

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina**

**Marcapunta de Sociedad Minera El Brocal, 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor: Bach. Jhon Hamer RICRA LUIS**

**Asesor: Dr. Reynaldo MEJIA CACERES**

**Cerro de Pasco – Perú – 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina**

**Marcapunta de Sociedad Minera El Brocal, 2021**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Favio Máximo MENA OSORIO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eder Guido ROBLES MORALES**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Javier LOPEZ AVARADO**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis está dedicado a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres Elmer e Irma y hermanos porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona y poder cumplir mis sueños de ser un gran ingeniero, también la dedico a mi esposa Susana e hijo Bradley quienes son mi mayor motivación para no rendirme en seguir con los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

Jhon Ricra

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería geológica sobre todo los docentes que me ayudaron a forjar en mis conocimientos sobre la geología.

A mis padres, mi esposa e hijo por su apoyo durante mi formación para llegar a ser un buen profesional.

A mi asesor Ing Reynaldo MEJIA CACERES en su soporte y apoyo en la elaboración de la presente tesis.

## RESUMEN

La investigación se realizó en la Unidad Mineral “El Brocal “, mina Marcapunta, su objetivo general fue evaluar el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes y como objetivos específicos; determinar el ratio de inserción de controles de calidad, del programa QA/QC, analizar la precisión, exactitud, contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras de sondajes, con la finalidad de detectar y prevenir errores en el muestreo; asimismo es importante validar los resultados analíticos utilizando un segundo laboratorio mediante el Chequeo Externo. La metodología en la investigación corresponde a una investigación aplicada al proceso de muestreo y análisis lo cual resolvió problemas prácticos respecto al QA/QC de las muestras procedentes de sondajes de la mina, con un enfoque cuantitativa y alcance descriptivo, no experimental transversal. La muestra constituye 210 sondajes con un total de 11,842 m. de perforación lo cual incluye 13,735 muestras. Los instrumentos utilizados son las guías de análisis documental, guía de observación de campo, ficha de reporte de ore control y reporte de Laboratorio. Los resultados, determinó el ratio de inserción de controles de un 15% de muestras de control con respecto al lote de muestras primarias, se analizaron la precisión, exactitud y de contaminación se encuentra dentro del límite permitido, se evaluó la precisión de análisis mediante el chequeo externo lo cual presento una buena precisión de análisis para Cu-Au siendo aceptable, así mismo para la Ag presentando subestimación. Conclusión, se concluyó que el porcentaje de inserción de muestras de control (15%) es el adecuado para evaluación del sistema QA/QC, se concluyó que, en precisión, exactitud, contaminación tiene T.E aceptable, así mismo se concluyó que en la evaluación de Chequeo Externo se obtuvo un sesgo aceptable en Cu-Au y cuestionable en Ag.

**Palabras claves:** Aseguramiento de la calidad, control de calidad, muestreo.

## ABSTRACT

The investigation was carried out in the Mineral Unit "El Brocal", Marcapunta mine, its general objective was to evaluate the assurance and quality control of the drilling sampling and as specific objectives; determine the rate of insertion of quality controls, of the QA/QC program, analyze the precision, accuracy, contamination in the sampling, preparation and chemical analysis of the drilling samples, in order to detect and prevent sampling errors; Likewise, it is important to validate the analytical results using a second laboratory through the External Check. The methodology in the investigation corresponds to an investigation applied to the sampling and analysis process, which solved practical problems regarding the assurance and quality control of the samples from the mine drilling, with a quantitative approach and a descriptive scope, not a transversal experimental one. The sample consisted of 210 holes with a total of 11,842 meters of drilling, which includes 13,735 samples. The instruments used are the documentary analysis guides, the field observation guide, the geology-ore control report card and the Laboratory report card. The results, the control insertion ratio of 15% of control samples with respect to the batch of primary samples was determined, the precision, accuracy and contamination were analyzed within the allowed limit, the precision of analysis was evaluated by the external check which presented a good precision of analysis for Cu and Au being acceptable, likewise for Ag presenting underestimation. Conclusion, it was concluded that the percentage of insertion of control samples (15%) is adequate for the evaluation of the QA/QC system, it was concluded that in precision, accuracy, contamination has an acceptable error rate, it was also concluded that in the External Check evaluation an acceptable bias was obtained for Cu-Au and questionable for Ag.

**Keywords:** Quality assurance, quality control, sampling.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina Marcapunta de Sociedad Minera el Brocal, 2021”, ubicado en el distrito de Tinyahuarco, provincia y región de Pasco; aplica el aseguramiento de la calidad para garantizar que una determinada actividad u operación alcance un grado aceptable de calidad. Este se materializa mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras o mediante la realización de operaciones de control denominadas protocolos de control de calidad que es uno más dentro del conjunto de los protocolos de trabajo.

La mina Marcapunta Norte cuenta con reservas importantes de minerales muy comunes como son cobre, plomo y zinc, además oro, plata y hierro, donde se observó que en el proceso de recepción de muestras de minerales existen problemas en el ingreso de las muestras, lo cual genera un control deficiente y por consiguiente impactar los procesos de almacenaje y derivación a los laboratorios. Este problema estaría impactando en la productividad del área y por consiguiente en la rentabilidad de la empresa ya que si el área de recepción de muestras tiene baja productividad afecta directamente el rendimiento general de la empresa y, por lo tanto, los márgenes de beneficios.

En la presente tesis se evalúa el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte de la Sociedad Minera “El Brocal” con la finalidad de detectar y prevenir errores en el muestreo, ya que la calidad en la minería se mide a través de elevados parámetros de eficiencia y se trabaja según estándares formales que pueden ser nacionales o internacionales. Para su desarrollo el estudio comprendió cuatro capítulos: Capítulo I Planteamiento del problema; Capítulo II: Marco teórico; Capítulo III: Metodología; Capítulo IV: Resultados y Discusión.

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema .....	2
1.3.1.	Problema general .....	2
1.3.2.	Problemas específicos .....	2
1.4.	Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general .....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación .....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	4

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio.....	5
2.2.	Bases teóricas – científicas .....	11
2.2.1.	Teoría de QA/QC .....	11
2.2.2.	Muestreo de sondajes diamantinos.....	11
2.2.3.	La teoría de Pierre Gy aplicada a los minerales .....	12
2.2.4.	Muestreo .....	12
2.2.5.	The JORC Code3.....	14
2.2.6.	NI-43-1014 .....	15
2.2.7.	Errores .....	16
2.2.8.	Tipos de Muestras Control .....	16
2.2.9.	Marco geológico de la mina .....	18
2.3.	Definición de términos básicos.....	30

2.4.	Formulación de hipótesis .....	30
2.4.1.	Hipótesis general .....	30
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	31
2.5.	Identificación de variables .....	31
2.5.1.	Variable independiente .....	31
2.5.2.	Variable dependiente .....	31
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	33
3.2.	Nivel de investigación .....	33
3.3.	Métodos de investigación .....	33
3.4.	Diseño de investigación .....	34
3.5.	Población y muestra.....	34
3.5.1.	Población .....	34
3.5.2.	Muestra .....	34
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	36
3.8.	Tratamiento estadístico .....	36

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	37
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	42
4.2.1.	Resultado Objetivo 1: Determinación del ratio de inserción de controles Proceso de aseguramiento y control de calidad en el muestreo de testigos de perforación .....	42
4.2.2.	Resultado Objetivo 2; Analisis QA/QC primer trimestre (enero, febrero y marzo) 46	
4.2.2.	Análisis QA/QC Segundo trimestre (abril, mayo y junio) .....	61
4.2.3.	Análisis QA/QC Tercer trimestre (julio a setiembre).....	78
4.2.4.	Análisis QA/QC Cuarto trimestre (octubre a diciembre).....	93
4.2.5.	QA/QC Evaluación muestras de control (Protocolo QA/QC Evaluación de Muestras SMEB 2019).....	109
4.2.6.	Evaluación de Precisión (Programa de Ore Control 2019) .....	110

4.2.7.	Evaluación de Exactitud (Programa de Ore Control 2019).....	111
4.2.8.	Evaluación de Contaminación.....	112
4.2.9.	Resultado Objetivo 3; Evaluación de Precisión Chequeo externo QA/QC (Laboratorio SMEB - ALS PERU) .....	113
4.3.	Prueba de hipótesis .....	118
4.3.1	Hipótesis general .....	118
4.3.2	Primera Hipótesis específica .....	118
4.3.3	Segunda Hipótesis específica .....	119
4.4.	Discusión .....	120

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En 1995 David Walsh, optó por dar un nuevo impulso a la empresa que había fundado unos años antes, minera Bre-X, se asoció con el geólogo John Felderhoff y compró un pedazo de tierra en la jungla de Borneo (Indonesia), conocido también como el yacimiento de Busang e indicó que allí había encontrado oro. Luego contrató al geólogo Michael de Guzmán y se las arregló para que certificara que en el remoto yacimiento de Busang había hasta 6.500 toneladas de oro, es decir, casi el 8% de las reservas mundiales del metal precioso. La minería a nivel mundial es una actividad económica susceptible a fraudes de muchos inversionistas mineros, motivo por el cual se acude a diferentes con el objetivo de asegurar y controlar la calidad de una actividad y que estas sean certificadas que luego servirán para la toma de decisiones por parte de la empresa. La mina marcapunta norte que pertenece a la Sociedad minera el Brocal posee reservas importantes de minerales donde se ha observado que en el proceso de

recepción de muestras de minerales se existen, diversos problemas en el ingreso de muestras. Este problema estaría impactando en la productividad del área y por consecuencia la rentabilidad de la empresa.

Finalmente, El QA/QC utilizado adecuadamente constituye una garantía de prevención de mermas económicas por el muestreo incorrecto en la cadena del valor del proceso minero, evitando errores en la estimación de recursos y asegurar así la precisión de la información.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La investigación está delimitada espacialmente en la provincia Pasco, distrito de Tinyahuarco en las áreas de la Sociedad Minera “El Brocal”. En cuanto a la delimitación temporal la investigación duró desde diciembre del 2020 hasta febrero del 2022 y para la delimitación teórica está basada en la teoría del QA/QC para muestras de sondajes diamantinos y finalmente él estudio tuvo una duración de un año y dos meses.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo evaluar el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte de la Sociedad Minera “El Brocal”, 2021?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Se puede determinar el ratio de inserción de controles de calidad del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC?

¿Se puede analizar la precisión, exactitud, contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras de sondajes obtenidas en mina Marcapunta Norte?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte de la Sociedad Minera “El Brocal” con la finalidad de detectar y prevenir errores en el muestreo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la ratio de inserción de controles de calidad, del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC.
- b) Analizar la precisión, exactitud, contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras de sondajes obtenidas en mina Marcapunta Norte.
- c) Evaluar la precisión de análisis obtenidos por parte de laboratorio BROCAL mediante una evaluación “Chequeo Externo” en un laboratorio externo ALS PERU.

## **1.5. Justificación de la investigación**

Se justifica la investigación porque constituye un aporte acerca de la eficacia de la aplicación de un sistema evaluación del aseguramiento de la calidad en muestras, por lo que se hace necesario contar con logros garantizados y que, al momento de reportar datos del proceso de análisis, la compañía tenga considerables herramientas para expresar juicios.

La investigación es conveniente porque existe preocupación de la empresa minera de contar con resultados confiables que ayudarán a un adecuado planeamiento, control y explotación de los recursos minerales diarios, asimismo

a las estimaciones con respecto a recursos y reservas de minerales para futuros proyectos mineros de la empresa minera.

La presente investigación es importante porque es de observación y aplicada, que permitirá mejorar e incrementar la confianza de los resultados cuantitativos que se genere específicamente del muestreo y como consecuencia existirá el buen desempeño de los trabajos, comprometiéndose en la mejora continua, obteniendo resultados que certifiquen la calidad y confiabilidad de los datos.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Los reportes se realizan de manera trimestral de acuerdo con lo solicitado por las auditorías internas y externas, por ende, se realizan reportes de QA/QC de manera diaria lo cual no se muestra en la presente Tesis donde se toman las correcciones inmediatas de ser necesario, Así mismo existe demora en la entrega de resultados por parte de laboratorio en un lapso de 7 a 10 días aproximadamente, por la capacidad del laboratorio interno de Brocal.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Acevedo (2017) realizó la investigación titulada: “Inteligencia de negocio en aseguramiento y control de calidad para la exploración minera” en Chile. El objetivo general fue desarrollar un proceso de aseguramiento y control de calidad de acuerdo con estándares internacionales (Norma NI 43-101 y JORC), utilizando herramientas de ingreso, modificación, edición, reportes como también importación y exportación de información, con la obtención de datos recopilados por personal experto desde la perforación, muestreo y análisis de sondajes de circulación reversa y diamantina. La metodología empleada consideró la etapa de gabinete, previo a campañas de sondeo, luego la etapa de trabajo en terreno. Se consideró el manejo y validación de la base de datos y al control del trabajo realizado por el laboratorio primario (con chequeos cruzados, análisis del tamaño de partícula y duplicados de rechazos y pulpas), permitió contar con una base de datos ordenada y confiable para la toma de decisiones. El programa diseñado fue implementado en las campañas de sondajes de aire reverso y diamantino

realizadas en la mina Lomas Bayas, a cargo de exploraciones. Los resultados encontrados demostraron que los gráficos dinámicos permitieron en un caso particular observar para las leyes de cobre de los estándares, ya que se apreció un sesgo sobre la media. Este hecho fue detectado al inicio de la campaña, se tomaron todas las medidas de control y aseguramiento de la información para evitar una sobre-estimación en una mina con leyes bajas. Además, la validación cruzada realizada al 9% del total de las muestras de la campaña (con el segundo laboratorio seleccionado) validó las leyes, sobre todo para CuT, CuS y Mo, en los diferentes rangos, incluidas las cercanas al cut off. Como resultado de estas buenas prácticas (a nivel internacional), se puede concluir que la base de datos del proyecto era confiable y podía ser utilizada en el modelamiento y cálculo de reservas, lo que mejoró la confianza en las decisiones basadas en esta información.

Rivas (2018) realizó el trabajo titulado: “Control Geológico en la Dilución Mineral” en Chile. El objetivo fue identificar la relevancia del control geológico en la dilución mineral. La metodología utilizada para caracterizarla fue la validación de la información geológica en las bases de datos, los criterios en la definición de las zonificaciones minerales y en los modelos de bloques, más la implementación de controles geológicos y operacionales. Se utilizaron las conciliaciones como herramienta de control y se realizó un análisis económico para medir su impacto. Los resultados de esta evaluación muestran la importancia de la representatividad y validación de la información geológica del macizo rocoso base de los modelos de bloques y cómo influyen en la dilución planificada; y el control operacional, a través de la identificación y corrección de desviaciones durante este proceso, como herramienta para el control de la dilución operacional.

Se determinó lo relevante del control geológico en los procesos de dilución planificada y operacional, y que la estimación de la pérdida económica justificó ampliamente este control, pues es uno de los fenómenos que más afecta a toda la extracción de mineral.

Lazo (2018), realizó la investigación titulada: “Análisis del método de muestreo de detritos de los taladros para voladura y control de envío de mineral en la Mina Justa, San Juan de Marcona - Nasca – Ica”. Uno de los objetivos fue definir la metodología de inserción de muestras de control y del control de envío de mineral, buscando minimizar al máximo la dilución operativa. Para esto, se utilizó muestras de detritos de los taladros para voladura obtenidas en la campaña para sustentar el método a utilizar, obteniendo resultados granulométricos y químicos, analizados con una metodología cuantitativa, con procesamientos estadísticos básicos, primero correlacionando variables para definir el mejor método de muestreo y luego describiendo los procedimientos sugeridos de aseguramiento y control de la calidad y control de envío de mineral. Concluyó demostrando que el mejor método de muestreo es el que utiliza al auger como herramienta de muestreo, recolectando un volumen medio de detritos (12.5 kg), además se confirmó que existe una relación importante entre el método de muestreo y la granulometría de los detritos obtenidos, así mismo, se define el muestreo para cada tipo de taladro basado en su ocurrencia de mineral. Asimismo, se sugirió una frecuencia de inserción de muestras de control basada en la cantidad de muestras y el contenido de mineral, así como una metodología aleatoria estratificada de inserción de muestras de control.

Sánchez y Sánchez (2015), en la investigación “Implementación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC, aplicado a la investigación de muestras

geológicas, para acrecentar el grado de confiabilidad de los resultados del laboratorio, en la organización Anglo-American -Quellaveco- 2015”, manifiesta que el aplicar un protocolo de Aseguramiento y Control de calidad (QA/QC) en el procedimiento de análisis de las pruebas geológicas, aumenta el grado de confianza de los datos obtenidos por laboratorio, los cuales fueron supervisados y monitoreados por un sistema de control de calidad para obtener parámetros permisibles.

Ordinola, M. (2021). Implementación del Sistema QA/QC en Muestras de Core de Sondajes Diamantinos del Proyecto Sami - Ayacucho”. El objetivo fue determinar de qué manera la implementación de un sistema de QA/QC en muestras de core de sondajes diamantinos contribuirá a garantizar la representatividad de las muestras y leyes de mineral de plata y oro, y así evitar la sobreestimación o desestimación del Proyecto Sami. Para ello se implantó procedimientos y estándares específicos en el muestreo, preparación, análisis y construcción de la base de datos en los 29 sondajes que corresponden a 11665.30 metros de campaña de perforación, además se analizaron 3345 muestras que incluyen la inserción del 23.25% de muestras de control. De igual manera se establecieron metodologías como la elaboración de un modelo geológico base, el cual proporcionó una mejor visión y comportamiento de nuestro yacimiento, así decidir de la mejor manera los puntos de perforación; se realizó una constante evaluación de los resultados mediante graficas estadísticas con apoyo de softwares, para esto se analizaron por separado los resultados de las leyes de las muestras gemelas, estándares, blancos y duplicados externos. La confiabilidad de los resultados se obtuvo con la interpretación de gráficas y cálculos estadísticos determinando que las leyes de las 201 muestras gemelas para plata es de 19% y

oro 29% por debajo del 30% del error permitido con una precisión aceptable, los 312 estándares están dentro de los valores permitidos y un sesgo aproximado de  $\pm 1\%$  con una exactitud buena con los valores aceptados, los 148 blancos gruesos no presentan contaminación y las 135 muestras externas con las que se concilió el laboratorio interno nos verifican que nuestros resultados tienen una exactitud buena siendo una conciliación muy satisfactoria entre ambos laboratorios. Podemos concluir que la totalidad de los valores analizados son precisos, exactos, libre de contaminación y representativos del yacimiento Sami, siendo muy recomendable en proyectos análogos o con características geológicas similares.

Condori y Pacco (2019) realizaron la investigación titulada: “Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en ensayos por vía seca, para mejorar la confiabilidad de resultados de laboratorio químico de minerales”. El objetivo fue implementar un sistema de aseguramiento de la calidad en ensayos por vía seca, para mejorar la confiabilidad de resultados de laboratorio químico de minerales. La metodología desarrollada consistió en una investigación aplicada y de diseño experimental, que se presenta mediante la manipulación de variables experimentales, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir cómo se produce el cambio. La muestra fue ensayada en el laboratorio de Inspectorate Services Perú S.A.C., con 2.5 kilogramos de muestra, cuyo valor es de 0.077 ppm. Los resultados demostraron que, al total de 1877 muestras ingresadas al laboratorio químico, se incorporaron 288 muestras de control de calidad que representan el 15.36 %, entre muestras gemelas, duplicados de preparación, interlaboratorio, blanco de preparación, blanco de pulverizado y estándar, los cuales fueron insertados aleatoriamente por el sistema ACMELIMS. Se concluyó que, el aseguramiento y control de la calidad obtenidos han sido

aceptables con coeficientes de correlación altos para duplicados gruesos y pulpa, además de que los valores de muestras patrón (estándares) reportados por el laboratorio químico (Inspectorate) se han ajustado a lo esperado por geología (Hudbay) originalmente sin mayores inconvenientes, debido al monitoreo contante que se realiza mediante el ACMELIMS a las gráficas de control.

Zeballos (2019) en su tesis titulada: “Aseguramiento y control de la calidad del muestreo de blastholes y análisis químico del laboratorio primario, mina constancia – fase de minado 1 banco 4260”. Tuvo como objetivo principal asegurar y controlar la calidad del muestreo de blastholes en la Unidad Minera Constancia y su análisis químico en el laboratorio primario, previniendo y detectando errores en el muestreo, procesos de preparación, análisis y reporte de muestras por parte de laboratorio primario. El nivel de investigación fue aplicado el tipo de investigación experimental y el diseño pre experimental; utilizando los métodos científicos, analítico- sintético y deductivo. En mina Constancia se elaboró protocolos y procedimientos de trabajo para cada actividad asegurando la calidad. Como parte del reporte final de QAQC se elaboró, validó y analizó gráficos de Control de Calidad para la Precisión, Exactitud y Contaminación del Muestreo de Blastholes. En esta investigación se evaluó un total de 2066 muestras SGS, de las cuales 324 muestras fueron muestras controles de calidad, lo que representa una ratio de inserción de 15.68% distribuidos aleatoriamente, el cual es bueno y aceptable. En Precisión, la tasa de errores de los resultados de las Muestras Gemelas o Duplicados de Campo, Duplicados Gruesos o Duplicados de Preparación y Muestras Interlaboratorio fue menor a 10%. En Exactitud el Bias o Sesgo fue menor a 10%. En Contaminación, la evaluación de la preparación de muestras con blancos gruesos y del análisis de muestras con blancos finos fue menor a 10%. Como resultado final se monitoreo los datos utilizados, en

este estudio, obteniendo en general resultados aceptables, validando el Muestreo, preparación de muestras y su análisis químico, dando respaldo ante una posible auditoría de recursos y reservas.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Teoría de QA/QC**

El Aseguramiento de la calidad es el conjunto de procedimientos que se aplican en la toma, registro, mapeo y preparación de muestras, procedimientos de seguridad, entre otros que aseguren estándares preestablecidos de precisión y exactitud. El control de calidad también es un agregado de todos los procedimientos como la elección de laboratorio, análisis de duplicados, duplicados de terreno, blancos, estándares, control granulométrico, etc., que admiten controlar que los estándares en los procedimientos se mantienen en el tiempo.

### **2.2.2. Muestreo de sondajes diamantinos**

El primer paso para comenzar el proceso de exploración será el de obtener toda la información previa, existente tanto en las características geológicas de la zona a estudiar, así como antecedentes de prospecciones realizadas en la zona.

Dicha información se adquiere a través de las diferentes técnicas de perforación; en la exploración minera los métodos más empleados son: perforación a rotación con recuperación de testigo (perforación con corona de diamantes), perforación a rotación y perforación a rotopercusión.

La elección del método de perforación depende de la velocidad, costo, cantidad y calidad de la muestra a recuperar, además de los aspectos ambientales y logísticos que requiere esta operación.

El muestreo de testigos o core durante las fases tempranas de la campaña de exploración tiene dos intenciones. La primera es proporcionar una aproximación de las potenciales leyes minerales presentes, en caso de que las haya. La segunda es conocer dónde están y de qué forma están distribuidas esas leyes en el depósito mineral. Dicho dato es necesario para ubicar la perforación de nuevos sondajes.

Las muestras de core o testigos de roca son sometidos a ensayos, habitualmente son destructivos, por lo que, no se podrían realizar ensayos posteriores. Por tal motivo es usual cortar con ayuda de un petrótomo el testigo por su eje longitudinal, por la mitad, o incluso en cuatro partes. La decisión de usar el testigo completo, medio testigo o un cuarto de testigo depende del contenido mineral y exclusivamente del geólogo, de modo que la muestra tomada sea representativa del contenido mineral del testigo completo. Sin embargo, el ensayo de testigos completos debería considerarse siempre como último recurso, porque, como se ha indicado anteriormente, se imposibilita un reconocimiento posterior.

### **2.2.3. La teoría de Pierre Gy aplicada a los minerales**

Hace aproximadamente más de 40 años Pierre M. Gy publicó en su obra “Sampling of particulates materials. Theory and Practice” (ed. 1979) su famosa expresión del error fundamental (1953) y este legado es vigente hasta el día de hoy. En la teoría del muestreo de P. Gy se indican dos principios que deben ser siempre considerados, el principio de equiprobabilidad y de la integridad.

### **2.2.4. Muestreo**

En las operaciones mineras el muestreo es un proceso técnico cuyo objetivo es conocer la riqueza de un yacimiento. Se le define al muestreo como el procedimiento que mediante técnicas establecidas para obtener una pequeña cantidad de mineral o

minerales que están presentes en un depósito mineral, de tal manera que la pequeña cantidad de mineral representa del conjunto.

El yacimiento o depósito mineral debería estar representado totalmente por una pequeña cantidad, pero como los yacimientos minerales son irregulares y los contenidos metálicos varían en sus diferentes partes, una sola muestra de cualquier parte del depósito no tendrá la misma proporción de minerales de todo el yacimiento. Como la naturaleza no ha distribuido los metales uniformemente, la muestra ideal no existe, por eso, hay que tomar varias muestras para buscar el equilibrio entre el número de muestras y la exactitud deseadas, por lo tanto, el muestreo es obtener cantidades de minerales y rocas uniformes a fin de que todas las partes del yacimiento mineral estén convenientemente representadas en el muestreo, la muestra debe ser representativa proporcional pura. La finalidad del muestreo es determinar el contenido de la mena dentro del depósito mineral y el valor de esta, las muestras sirven para lo siguiente:

- Conocer las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos, durante la exploración y desarrollo.
- Saber las leyes de mineral de las vetas, bolsonadas y cuerpos de las labores de explotación.
- Planificar la explotación, enviando a la planta, mineral con ley uniforme, ya que se conoce el muestreo de las diferentes partes del depósito.
- Controlar la eficiencia de las plantas metalúrgicas. El muestreo es una de las operaciones importantes en el trabajo diario de una exploración y producción, de su buen resultado depende casi todas las actividades futuras. El muestreo sirve para valorizar un depósito mineral, planear o controlar la explotación de

este o para apreciar los resultados de un proceso metalúrgico, luego es evidente la gran importancia que tiene entre las operaciones de una empresa minera.

### **2.2.5. The JORC Code<sup>3</sup>**

Fija estándares mínimos para el reporte público de resultados de la exploración, así como recursos y reservas minerales en Australia y New Zelandia.

Entrega un sistema obligatorio de clasificación de estimados de tonelaje y ley de acuerdo con el conocimiento geológico y consideraciones técnico-económicas.

Requiere que los reportes públicos se basen en el trabajo desarrollado por una “persona competente”.

Entrega guías detalladas sobre los criterios que deben ser considerados al preparar informes de resultados de exploración, así como recursos y reservas minerales.

Se aplica a los reportes públicos, preparados para informar a los inversionistas o potenciales inversionistas y sus consejeros

Principios del Código JORC:

Transparencia. La información debe ser presentada claramente, sin ambigüedades.

Materialidad. Los reportes deben contener toda la información razonablemente requerida y esperada.

Competencia. Los reportes públicos deben estar basados en el trabajo realizado por una “persona competente”.

Es común que en los informes de exploración las compañías describan sus resultados en términos de tamaño y tipo del objetivo. Esa información debe ser

expresada de tal modo que no pueda ser interpretada erróneamente como un estimado de Recursos o Reservas Minerales.

Los términos de Recursos o Reservas no pueden ser utilizados en este contexto. Cualquier información relacionada con la cantidad y ley potenciales del objetivo deben ser expresadas en rangos, y debe incluir una explicación detallada del fundamento de dicho estimado, y una frase que explicita que dichos rangos son conceptuales en su naturaleza, que no ha habido suficiente exploración para definir Recursos Minerales, y que no existe certeza de que la exploración adicional resultará en la determinación de Recursos Minerales.

#### **2.2.6. NI-43-1014**

Se ajusta a las definiciones de Recursos y Reservas Minerales del CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum).

Se requiere que se sigan las guías de buenas prácticas de exploración del CIM.

Toda emisión de información científica y técnica debe basarse en información preparada por una “persona calificada”.

En ciertas circunstancias, se requiere que se emita y se archive un informe técnico preparado por una “persona calificada” como fundamentación para emitir información escrita.

En algunas circunstancias la “persona calificada” debe ser independiente del órgano emisor de la información.

Toda información escrita de naturaleza científica o técnica relacionada con proyectos mineros, debe:

Especificar si una “persona calificada” verificó los datos en que se basa dicha información, incluyendo el muestreo, los análisis y las pruebas.

Describir el programa de aseguramiento de la calidad y las medidas de control de calidad.

### **2.2.7. Errores**

Es algo equivocado o desacertado. Puede ser una acción, un concepto o una cosa que no se realizó de manera correcta.

#### ***a) Errores Aleatorios:***

(Simón, A., 2012) los define como: fluctuaciones estadísticas en los resultados de las mediciones, que pueden producirse en cualquier dirección, debido a limitaciones en la precisión del instrumento de medición, o del método de muestreo o análisis. Se deben a la inhabilidad del experimentador o del equipo de repetir la misma medición exactamente del mismo modo para obtener el mismo resultado.

#### ***b) Errores Sistemáticos:***

(Simón, A., 2012) los define como: desviaciones de exactitud, que son generalmente reproducibles y reproducidas, y que ocurren consistentemente en la misma dirección. Frecuentemente se deben a la persistencia de un problema durante todo el experimento.

#### ***c) Errores Groseros:***

(Simón, A., 2012) indica que: Se deben a la incorrecta puesta en práctica de los protocolos de trabajo. Cuando ocurren, los errores groseros (mistakes en inglés) no deben ser considerados en el análisis del error experimental, puesto que se asume que los participantes en el experimento son cuidadosos y competentes.

### **2.2.8. Tipos de Muestras Control**

Para realizar un buen monitoreo se debe insertar sistemáticamente varios tipos de muestras de control, como:

#### ***2.2.8.1. Muestras gemelas***

Con este tipo de muestras se analiza el error de muestreo.

**Sondajes.** En el caso de sondajes se obtienen de dividir a la mitad las muestras de testigo, de modo que una mitad representa la muestra original, y la otra mitad representa la muestra gemela, las cuales se envían al laboratorio.

Terminado el análisis químico se devuelven en sus respectivas bolsas de rechazos gruesos. Y se conservan en las cajas portatestigo como evidencia.

**Mina.** En el caso de mina se extrae de campo dos muestras de un mismo punto e muestreo. Se debe tomar datos como cualquier otra muestra de mina, identificando la muestra original y la muestra gemela.

#### ***2.2.8.2. Duplicados gruesos***

Son duplicados tomados inmediatamente después del chancado y cuarteo (rechazos de gruesos), que deben ser analizados en el mismo laboratorio, con diferente codificación. Con este tipo de muestras se analiza el error de cuarteo del laboratorio.

#### ***2.2.8.3. Blancos gruesos***

Son muestras de material estéril, con granulometría gruesa, que deben ser sometidas a todo el procedimiento de preparación de muestras ordinarias, y que deben ser preparadas a continuación de muestras fuertemente mineralizadas. Con estas muestras se evalúa si se produce contaminación durante la preparación.

#### ***2.2.8.4. Duplicados de pulpa***

Son duplicados de muestras ordinarias previamente pulverizadas, que se envían al mismo laboratorio con diferente codificación dentro del mismo lote de muestras ordinarias. Estas muestras se utilizan para evaluar la precisión analítica del laboratorio.

#### **2.2.8.5. Blancos finos**

Son muestras de material estéril pulverizado, que deben ser analizadas a continuación de muestras fuertemente mineralizadas, y que se utilizan para determinar si se produce contaminación durante el proceso de análisis.

#### **2.2.8.6. Estándares**

Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados por el laboratorio. Estas muestras se insertan en cada lote, se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las muestras de control externo.

Se recomienda seleccionar materiales de composición aproximadamente similar a la de las muestras ordinarias.

### **2.2.9. Marco geológico de la mina**

**Accesibilidad, clima y fisiografía.** El acceso al yacimiento de Colquijirca se realiza desde la ciudad de Lima a través de la Carretera Central hacia Cerro de Pasco pasando por La Oroya y 10 km antes de llegar a Cerro Pasco se toma un desvío que conduce al distrito de Colquijirca haciendo un total de 285 km y 6 horas de viaje. Se presenta el Mapa de ubicación de la zona de estudio.

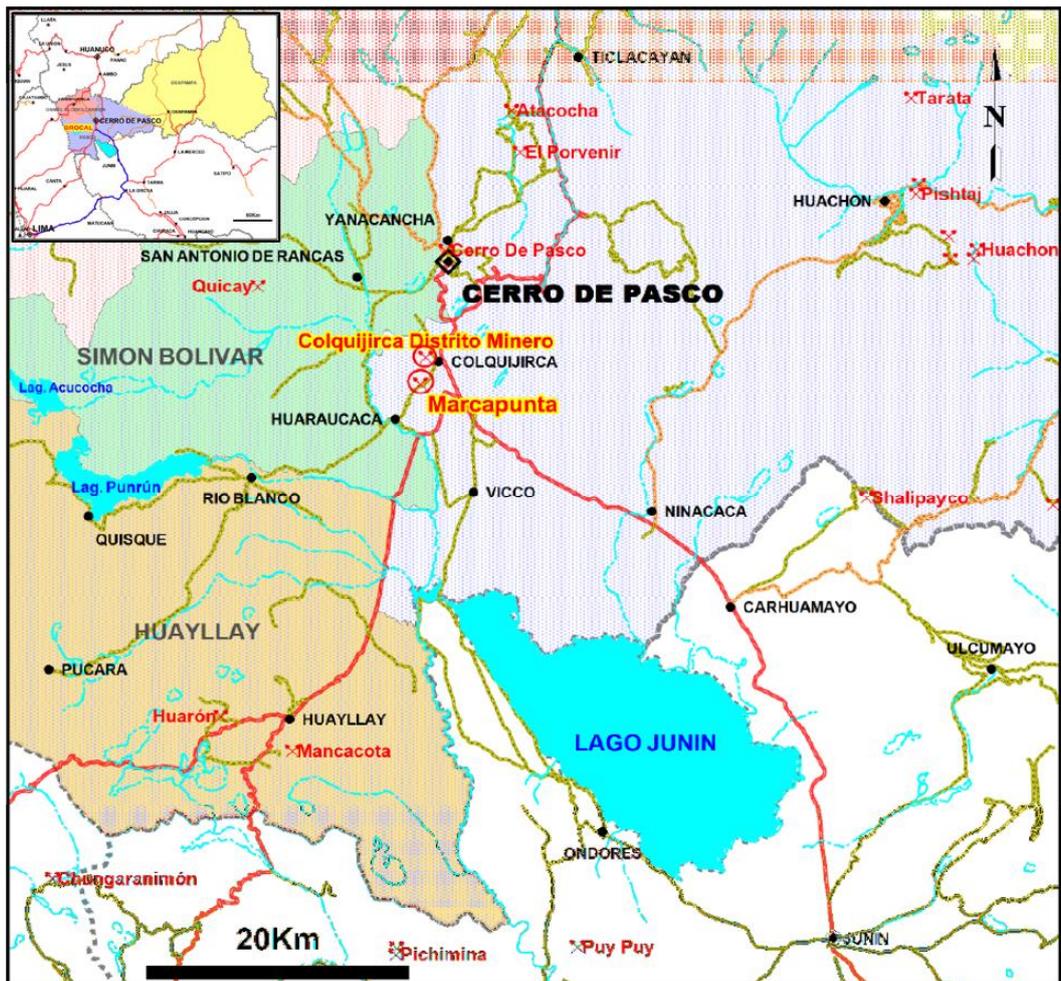
Colquijirca es una mina que produce concentrado de zinc y concentrado de cobre, plomo - plata. Tiene operaciones de minado a tajo abierto en la Mina Tajo Norte y subterráneo en la Mina Marcapunta Norte (figura).

La morfología del proyecto corresponde a la zona de altiplanicies interandinas conformada por lomas suaves y redondeadas y algunos promontorios o cerros de poca altura en medio de una vasta llanura de terrazas lacustrinas y aluviales (Boletín 144 carta geológica nacional, INGEMMET 2011).

El clima es típico de la región Puna (4,200 msnm), con una temporada de intensa precipitación de lluvia y nevadas de diciembre a abril, una época de intensas heladas de mayo a julio, donde la temperatura desciende a -10 a -20 bajo cero, y una temporada de agosto a noviembre donde la temperatura es más bien moderada de 5 a 10°C con esporádicas lluvias.

### Figura 1

*Plano de ubicación de Colquijirca.*



**Geología regional y local.** La historia geológica en el Distrito Minero de Colquijirca se inicia en el Triásico y revela una sucesión de eventos de depósitos minerales, tectónicos y volcánicos controlados por una gran estructura de dirección Norte-Sur denominada Falla Longitudinal, presentados en el plano geológico regional.

### ***Estratigrafía***

**Grupo Mitu.** Descansa en leve discordancia angular o erosional sobre el Grupo Excelsior; son areniscas, limos y conglomerados de color rojo que suprayacen en discordancia angular al Grupo Excelsior, su potencia se estima en 400 m.

En el área de trabajo, constituye el substrato sobre el cual se emplazan en discordancia erosional los depósitos terciarios de la Formación Calera en un contexto de pliegues y/o altos estructurales.

**Grupo Pucará.** En la región pueden distinguirse claramente dos conjuntos de facies pertenecientes al mismo Grupo, separados por la Falla Longitudinal, denominados Pucará Occidental y Pucará Oriental, al Oeste y Este de la falla respectivamente. Su edad es Triásico–Liásico.

