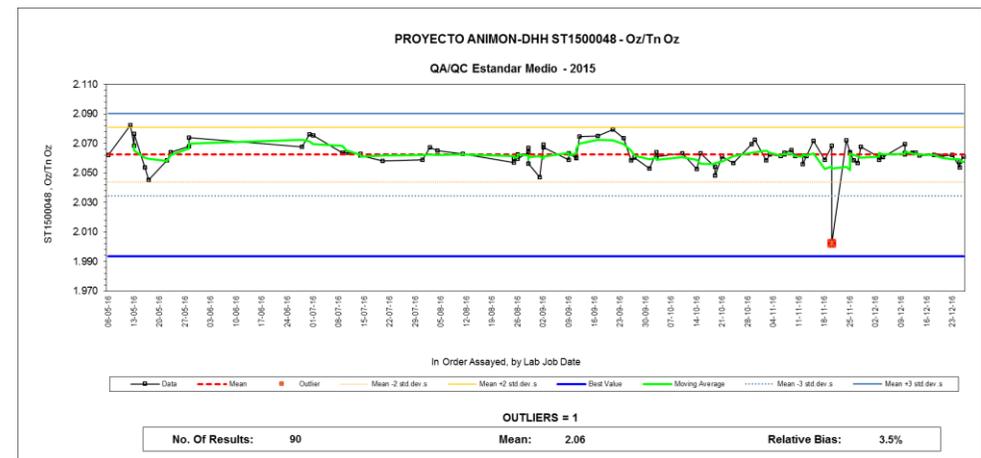
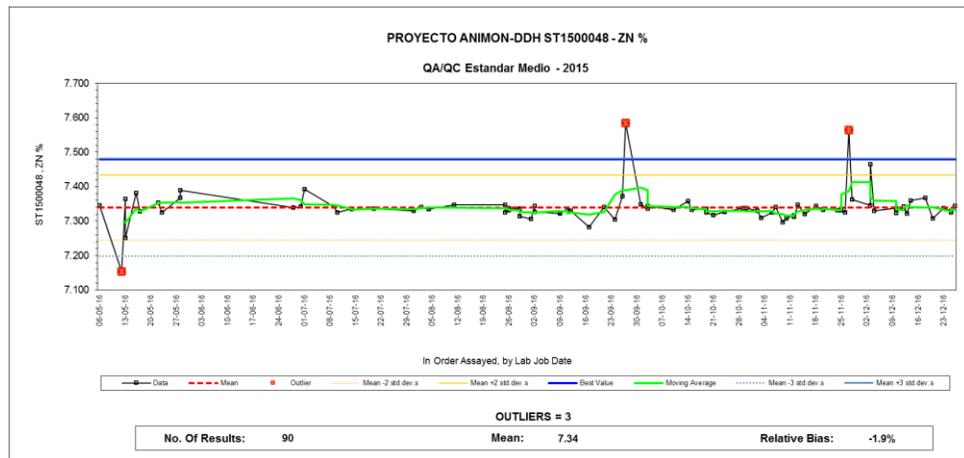
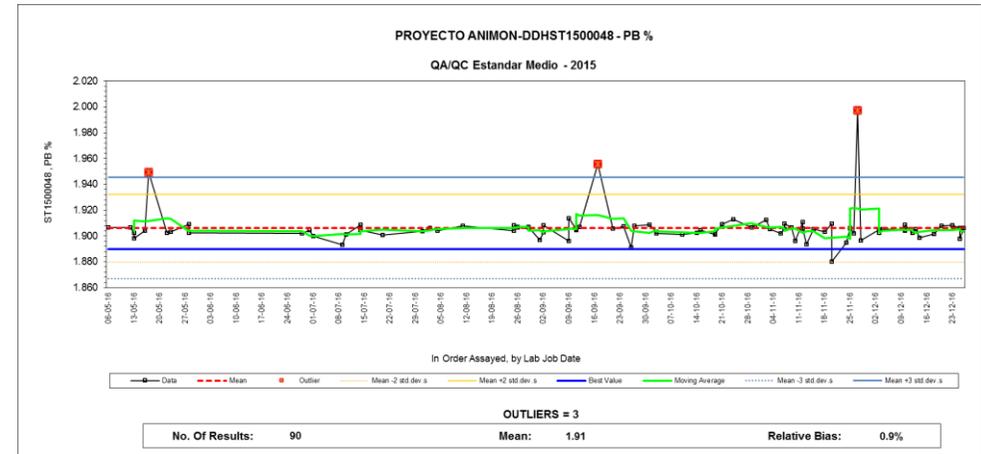
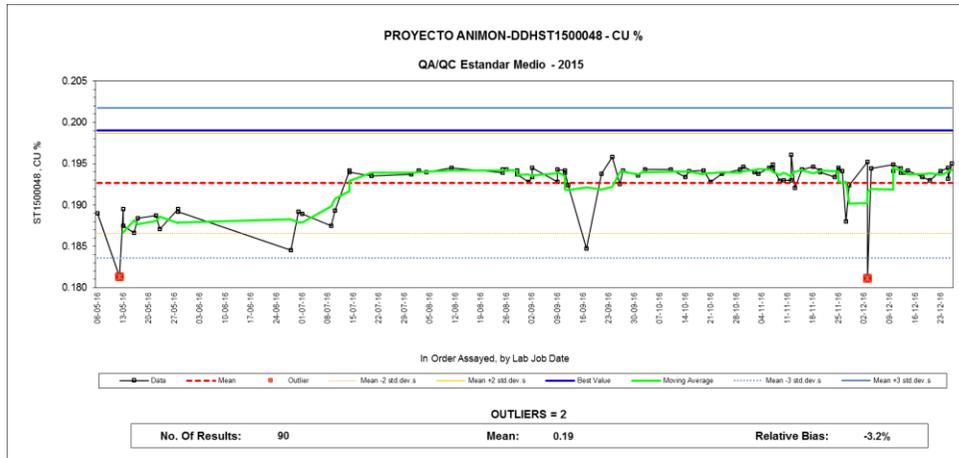


