



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD QA/QC APLICADO AL ANÁLISIS DE MUESTRAS GEOLÓGICAS, PARA MEJORAR EL NIVEL DE CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO, EN LA EMPRESA ANGLO AMERICAN - QUELLAVECO - 2015”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Edgar Daniel Sánchez Salazar
Bach. Jesús Eduardo Sánchez Salazar

Asesor:

Ing. Miguel Aquino Jave

Cajamarca – Perú

2015

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **EDGAR DANIEL SANCHEZ SALAZAR Y JESUS EDUARDO SANCHEZ SALAZAR**, denominada:

**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD QA/QC
APLICADO AL ANALISIS DE MUESTRAS GEOLOGICAS, PARA MEJORAR EL
NIVEL DE CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO, EN
LA EMPRESA ANGLO AMERICAN-QUELLAVECO-2015”**

Ing. Miguel Ulises Aquino Jave
ASESOR

Ing. Victor Eduardo Alvares León
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. José Alfredo Siveroni Morales
JURADO

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana
JURADO

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido lograr mis metas y objetivos, además de su infinita bondad.

Edgar Daniel Sánchez Salazar

A mi Familia.

Quienes me apoyaron y alentaron constantemente en el logro de mis objetivos propuestos.

Jesús Eduardo Sánchez Salazar

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi padre y hermanos por el apoyo brindado en todo momento.

Edgar Daniel Sánchez Salazar

A la Universidad Privada del Norte y a los docentes por darme la oportunidad de realizarme como persona y padre.

Jesús Eduardo Sánchez Salazar

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACION DE TESIS	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE DE CONTENIDOS	IV
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
CAPITULO 1. INTRODUCCION	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del Problema	6
1.3. Justificación	6
1.4. Limitaciones	7
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos	7
CAPITULO 2. MARCO TEORICO	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Bases Teóricas	12
2.3. Definición de Términos Básicos	16
CAPITULO 3. HIPOTESIS	18
3.1. Formulación de la Hipótesis	18
3.2. Operacionalización de Variables	18
CAPITULO 4. MATERIALES Y METODOS	19
4.1. Tipo de Diseño de Investigación	19
4.2. Material	19
4.2.1. Unidad de Estudio	19
4.2.2. Población	19
4.2.3. Muestra	19
4.3. Métodos	20
4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos y análisis de datos	20
4.3.2. Procedimientos	20
CAPITULO 5. DESARROLLO	22
5.1. Diagnostico Situacional	22
5.1.1. Organigrama	25
5.1.2. Marco Estratégico	25
5.1.2.1. Misión	26
5.1.2.2. Visión	26
5.1.2.3. Objetivo	26

5.1.2.4. Análisis Situacional (FODA).....	26
5.1.2.5. Diagrama de Flujo Operativo	28
5.1.3. Información del Área de Estudio	29
5.1.4. Resultados del Diagnostico.....	42
CAPITULO 6. Resultados	46
6.1. Implantación de la Propuesta de Mejora	47
6.2. Resultados de la Implementación	52
CAPITULO 7. Discusión.....	94
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS.....	98
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de valores de aceptación en los blancos.....	2
Tabla 2: Tipos de duplicados de muestra.....	14
Tabla 3: Operacionalización de Variables.....	18
Tabla 4: Total de muestras normales y de control de calidad enviados a ALS en la campaña de perforación 2009.	30
Tabla 5: Rangos de valores de aceptación en los controles blancos.....	31
Tabla 6: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS2.....	35
Tabla 7: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS5.....	36
Tabla 8: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS8.....	39
Tabla 9: Nivel de confianza resultado-laboratorio ALS 2015.....	44
Tabla 10: Análisis del Grado de Satisfacción.....	45
Tabla 11: Métodos de análisis usadas por Quellaveco en ALS.....	49
Tabla 12: Rangos y analitos (LDL & UDL) para MEICP-4.....	49
Tabla 13: Proporción de muestras de control utilizadas en el infill Drilling.....	50
Tabla 14: Estándares (STD) utilizados en la campaña.....	51
Tabla 15: Estándares (STD) utilizados en la campaña.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultados de los blancos en la campaña del 2009(Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009).....	3
Figura 2: Comportamiento del estándar LBS5 en cuanto a CuT, en la campaña 2009 (fuente Anglo American-Quellaveco).....	4
Figura 3: Comportamiento del estándar LBS8 en cuanto a CuT, en la campaña 2009, método de análisis usado Cu AA61-absorción atómica (fuente Anglo American Quellaveco)	5
Figura 4: Acumulación de puntos cerca de los límites de control.....	15
Figura 5: Límites Permisibles para estándares.....	15
Figura 6: Ubicación del Proyecto Quellaveco	24
Figura 7: Organigrama Estructural Área de Geología Anglo American- Quellaveco (Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009)	25
Figura 8: Análisis Situacional	27
Figura 9: Diagrama de Flujo.....	28
Figura 10: Resultados de los blancos en la campaña 2009	32
Figura 11: Duplicados Gruesos analizados por el método de Absorción Atómica (código laboratorio AA61).....	33
Figura 12: A la izquierda: duplicados finos analizados por el método AA61(CuT entre 0 a 1%)	34
Figura 13: Comportamiento del estándar BLS2 en cuanto CuT en la campaña 2009 (Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009).....	35
Figura 14: Comportamiento del estándar LBS5 en cuanto a CuT en la campaña 2009, Método de análisis Cu AA61 Digestión cuatro ácidos "Casi Total" (Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009).....	36
Figura 15: Comportamiento del estándar LBS5 en cuanto a CuT en la campaña 2009. Método del análisis Cu AA62(Digestión cuatro ácidos "Casi Total" sobre límites por defectos de los AA61)	37
Figura 16: Comportamiento del estándar LBS5 en cuanto a Mo en la campaña 2009	38
Figura 17: Comportamiento del estándar LBS8 C en cuanto a CuT, en la campaña 2009, método de análisis usado Cu AA61(Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009)	39
Figura 18: Comportamiento del estándar LBS8 en cuanto a CuT, en la campaña 2009, método de análisis usado Cu AA62 (Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009)	40
Figura 19: Comportamiento del estándar LBS8 en cuanto a Mo, en la campaña 2009 (Reporte QA/QC Anglo American-Quellaveco 2009).....	40
Figura 20: Comportamiento del estándar LBS8 en cuanto a Mo, en la campaña 2009, comparación análisis de ALS vs Geolaquim (Reporte QA/QC Anglo America-Quellaveco 2009).....	41
Figura 21: Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa), Área de geología.....	42
Figura 22: Nivel de confianza resultado-laboratorio ALS 2015.....	44
Figura 23: Grado de Satisfacción de los resultados	45
Figura 24: Esquema de la Implementación de la Propuesta	47
Figura 25: Despacho a Análisis.....	53
Figura 26: Reporte de Etiquetas para Muestra de Análisis	54
Figura 27: Código de Etiquetas en Código de Barras.....	55
Figura 28: Interfaz de Visualización	55
Figura 29: Despacho de Análisis.....	56
Figura 30: Despacho de Preparación	57
Figura 31: Despacho de Preparación	57
Figura 32: Despachar y Re etiquetar Muestras	59
Figura 33: Reporte de Despacho de Analisis.....	60

Figura 34: Guía de Solicitud de Análisis	61
Figura 35: Guía de Solicitud de Preparación	62
Figura 36: Hoja de Reporte de Despacho en Código de Barras	62
Figura 37: Exportar a Formato PDF	63
Figura 38: Importador del Archivador del Archivo CVS	63
Figura 39: Pre Visualización de los Archivos Distribuidos	64
Figura 40: Importador del Archivo CVS	65
Figura 41: Importación Satisfactoria	65
Figura 42: Importación con Error.....	66
Figura 43: Aceptar o Rechazar Análisis por Despacho	67
Figura 44: Aceptar o Rechazar Análisis por Despacho	68
Figura 45: Ranks especificados en la Tabla ASSAYTYPE	69
Figura 46: Embudo.....	69
Figura 47: Sección Filtros.....	70
Figura 48: Flecha Verde.....	70
Figura 49: Order By.....	70
Figura 50: Best Assay text	71
Figura 51: Icono Embudo	71
Figura 52: Sección Filtros.....	72
Figura 53: Flecha Verde.....	72
Figura 54: Order By.....	73
Figura 55: CORPASSAYTRAN.....	74
Figura 56: Icono Embudo	74
Figura 57: Sección Filtros.....	74
Figura 58: Flecha Verde.....	75
Figura 59: Order By.....	75
Figura 60: Resultados de las Leyes de la Muestras de Control	76
Figura 61: Icono Embudo	77
Figura 62: Sección Filtros.....	77
Figura 63: Flecha Verde.....	77
Figura 64: Order By.....	78
Figura 65: Duplicates By Dates.....	79
Figura 66: Grafico de Dispersión.....	80
Figura 67: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 (R2=0.99)	81
Figura 68: Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA62	82
Figura 69: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 (R2=0.99)	83
Figura 70: Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA 62 +90% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 25\%$ error (Manual GTS032)	84
Figura 71: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 (R2=0.99)	85
Figura 72: Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA62 100% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 20\%$ error (GTS032)	85
Figura 73: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 (R2=0.99).....	86
Figura74:Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA62 100% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 10\%$ error (GTS032)	87
Figura 75: Control Chart, comportamiento de ST2 (COMP2) 0.332%CuT. Lotes con que tuvieron muestras erradas, fueron enviados a re análisis.....	88

Figura 76: Control Charta, comportamiento de ST3(COMP3) 0.706%CuT.No se tuvieron resultados fuera de 3SD	89
Figura 77: Control Charta, comportamiento de ST4(COMP4) 1.093%CuT. Se tuvo un resultado bajo 3SD por lo que se solicitó reanalizar e lote completo	90
Figura 78: <i>Control Chart</i> , comportamiento de ST2 (COMP2)	91
Figura 79: Control Chart, comportamiento de ST3 (COMP3)	92
Figura 80: Control Chart, comportamiento de ST4 (COMP4)	93

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC en el análisis de muestras geológicas, para aumentar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio, en la empresa Anglo American-Quellaveco, el proyecto se ha desarrollado con la recopilación de información de la empresa especialmente en la campaña de perforación realizada el 2009. Las cuales ha servido como base indispensable para elaborar este proyecto.

El efecto de la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC tuvo como objetivo la confiabilidad de la información enviada por el laboratorio y el cual es utilizada para la estimación de recurso y reservas.

En el presente trabajo se presenta la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC en el análisis de muestras geológicas para aumentar el grado de confianza de los resultados de laboratorio, y se detallan sus implicaciones en la prevención y detección de errores, con énfasis en el análisis de las muestras.

El efecto de la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC tuvo como resultados, coeficientes de correlación altos para duplicados de grueso y pulpas, además de que los valores de las muestras de referencia reportados por laboratorio se han ajustado a los esperados originalmente sin mayores inconvenientes.

ABSTRACT

This research has the overall objective to determine the effect of implementing a system of quality control QA / QC in the analysis of geological samples to increase the degree of reliability of laboratory results, the company Anglo American-Quellaveco The project was developed by gathering information from the company especially in the drilling campaign on 2009. which has served as an indispensable basis for developing this project.

The effect of implementing a system of quality control QA / QC aimed reliability of the information sent by the laboratory and which is used for the estimation of resources and reserves.

In this paper the implementation of a system of quality control QA / QC in the analysis of geological samples to increase the degree of confidence of laboratory results is presented, and its implications are detailed in the prevention and detection of errors, with emphasis on the analysis of the samples.

The effect of implementing a quality control system QA / QC had the results, high correlation coefficients for duplicates of thick pulps plus the values of the reference samples for laboratory reported have been adjusted to the originally expected without major problems.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Según SRK Consulting (2012), tanto el Muestreo como el Aseguramiento y el Control de la Calidad (QA/QC) apropiados son esenciales durante todos los aspectos del proceso de evaluación de un yacimiento mineral para garantizar que se logre la mayor confiabilidad posible de las estimaciones resultantes con respecto a los recursos y las reservas minerales; la calidad de una estimación depende de la calidad de los datos utilizados.

Según Golder Associates (2013), se desarrollaron e implementaron procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) a fin de garantizar que los datos recogidos sean de calidad aceptable, y que se sigan los procedimientos apropiados (por ejemplo, el manejo de la base de datos, el manejo general de los archivos de la computadora, el control documentario, los procedimientos de revisión de los informes).

Según AMEC (2006), el análisis de datos de control debe hacerse tan simple como sea posible. Esto permite que el proceso se realice muy rápidamente y en tiempo real. Existen otras metodologías más complejas, pero generalmente no son significativamente más fiables. Los resultados de laboratorio también se evaluarán fácilmente usando métodos gráficos.

Según Verástegui Rayo (2006), el ingrediente básico en la nueva concepción del control de calidad es la utilización masiva del método científico y, en concreto, de la estadística, en la planificación de recogida y análisis de los datos necesarios para la toma de decisiones tendentes a mejorar todos los procesos. Un control de calidad del que no se deriven actuaciones constantes para el perfeccionamiento de los sistemas no es un control de calidad verdadero. Por lo que el éxito de este proceso de control de calidad se basa en optimizar recursos apoyándose de tecnología mediante la automatización que permita la eficiencia en los procesos.

Según Martínez (2010), la aplicación de las técnicas estadísticas ha tomado importancia alrededor del control de calidad y la mejora continua, porque si bien es cierto que lo que no se mide no se puede controlar, he aquí la importancia de la aplicación de estas técnicas, sin embargo, el problema radica en la identificación y selección de la técnica para las diferentes características de cada proceso.

Camacho (2007), en base a los resultados que se obtengan de las herramientas estadísticas se procede a proponer un sistema para el control estadístico del proceso mediante la utilización de softwares para la automatización de la construcción y análisis de los gráficos de control son realizadas con el propósito de satisfacer las necesidades de calidad planteadas por las empresas.

Quellaveco es un proyecto minero de propiedad de la empresa británica Anglo American, situado en la provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, en la costa sur del Perú. Será explotado como una mina de tajo abierto, que no sólo producirá cobre, sino también molibdeno en la actualidad se encuentra en una etapa de factibilidad.

Actualmente Anglo American Quellaveco implementa un Control de Calidad no adecuado que incluye controles insertados por el propio laboratorio ALS Chemex, los controles eran enviados a laboratorio conjuntamente con una plantilla Excel, esto permitió omitir los protocolos de preparación y análisis químico debido a que ya sabían la ubicación de las muestras de control. Esto se lo detecta en el gráfico N°1 de control de muestras blancas realizadas en la campaña 2009 y muestra un alto número de contaminación de muestras blancas (6.6%) del total de muestras enviadas.

Tabla n°1. Rangos de valores de aceptación en los blancos

Valores Definidos	Rango CuT	Rango Mo
Normal	<60ppm	< 8ppm
Peligro	>60 y < 90	>8 y <12
Error	>90ppm	>12 ppm

Fuente: Anglo American - Quellaveco

En la tabla N° 1 encontramos los rangos de aceptación de los blancos lo que nos permite observar que en la figura N° 1 el 8% de los blancos tienen valores mayores a 60ppm CuT, y el 7% se encuentran en el mes de Julio, así como se muestra en la figura N° 1.

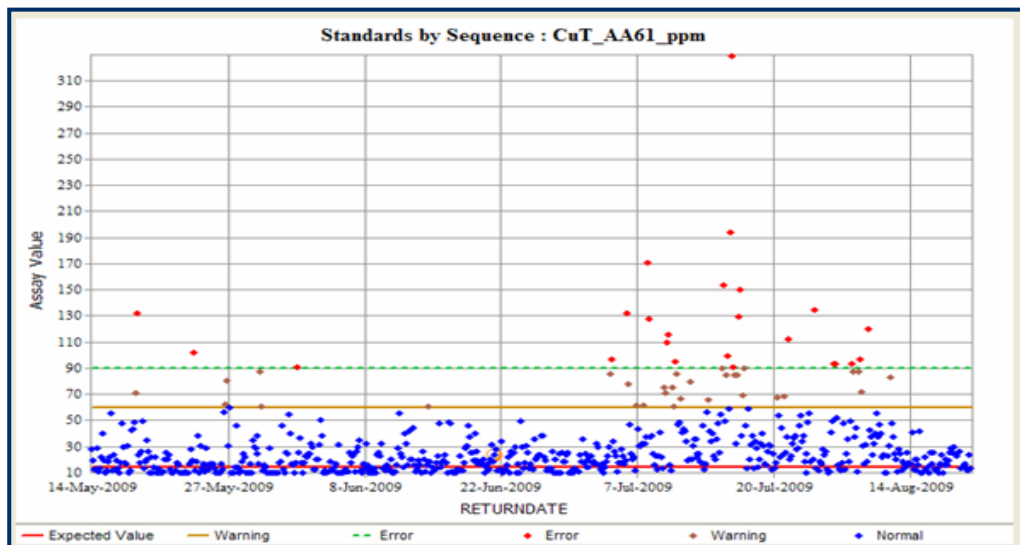


Figura n°1: Resultado de los blancos en la campaña del 2009

Fuente: Anglo American - Quellaveco

En la figura N° 1 se puede observar que en el mes de julio, ALS Chemex tuvo un relajo en la preparación, visto que en toda la campaña la mineralización, el tipo de roca y procedimientos de muestreo fueron los mismos, sin embargo los resultados de los blancos son notoriamente diferentes en este periodo, sin embargo ALS Chemex no aceptó ninguna responsabilidad al respecto, debido a que no se realizó limpieza entre muestra y muestra en la etapa de chancado, con la intención de prevenir y minimizar el riesgo de contaminación. Las medidas correctivas al respecto fueron hacer re-ensayos en los tramos donde los blancos mostraban anomalías.

Se identificó y corrigió problemas en los duplicados gruesos mal tomados, los muestreos tomaron el duplicado una muestra después de la indicada por geología, las correcciones se hicieron basándose en reensayos de muestras de pulpa y muestras de rechazo grueso en plataforma.

Se enviaron 9 tipos de estándares provenientes de las unidades de Los Bronces y de Collahuasi. Los estándares LBS2, LBS5 y LBS8 fueron los más cuestionados de la campaña, sumaban el 24.7% de los estándares fuera de 3 desviaciones estándares.

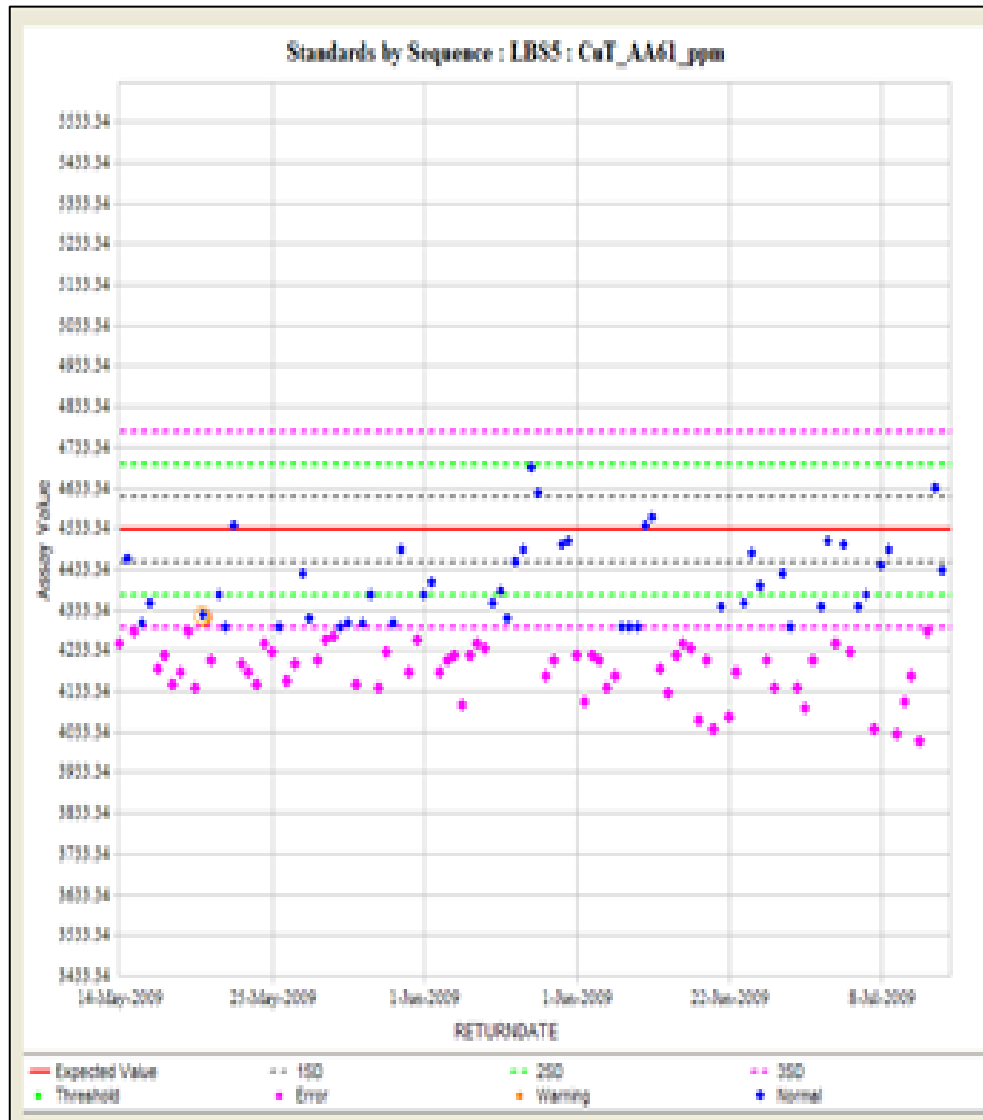


Figura n°2: Comportamiento del std LBS5 CuT en la campaña 2009.
 Fuente: Anglo América - Quellaveco

En la figura N° 2: Comportamiento del std LBS5 CuT en la campaña 2009, el 50% de los estándares se encuentran fuera de 3 Dev. Std. Método de análisis Cu AA61, Se enviaron 124 estándares de este tipo, es uno de los estándares más críticos que se han tenido en el proyecto y dentro de la campaña 2009, el 50% de estos estándares se encuentran fuera de 3 Des. Std. (fuente Anglo América-Quellaveco)