El Pucará Occidental, comienza con una leve discordancia angular sobre el Grupo **Mitu**, por una brecha basal de color gris verdoso con clastos de filita y cuarzo que suprayacen a las areniscas del Grupo Mitu; es seguido de dolomías con chert y niveles de cineritas, con figuras sedimentarias, fósiles, pseudomorfos de evaporitas, etc., que sugieren un ambiente muy somero, de baja energía en la parte interna de una plataforma carbonatada. Su espesor medido es de 360 m. aproximadamente. En el límite Sur del área de trabajo, en el anticlinal Bohórquez y área de Yanque María, afloran abruptamente calizas y brechas calcáreas atribuidas al Pucará Occidental, descansando sobre areniscas del Grupo Mitu;

pero no todas éstas pertenecen necesariamente al Pucará, es así que los afloramientos de Yanque María son microbrechas algo calcáreas con granos de cuarzo fragmental, sugiriendo ello un origen más bien vulcanoclástico, acaso del Calera inferior. Esta unidad es huésped de la mineralización en San Gregorio.

**El Pucará Oriental o Formación Chambará**, no tiene una base aflorante; se compone de más de 1,500 m de calizas con sílex e incluye masas estratiformes recristalizadas posteriormente; son depósitos de plataforma carbonatada externa. No se ha encontrado unidades pertenecientes al Cretáceo, por consiguiente, suprayaciendo al Grupo Pucará, tenemos el Terciario representado por la Formación Pocobamba con sus Miembros Cacuan y Shuco y la Formación Calera, que cubren en discordancia erosional a los Grupos Mitu o Pucará.

#### ***Formación Pocobamba***

***Miembro Cacuan.*** Son secuencias grano crecientes de 10 a 25 m de limolitas, areniscas y conglomerados de origen fluvial de más de 100 m de espesor que descansan sobre el Pucará Occidental; son un equivalente y en parte infra yacen al Conglomerado Shuco.

***Conglomerado Shuco.*** Esta unidad se compone de conglomerados y brechas sedimentarias con escasos lentes de limolitas y areniscas; la mayor parte de los clastos son de caliza y sílex Chambará con tallas de 2 a 30 cm que varían en función a la distancia de la Falla Longitudinal. Es de origen aluvial y sintectónico, constituye un prisma con su espesor mayor de más de 150 m, adosado a la Falla Longitudinal. Las facies Shuco no están restringidas exclusivamente al bloque Occidental de la Falla Longitudinal. Su depósito es probablemente contemporáneo con la Fase Inca de deformación en la Cordillera Occidental, al pie de un sistema de fallas que delimitaban altos estructurales (Ángeles, 1993).

**Formación Calera.** Se caracteriza por una predominancia de depósitos vulcanoclásticos, conglomerados, margas, calizas, dolomías, chert con un mínimo de 250 m de espesor de ambiente lagunar. Una edad radiométrica de K/Ar sobre biotita en una toba ácida de la parte inferior dio entre 36 y 37 Ma (*Noble et al, 1999*). Esta unidad constituye la roca huésped para la mineralización en Colquijirca, así como en Marcapunta Norte y Oeste. *Angeles (1996, 1999)*, subdivide esta Formación en tres unidades: Calera inferior, medio y superior.

**Calera Inferior.** Con una predominancia de sedimentos detríticos, cuya granulometría varía desde brechas matriz sostenidas, microbrechas, limos y lutitas en su mayor parte de procedencia volcánica; niveles de conglomerados con guijarros Chambará y delgados niveles de tobas riolíticas; el intervalo termina con lutitas y calizas margosas; el espesor de esta facies es de 64 m.

**Calera Medio.** Contiene facies de calizas gris claras, en bancos prominentes; en la Calera, su localidad típica, la parte baja del intervalo es casi enteramente calcárea, la parte alta contiene además calizas margosas e intercalaciones de lutitas gris verdosas y verdes, probablemente derivadas de piroclastos; este intervalo supera los 55 m.

**Calera Superior.** Se compone de delgadas alternancias de lutitas, limolitas, arenitas, dolomías margosas, dolomías y chert; su grosor supera los 150 m.

En la zona de trabajo, se han registrado solamente el miembro inferior y medio, tal como lo atestiguan los numerosos sondajes que atraviesan esta Formación y los escasos afloramientos de superficie. La Formación Calera es la roca huésped de la mineralización en Colquijirca y Marcapunta. En Marcapunta la mineralización se deposita entre las areniscas Mitu infrayacentes y las dacitas porfiríticas o piroclastos del complejo volcánico suprayacentes. En Marcapunta

Norte es posible subdividir dos unidades; unidad inferior, esencialmente detrítica, gruesa y la unidad superior esencialmente fina y calcárea; en Marcapunta Oeste, a la luz de nuestras perforaciones, se ha registrado escasas intersecciones de la unidad superior, en cambio, la unidad inferior fue interceptada ampliamente.

***Complejo Volcánico de Marcapunta.*** Su emplazamiento es controlado por la Falla Longitudinal al igual que el complejo de Cerro de Pasco. En este caso, se emplaza a manera de un conjunto de domos ácidos a intermedios de lava viscosa en forma de “hongos” o lacolitos sobre un paleorelieve Calera, Mitu y tal vez Pucará. Se constituye principalmente por piroclastos a la base que es intruido por múltiples domos de composición dacítica con textura porfirítica, riolitas brechadas; estas unidades son cortadas por una serie subordinada de tufisitas, *pebble dikes*, brechas freatomagmáticas y brechas hidrotermales.

Comparado con el complejo volcánico de Cerro de Pasco, la diatrema o cuello volcánico de Marcapunta es aparentemente más pequeño, tal vez de unos 600 m de diámetro, pero su sistema mineralizado es igual de grande; así, entre San Gregorio y Colquijirca hay aproximadamente 8 Km en eje Norte–Sur. Es de destacar que Marcapunta se encuentra preservado de la erosión, lo cual insinúa un gran potencial para mineralización en las rocas circundantes a la diatrema o cuello volcánico bajo el lacolito; mientras que Cerro de Pasco, es una diatrema más grande, de 2.5 Km de diámetro aproximadamente, que ha sufrido una erosión más profunda, tanto que expone la diatrema misma.

Entre estos dos complejos volcánicos se emplaza la diatrema de Yanamate, modestamente expuesta algo más al Este de la traza de la Falla Longitudinal; se constituye de coladas piroclásticas, domos y diques de un pórfido aparentemente dacítico.

La Edad de Marcapunta fue fechada en  $11.5 \pm 0.4$  Ma por K/Ar sobre biotita y la actividad hidrotermal en  $10.8 \pm 0.3$  Ma por K/Ar en alunita (Vidal et al, 1984); recientemente, Bendezú & Fontboté (2002) aportan edades Ar/Ar de 12.9 a  $12.4 \pm 0.1$  Ma sobre biotita para el complejo volcánico;  $11.6$  a  $11.3 \pm 0.1$  Ma para la actividad hidrotermal asociada a los metales preciosos y  $10.8$  a  $10.6 \pm 0.1$  Ma para los metales base. Estas edades K/Ar y Ar/Ar son más o menos consistentes entre sí (Ángeles, 1993).

## Figura 2

Columna estratigráfica generalizada del distrito minero de Colquijirca

COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA GENERALIZADA DEL DISTRITO MINERO DE COLQUIJIRCA							
ERA	PERIODO	SERIE	GRUPO	LITOLOGIA GRAFICA	DESCRIPCION		
CENOZOICO	CUATERNARIO		MATERIAL FLUVIO GLACIAR		Material fluvio-glaciar, aluvial.		
		TERCIARIO	MEDIO A SUPERIOR	CENTRO VOLCANICO	VOLCANICO MARCAPUNTA		Domos y lavas dacíticas a cuarzoalúficas.
	TUFO UNISH					Brechas proclásticas, tobas y lavas	
	INFERIOR		FORMACION POCOBAMBA	MEMBRIO CALERA	SUPERIOR		Dolomías margosas, dolomías intercaladas, limolitas areniscas, chert y mantos de óxidos.
					MEDIO (MANTOS MINERALIZADOS)		Al tope arcillitas, margas y calizas margosas con abundante chert. A la base calizas con rizomorfos y arcillitas verdes.
		INFERIOR				Intercalaciones arcillitas y calizas margosas, nódulos interfíticos, ostracóides, bioclastos y rizomorfos. En la base caliza mármolosa margosa, sedimentos volcánoclasticos y proclásticos (tobas riolíticas).	
		CONGLOMERADO SHUCO			Brecha sedimentaria de clastos calcáreos sub redondeados a sub angulosos del chambara, escasos hilos de areniscas, areniscas limosas.		
	MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	MEMBRIO CACUAN			Arcillas limosas, margas rojas, areniscas y brechas conglomeráticas clastos subangulares a subredondeados cemento calcáreo.
				GRUPO PUCARA	PUCARA OCCIDENTAL	FM CHAMBARA	
			Formación Chambara - Calizas mudstone nodulares, intercalaciones de calcarenitas bioclasticas.				
TRIASICO		SUPERIOR				Areniscas rojas con lentes de conglomerados.	
	GRUPO MITU		ARENISCA MITU		Conglomerados y brechas de color gris oscuro.		
PALEOZOICO	PERMICO SUPERIOR				Pizarras, filitas y esquistos.		
	DEVONICO	GRUPO EXCELSIOR			Pizarras, filitas y esquistos.		
SOCIEDAD MINERA "EL BROCAL" S. A.A Mina Colquijirca			DPTO. DE GEOLOGIA	GEOLOGIA : CARLOS ANGELES FECHA : Enero del 2005	LAMINA N°		

Fuente: Carlos Ángeles (2005)

**Tectónica.** La Falla Longitudinal Mayor, es la estructura más importante, controló la sedimentación del Terciario, los complejos volcánicos de Cerro de Pasco y Marcapunta. Numerosas fallas y estructuras subordinadas de dirección NW-SE, E-W y NE-SW también han sido mapeadas en la región y en conjunto son importantes para el emplazamiento de la mineralización en Colquijirca y Cerro de Pasco.

En Marcapunta Norte, en interior Mina, también se ha mapeado gran cantidad de estructuras E-W, principalmente en forma de fallas con poco desplazamiento, diaclasas y zonas de cizallamiento que cortan al Manto Mineralizado, por lo tanto de edad post-mineral.

De igual modo en interior mina, adicional al manto mineralizado de Enargita-Pirita; Oro--Alunita, se ha identificado un control estructural secundario en la mineralización, el sistema de microfracturas verticales, E-W pre mineralización, en microvetillas.



**Unidad Inferior.** La base del Calera inferior es la roca huésped de la “Brecha Mineralizada” en Marcapunta Norte y Oeste, esta “Brecha Mineralizada”, no es otra cosa que los niveles de conglomerados mineralizados por pirita y enargita principalmente. Su espesor es de unos 100 m, donde predominan intercalaciones de brechas vulcanoclásticas polimícticas matriz-sostenidas que gradan a micro brechas, tobas y limolitas, conglomerados polimícticos clasto-sostenidos.

**Unidad Superior.** Se emplazan concordantemente sobre la Unidad inferior; Está constituida por calizas detríticas y limolitas calcáreas con fina estratificación, que equivale parcialmente al Calera medio y a la parte alta del Calera inferior de Angeles (1999), es la roca huésped de los “Mantos Mineralizados” trabajados en minería subterránea por Cu arsenical en Marcapunta Norte, su espesor es variable, de 50 a más de 200 m, según la erosión a que fue sometida antes del vulcanismo que la cubre o la cobertura cuaternaria.

**Depósitos piroclásticos.** En Marcapunta Norte, se han identificado dos niveles el primero, cubre el paleorelieve Calera aparentemente rellenando depresiones; el segundo, más delgado, se emplaza en medio de lavas dacíticas.

**Dacita porfirítica.** En el complejo volcánico Marcapunta, configuran múltiples domos y diques; se disponen a manera de “hongo” o lacolito sobre sedimentos del Calera y Mitu principalmente. Los hay de edad pre-alteración, como por ejemplo los que afloran en la cumbre del cerro Marcapunta y post-alteración, como es el caso de la dacita Smelter, es frecuente diques o sills de dacita cerca al contacto con el Grupo Mitu.

**Riolitas.** También observadas al sur de la mina.

**Brechas.** Como en todo complejo volcánico, existen numerosas ocurrencias de brecha relacionadas a las actividades magmática e hidrotermal que atraviesan a

las demás unidades. Para efecto de este informe las agruparemos en tres tipos: freatomagmáticas, tufisitas / *pebble dike*, e hidrotermales; en muchos casos es difícil establecer diferencia entre ellas.

***Brechas freatomagmáticas.*** Denominadas también brechas de diatrema, cuyo origen se debe a erupciones violentas, son polimícticas, muy similares a las brechas piroclásticas, contienen elementos del basamento como areniscas, calizas, granos de cuarzo lechoso, dacita, pero tienen contactos y texturas de fluidización verticales a subverticales que las caracteriza.

***Tufisitas/pebble dikes.*** Estructuras tabulares muy angostas, se componen de material molido, tufáceo, redondeado e intensamente alterado, formados en un ambiente similar a las brechas freatomagmáticas, de edades; pre y post-mineral, cuando la cantidad de elementos redondeados es superior a la matriz molida se denominan *pebble dikes*.

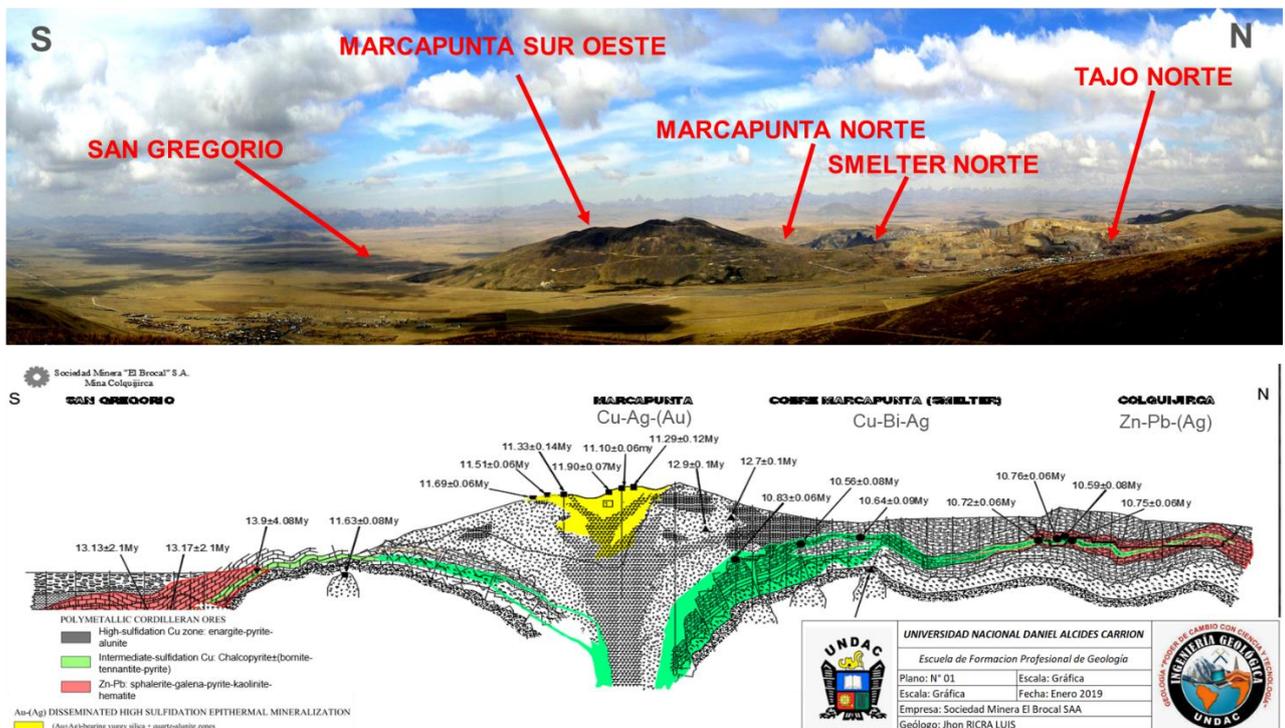
***Brechas hidrotermales.*** Se individualizan principalmente por su asociación con mineralización y alteración; pueden ser polimícticas o monomícticas, cementadas por matriz silíceo, de alunita, pirita u óxidos de fierro, a veces con aspecto de craquelado; conforman cuerpos o estructuras tabulares, la mayoría de ellas se orientan con dirección E-W además de presentar valores altos de Au y elementos asociados. Resulta interesante, aunque de ocurrencia restringida, la brecha hidrotermal con clastos angulosos a subredondeados de dacita porfirítica cementado por alunita plumosa.

Brechas hidrotermales sub-horizontales es decir de 80 a 100 m de potencia. Su característica es que son clasto-soportados donde predominan fragmentos angulosos de chert negro y caliza de 2 a 5 cm de diámetro, poca cantidad de areniscas redondeadas y escasos clastos de cuarzo blanco. En algunos tramos se

tiene fragmentos de dacita fuertemente alterados a cuarzo–alunita o *vuggy silica*; todos estos elementos son englobados en una matriz de pirita fina fluidizada masiva a semimasiva. Geoquímicamente las brechas hidrotermales arrojan los mejores valores de Au y Cu. También dentro de este tipo de brechas se incluyen aquellas de tipo *crackle* que aparecen cortando las areniscas decoloradas del Mitu, con fragmentos angulosos, apenas rotados en matriz de pirita fina fluidizada con enargita (Ángeles, 1999).

**Figura 4**

Sección Geología de Mina El Brocal



Fuente: Bendezú (2007)

## **2.3. Definición de términos básicos**

### ***Contaminación***

Es la transferencia involuntaria de material de muestra o del medio circundante a otra muestra.

### ***Mineral***

Una sustancia inorgánica homogénea que posee propiedades físicas y composición química definida.

### ***Muestra***

Es la parte de un todo.

### ***Muestreo***

Es la técnica de seleccionar muestras representativas.

### ***Precisión***

Es la habilidad de reproducir consistentemente una medición en condiciones similares.

### ***Error***

Diferencia entre el valor obtenido y el valor real debido agentes externos en el proceso de muestreo.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Si se evalúa el sistema de aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte, se puede prevenir y detectar los errores en el muestreo.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

a) Si se determina el ratio de inserción de controles de calidad, del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC se puede detectar los errores en el muestreo.

b) Si se analiza la precisión, exactitud y contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras obtenidas en mina Marcapunta Norte se puede detectar los errores de muestreo.

## **2.5. Identificación de variables**

Se identificó las siguientes variables:

### **2.5.1. Variable independiente**

**Aseguramiento y control de calidad.** Conjunto de acciones que permiten ver las acciones sistemáticas y preventivas para asegurar la calidad y confianza en el muestreo y análisis para poder ser auditables.

### **2.5.2. Variable dependiente**

**Muestreo de sondajes diamantinos.** Método de muestreo que se utiliza en minería para cubicar reservas de mineral

## 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
Aseguramiento y control de calidad	Son acciones sistemáticas y preventivas que aseguran la calidad y confianza en el muestreo y que puedan ser auditables.	Adquirir mediante programas de pruebas interlaboratorio s.	Aseguramiento de calidad (QA)  Control de calidad (QC)	Número de mapeos geológicos interpretados  Porcentaje de muestras de control insertadas	Ficha de Observación directa
Muestreo de sondajes diamantinos	Método de muestreo que se utiliza en minería para asegurar la ley de minado	Muestreo sistemático cada 2 m. mediante corte longitudinal.	Ley de corte	Porcentaje de mineral	Registro de muestro (PD)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo con el problema planteado y el propósito perseguido es una investigación aplicada porque busca la aplicación de los conocimientos para solucionar problemas de aseguramiento y control de calidad de las muestras procedentes de sondajes de la mina Marcapunta norte a fin de prevenir desviaciones y errores.

#### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación es de nivel descriptiva, porque describe el muestreo mediante la técnica de perforaciones diamantinas que son sometidas a QA/QC que luego fueron medidas con precisión y exactitud.

#### **3.3. Métodos de investigación**

El método a utilizado es el descriptivo y analítico, el cual nos permitió describir y explicar la evaluación del QA/QC para el muestreo de sondajes,

utilizando datos de muestras recolectadas en campo y su posterior análisis y evaluación, para conocer el comportamiento y confiabilidad de nuestro trabajo.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación fue descriptivo no experimental transversal, porque no existió manipulación deliberada de la variable y sólo se observó el fenómeno en su ambiente natural para luego analizarlos y procesarlo, considerando el siguiente diseño.

$$M_1 \text{ ————— } O_1$$

donde:

$M_1$ = número muestras tomadas

$O_1$ = información obtenida de parámetros geotécnicos

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

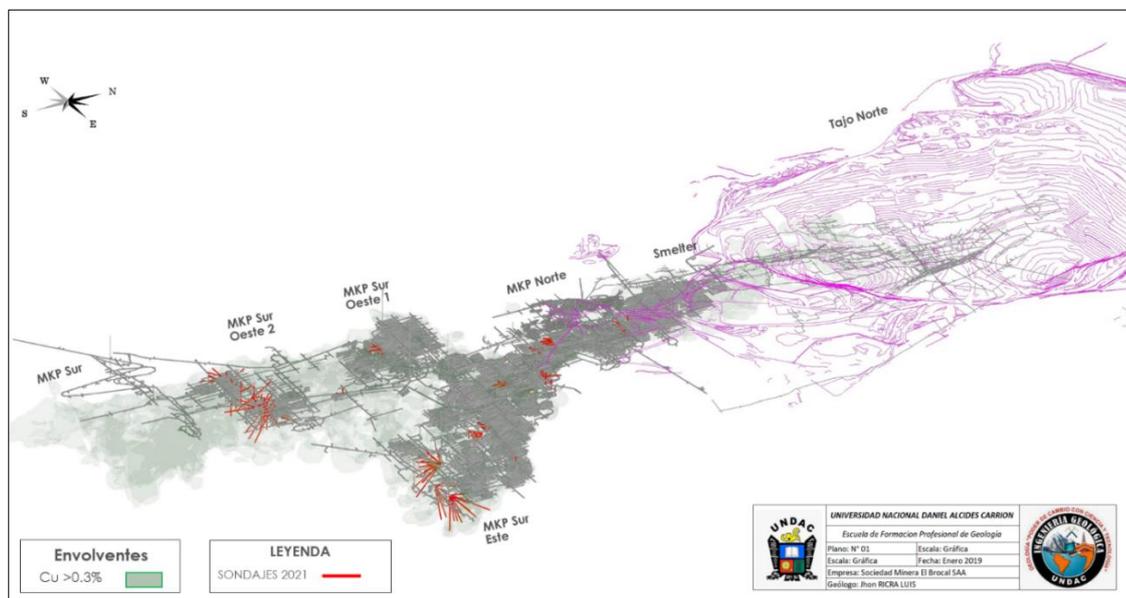
La población estuvo conformada por el registro de operaciones de ingreso de muestras al laboratorio, recepcionadas y analizadas procedentes del área de geología, de procesos de explotación y exploración.

#### **3.5.2. Muestra**

Se evaluaron 210 sondajes con un total de 11,842.00 metros de perforación lo cual incluye 8,984 muestras (1,348 muestras de control y 7,636 muestras comunes). En la toma de muestra se empleó el método no probabilístico.

**Figura 5**

Sondajes 2021 – Mina El Brocal



Fuente: SMEB (2021)

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar las investigaciones geológicas se utilizó las siguientes técnicas:

- **Revisión documental**

Consiste en la búsqueda de información geológica y geotécnica del área de estudio

- **Observación de Campo**

Tendrá en cuenta los datos de campo mediante logeo geológico y geomecánico.

- **Técnica de muestreo en Sondajes Diamantinos**

- **Técnica de perforación diamantina**

Los instrumentos a utilizar serán:

- **Ficha de reporte de geología-ore control**

- **Registro de muestro (PD)**
- **Ficha de reporte de Laboratorio**

Cuadro de muestras por analizar.

Cuadro de muestras analizadas

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para proceder a la recolección de datos inicialmente se obtuvo el permiso respectivo del responsable del área. Luego que se haya aceptado la petición se comenzó con la recolección de datos que consistió en el ordenamiento, clasificación, registro y procesamiento computarizado con el software Ms-Excel 2016 y luego se realizó el tratamiento estadístico previa coordinación con el Ingeniero geólogo de ore control, aseguramiento y control de calidad QA/QC, el ingeniero de operaciones mina y el ingeniero de planeamiento a corto plazo; todo esto para la aplicación de los protocolos y procedimientos técnicos de mina (Adjunto en anexos).

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Los datos fueron ingresados al software Ms-Excel v. 2016 para el tratamiento estadístico. Los resultados han sido analizados estadísticamente y luego interpretados. Asimismo, se utilizó la para la administración de base de datos el Acces v. 2016.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

En la etapa de campo para el muestreo de testigos se ha seguido las siguientes actividades que se mencionan a continuación:

El transporte y/o manipuleo de las cajas con testigos, deberá ser realizado entre dos personas, pues al ser éstas cajas bastante pesadas, por su contenido, puede ocasionar lesiones óseas o musculares del personal que las manipula solo.

Para el manipuleo seguro de estas cajas con testigos y para efectuar el muestreo de dichos testigos, se deben usar siempre los siguientes implementos de seguridad: casco, lentes de seguridad, guantes de cuero, y zapatos de seguridad.

Los geólogos responsables de la supervisión de estos trabajos de muestreo de testigos, determinarán los intervalos mineralizados interceptados por el taladro, que deberán ser muestreados. Por lo tanto, solamente las cajas que contienen éstos intervalos, serán ingresadas a la caseta del petrótopo para el corte respectivo.

Será función de los geólogos, la determinación y marcado de los intervalos de muestreo. Como una regla general, el intervalo de muestra debe interrumpirse respecto a los contactos entre unidades geológicamente significativas, y se deben respetar los límites entre las diferentes litologías, mineralización y alteración.

Se definirá el lado de muestreo (Izquierdo o derecho del testigo), siempre se recolectara la muestra del mismo lado para cada corrida (Salvo alguno contraindicación como en el caso de la muestra duplicada de campo, ver nuevo procedimiento).

Se efectuará previamente la identificación y marcado de los tramos mineralizados, por parte de los geólogos supervisores de muestreo, en las cajas de testigos, para que posteriormente los muestreros efectúen su labor.

Deberán utilizarse marcas diferenciadas, de las que usaran los geólogos o geotécnicos, para evitar confusiones, con las empleadas para los trabajos de muestreo por mineralización.

Los testigos serán cortados longitudinalmente y por la mitad, con la finalidad de que una mitad, se utilice para el análisis químico, y la otra mitad se coloque en el almacén < de testigos, salvo que el tramo a muestrear, corresponda a la muestra gemela (Muestra de Control), que es representada por la mitad de testigo.

Luego del análisis de esta muestra, se deberá retornar a la caja de testigos correspondiente, el rechazo de la muestra en una bolsa. Una vez cortados los testigos, éstos son sacados al patio de logeo y colocados en caballetes. Previamente se verifica la posición de los caballetes y su buen estado, para poder soportar las cajas que contienen estos testigos.

Dichos fragmentos no deberán ser mayores a 5 cm y los mismos, serán colocadas en bolsas de polietileno.

La longitud del intervalo de muestreo será sistemáticamente de 1.0 m o 2.0 m (definido por el objetivo de muestreo y teniendo en cuenta la continuidad o discontinuidad de las franjas mineralizadas.). En el caso que una muestra está cerca de un contacto litológico, veta, venilla, manto o alteración, la longitud de la muestra puede variar entre 0.5 m y 2.0 m; y si existen zonas de suelo, cobertura, material de derrumbe, no testigo o recuperación menor a 80% no serán muestreadas.

Cuando se tengan intervalos mixtos, se tratará de separar de acuerdo a su contacto geológico siempre y cuando que dichas longitudes (mineralizadas y estériles) no sea menor de 0.5 m.

Cuando el testigo está muy fragmentado, se debe separar el material en dos mitades utilizando una espátula metálica, teniendo cuidado de que no quede materiales finos en la caja.

Estos fragmentos de testigos, serán embolsados, y luego identificados con tickets numerados, en los cuales deben figurar: El nombre del sondaje, la profundidad de la muestra y los elementos por los cuales deben ser analizadas.

El sellado de estas bolsas, será hecho con precintos plásticos, adicionando otro ticket en la boca de la bolsa. Luego estas muestras serán adecuadamente embaladas para remitirlas al Laboratorio Químico donde serán analizadas.

Una vez concluido el muestreo de los testigos de un sondaje, se procede a la limpieza del área de trabajo.

En todo momento se harán verificaciones para monitorear la trazabilidad de los tramos muestreados vs. tickets empleados, tramos muestreados vs. registro de muestreo, tramos muestreados vs. registro batch para QA/QC.

0Luego de que estos testigos hayan sido analizados químicamente, se solicitará el retorno de los rechazos de cada muestra, generados luego del chancado secundario y pulverizado. Los geólogos a cargo de éste trabajo, dispondrán el adecuado almacenamiento de éstas muestras, para posteriores re análisis o pruebas metalúrgicas.

### ***Actualización de Procedimiento de Muestreo***

Si la recuperación es inferior al 50 % en un tramo perforado, no se debe realizar el muestreo de dicho tramo, pues no se cumple con la primera característica de una muestra que es la representatividad.

Ocasionalmente se puede solicitar el muestreo excepcional de estos tramos con recuperaciones inferiores al 50%, siempre y cuando el contenido de mineral de mena como enargita, galena, esfalerita, calcopirita, sea notablemente abundante (mayor a 10% de sulfuros en el intervalo), o la alteración por oxidación sea muy notable (mayor a 20%), pero la información derivada de este muestreo, solo será referencial o informativa.

Cuando se tengan tramos de perforación con recuperaciones muy variables entre tramo y tramo, es preferible muestrear por separado cada intervalo de perforación. (Como ejemplo si el primer tramo tiene 80% de recuperación y el segundo inmediato tiene 60% de recuperación y el tercer inmediato tiene 90% de recuperación y el cuarto inmediato tiene 70% de recuperación, tomándose como principio que las diferencias de recuperaciones mayores o iguales 20%, no se podrán unir para crear compósitos.

En el caso de que se tengan tramos de perforación continuos de mala recuperación (inferior al 50%), pero los mismos varían a su vez entre corrida y corrida, pero las diferencias son menores al 20% entre ellas, podrían generarse compósitos, pero

siempre y cuando no se exceda el parámetro máximo de 1.50 m en los sondajes netamente exploratorios y 2.50 m de longitud perforada en los sondajes de In Fill drilling.

Los intervalos de muestreo para la campaña de exploración como el Proyecto Expansión Sur-Este y Sur-Oeste de Marcapunta Norte, se realizarán a intervalos de 1.0 m en los sondajes netamente exploratorios e intervalos de 2.0 m en los sondajes de In Fill drilling.

Para el primer caso del muestreo a 1.0 m de longitud, los límites de muestreo se darán solo en el caso de cambios litológicos bien definidos, cambios en la intensidad de mineralización, cambios en la intensidad de alteraciones, etc. 1.50 m como máximo y 0.5 m como mínimo.

Para el segundo caso del muestreo a 2 m de longitud, los límites de muestreo se darán solo en el caso de cambios litológicos bien definidos, cambios en la intensidad de mineralización, cambios en la intensidad de alteraciones, etc. 2.50 m como máximo y 0.5 m como mínimo.

Excepcionalmente se tomarán longitudes diferentes a 1.00 m en los casos de sondajes exploratorios y 2.00 m en los casos de sondajes de In Fill drilling, a fin de evitar distorsionar innecesariamente los intervalos de muestreo normados.

De ninguna manera se deberán mezclar en el muestreo tramos con sulfuros con tramos oxidados, así como tramos marcadamente oxidados con tramos poco alterados salvo que se tengan vetas oxidadas en medio de sulfuros, los cuales son comunes de hallar.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Resultado Objetivo 1: Determinación del ratio de inserción de controles

#### Proceso de aseguramiento y control de calidad en el muestreo de testigos de perforación

Esta operación se realizará por parte de los geólogos responsables del proyecto, bajo los parámetros, indicaciones y regulaciones del contratista validador y certificador del aseguramiento y control de calidad.

Parte de las operaciones de inserción de muestras QA/QC serán realizadas en la unidad minera y las restantes en las instalaciones del laboratorio primario, por personal técnico del contratista validador y certificador QA/QC, bajo la directiva de creación de batch.

Formación de Batch: Un batch (Lote regular) está formado por 40 muestras, de las cuales muestras son ordinarias 34 y 6 muestras de control y se consideran según la tabla:

**Tabla 2**

*Formación de Batch*

Lotes de Control Regular	Frecuencia Recomendada		Cantidad de Muestras
	Parcial	Total	
Muestras Gemela	TS		1
Duplicado Grueso	CD	7.5%	1
Duplicado Fino	PD		1
Blanco Grueso	CB	5.0%	1
Blanco Fino	FB		1
Estándares	STD	2.5%	1
Muestras de Chequeo	CS	2.5% a 5.0%	

Concluido el análisis de muestras de cada batch en el laboratorio primario, se remitirán 2.5 % a 5.0% de pulpas al laboratorio secundario, acompañado de estándares, muestras blancas y duplicados de pulpa, a fin de verificar la certeza de los análisis del laboratorio primario. Actualmente se envían 40 muestras de chequeo externo en Mina Subterránea (36 pulpas o muestras ordinarias, 2 DP, 1 ST y 1 BF) y para Mina Tajo Abierto serán 80 muestras de chequeo externo (74 pulpas ordinarias, 2 DP, 2 ST y 2 BF). En exploraciones debe considerar 5% del total de muestras enviadas.

Este proceso se realizará necesariamente, luego de obtenidas la leyes de cada uno de los batch analizados, pues la finalidad de este control es medir la exactitud de los análisis del laboratorio primario.

No se tomarán muestras de control como: gemelos, duplicados gruesos y duplicados finos en tramos de baja recuperación, así como en tramos de poca muestra (0.5 m), puesto que la merma de muestras durante las preparaciones puede originar poca cantidad de rechazos con las que se tendría dificultad para algún re análisis de validación u otras labores.

Las muestras de control como gemelos (duplicados de campo), duplicados finos y duplicados gruesos, serán ubicadas dentro de sus sondajes de origen y sus batch de origen, de ninguna manera se transgredirá ni sondajes ni batch al ubicar dichas muestras de control, para evitar confusiones y simplificar los procesos de validación.

Los estándares, deberán ser insertados en tramos cuya muestra precedente, contengan valores de contenidos metálicos muy próximos al valor de dicho estándar, para el caso de los sulfuros, en los cuales fácilmente se pueden estimar dichos contenidos.

Toda modificación a los procedimientos debe ser autorizados por la superintendencia respectiva y con visto bueno de las personas encargadas del control de calidad. Si las modificaciones son ejecutadas con autorización, es necesario actualizar el respectivo procedimiento que sustente dichas modificaciones.

Mejorar el proceso de inserción de los estándares en los BH. Los estándares, duplicados y blancos deben ser muestras ciegas, los operarios del laboratorio no deben detectar su inclusión en los lotes.

Cuando se detecta errores en la precisión, inmediatamente se debe re analizar las muestras vecinas al duplicado y original (3 muestras arriba y 3 muestras abajo).

Cuando se detecta sesgos inadecuados en la exactitud, inmediatamente se debe determinar si hubo confusión de muestra (mix-up), cambio de estándar por otro de diferente valor. Si continua el problema, se debe evaluar las muestras vecinas similar al duplicado, si continua la inexactitud, ver la posibilidad de evaluar todo el lote.

En un lote de muestras conformado aparentemente por material de desmonte o estéril. Un criterio del geólogo supervisor, deberá ser insertar solamente estándares de baja ley o blancos. Con la finalidad, que el porcentaje de controles no quede disminuida. En compensación, se deberá insertar una mayor cantidad de duplicados gruesos y duplicados finos en los lotes posteriores y de ser posible en los lotes anteriores, con la finalidad de completar el número de controles requeridos por norma.

Una vez detectado problemas en la contaminación, inmediatamente re-analizar los blancos.

Todos los errores se deben reportar con un documento al laboratorio por los involucrados en el control de calidad (usar el mismo procedimiento para los duplicados).

En el caso de las muestras de BH, OC, DDH, etc. para completar la inclusión de las muestras de control, es conveniente remitir las muestras de chequeo externo mensualmente.

Cuando se inserten los duplicados de campo, gruesos o finos, primero se debe determinar las zonas de mineral, desmonte o mixta-contacto. Luego, de verificar el material. Las muestras duplicadas deben estar ubicadas en:

Cu: Los duplicados deben extraerse en zonas con leyes estimadas con valores mayores al 0.5% Cu visualmente.

Ag y Au: Los duplicados deben extraerse en zonas con estructuras mineralizadas (óxidos y/o sulfuros). En el caso de sulfuros solo cuando se tengan asociaciones de minerales de cobre.

Zn y Pb: Los duplicados deben extraerse en zonas con leyes estimadas de 1.0% Zn y 0.5% Pb. No tomar duplicados en zona de desmonte o baja ley, ya que perjudica la evaluación de la precisión.

A modo de prueba, solamente para los duplicados de campo (DC). Después del corte testigo por la mitad, se debe tomar la muestra DC intercaladamente 10 cm del lado derecho, luego 10 cm lado izquierdo, así hasta finalizar el intervalo de muestreo.

El contratista validador y certificador del aseguramiento y control de calidad, comunicará a los geólogos responsables del proyecto, la culminación de su intervención en el laboratorio primario, a fin de contabilizar los plazos de entrega de resultados.

El contratista validador y certificador del aseguramiento y control de calidad, - remitirá con celeridad, el reporte de inserción de muestras de control, a los geólogos responsables del proyecto, del lote trabajado por ellos, a fin de que puedan ser registrados en la base de datos de la unidad minera.

Cuando se reciban los resultados de los laboratorios primario y secundario, se archivarán estos sistemáticamente, discriminando de estos, los resultados de las muestras de control, para posteriormente procesar esta información.