DDH (Estándar Medio)

ST1300024

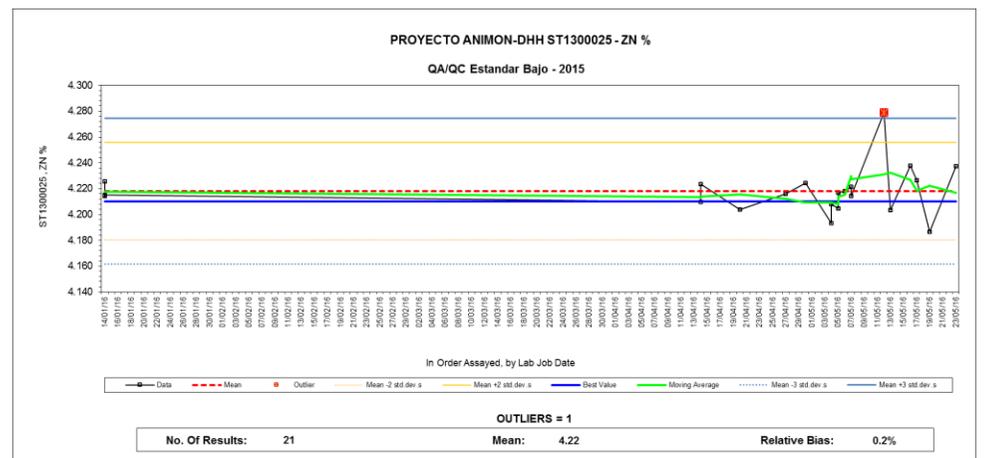
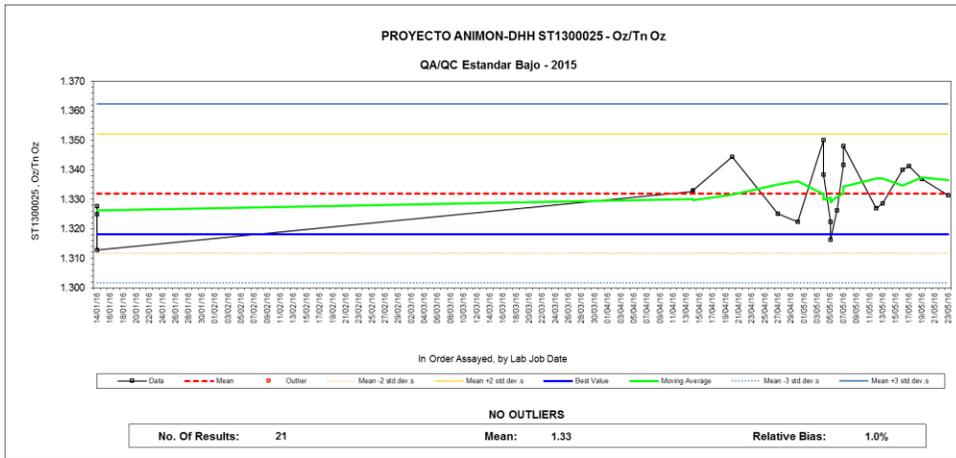