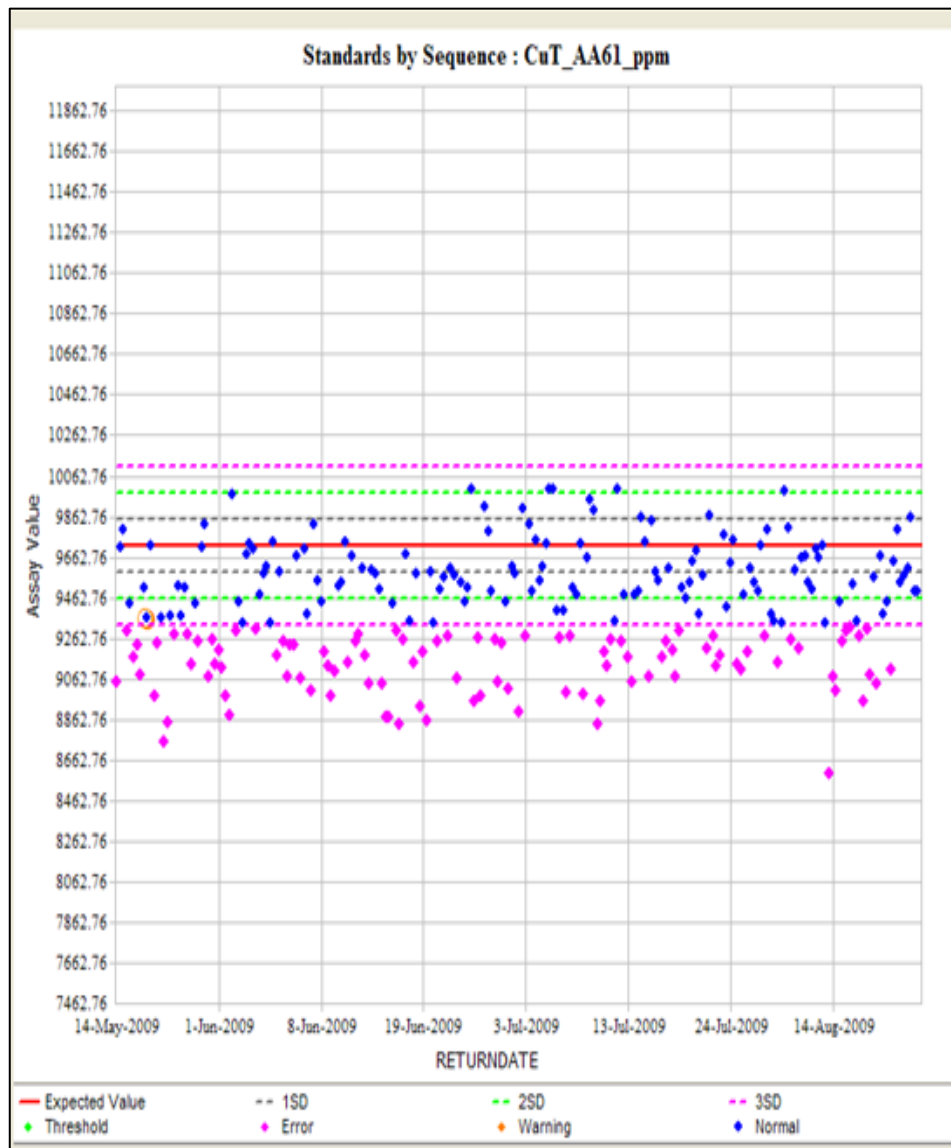


Figura n°3: Comportamiento del std LBS8 CuT, en la campaña 2009.
 Fuente: Anglo América - Quellaveco

En la figura N° 3: Comportamiento del std LBS8 CuT, en la campaña 2009, el método de análisis usado Cu AA61, Se enviaron 257 estándares de este tipo, de las cuales 101 (39%) se encuentran fuera de 3 Des. Std. (fuente Anglo América-Quellaveco)

Para poder solucionar todos estos percances hemos creído conveniente implantar un sistema de Control de Calidad QA/QC, esto nos permitirá la mejora del proceso de análisis de muestras geológicas a través de un software automatizando los procesos de emisión de reportes de preparación y análisis químico al laboratorio ALS Chemex, poder tener un grado de confiabilidad y reducir los errores por

laboratorio. Nuevo laboratorio (contratista) emitirá los resultados de las muestras enviadas en un formato CSV la cual será subida al sistema, el cual emitirá reportes de cuadros estadísticos, esto permitirá verificar el grado de contaminación de los controles (blancos, duplicados, estándares) analizadas por laboratorio. Y de esta manera poder tener un grado de confiabilidad y reducir los errores por laboratorio.

De igual manera estas fallas de los resultados emitidos por laboratorio han generado una pérdida económica a la empresa ya que se tenía que investigar en donde se produjo la contaminación de dichas muestras por lo que laboratorio no asumía ninguna responsabilidad y nuevamente se tenían que realizar nuevos análisis. Pagando el costo nuevamente de análisis, el costo unitario por sobre de muestra analizada que es de 80 dólares y el tiempo que demora en traslado hacia la ciudad de Lima es de un día, el tiempo para realizar el análisis es de 5 días retrasando el proceso de información y retraso de estimación de recurso.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la implementación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el análisis de muestras geológicas, para mejorar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio, en la empresa Anglo American-Quellaveco?

1.3. Justificación

La preocupación por la calidad de la información ha estado siempre presente en la práctica de la profesión, sin embargo, solo durante los últimos años, y tras varios lamentables incidentes que conmocionaron a la industria minera mundial, esta ha asimilado de forma real la indisoluble relación existente entre la calidad de la información y la confiabilidad de la estimación de recursos y reserva.

La importancia de asegurar la calidad de la información con lo que se trabaja y establecer mecanismos que permitan cuantificar y cualificar la misma, una base de datos que sea manejable y auditable contribuye en gran manera a la realización de cualquier proyecto minero.

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

trabajo de investigación brindará a la empresa una herramienta que le permitirá tener una mejora en el proceso de análisis de muestras geológicas y un nivel de confianza de las muestras lo que permitirá tener una mejor información para la estimación de recurso de yacimiento.

Este estudio de investigación será útil porque permitirá dar solidez y garantizar la mayor confiabilidad posible de las estimaciones con respecto a los recursos y las reservas minerales, Cajamarca no es la excepción ya que cuenta con muchos proyectos mineros, de esta manera evitaremos daños al entorno tanto social como ambiental.

1.4. Limitaciones

- **Obtención de Documentación:** Escaso estudios previos, para la obtención de información y la bibliografía especializada. Asimismo, existe limitaciones y poco acceso a la información por parte de la empresa.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Implementar un sistema de control de calidad QA/QC aplicado al análisis de muestras geológicas, para mejorar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio, en la empresa Anglo American-Quellaveco.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Describir el proceso actual de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American Quellaveco.
- Implementar un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas emitidas por ALS Chemex a la empresa Anglo American - Quellaveco.

- Evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American – Quellaveco.
- Determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American – Quellaveco.

CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Pérez (2012) en su investigación "*Control estadístico de calidad multivariado, para el monitoreo e identificación de causas de variabilidad en procesos de crédito del sector financiero*" crea un modelo de seguimiento de la calidad del proceso de crédito, específicamente la línea de vehículos, en una entidad del sector financiero directamente relacionadas con la satisfacción del cliente final. Desde las expectativas del cliente, la definición de las características críticas de calidad factibles de ser monitoreadas durante el proceso de crédito, fue posible gracias a la aplicación de herramientas estadísticas tradicionales, tales como diagramas causa-efecto, partiendo desde la generalidad de las causas, hasta identificar las causas asignables de fallas. Es así como, de 12317 solicitudes de revisión realizadas por los clientes durante los años 2009, 2010 y 2011, se logró extraer aquellas que fueron cerradas a favor de éstos (2621 casos) y a partir de técnicas de muestreo se pudo determinar que el 80% de las quejas y reclamos se debe a: diferencias en el saldo facturado, deficiencias en el proceso y deficiencias en la información suministrada al cliente.

Martínez (2010) en su tesis "*Métodos Estadísticos para el control de la calidad y la mejora continua en la industria de transformación*", su enfoque en manufactura es depender de la producción para hacer el producto y sobre el control de calidad para inspeccionar el producto final, los análisis de la mejora de calidad ofrecen una perspectiva dinámica el empleo de técnicas estadísticas. El estudio se realizó en las pequeñas y medianas empresas de la ciudad de México. Es necesario el análisis de las técnicas estadísticas disponibles y se adecuen a las características de cada proceso. Es por eso que en este estudio se muestra ejemplos simples.

Carrola (1997) en su tesis "*Aseguramiento de la calidad a través del control estadístico de proceso*", realizó una metodología empleada en un caso práctico para asegura la calidad mediante el control estadístico del proceso concluyendo

que con la aplicación de control estadístico del proceso logrará tener una historia en el dominio del tiempo de nuestras procesos, sabemos cuándo hace correcciones al mismo, empleado graficas de control y así también nos damos cuenta una causa asignable está afectando el proceso.

Soto (1997), en su investigación titulada "*Estudio estadístico para la validación del muestreo geoquímico*", nos manifiesta que al desarrollar una metodología de campo que permita validar el muestreo estándar de mina a través de la comparación con un muestreo realizado en condiciones ideales, y por otro lado realizar un análisis estadístico con el fin de cuantificar las diferencias entre ambos métodos de muestreo. Sobre el método desarrollado se concluyó que es útil y de fácil aplicación en minas de pequeña y mediana escala. Sobre la cuantificación de las diferencias, se encontró que éstas aumentan proporcionalmente a la concentración de Au en el cono de detritos. Además, se encontró que en el muestreo de conos de alta ley (mayor a 2,00 ppm de Au) no existe correlación entre el muestreo estándar y el muestreo ideal. Se propone aquí que la causa para esta falta de correlación encontrada se debe a la presencia de oro grueso en los rangos de alta ley, lo que produce el llamado efecto pepita (nugget effect).

Nos manifiesta también Soto (1997) que todos los cálculos, tablas, test y gráficos presentados en este estudio fueron realizados con los programas Excel 2003 (Microsoft Office) y Statistica 7.0 (StatSoft Inc). Prácticamente todos los análisis estadísticos realizados en esta investigación están enfocados al estudio de datos pareados. En base a esto, los procedimientos estadísticos comienzan con la confección de diagramas de dispersión, el cálculo de la regresión lineal, los coeficientes de correlación y la estadística descriptiva de los datos. Para visualizar y comprender mejor el comportamiento de los datos se efectuaron también gráficos de Box & Whiskers (Hoaglin, 2003; Oyhantçabal, 2004). La identificación de outliers, debido a que tratamos con información pareada, se efectuó de manera visual sobre los diagramas de dispersión, gráficos de Box & Whisker y/o sobre cálculos realizados sobre los valores de la variable diferencia, (obtenida restando los datos pareados de cada conjunto) representados en gráficos de Box & Whiskers (Isaaks y Srivastava, 1989; Seo, 2006; Wellmer, 1998). En los casos de

identificación positiva de outliers, se los elimina de la base de datos y se vuelven a calcular los parámetros y a graficar los datos.

Alfaro (2008), en su tesis titulada "*Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción*", busca presentar a los sistemas de aseguramiento de la calidad como una herramienta de gestión que puede emplearse en una empresa constructora, así como directamente en un proyecto de construcción, estudiando los conceptos generales de calidad y su evolución en el tiempo. También se estudiarán las primeras normas y las normas internacionales para poder entender así la importancia del uso de sistemas de aseguramiento de la calidad en el sector industrial. Luego se realizará un estudio de la industria de la construcción, sus características únicas, y posteriormente se hará una comparación de esta con el sector industrial de manufactura para poder comprender así la particular aplicación de las normas de calidad al sector construcción evaluando sus fortalezas y debilidades, al finalizar esta tesis se deberán tener claros los conceptos de los sistemas de aseguramiento de la calidad en general, su implementación, aplicación y manutención en un proyecto de construcción.

Grupo Milpo (2009), Establece el procedimiento de aseguramiento y control de la calidad a todas sus unidades operativas para monitorear los posibles errores mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras, o la realización de operaciones de control, con el fin de cuantificar o evaluar sus posibles efectos y tomar oportunamente sus medidas correctivas mediante la aplicación de los siguientes controles:

- ❖ Evitar ingresar errores considerables a la base de datos usados para la estimación de recursos y reservas.
- ❖ Determinar que los errores analíticos y de muestreo sea aceptable dentro de estándares establecidos.
- ❖ Garantizar la precisión y exactitud de la información para garantizar el grado de confiabilidad en la estimación de recursos y que ésta pueda ser confirmada por otros laboratorios.

- ❖ Definir el proceso de toma de muestras para el control de la calidad de muestreo, tanto en la toma de muestras de testigos, como muestreos sistemáticos y su envío al laboratorio.

De esta manera seleccionar muestras de Mineral con leyes estándares, enviados a un laboratorio externo de prestigio, para que esta lo analice y a su vez envíe a otros laboratorios que lo analicen, con el fin de obtener el comparativo de las leyes que está evaluando.

Minera Barrick Misquichilca S.A (2003), En su estudio de EIA sustenta que deben tener la calidad suficiente para brindar una base sólida para las conclusiones presentadas en el EIA, para ello se desarrollaron e implementaron procedimientos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) a fin de garantizar que los datos recogidos sean de calidad aceptable y defendible, y que se sigan los procedimientos apropiados de oficina (por ejemplo, el manejo de la base de datos, el manejo general de los archivos de la computadora, el control documentario, los procedimientos de revisión de los informes). Los temas específicos sobre QA/QC, el enfoque técnico, y el alcance del trabajo se describen detalladamente para cada componente en la sección correspondiente del EIA. Por lo cual los resultados obtenidos fueron los esperados ya que se pudo detectar fácilmente los errores y corregirlos.

2.2. Bases Teóricas

Control de calidad QA/QC:

Es un programa de Aseguramiento y Control de la Calidad (ACC), también conocido por sus siglas en inglés como QA/QC (Quality Assurance/Control), es asegurar la integridad de la información y en última instancia garantizar que los datos generados sean de naturaleza y estándares tales que permitan su utilización en estimaciones de recursos y reservas, control de leyes y reconciliaciones.

Se denomina control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos que sirven para orientar, supervisar y controlar todas las etapas de un trabajo hasta la obtención de un producto de la calidad deseada

Los laboratorios internos y externos deben dirigir su propio control de calidad interno / QC y no deben conocer los resultados de vuelta al cliente hasta que los datos pasan estos controles internos. Además de esto, el cliente debe dirigir su propio QA / QC que debe ser ciego al laboratorio. Este QA ciego / QC da una verificación independiente de calidad de los datos que se requiere de una perspectiva de gobernanza técnica (Guideline For The Laboratory Analytical Standard, 2014, p₈).

La exactitud, la precisión y el sesgo de los datos analíticos, todos tenemos que ser medido y monitoreado por el QA ciego / QC. Es importante señalar que errores graves en la base de datos primero deben ser rectificadas antes de que los resultados de las muestras de verificación de control de calidad se pueden utilizar para controlar la calidad de datos. Todas las no conformidades deben registrarse, si éstos se deben a errores groseros o genuina QA / QC fracasos. Cualquier largo plazo y un sesgo significativo en el muestreo o ensayos que se utilizan para estimar los recursos o reservas, calcular las conciliaciones de las minas, informar las decisiones de control de la contaminación, los compromisos legales o respuestas sociales, impactará seriamente los resultados y las decisiones empresariales tomadas de éstos. (Guideline For The Laboratory Analytical Standard, 2014, p₈)

Bisell (1994) lo define como el "conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados".

Software acquire: Acquire Technology Pty Ltd con su sistema acquire Versión 4.4.1.2 es un sistema estándar de administración de la información geo científica (Geoscientific information Management System,GIMS) que es usada en muchas compañías a nivel mundial para capturar y administrar las observaciones y mediciones Geológicas.

Duplicados de muestra

Las muestras duplicadas se utilizan para controlar los errores aleatorios relacionados con: (1) muestreo y heterogeneidad de la muestra; y, (2) la manipulación de la muestra y preparación de la muestra. Los resultados de las muestras duplicadas también pueden ayudar a controlar los errores aleatorios

debido a la muestra confusiones o errores de etiquetado en un lote (Guideline For The Laboratory Analytical Standard, 2014, p₁₂).

El error de estimación global y la muestra por separado como una precisión, que puede definirse como la reproducibilidad del resultado. Los resultados se pueden decir que sea de mala precisión cuando múltiples análisis de la misma muestra (repeticiones) o análisis duplicados de muestras individuales muestran una amplia variación en los resultados (Guideline For The Laboratory Analytical Standard, 2014, p₁₃).

Se debe recordar que la precisión es dependiente de la concentración, y, en general, la precisión se empobrece cuando la concentración de elemento en la muestra está más cerca del límite de detección analítica. Por definición, la precisión en una concentración igual al límite de detección es de 100%. Los diferentes tipos de muestra duplicada que necesitan ser considerados para un protocolo de QA / QC se enumeran a continuación en la Tabla n°2.

Tabla n°2: Tipos de duplicados de muestra.

Tipo de duplicado	Descripción
Archivo de Muestra	Dividir la muestra cruda, aplaste grueso o pulpa almacenada para su posible análisis futuro.
El campo duplicados	Una segunda muestra obtenida de forma independiente de la original muestra, en o cerca del sitio original.
Duplicado de Core	Un "campo" duplicado recogido de perforación de núcleo, normalmente toma como cortar o núcleo trimestre de división.
Duplicado Gruesos	Dividir de una muestra después de la molienda.
Duplicado Pulpa	Dividir de una muestra después de pulverizar.
Pulpa Replicar	Repetir el análisis de la misma pulpa.
Comprobación interna	Pulpa de muestra vuelve a enviar a un laboratorio de verificación secundaria.

Comprobación externo Pulpa de muestra vuelve a enviar al laboratorio primario

Fuente: Guideline For The Laboratory Analytical Standard

Estadística.

Verdoy Pablo (2006), la estadística es la ciencia que se encarga de la recopilación, representación y el uso de datos sobre una o varias características de interés para, a partir de ellos, tomar decisiones o extraer conclusiones generales. Desde el punto de vista estadístico, un gráfico de control no es más que un test de hipótesis.

Diagrama de dispersión

Verdoy (2006), el diagrama de dispersión indica si existe alguna relación entre dos variables, pero ello no implica que, si exista esta relación, es necesariamente en relación directa causa efecto.

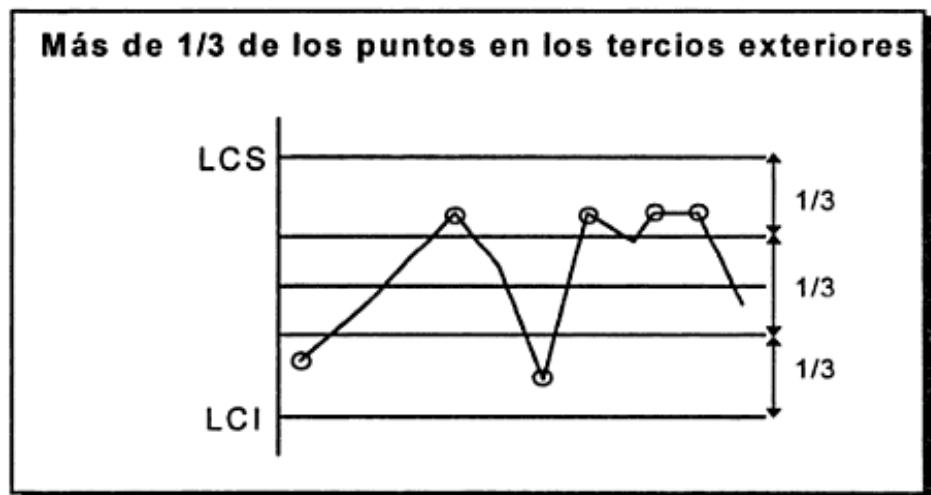


Figura n°4: Señal de falta de control: Acumulación de puntos cerca de los límites de control.

Fuente: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1862/1/3676.pdf>

Verdoy (2006), Precisamente, la herramienta de control de calidad denominada "Estratos puede ser de utilidad en el análisis de esta señal de falta de control.

Muy parecido a la anterior, es la señal denominada Dientes de Sierra en la que prácticamente todos los puntos se sitúan alternativamente en los tercios exteriores.

2.3. Definición de términos básicos

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

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

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

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

Muestra: Es una parte del lote, generalmente obtenida por la unión de varios incrementos o fracciones del lote, y cuyo objetivo es representar el lote en las operaciones subsecuentes.

Espécimen: Es una parte del lote obtenida sin respetar las reglas de la teoría de muestreo. Un espécimen debe etiquetarse como tal y no debe usarse para representar el lote su propósito solo puede ser cualitativo.

Errores: Existen en cualquier procedimiento. Es necesario diferenciar los distintos. Es necesario diferenciar los distintos tipos de error.

Error analítico: Corresponde al error que se comete en el laboratorio al analizar la muestra final y que depende del método de análisis utilizado.

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

Precisión: mide la reproducibilidad de la medición (dispersión) entorno a su valor medio (no necesariamente el valor verdadero)

Sesgo: Corresponde al error con respecto al valor verdadero.

Precisión: mide utilizando dos desviaciones estándares de distribución de valores, relativo a la media.

$$\text{Precisión (\%)} = 2s/m * 100$$

La precisión cambia en función a la concentración, mide la reproducibilidad de la medición (Dispersión).

Límite de detección: puede definirse como el valor real cual la precisión alcanza el 100%, es decir, donde la desviación estándar es la mitad de la media (limites centrales de confianza de 95% resultan ser $m \pm 2s = m \pm m$, es decir que el valor verdadero esta entre 0 y 2m).

Análisis de estándares: Permiten conocer y asegurar la exactitud de los resultados enviados por laboratorio. La exactitud mide cuan cercano es el valor de la medición a los valores proporcionados por los estándares. Para el análisis de la información se considera como aceptable si los valores reportados por el laboratorio están dentro de la tolerancia permitida por los estándares usados para el control.

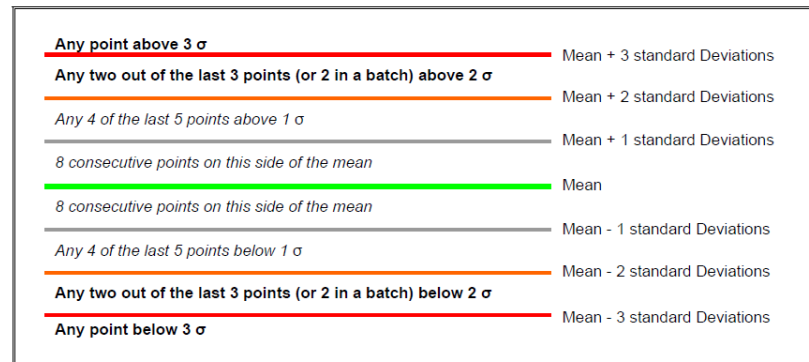


Figura n°5: Límites permisibles para estándares.
Fuente: Manual AngloAmerica GTS032

Análisis de Blancos: Permite conocer y asegurar el buen manipuleo de las muestras enviadas al laboratorio, así como el correcto uso de los equipos empleados en la medición que se realizan. Se consideran como aceptables si los valores reportados por el laboratorio para los blancos están por debajo del límite de detección del laboratorio para cada elemento.

Análisis de duplicados: Permite conocer y asegurar la precisión del muestreo realizado de los resultados enviados por laboratorio.

La precisión mide la reproductibilidad de la medición (dispersión) en torno a su valor medio (no necesariamente el valor verdadero).

CAPÍTULO 3. HIPOTESIS.

3.1. Formulación de la hipótesis

Si se Implementa un Sistema de Control de Calidad QAQC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American- Quellaveco, entonces se incrementará el nivel de confianza de la información obtenida de las muestras de ésta.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla n°3: Operacionalización de Variables

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADOR
Independiente: Sistema de Control de calidad QA/QC	Conjunto de acciones sistemáticas y preventivas para asegurar la calidad y confianza en el muestreo y análisis	% de control
Dependiente: Nivel de Confianza de la información	Es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza	% de muestras contaminadas

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación.