El acceso a la información parcial o total, de los reportes, de los laboratorios primario y secundario, como a los batch, es restringido para todo contratista, que no intervenga en este proceso, de aseguramiento y control de calidad. Solo los geólogos responsables del proyecto, pueden facilitar esta información, previa autorización de la superintendencia respectiva a cargo del proyecto.

#### **4.2.2. Resultado Objetivo 2; Analisis QA/QC primer trimestre (enero, febrero y marzo)**

Durante enero a marzo fueron evaluadas un total de 3,600 muestras provenientes de sondajes diamantinos, incluyendo las 540 muestras de control, entre duplicados, materiales de referencia y blancos que representan el 15% de las muestras evaluadas.

**Evaluación de precisión.** Se observó que en duplicado de campo para Cu se tiene una tasa de error no aceptable (T.E. = 27.8%), se requiere mejora durante el muestreo.

**Tabla 3**

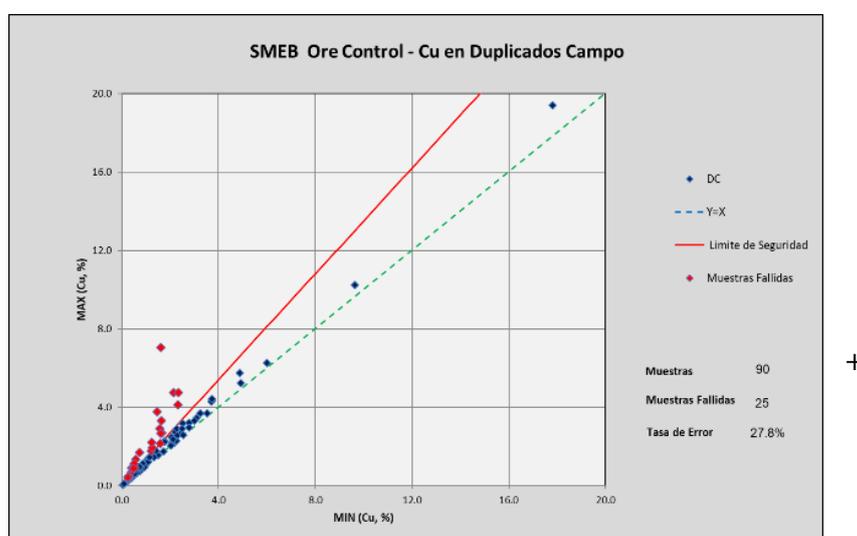
*Evaluación de precisión*

Duplicados	Elemento	Cantidad	Muestra Fallida	Tasa de Error % (TE)	Cantidad
Duplicado Campo	DC	Cu	25	27.8	No aceptable
		Ag	9	10.0	Aceptable
		Au	12	13.3	Aceptable
Duplicado Grueso	DG	Cu	1	1.1	Aceptable
		Ag	1	1.1	Aceptable
		Au	1	1.1	Aceptable
Duplicado Fino	DF	Cu	0	0.0	Aceptable
		Ag	0	0.0	Aceptable
		Au	0	0.0	Aceptable

**Duplicados de campo – Ore control: enero a marzo 2019**

**Figura 4**

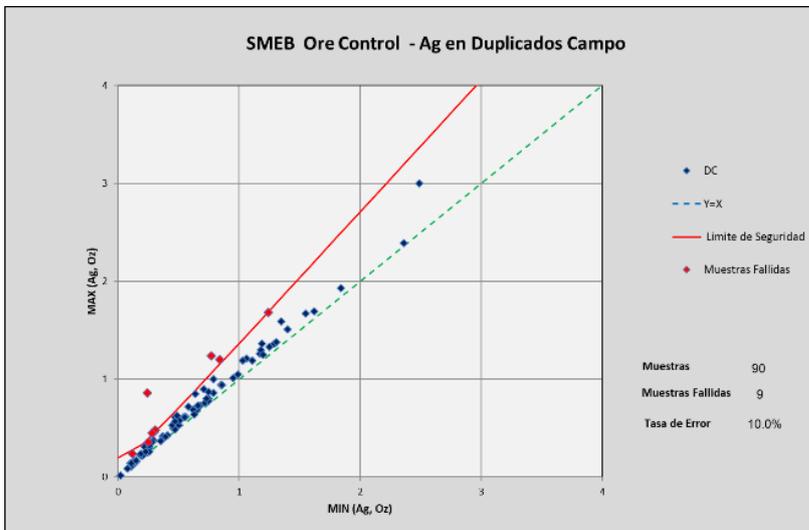
*SMEB Ore control- Cu en duplicado de campo*



Interpretación Figura 4: En la evaluación de DC para Cu se observa que 25 muestras fallaron de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 27.8% de Tasa de Error “No Aceptable” indicando una deficiencia durante el corte y muestreo de los testigos, recomendando una mejora en el proceso. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

## Figura 5

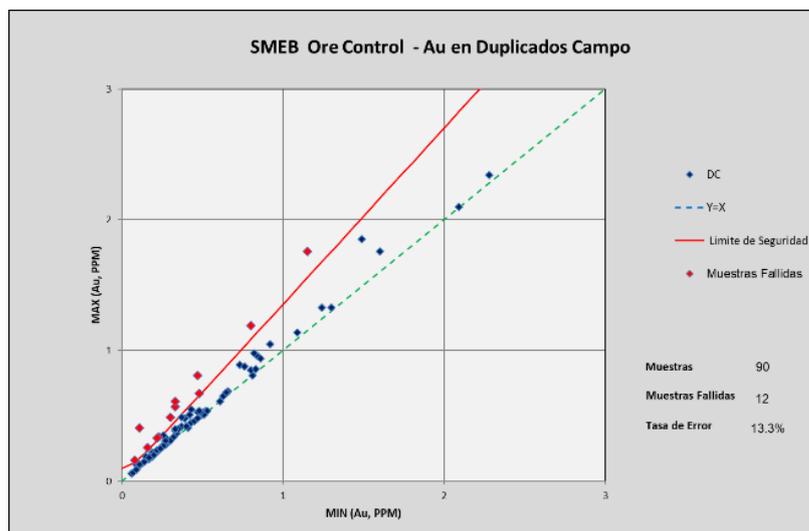
*SMEB Ore control- Ag en duplicado de campo*



Interpretación Figura 5: En la evaluación de DC para Ag se observa que 9 muestras fallaron de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 10.0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

## Figura 6

*SMEB Ore control- Au en duplicado de campo*

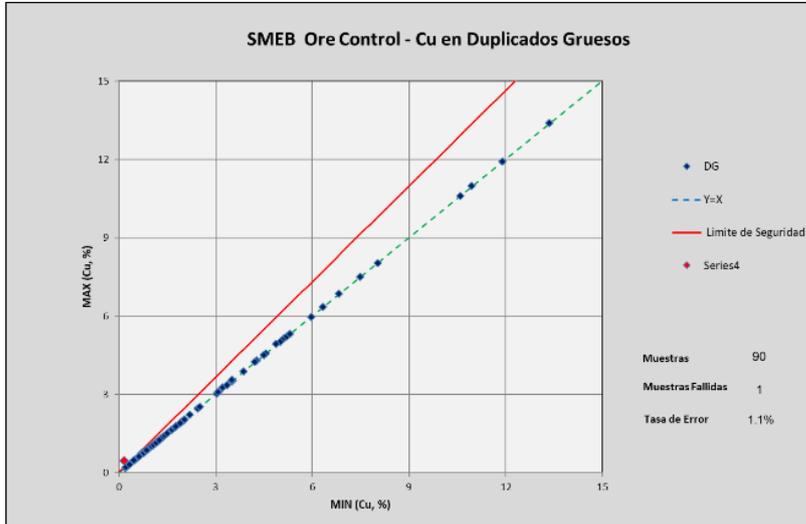


Interpretación Figura 6: En la evaluación de DC para Au se observa que 12 muestras fallaron de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 13.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

## Duplicados gruesos - Ore control: enero a marzo 2019

Figura 7

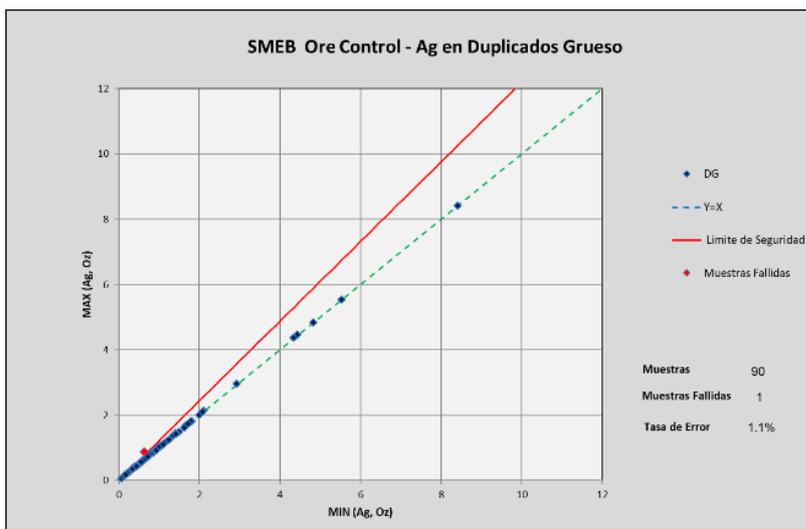
SMEB Ore control- Cu en duplicados gruesos



Interpretación Figura 7: En la evaluación de DG para Cu se observa que 1 muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.1% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

Figura 8

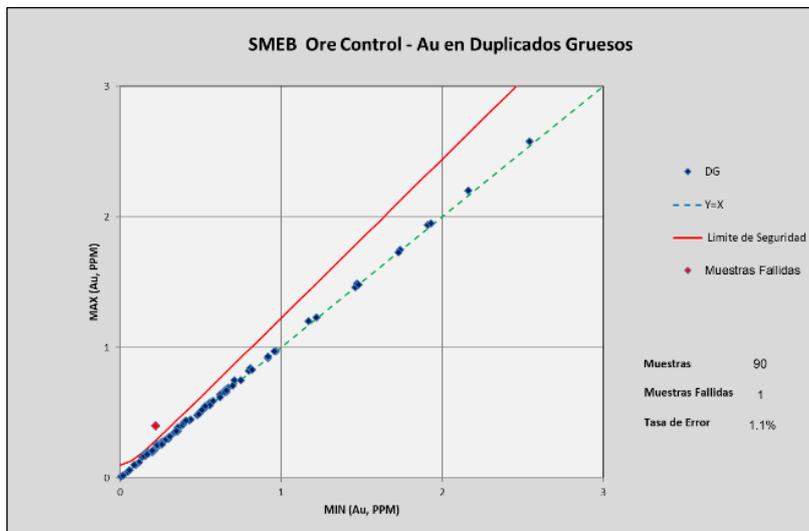
SMEB Ore control- Ag en duplicados gruesos



Interpretación Figura 8: En la evaluación de DG para Ag se observa que 1 muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.1% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

## Figura 9

*SMEB Ore control- Au en duplicados gruesos*

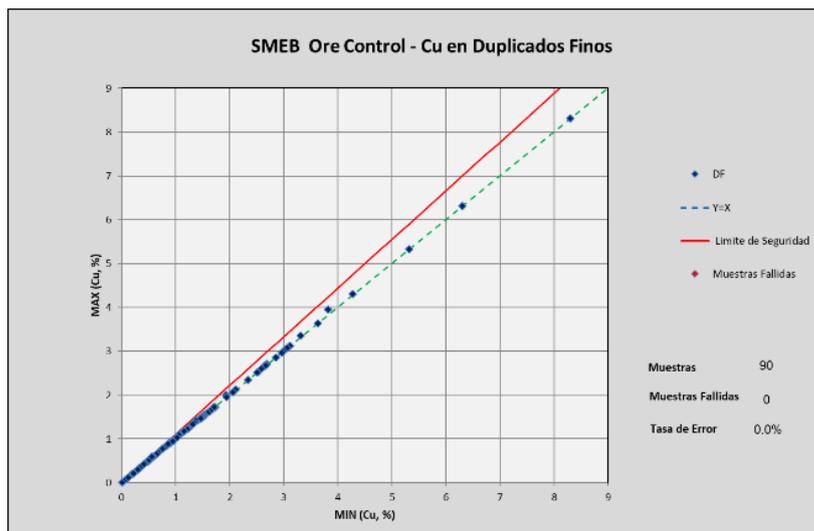


Interpretación Figura 9: En la evaluación de DG para Au se observa que 1 muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.1% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Duplicados finos Ore control: enero a marzo 2019**

## Figura 10

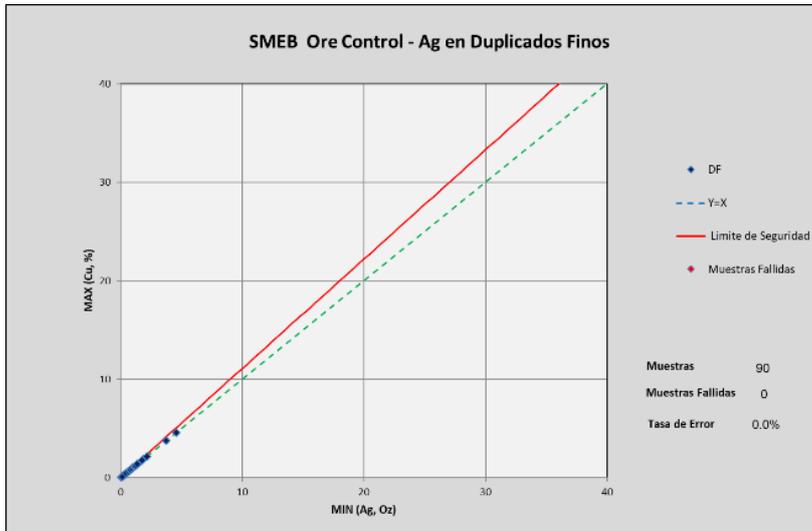
*SMEB Ore control- Cu en duplicados finos*



Interpretación Figura 10: En la evaluación de DF para Cu se observa que ninguna muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 11**

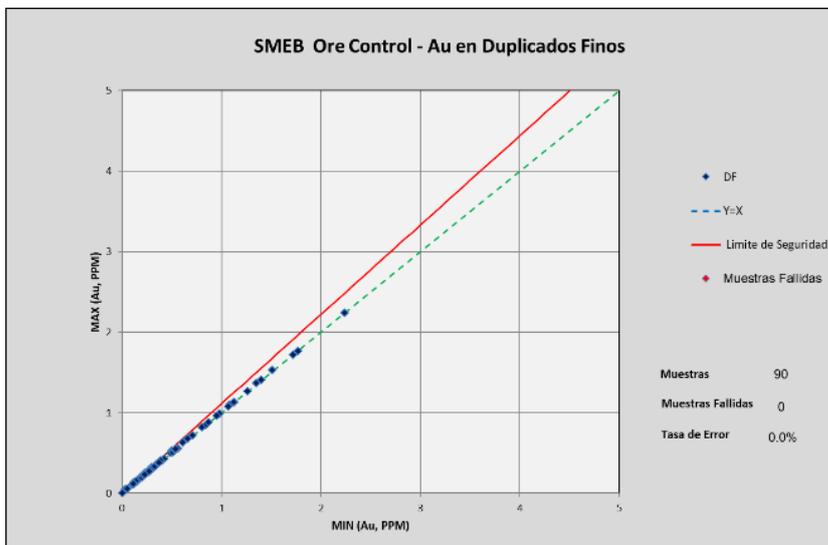
*SMEB Ore control- Ag en duplicados finos*



Interpretación Figura 11: En la evaluación de DF para Ag se observa que ninguna muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 12**

*SMEB Ore control- Au en duplicados finos*



Interpretación Figura 12: En la evaluación de DF para Au se observa que ninguna muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Tabla 4**

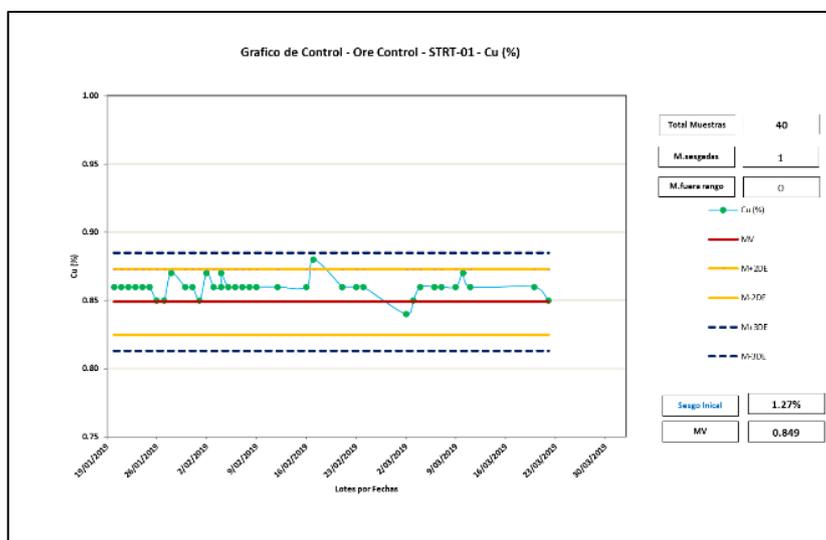
*Evaluación de Exactitud*

Elemento	N° Estándares	Sesgo Inicial						Conclusiones
		Cu %	M FC	Ag %	MF C	Au ppm	MF C	
STRT-01	40	1.27	0	-7.49	0	-0.46	2	Adecuado para Cu y Au valores normales, Ag subestimada
STRT-02	29	3.72	17	5.29	0	4.89	7	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-03	11	0.45	0	-4.71	0	6.06	3	Adecuado para Cu y Ag. Sobrestimado para Au
STRT-04	0							Adecuado para Cu y Ag. Subestimado para Au
PLSUL-11	10	0.38	0	-3.33	0	-1.28	0	Adecuado para Cu, Ag y Au
Total Estándares		90						

**Estándar– Ore control – enero a marzo 2019**

**Figura 13**

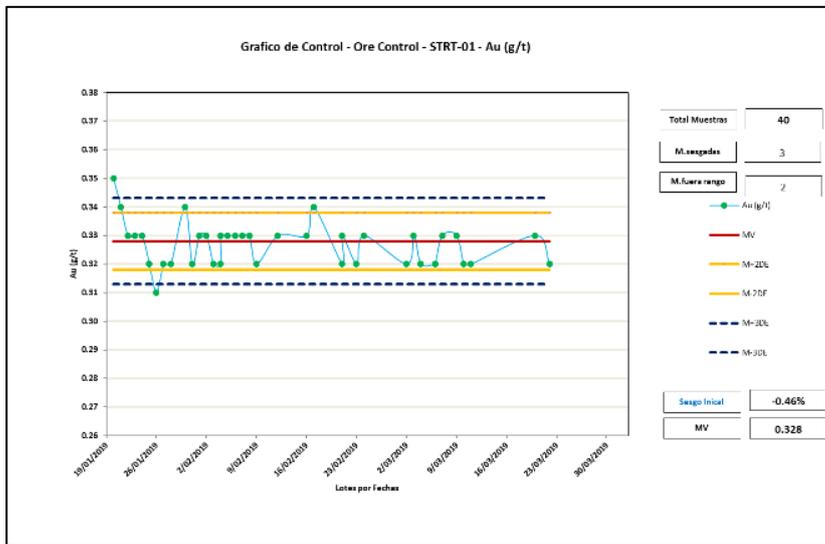
*Estándar STRT-01 – Ore control – Cu %*



Interpretación Figura 13: En la evaluación del ST “STRT-01” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 40 estándares evaluados, obteniendo 1.27% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 14**

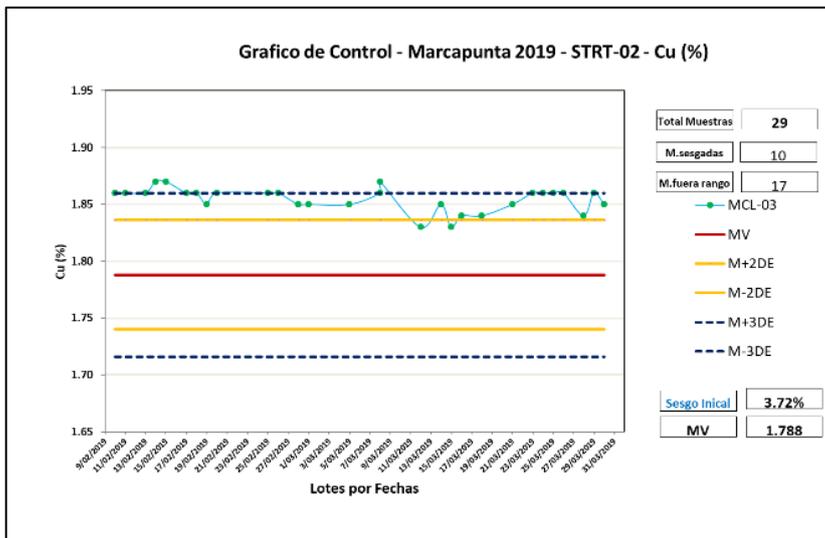
*Estándar STRT-01 – Ore control Au (g/t)*



Interpretación Figura 14: En la evaluación del ST “STRT-01” para Au se observa 02 muestras fuera de rango de un total de 40 estándares evaluados, obteniendo -0.46% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 15**

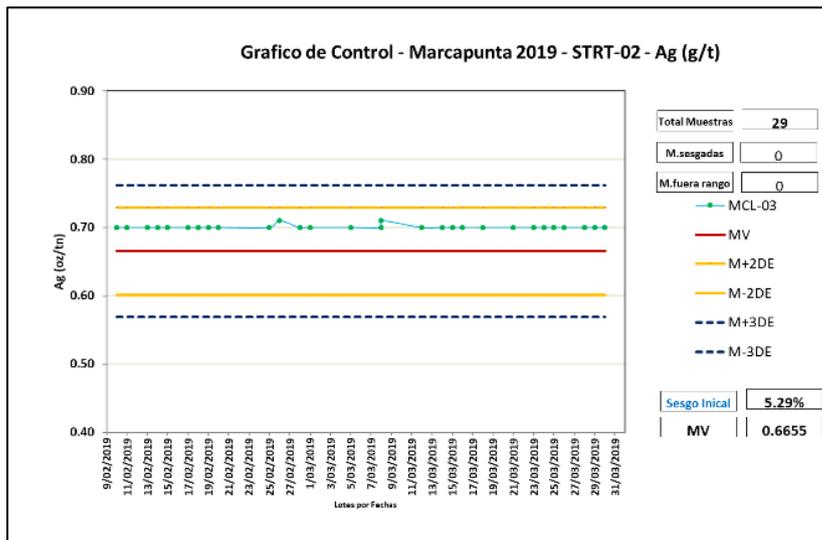
*Estándar STRT-02 – Ore control Cu %*



Interpretación Figura 15: En la evaluación del ST “STRT-02” para Cu se observa 17 muestras fuera de rango de un total de 29 estándares evaluados, obteniendo 3.72% de Sesgo Inicial “Aceptable”, detectando una sobre estimación para el Cu en leyes superiores a 1.8%. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 16**

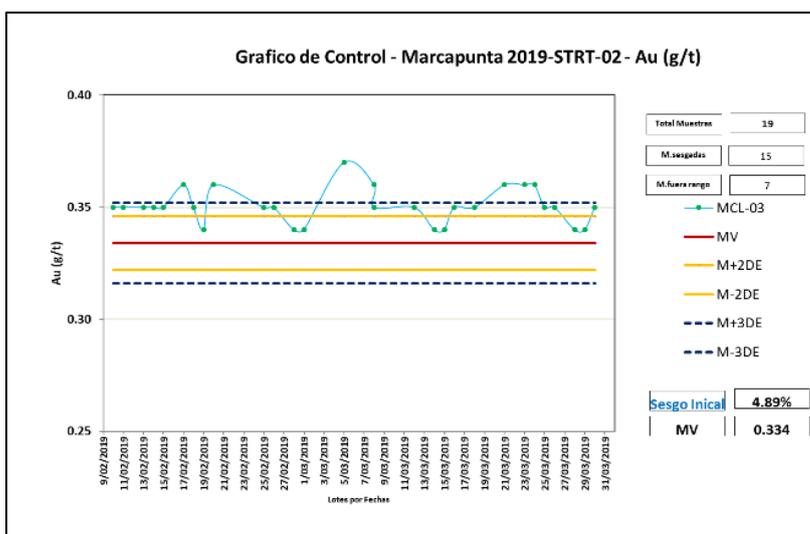
*Estándar STRT-02 – Ore control Ag (g/t)*



Interpretación Figura 16: En la evaluación del ST “STRT-02” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 29 estándares evaluados, obteniendo 5.29% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Se observa sobreestimación para Ag en valores 0.7 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 17**

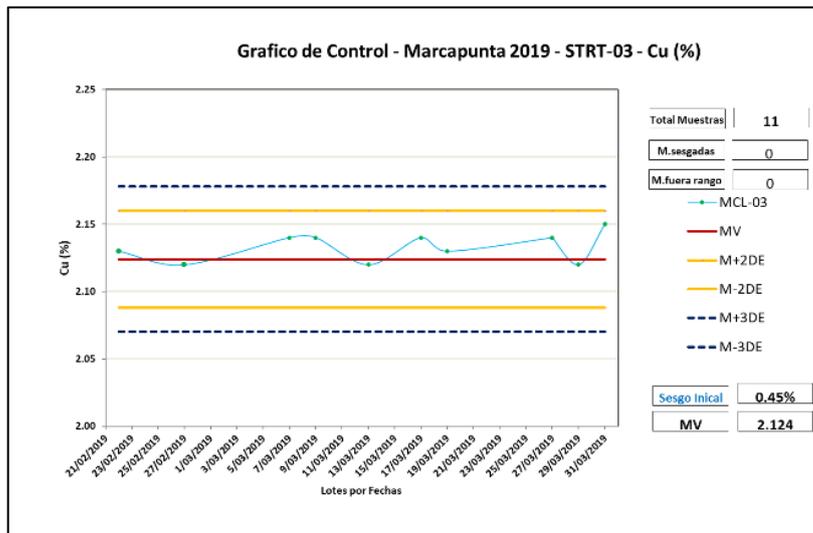
*Estándar STRT-02 – Ore control Au(g/t)*



Interpretación Figura 17: En la evaluación del ST “STRT-02” para Au se observa 7 muestras fuera de rango de un total de 29 estándares evaluados, obteniendo 3.72% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 18**

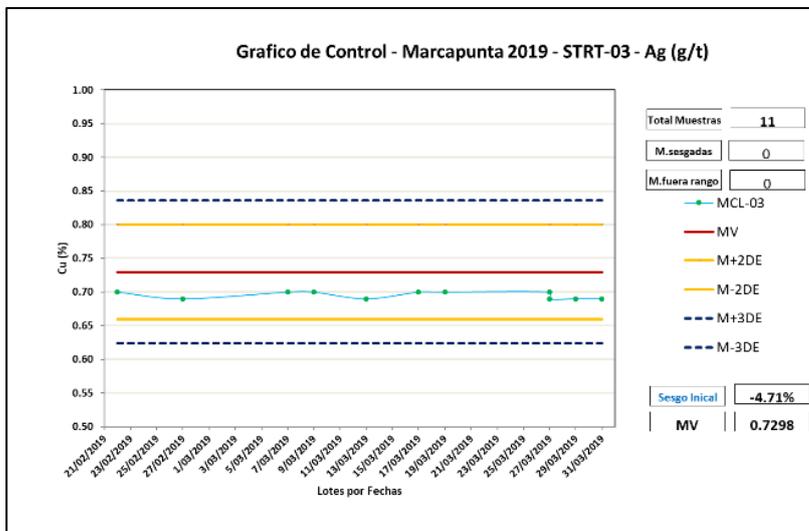
*Estándar STRT-03 – Ore control Marcapunta Cu %*



Interpretación Figura 18: En la evaluación del ST “STRT-03” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo 0.45% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 19**

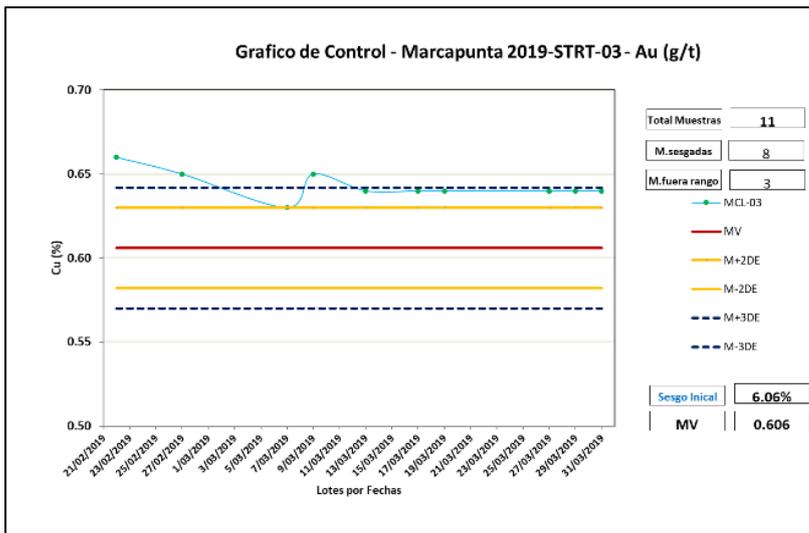
*Estándar STRT-03 – Ore control Marcapunta Ag (g/t)*



Interpretación Figura 19: En la evaluación del ST “STRT-03” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo -4.71% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Se evidencia subestimación para Ag en valores 0.7 g/t Ag. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 20**

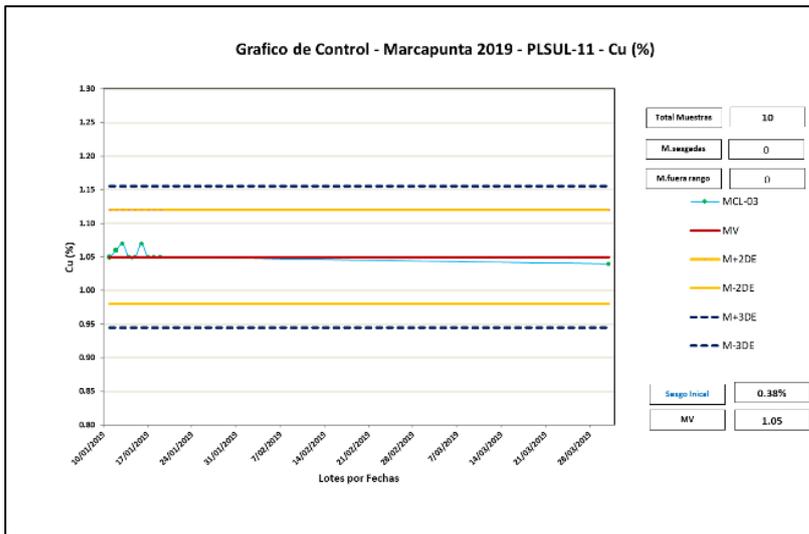
*Estándar STRT-03 – Ore control Marcapunta Au(g/t)*



Interpretación Figura 20: En la evaluación del ST “STRT-03” para Au se observa 3 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo 6.06% de Sesgo Inicial “Moderadamente Aceptable”. Se evidencia sobre estimación para Ag en valores 0.6 g/t Ag. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 21**

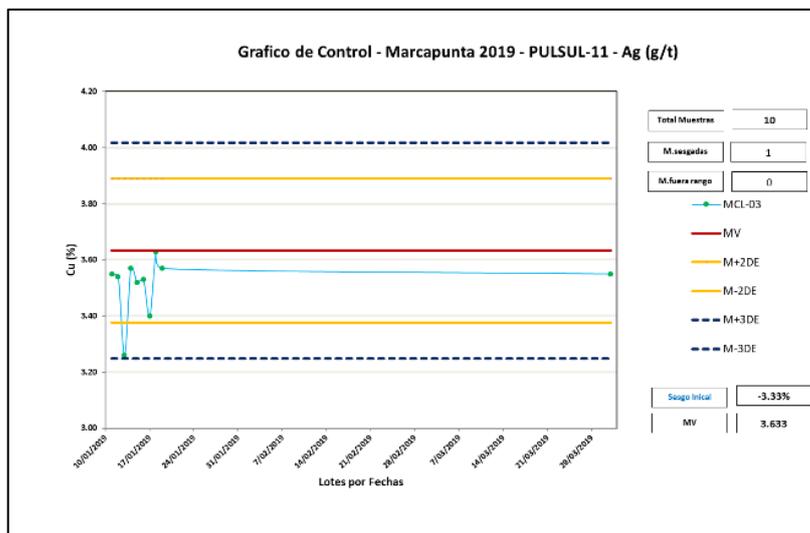
*Ore control Marcapunta PLSUL-11 Cu %*



Interpretación Figura 21: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 10 estándares evaluados, obteniendo 0.38% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Figura 22**

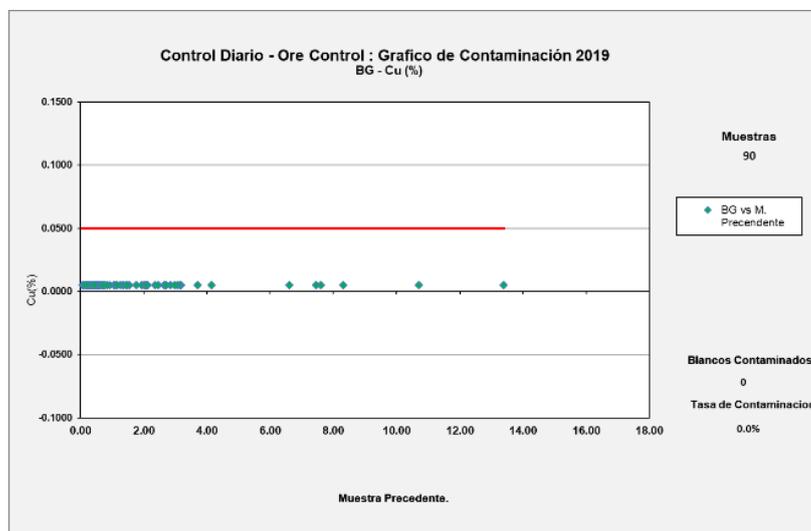
*Ore control Marcapunta PLSUL-11 Ag (g/t)*



Interpretación Figura 22: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 10 estándares evaluados, obteniendo -3.33% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021).