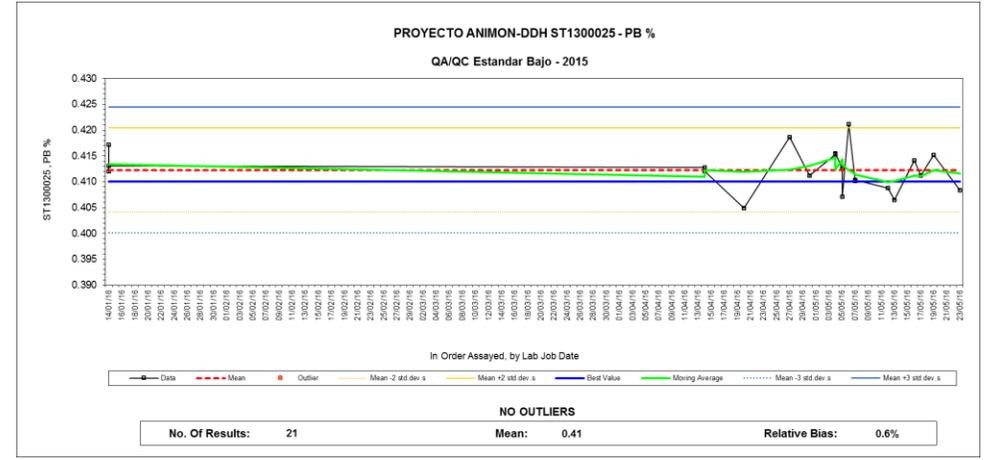
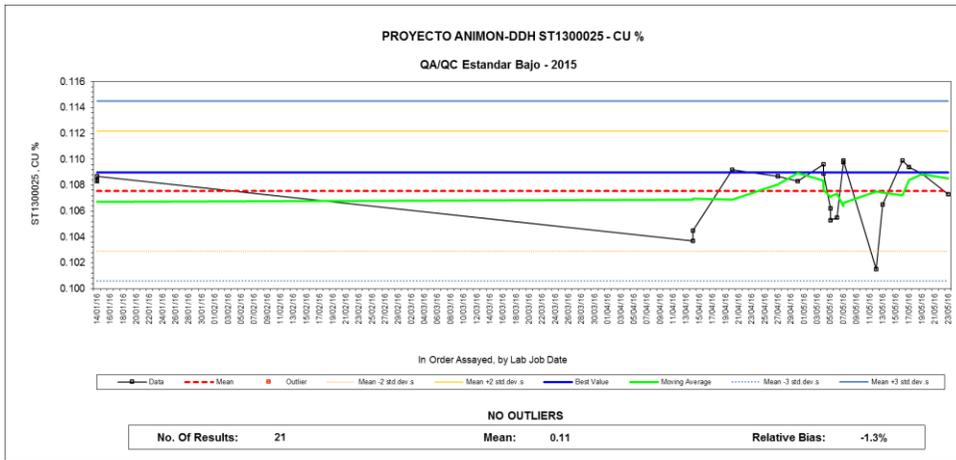