Dada su naturaleza de la investigación, esta se plantea como pre experimental, con un diseño de pre prueba - post prueba con un solo grupo.

G: O1 X O2

Donde

G = Grupo Experimental

O = Medición

X = Estímulo

4.2. Material.

4.2.1. Unidad de estudio.

La unidad de estudio será las muestras geológicas de la empresa Anglo American – Quellaveco; empresa dedicada a la extracción de Minerales.

4.2.2. Población.

Será de 4142 muestras colectadas y analizadas, procedentes de 57 sondajes o taladros de perforación diamantina.

4.2.3. Muestra.

La Muestra son 4142 cores (testigos) obtenidos de la perforación diamantina. Cada muestra tiene un tramo de 3 metros y es cuarteada y reducida a un peso entre 3 a 6 Kg luego es enviada a laboratorio para preparación, obteniendo 30g de muestra pulverizada para luego ser analizada luego analizada obteniendo los resultado o leyes de la muestra.

4.3. Métodos.

4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Se utilizará la base de datos utilizada para el envío de muestras al laboratorio, proporcionados por la empresa para realizar el diagnóstico y poder detectar las desviaciones.

a. Diagnóstico

- ❖ **Técnicas:** Utilizaremos el Sistema de Control de Calidad QA/QC para detectar los errores de análisis de muestras geológicas.
- ❖ **Procedimientos:**
 - Visitas al área de muestreo
 - Diagrama de flujo
 - Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)
- ❖ **Instrumentos de Evaluación**
 - Una vez obtenido la información de datos se procesará la información, para la realización de la propuesta de mejora

4.3.2. Procedimientos

- ❖ **Técnica:**
 - De acuerdo a los resultados obtenidos se elaborará la implementación de un plan de Control QA/QC lo cual nos permitirá ver con más detalle lo que se va a mejorar.
- ❖ **Procedimientos:**
 - Diagrama de flujo
 - Diagrama de Ishikawa (causa-efecto)
- ❖ **Instrumentos**
 - Se hará en base a resultados obtenido del diagnóstico previamente establecido, lo cual para ello se utilizará la estadística descriptiva, en donde

obtendrá resultados como media, desviación estándar, etc.

La evaluación se hará con estadística descriptiva, de donde obtendremos la media, moda, desviación estándar, entre otros. Así mismo la verificación de datos o comparación del pre y post test, se utilizará la estadística inferencial a través de una “t student”, lo que nos permitirá contrastar la hipótesis.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO

5.1. Diagnostico Situacional

Descripción de la empresa

Anglo American es una empresa líder en minería y recursos naturales con más de 90 años de historia, de origen Sudamericana, nuestra sede central está en Londres Inglaterra, tenemos operaciones en más de 60 países y somos cerca de 150 mil personas trabajando en los cinco continentes, con nuestros productos contribuimos a satisfacer importantes necesidades en todo el mundo.

Nuestro liderazgo es reconocido ampliamente gracias a nuestros compromisos para operar de forma sostenible y responsable en cada uno de los países que nos acoge, por ello bajo los principios de buen ciudadano.

En Anglo American Quellaveco, así como en todas nuestras operaciones nos comprometemos a desarrollar un proyecto minero de clase mundial.

En nuestras operaciones buscamos rentabilidad para nuestros accionistas, el bienestar de nuestros trabajadores, el desarrollo social de las comunidades y la protección del medio ambiente.

Nuestra política considera el respeto a la cultura regional sus costumbres y formas de vida desarrollando capacidades para generar progresos en el mundo estimulando la creación de micro empresas como el programa Anglo Simel en Sudáfrica y el progreso de micro crédito Senerge en Chile, apoyando a hombres y mujeres emprendedores como socios en el desarrollo.

Tenemos programas en apoyo a la salud con tratamiento a personas afectadas por el sida en Sudáfrica.

Aspiramos al desarrollo de proyectos productivos en agricultura y turismo que promuevan la mejora de la calidad de vida a los pobladores de las comunidades a la que pertenecemos.

Nuestras acciones están orientadas al crecimiento económico de Anglo América lo cual va de mano con el bienestar de nuestros trabajadores, el

desarrollo social de nuestras comunidades vecinas y la protección del ambiente.

La seguridad es claramente una prioridad para nuestra empresa y principalmente de nuestros trabajadores quienes provendrán plenamente de la región como en el resto de operaciones de Anglo American en el mundo.

Actualmente en Moquegua hemos puesto en marcha algunos proyectos definidos en forma participativa con la población, entre ellos destaca la capacitación para mejorar la producción de orégano, elaboración de Fertilizantes Orgánicos, parcelas demostrativas con riego tecnificado, talleres de artesanía y manejo de camélidos Sudamericanos para el mejoramiento de la fibra.

De igual manera estamos en convenio con autoridades locales y regionales de agricultura, salud y educación para apoyar sus labores en la satisfacción en las necesidades básicas que requieran la población de nuestro entorno.

El cuidado del medio ambiente también es uno de nuestras principales preocupaciones y responsabilidades para el desarrollo del proyecto Quellaveco.

Anglo America Quellaveco es una compañía con una sólida responsabilidad en materia social y ambiental, el éxito de nuestra empresa conlleva a obligaciones a una correcta administración y comportamiento ético.

En el año 1992 compro el yacimiento Quellaveco al estado peruano el mismo que se encuentra en el Distrito de Torata en la región Moquegua.

Afines del año 2000 se aprobó el EIA del proyecto Quellaveco, este estudio incluía el uso de aguas subterráneas para la operación de la mina.

El uso de esta agua se convirtió en preocupación para la población en el área del proyecto por lo que esto condujo que Anglo American - Quellaveco realizara nuevas investigaciones para buscar una fuente de agua diferente, hoy estos estudios nos permiten presentar un nuevo esquema de abastecimiento de agua, centrada en el uso de aguas superficiales.

Anglo America- Quellaveco será explotado como una mina de tajo abierto, que no solo producirá cobre, sino que también Molibdeno, lo cual entrará en

operación en el año 2016 aproximadamente. Cuando alcance su plena capacidad, actualmente se encuentra en una fase de factibilidad.



Figura n°6: Ubicación del proyecto Quellaveco.

Fuente: Anglo American-quellaveco

5.1.1. Organigrama

En la Figura n°7: Se muestra la estructura organizacional del área de Geología de la empresa Anglo American Quellaveco.

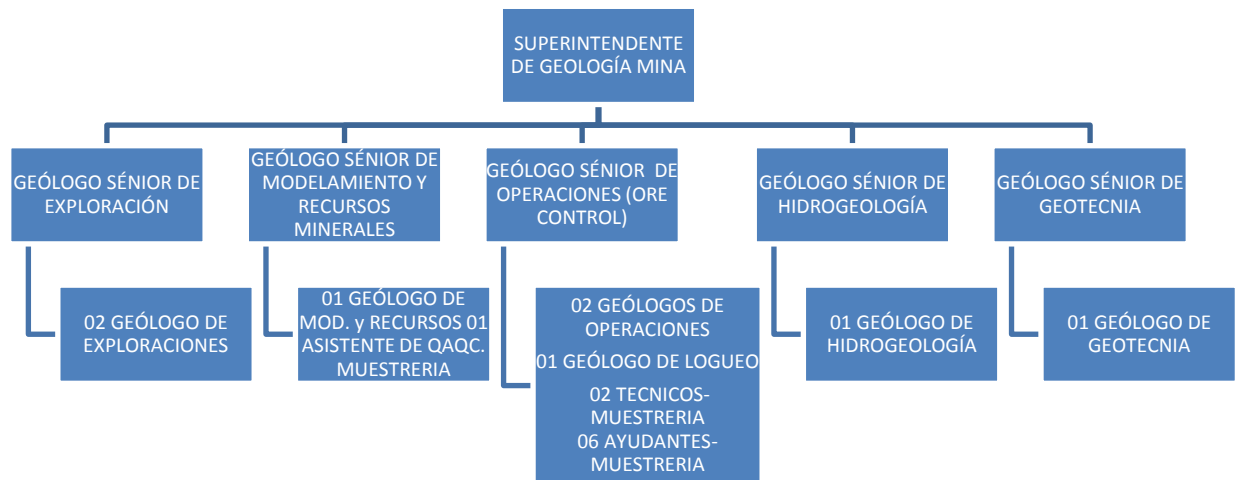


Figura N° 7: Organigrama Estructural Área de Geología Anglo America-Quellaveco
 Fuente: Anglo American -Quellaveco

5.1.2. Marco Estratégico

Anglo American Quellaveco define su marco estratégico en función al crecimiento económico de Anglo América lo cual va de mano con el bienestar de nuestros trabajadores, el desarrollo social de nuestras comunidades vecinas y la protección del ambiente.

5.1.2.1. Misión

Es cumplir los principios de seguridad AAplc son la base para la cultura deseada, conductas esperadas y normas de desempeño al

interior de la organización. Cada principio cuenta con dos elementos de apoyo, los que a nuestro parecer nos guiarán en el viaje hacia el logro de la meta Daño Cero.

5.1.2.2. Visión

La visión AAplc es lograr daño cero mediante la gestión efectiva de la seguridad en todas las operaciones. Esto significa que no aceptamos que una persona se lesione mientras trabaja con nosotros, y que todos los empleados deberían poder volver a sus hogares sanos y salvos al final de cada turno.

5.1.2.3. Objetivo

Desarrollar operaciones correctamente diseñados y con sistemas robustos de gestión de seguridad basada en el riesgo para alcanzar las metas y conductas deseadas.

5.1.2.4. Análisis Situacional (FODA)

En la Figura N° 7 se muestra en forma general las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en la empresa

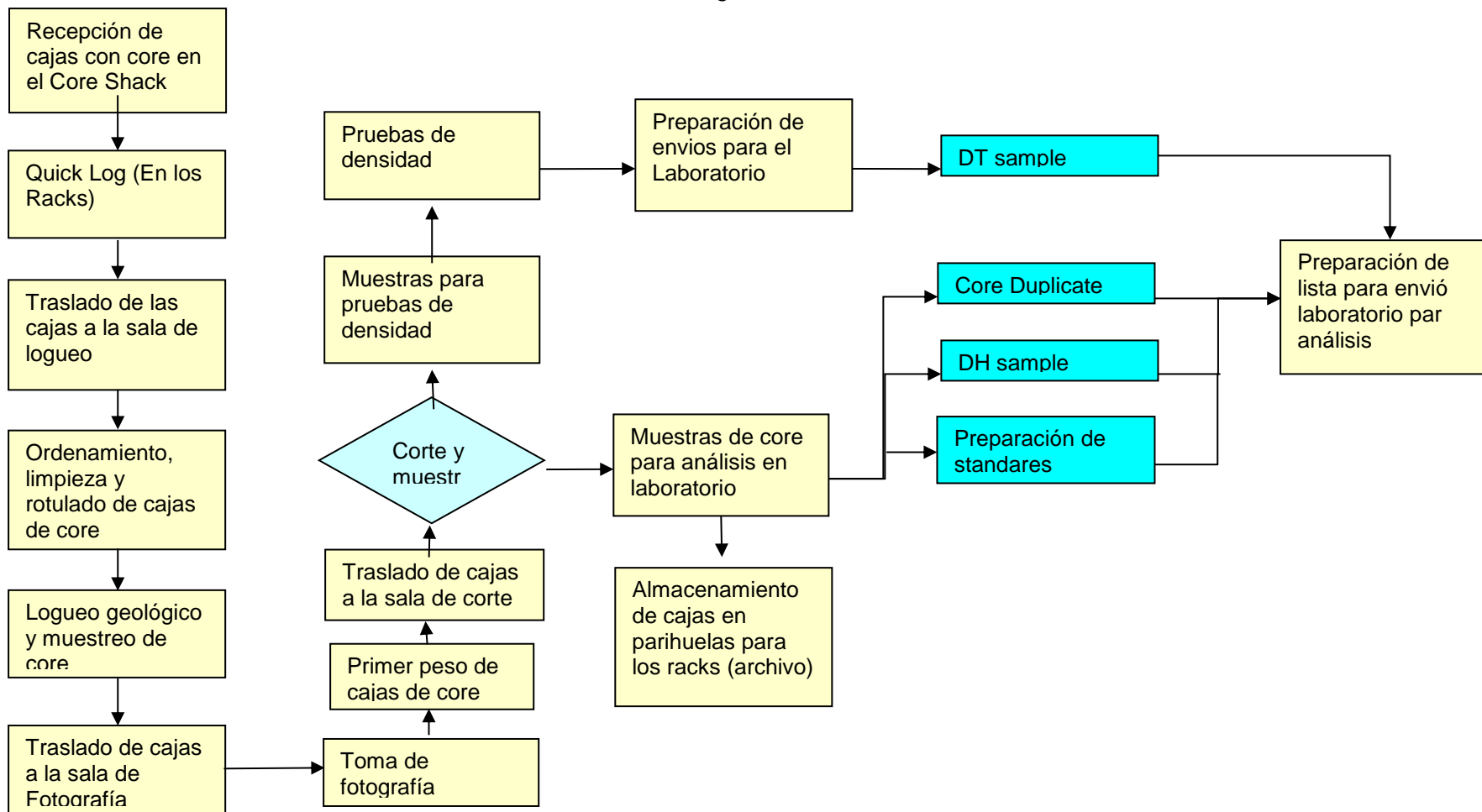


Figura n°8: Análisis Situacional
 Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.5. Diagrama de Flujo Operativo

Figura n° 9: Diagrama de Flujo Operativo

Fuente: Anglo American-Quellaveco



Podemos Observar en la figura N° 7, la manera de cómo se está trabajando en la actualidad, lo cual consiste primero en la recepción de muestras (testigo o core), posteriormente pasa a un estudio genérico por parte de los geólogos a cargo (Quick Log), luego es trasladado a la sala de logueo que consiste en la descripción detallada de las muestras para después pasar a la toma fotográfica y pesado de los cores; luego pasa a la sala de corte para ser cortadas y preparadas tanto para el análisis y pruebas de densidad de muestras, es decir el core es cortado por la mitad uno va a laboratorio y otro se queda en caja para futuros estudios. Para la prueba de densidad consiste en separar cada 20 m una muestra entera de 15 cm como máximo y 7 cm mínimo.

Luego la empresa envía un reporte Excel con la relación de muestras enviadas y los controles que laboratorio tiene que insertar en dicha muestra (blancos, duplicados finos y gruesos y los estándares es decir un sobre con muestras trituradas que contienen porcentajes de leyes).

Finalmente, las muestras son recepcionadas por laboratorio para su preparación mecánica (chancado y polvorización) y análisis para luego ser enviado los resultados en un formato CSV.

5.1.3. Información del área de estudio

El objeto de estudio en este proyecto de investigación es el área de Geología del proyecto Anglo América – Quellaveco, el cual consiste en ver el grado de confiabilidad de las muestras emitidas por laboratorio ALS Chemex a la empresa Anglo América – Quellaveco.

Toda la muestra es cuarteada y reducida a un peso entre 3 a 6 Kg. Y es enviada vía camión cerrado desde Quellaveco directo a ALS Arequipa.

En el laboratorio de Arequipa, ALS seca la muestra completa a una temperatura de 110°C. Luego la muestra pasa por un proceso de chancado, reduciendo el 70% de la muestra, a un tamaño de 2mm, luego se toma 1000 gramos y es pulverizada reduciendo el 85% de la muestra a un tamaño mínimo de 75 micras.

ALS toma 30 gr de la muestra pulverizada, (pulpa "split"), y la envía a ALS Lima para su lectura por CuT (AA61 o AA62 si el valor es >1%Cu), CuS (AA04), CuCN (AA16a), Mo, As y Ag (AA61). El resto de la muestra es

devuelta a Quellaveco como rechazo grueso (chancado) y como rechazo fino (pulverizado).

5.1.4.1 ANÁLISIS DE CONTROL Y DE ASEGURAMIENTO (QA/QC)

Tabla n°4: Total de muestras normales y de control de calidad enviados a ALS en la campaña de perforación 2009.

Tipo de Muestra	Cantidad	%
Muestras Normales	7987	74.6%
Muestras Blancas	701	6.6%
Duplicados Gruesos	684	6.4%
Duplicados Finos	623	5.8%
Estándares	705	6.6%
TOTAL	10700	100.0%
QAQC	2713	25.4%

Fuente: Anglo American-Quellaveco

En tabla N°4 se puede observar que un total de 10700 muestras han sido enviados a laboratorio para su análisis respectivo, de este total de muestras analizadas 2713 son muestras de control de calidad que representa el 25.4%, lo cual a continuación detallamos cada una de los tipos de muestras analizadas y enviadas a Anglo American-Quellaveco.

Muestras Normales: Son las muestras obtenidas de la perforación el análisis de estas muestras nos permite reconocer el cuerpo del yacimiento y poder realizar el cálculo de recurso y reservas, ocupan un 74% de muestras analizadas.

Muestras Blancas: Son muestras de cuarzo que se insertan para la limpieza de las máquinas (Chancado y pulverizado) de laboratorio, identifican el grado de contaminación del proceso de análisis de muestras, ocupan el 6.6% de muestras analizadas por laboratorio.

Duplicados Gruesos: Son muestras preparados por Anglo American Quellaveco que se obtienen del duplicado de una muestra normal, se saca

una muestra duplicada de cada 40, se enviaron 6.4% de muestras duplicados Gruesos a laboratorio.

Duplicados Finos: Son duplicados que son preparados en laboratorio ubicado y sacados cada 40 metros de una muestra original, se enviaron 5.8% de duplicados finos a laboratorio.

Estándares: Son muestras pulverizadas y certificadas adquirida por Anglo American de laboratorios de Chile AMEC, se enviaron a laboratorio 6.6% de estándares.

➤ **BLANCOS.**

Son muestras de control generalmente de cuarzo que se usan para medir el grado de contaminación de laboratorio que al no contener ley por ser roca estéril el laboratorio no puede arrojar niveles de ley en dicha muestra.

Considerado como una muestra geológica que no tiene metales el cual sirve para disminuir las posibles interferencias en las muestras reales que se determinen metales; aquí se puede observar un total de 701 muestras de blancos, las que fueron enviados en la campaña 2009, lo cual representan el 6.6% del total de muestras enviadas, estos blancos fueron adquiridos del laboratorio ACME en Perú, el valor medio en el certificado es de 15 ppm CuT y 2 ppm Mo. Los valores definidos como aceptados son hasta 4 veces el valor medio del certificado así se describen en la siguiente tabla:

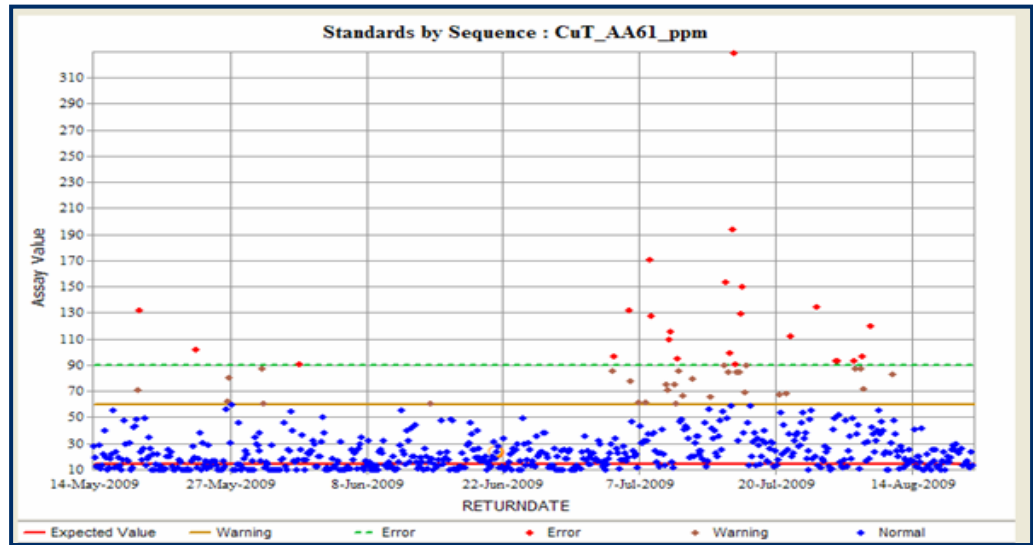
Tabla n°5: Rangos de valores de aceptación en los controles blancos.

Valores Definidos	Rango CuT	Rango Mo
Normal	<60ppm	< 8ppm
Peligro	>60 y < 90	>8 y <12
Error	>90ppm	>12 ppm

Fuente: Anglo American-Quellaveco

El 8% de los blancos tienen valores mayores a 60ppm CuT, y el 7% se encuentran en el mes de Julio, así se muestra en la figura N° 10.

Figura n°10 : Resultado de los blancos en la campaña del 2009.



Fuente: Anglo American-Quellaveco

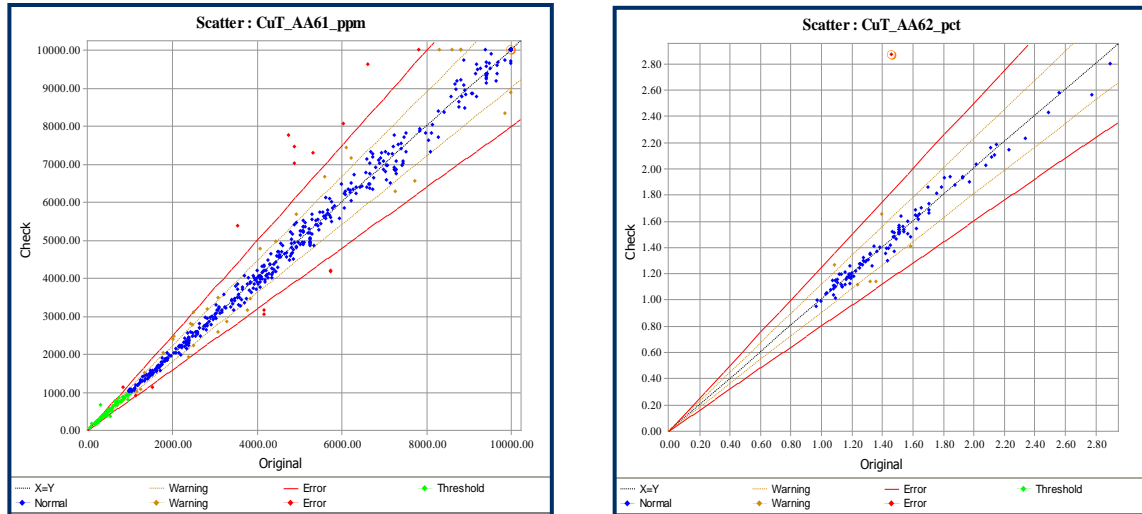
En la figura N°10 se puede observar que en el mes de julio, el laboratorio ALS tuvo problemas de contaminación en la preparación, visto que en toda la campaña la mineralización, el tipo de roca y procedimientos de muestreo fueron los mismos, pero los resultados de los blancos son notoriamente diferentes en este periodo, a pesar de esto ALS **no aceptó ninguna responsabilidad al respecto**, debido a que no se realizó limpieza entre muestra y muestra en la etapa de chancado (WSH-21), con la intención de prevenir y minimizar el riesgo de contaminación.