**Tabla 5***Evaluación de Contaminación*

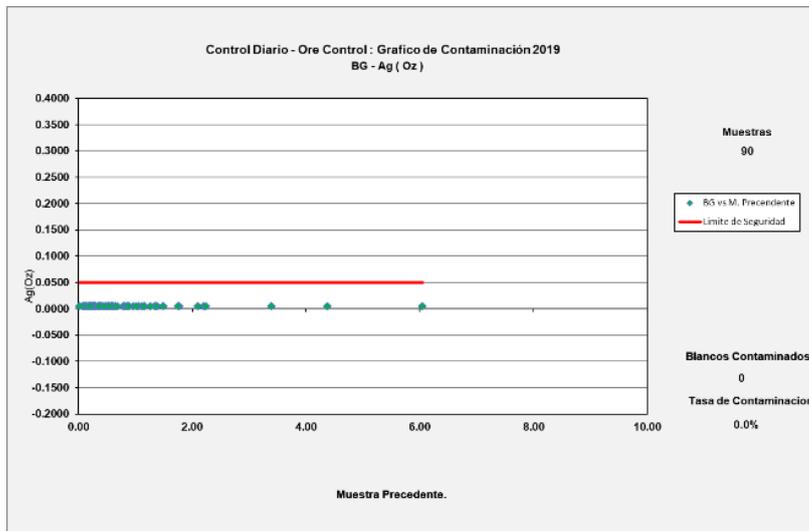
Muestras de Control	Elemento	N° Muestra	Muestras Contaminadas	Tasa de Contaminación (T.A) %	N° Muestra	
Blanco fino	BF	Cu	90	0	0.00	No contaminado
		Ag	90	0	0.00	No contaminado
		Au	90	0	0.00	No contaminado
Blanco grueso	BG	Cu	90	0	0.00	No contaminado
		Ag	90	0	0.00	No contaminado
		Au	90	0	0.00	No contaminado

**Blanco grueso – Ore control: enero a marzo 2019:****Figura 23***Gráfico de contaminación BG-Cu %*

Interpretación Figura 23: En la evaluación del BG para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 24**

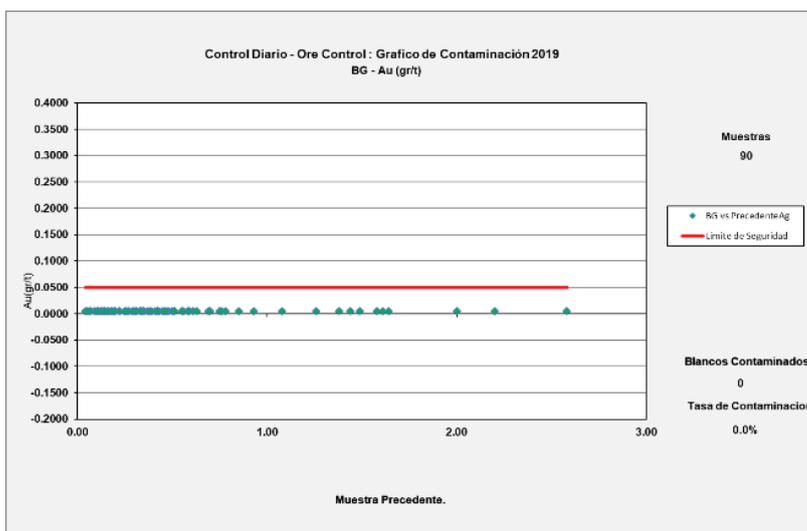
*Gráfico de contaminación Ag (oz)*



Interpretación Figura 24: En la evaluación del BG para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 25**

*Gráfico de contaminación BG-Au (gr/t)*

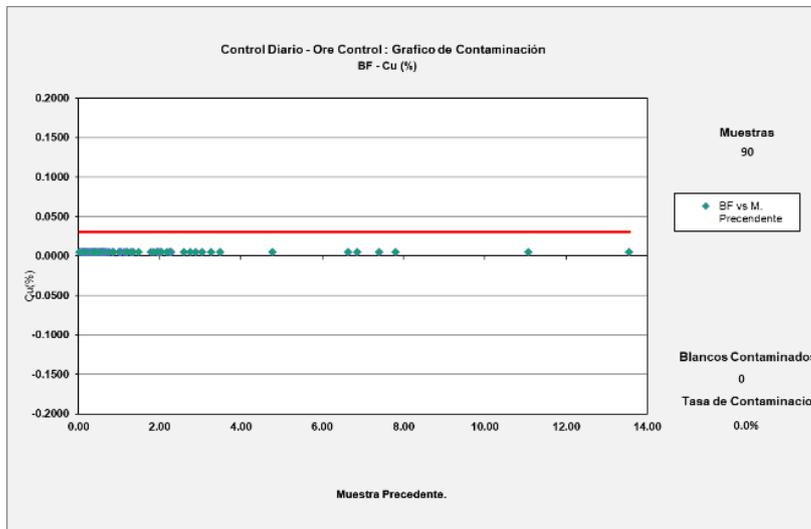


Interpretación Figura 25: En la evaluación del BG para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Blanco fino – ore control: enero a marzo 2019:**

**Figura 26**

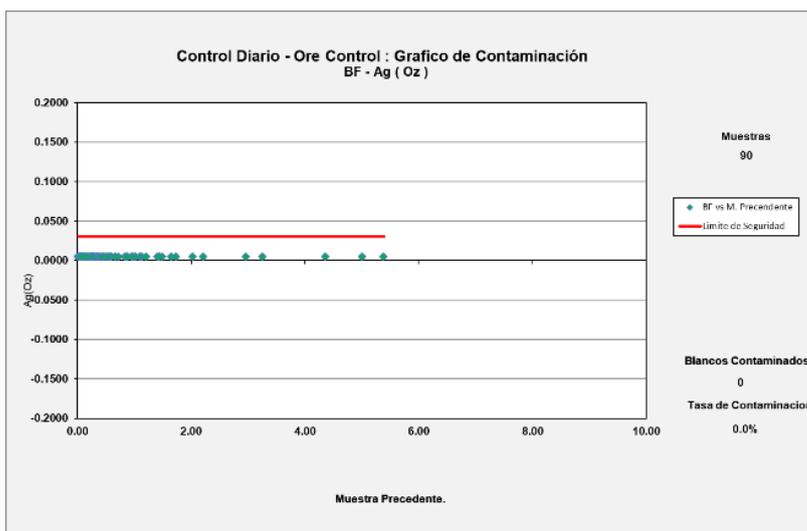
*Gráfico de contaminación BF-Cu %*



Interpretación Figura 26: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 27**

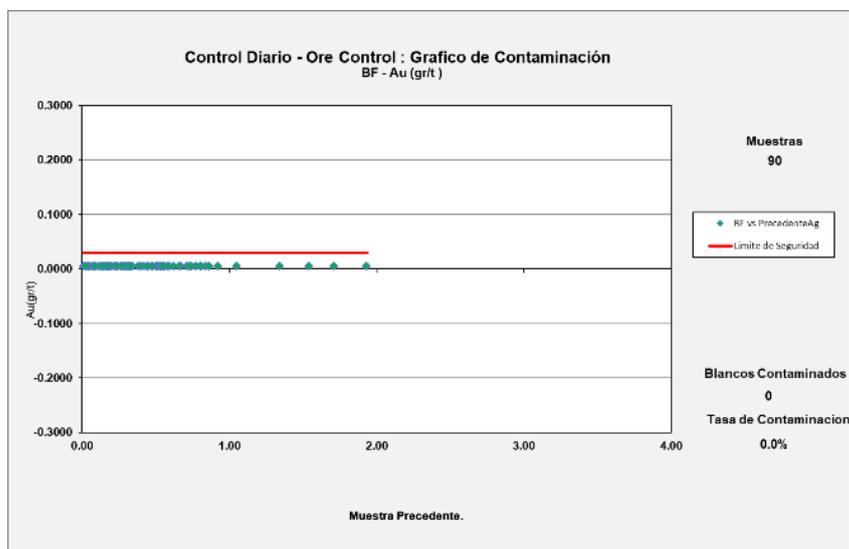
*Gráfico de contaminación BF-G (oz)*



Interpretación Figura 27: En la evaluación del BF para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Figura 28

Gráfico de contaminación BF-Au (gr/t)



Interpretación Figura 28: En la evaluación del BF para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

### 4.2.2. Análisis QA/QC Segundo trimestre (abril, mayo y junio)

Durante abril a junio fueron evaluadas un total de 3,160 muestras provenientes de sondajes diamantinos, incluyendo las 474 muestras de control, entre duplicados, materiales de referencia y blancos que representan el 15% del total de las muestras evaluadas.

**Evaluación de Precisión.** Se observa que en duplicado de campo para Cu se tiene una tasa de error aceptable (T.E. = 14.4%), se mejora con respecto al primer trimestre.

**Tabla 6**

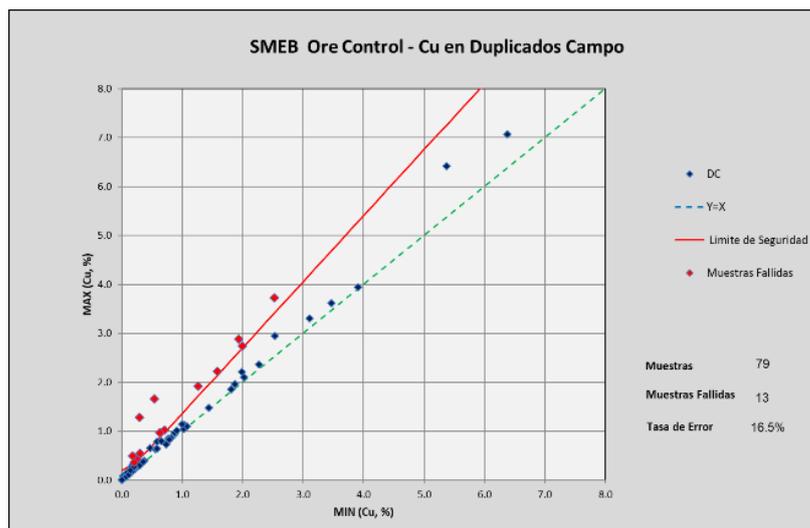
*Evaluación de Precisión*

Duplicados	Elemento	Cantidad	Muestra Fallida	Tasa de Error % (TE)	Cantidad	
Duplicado Campo	DC	Cu	90	13	14.4	Aceptable
	DC	Ag	90	5	5.6	Aceptable
	DC	Au	90	3	3.3	Aceptable
Duplicado Grueso	DG	Cu	90	0	0.0	Aceptable
	DG	Ag	90	1	1.1	Aceptable
	DG	Au	90	0	0.0	Aceptable
Duplicado Fino	DF	Cu	90	1	1.1	Aceptable
	DF	Ag	90	2	2.2	Aceptable
	DF	Au	90	3	3.3	Aceptable

**Duplicados de campo – OC abril a junio 2019:**

**Figura 29**

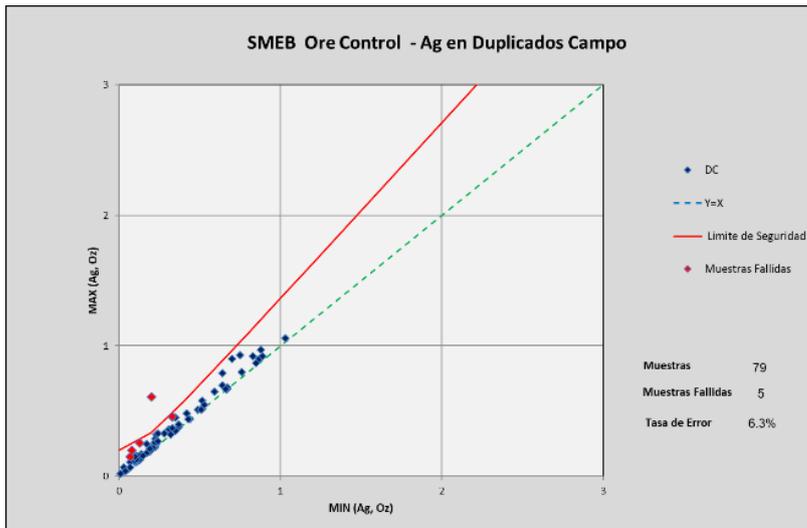
*SMBE Ore control- Cu en duplicados de campo*



Interpretación Figura 29: En la evaluación de DC para Cu se observa que 13 muestras fallaron de un total de 79 muestras de control evaluadas, obteniendo un 16.5% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

**Figura 30**

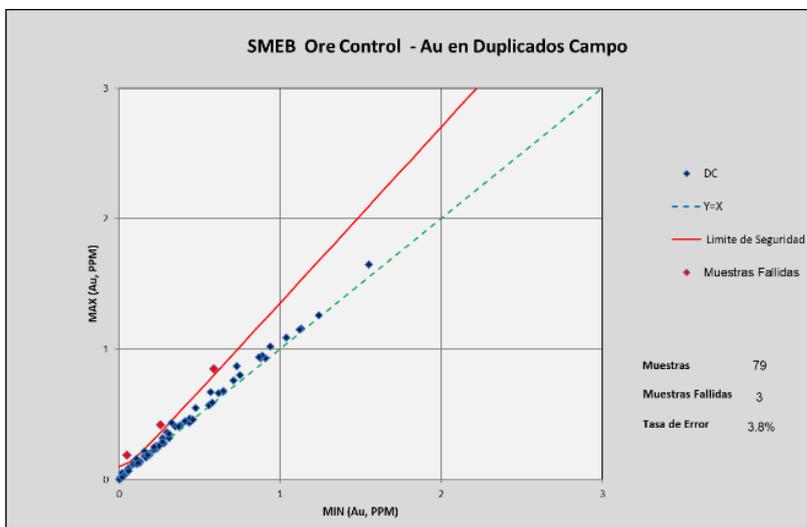
*SMEB Ore control- Cu en duplicados de campo*



Interpretación Figura 30: En la evaluación de DC para Ag se observa que 5 muestras fallaron de un total de 79 muestras de control evaluadas, obteniendo un 6.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

**Figura 31**

*SMEB Ore control- Au en duplicados de campo*

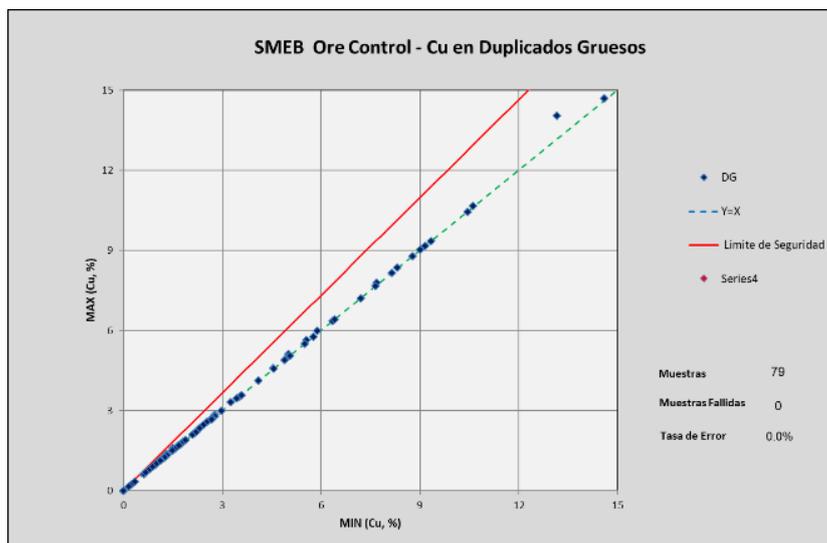


Interpretación Figura 31: En la evaluación de DC para Au se observa que 3 muestras fallaron de un total de 79 muestras de control evaluadas, obteniendo un 3.8% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

### Duplicados gruesos - OC abril a junio 2019:

#### Figura 32

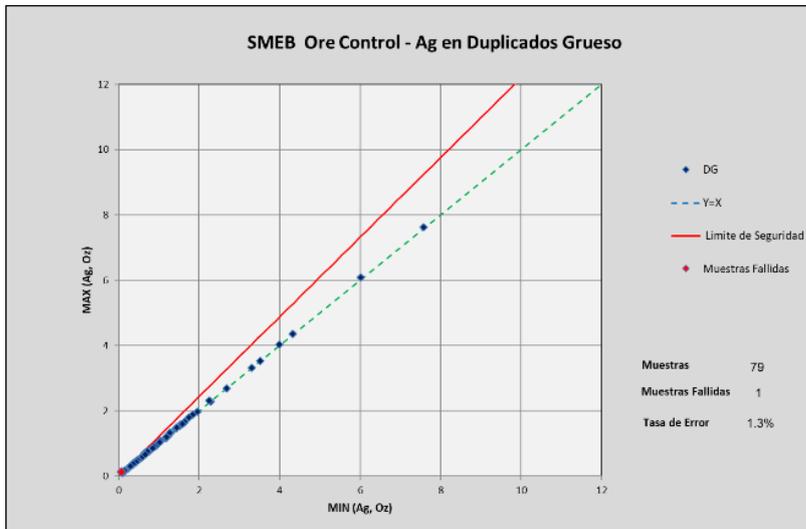
*SMEB Ore control-Cu en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 32: En la evaluación de DG para Cu se observa que 0 muestras fallaron de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 33**

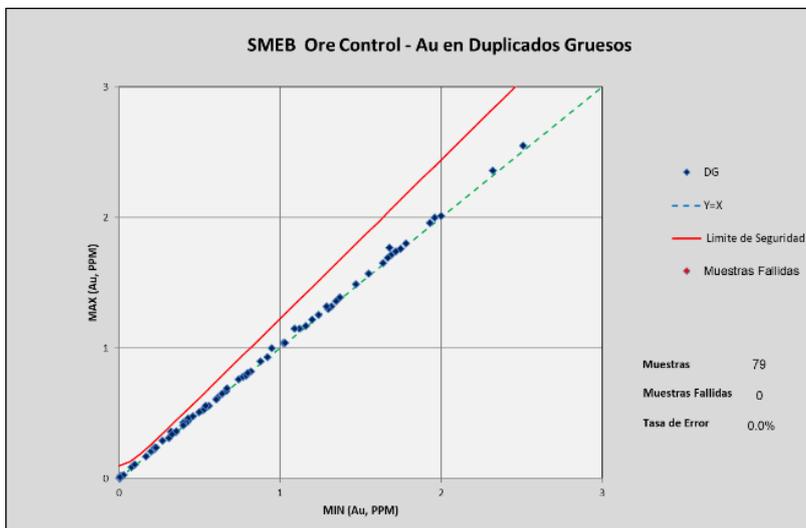
*SMEB Ore control-Ag en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 33: En la evaluación de DG para Ag se observa que 1 muestra fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 34**

*SMBE Ore control-Au en duplicados gruesos*

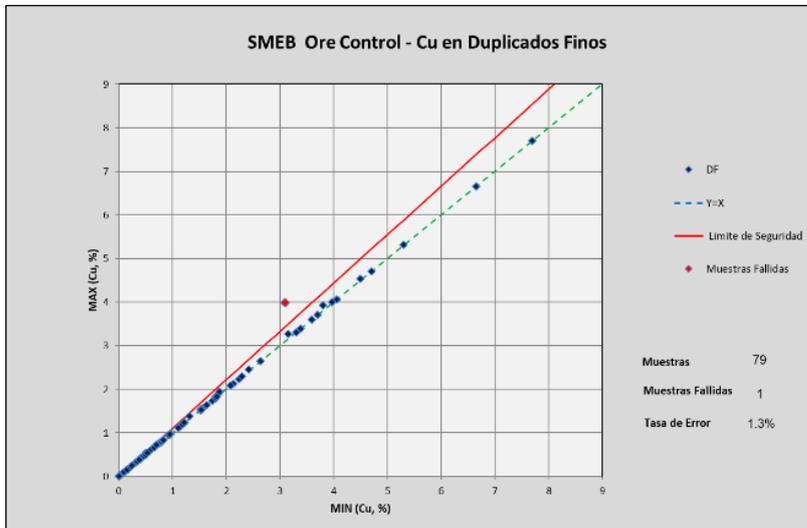


Interpretación Figura 34: En la evaluación de DG para Au se observa que 0 muestras fallo de un total de 90 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

## Duplicados finos - OC abril a junio 2019:

**Figura 35**

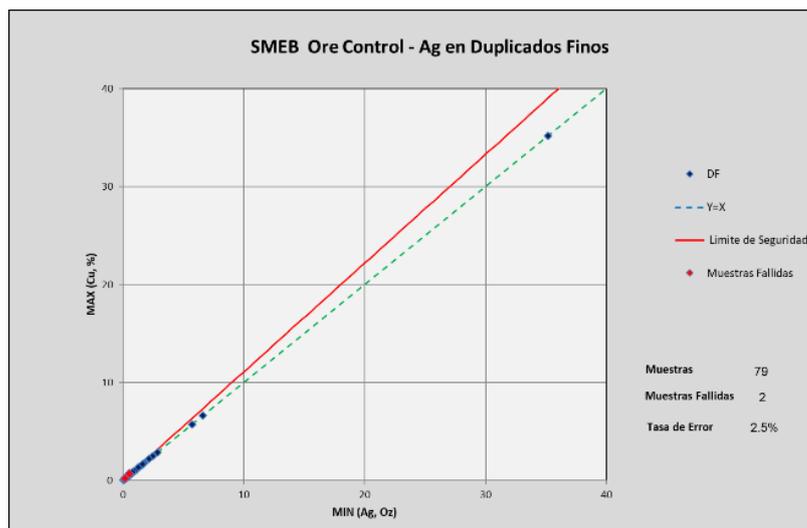
*SMEB Ore control-Cu en duplicados finos*



Interpretación Figura 35: En la evaluación de DF para Cu se observa que 1 muestras fallo de un total de 79 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 36**

*SMEB Ore control-Ag en duplicados finos*



Interpretación Figura 36: En la evaluación de DF para Ag se observa que 2 muestras fallaron de un total de 79 muestras de control evaluadas, obteniendo un 2.5% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

## Evaluación de exactitud.

Se recomienda mejorar la exactitud de análisis para el Au debido a los sesgos mayores a 5%.

**Tabla 7**

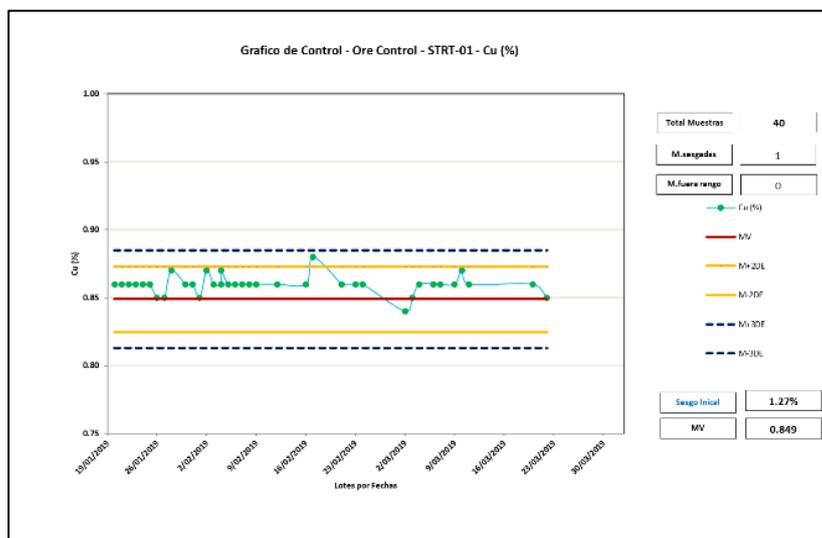
*Evaluación de exactitud*

Elemento	N° Estándares	Sesgo Inicial						Conclusiones
		Cu %	M FC	Ag %	M FC	Au ppm	M FC	
STRT-01	4	0.38	1	2.17	0	-3.96	1	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-02	27	2.73	14	1.21	0	4.39	11	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-03	20	0.35	0	4.55	0	5.2	7	Adecuado para Cu y Ag. Sobrestimado para Au
STRT-04	8	2.69	2	1.79	0	10.13	8	Adecuado para Cu y Ag. Subestimado para Au
PLSUL-11	20	0.62	0	2.84	0	-0.43	0	Adecuado para Cu, Ag y Au
Total Estándares				79				

## Estándar STRT-01 – OC abril a junio 2019:

**Figura 37**

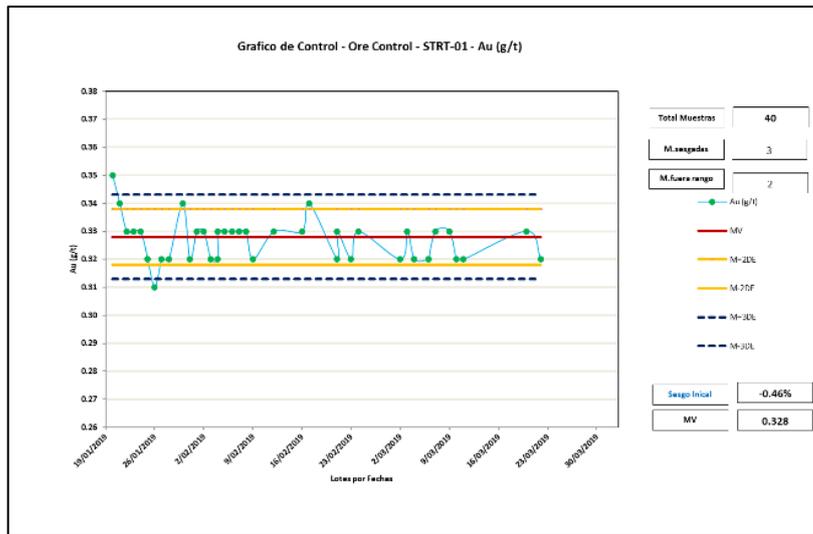
*Ore control- STRT-01 – OC Cu %*



Interpretación Figura 37: En la evaluación del ST “STRT-01” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 40 estándares evaluados, obteniendo 1.27% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 38**

*Ore control- STRT-01 – OC Ag (g/t)*

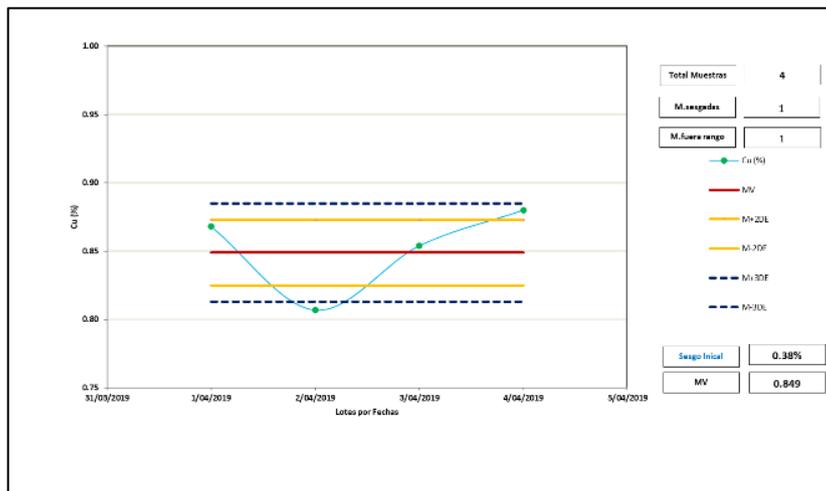


Interpretación Figura 38: En la evaluación del ST “STRT-01” para Ag se observa 2 muestras fuera de rango de un total de 40 estándares evaluados, obteniendo -0.46% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-02 – OC abril a junio 2019**

**Figura 39**

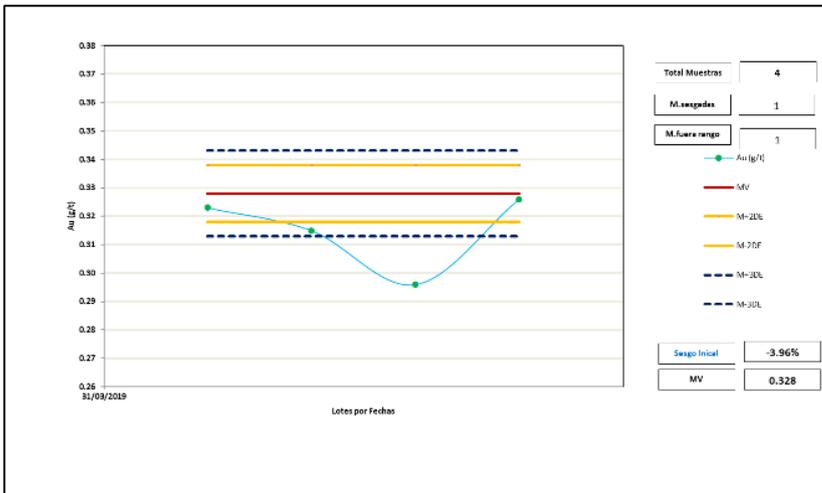
*Ore control- STRT-02 – OC Cu %*



Interpretación Figura 39: En la evaluación del ST “STRT-02” para Cu se observa 1 muestras fuera de rango de un total de 4 estándares evaluados, obteniendo 0.38% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 40**

*Ore control- STRT-02 – OC Au (g/t)*

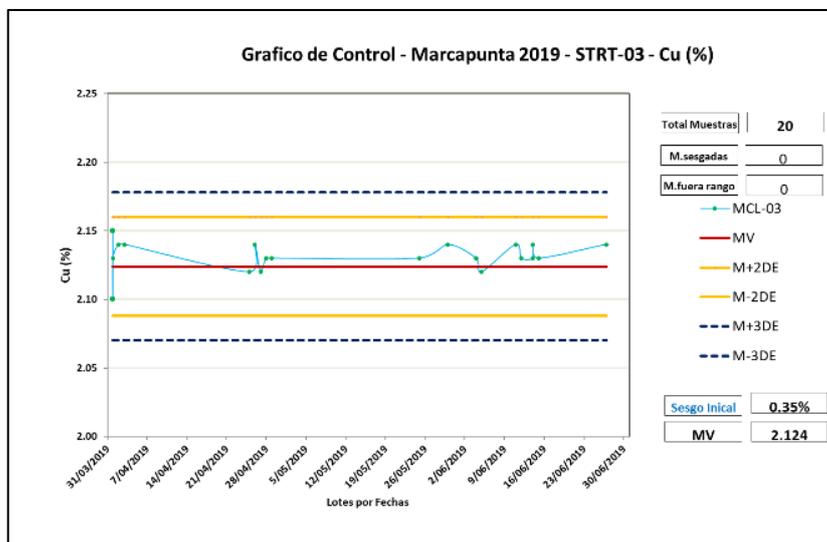


Interpretación Figura 40: En la evaluación del ST “STRT-02” para Au se observa 1 muestras fuera de rango de un total de 4 estándares evaluados, obteniendo -3.96% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-03 – OC abril a junio 2019:**

**Figura 41**

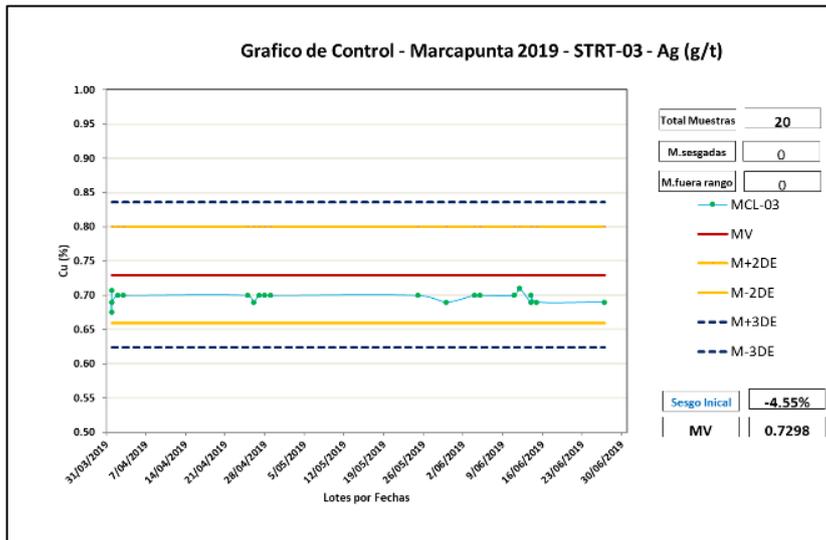
*Gráfico de control-Marcapunta STRT-03 – Cu %*



Interpretación Figura 41: En la evaluación del ST “STRT-03” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 20 estándares evaluados, obteniendo 0.35% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 42**

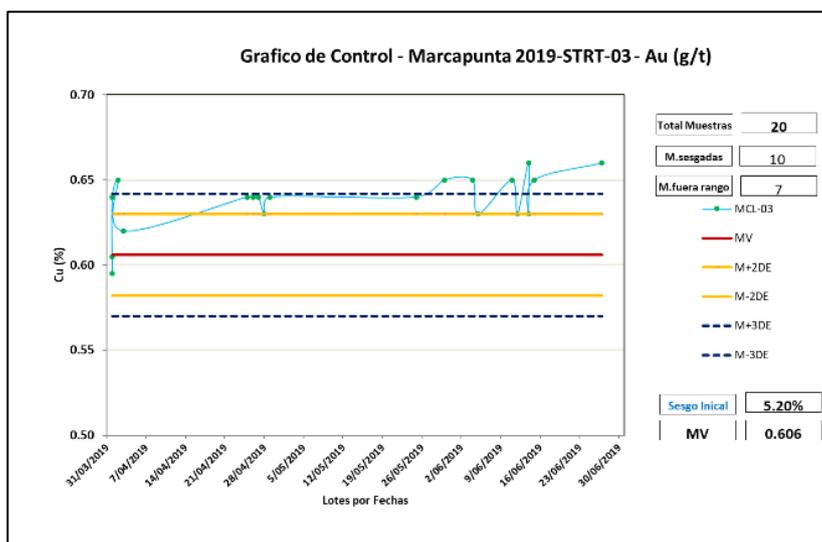
*Gráfico de control-Marcapunta STRT-03 – Ag (g/t)*



Interpretación Figura 42: En la evaluación del ST “STRT-03” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 20 estándares evaluados, obteniendo -4.55% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 43**

*Gráfico de control-Marcapunta STRT-03 – Au (g/t)*

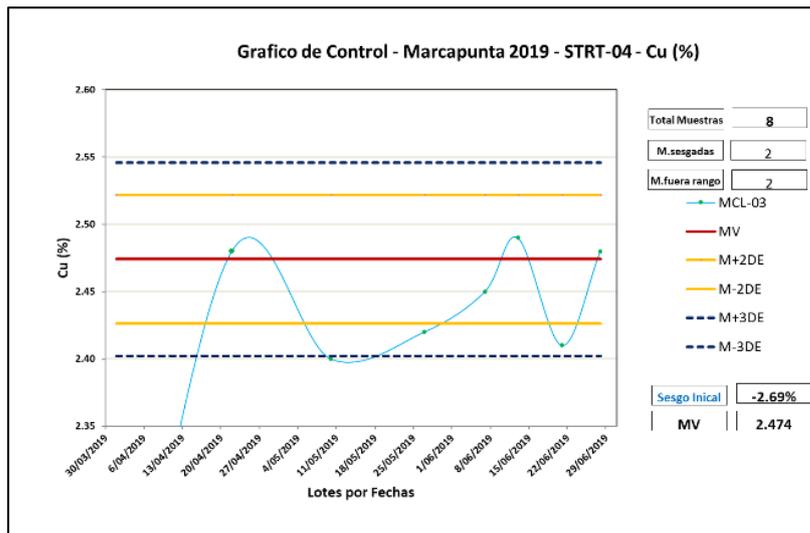


Interpretación Figura 43: En la evaluación del ST “STRT-03” para Au se observa 7 muestras fuera de rango de un total de 20 estándares evaluados, obteniendo 5.20% de Sesgo Inicial “Aceptable”, se aprecia sobre estimación para Au en valores de 0.6 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-04 – OC abril a junio 2019:**

**Figura 44**

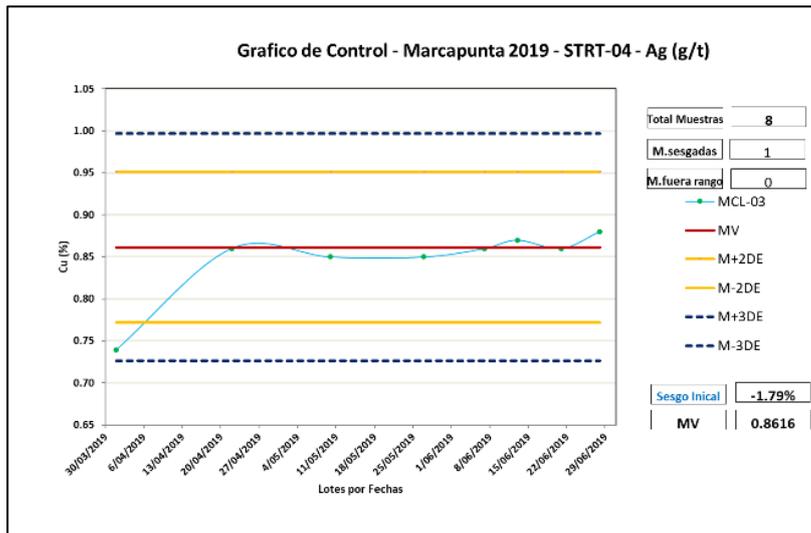
*Gráfico de control-Marcapunta STRT-04 – Cu %*



Interpretación Figura 44: En la evaluación del ST “STRT-04” para Cu se observa 2 muestras fuera de rango de un total de 8 estándares evaluados, obteniendo -2.69% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 45**

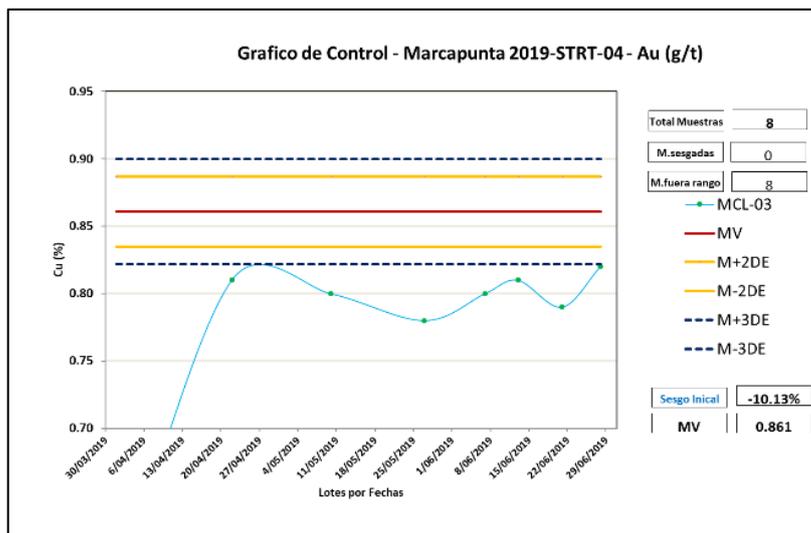
*Gráfico de control-Marcapunta STRT-04 – Ag (g/t)*



Interpretación Figura 45: En la evaluación del ST “STRT-03” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 8 estándares evaluados, obteniendo -1.79% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 46**

*Gráfico de control-Marcapunta STRT-04 – Au(g/t)*

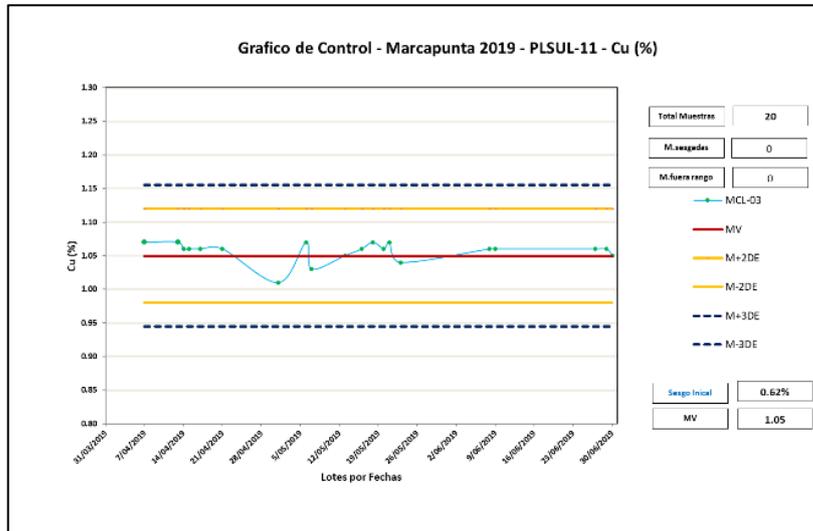


Interpretación Figura 46: En la evaluación del ST “STRT-04” para Au se observa 8 muestras fuera de rango de un total de 8 estándares evaluados, obteniendo -10.13% de Sesgo Inicial “No Aceptable”, se aprecia sub estimación para Au en valores <0.86 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar PLSUL-11 – OC abril a junio 2019:**