ST1500048

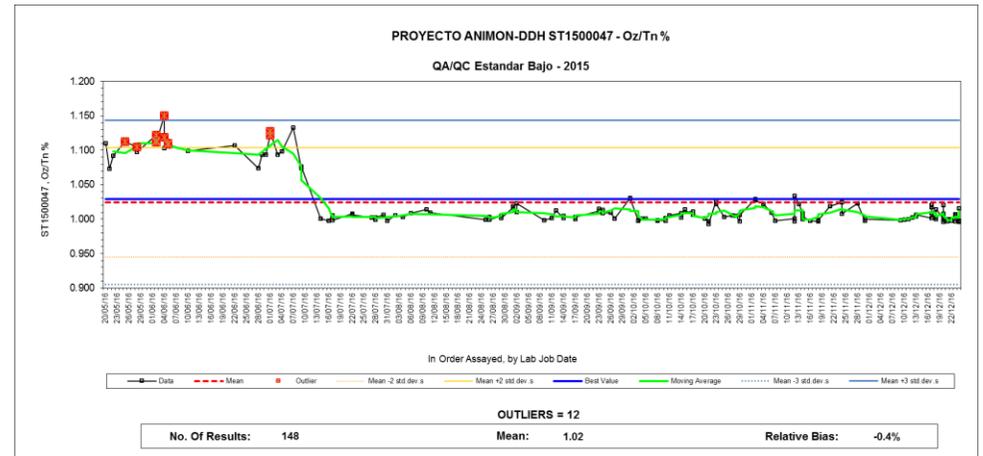
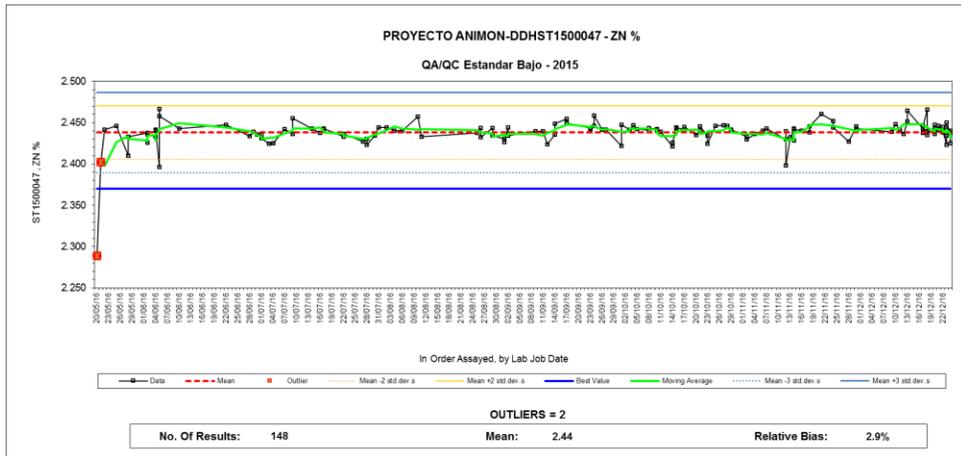