➤ **DUPLICADOS GRUESOS.**

Un total de 684 duplicados gruesos fueron enviados dentro de la campaña de perforación 2009, representan el 6.4% del total de muestras enviadas; de las cuales 14 (2.05%) tienen una diferencia mayor al 20%, estadísticamente el error se encuentra dentro de lo aceptable con un coeficiente de correlación de 0.967, así se muestra en la figura N°10.

El meto AA61, el cual consiste en *Digestión cuatro ácidos "Casi Total"* nos muestra en la Figura N° 10. Los resultados obtenidos.

Figura n°11: A la izquierda: duplicados gruesos analizados por el método Absorción Atómica (código laboratorio AA61) (CuT entre 0 y 1%). A la derecha: duplicados gruesos analizados por el método AA62 (CuT >1%). La línea roja muestra la diferencia > 20%.

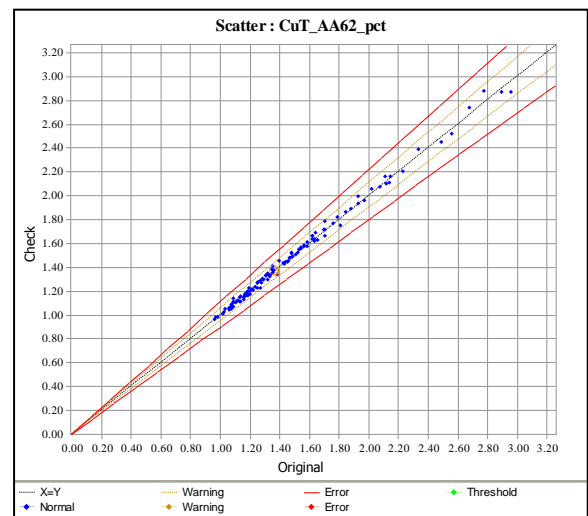
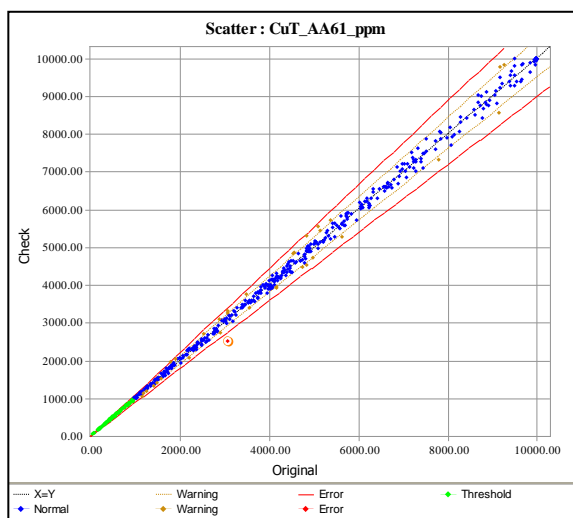


Fuente: Anglo American-Quellaveco

➤ DUPLICADOS FINOS.

Son duplicados preparados por laboratorio en la preparación mecánica (chancado y pulverización de la muestra) es muestra es sacada de una muestra original u obtenida de la perforación. Un total de 623 duplicados finos fueron enviados y analizados dentro de la campaña de perforación 2009, representan el 5.8% del total de muestras enviadas; hay que destacar que la diferencias entre los pares enviados es de calidad óptima con un coeficiente de correlación de 0.9995, a excepción de una muestra tiene una diferencia mayor a 10%, así se muestra en la figura N°11.

Figura n°12: A la izquierda: duplicados finos analizados por el método AA61 (CuT entre 0 y 1%). A la derecha: duplicados finos analizados por el método AA62 (CuT >1%). La línea roja muestra la diferencia > 10%.



Fuente: Anglo American-Quellaveco

➤ Estándar LBS2

Son muestras de control compradas a laboratorio Acmeq, son muestras que contienen leyes de Cu y Mo. Se enviaron 16 estándares de este tipo, de las cuales 8 se encuentran fuera de 3 Dev. Std., esto es explicado por el método de análisis, los std fueron ensayados por el método Cu AA61, que es dirigido a valores bajos, el método correcto es Cu AA62, para valores tipo MENA; el comportamiento del Mo está dentro de 3 Dev. Std. como se muestran en la Figura n°13.

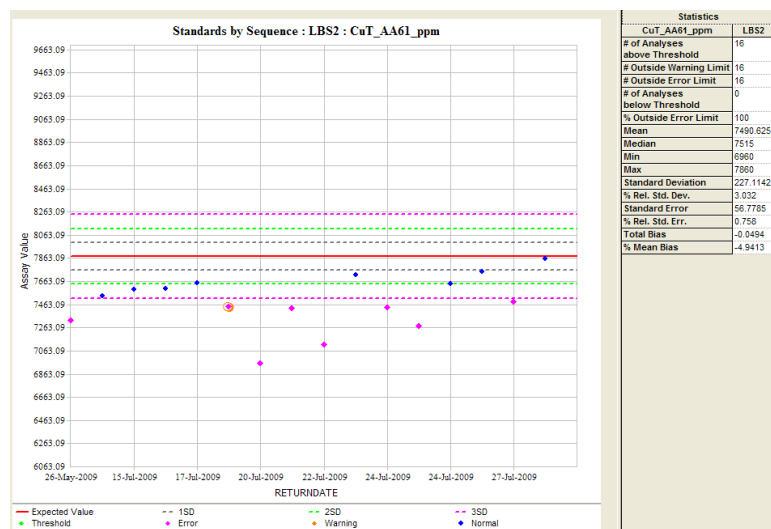
En la siguiente tabla N°6 podemos observar los valores de Cu y Mo que tienen las muestras estándares LBS2 estos valores son obtenidas de los certificados enviados por laboratorio Amec quien fue quien prepara dichos certificados y los resultados obtenidas por laboratorio ALS quien analizó todas las muestras de la campaña mencionada.

Tabla n°6: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS2.

LBS 2	Certificado	ALS	Bias
CuT	0.788	0.7 49	- 52%
Mo	208	213 .4	2.50 %
Cou nt	16	16	
DS	0.012	0.0 23	

Fuente: Anglo American-Quellaveco

Figura n°13: Comportamiento del std LBS2 CuT en la campaña 2009.



Fuente: Anglo American-Quellaveco

➤ Estándar LBS5

Son muestras de control compradas a laboratorio Acmec, son muestras que contienen leyes de Cu y Mo.

Se enviaron 124 estándares de este tipo, es uno de los estándares más críticos que se han tenido en el proyecto y dentro de la campaña de perforación 2009, el 50% de estos estándares se encuentran fuera de 3 Des. Std. (gráfico N° 5), para esta preocupación y conjuntamente en reuniones con el laboratorio se llegó a la conclusión que el error se debe al método de ensayo realizado, el método utilizado fue Cu AA61, que es un método dirigido a valores bajos; Para descartar y mejorar la calidad de la información

se hicieron re-ensayos enviando 15 estándares LBS5 a analizar por el método correcto Cu AA-62, el resultado como se puede apreciar en la figura N° 13, se encuentran dentro de 2 Dev. Std.

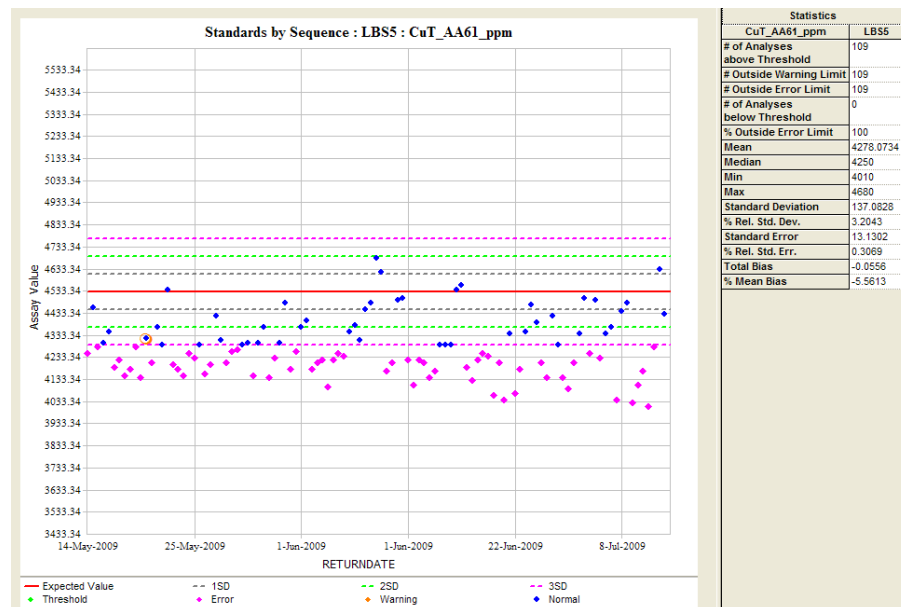
En la tabla N°7 podemos observar los valores de Cu y Mo que tienen las muestras estándares LBS5 estos valores son obtenidas de los certificados enviados por laboratorio Amec quien fue quien prepara dichos certificados y los resultados obtenidas por laboratorio ALS quien analizo todas las muestras de la campaña mencionada.

Tabla n°7: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS5

LBS5	Certificado	ALS	Bias
CuT	0.453	0.429	-6%
Mo	28	30.9	9.40%
Count	124	124	
DS	0.008	0.014	

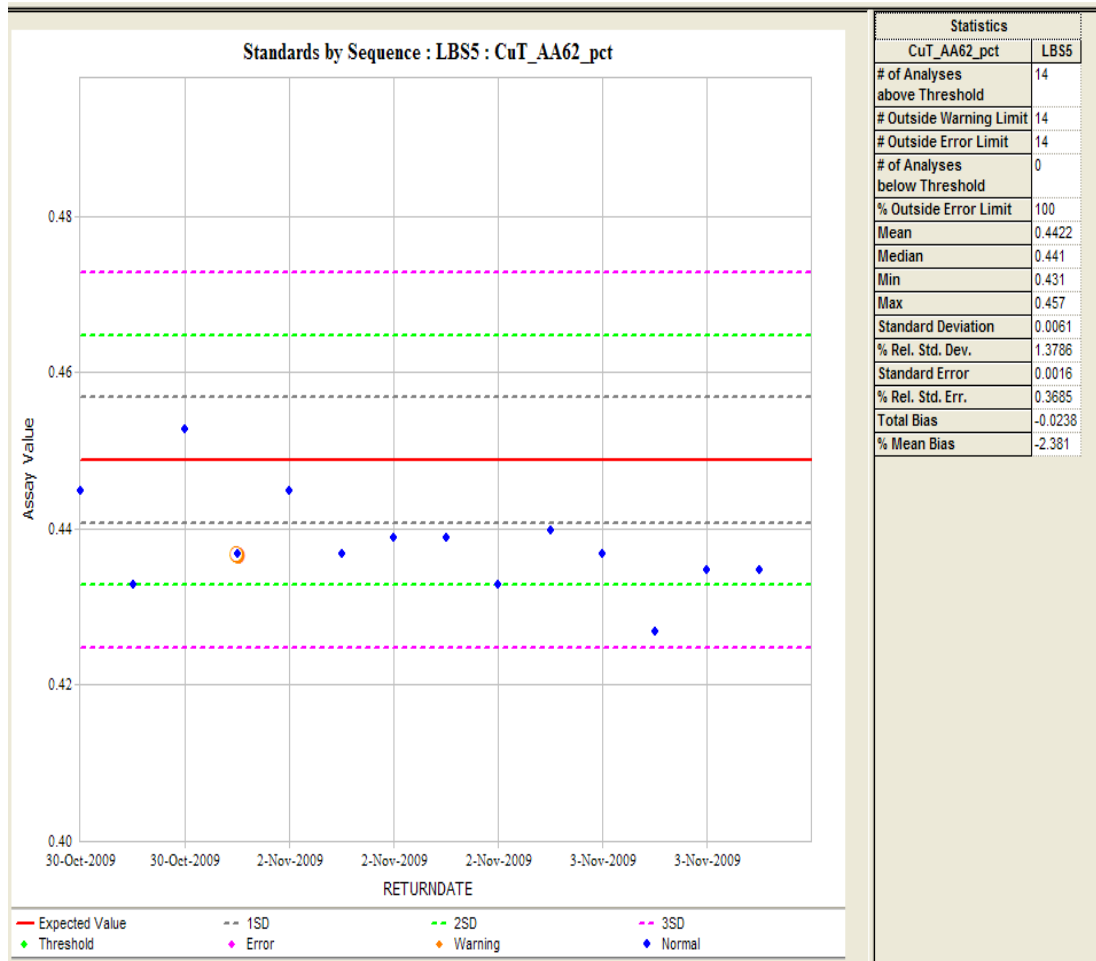
Fuente: Anglo American-Quellaveco

Figura n°14: Comportamiento del std **LBS5** CuT en la campaña 2009, 50% de los std se encuentran fuera de 3 Dev. Std. Método de análisis Cu AA61(Digestión cuatro ácidos "Casi Total").



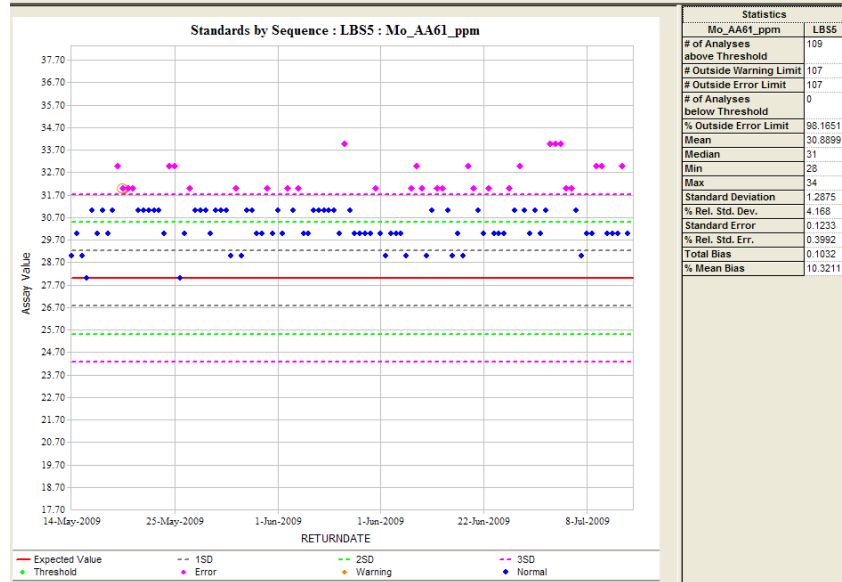
Fuente: Anglo America-Quellaveco

Figura n°15: Comportamiento del std **LBS5** CuT en la campaña 2009. Método de análisis Cu AA62 (Digestión cuatro ácidos "Casi Total" Sobre límites por defecto de los AA61).



Fuente: Anglo American-Quellaveco

Figura n°16: Comportamiento del std **LBS5 Mo** en la campaña 2009.



Fuente: Anglo America-Quellaveco

El comportamiento del Mo, como se aprecia en la figura N° 15, tiene unas vías positivo de 9.4%, sin embargo, no es considerado debido al bajo valor de la media 28ppm, muy cercano al límite de detección del método usado (10ppm).

➤ Estándar LBS8

Son muestras de control compradas a laboratorio Acmeq, son muestras que contienen leyes de Cu y Mo.

Se enviaron 257 estándares de este tipo, de las cuales 101 (39%) se encuentran fuera de 3 Des. Std. (gráfico N°8), conjuntamente con el estándar LBS5, es uno de los estándares más críticos que se han tenido en el proyecto y dentro de la campaña 2009, por lo que se decidió hacer re-ensayos y en reuniones con el laboratorio se llegó a la conclusión que el método de análisis usado (Cu AA61) no era el adecuado, por lo consiguiente se re-analizó 21 estándares por el método correcto Cu AA 62, en el gráfico N° 9 se puede observar que los resultados se encuentran dentro de 2 Des. Std.

En la siguiente tabla N°8 podemos observar los valores de Cu y Mo que tienen las muestras estándares LBS5 estos valores son obtenidas de los certificados enviados por laboratorio Amec quien fue quien preparó dichos

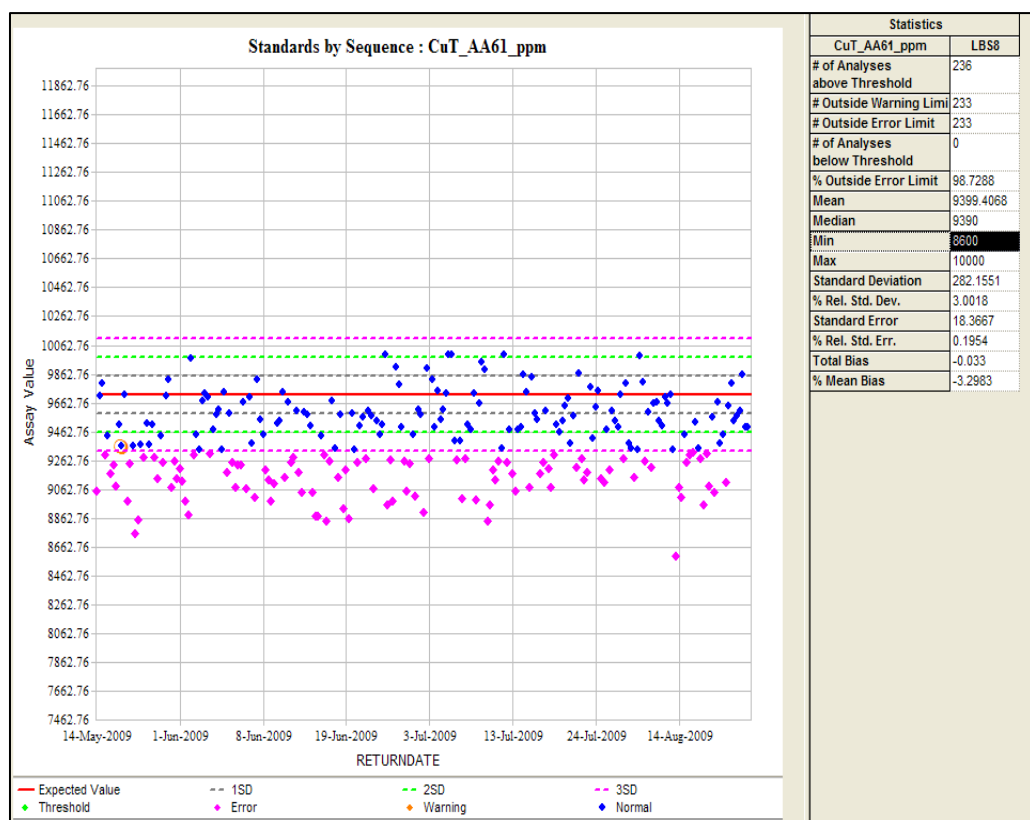
certificados y los resultados obtenidas por laboratorio ALS quien analizó todas las muestras de la campaña mencionada.

Tabla n°8: Rangos de valores de aceptación del estándar LBS8.

LBS8	Certificado	ALS	Bias
CuT	0.972	0.942	-3.2%
Mo	770	771.7	0.20%
Count	257	257	
DS	0.013	0.028	

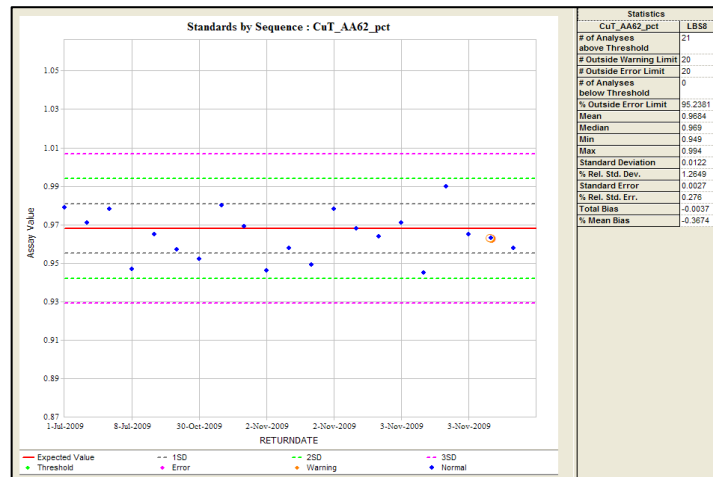
Fuente: Anglo America-Quellaveco

Figura n°17: Comportamiento del std **LBS8** CuT, en la campaña 2009, método de análisis usado Cu AA61.



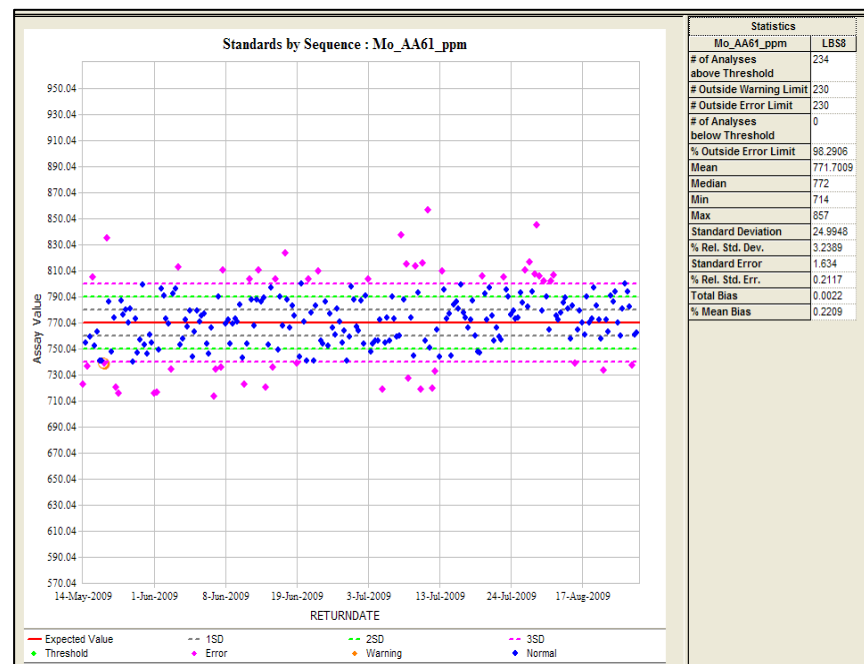
Fuente: Anglo American-Quellaveco

Figura n°18: Comportamiento del std **LBS8** CuT, en la campaña 2009, método de análisis usado Cu AA62.



Fuente: Anglo America-Quellaveco

Figura n° 19: Comportamiento del std **LBS8** Mo, en la campaña 2009.