**Figura 47**

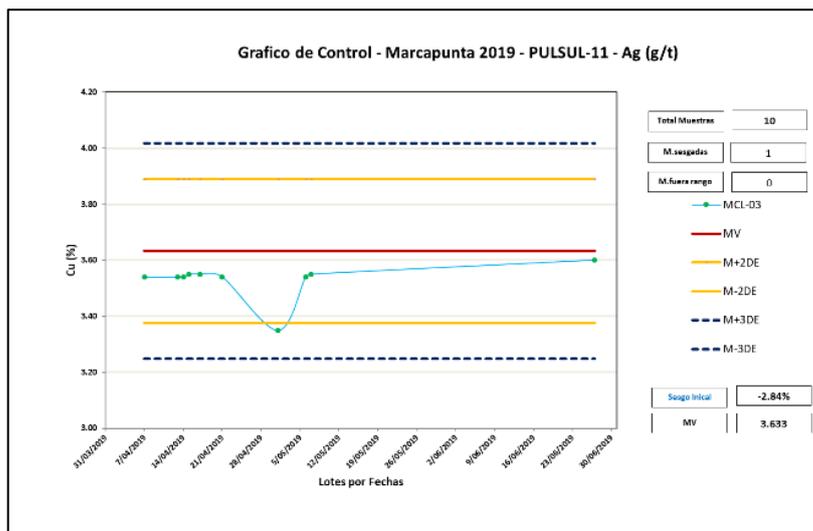
*Gráfico de control-Marcapunta PLSUL 11 – Cu %*



Interpretación Figura 47: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 20 estándares evaluados, obteniendo 0.63% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 48**

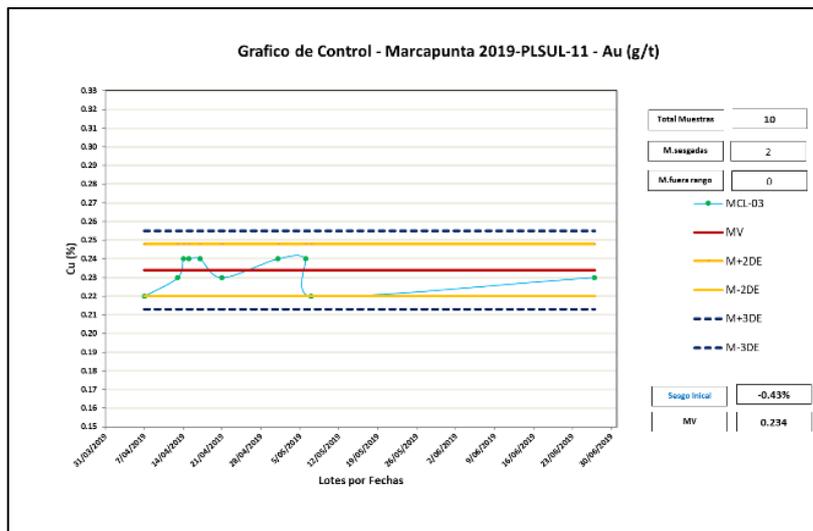
*Gráfico de control-Marcapunta PLSUL 11 – Ag (g/t)*



Interpretación Figura 48: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 10 estándares evaluados, obteniendo -2.84% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 49**

*Gráfico de control-Marcapunta PLSUL 11 – Au (g/t)*



Interpretación Figura 49: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Au se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 10 estándares evaluados, obteniendo -0.43% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

### Evaluación de Contaminación

**Tabla 8**

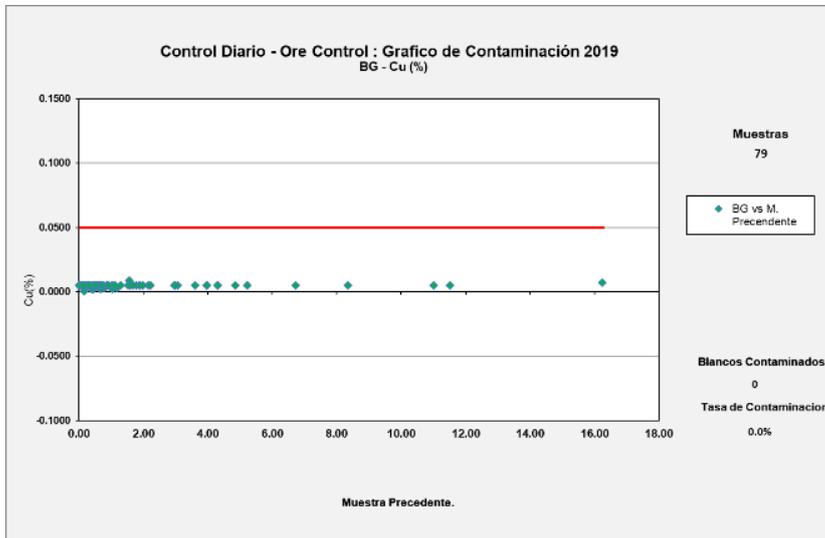
*Evaluación de contaminación*

Muestras de Control	Elemento	N° Muestra	Muestras Contaminadas	Tasa de Contaminación (T.A) %	N° Muestra	
Blanco fino	BF	Cu	79	0	0.00	No contaminado
		Ag	79	2	2.53	No contaminado
		Au	79	0	0.00	No contaminado
Blanco grueso	BG	Cu	79	0	0.00	No contaminado
		Ag	79	2	2.53	No contaminado
		Au	79	0	0.00	No contaminado

**Blanco grueso – OC ABRIL A junio 2019:**

**Figura 50**

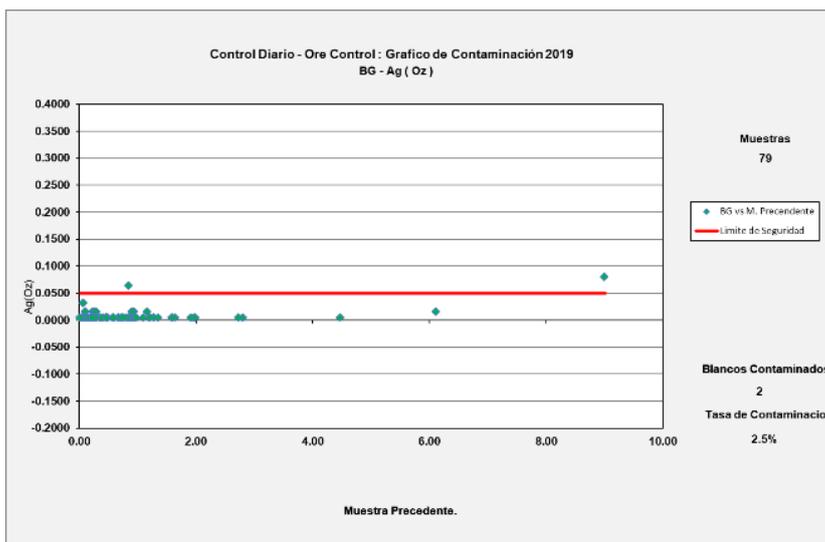
*Gráfico de contaminación BG – Cu (%)*



Interpretación Figura 50: En la evaluación del BG para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 51**

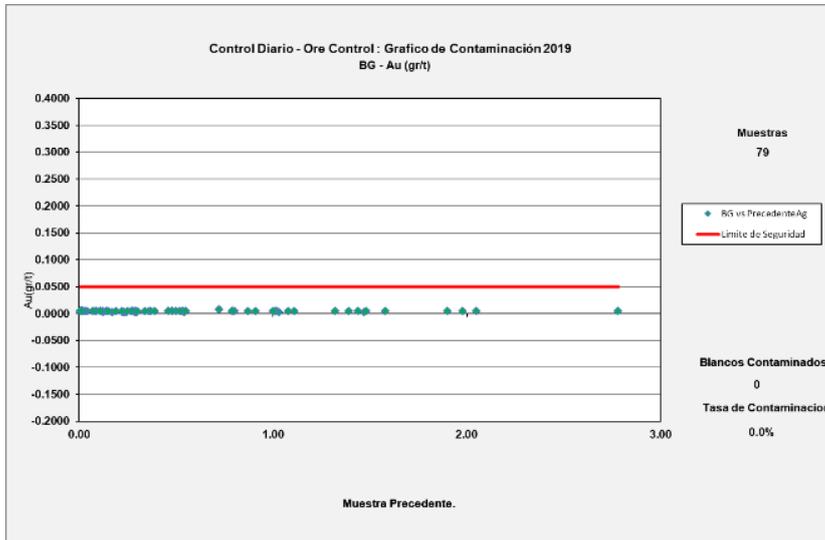
**Gráfico de contaminación BG – Ag (oz)**



Interpretación Figura 51: En la evaluación del BG para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 52**

*Gráfico de contaminación BG – Au (gr/t)*

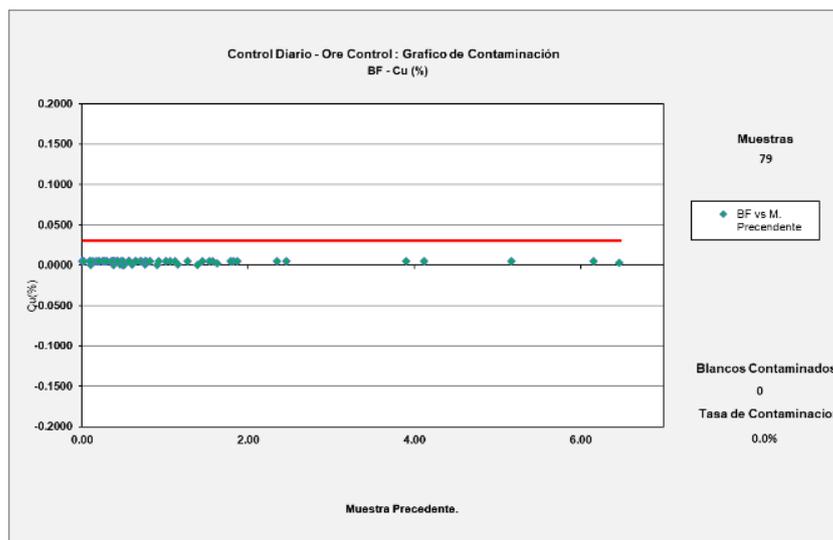


Interpretación Figura 52: En la evaluación del BG para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Blanco fino – OC abril a junio 2019**

**Figura 53**

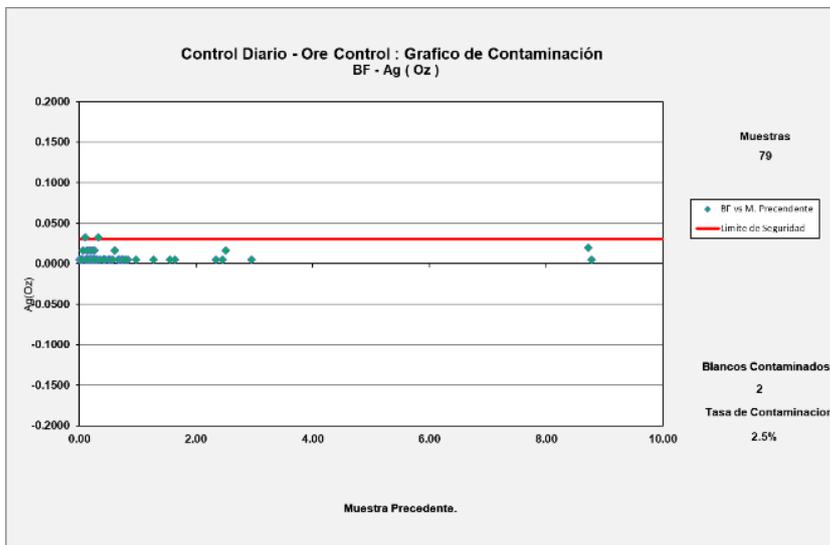
*Gráfico de contaminación BF – Cu (%)*



Interpretación Figura 53: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 54**

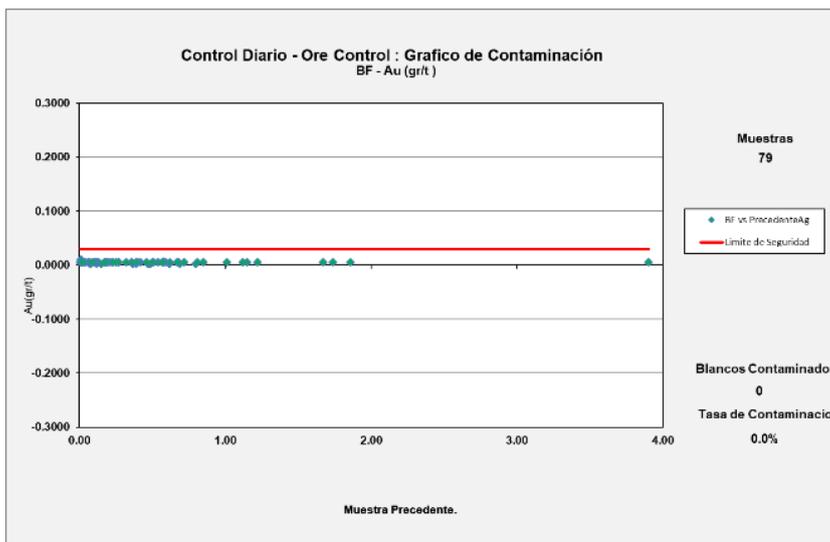
*Gráfico de contaminación BF – Ag (oz)*



Interpretación Figura 54: En la evaluación del BF para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 55**

*Gráfico de contaminación BF – Cu %)*



Interpretación Figura 55: En la evaluación del BF para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

#### 4.2.3. Análisis QA/QC Tercer trimestre (julio a setiembre)

Durante julio a setiembre fueron evaluadas un total de 4,314 muestras provenientes de sondajes diamantinos, incluyendo las 648 muestras de control, entre duplicados, materiales de referencia y blancos que representan el 15.02% del total de las muestras evaluadas.

**Evaluación de Precisión.** Se observa que en duplicado de campo para Cu se tiene una tasa de error aceptable (T.E. = 9.3%), se mejora con respecto al segundo trimestre.

**Tabla 9**

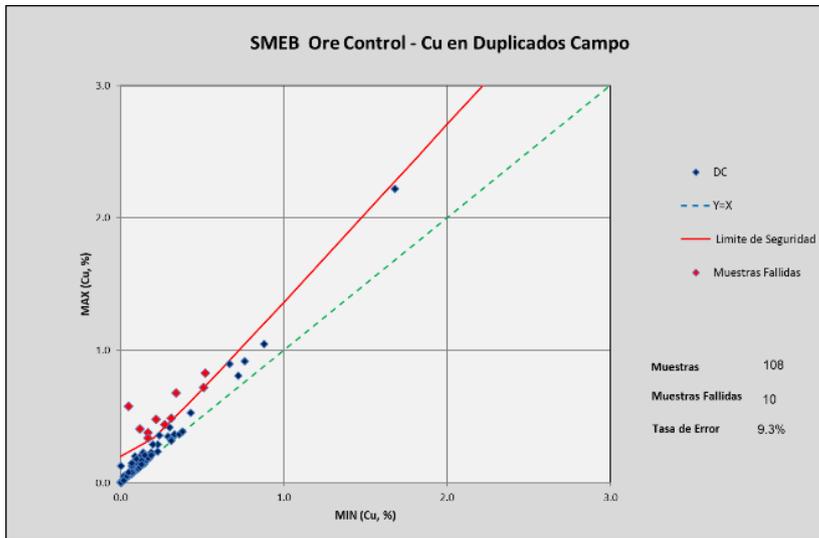
*Evaluación de precisión*

Duplicados	Elemento	Cantidad	Muestra Fallida	Tasa de Error % (TE)	Cantidad	
Duplicado Campo	DC	Cu	108	10	9.3	Aceptable
		Ag	108	9	8.3	Aceptable
		Au	108	2	1.9	Aceptable
Duplicado Grueso	DG	Cu	108	0	0.0	Aceptable
		Ag	108	0	0.0	Aceptable
		Au	108	0	0.0	Aceptable
Duplicado Fino	DF	Cu	108	0	0.0	Aceptable
		Ag	108	1	0.9	Aceptable
		Au	108	0	0.0	Aceptable

**Duplicados de campo – OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 56**

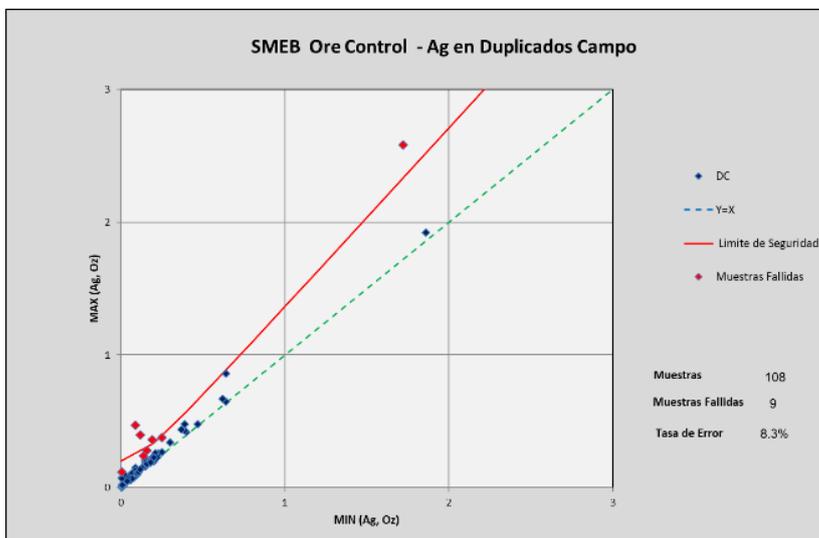
*SMEB Ore control – Cu en duplicados de campo*



Interpretación Figura 56: En la evaluación de DC para Ag se observa que 5 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 9.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (Protocolo de SMEB 2021).

**Figura 57**

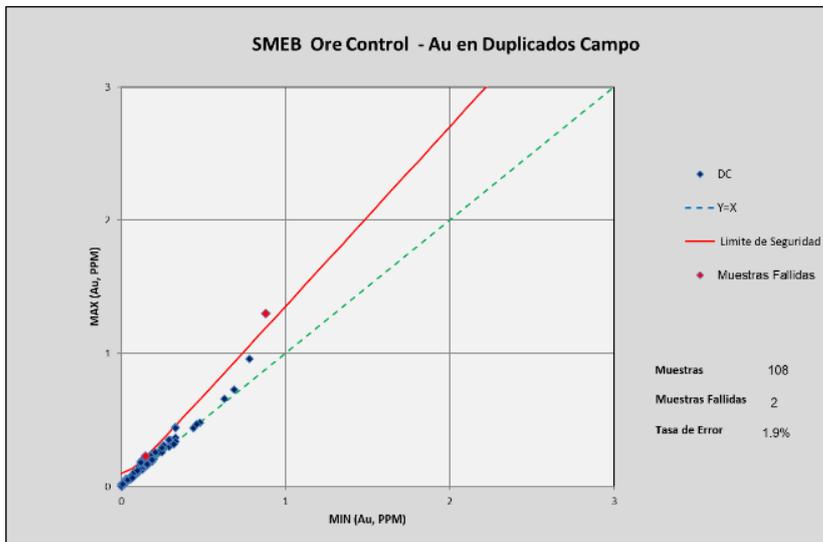
*SMEB Ore control – Ag en duplicados de campo*



Interpretación Figura 57: En la evaluación de DC para Ag se observa que 9 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 8.3% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021).

**Figura 58**

*SMEB Ore control – Au en duplicados de campo*

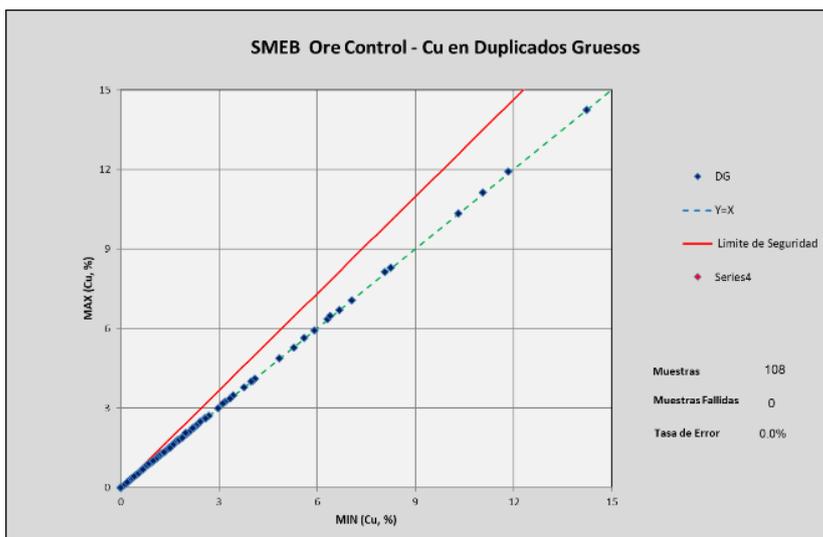


Interpretación Figura 58: En la evaluación de DC para Au se observa que 2 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.9% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021).

**Duplicados gruesos - OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 59**

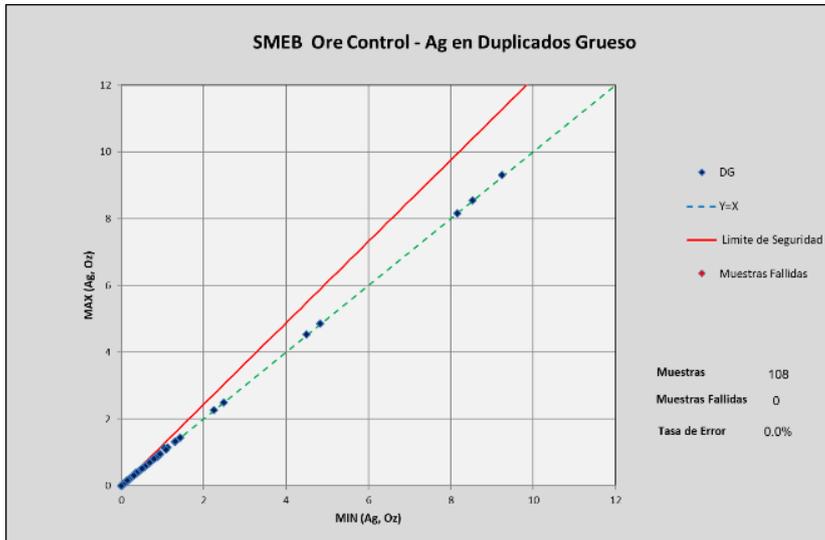
*SMEB Ore control – Cu en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 59: En la evaluación de DG para Cu se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

## Figura 60

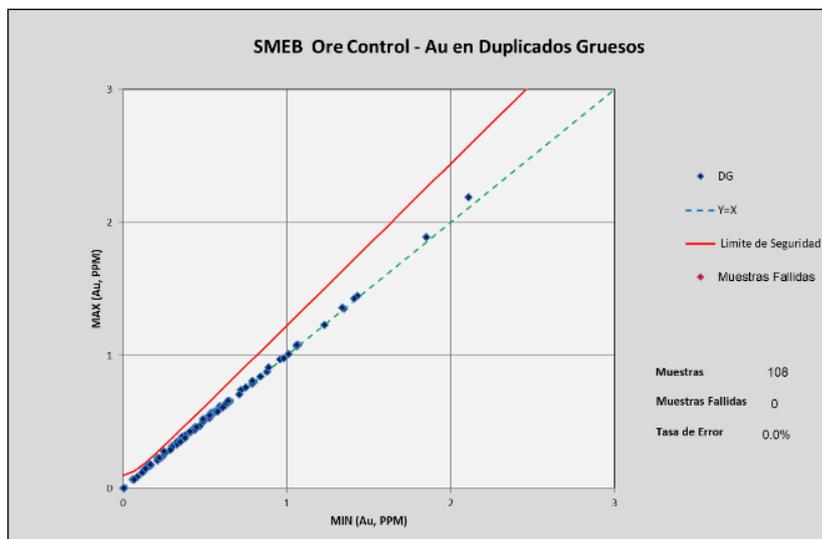
*SMEB Ore control – Ag en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 60: En la evaluación de DG para Ag se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

## Figura 61

*SMEB Ore control – Au en duplicados gruesos*

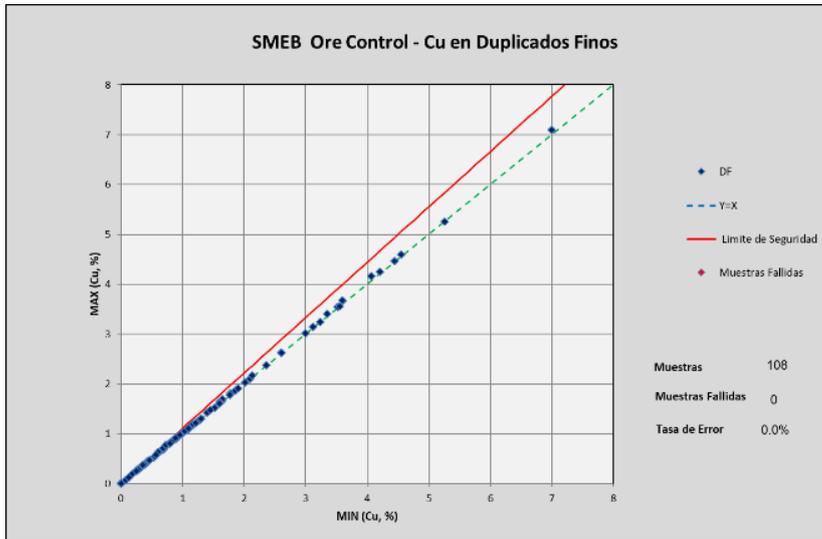


Interpretación Figura 61: En la evaluación de DG para Au se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

**Duplicados finos - OC julio a setiembre 2019:**

## Figura 62

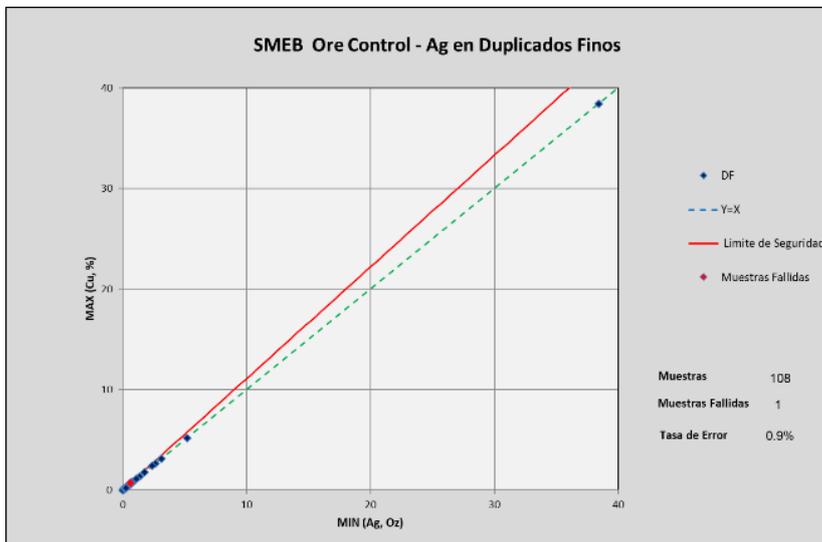
*SMEB Ore control – Cu en duplicados finos*



Interpretación Figura 62: En la evaluación de DF para Cu se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

## Figura 63

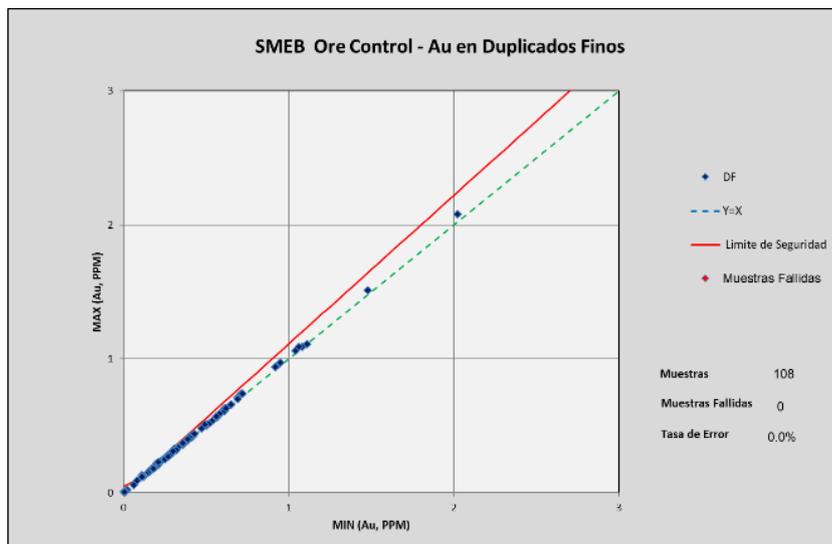
*SMEB Ore control – Ag en duplicados finos*



Interpretación Figura 63: En la evaluación de DF para Ag se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

**Figura 64**

*SMEB Ore control – Au en duplicados finos*



Interpretación Figura 64: En la evaluación de DF para Au se observa que 0 muestras fallaron de un total de 108 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021).

### Evaluación de exactitud

Se recomienda mejorar la exactitud de análisis para el Au debido a los sesgos mayores a 5%.

**Tabla 10**

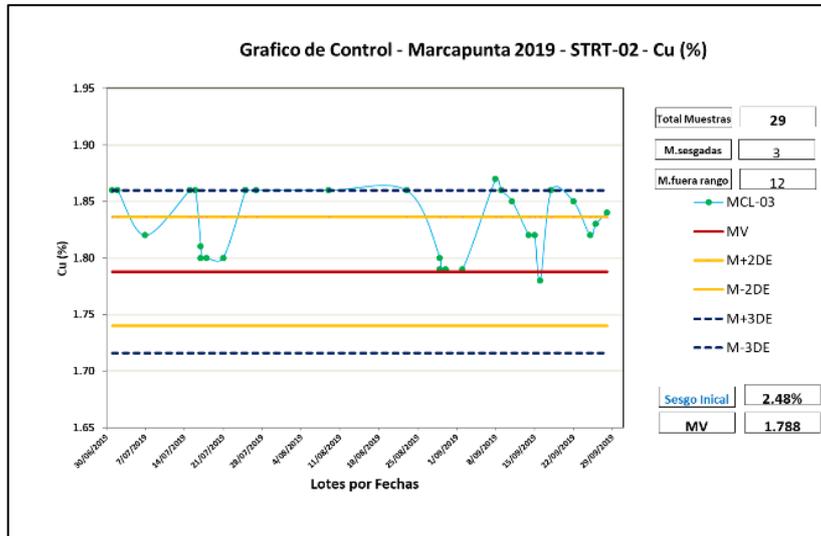
*Evaluación de exactitud*

Elemento	N° Estándares	Sesgo Inicial						Conclusiones
		Cu %	M FC	Ag %	M FC	Au ppm	M FC	
STRT-01	0							
STRT-02	29	2.4 8	12	1.8 7	0	4.58	10	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-03	16	0.4 3	0	- 4.7 7	0	5.82	3	Adecuado para Cu y Ag, sobrestimado para Au
STRT-04	11	0.2 1	0	0.1 3	0	-7.19	8	Adecuado para Cu y Ag, Subestimado para Au
PLSUL- 11	52	0.7 9	0	- 2.4 7	0	-0.56	0	Adecuado para Cu, Ag y Au
<b>Total Estándar</b>					108			

**Estándar STRT-02 – OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 65**

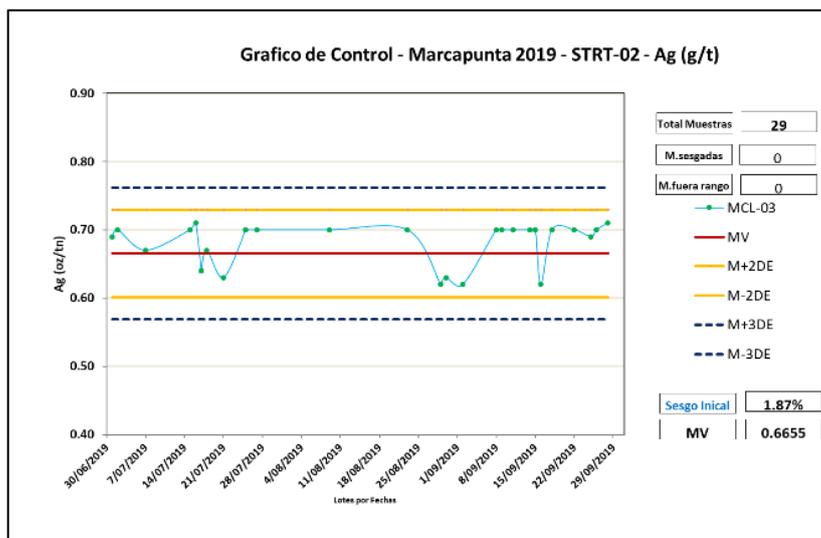
*Gráfico de control – Marcapunta STRT-02-Cu %*



Interpretación Figura 65: En la evaluación del ST “STRT-02” para Cu se observa 12 muestras fuera de rango de un total de 29 estándares evaluados, obteniendo 2.48% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 66**

*Gráfico de control – Marcapunta STRT-02-Ag (g/t)*

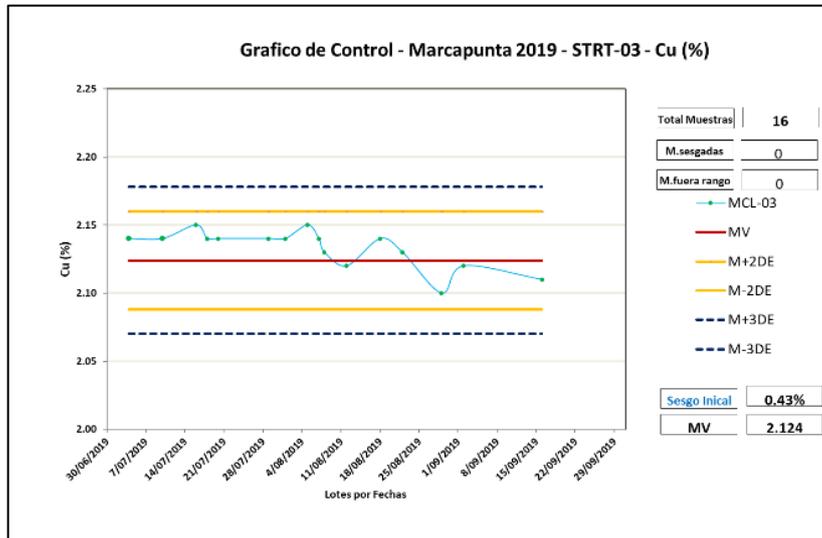


Interpretación Figura 66: En la evaluación del ST “STRT-02” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 29 estándares evaluados, obteniendo 1.87% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-03 – Ore control - julio a setiembre 2019:**

**Figura 67**

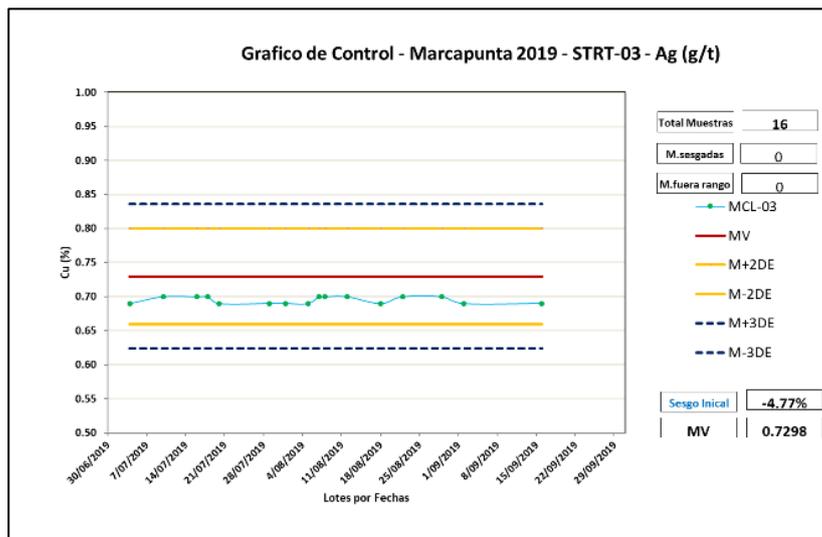
*Gráfico de control – Marcapunta STRT-03-Cu %*



Interpretación Figura 67: En la evaluación del ST “STRT-03” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 16 estándares evaluados, obteniendo 0.43% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 68**

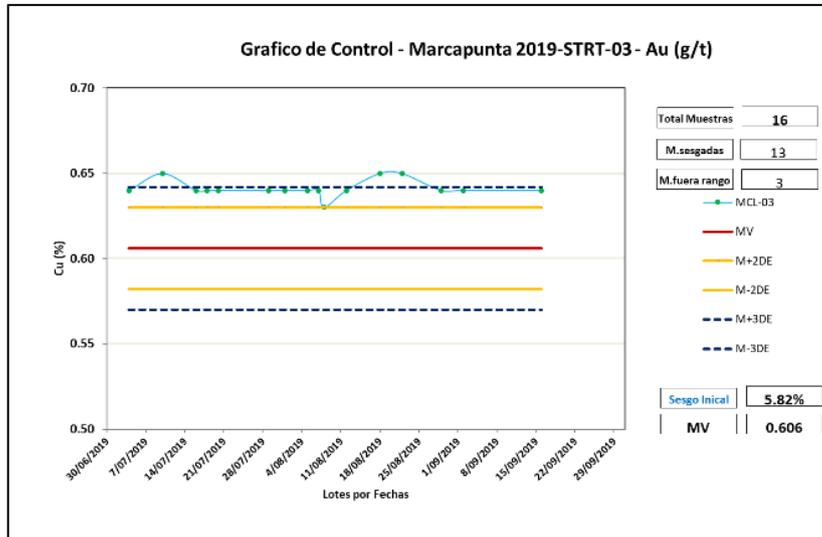
*Gráfico de control – Marcapunta STRT-03-Ag (g/t)*