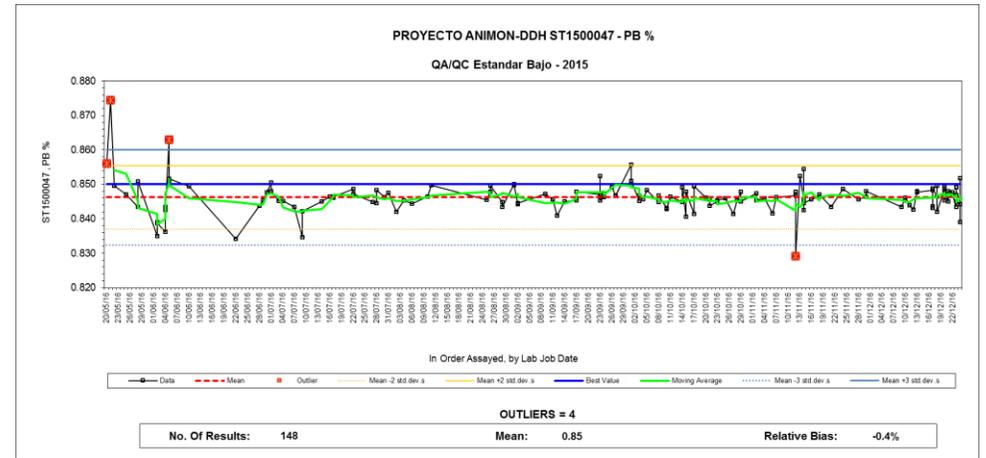
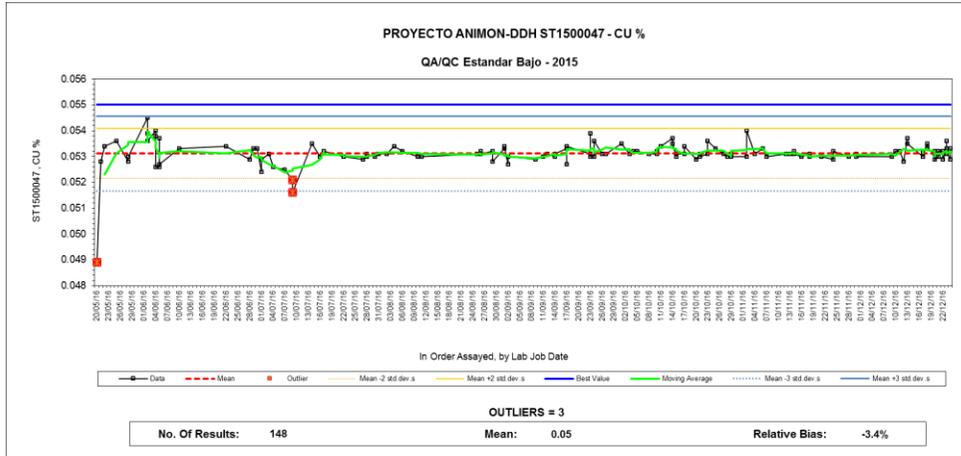