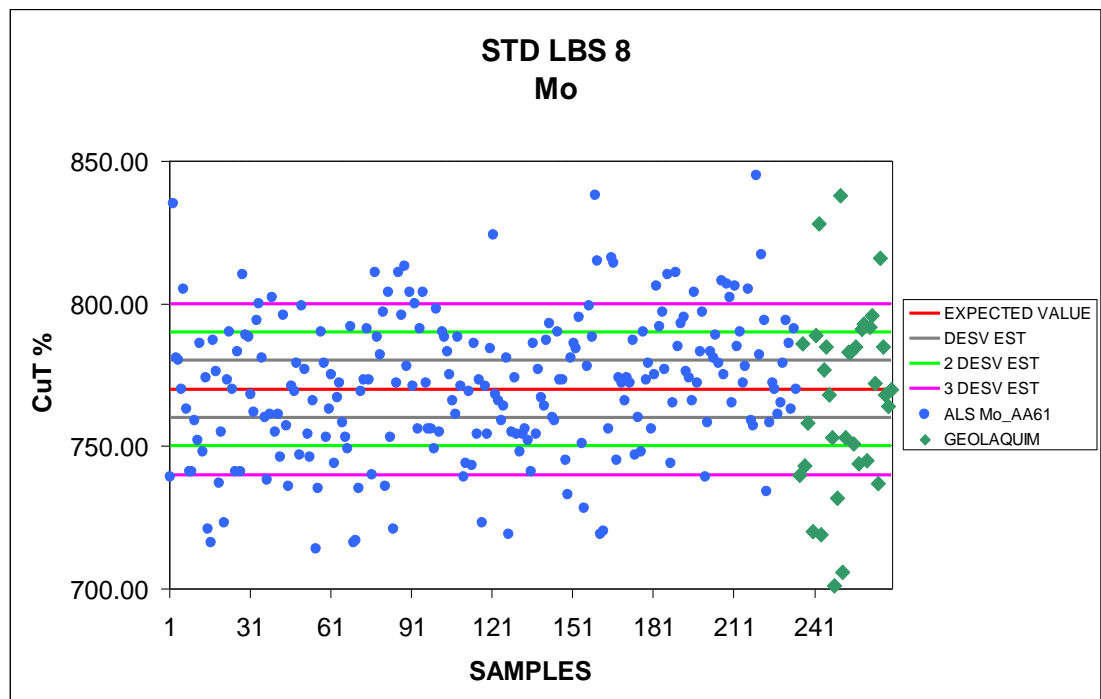


Fuente: Anglo American-Quellaveco

Con respecto a los resultados y comportamiento de Mo, como se puede observar en la figura N°18; 54 estándares de 190 analizadas por Mo AA61 (28%), se encuentran fuera de 3 Desv. Std., con una dispersión de hasta 13 Desv. Std., esto se puede explicar debido a una “*posible*” segregación de la

muestra, este mismo estándar fue analizado en un segundo laboratorio (Geolaquim) cuyo comportamiento es el mismo, todo esto lleva a la sospecha que el estándar se encuentra segregado, ver figura N°20.

Figura n° 20: Comportamiento del std **LBS8 Mo**, en la campaña 2009, comparación análisis de ALS vs Geolaquim



Fuente: Anglo American-Quellaveco

5.1.4.2 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)

El siguiente análisis se evaluará bajo la herramienta de control de calidad del Diagrama de Ishikawa.

Se realizó el análisis de los principales problemas que afectan al área de geología, para ello se analizó los diferentes datos encontrados entre ellos la información geo estadística de las diferentes muestras geológicas emitidas por laboratorio, por lo que dicha información nos permitió elaborar un Diagrama Causa-Efecto para realizar un análisis lo que se deben mejorar, después de realizar una medición del impacto que generaría implementar un sistema de control de calidad QA/QC para el análisis de muestras emitidas por laboratorio a la empresa.

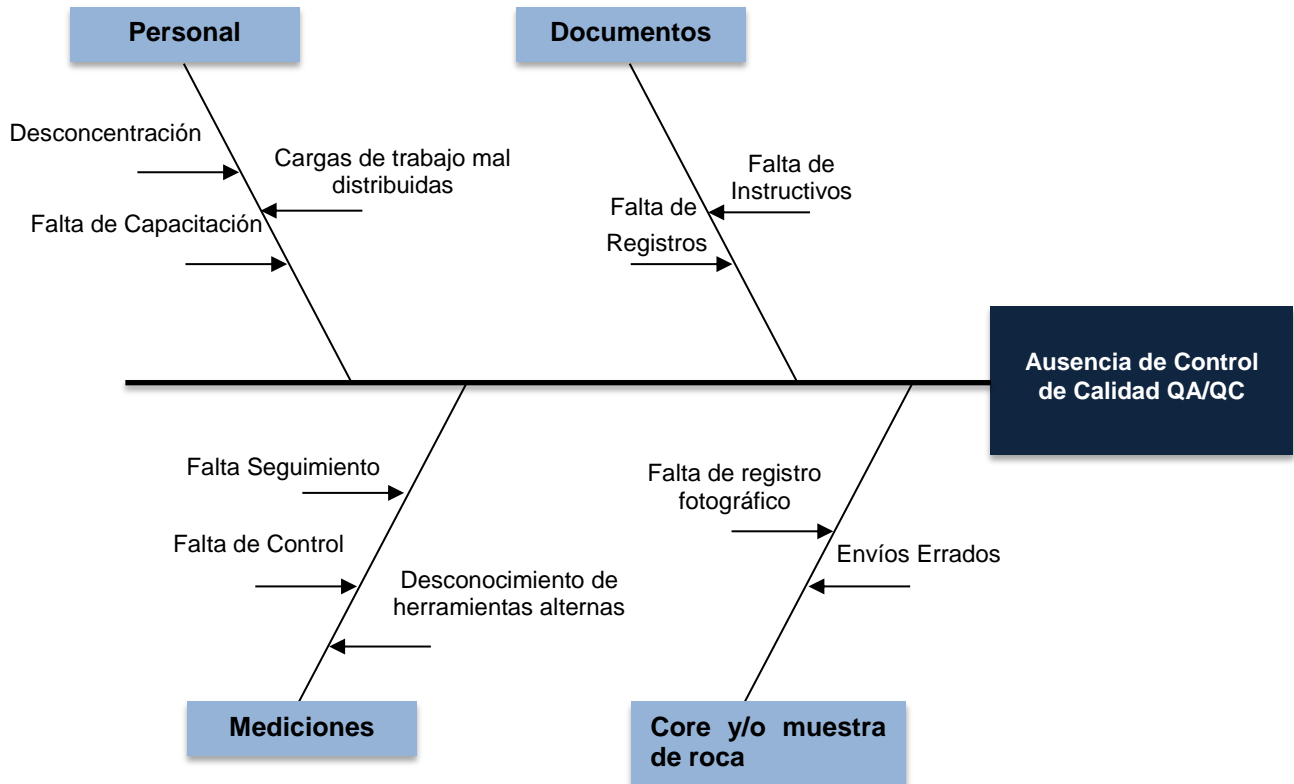


Figura n°21: Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa), Área de geología

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Resultado del diagnóstico.

En esta parte presentaremos el análisis efectuado después de haber aplicado los diferentes métodos técnicos, instrumentos y herramientas para evidenciar las falencias existentes en el área de geología de la empresa Anglo American - Quellaveco. Esto con el objetivo de demostrar la importancia de la propuesta de implementación de un sistema de Control de Calidad QA/QC.

En el diagnóstico evidenciaron los resultados del análisis de datos e información, obtenida de los diferentes cuadros geo estadísticos de la última campaña realizada por la empresa de las diferentes muestras geológicas analizadas por laboratorio en donde podemos notar que Anglo American – Quellaveco implementa un Control de Calidad no adecuado que consiste e incluye controles insertados por el propio laboratorio ALS Chemex, con el uso de: duplicados gruesos, duplicados finos, muestras blancas y estándares certificados, los controles eran enviados al laboratorio conjuntamente con una plantilla Excel el cual indicaba el orden de los controles y el método a utilizar, no realizándose un buen control de las muestras geológicas ya que laboratorio (contratista) realizaba las inserciones y manipulaba los controles de acuerdo a la lista entregada por el titular minero, ALS Chemex (contratista) sabe de la ubicación de las muestras de control permitiendo que no se realice un trabajo cuidadoso, a veces omitiendo los protocolos de preparación y análisis químico. Esto se lo detecta en el gráfico de control de muestras blancas realizadas en la campaña 2009 y muestra un alto número de contaminación de muestras blancas, de igual manera los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los trabajadores del área de geología sobre la confiabilidad de los resultados de las muestras geológicas por laboratorio, en donde claramente se expresa un alto porcentaje de desconfianza hacia el laboratorio contratista.

5.1.4.1. Análisis de la percepción de los trabajadores del área de Geología con respecto a la confiabilidad de los análisis realizados por laboratorio

Para el Análisis para esta percepción se desarrolló teniendo en cuenta la muestra representativa de población conformada por los trabajadores y responsable del área de geología de la empresa Anglo American - Quellaveco S.A que han sido encuestados, para los fines que persigue el presente estudio de Investigación. En la Tabla N° 5 se muestra el total de cliente en el año actual.

En la Tabla N° 9 se muestra el total de cliente en el año actual.

Tabla n°9: Nivel de confianza resultado-laboratorio ALS 2015

No Hay	5
Hay	4
Total de encuestados	9

Fuente: Información remitida de la Encuesta

En la Tabla N° 9 se puede observar el porcentaje de confianza y el porcentaje de desconfianzas con respecto al análisis de muestras geológicas realizadas por laboratorio para la empresa Anglo American - Quellaveco S.A; indicando así la situación actual. Por lo que podemos ver claramente que un 56 % no tienen confianza en los resultados emitidos por laboratorio y un 44 % tienen confianza en los resultados de laboratorio.



Figura n°22: Nivel de confianza resultado-laboratorio ALS 2015

Fuente: Información remitida de la Encuesta

Tabla n°10: Análisis del Grado de Satisfacción

GRADO DE SATISFACCIÓN	Satisfecho	Insatisfecho	%Satisfecho	%Insatisfecho
		3	6	33%

Fuente: Información remitida de la Encuesta

En la Tabla N° 10 se puede observar el porcentaje de satisfechos y el porcentaje de insatisfechos con respecto al análisis de muestras geológicas realizadas por laboratorio para la empresa Anglo American - Quellaveco S.A; indicando así la situación actual. Por lo que podemos ver claramente que un 67 % no están satisfechos con los resultados emitidos por laboratorio y un 33 % están satisfechos con los resultados de laboratorio.

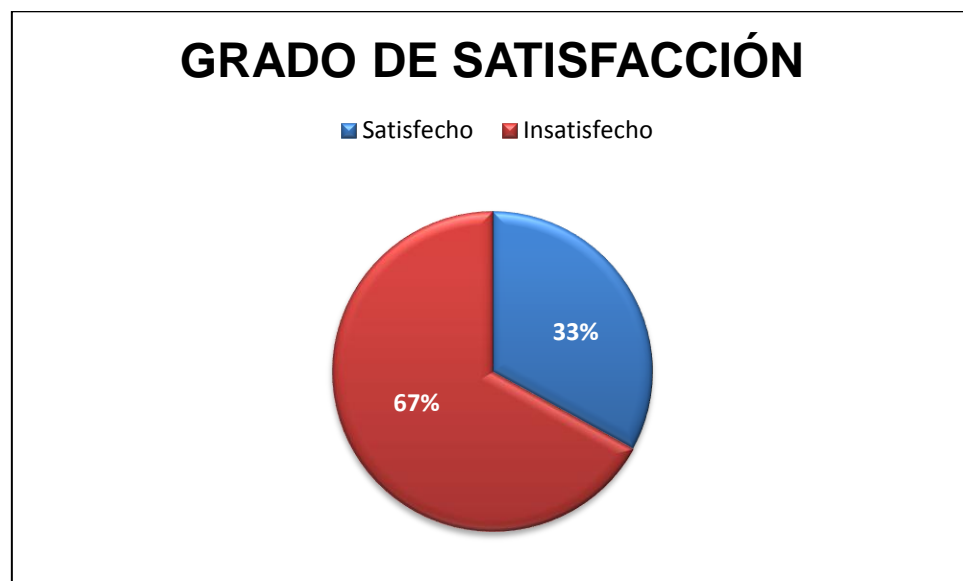


Figura n°23: Grado de Satisfacción de los resultados

Fuente: Información remitida de la Encuesta

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

6.1. Implementación de la propuesta de mejora

Para el desarrollo de la implementación de la propuesta del proyecto de tesis, se ha seguido con el siguiente esquema que muestra el diagrama de flujo presentado en la Figura N° 3 mostrada a continuación.

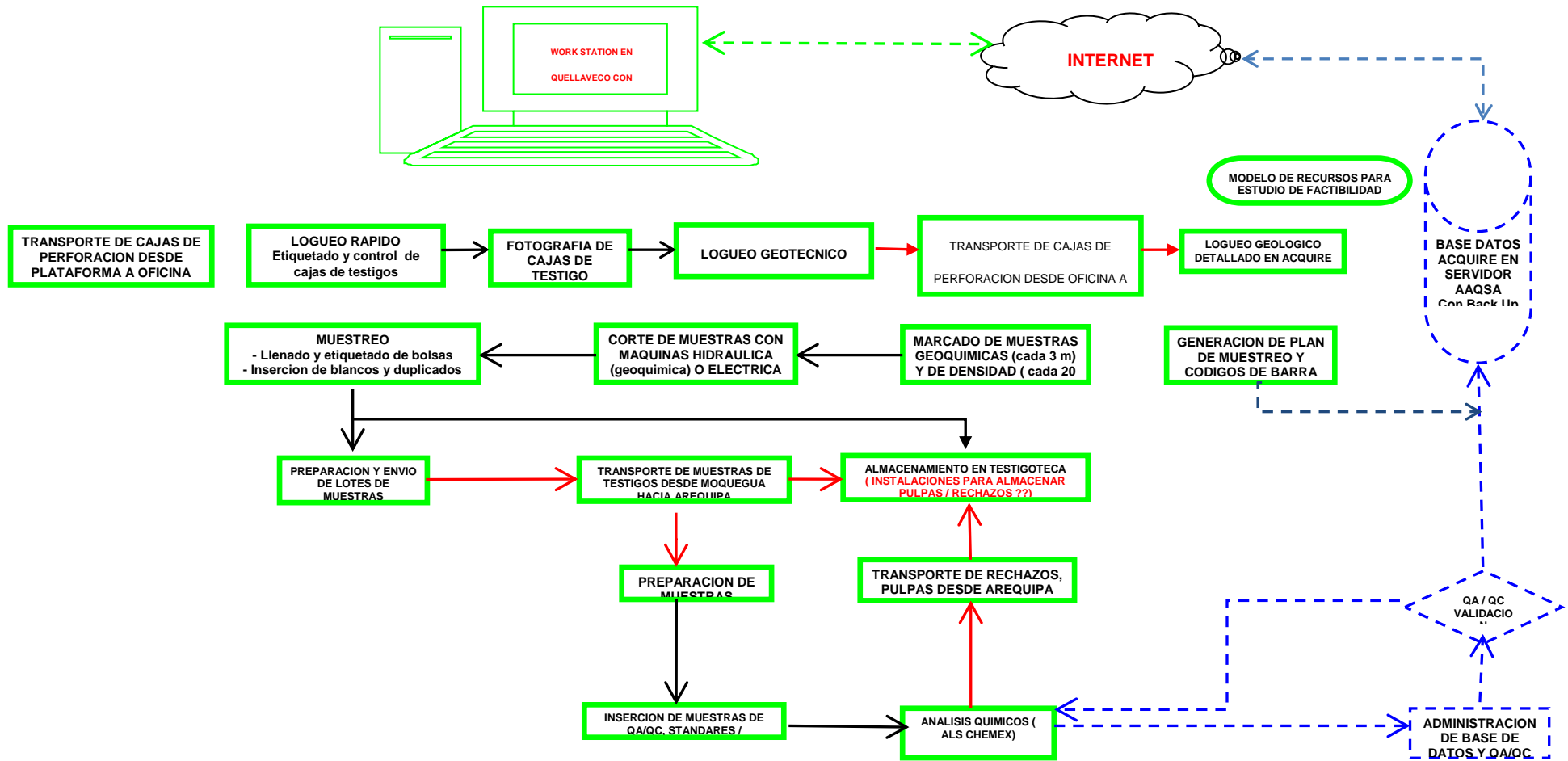


Figura n°24: Esquema de la Implementación de la Propuesta

Fuente: Elaboración Propia

Se utilizó la nueva implementación del sistema AcQuire logrando su total operatividad en el control de datos y cadena de custodia de muestras por código de barras, sistema que tiene como base lo implementado en diferentes proyectos de AA. Un total de 4142 muestras de las cuales 3348 son originales, fueron colectadas y analizadas incluyendo los controles de calidad de acuerdo a protocolo: blancos, duplicados, estándares.

El tramo estándar de muestreo es de 3 metros a lo largo de todo el sondaje variando el mismo en casos especiales.

Las muestras de core fueron transportadas por carretera hacia las instalaciones del laboratorio ALS Chemex Arequipa para su preparación mecánica y remitidas a las instalaciones de ALS Chemex Lima para ensayos.

ALS Chemex fue utilizado como laboratorio principal en la presente campaña Infill drilling Geometalúrgico 2013-2015, como parte de un contrato corporativo de AAE, AAMSA y AAQSA, laboratorio que fue auditado por JH Susan Dry and JB Pelo, los cuales concluyeron que dicho laboratorio brinda algún nivel de confianza en la mayoría de métodos para exploración y está acreditado por ISO17025 desde 2010.

6.1.1. ENSAYOS

Un completo "suite" de análisis fue utilizado durante la campaña infill drilling 2013-2015 que incluyen CuT, CuS, CuCN, Mo y otros elementos ensayados por multi-elementos ICP. A continuación, se detalla el protocolo de análisis utilizado.

ALS Chemex (Laboratorio)

Las muestras fueron ensayadas usando los siguientes métodos que se muestran en la tabla N° 1, en figura n°2 se muestran el detalle de los rangos y límites de detección por método ICP.

Método de Análisis	Elementos	Unidad	LDL	UDL	Digestión	Análisis
Cu-AA62	Cu	%	0.001	40	HF-HNO ₃ -HClO ₄ acid digestion, HCl Leach	AAS (Ore Grade)
Mo-AA61	Mo	Ppm	2	10000	HF-HNO ₃ -HClO ₄ acid digestion, HCL Leach	AAS (Geochemical)
Cu-AA16a	CuCN	%	0.01	100	Cyanide liguor By extraction	AAS
Cu-AA04	CuS	%	0.01	10	Citric Acid Leach	AAS
Ag-AA61	Ag	Ppm	0.5	100	HF-HNO ₃ -HClO ₄ acid digestion, HCL Leach	AAS
As-AA61	As	Ppm	10	10000	HF-HNO ₃ -HClO ₄ acid digestion, HCL Leach	AAS
ME-ICP41	Multi Element (Ver Fig. N° 2)				Agua Regia Digestión	ICP-AES

Tabla n°11: Métodos de análisis usadas por Quellaveco en ALS

Fuente: Elaboración Propia

Analytes & Ranges (ppm)							
Ag	0.2-100	Co	1-10,000	Mn	5-50,000	Sr	1-10,000
Al	0.01%-25%	Cr	1-10,000	Mo	1-10,000	Th	20-10,000
As	2-10,000	Cu	1-10,000	Na	0.01%-10%	Ti	0.01%-10%
B	10-10,000	Fe	0.01%-50%	Ni	1-10,000	Tl	10-10,000
Ba	10-10,000	Ga	10-10,000	P	10-10,000	U	10-10,000
Be	0.5-1,000	Hg	1-10,000	Pb	2-10,000	V	1-10,000
Bi	2-10,000	K	0.01%-10%	S	0.01%-10%	W	10-10,000
Ca	0.01%-25%	La	10-10,000	Sb	2-10,000	Zn	2-10,000
Cd	0.5-1,000	Mg	0.01%-25%	Sc	1-10,000		

Tabla n°12: Rangos y analíticos (LDL & UDL) para MEICP-4

Fuente: Elaboración Propia

6.1.2. MUESTRAS DE CONTROL

Las muestras de control para esta campaña infill drilling de perforación diamantina correspondiente a la etapa conceptual, fueron insertadas en proporciones como se muestra a continuación:

MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	CANTIDAD	%INSERCIÓN
Blanco	Blanco	184	5.5 %
Duplicados	Dup. Core	113	3.4 %
	Dup. Grueso	146	4.4 %
	Dup. Fino	146	4.4 %
Estándares	STD	205	6.1 %
Total Final QAQC		794	23.7 %

Tabla n°13: Proporción de muestras de control utilizadas en el infill drilling

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras de control utilizadas fueron blancos, duplicados (terreno, gruesos, finos) y materiales de control de referencia (estándares).

- **Blancos:** Cuarzo blanco grueso fue utilizado en la preparación de muestras, un blanco fue insertado como la primera muestra en cada envío además de un blanco cada 20 muestras de manera aleatoria, material certificado por laboratorios ACME.
- **Duplicados**
- ✓ **Duplicados de Core (Terreno):** Los duplicados de Core fueron muestreados en intervalos cada 40 muestras de forma aleatoria para ello se utilizó la $\frac{1}{4}$ parte del core restante de muestreo, estos duplicados permiten cuantificar la heterogeneidad del material muestreado y la calidad del muestreo.
- ✓ **Duplicados Gruesos:** Se tomó duplicados gruesos (-10#) cada 20 muestras aleatoriamente, proveniente del primer cuarteado (split) luego del proceso de chancado. El porcentaje de inserción fue de 4.4% el mecanismo de inserción fue al azar automatizado en el software AcQuire.
- ✓ **Duplicados Finos:** Se tomó duplicados finos (-200#) cada 20 muestras de manera aleatoria, las ubicaciones son distintas al duplicado grueso. El porcentaje de inserción fue de 4.4% el

mecanismo de inserción fue al azar automatizado en el software Acquire.

- **Muestras de Material de Referencia (STD):** Fueron insertadas en intervalos cada 15 muestras de manera aleatoria.

Se utilizaron 03 STD procedentes del pórfido Michiquillay, preparados y certificados por AMEC para Cu, Mo y As, a partir de cores de perforación. (Tabla N°4, Tabla N°5).

SRM ID	Drill Holes (Interval)	Mineralization	Lithology	Alteration	Cu (%)	Mo (ppm)	Au (g/t)	As (ppm)
COMP1	M09DH003 (449 m to 599 m)	Hypogene (py, cpy)	Porphyry	Qz-Se-Chl	0.88	465	0.15	81
COMP2	M09DH005 (303 m to 453 m)	Hypogene (py, cpy)	Porphyry	Qz-Se-(Chl)	0.32	35	0.05	27
COMP3	M09DH002 (466.3 m to 616.3 m)	Hypogene (py, cpy)	Porphyry	Pot + Qz-Se	0.67	226	0.08	147
COMP4	MI09DH014 (34.5 m to 66.0 m) M09DH007 (117 m to 216 m)	Sec. Enrich. (cc, cpy, py) Hypogene (py cpy)	Porphyry	Qz-Se-(Chl)	1.08	131	0.21	401

Tabla n°14: Estándares (STD) utilizados en la campaña.

Fuente: Elaboración Propia

STD	Elemento	Unit	Valor Certificado	SD	Lower	Upper	Dispersión % ($\pm 3 SD$)
COMP2	Cu	%	0.332	0.004	0.32	0.344	3.61%
COMP3	Cu	%	0.706	0.016	0.658	0.754	6.80%
COMP4	Cu	%	1.093	0.014	1.051	1.135	3.84%
COMP2	Mo	Ppm	36	2	30	42	16.67%
COMP3	Mo	Ppm	211	3	202	220	4.27%
COMP4	Mo	Ppm	141	8	117	165	17.02%
COMP2	As	Ppm	35	7	14	56	60.00%
COMP3	As	Ppm	149	8	125	173	16.11%
COMP4	As	Ppm	741	29	654	828	11.74%

Tabla n°15: Estándares (STD) utilizados en la campaña

Para compensar esto y debido a que los métodos de análisis de ALS proveen diferentes niveles de precisión (Cu 5%, Mo-As 10%), los límites de aceptación para cada estándar se han definido usando la siguiente lógica.