Interpretación Figura 68: En la evaluación del ST “STRT-03” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 16 estándares evaluados, obteniendo -4.77% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 69**

*Gráfico de control – Marcapunta STRT-03-Au (oz)*

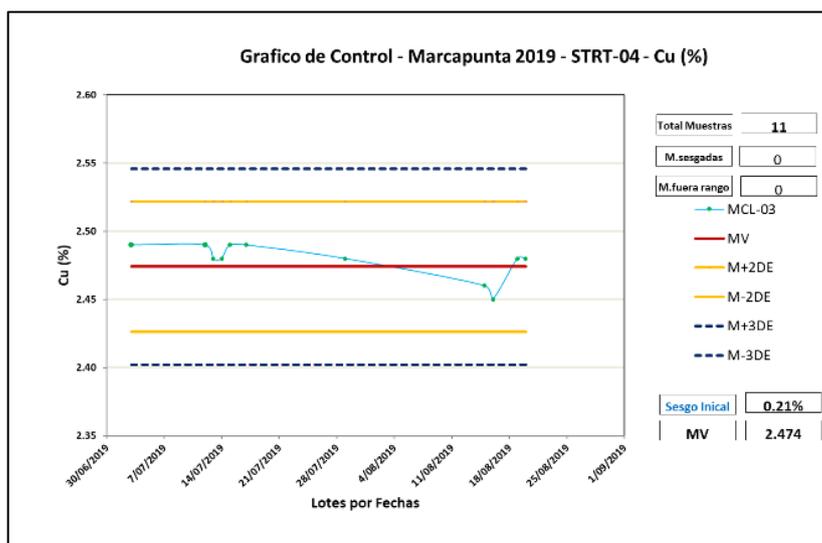


Interpretación Figura 69: En la evaluación del ST “STRT-03” para Au se observa 3 muestras fuera de rango de un total de 16 estándares evaluados, obteniendo 5.82% de Sesgo Inicial “Moderadamente Aceptable”. Sobre estimación para Au en valores <0.7 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-04 – OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 70**

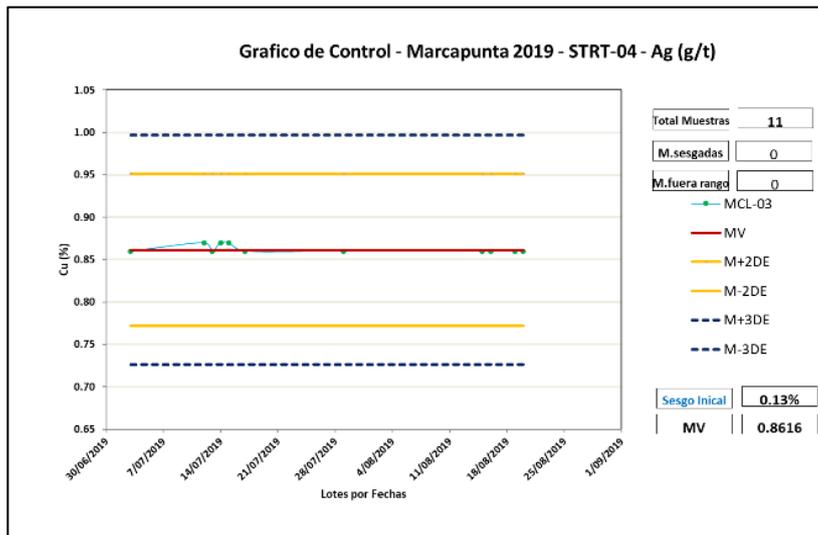
*Gráfico de control – Marcapunta STRT-04-Cu %*



Interpretación Figura 70: En la evaluación del ST “STRT-04” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo 0.21% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 71**

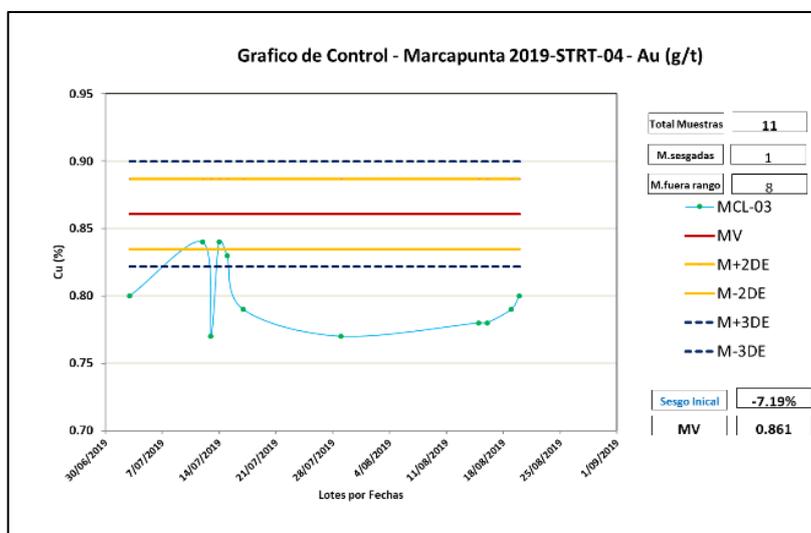
*Gráfico de control – Marcapunta STRT-04-Ag (g/t)*



Interpretación Figura 71: En la evaluación del ST “STRT-04” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo 0.13% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 72**

*Gráfico de control – Marcapunta STRT-04-Au (g/t)*

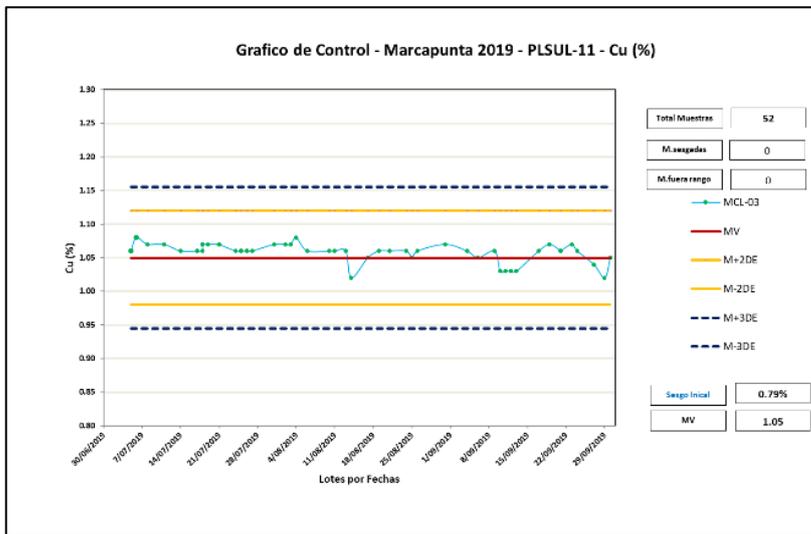


Interpretación Figura 72: En la evaluación del ST “STRT-04” para Au se observa 8 muestras fuera de rango de un total de 11 estándares evaluados, obteniendo -7.19% de Sesgo Inicial “Aceptable”, Sobre estimación para Au en valores <0.86 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar PLSUL-11 – OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 73**

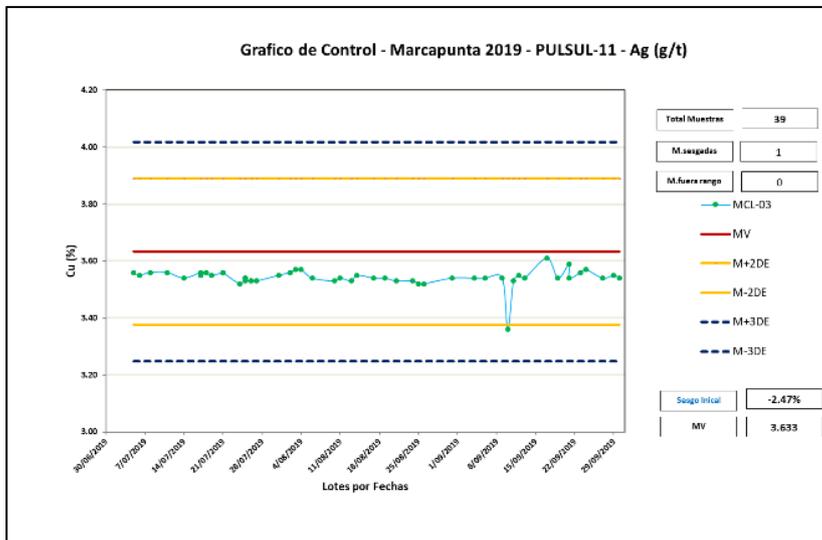
*Gráfico de control – Marcapunta PLSUL-11-Cu %*



Interpretación Figura 73: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 52 estándares evaluados, obteniendo 0.79% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 74**

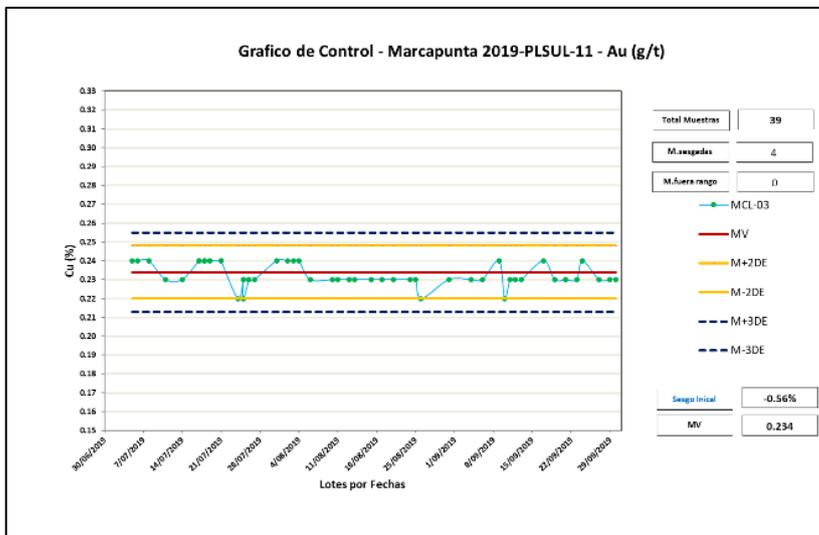
*Gráfico de control – Marcapunta PLSUL-11-Ag (gr/t)*



Interpretación Figura 74: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 52 estándares evaluados, obteniendo -2.47% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 75**

*Gráfico de control – Marcapunta PLSUL-11-Au (g/t)*



Interpretación Figura 75: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Au se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 52 estándares evaluados, obteniendo -0.56% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

## Evaluación de Contaminación

**Tabla 11**

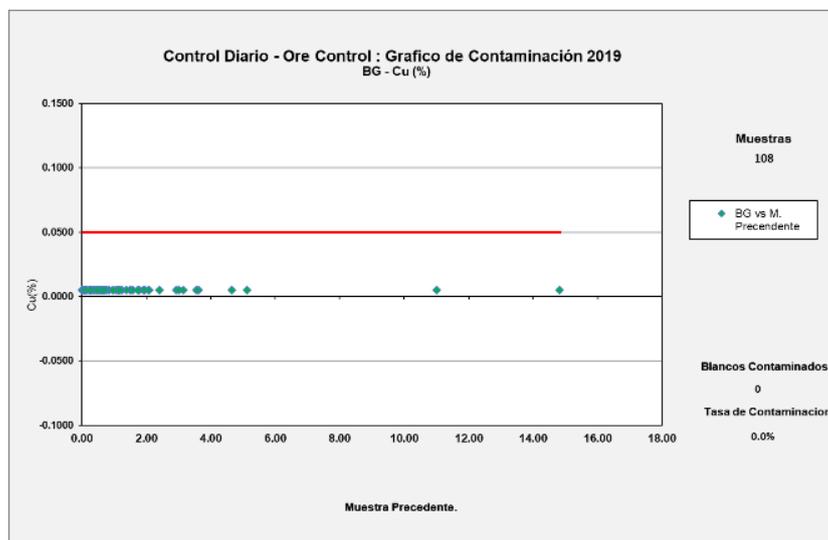
*Evaluación de contaminación*

Muestras de Control	Elemento	N° Muestra	Muestras Contaminadas	Tasa de Contaminación (T.A) %	N° Muestra	
Blanco fino	B	Cu	108	0	0.00	No contaminado
	BF	Ag	108	0	0.00	No contaminado
		Au	108	0	0.00	No contaminado
Blanco grueso	B	Cu	108	0	0.00	No contaminado
	G	Ag	108	0	0.00	No contaminado
		Au	108	0	0.00	No contaminado

**Blanco grueso – OC julio a setiembre 2019:**

**Figura 76**

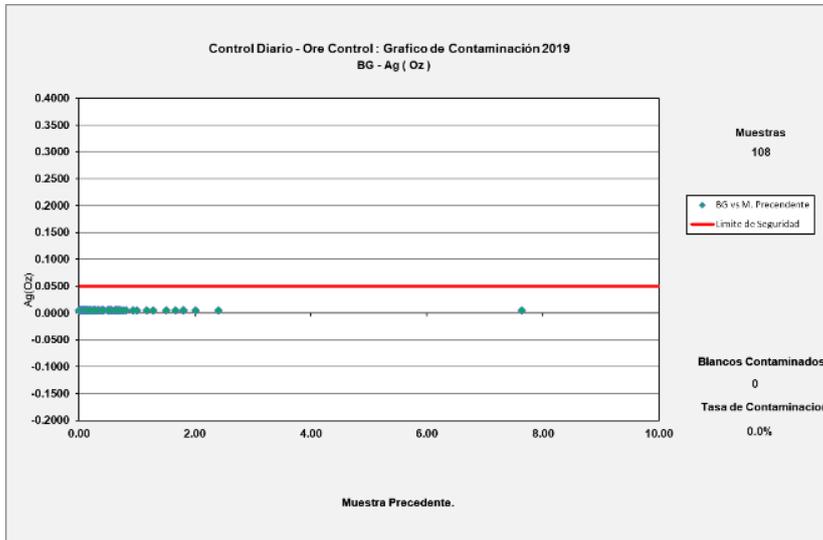
*Gráfico de control de contaminación BG-Cu %*



Interpretación Figura 76: En la evaluación del BG para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 77**

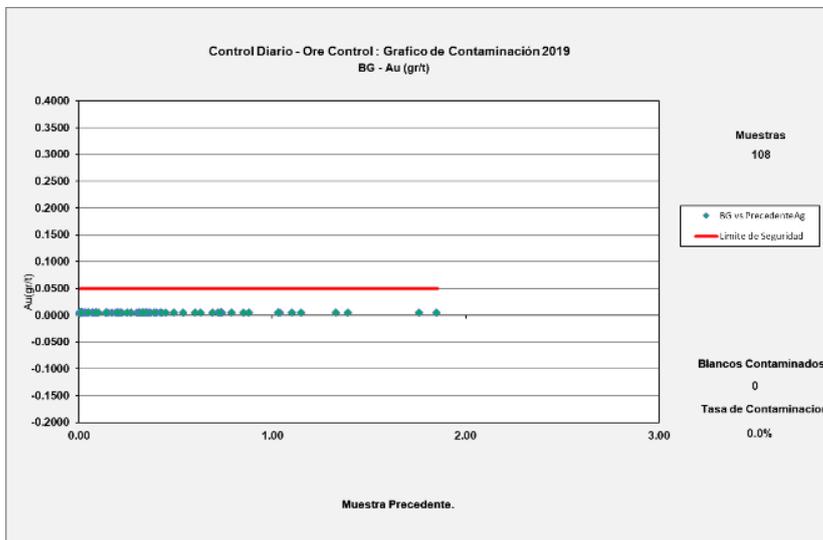
*Gráfico de control de contaminación BG-Ag (oz)*



Interpretación Figura 77: En la evaluación del BG para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 78**

*Gráfico de control de contaminación BG-Au (gr/t)*

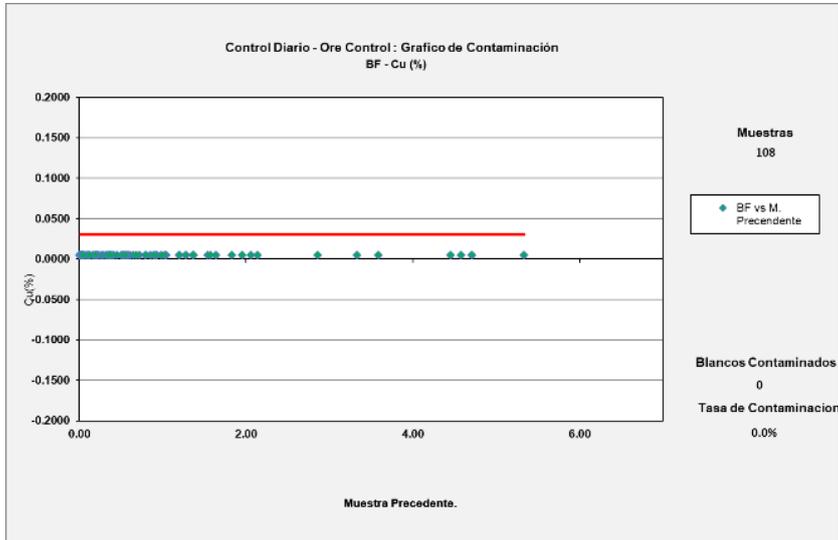


Interpretación Figura 78: En la evaluación del BG para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Blanco fino – OC julio a setiembre 2019

**Figura 79**

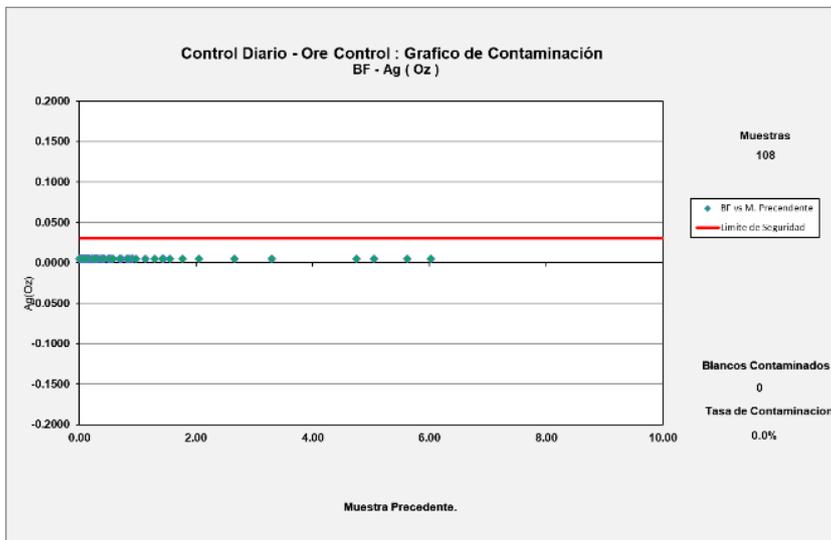
*Gráfico de control de contaminación BF-Cu %*



Interpretación Figura 79: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 80**

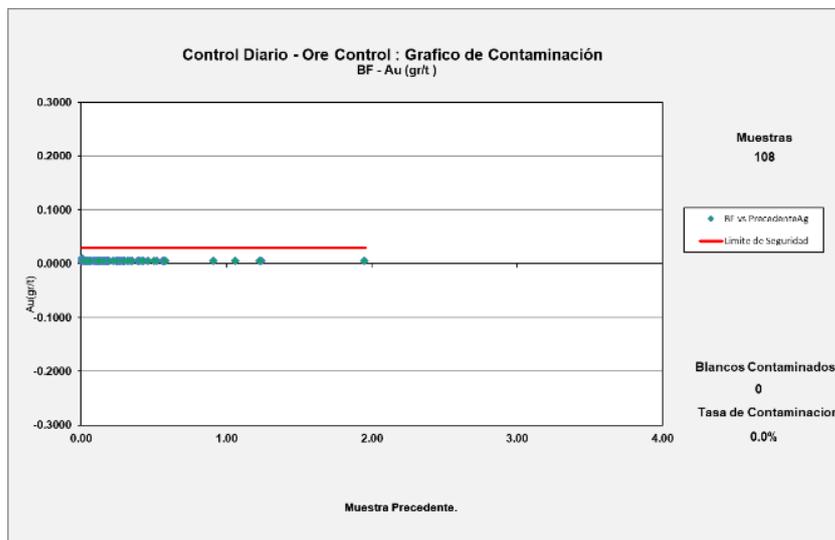
*Gráfico de control de contaminación BF-Ag (oz)*



Interpretación Figura 80: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 81**

*Gráfico de control de contaminación BF-Cu %*



Interpretación Figura 81: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

#### 4.2.4. Análisis QA/QC Cuarto trimestre (octubre a diciembre)

Durante julio a setiembre fueron evaluadas un total de 2,661 muestras provenientes de sondajes diamantinos, incluyendo las 399 muestras de control, entre duplicados, materiales de referencia y blancos que representan el 15.02% del total de las muestras evaluadas.

**Evaluación de Precisión.** Se observa que en duplicado de campo para Cu se tiene una tasa de error aceptable (T.E. = 9.1%), se mejora con respecto al tercer trimestre.

**Tabla 12**

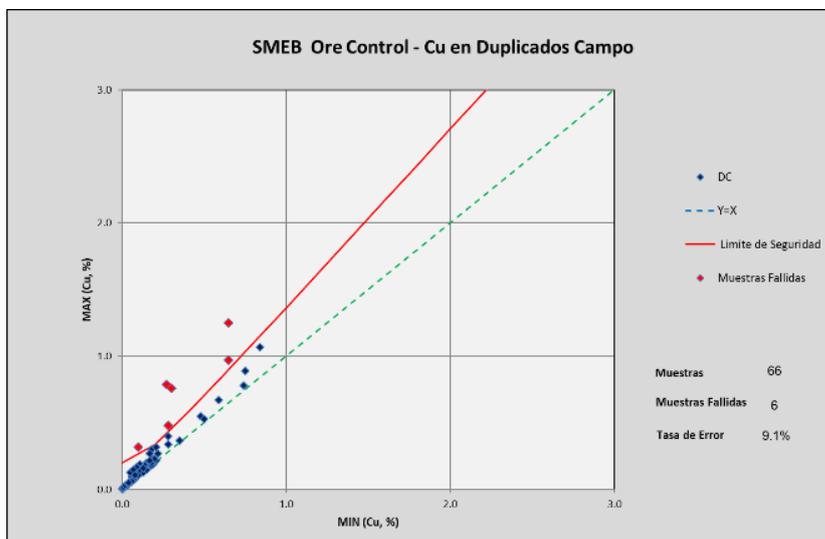
*Evaluación de precisión*

Duplicados	Elemento	Cantidad	Muestra Fallida	Tasa de Error % (TE)	Cantidad
Duplicado campo	Cu	66	6	9.1	Aceptable
	Ag	66	8	12.1	Aceptable
	Au	66	2	3.0	Aceptable
Duplicado grueso	Cu	65	0	0.0	Aceptable
	Ag	65	0	0.0	Aceptable
	Au	65	0	0.0	Aceptable
Duplicado fino	Cu	66	1	1.5	Aceptable
	Ag	66	0	0.0	Aceptable
	Au	66	0	0.0	Aceptable

**Duplicados de campo – OC octubre a diciembre 2019:**

**Figura 82**

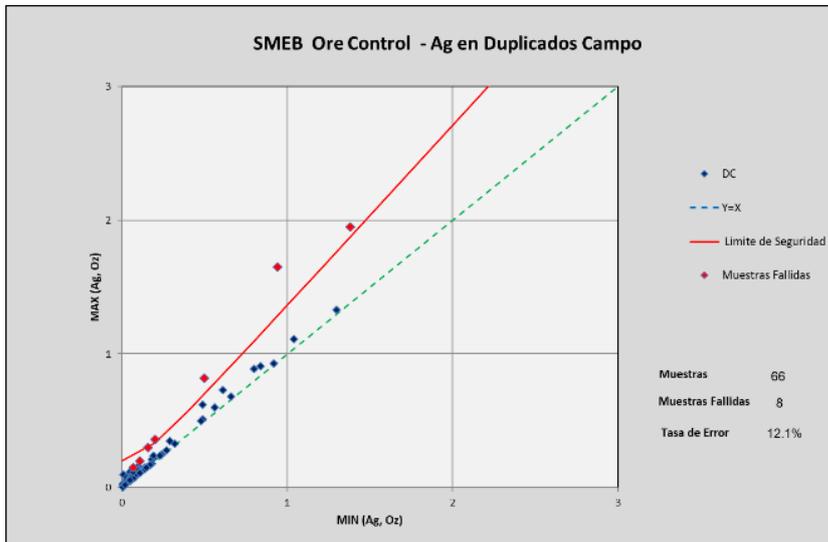
*SMEB Ore control -Cu en duplicados de campo*



Interpretación Figura 82: En la evaluación de DC para Cu se observa que 6 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 9.1% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

### Figura 83

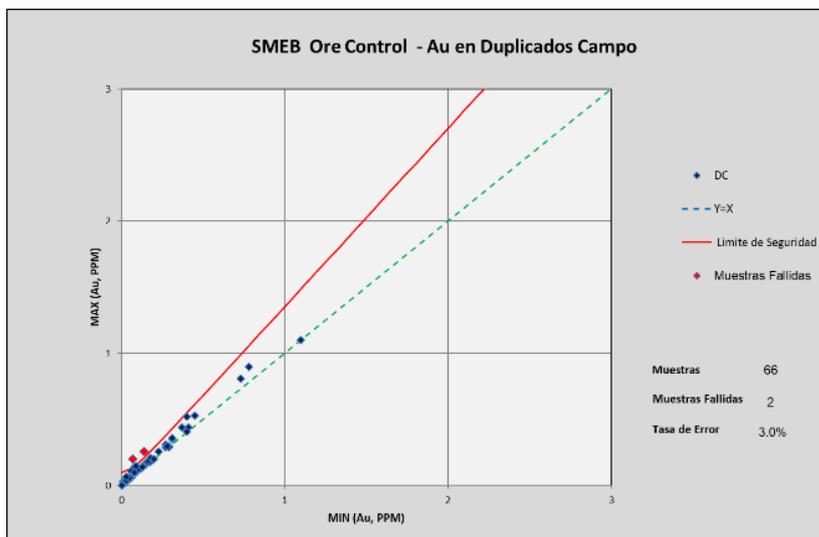
*SMEB Ore control - Ag en duplicados de campo*



Interpretación Figura 83: En la evaluación de DC para Ag se observa que 6 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 12.1% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

### Figura 84

*SMEB Ore control - Au en duplicados de campo*

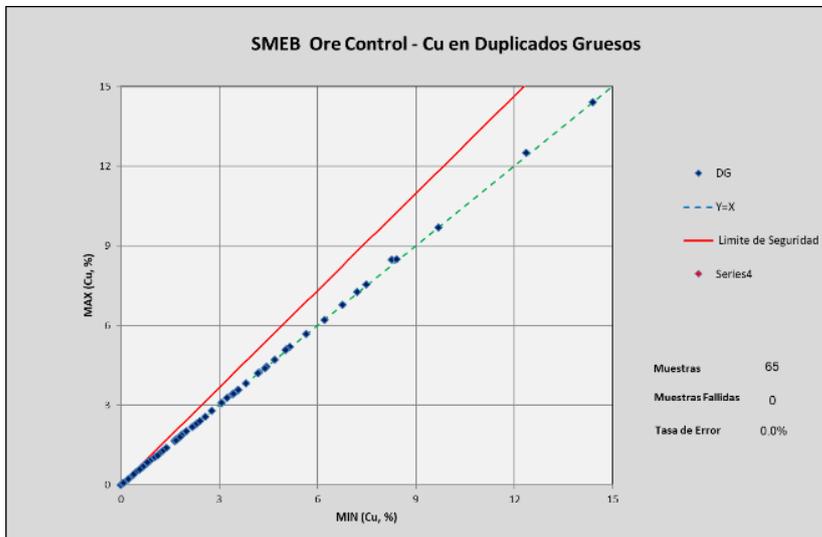


Interpretación Figura 84: En la evaluación de DC para Au se observa que 2 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 3.0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 20% (SMEB 2021)

## Duplicados gruesos - OC octubre a diciembre 2019:

### Figura 85

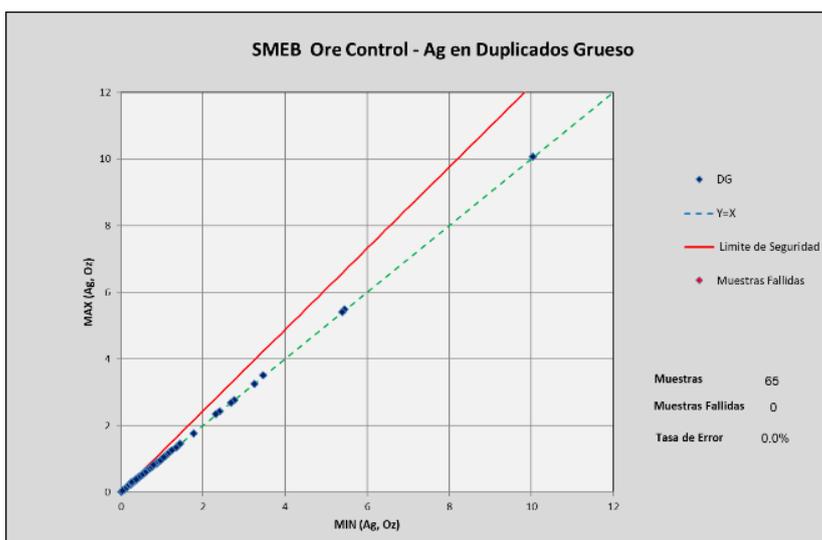
*SMEB Ore control -Cu en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 85: En la evaluación de DG para Cu se observa que 0 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

### Figura 86

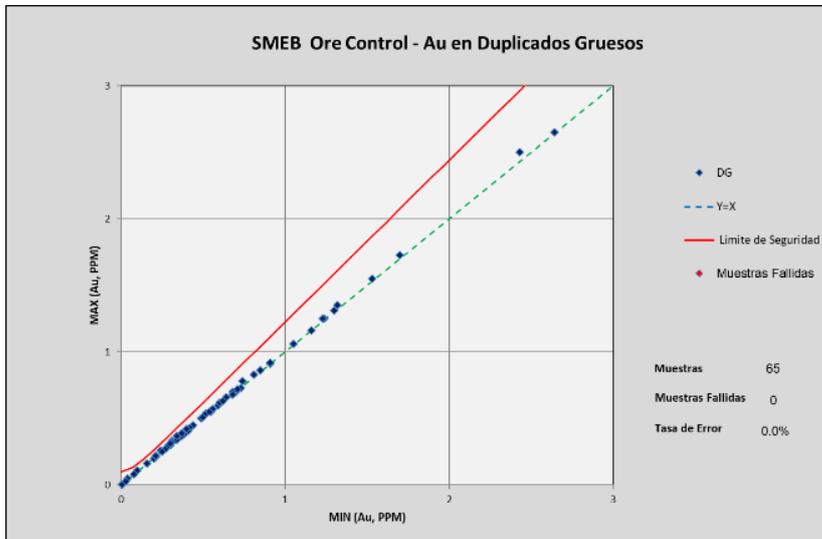
*SMEB Ore control - Ag en duplicados gruesos*



Interpretación Figura 86: En la evaluación de DG para Ag se observa que 0 muestras fallaron de un total de 65 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

## Figura 87

*SMEB Ore control - Au en duplicados gruesos*

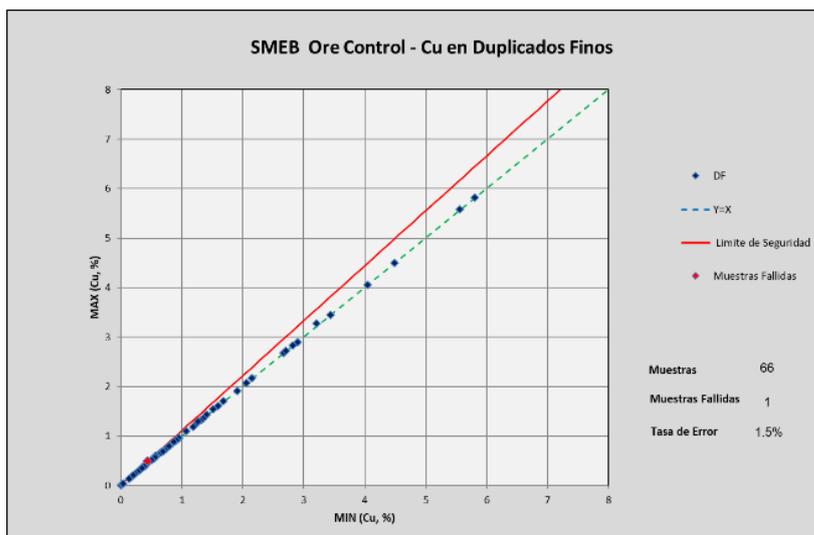


Interpretación Figura 87: En la evaluación de DG para Au se observa que 0 muestras fallaron de un total de 65 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Duplicados finos - OC octubre a diciembre 2019:**

## Figura 88

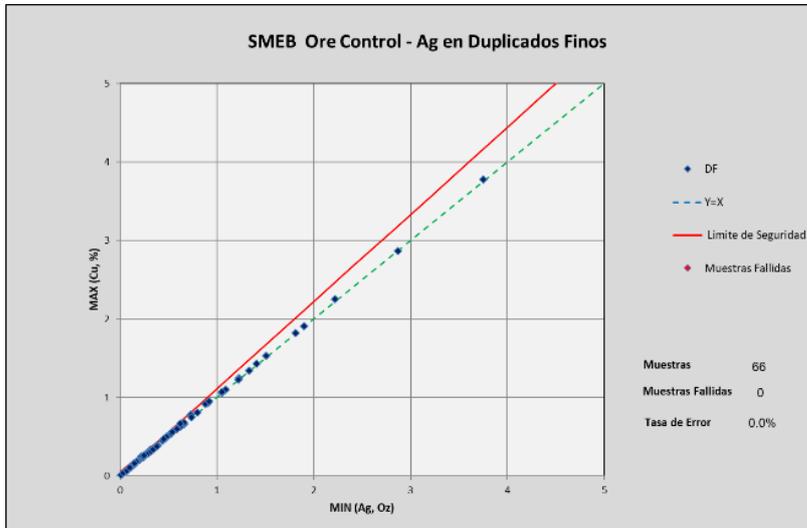
*SMEB Ore control - Cu en duplicados finos*



Interpretación Figura 88: En la evaluación de DF para Cu se observa que 1 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 1.5% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 89**

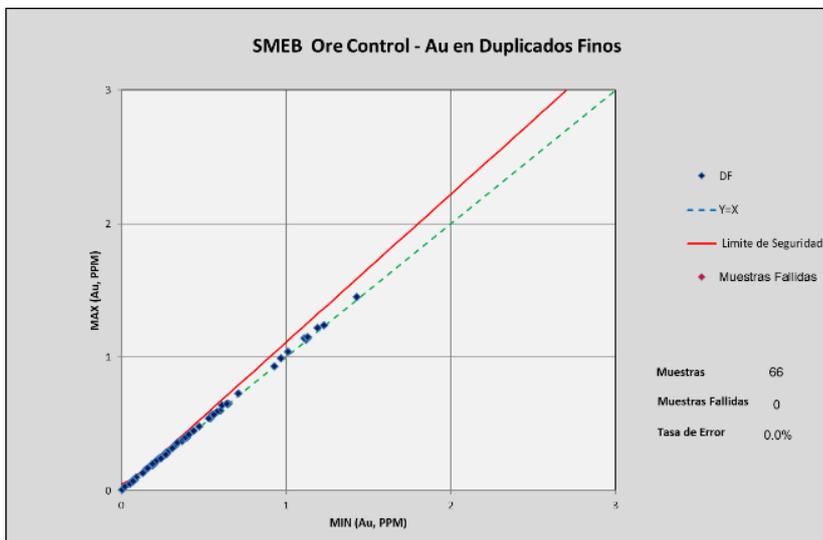
*SMEB Ore control - Ag en duplicados finos*



Interpretación Figura 89: En la evaluación de DF para Ag se observa que 0 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

**Figura 90**

*SMEB Ore control - Au en duplicados finos*



Interpretación Figura 90: En la evaluación de DF para Au se observa que 0 muestras fallaron de un total de 66 muestras de control evaluadas, obteniendo un 0% de Tasa de Error “Aceptable”. Límite Máximo T.E. 10% (SMEB 2021)

## Evaluación de exactitud

Se recomienda mejorar la exactitud de análisis para el Au debido a los sesgos mayores a 5%.