DDH (Estándar Bajo)

ST1300025

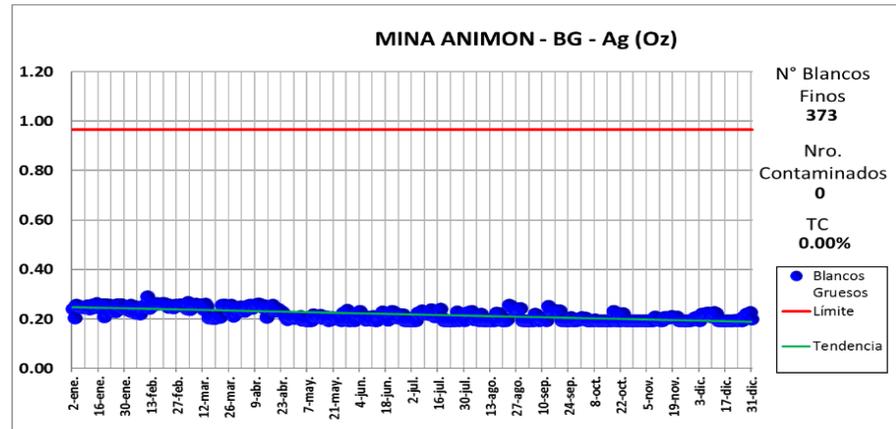
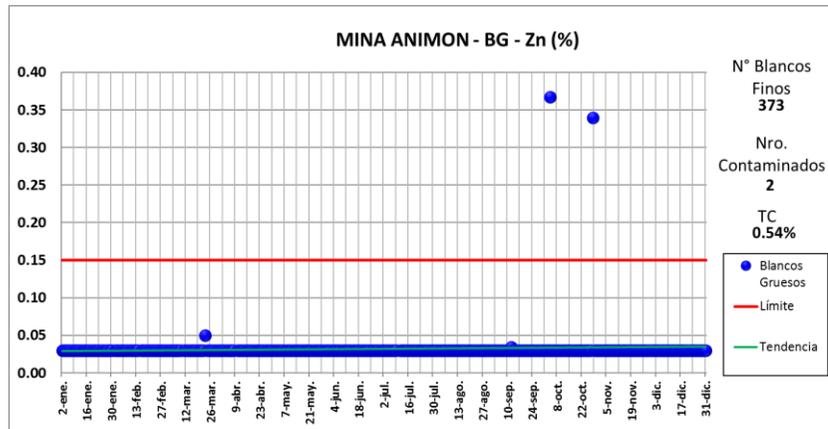
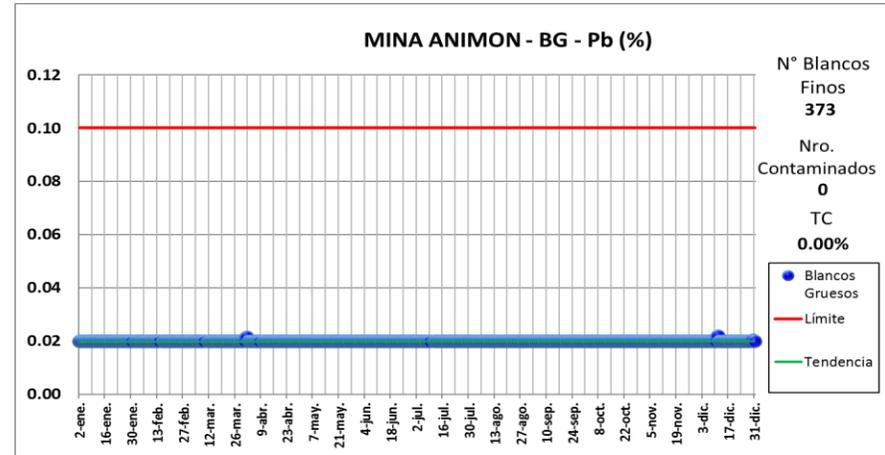
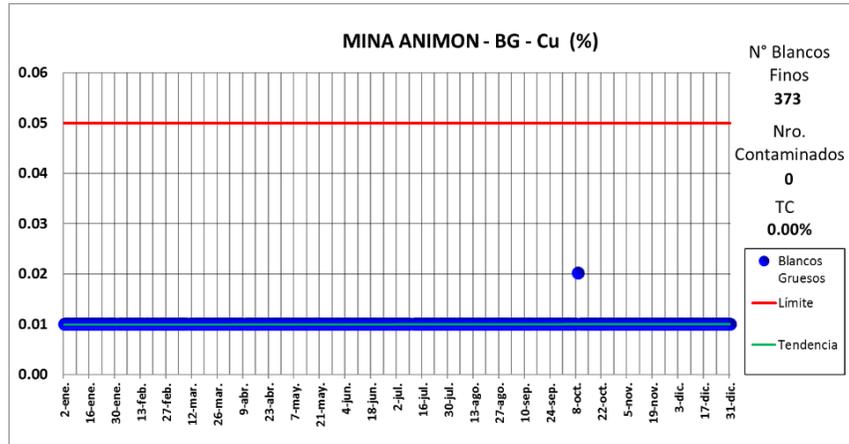