Advertencias : Valor aceptado $\pm 2SD$

Fallas : Valor Aceptado $\pm 3SD$

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Resultados de la Implementación

6.2.1. Preparación de la Implementación

Para preparar la implementación de un Sistema de Control de calidad QA/QC en el análisis de muestras geológicas, para aumentar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio, a la empresa Anglo América - Quellaveco se implementó el software Acquire.

Mediante esta implementación nos estamos enfocando en el desarrollo de estrategias para mejorar los resultados de análisis de muestras obtenidas de laboratorio, además sirve como una herramienta de ayuda a los miembros de la organización directamente relacionados con la implementación del sistema de calidad.

El proceso empieza con el corte y muestreo de la rocas o testigos, generando del sistema un reporte de corte y muestreo a la vez genera etiquetas de código de barras que son colocadas en la bolsas en la que se preparen las muestras, luego esto es alcanzado al encargado de muestretería donde se encuentran los testigos y las máquinas de corte en ese lugar son preparadas las muestra, luego son enviadas a la preparación mecánica en laboratorio, en dicho reporte se muestra la preparación de dos tipos de controles que son los Blancos y los Duplicados de terreno), una vez preparadas las muestras el sistema emite otro reporte llamado reporte de despacho el cual contiene una lista completa incluyendo dos controles más que vienen a ser los duplicados Gruesos y los duplicados pulpa.

Estos son enviados a laboratorio conjuntamente con la carta de despacho el cual contiene las órdenes de preparación para el chancado y pulverizado de la muestra.

Una vez que el laboratorio realizó la preparación mecánica o pulverizado de las muestras estas son colocadas en sobres de 60 gramos por muestras (cada muestra contiene 3 metros de Core o roca).

El encargado o supervisor realiza los trabajos de inserción de estándares con las muestras que preparó laboratorio para esto se implantó el objeto

despacho de análisis, esto permite desde el sistema despachar los bach (40, 50, 60 muestras) de muestra para análisis a laboratorio, mostrando las siguientes interfaces.

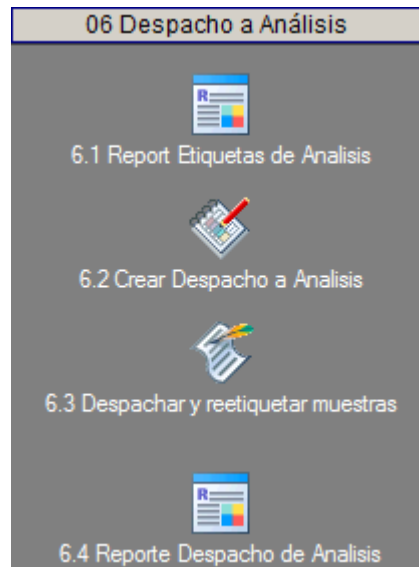


Figura n°25: Despacho a Análisis

Fuente: Elaboración Propia

El área de despacho a análisis comprende las funciones de generación del despacho de envío a laboratorio que incluye La inserción que hecha después del proceso de preparación. Las muestras enviadas para análisis fueron re etiquetadas para asegurarse que los controles sean ciegos. Estos procesos del sistema se describen a continuación.

6.2.1.2 Reporte Etiquetas de Análisis

Este objeto permite imprimir las muestras de análisis que fueron creadas desde el objeto de creación de etiquetas para utilizarlas para el reetiquetado.

Desde la hoja de control se debe seleccionar el proyecto, marcar con check las etiquetas generadas en estado “LABELCREATED” y presionar el botón de “Ejecutar”. Una vez ejecutado el reporte con las muestras seleccionadas, estas desaparecerán de la lista por pasar a estado impreso.

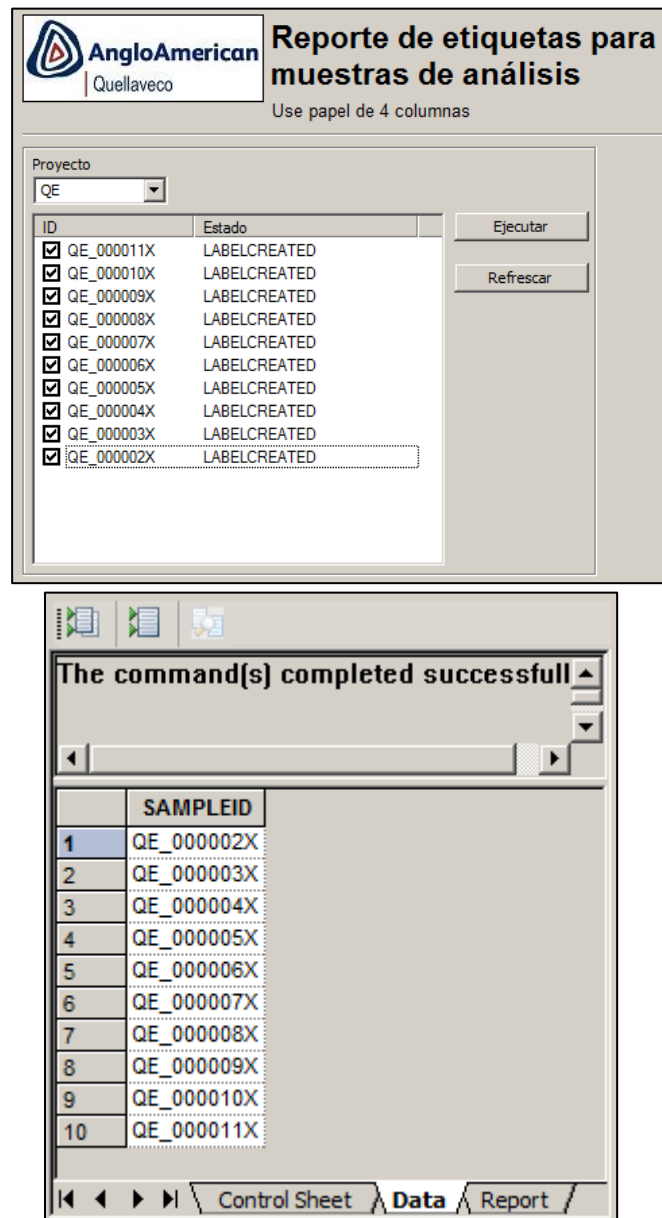


Figura n°26: Reporte de etiquetas para muestra de análisis.

Fuente: Elaboración Propia

:

En la pestaña de "Data" se mostrará la lista de muestras que se imprimirán según la selección de la hoja de control.

En la pestaña "Report" se encuentra el reporte generado con los códigos de las etiquetas en código de barras y texto, dispuestas para imprimirse en etiquetas de 4 columnas.



Figura n°27: Código de etiquetas en código de barras

Fuente: Elaboración Propia

El reporte posee una interfaz de visualización con opciones de zoom, navegación de páginas y búsqueda. Adicionalmente se tienen la opción de

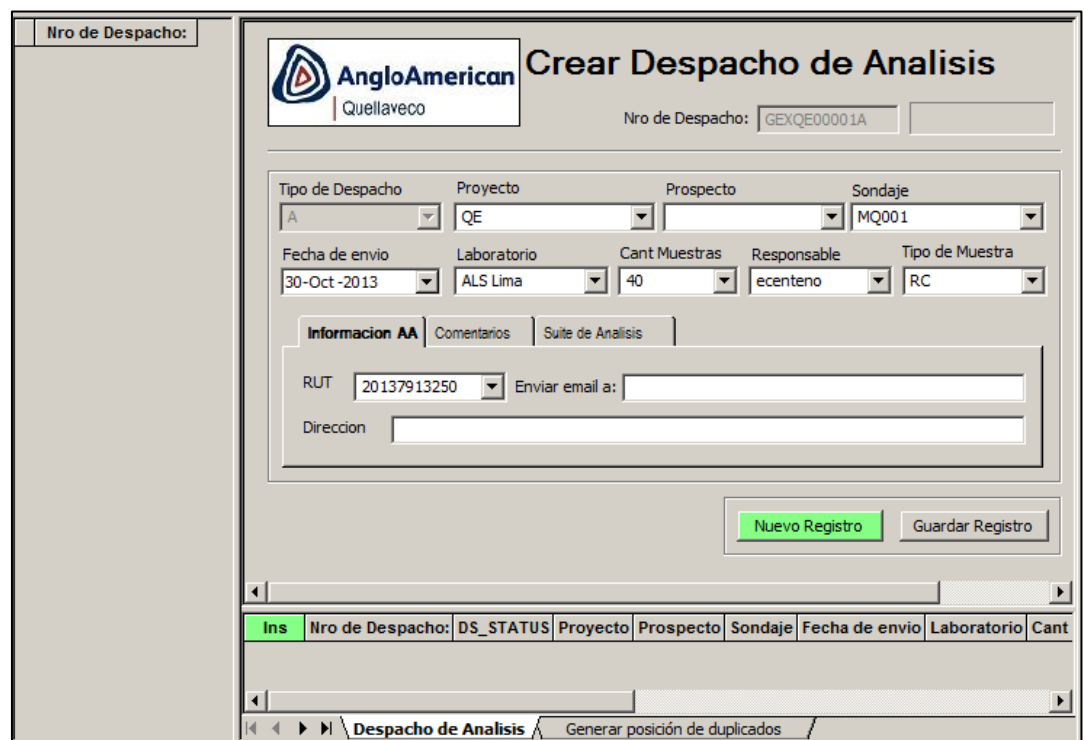
Figura n°28: Interfaz de visualización

Fuente: Elaboración propia.

imprimir desde el botón “Print...” y exportar a formatos convencionales como PDF haciendo clic derecho sobre el reporte y seleccionando la opción “Export...”.

6.2.1.3 Crear Despacho a Análisis

Este objeto permite generar el despacho de las muestras que serán enviadas al laboratorio para su análisis químico. Este registro incluye también la generación de las posiciones de estándares en orden aleatorio para que luego sean consideradas en el reetiquetado.



The screenshot shows a web application interface for creating a dispatch record. The main form is titled 'Crear Despacho de Analisis' and features the AngloAmerican Quellaveco logo. It contains several dropdown menus and text input fields for specifying dispatch details. Below the form, there are two buttons: 'Nuevo Registro' (highlighted in green) and 'Guardar Registro'. At the bottom of the interface, a table header is visible with columns: 'Ins', 'Nro de Despacho', 'DS_STATUS', 'Proyecto', 'Prospecto', 'Sondaje', 'Fecha de envio', 'Laboratorio', and 'Cant'.

Figura n°29: Crear Despacho de Análisis.

Fuente: Elaboración Propia.

De manera general, en estas interfaces existen dos modos de ejecución. El de inserción denotado por el color verde tanto en el botón como en la esquina superior izquierda de la grilla. Este modo permite ingresar un nuevo registro llenando las cajas de texto y listas de selección de la interfaz; luego, presionar el botón "Guardar".

Por otro lado, el modo de actualización permite editar un registro existente o eliminarlo. Para actualizar un registro basta colocarse sobre él desde la grilla

y cambiar sus datos en las cajas de texto y listas de selección de la interfaz; y presionar el botón “Guardar”. Para eliminar un registro, se selecciona la cabecera de fila y se presiona el botón *suprimir*.

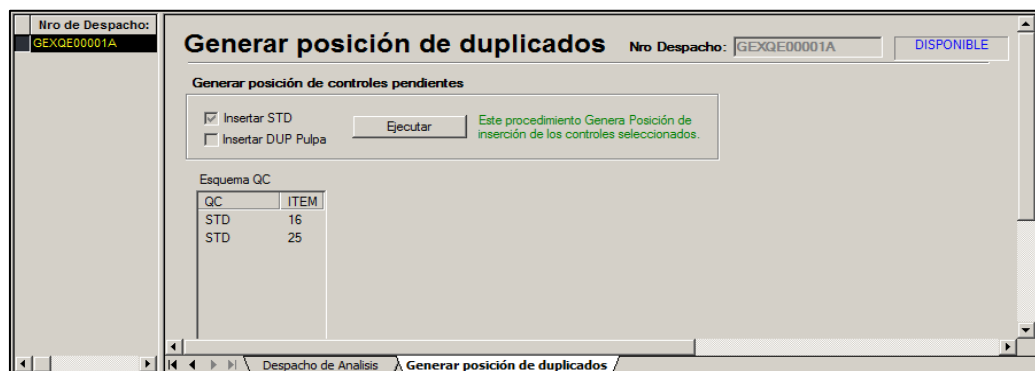


Upd	Proyecto	Prospecto	Sondaje	Laboratorio	Responsable	Tipo de Muestra	Tipo de Despacho
	QE		MQ001	ALS Lima	ecenteno	DDH	P

Figura n°30: Despacho de Preparación.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez registrado el despacho, se pasa a la segunda hoja llamada “Generar posición de duplicados” donde se presiona el botón de “Ejecutar” para generar las posiciones recomendadas de estándares a utilizar en el reetiquetado. Una vez generadas, estas aparecerán en la lista gris de solo lectura.



QC	ITEM
STD	16
STD	25

Figura n°31: Despacho de Preparación.

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.4 Despachar y reetiquetar muestras

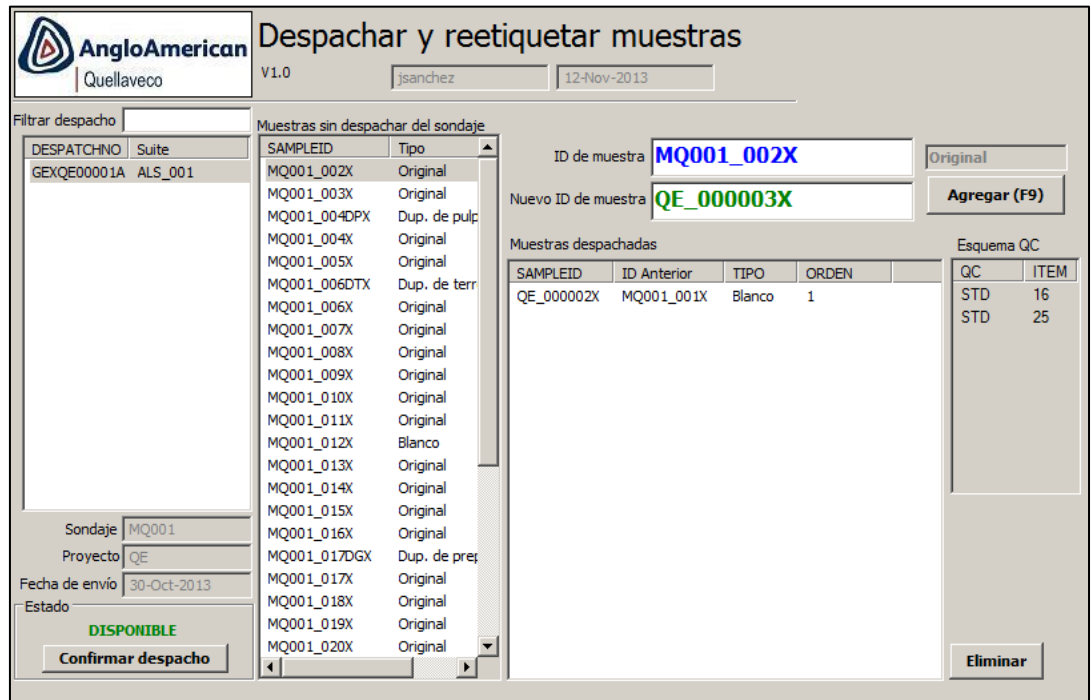
Este objeto permite generar el reetiquetado de las muestras para su envío a análisis. El nombre de las muestras que tenían en la fase de preparación son actualizados por los de análisis, pero el nombre de preparación se conserva en el campo SA_ID_PREP. El objeto está preparado para operar mediante el pistoleo de las etiquetas ya impresas y de una etiqueta "F9" para guardar el registro.

Al pistolear las dos etiquetas de código de barras, estos aparecerán en las cajas de texto "ID de muestra" (ID de preparación) y de "Nuevo ID de muestra" (ID de análisis). Una vez guardado el registro aparecerá en la lista de muestras despachadas.

El objeto valida que el tipo de muestras pistoleadas sea del mismo según el plan de muestreo de modo que no puede asignarse una muestra original en la posición donde correspondería un control o viceversa. De igual modo, se lanza una advertencia si no se respeta la posición sugerida de estándares.

Si se desea eliminar una de las asociaciones registrada por error, basta seleccionar el elemento de la lista de "Muestras despachadas" y presionar el botón "Eliminar".

Una vez completado el reetiquetado, se presiona el botón "Confirmar despacho" para pasarlo a estado "CONFIRMADO". Desde entonces no se podrán hacer cambios en el reetiquetado ni el despacho.



Anglo American
Quellaveco

V1.0 | jsanchez | 12-Nov-2013

Filtrar despacho

DESPATCHNO	Suite
GEXQE00001A	ALS_001

Muestras sin despachar del sondaje

SAMPLEID	Tipo
MQ001_002X	Original
MQ001_003X	Original
MQ001_004DPX	Dup. de pulc
MQ001_004X	Original
MQ001_005X	Original
MQ001_006DTX	Dup. de terr
MQ001_006X	Original
MQ001_007X	Original
MQ001_008X	Original
MQ001_009X	Original
MQ001_010X	Original
MQ001_011X	Original
MQ001_012X	Blanco
MQ001_013X	Original
MQ001_014X	Original
MQ001_015X	Original
MQ001_016X	Original
MQ001_017DGX	Dup. de pre
MQ001_017X	Original
MQ001_018X	Original
MQ001_019X	Original
MQ001_020X	Original

ID de muestra: **MQ001_002X** Original

Nuevo ID de muestra: **QE_000003X** **Agregar (F9)**

Muestras despachadas

SAMPLEID	ID Anterior	TIPO	ORDEN
QE_000002X	MQ001_001X	Blanco	1

Esquema QC

QC	ITEM
STD	16
STD	25

Sondaje: MQ001
Proyecto: QE
Fecha de envío: 30-Oct-2013
Estado: **DISPONIBLE**
Confirmar despacho

Eliminar

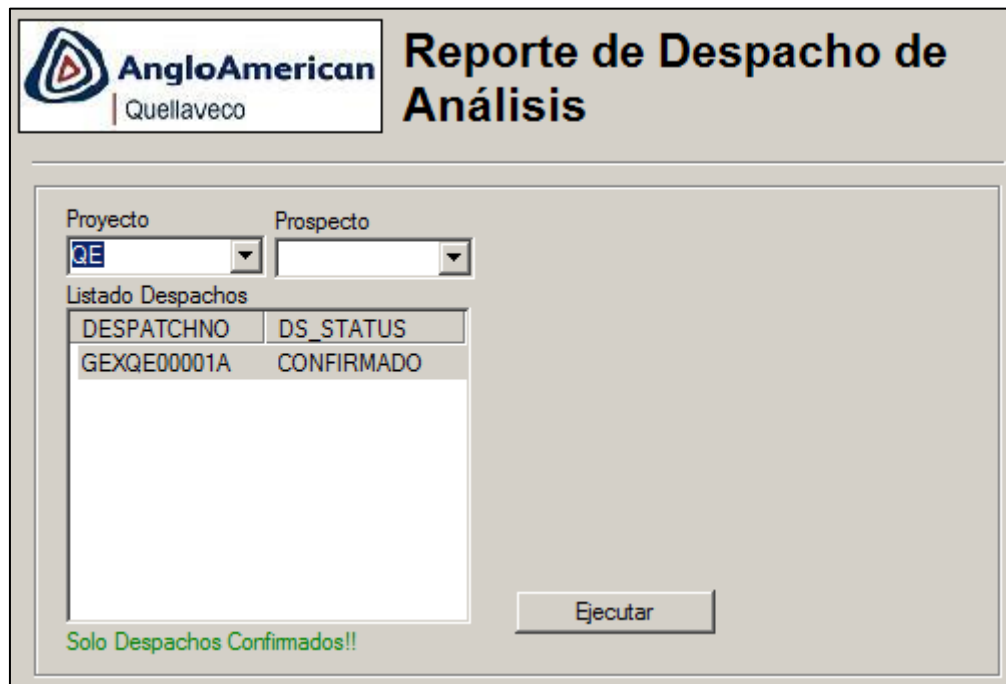
Figura n°32: Despachar y reetiquetar muestras.

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.4 Reporte de Despacho de Análisis

Este objeto permite obtener un informe del despacho de análisis generado en una versión externa con el listado de muestras y duplicados. Y otra interna con el detalle de tramos y tipos de muestra de cada una.

Para operar el objeto hay que empezar seleccionando el despacho de preparación de la lista. Solo aparecerán para imprimir los despachos en estado de "CONFIRMADO".



AngloAmerican
Quellaveco

Reporte de Despacho de Análisis

Proyecto: Prospecto:

Listado Despachos

DESPATCHNO	DS_STATUS
GEXQE00001A	CONFIRMADO

Solo Despachos Confirmados!!

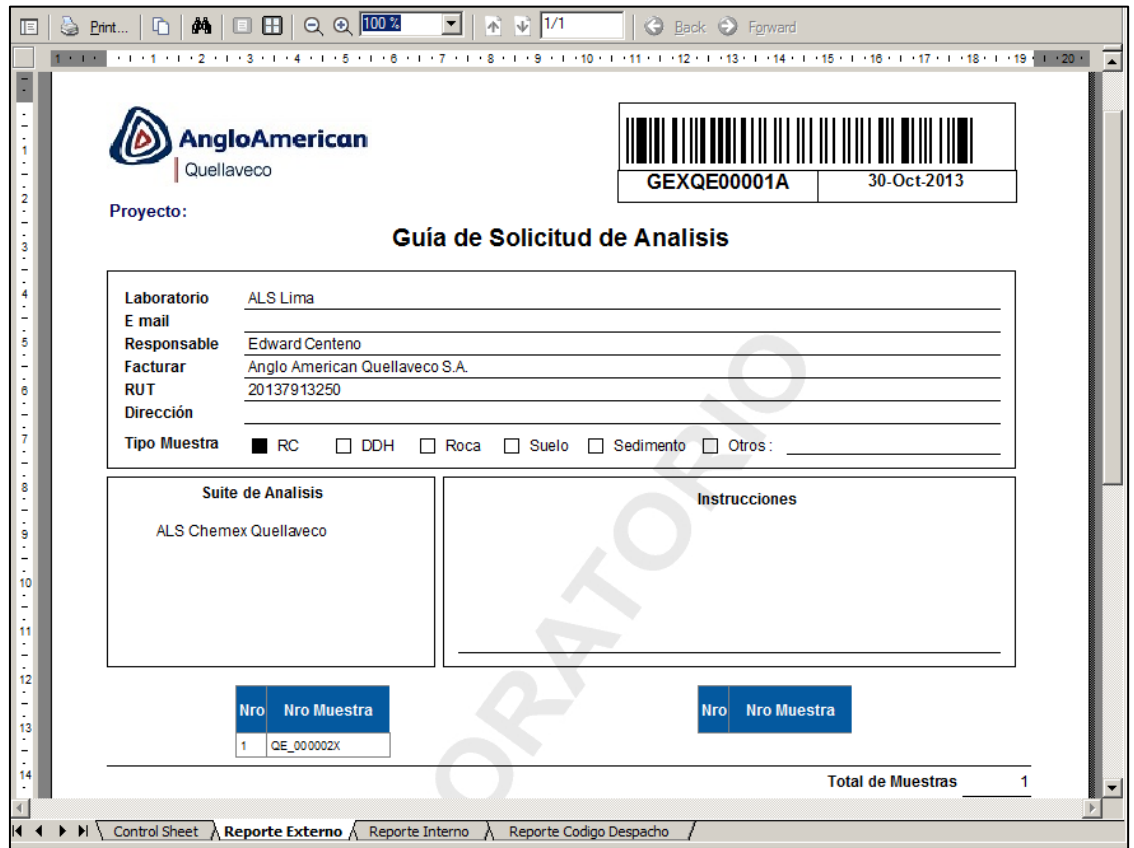
Ejecutar

Figura n°33: Reporte de Despacho de Análisis.