**Tabla 13**

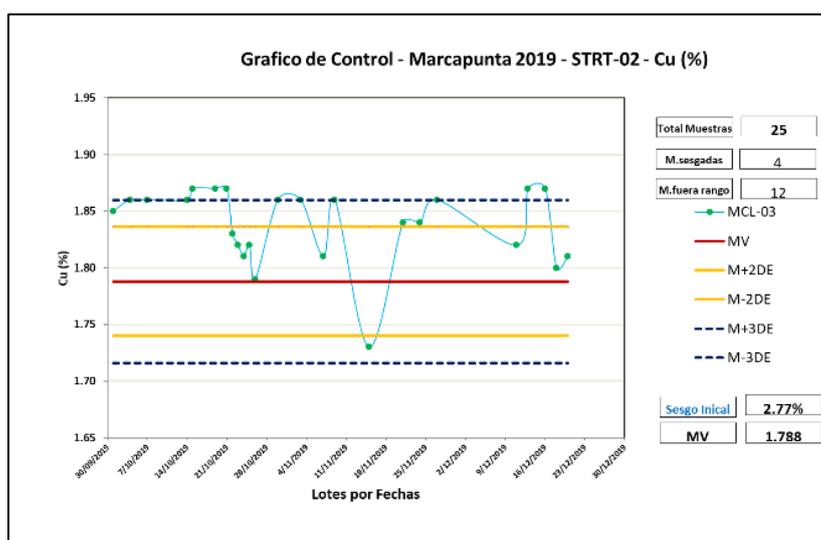
*Evaluación de exactitud*

Elemento	N° Estándares	Sesgo Inicial						Conclusiones
		Cu %	M FC	Ag %	M FC	Au ppm	M FC	
STRT-01	0							
STRT-02	25	2.77	12	3.2	0	3.11	8	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-03	13	0.39	0	4.82	0	5.61	2	Adecuado para Cu y Ag, sobrestimado para Au
STRT-04	8	0.19	0	0.25	0	-8.39	8	Adecuado para Cu y Ag. Subestimado para Au
PLSUL-11	22	0.48	0	2.41	0	-0.35	0	Adecuado para Cu, Ag y Au
Total Estándares				68				

## Estándar STRT-02 – OC octubre a diciembre 2019:

**Figura 91**

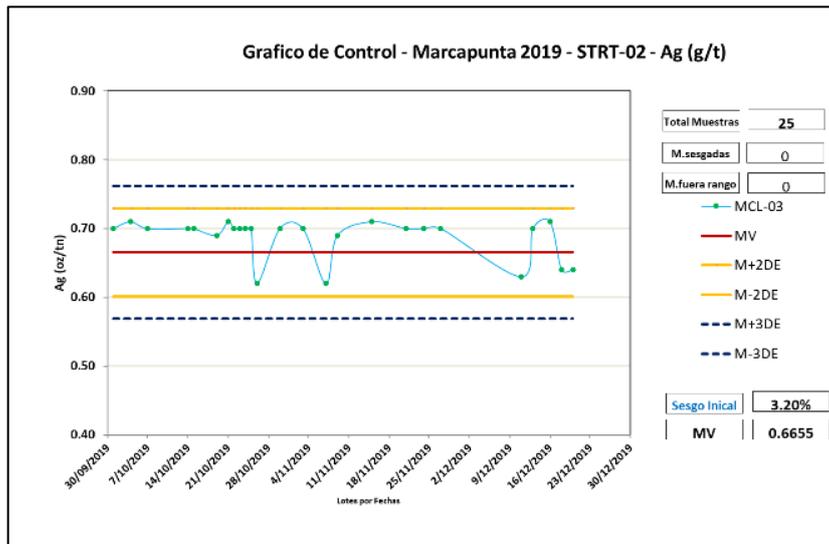
*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-02- Cu %*



Interpretación Figura 91: En la evaluación del ST “STRT-02” para Cu se observa 12 muestras fuera de rango de un total de 25 estándares evaluados, obteniendo 2.77% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

### Figura 92

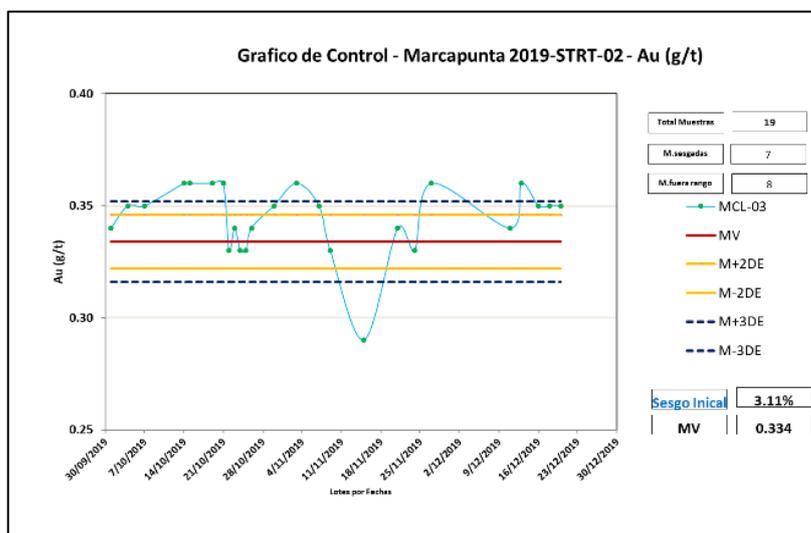
Gráfico de control – Marcapunta –STRT-02- Ag (g/t)



Interpretación Figura 92: En la evaluación del ST “STRT-02” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 25 estándares evaluados, obteniendo 3.20% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

### Figura 93

Gráfico de control – Marcapunta –STRT-02- Cu %

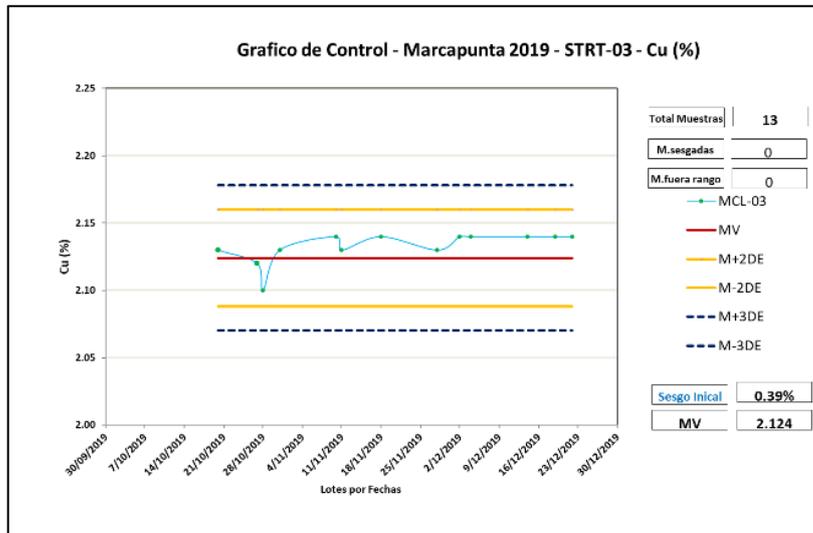


Interpretación Figura 93: En la evaluación del ST “STRT-02” para Au se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 25 estándares evaluados, obteniendo 3.20% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-03 – OC octubre a diciembre 2019:**

**Figura 94**

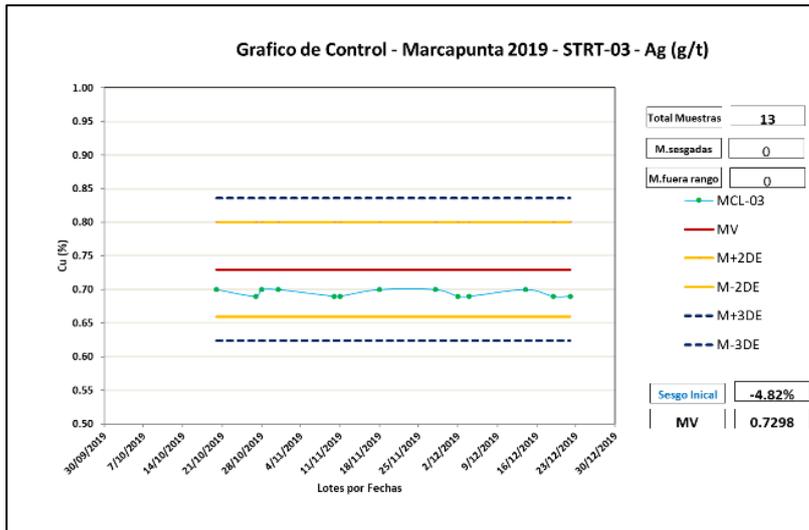
*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-03- Cu %*



Interpretación Figura 94: En la evaluación del ST “STRT-03” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 13 estándares evaluados, obteniendo 0.39% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 95**

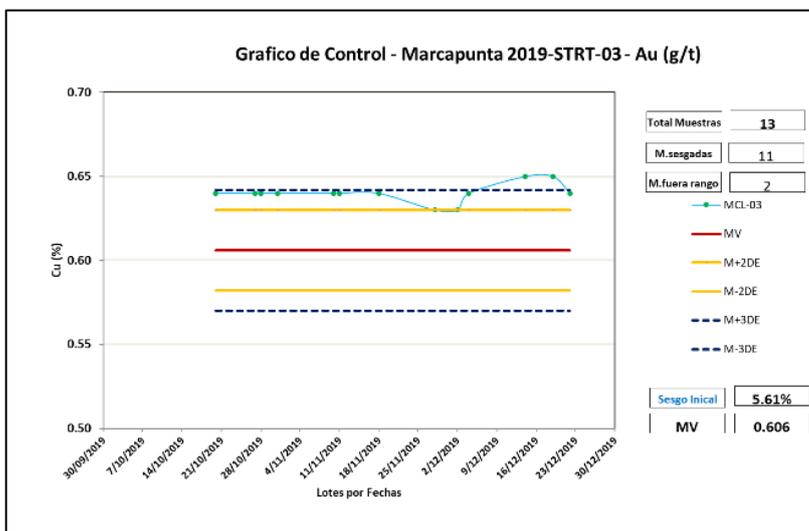
*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-03-Ag (g/t)*



Interpretación Figura 95: En la evaluación del ST “STRT-03” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 13 estándares evaluados, obteniendo -4.82% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 96**

*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-03- Au (g/t)*

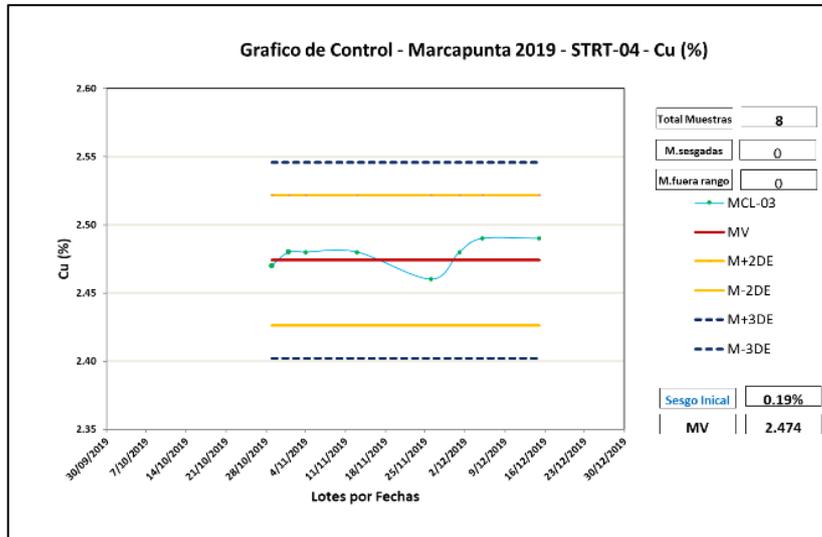


Interpretación Figura 96: En la evaluación del ST “STRT-03” para Au se observa 2 muestras fuera de rango de un total de 13 estándares evaluados, obteniendo 5.61% de Sesgo Inicial “Moderadamente Aceptable”, Sobre estimación para el Au en valores entre 0.5 a 0.7 g/t. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar STRT-04 – OC octubre a diciembre 2019:**

**Figura 97**

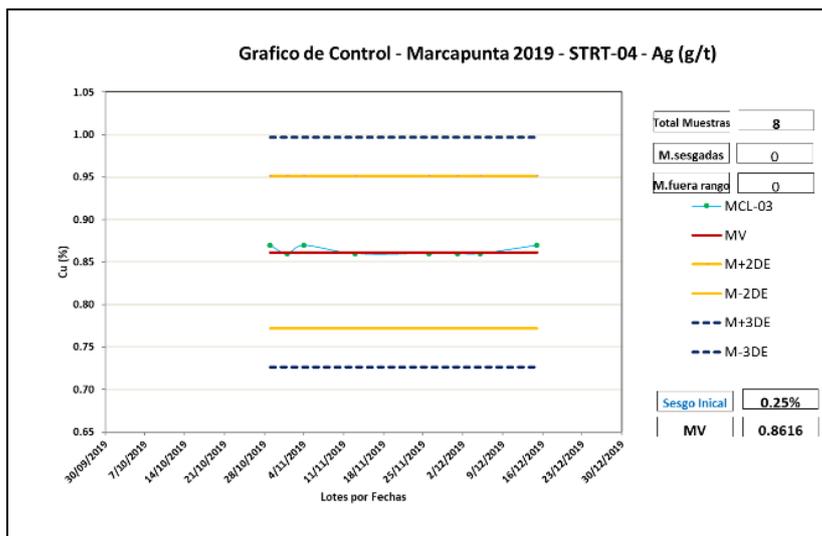
*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-04- Cu %*



Interpretación Figura 97: En la evaluación del ST “STRT-04” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 8 estándares evaluados, obteniendo 0.19% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 98**

*Gráfico de control – Marcapunta –STRT-04- Ag (g/t)*

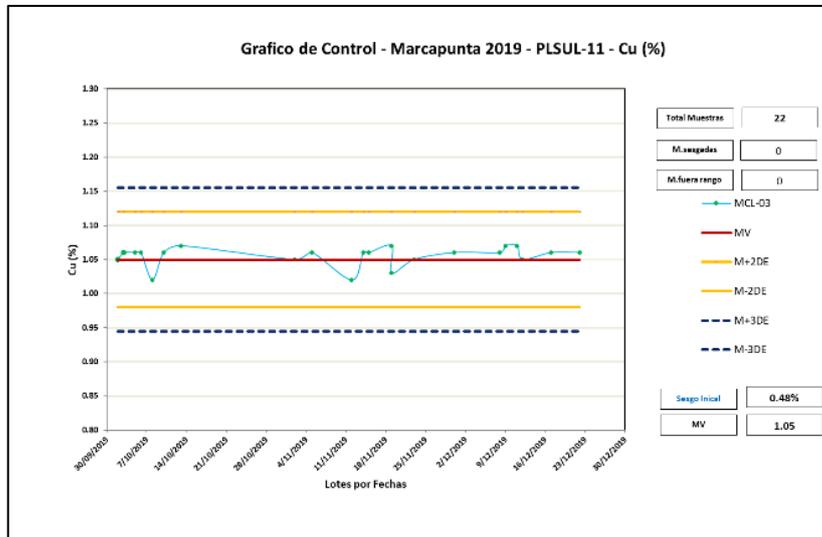


Interpretación Figura 98: En la evaluación del ST “STRT-04” para Ag se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 8 estándares evaluados, obteniendo 0.25% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Estándar PLSUL-11 – OC octubre a diciembre 2019:**

**Figura 99**

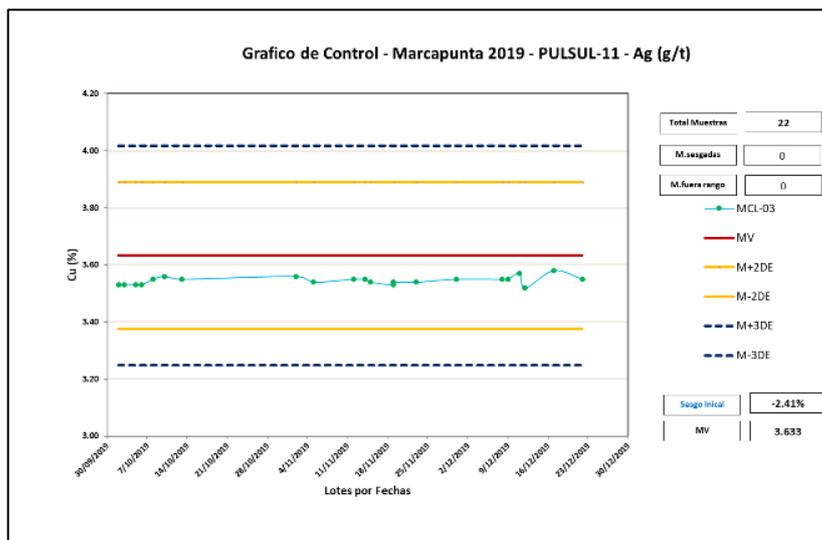
*Gráfico de control – Marcapunta –PLSUL-11- Cu %*



Interpretación Figura 98: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 22 estándares evaluados, obteniendo 0.48% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 100**

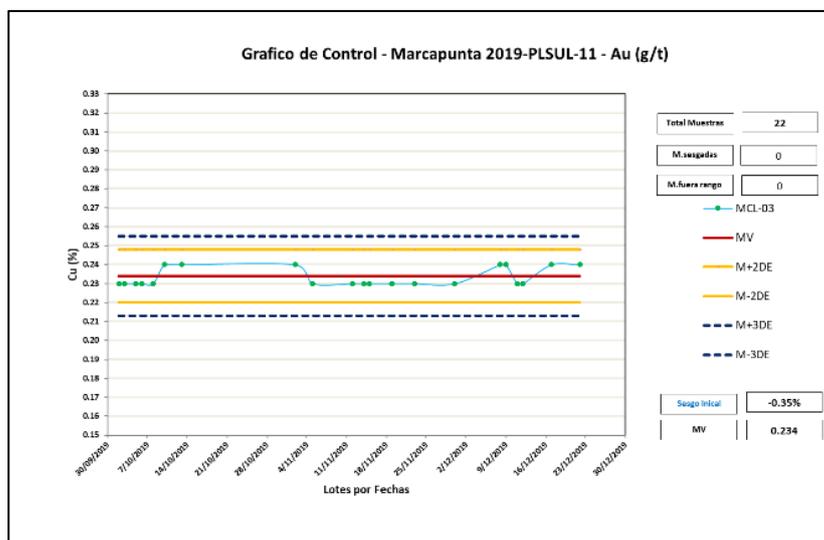
*Gráfico de control – Marcapunta – PLSUL-11- Ag (g/t)*



Interpretación Figura 100: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 22 estándares evaluados, obteniendo -2.41% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Figura 101**

*Gráfico de control – Marcapunta – PLSUL-11- Au (g/t)*



Interpretación Figura 101: En la evaluación del ST “PLSUL-11” para Cu se observa 0 muestras fuera de rango de un total de 22 estándares evaluados, obteniendo -0.35% de Sesgo Inicial “Aceptable”. Límite Máximo S.I. 5% (SMEB 2021)

**Evaluación de contaminación**

**Tabla 14**

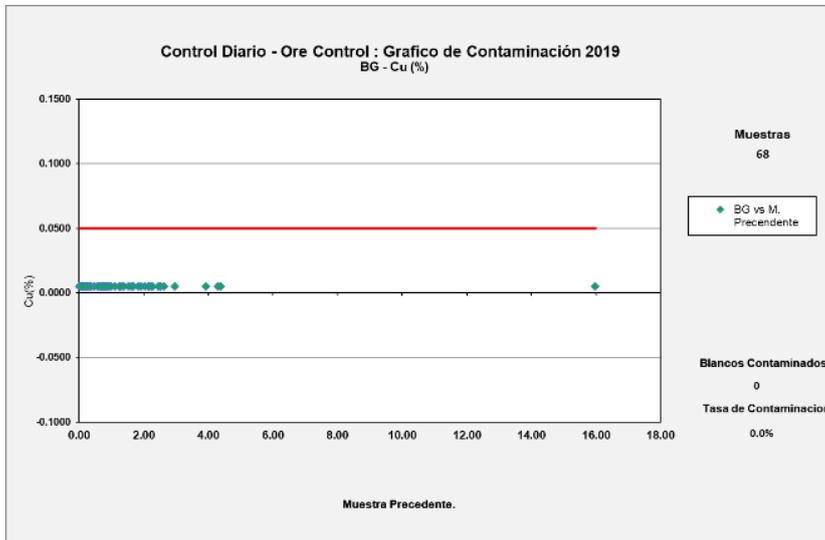
*Evaluación de contaminación*

Muestras de Control	Elemento	Nº Muestra	Muestras Contaminadas	Tasa de Contaminación (T.A) %	Nº Muestra	
Blanco fino	BF	Cu	66	0	0.00	No contaminado
		Ag	66	0	0.00	No contaminado
		Au	66	0	0.00	No contaminado
Blanco grueso	BG	Cu	68	0	0.00	No contaminado
		Ag	68	0	0.00	No contaminado
		Au	68	0	0.00	No contaminado

**Blanco grueso – OC octubre a diciembre 2019:**

**Figura 102**

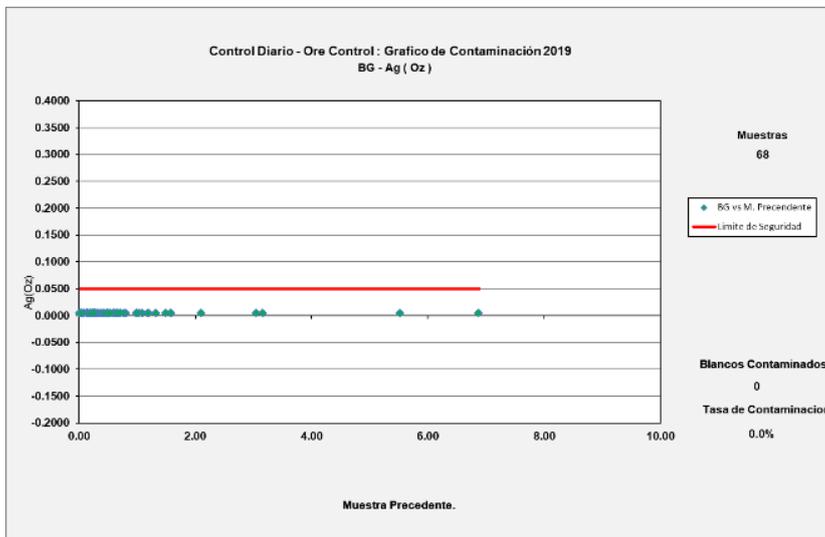
*Gráfico de contaminación BG- Cu %*



Interpretación Figura 102: En la evaluación del BG para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

**Figura 103**

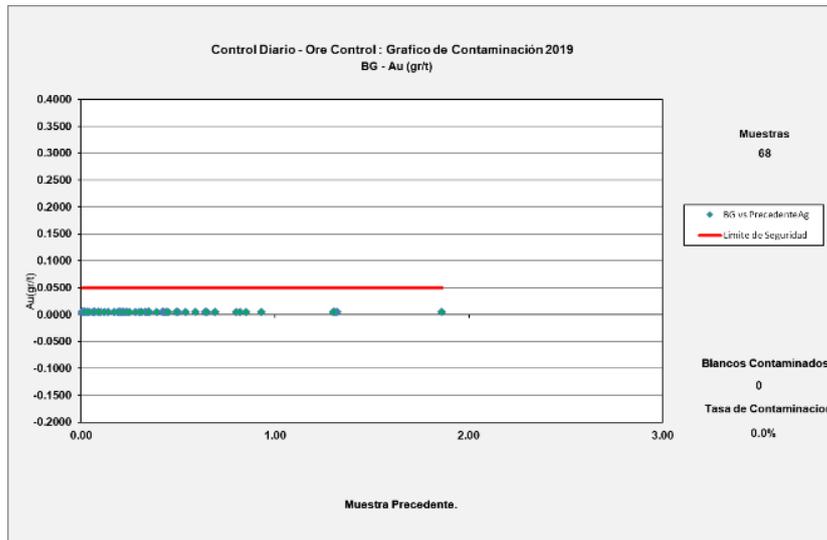
*Gráfico de contaminación BG - Ag (oz)*



Interpretación Figura 103: En la evaluación del BG para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Figura 104

Gráfico de contaminación BG – Au (g/t)

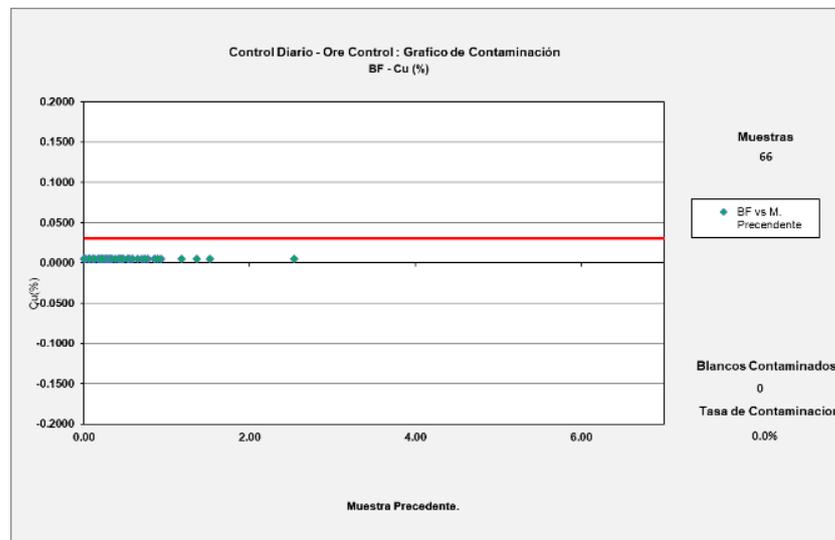


Interpretación Figura 104: En la evaluación del BG para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Blanco fino – OC octubre a diciembre 2019:

## Figura 105

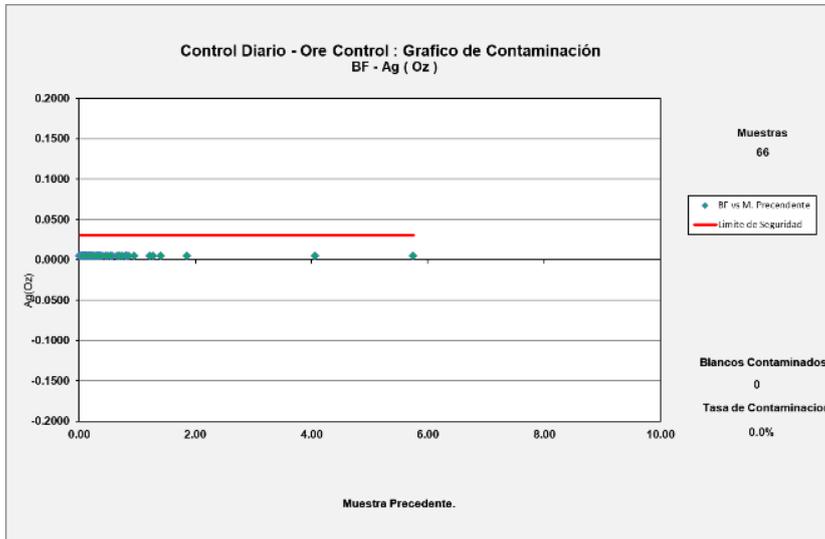
Gráfico de contaminación BF- Cu %



Interpretación Figura 105: En la evaluación del BF para Cu se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Figura 106

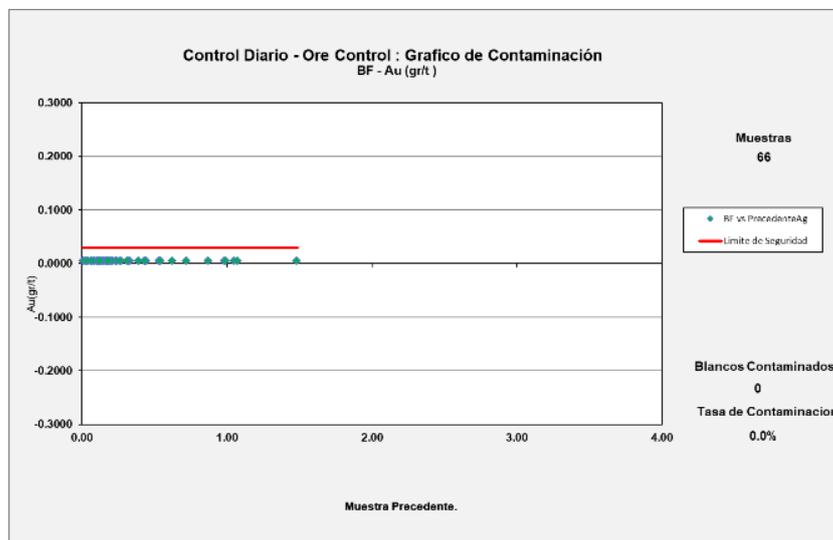
Gráfico de contaminación BF- Ag (oz)



Interpretación Figura 106: En la evaluación del BF para Ag se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

## Figura 107

Gráfico de contaminación BG- Au (g/t)



Interpretación Figura 107: En la evaluación del BF para Au se obtiene 0% de Tasa de Contaminación “Aceptable”. Límite Máximo T.C. 5% (SMEB 2021).

#### 4.2.5. QA/QC Evaluación muestras de control (Protocolo QA/QC

##### Evaluación de Muestras SMEB 2019)

Para evaluar los resultados del control de calidad se utiliza comúnmente el principio del reconocimiento de patrones. Mediante la preparación de gráficos especializados, se representan los datos y se visualizan los diversos errores.

**Aseguramiento y control de calidad.** Durante el año 2019, fueron evaluadas un total de 13,735 muestras, incluyendo las 2,061 muestras de control, entre duplicados, materiales de referencia y blancos que representan el 15% del total de muestras (Tabla 14). Las muestras corresponden a los testigos recolectados en los 378 sondajes ore control ejecutados durante el año 2019 en la Mina Marcapunta.

Las muestras fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio de Químico de SMEB (LQM) siguiendo los lineamientos del procedimiento interno de análisis con el método de análisis por digestión acida – AAS/Menas (ME-12-LQ), para los ensayos químicos por Ag, Cu, Pb y Zn.

**Tabla 15**

Inserción de Muestras ORE CONTROL – 2019

Muestras de QAQC (MC)		Nº Muestras	% de Inserción QAQC
Estándares	STRT-01	44	0.32
	STRT-02	110	0.80
	STRT-03	60	0.44
	STRT-04	27	0.20
	PLSUL-11	104	0.76
Duplicados	DC	343	2.50
	DG	342	2.49
	DF	343	2.50
Blancos	BG	345	2.51
	BF	343	2.50
Muestras de QAQC	Total MC	2,061	15.01
Total de Muestras		13,735	100

**Límites de Detección (LD).** Se adjunta los límites prácticos empleados en los laboratorios geoquímicos, ver Tabla 15:

Para LQM son:

**Tabla 16**

*Límites de detección del laboratorio*

Límite de Detección – LQM SMEB					
Elemento	Ag oz/t	Pb %	Zn %	Fe %	Cu %
LD min	0.28	0.01	0.01	0.01	0.01
LD max	80	15	15	15	15

Para la evaluación de la exactitud, se incorporará un programa de muestreo de chequeo externo (5.0% del total de muestras), siendo enviadas al laboratorio ALS Perú S.A (ALS).

**4.2.6. Evaluación de Precisión (Programa de Ore Control 2019)**

En la evaluación de precisión se evalúa gemelos, gruesos y pulpas, los pares de muestras debe quedar fuera del campo delimitado por la línea  $y=x$  y la hipérbola  $y^2=m^2x^2+b^2$ , con pendiente  $m$  de la asíntota calculada para  $b=0$  y errores relativos (ER) según el tipo de muestra:

- ✓ Muestras gemelas: ER = 30% ( $m=1.35$ )
- ✓ Duplicados gruesos: ER = 20% ( $m=1.22$ )
- ✓ Duplicados de pulpa: ER = 10% ( $m=1.11$ )

La tasa máxima de errores (TE) = 10% para cada tipo de duplicados. En SMEB se considera que la tasa de error para los duplicados de campo será considerada hasta un máximo 20% (Por ser un tipo de depósitos de reemplazamiento y las venillas con mineral se presentan en varios sistemas).

La precisión de los duplicados de campo (DC) son aceptables para el Cu con T.E (15.7%), Ag (9.0%) y Au (5.5%); se encuentran dentro de los límites permitidos.

La precisión de los duplicados gruesos (DG) presentan valores aceptables, con tasas de error bajas y dentro de los límites permitidos para Cu (0.3%), Ag (0.6%) y Au (0.3%). La precisión de los duplicados gruesos (DF) presentan valores aceptables, con tasas de error bajas y dentro de los límites permitidos para Cu (0.3%), Ag (0.6%) y Au (0.9%). En la tabla 1.3 se presenta resultados de precisión

**Tabla 17**

*Evaluación de la Precisión – laboratorio Colquijirca (SMEB)*

Duplicados		Elemento	Cantidad	Muestra Fallida	Tasa de Error % (TE)
Duplicado Campo	DC	Cu	343	54	15.7
		Ag	343	31	9.0
		Au	343	19	5.5
Duplicado Grueso	DG	Cu	342	1	0.3
		Ag	342	2	0.6
		Au	342	1	0.3
Duplicado Fino	DF	Cu	343	2	0.6
		Ag	343	3	0.9
		Au	343	3	0.9

#### 4.2.7. Evaluación de Exactitud (Programa de Ore Control 2019)

Evaluado mediante la inserción de estándares con los gráficos Shewhart preparados para cada estándar y para cada elemento evaluado.

Para los niveles de evaluación, se considera lo siguiente:

- ✓ Si el sesgo es  $< 5\%$ , se considera Aceptable.
- ✓ Si el sesgo se encuentra entre  $5\%$  y  $10\%$ , se considera cuestionable.
- ✓ Si el sesgo es  $> 10\%$ , se considera inaceptable.

Durante el periodo, se evaluaron 345 estándares, que representan una tasa de inserción de 2.5%. Los estándares insertados fueron STRT-01, STRT-02, STRT-03, STRT-04 y PLSUL-11 insertados para la perforación realizada en Marcapunta Norte.

En Tabla 17 se presenta los resultados para cada MRC, sesgo inicial y muestras fuera de control para cada estándar. Además, se presenta la evaluación de la exactitud con los sesgos generalmente dentro de los límites permitidos menores a 5.0%.

**Tabla 18**

*Evaluación de la exactitud – laboratorio Colquijirca (SMEB)*

Elemento	N° Estándares	Sesgo Inicial						Conclusiones	
		Cu %	M FC	Ag %	M FC	Au ppm	M FC		
STRT-01	44	1.19	1	-	6.61	0	-0.78	3	Adecuado para Cu y Au valores normales, Ag subestimada
STRT-02	110	2.94	55	-	2.91	0	4.28	36	Adecuado para Cu, Ag y Au
STRT-03	60	0.4	0	-	4.69	0	5.61	15	Adecuado para Cu y Ag. Sobrestimado para Au
STRT-04	27	-	0.66	-	0.4	0	-8.42	24	Adecuado para Cu y Ag. Subestimado para Au
PLSUL-11	104	0.65	0	-	2.51	0	-0.56	1	Adecuado para Cu, Ag y Au
Total Estándares					345				

#### 4.2.8. Evaluación de Contaminación

En la evaluación de la contaminación, se asume la existencia de un nivel significativo de contaminación, si el valor de los blancos gruesos excede en cinco veces el límite de detección (LD) en una proporción de 5% de los blancos no produce una contaminación cruzada significativa.

Existe contaminación cuando: Tasa de Contaminación (TC)= < 5% para todos los blancos.

Durante este periodo, fueron evaluados un total de 345 blancos gruesos (BG) y 343 blancos finos (BF), determinándose lo siguiente:

En los blancos gruesos y finos, no se presentó contaminación cruzada. Los valores indican que no hubo contaminación en el análisis de muestras para el Cu, Au y Ag (Tabla 18)

**Tabla 19**

*Evaluación de la Contaminación – laboratorio Colquijirca (SMEB)*

Muestras de Control	Elemento	N° Muestra	Muestras Contaminadas	Tasa de Contaminación (T.A) %	
Blanco fino	BF	Cu	343	0	0.00
		Ag	343	0	0.00
		Au	343	0	0.00
Blanco grueso	BG	Cu	345	0	0.00
		Ag	345	2	0.58
		Au	345	0	0.00

#### **4.2.9. Resultado Objetivo 3; Evaluación de Precisión Chequeo externo**

##### **QA/QC (Laboratorio SMEB - ALS PERU)**

El presente trabajo tiene por finalidad informar sobre la evaluación de las muestras de chequeo externo (CS) enviadas al laboratorio ALS Perú S.A (ALS).

**Muestras de chequeo externo – Ore control.** Durante este periodo, se seleccionaron 210 muestras de chequeo externo (incluidas los duplicados finos, estándares y blancos finos). Como laboratorio primario es SMEB y para el chequeo externo las muestras fueron enviadas y analizadas en el Laboratorio ALS para la evaluación respectiva (Tabla 22)

Las muestras de chequeo externo son MKN-0841 hasta MKN-1050

**Tabla 23***Avances de inserción de muestras*

Muestras de QAQC (MC)	Nº Muestras	Porcentaje de Inserción QAQC (%)
Pulpas Originales	189	90.00
ST	6	2.86
DF	10	4.76
BF	5	2.38
Total de CS	210	100.00

**Evaluación de las muestras de chequeo externo.** Durante este periodo fueron evaluadas 189 muestras (con 21 muestras de control con la finalidad de evaluar la precisión, exactitud y contaminación analíticas en el laboratorio secundario). Las leyes de estas muestras fueron comparadas con las leyes reportadas por ALS Perú S.A.

Las muestras de chequeo externo o verificación (o duplicados de pulpas externas), que son divisiones secundarias de muestras finalmente preparadas, analizadas rutinariamente por el laboratorio primario, reenviadas a un laboratorio secundario, con un número diferente de muestra; estas muestras deben utilizarse para estimar la exactitud del análisis, junto con los estándares.

Para evaluar los duplicados de pulpas externos comúnmente se construyen gráficos de dispersión X-Y, en los que se plotean los resultados de dichos duplicados en el eje Y, y de las muestras originales en el eje X, y posteriormente se representa la curva de regresión lineal entre ambas series. Con este fin, se recomienda utilizar el método de Reducción al Eje Mayor (*Reduction to Major Axis*, o *RMA*; Sinclair, 1999), que ofrece un ajuste insesgado de las dos series de resultados, mediante un procedimiento matemático que trata ambas series como independientes entre sí.