ST1500047

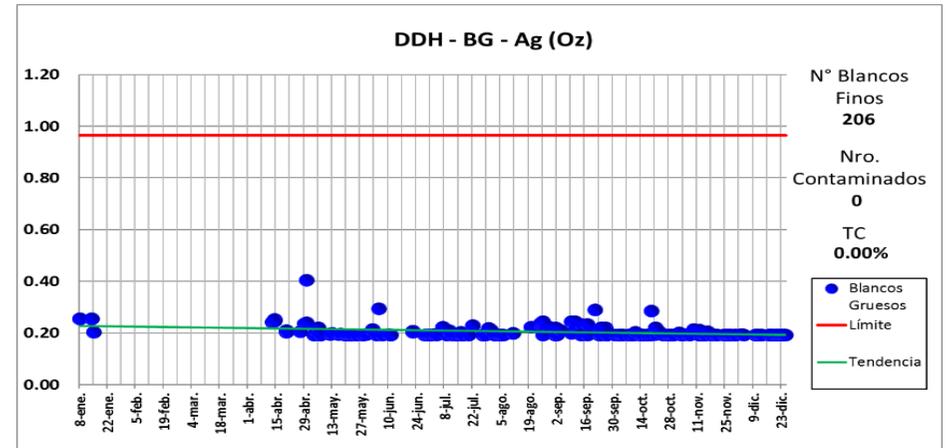
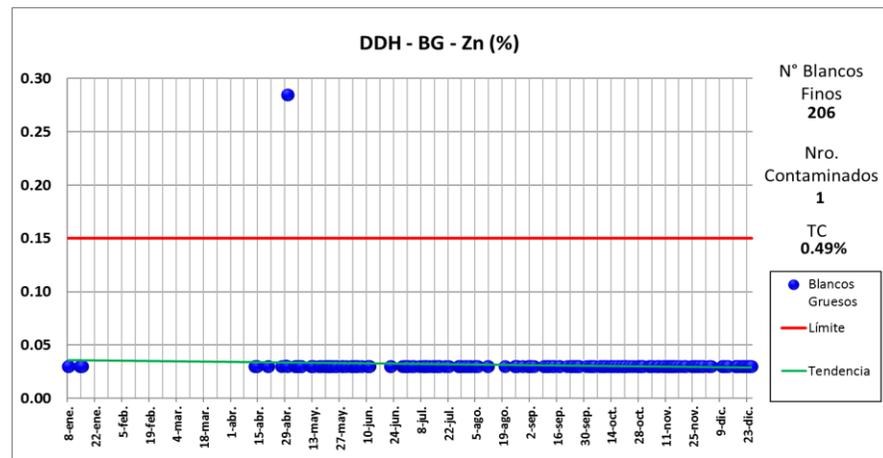
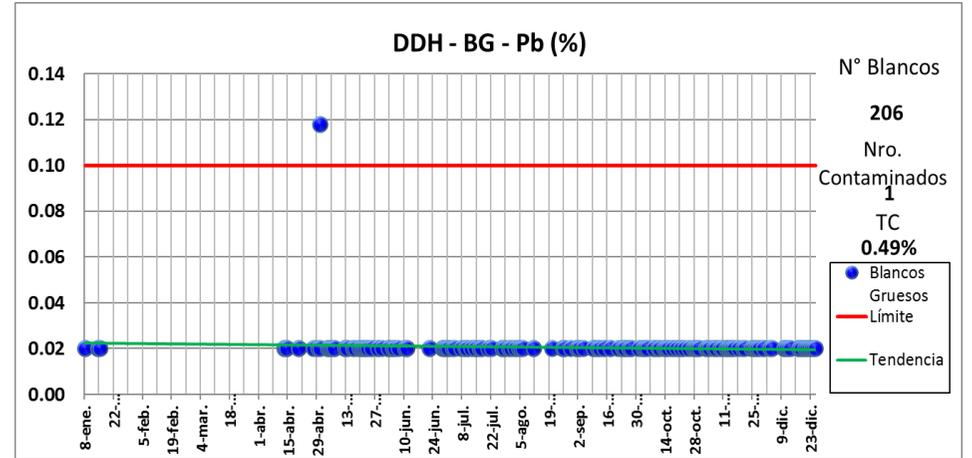
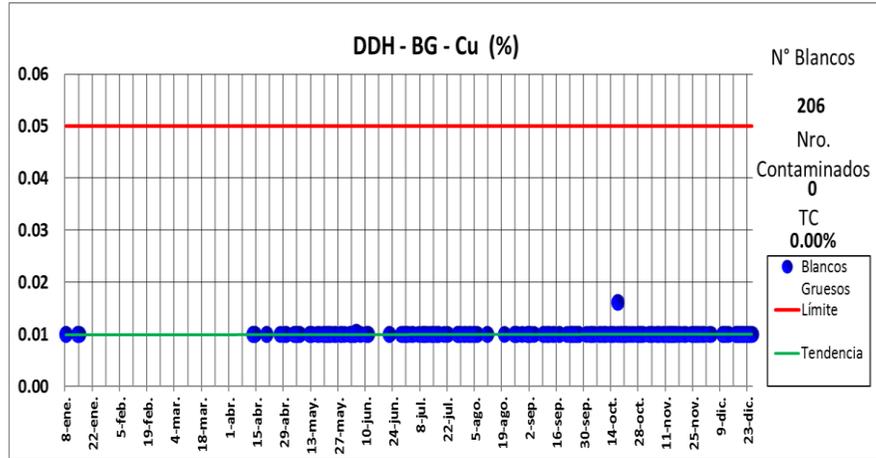