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón "Ejecutar", se generarán los reportes respectivos en las hojas siguientes.

El primero es el reporte para fines externos (Reporte Externo) con los datos de Quellaveco en el encabezado, el despacho en código de barras, instrucciones de análisis según lo configurado en la hoja de control y el listado de muestras.



Anglo American
 Quellaveco

Proyecto: **Guía de Solicitud de Analisis**

Laboratorio ALS Lima
E mail _____
Responsable Edward Centeno
Facturar Anglo American Quellaveco S.A.
RUT 20137913250
Dirección _____
Tipo Muestra RC DDH Roca Suelo Sedimento Otros: _____

Suite de Analisis
 ALS Chemex Quellaveco

Instrucciones

Nro	Nro Muestra
1	QE_000002X

Total de Muestras 1

Control Sheet | **Reporte Externo** | Reporte Interno | ReporteCodigo Despacho

Figura n°34: Guía de Solicitud de Análisis.

Fuente: Elaboración Propia.

El segundo es el "Reporte Interno" que tiene los mismos datos del reporte anterior adicionando el detalle de los intervalos de cada muestra, su tipo y la cuantificación de muestras.

AngloAmerican
Quellaveco

Proyecto: **Guía de Solicitud de Preparación**

Laboratorio: ALS Lima
 E mail: _____
 Responsable: Edward Centeno
 Facturar: Anglo American Quellaveco S.A.
 RUT: 20137913250
 Dirección: _____
 Tipo Muestra: RC DDH Roca Suelo Sedimento Otros: _____

Suite de Analisis
ALS Chemex Quellaveco

Instrucciones

Sondaje	MQ001
NORMAL	0
BLANCO	1
DUP TERRENO	0
DUP GRUESO	0
DUP PULPA	0
ESTANDAR	0
TOTAL	1

Nro	Bolsa	Desde	Hasta	Tipo
1	QE_000002X			BLANCO

Control Sheet | Reporte Externo | **Reporte Interno** | ReporteCodigo Despacho

Figura n°35: Guía de Solicitud de Preparación.

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se tiene una hoja de reporte del nombre del despacho en código de barras para el uso que se estime conveniente.

Reporte Codigo Despacho

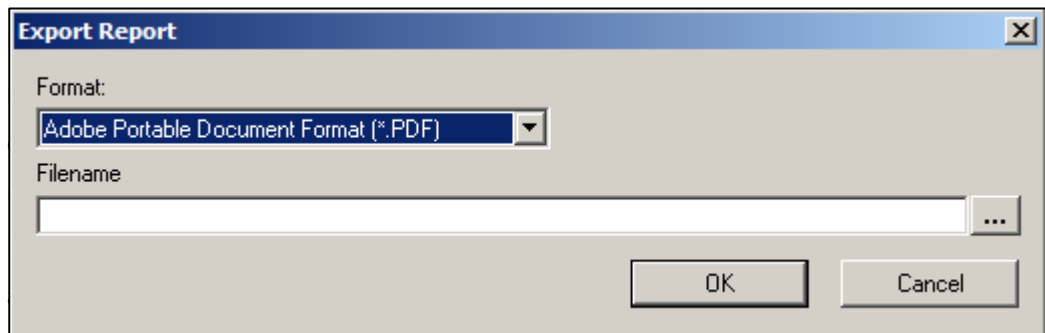
GEXQE00001A

Control Sheet | Reporte Externo | Reporte Interno | **Reporte Codigo Despacho**

Figura n°36: Hoja de reporte del despacho en código de barras.

Fuente: Elaboración Propia.

El reporte posee una interfaz de visualización con opciones de zoom, navegación de páginas y búsqueda. Adicionalmente se tienen la opción de imprimir desde el botón "*Print...*" y exportar a formatos convencionales como PDF haciendo clic derecho sobre el reporte y seleccionando la opción "*Export...*".



n°37: Exportar a Formato PDF.

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.5 ALS Assay Import

Este objeto permite la importación de resultados analíticos desde el formato CSV que reporta el laboratorio.

El importador está preparado para soportar resultados de análisis dinámicos pudiendo agregarse, eliminarse o cambiándose de orden las columnas importadas.

Se debe seleccionar el archivo CSV desde el botón de los tres puntos (...) de la hoja de control y presionar el botón de "Preview" para obtener una previsualización de los resultados a importar.

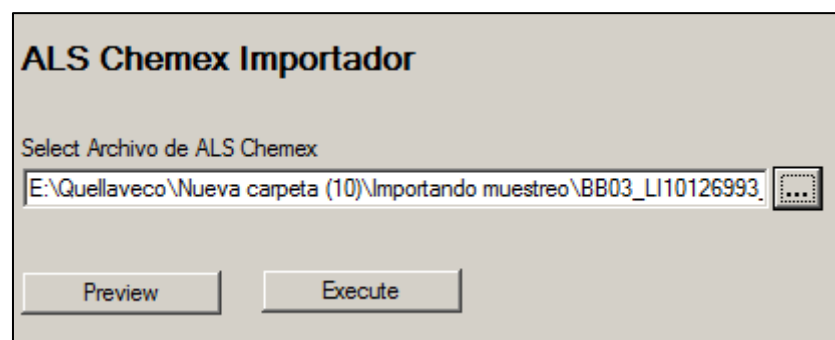


Figura n°38: Importador del archivo CVS

Fuente: Elaboración Propia.

La previsualización mostrará los datos del archivo distribuidos en varias hojas que incluyen los resultados de muestras originales, duplicados y los controles insertados por el laboratorio.

Destination	SAMPLEID	PESO_MUEST_LAB	Ag_ME-ICP61_ppm	Ag_ME-ICP61_ppm_LABJO_BNO	Al_ME-ICP61_pct	Al_ME-ICP61_pct_LABJOBNO	As_ME-ICP61_ppm	As_ME-ICP61_ppm_LABJO_BNO	Ba_ME-ICP61_ppm
Preview	23422	11.78	<0.5	LI10126993	6.32	LI10126993	5	LI10126993	90
	23423	17.25	<0.5	LI10126993	6.26	LI10126993	5	LI10126993	40
	23424	18.42	<0.5	LI10126993	6.41	LI10126993	<5	LI10126993	30
	23425	9.18	<0.5	LI10126993	6.41	LI10126993	<5	LI10126993	30
	23428	12.95	<0.5	LI10126993	6.18	LI10126993	5	LI10126993	30
	23429	16.62	<0.5	LI10126993	6.22	LI10126993	<5	LI10126993	30
	23430	16.62	<0.5	LI10126993	6.23	LI10126993	5	LI10126993	30
	23431	17.1	<0.5	LI10126993	6.36	LI10126993	<5	LI10126993	30
	23433	17.61	<0.5	LI10126993	6.48	LI10126993	<5	LI10126993	40
	23434	15.46	<0.5	LI10126993	6.28	LI10126993	<5	LI10126993	40

Figura n°39: Previsualización de los archivos distribuidos

Fuente: Elaboración Propia.

Cada una de las columnas de tipos de análisis deben existir en la tabla ASSAYTYPE y también su equivalencia en METAIMPORTALIASSES, la cual permite hacer la correlación del nombre para mantener el dinamismo de la importación.

Los resultados importados se agregarán a la base de datos con estado “Pending” (pendiente), lo que significa que tendrán pendiente la operación de aprobación o rechazo, según sea el caso.

Luego, volver a la pestaña de “Control Sheet” y presionar el botón de “Execute”. Entonces aparecerá la ventana de ejecución de importación. En ella se pueden configurar los parámetros del proceso de importación.

La primera importación debe ser de simulación para asegurarse que los datos no tienen inconsistencia y serán guardados sin problema en la base de datos. El primer check denominado “*Import all sheets as a check only (executes all sheets in single transaction)*” debe estar activado para ejecutar la importación en modo simulación.

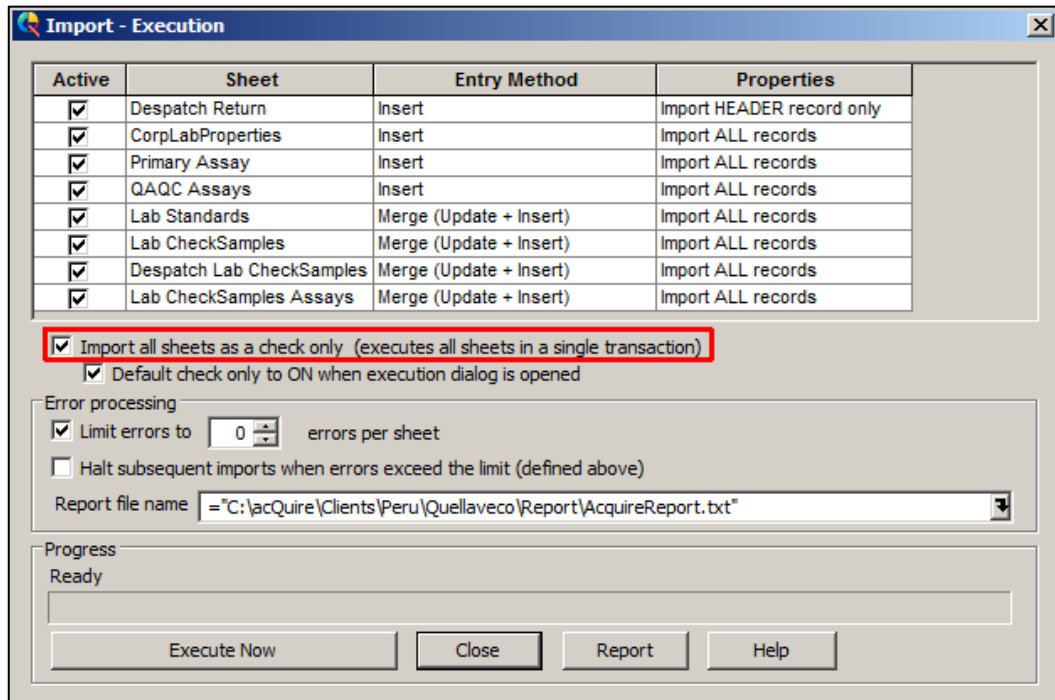


Figura n°40: Importador del archivo CVS

Fuente: Elaboración Propia.

Una importación satisfactoria mostrará el mensaje:

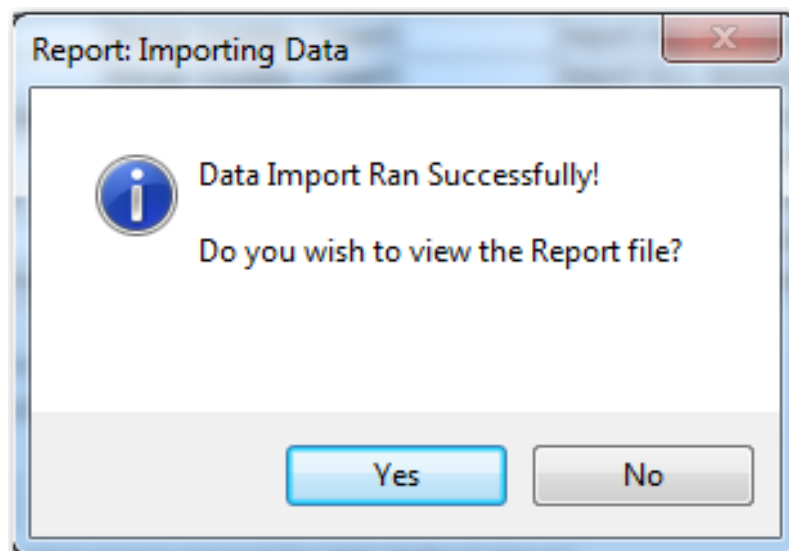


Figura n°41: Importación Satisfactoria

Fuente: Elaboración Propia.

Una importación con errores mostrará el mensaje:

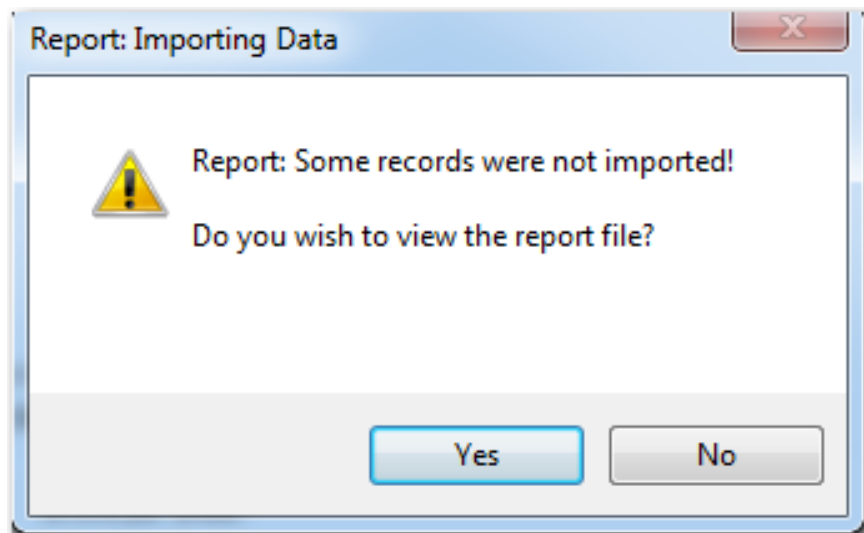


Figura n°42: Importación con error

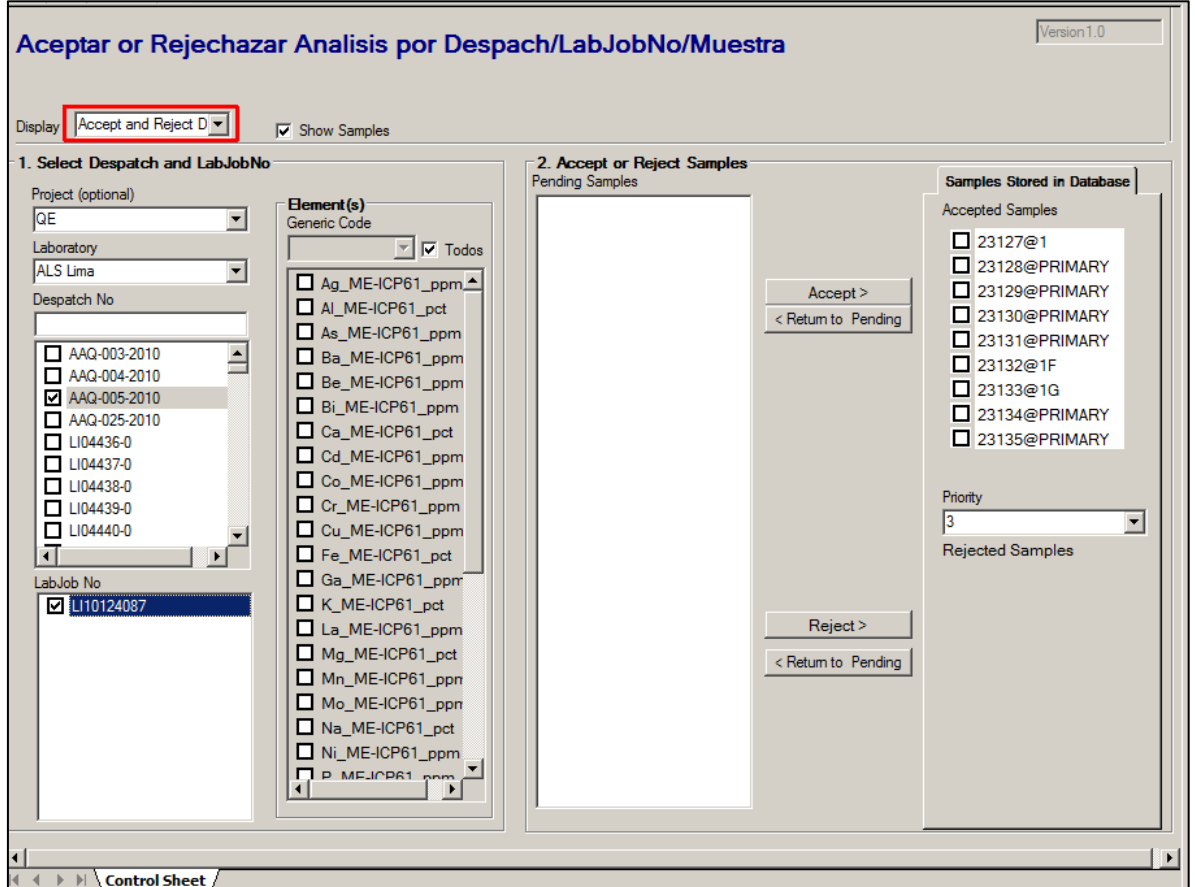
Fuente: Elaboración Propia.

En ambos casos, al presionar "Yes" se mostrará un reporte de importación con los registros importados y/o detalle de errores de ser el caso.

Luego de que la simulación ha pasado sin errores, se podrá proceder a una nueva ejecución con el check de "*Importa ll sheets as a check only (executes all sheets in transaction)*" demarcado.

6.2.1.6 Aceptar y rechazar Assays

Este objeto permite alternar el estado de aprobación de las muestras.



The screenshot shows a software window titled "Aceptar or Rechazar Analisis por Despach/LabJobNo/Muestra" (Version 1.0). At the top, there is a "Display" dropdown menu set to "Accept and Reject D" and a checked "Show Samples" option. The main area is divided into three panels:

- 1. Select Despach and LabJobNo:** Contains filters for Project (QE), Laboratory (ALS Lima), and Despach No. A list of sample IDs is shown, with "AAQ-005-2010" selected. Below it, "LabJob No" is set to "LI10124087".
- 2. Accept or Reject Samples:** A large empty box labeled "Pending Samples".
- Samples Stored in Database:** A list of accepted samples with checkboxes, including "23127@1", "23128@PRIMARY", "23129@PRIMARY", "23130@PRIMARY", "23131@PRIMARY", "23132@1F", "23133@1G", "23134@PRIMARY", and "23135@PRIMARY". A "Priority" dropdown is set to "3".

Buttons for "Accept >", "< Return to Pending", and "Reject >", "< Return to Pending" are visible between the panels.

Figura n°43: Aceptar o Rechazar Análisis por despacho

Fuente: Elaboración Propia.

Existe la posibilidad de aceptar/rechazar muestras pendientes o volver a pendiente muestras aceptadas/rechazadas. Esto es elegible por el primer combo box llamado "Display" donde se pueden seleccionar las muestras a actualizar. Ya sea las "Accept and Reject Despach" (aceptadas y rechazadas) o las "Pending Despach" (pendientes).

Luego, seleccionar todos los filtros para llegar a la muestra(s) de un retorno de despacho dado. Hay que seleccionar el proyecto, laboratorio, despacho y "lab. job No" (número de orden de trabajo de laboratorio). Luego seleccionar los Element(s) (tipos de análisis) a considerar y opcionalmente las muestras

seleccionadas o todas. Entonces las muestras marcadas se pasarán a estado Aceptado / Pendiente según el botón que se presione.

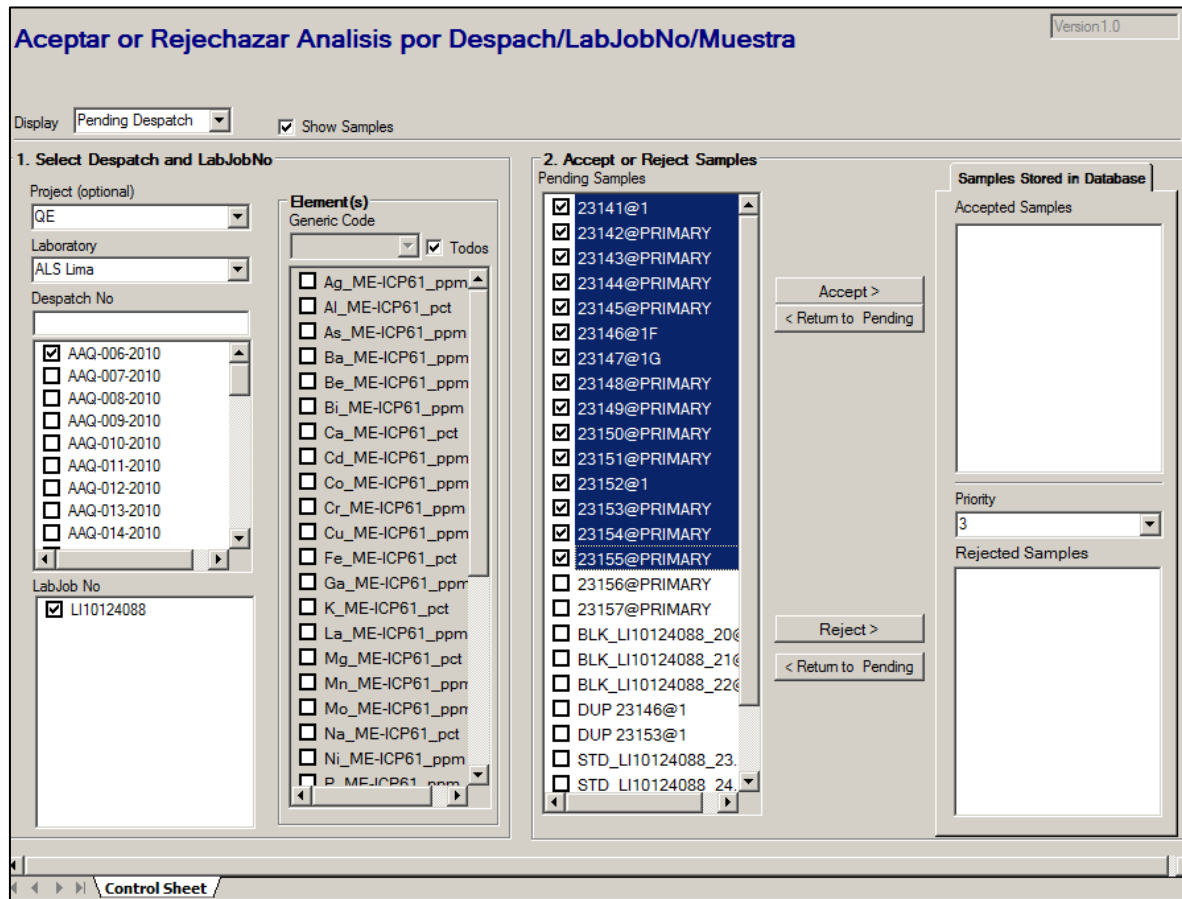


Figura n°44: Aceptar o Rechazar Análisis por despacho

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.7 Best Assay Num

Este objeto permite la visualización de los resultados de las leyes de muestras originales como números en forma de tabla, Acquire almacena los resultados con sus valores numéricos y descriptores textuales separados, los cuales según su equivalencia en la tabla CORPASSAYTRANS mantenida desde la sección de "Configuración General" son expresados como valores numéricos.