En este caso, el sesgo  $Sp-s$  del laboratorio primario con relación al secundario es calculado del siguiente modo:

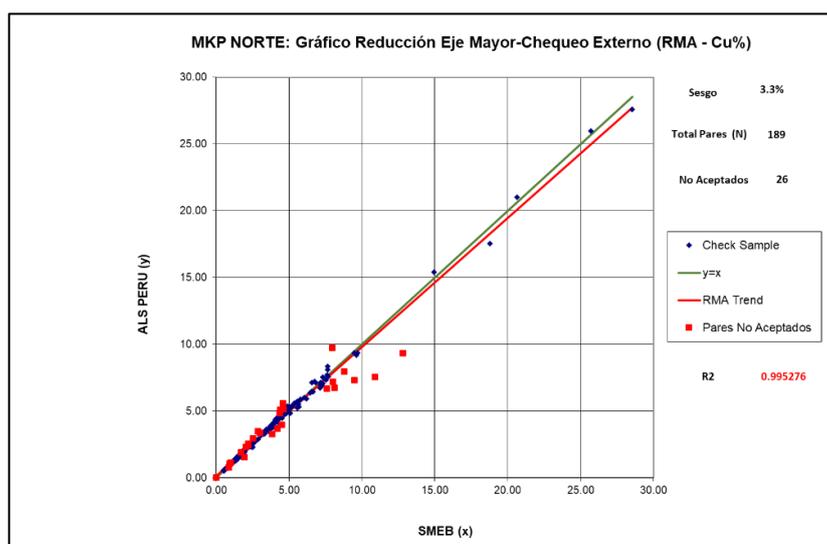
$$Sp-s (\%) = 1 - P_{RMA}$$

Donde  $P_{RMA}$  es la pendiente de la curva de regresión obtenida por el método RMA.

En el gráfico de chequeo externo para el Cu, se observa 26 pares no aceptados o muestras fallidas y un sesgo de 3.3%, estos valores indican sobre estimación Aceptable entre el laboratorio SMEB y ALS (Figura 107). SMEB 2021

**Figura 112**

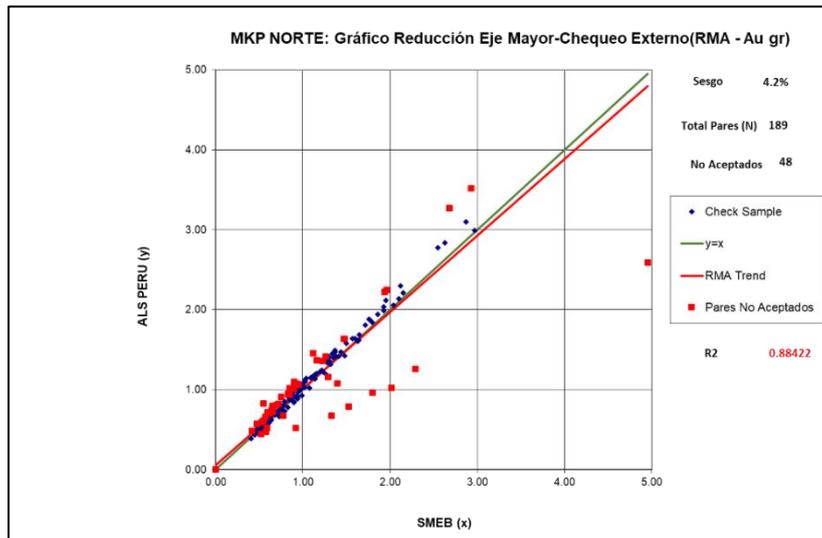
*Gráfico de Reducción del Eje Mayor –Chequeo Externo Cu*



En el caso del Au, el comportamiento es similar, se observa 48 pares no aceptado o muestra fallida y un sesgo de 4.2%, estos valores indican una sobre estimación Aceptable entre el laboratorio SMEB y ALS (Figura 108). SMEB 2021

### Figura 113

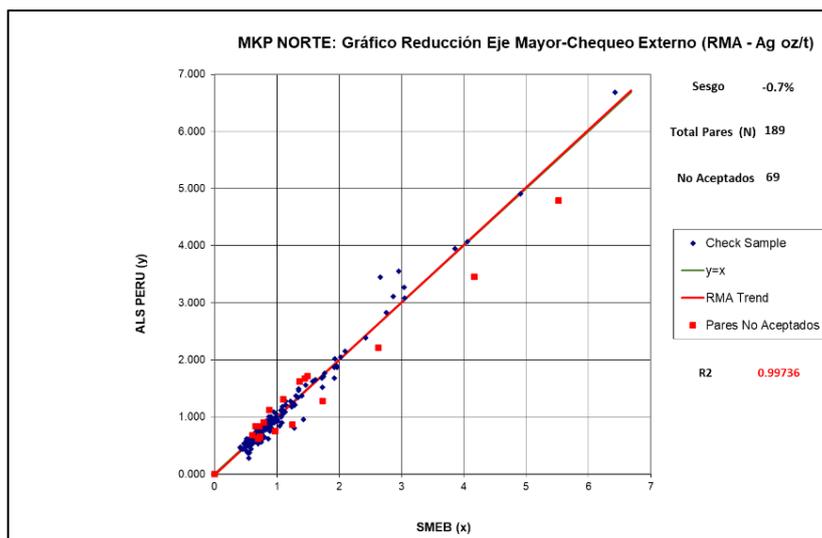
Gráfico de Reducción del Eje Mayor –Chequeo Externo Au



En el caso de la Ag, el comportamiento es similar, se observa 69 pares no aceptado o muestra fallida y un sesgo de -0.7%, estos valores indican una sub estimación Aceptable entre el laboratorio SMEB y ALS (Figura 109). SMEB 2021

### Figura 114

Gráfico de Reducción del Eje Mayor –Chequeo Externo Ag



El total de muestras o pares evaluados (N) es 189 pulpas. Inicialmente los sesgos de comparación entre laboratorios para Cu, Au y Ag son 3.3%, 4.2% y -0.7% respectivamente (Tabla 23). Después de excluir los Pares No Aceptados (PNA), los gráficos RMA indican un ajuste para Cu, Au y Ag entre los resultados obtenidos por ALS, reflejados en los valores no aceptados del coeficiente de determinación R<sup>2</sup> entre 0.9841, 0.8323 y 0.9678 respectivamente con un sesgo Cu 1.3%, Ag -6.3% y Au -2.8% (Tabla 24). Estas muestras presentan una adecuada exactitud analítica del laboratorio para Cu, Ag y Au.

**Tabla 24**

*SMEB - Parámetros RMA - Todas las Muestras*

Elemento	R <sup>2</sup>	N (total)	Pares	m	Error (m)	b	Error (b)	Sesgo (%)
Cu%	0.9841	189	189	0.9675	0.0089	0.1231	0.1343	3.3
Au ppm	0.8323	189	189	0.9583	0.0285	0.0574	0.0454	4.2
Ag oz/t	0.9678	189	189	1.0071	0.0131	-0.0201	0.0370	-0.7

**Tabla 25**

*SMEB - Parámetros RMA - Pares No Aceptados (PNA, Muestras Excluidas)*

Elemento	R <sup>2</sup>	Aceptados	PNA	PNA %	m	Error (m)	b	Error (b)	Sesgo (%)
Cu%	0.9973	163	26	14%	0.9871	0.0038	0.0909	0.0615	1.3
Au ppm	0.9923	141	48	25%	1.0628	0.0068	-0.0318	0.0088	-6.3
Ag oz/t	0.9963	120	69	37%	1.0285	0.0045	-0.0218	0.0129	-2.8

### **4.3. Prueba de hipótesis**

#### **4.3.1 Hipótesis general**

Si se evalúa el sistema de aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta norte, entonces se puede prevenir y detectar los errores en el muestreo:

En la evaluación del sistema aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina en el lapso de un año, se cumplió adecuadamente el protocolo para realizar la evaluación de la precisión, la exactitud, la contaminación, y considerando los límites de detección empleados en los laboratorios de cada uno de los elementos, se obtiene en todos los casos la tasa de error es aceptable. Con todas las investigaciones realizadas se ha determinado que efectivamente se puede prevenir y detectar los errores de muestreo de sondajes en la mina Marcapunta norte. Por tanto, se demuestra que se cumplió la hipótesis planteada.

#### **4.3.2 Primera Hipótesis específica**

Si se determina el ratio de inserción de controles de calidad, del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC se puede detectar los errores en el muestreo:

Parte de las operaciones de inserción de muestras QA/QC son realizadas en la unidad minera y las restantes en las instalaciones del laboratorio primario, por personal técnico del contratista validador y certificador QA/QC, bajo la directiva de creación de batch.

Un batch (Lote regular) está formado por 40 muestras, de las cuales las muestras son ordinarias 34 y 6 muestras de control, de los cuales el 15% son de muestras de control de acuerdos procedimientos establecidos en la mina.

Cuando se inserten los duplicados de campo, gruesos o finos, primero se determina las zonas de mineral, desmonte o mixta-contacto. Luego, de verificar el material.

La inserción de muestras de QA/QC en el periodo de un año para un total de 2,061 muestras, lo que representa el 15 % de inserción de muestras, con los cuales monitorearon y se detectaron los errores. Se demuestra que se cumplió con la hipótesis planteada.

#### **4.3.3 Segunda Hipótesis específica**

Si se analiza la precisión, exactitud y contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras obtenidas en mina Marcapunta Norte se puede detectar los errores de muestreo:

La evaluación de la precisión se realiza con gemelos, gruesos y pulpas. Demostrando que las precisiones del duplicado son aceptables para el cobre, plata y oro porque se encuentran dentro de los límites permitidos.

La evaluación de la exactitud se realiza mediante la inserción de estándares con los gráficos Shewhart preparados para cada estándar y para cada elemento evaluado y en todos los casos resultan adecuados para el cobre, el oro y plata.

En la evaluación de la contaminación, se asume la existencia de un nivel significativo de contaminación, determinándose que, en los blancos gruesos y finos, no se presentó contaminación cruzada. Los valores indican que no hubo contaminación en el análisis de muestras para el Cu, Au y Ag.

Todos estos resultados demuestran que se cumplió con la hipótesis planteada.

#### **4.4. Discusión de Resultados**

##### **Discusión 1:**

En el trabajo de investigación se evaluó los resultados de control de calidad para garantizar que, en el muestreo de testigos de perforación diamantina, se alcance un grado aceptable de calidad, minimizando y eliminando las fuentes de error y monitoreando todas estas actividades, utilizando el principio del reconocimiento de patrones. Mediante la preparación de gráficos especializados se determinó el nivel de calidad aceptable de 75%, obteniéndose de todos ellos valores aceptables para el cobre, plata y oro de para la mina Marcapunta norte. Estos resultados coinciden con (Ordinola, 2021), la cual señala que totalidad de los valores analizados son precisos, exactos, libre de contaminación y representativos del yacimiento aproximadamente al 1% y el estudio realizado es menor al 5%.

##### **Discusión 2:**

En el trabajo de investigación se evaluó la precisión en Mina Marcapunta Norte (Ore Control 2019), la tasa de error (TE) para los duplicados de campo para el Cu (15.7%), Ag (9.0%) y Au (5.5%) este valor se encuentra dentro del límite permitido. Estos resultados están cercanos a lo encontrado por (Zeballos, 2019) donde demuestra que, en la precisión, la tasa de errores de los resultados de las Muestras Gemelas o Duplicados de Campo, Duplicados Gruesos o Duplicados de Preparación y Muestras Interlaboratorio fue menor a 10% y nuestro estudio son menores al 5%

## CONCLUSIONES

1. Se determinó el ratio de inserción de controles fue de 15% del total de muestras provenientes de sondajes diamantinos, lo cual participaron de dicha evaluación.
2. Se analizó la precisión en Mina Marcapunta Norte (Ore Control 2019), donde la tasa de error (TE) para los duplicados de campo para el Cu (15.7%), Ag (9.0%) y Au (5.5%) este valor se encuentra dentro del límite permitido. La precisión de los duplicados finos (DF) y duplicados gruesos (DG) se encuentra dentro de límites permitidos, con tasas de error menor a 0.9% para todos los elementos evaluados, y pueden ser usados en la estimación de recursos. Los estándares STRT-01, STRT-02, STRT-03, STRT-04 y PLSUL-11 presenta una adecuada exactitud y sesgos por debajo del 5.0% para los elementos Cu, Au y Ag, Excepto el estándar STRT-01 presenta un sesgo inicial para Ag (-6.61%) sobre estimado y el estándar STRT-04 presenta un sesgo inicial para Au (-8.42) subestimado. No presenta contaminación cruzada para los blancos finos y gruesos (Tasa de contaminación TA = 0%).
3. La evaluación de las muestras de chequeo externo presenta buena precisión de análisis para Cu (-2.9%) y Au (-1.0%), con sub estimación en Ag (-9.1%). Al quitar los Pares No Aceptados (PNA) se tiene una mejora en el sesgo Cu (-2.7%) y Au (0.7%); pero para la Ag se mantiene el sesgo sub estimado (-6.2%), se recomienda mejorar precisión y exactitud analítica para laboratorio ALS PERU. El número de Pares No Aceptados para Cu y Au es aceptable (6% y 8% respectivamente); para el Au supera el 27% de PNA lo cual requiere continuar mejorando la exactitud y precisión de análisis de laboratorio ALS PERU.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar con las evaluaciones de precisión, contaminación y exactitud en tiempo real. Realizar las correcciones del caso según nuestro procedimiento interno, verificaciones de mix-up (confusión de muestras), muestras fallidas, etc. aplicando el re análisis de muestras vecinas o evaluación del total del lote.
2. Validar los resultados analíticos del laboratorio Actlabs versus el laboratorio ALS con un 5% del total de muestras. Además, incorporar programas de calibración de equipos de AAS y auditorías del laboratorio químico de SMEB.
3. Para mejorar la evaluación de la aseguramiento y control de calidad se recomienda realizar estudios de microscopia, lo cual ayudaría a mejorar los criterios de muestreo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

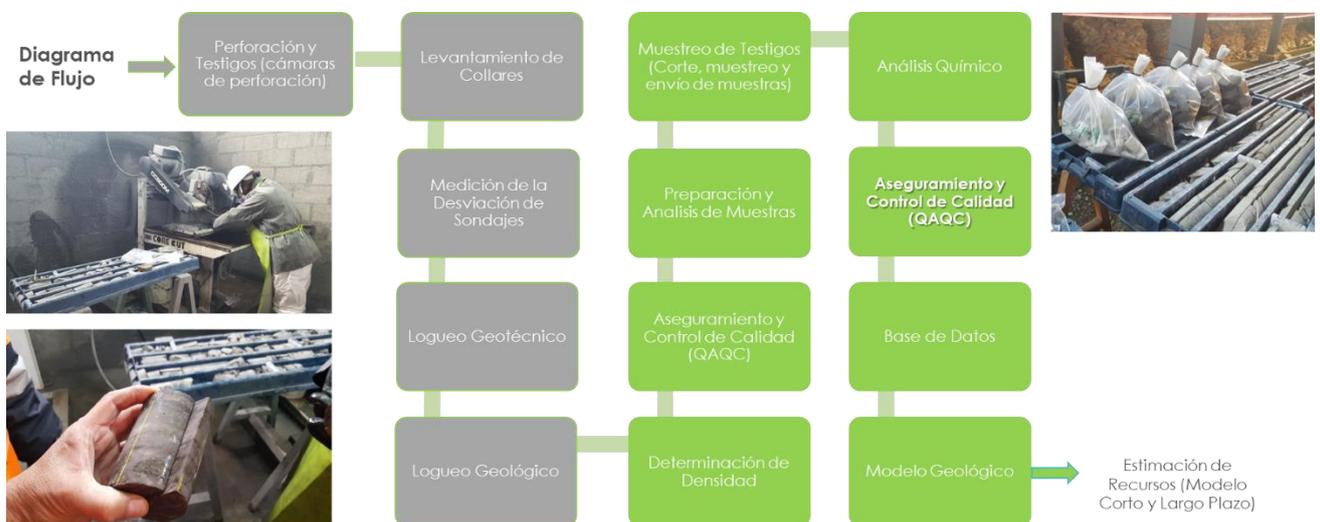
- Ángeles, C., 1993, Geología de Colquijirca y alrededores. Informe privado Sociedad Minera El Brocal S.A.
- Angeles C. (1999). Los sedimentos Cenozoicos de Cerro de Pasco: Estratigrafía, Sedimentación y Tectónica. Bol. Soc. Geol. Perú, Vol. Jubilar, 5.
- Acevedo, J. (2017). *Inteligencia de Negocio en Aseguramiento y Control de Calidad para la Exploración Minera*". [Tesis de Ingeniero, Universidad Gabriela Mistral de Chile]. Repositorio Institucional.
- Committee, Australasian Joint Ore Reserves. (2016). The JORC Code. "The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists, and The Minerals Council of Australia (JORC)". Australia.*
- Condori, J y Pacco, A. (2019). *Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en ensayos por vía seca, para mejorar la confiabilidad de resultados de laboratorio químico de minerales. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional San Agustín]. Repositorio Institucional*
- Matulic Ríos, M. N. (2015). *Beneficios económicos asociados a la implementación de la metodología QA/QC en perforación de operación, Los Bronces [Tesis de Licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional.*
- Ordinola (2021). *Implementación del Sistema QA/QC en Muestras de Core de Sondajes Diamantinos del Proyecto Sami - Ayacucho. [Tesis de Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional*
- Zapata J. (2019). Protocolo QA/QC Evaluación Muestras de Control 2019. Sociedad Minera El Brocal SMEB.

## **ANEXOS**

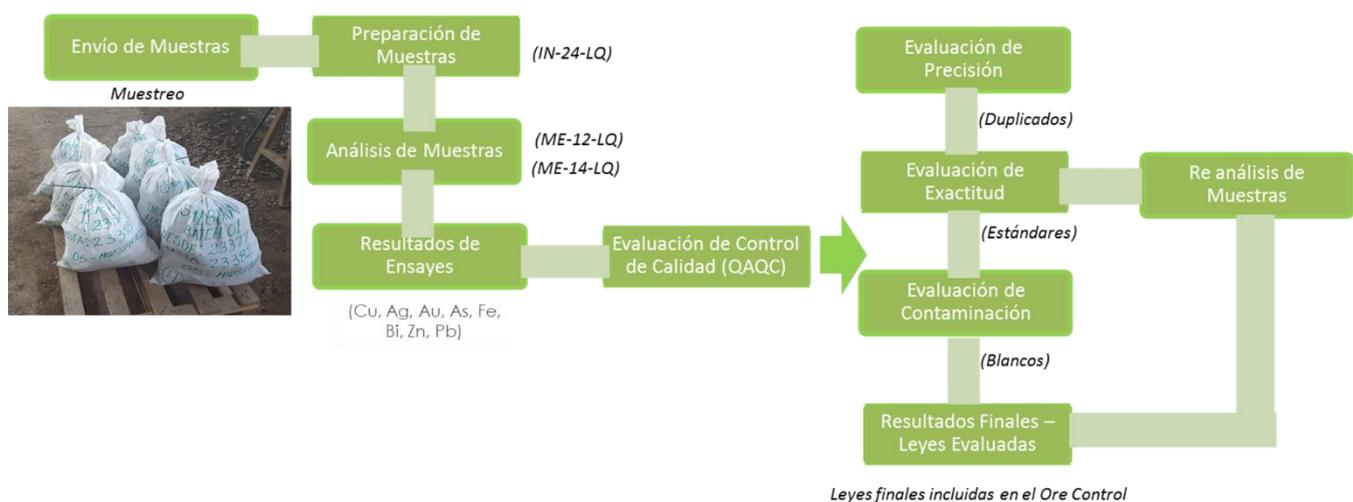
## Anexo 1: Instrumento de Recolección de Datos

<b>Mina:</b>	Marcapunta		
<b>Realizado por:</b>	Sociedad Minera El Brocal S.A.	<b>Proyecto:</b>	Ore Control
<b>Sistema de coordenadas:</b>	Locales	<b>Tipo Muestreo:</b>	Sistemático / Cada 2 metros
<b>Periodo:</b>	2021	<b>Peso:</b>	0.5 a 2.0 Kg / muestra
<b>Etiqueta:</b>	Código de muestra	<b>Línea Perforación:</b>	NQ

### Procedimiento de perforación, muestreo, análisis y estimación de recursos.



### Procedimiento de evaluación QA/QC



## Sondajes ore control / exploraciones ejecutadas 2021 - Lista Sondajes Analizados en Laboratorio Colquijirca (SMEB)

Sondaje	Longitud (m.)	Muestras Control	Muestra Comun	Total Muestras	Sondaje	Longitud (m.)	Muestras Control	Muestra Comun	Total Muestras
OC-01-20	149.6	17	97	114	OC-268-19	20.2	2	12	14
OC-02P-20	50.3	6	32	38	OC-269P-19	30.1	4	21	25
OC-03P-20	40.1	5	25	30	OC-270-19	111.1	13	68	81
OC-04P-20	45	7	31	38	OC-270P-19	35	4	21	25
OC-05-20	140.7	15	85	100	OC-271-19	80.5	10	50	60
OC-06-20	97.45	10	56	66	OC-272-19	131.45	15	80	95
OC-07-20	146.7	16	88	104	OC-273P-19	50.35	6	33	39
OC-10-20	92.5	11	59	70	OC-274-19	86.8	9	53	62
OC-109P-19	51	5	30	35	OC-275-19	70.6	8	45	53
OC-110P-19	71.35	5	37	42	OC-275P-19	45.65	5	29	34
OC-111P-19	91.15	7	53	60	OC-276P-19	60.3	6	36	42
OC-165P-19	25	3	16	19	OC-277P-19	110.9	12	67	79
OC-184P-19	25.25	3	15	18	OC-278-19	110.1	13	69	82
OC-185P-19	40	6	25	31	OC-34P-20	35	4	22	26
OC-206-19	130.6	13	79	92	OC-35P-20	20.35	3	14	17
OC-207-19	60.1	6	39	45	OC-36P-20	9	1	5	6
OC-207P-19	30	3	20	23	OC-37P-20	35	4	24	28
OC-208-19	95.1	11	58	69	OC-38P-20	40.15	4	27	31
OC-208P-19	30.1	3	19	22	OC-39P-20	35.2	4	25	29
OC-209-19	55.25	4	33	37	OC-40P-20	25	3	17	20
OC-209P-19	35	5	21	26	OC-41P-20	8.05	1	7	8
OC-210-19	50.9	5	31	36	OC-42P-20	15.3	2	9	11
OC-210P-19	35.05	4	23	27	OC-43P-20	21.6	4	16	20
OC-21-20	132.7	12	78	90	OC-44P-20	45.9	5	26	31
OC-22-20	148.5	15	86	101	OC-45P-20	88.5	11	55	66
OC-224P-19	70.05	7	44	51	OC-46P-20	16	2	9	11
OC-231-19	15.05	2	8	10	OC-47P-20	35.05	4	22	26
OC-231P-19	25.05	3	17	20	OC-48P-20	60.25	7	37	44
OC-23-20	140.3	13	86	99	OC-49-20	54.95	6	33	39
OC-232-19	25.2	3	18	21	OC-50-20	70.1	8	44	52
OC-232P-19	20.1	2	13	15	OC-51P-20	37.8	4	24	28
OC-236-19	103.55	10	64	74	OC-52-20	45.05	5	30	35
OC-24-20	146.2	13	83	96	OC-53-20	80.15	9	46	55
OC-244P-19	15.4	1	8	9	OC-54-20	45	4	26	30
OC-245P-19	20.15	2	13	15	OC-55-20	80	9	48	57
OC-246P-19	20.2	3	12	15	OC-56-20	55.1	6	34	40
OC-247P-19	25.2	2	15	17	OC-57-20	100.15	10	62	72
OC-248P-19	26.05	3	15	18	OC-58-20	45.7	5	27	32
OC-249P-19	45.55	5	27	32	OC-59-20	70.05	6	40	46
OC-250P-19	45.05	6	30	36	OC-60P-20	35	4	23	27
OC-251P-19	60	7	41	48	OC-61P-20	55	6	35	41
OC-25-20	180.25	17	104	121	OC-62-20	65.25	8	40	48
OC-252P-19	110.15	12	69	81	OC-63-20	35.6	6	23	29
OC-253P-19	70.3	8	41	49	OC-64P-20	35.1	3	20	23
OC-254P-19	60.4	7	38	45	OC-65P-20	60.05	6	36	42
OC-255-19	80	10	48	58	OC-66-20	60.05	8	37	45
OC-255P-19	60	9	38	47	OC-67P-20	45.3	6	28	34
OC-256P-19	103.45	12	67	79	OC-68-20	60.3	7	37	44
OC-257P-19	55	7	36	43	OC-69-20	31.6	4	20	24
OC-258-19	100	12	59	71	OC-71P-20	75.35	9	46	55
OC-258P-19	50.1	6	31	37	OC-72P-20	40.1	3	26	29
OC-259P-19	55.75	6	36	42	OC-74P-20	35.3	3	20	23
OC-260P-19	71.1	5	39	44	OC-75P-20	70.6	6	39	45
OC-261P-19	60.4	5	35	40	OC-77P-20	50.9	4	30	34
OC-262-19	96.35	9	58	67	OC-82-20	13.1	1	9	10
OC-263P-19	40.15	6	25	31	OC-82P-20	20	2	15	17
OC-264-19	123.6	12	70	82	OC-83-20	13.5	1	7	8
OC-265P-19	15.55	2	9	11	OC-84P-20	16	2	9	11
OC-266P-19	45.35	4	27	31	OC-85-20	13	2	8	10
OC-267P-19	30.2	2	17	19					
<b>Total Metros</b>	<b>7,029.15</b>				<b>Total Muestras</b>				<b>5,057</b>

## Lista Sondajes Analizados en Laboratorio ALS Perú SA (LIMA)

Sondaje	Longitud (m.)	Muestras Control	Muestra Comun	Total Muestras	Sondaje	Longitud (m.)	Muestras Control	Muestra Comun	Total Muestras
G1-480-19	133.05	22	124	146	OC-142-20	74.85	9	48	57
G2-490-19	155.4	32	182	214	OC-145P-20	45.9	6	25	31
G4-490-19	131.2	27	157	184	OC-146P-20	71.05	7	39	46
G6-490-19	164.1	33	195	228	OC-147P-20	18	2	10	12
G7-488-19	78.8	18	99	117	OC-148P-20	43.85	4	25	29
G8-492-19	119.6	26	145	171	OC-150P-20	50.4	4	29	33
OC-08P-20	87.9	12	53	65	OC-151P-20	55.6	6	31	37
OC-09P-20	57.4	5	33	38	OC-152P-20	13.4	1	9	10
OC-100P-20	15.4	1	8	9	OC-153-20	13.4	1	7	8
OC-101-20	50.6	4	31	35	OC-153P-20	14.2	2	8	10
OC-102-20	40.7	3	25	28	OC-154-20	13.7	1	8	9
OC-103P-20	20	3	13	16	OC-154P-20	13.7	2	8	10
OC-104-20	40.15	6	26	32	OC-155P-20	12	2	7	9
OC-105-20	31.1	3	17	20	OC-15P-20	115.9	15	74	89
OC-106-20	51	6	33	39	OC-162P-20	14	1	8	9
OC-107P-20	21.1	1	14	15	OC-163P-20	16.1	1	10	11
OC-108-20	50.65	6	33	39	OC-164P-20	9.6	1	5	6
OC-109P-20	53.45	6	33	39	OC-165-20	13.1	1	8	9
OC-10P-20	45.2	7	28	35	OC-165P-20	8	1	4	5
OC-110P-20	30.35	3	19	22	OC-16P-20	72.1	8	43	51
OC-111P-20	45.6	4	31	35	OC-17-20	70.6	8	44	52
OC-113-20	80	7	52	59	OC-173A-20	18	2	11	13
OC-113P-20	40.1	5	25	30	OC-173P-20	35	3	22	25
OC-115-20	80.1	8	48	56	OC-174-20	35.3	3	21	24
OC-116-20	93	11	56	67	OC-17P-20	55.6	6	34	40
OC-117-20	80.4	8	49	57	OC-18P-20	66.6	7	40	47
OC-117P-20	44.55	5	29	34	OC-19-20	121.2	14	72	86
OC-118P-20	30.15	3	17	20	OC-20-20	80.1	9	49	58
OC-119P-20	35.7	3	21	24	OC-29-20	35.55	4	23	27
OC-11P-20	55.25	5	32	37	OC-69-20	24.5	3	15	18
OC-120P-20	40.2	4	24	28	OC-70-20	20.15	2	12	14
OC-121P-20	35	4	22	26	OC-78P-20	55	5	32	37
OC-12-20	135.4	15	81	96	OC-79P-20	116.8	12	68	80
OC-122P-20	35.4	3	20	23	OC-81-20	173.05	17	107	124
OC-123P-20	30.3	3	18	21	OC-85P-20	16	2	10	12
OC-124P-20	35.3	3	18	21	OC-86P-20	25.2	2	16	18
OC-125P-20	60.3	6	34	40	OC-87-20	15	1	10	11
OC-13-20	80.05	10	47	57	OC-88-20	55.7	4	32	36
OC-135P-20	65.3	8	46	54	OC-89P-20	40	5	25	30
OC-137P-20	15.7	2	11	13	OC-93P-20	8.1	1	6	7
OC-138P-20	15.2	2	9	11	OC-94P-20	12.25	1	8	9
OC-139P-20	15.4	2	11	13	OC-95P-20	10.2	1	6	7
OC-140-20	68.8	8	41	49	OC-96P-20	11.2	1	8	9
OC-140P-20	62.3	7	39	46	OC-97P-20	20	3	12	15
OC-141P-20	182.8	21	105	126	OC-98P-20	12.1	2	7	9
OC-14-20	135.9	14	78	92	OC-99P-20	15.45	1	10	11
					<b>Total Metros</b>	<b>4,812.85</b>	<b>Total Muestras</b>		<b>3,927</b>

# Instrumento- Hoja de Registros de muestreo

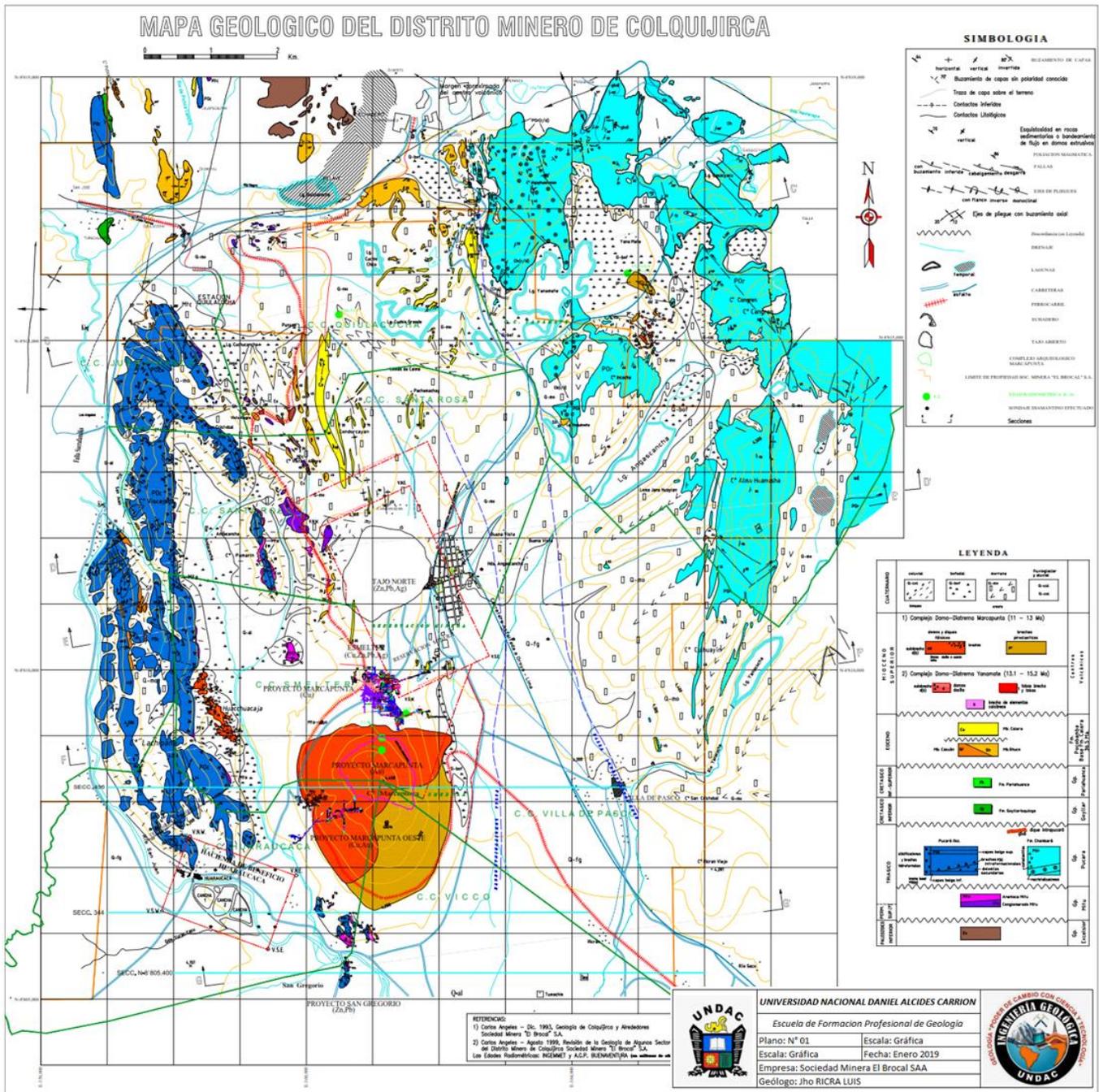
SONDAJE : \_\_\_\_\_ MUESTRERO: \_\_\_\_\_  
 LOTE : \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2018

NUMERO DE MUESTRA	DESDE	HASTA	Intervalo	CONTROL	ORIGINAL
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229671	36.00	32.00			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229672	32.00	34.00			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229673	34.00	35.90			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229674	45.00	44.00			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229675				DC	
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229676	44.00	46.00			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229677	46.00	48.00			
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229678	48.00	50.00		OK DC	
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229679	50.00	52.00			OK DC
Superintendencia General Geologia GEOLOGIA - MNA ESPECIAL MNA 11/01/2019 OCM-0229680				DC	

OC-17-19  
 OC-01-19  
 LT-191002



# Plano geológico de la mina Colquijirca



## Anexo 2. Procedimiento de validación y confiabilidad

### 1. Datos generales:

**Apellidos y nombres del informante:** Ing. Carlos Hinostroza Galarza

**Cargo o institución donde labora:** Sociedad Minera El Brocal SA

Jefe de Control de Mineral (Geología Subterránea)

**Nombre de instrumento de evaluación:** Hoja de registro de muestreo de perforación diamantina

### 2. Aspectos de Validación:

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				REGULAR				BUENO				MUY BUENO				EXCELENTE			
		0-20				25-40				45-60				65-80				80-100			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Título	Hace referencia al problema mecionado en las variables																		X		
2. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																			X	
3. Objetividad	Esta expresado en conductas obsevables																	X			
4. Actualidad	Está acorde a los cambios en la administración moderna																		X		
5. Organización	Existe una organización lógica																			X	
6. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y lógica																			X	
7. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos de la gestión de procesos																			X	
8. Consistencia	Basados en aspectos teóricos científicos																			X	
9. Coherencia	Entre los indicadores y las dimensiones																			X	
10. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																			X	

### 3. Opinión de Aplicabilidad

El instrumento evaluado cumple con lo requerido para la investigación, registra el proceso de muestreo e inserción de las muestras de control para su posterior ensaye

lo cual nos ayuda a ubicar espacialmente las muestras para una posterior estimación de recursos.

#### 4. Promedio de Valoración

El resultado promedio de la evaluación resulta 92.

Cerro de Pasco, 15/11/2022

04065854



**CARLOS HINOSTROZA GALARZA**  
Jefe de Control Mineral

**LUGAR Y FECHA**

**N° DNI**

**FIRMA DEL EXPERTO**

989084550

**CELULAR**

**Anexo 10: Matriz de consistencia**

**TÍTULO DE TESIS: Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina Marcapunta de Sociedad Minera el Brocal, 2021”**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo evaluar el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte de la Sociedad Minera “El Brocal”, 2021?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluar el aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte de la Sociedad Minera “El Brocal” con la finalidad de detectar y prevenir errores en el muestreo.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENÉRICO:</b> Si se evalúa el sistema de aseguramiento y control de calidad del muestreo de sondajes de la mina Marcapunta Norte, se puede prevenir y detectar los errores en el muestreo..</p>	<p><b>Aseguramiento y control de calidad</b></p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b>  ¿Se puede determinar el ratio de inserción de controles de calidad del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC?  ¿Se puede analizar la precisión, exactitud, contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras de sondajes obtenidas en mina Marcapunta Norte?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b>  a) Determinar el ratio de inserción de controles de calidad, del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC. b) Analizar la precisión, exactitud, contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras de sondajes obtenidas en mina Marcapunta Norte.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICOS:</b>  a) Si se determina el ratio de inserción de controles de calidad, del programa de control y aseguramiento de la calidad QA/QC se puede detectar los errores en el muestreo. b) Si se analiza la precisión, exactitud y contaminación en el muestreo, preparación y análisis químico de las muestras obtenidas en mina Marcapunta Norte se puede detectar los errores de muestreo.</p>	