5. Gráficas de Blancos Gruesos por elemento.

MINA

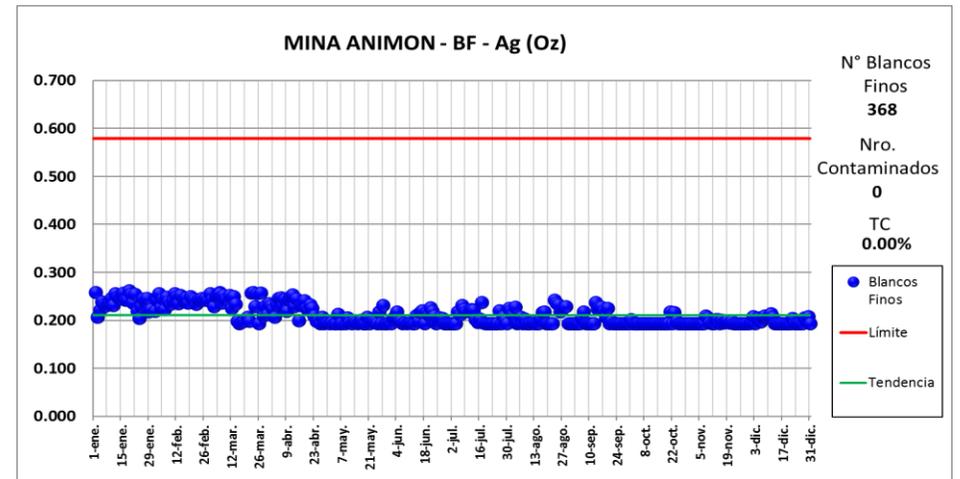
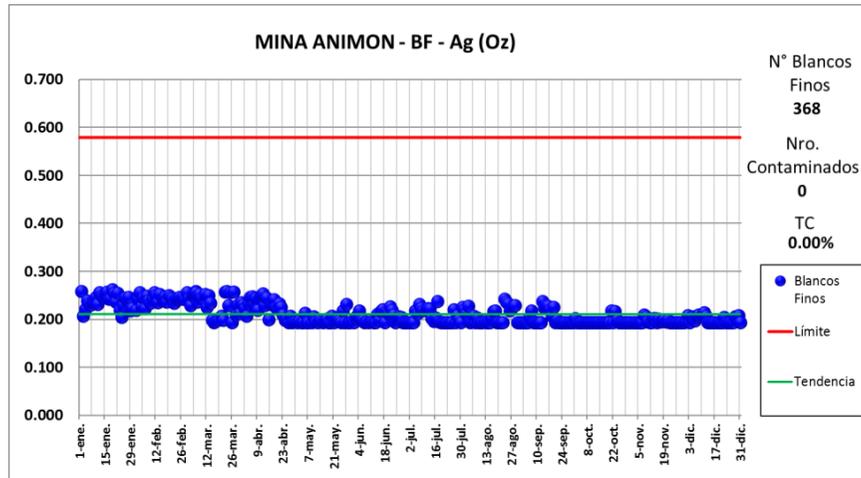
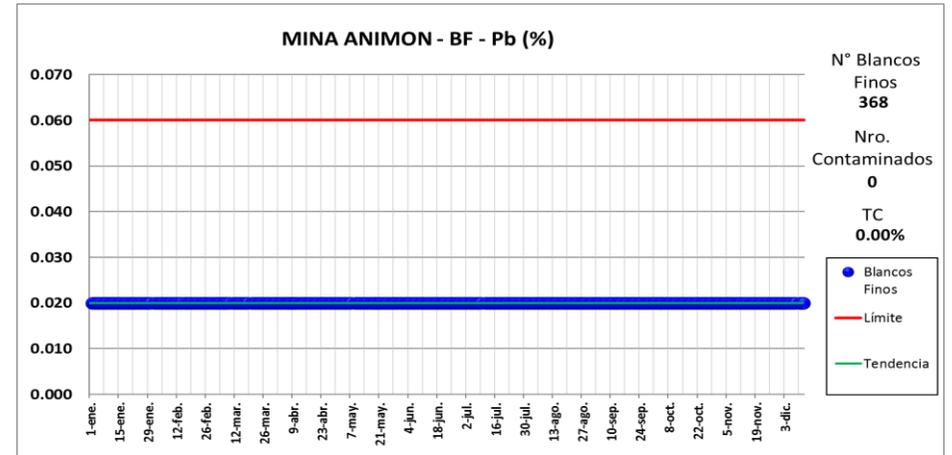
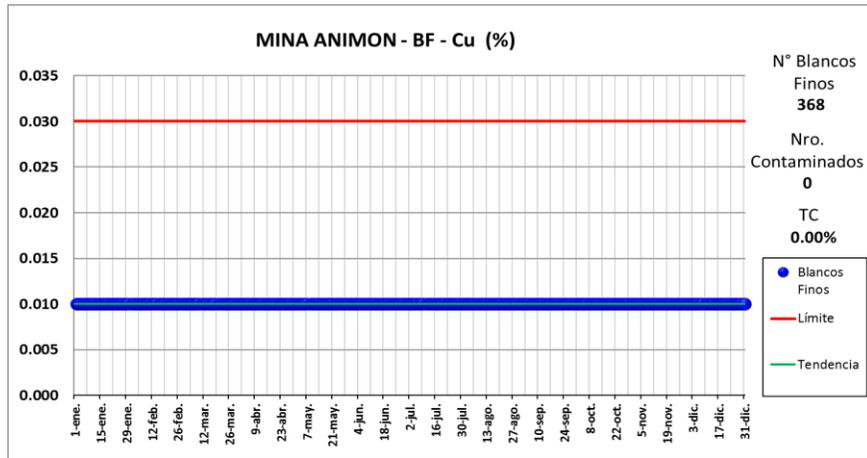


DDH



6. Gráficas de Blancos Finos por elemento.

MINA



DDH