Esta vista tiene en sus columnas funciones "BEST", lo que indica que se hace un cálculo del mejor valor de ese elemento/unidad según los RANKS especificados en la tabla ASSAYTYPE.

Los datos de esta vista no son modificables desde este objeto.

	HOLEID	SAMPLEID	PROJECTCODE	SAMPFROM	SAMPTO	CuCN_pct_BEST	CuS_pct_BEST	CuT_pct_BEST
2	MQ121	10002_96	QE	190.6	192.15	0.04	0.005	0.25
3	MQ121	10003_96	QE	192.15	193.65	0.03	0.005	0.28
4	MQ121	10008_96	QE	199.75	201.3	0.02	0.005	0.2
5	MQ121	10013_96	QE	207.4	208.9	0.02	0.005	0.24
6	U22	1002_94	QE	37.18	40.02	0.31	0.04	0.4
7	MQ6	10024_96	QE	9.15	12.2	0.01	0.01	0.11
8	MQ6	10026_96	QE	15.25	18.3	0.01	0.01	0.11
9	MQ6	10028_96	QE	21.35	24.4	0.005	0.01	0.16
10	MQ6	10031_96	QE	30.5	33.55	0.005	0.01	0.08
11	MQ6	10032_96	QE	33.55	36.6	0.02	0.04	0.13
12	MQ6	10041_96	QE	48.8	50.3	2.33	0.12	3.1
13	MQ6	10045_96	QE	54.9	56.4	1.9	0.08	2.38
14	MQ6	10047_96	QE	57.95	59.45	0.68	0.02	0.96
15	MQ6	10049_96	QE	61	62.5	1.34	0.05	1.71
16	MQ6	10051_96	QE	64.05	65.55	1.15	0.04	1.33
17	MQ6	10053_96	QE	67.1	68.6	0.66	0.04	0.98
18	MQ6	10064_96	QE	83.85	85.4	0.05	0.01	0.49
19	MQ6	10065_96	QE	85.4	86.9	0.15	0.01	0.58
20	MQ6	10069_96	QE	91.5	93	0.16	0.01	0.84
21	MQ6	10074_96	QE	99.1	100.65	0.05	0.01	0.92
22	MQ6	10079_96	QE	106.75	108.25	0.06	0.01	1.04
23	MQ122	10084_96	QE	33.55	36.6	0.02	0.01	0.09
24	MQ122	10090_96	QE	44.2	45.75	1.72	0.07	1.82
25	MQ122	10094_96	QE	50.3	51.85	0.98	0.05	1.03
26	MQ122	10096_96	QE	53.35	54.9	0.83	0.03	0.9
27	MQ122	10106_96	QE	68.6	70.15	0.71	0.06	0.83

Figura n°45: RANKS especificados en la tabla ASSAYTYPE.

Fuente: Elaboración Propia.

Para facilitar la operación de la vista, se tiene la opción de filtro. Disponible en la barra de herramientas con un ícono de embudo.



Figura n°46: Embudo.

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón se activará la sección de filtros donde se podrá restringir los registros mostrados según condiciones especificadas en la pestaña "Filter".

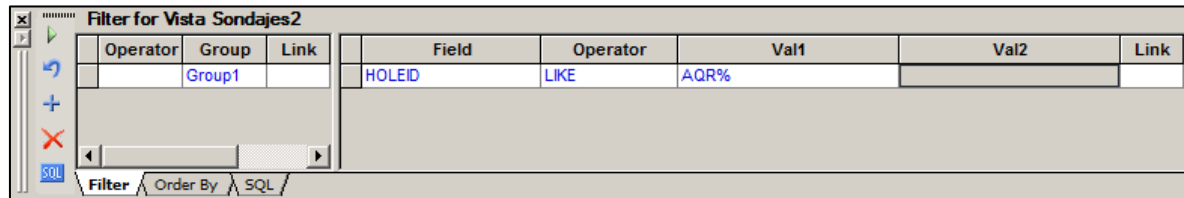


Figura n°47: Sección Filtros.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez registrado, para que el filtro sea efectivo se debe presionar el botón de flecha verde.



Figura n°48: Flecha verde

Fuente: Elaboración Propia.

Si se desea agregar más de un filtro, se puede utilizar el botón del signo más (+) para agregar otra condición o el de la equis (X) roja para eliminarlo.

La pestaña de "Order By" permite ordenar los registros mostrados por alguna secuencia de campos en orden ascendente (ASC) o descendente (DESC), la pestaña de SQL permite establecer estos filtros utilizando código SQL.

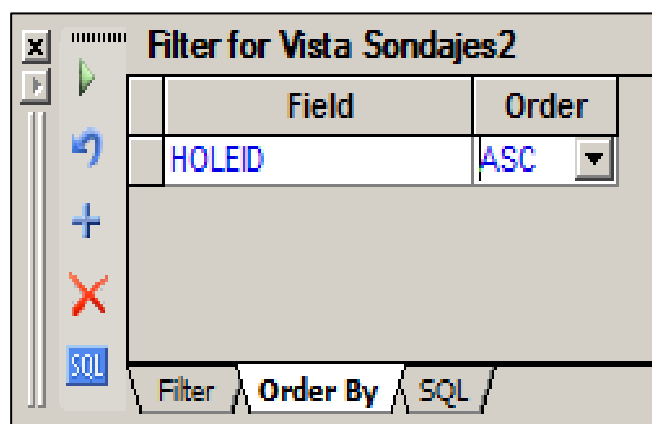


Figura n°49: Order By.

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.8 Best Assay Text

Este objeto permite la visualización de los resultados de las leyes de muestras originales como textos en forma de tabla, Acquire almacena los resultados con sus valores numéricos y descriptores textuales separados, en esta vista se concatenan (de la misma forma en que suelen estar en el archivo de resultados. Por ejemplo: "<0.5").

Esta vista tiene en sus columnas funciones "BEST", lo que indica que se hace un cálculo del mejor valor de ese elemento/unidad según los RANKS especificados en la tabla ASSAYTYPE.

Los datos de esta vista **no son modificables desde este objeto**.

	SAMPLEID	HOLEID	PROJECTCODE	SAMPFROM	SAMPTO	CuCN_pct_BEST	CuS_pct_BEST	CuT_pct_BEST
1	1000_94	U22	QE	26.52	27.98	0.64	0.08	0.71
2	10004_96	MQ121	QE	193.65	195.2	0.03	<0.01	0.2
3	10006_96	MQ121	QE	196.7	198.25	0.03	<0.01	0.2
4	1001_94	U22	QE	33.83	37.18	0.42	0.08	0.49
5	10010_96	MQ121	QE	202.8	204.35	0.02	<0.01	0.19
6	10014_96	MQ121	QE	208.9	210.45	0.02	<0.01	0.21
7	10015_96	MQ121	QE	210.45	211.95	0.03	<0.01	0.21
8	10016_96	MQ121	QE	211.95	213.5	0.02	<0.01	0.21
9	10020_96	MQ121	QE	218.05	220	0.03	<0.01	0.21
10	10022_96	MQ6	QE	3.05	6.1	0.02	0.03	0.17
11	10023_96	MQ6	QE	6.1	9.15	0.01	0.02	0.19
12	10033_96	MQ6	QE	36.6	38.1	1.23	0.08	1.42
13	10034_96	MQ6	QE	38.1	39.65	1.62	0.08	1.88
14	10040_96	MQ6	QE	47.25	48.8	1.04	0.07	1.37
15	10042_96	MQ6	QE	50.3	51.85	1.91	0.09	2.46
16	10048_96	MQ6	QE	59.45	61	1.24	0.03	1.68
17	10050_96	MQ6	QE	62.5	64.05	1.33	0.03	1.52
18	10052_96	MQ6	QE	65.55	67.1	1.03	0.03	1.34
19	10055_96	MQ6	QE	70.15	71.65	1.3	0.06	1.69
20	1006_94	U22	QE	48.46	51.21	0.29	0.03	0.39
21	10060_96	MQ6	QE	77.75	79.3	0.25	0.02	0.64
22	10071_96	MQ6	QE	94.55	96.05	0.18	0.01	1.21
23	10072_96	MQ6	QE	96.05	97.6	0.14	0.01	0.76
24	10078_96	MQ6	QE	105.2	106.75	0.04	0.01	0.75
25	10081_96	MQ122	QE	24.4	27.45	0.02	0.02	0.14
26	10005_96	MQ121	QE	195.2	196.7	0.03	<0.01	0.19

Figura n°50: Best Assay text

Fuente: Elaboración Propia.

Para facilitar la operación de la vista, se tiene la opción de filtro. Disponible en la barra de herramientas con un ícono de embudo.



Figura n°51: Icono Embudo

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón se activará la sección de filtros donde se podrá restringir los registros mostrados según condiciones especificadas en la pestaña "Filter".

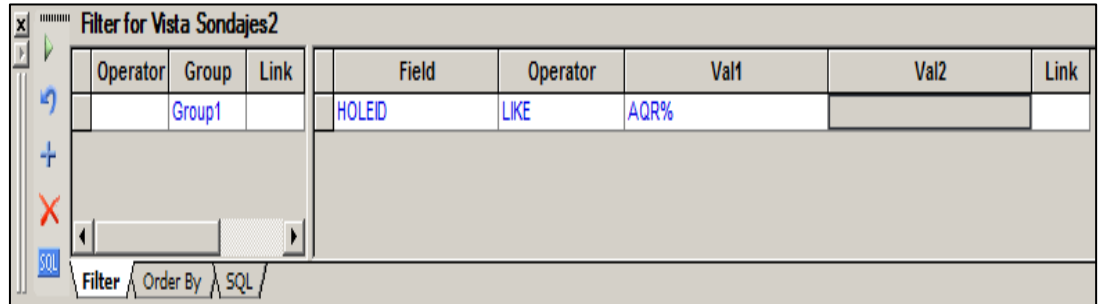


Figura n°52: Sección Filtros

Fuente: Elaboración Propia

Una vez registrado, para que el filtro sea efectivo se debe presionar el botón de flecha verde.

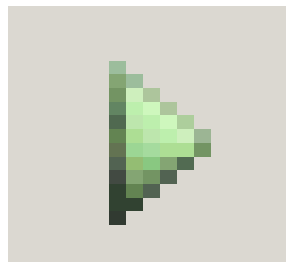


Figura n°53: Flecha Verde

Fuente: Elaboración Propia.

Si se desea agregar más de un filtro, se puede utilizar el botón del signo más (+) para agregar otra condición o el de la equis (X) roja para eliminarlo.

La pestaña de "Order By" permite ordenar los registros mostrados por alguna secuencia de campos en orden ascendente (ASC) o descendente (DESC). Finalmente, la pestaña de SQL permite establecer estos filtros utilizando código SQL.

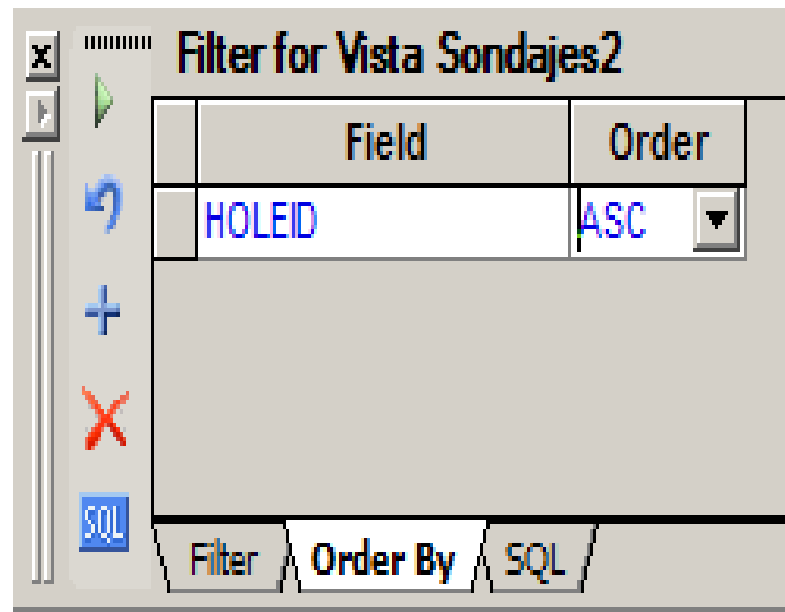


Figura n°54: Order By.

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.9 Best Check Assay Num

Este objeto permite la visualización de los resultados de las leyes de muestras de control como números en forma de tabla. Acquire almacena los resultados con sus valores numéricos y descriptores textuales separados, los cuales según su equivalencia en la tabla CORPASSAYTRANS mantenida desde la sección de "Configuración General" son expresados como valores numéricos.

Esta vista tiene en sus columnas funciones "BEST", lo que indica que se hace un cálculo del mejor valor de ese elemento/unidad según los RANKS especificados en la tabla ASSAYTYPE.

Se incluyen también campos que detallan el tipo de duplicado como su etapa de generación (CHECKSTAGE), muestra original o estándar, sondaje asociado y tipo de estándar.

Los datos de esta vista **no son modificables desde este objeto**.

	CHECKID	DUPLICATENO	SAMPLEID	STANDARDID	CHECKSTAG	Ag_ppm_BEST	As_ppm_BEST	CuCN_pct_BEST	CuS_pct_BEST
342	13413	1	AQR09010	BLANCO		0.25	10	0.005	0.005
343	13415 B_96	1	13415_96		P				
344	13427	1	AQR09010	LBS5		0.7	60	0.09	0.02
345	13437	1G	13436		S	0.5	10	0.01	0.02
346	13446 B_96	1	13446_96		P				
347	13449 B_96	1	13449_96		P				
348	13454	1F	13452		S	1.9	20	0.16	0.07
349	13457 B_96	1	13457_96		P				
350	13464	1	AQR09010	BLANCO		0.25	5	0.005	0.005
351	13505	1G	13504		S	0.25	10	0.005	0.005
352	13506	1F	13504		S	0.25	10	0.005	0.005
353	12733	1F	12731		S	0.25	5	0.01	0.005
354	12788	1G	12787		S	0.6	5	0.34	0.04
355	12815 B_96	1	12815_96		P				
356	12818	1G	12817		S	0.25	5	0.13	0.02
357	12819	1F	12817		S	0.25	10	0.12	0.02
358	12844	1	AQR09005	COMP1		2	50	0.16	0.03
359	12870	1F	12868		S	0.25	30	0.005	0.005
360	12876	1	AQR09006	LBS5		0.5	80	0.08	0.02
361	12884	1	AQR09006	BLANCO		0.25	5	0.005	0.005
362	12888	1F	12886		S	0.25	30	0.005	0.005
363	12892	1	AQR09006	LBS5		0.5	80	0.08	0.02
364	12912	1	AQR09006	BLANCO		0.25	5	0.005	0.005
365	12932	1G	12931		S	0.6	30	0.88	0.09

Figura n°55: CORPASSAYTRANS.

Fuente: Elaboración Propia.

Para facilitar la operación de la vista, se tiene la opción de filtro. Disponible en la barra de herramientas con un ícono de embudo.



Figura n°56: Icono Embudo.

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón se activará la sección de filtros donde se podrá restringir los registros mostrados según condiciones especificadas en la pestaña "Filter".

Operator	Group	Link	Field	Operator	Val1	Val2	Link
	Group1		HOLED	LIKE	AQR%		

Figura n°57: Sección Filtros.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez registrado, para que el filtro sea efectivo se debe presionar el botón de flecha verde.

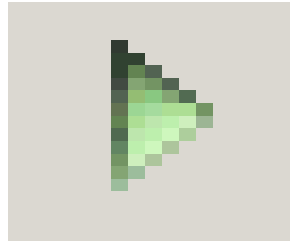


Figura n°58: Flecha Verde.

Fuente: Elaboración Propia.

Si se desea agregar más de un filtro, se puede utilizar el botón del signo más (+) para agregar otra condición o el de la equis (X) roja para eliminarlo.

La pestaña de "Order By" permite ordenar los registros mostrados por alguna secuencia de campos en orden ascendente (ASC) o descendente (DESC). Finalmente, la pestaña de SQL permite establecer estos filtros utilizando código SQL.

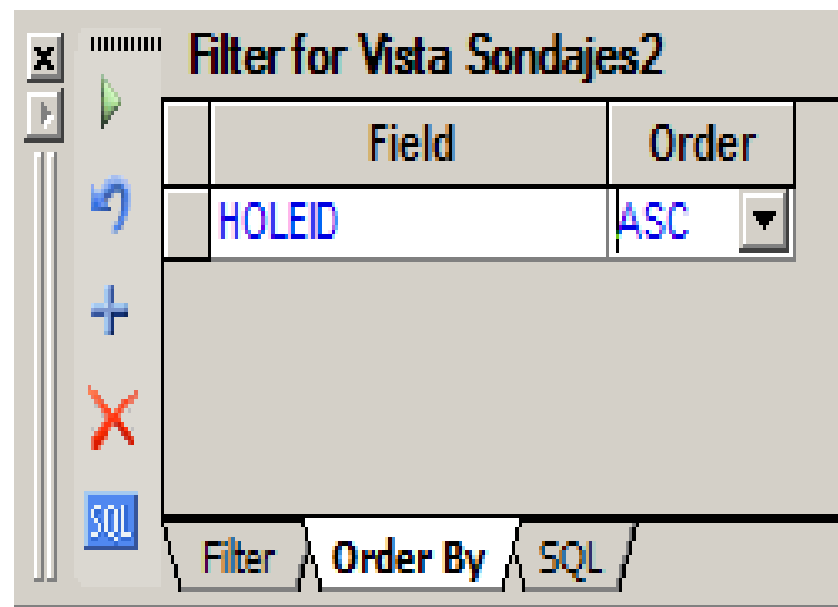


Figura n°59: Order By.

Fuente: Elaboración Propia.

Best Check Assay Text

Este objeto permite la visualización de los resultados de las leyes de muestras de control como textos en forma de tabla. Acquire almacena los resultados con sus valores numéricos y descriptores textuales separados, en esta vista se concatenan (de la misma forma en que suelen estar en el archivo de resultados. Por ejemplo: "<0.5").

Esta vista tiene en sus columnas funciones "BEST", lo que indica que se hace un cálculo del mejor valor de ese elemento/unidad según los RANKS especificados en la tabla ASSAYTYPE.

Se incluyen también campos que detallan el tipo de duplicado como su etapa de generación (CHECKSTAGE), muestra original o estándar, sondaje asociado y tipo de estándar.

Los datos de esta vista **no son modificables desde este objeto**.

	CHECKID	DUPLICATENO	SAMPLEID	STANDARDID	CHECKSTAGE	Ag_ppm_BEST	As_ppm_BEST	CuCN_pct_BEST	CuS_pct_BEST
47	12189_B_96	1	12189_96		P				
48	12198	1	AQR09001	LBS5		0.7	80	0.07	0.02
49	12212	1F	12211		S	<0.5	30	0.03	0.03
50	12235	1F	12234		S	0.5	30	0.03	<0.01
51	12252	1G	12250		S	<0.5	30	0.03	<0.01
52	12254	1G	12250		S	<0.5	20	0.03	<0.01
53	12285_B_96	1	12285_96		P				
54	12307_B_96	1	12307_96		P				
55	12320	1F	12318		S	1.5	20	0.94	0.09
56	12327	1	AQR09002	LBS8		3.8	110	0.47	0.1
57	12360	1	AQR09002	COMP1		2.3	50	0.17	0.03
58	12365	1G	12364		S	0.9	20	0.03	0.01
59	12407_B_96	1	12407_96		P				
60	12408	1	AQR09003	BLANCO		<0.5	<10	<0.01	<0.01
61	12419	1G	12418		S	4.9	20	0.13	0.41
62	12420	1F	12418		S	5	20	0.14	0.41
63	12432	1G	12431		S	2.1	20	1.58	0.14
64	12449	1F	12447		S	1.3	20	0.32	0.05
65	12459_B_96	1	12459_96		P				
66	12465	1G	12464		S	1.9	20	0.08	0.02
67	12483	1G	12482		S	1.2	20	0.04	0.01
68	12484	1F	12482		S	1.3	20	0.04	0.01
69	12518	1G	12517		S	3.7	30	0.04	0.01
70	12519	1F	12517		S	3.9	20	0.04	0.01

Figura n°60: Resultados de la leyes de las muestras de control.

Fuente: Elaboración Propia.

Para facilitar la operación de la vista, se tiene la opción de filtro. Disponible en la barra de herramientas con un ícono de embudo.



Figura n°61: Icono Embudo.

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón se activará la sección de filtros donde se podrá restringir los registros mostrados según condiciones especificadas en la pestaña "Filter".

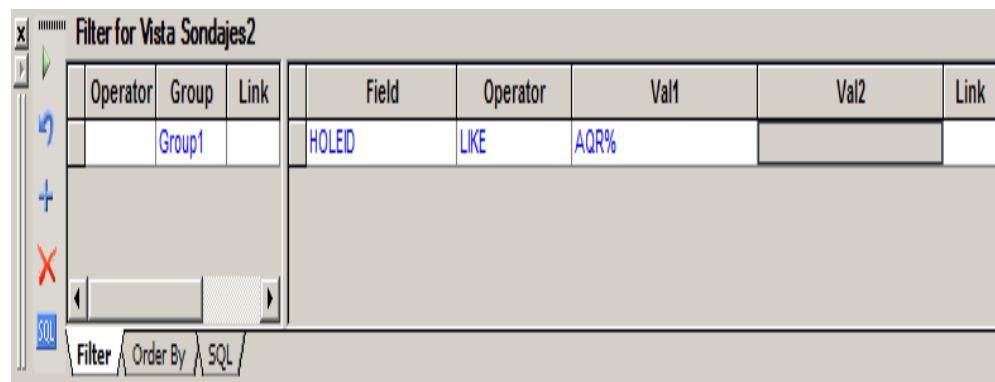


Figura n°62: Sección Filtros.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez registrado, para que el filtro sea efectivo se debe presionar el botón de flecha verde.

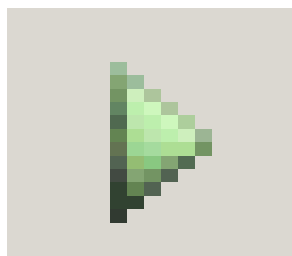


Figura n°63: Flecha Verde.

Fuente: Elaboración Propia.

Si se desea agregar más de un filtro, se puede utilizar el botón del signo más (+) para agregar otra condición o el de la equis (X) roja para eliminarlo.

La pestaña de "Order By" permite ordenar los registros mostrados por alguna secuencia de campos en orden ascendente (ASC) o descendente (DESC). Finalmente, la pestaña de SQL permite establecer estos filtros utilizando código SQL.

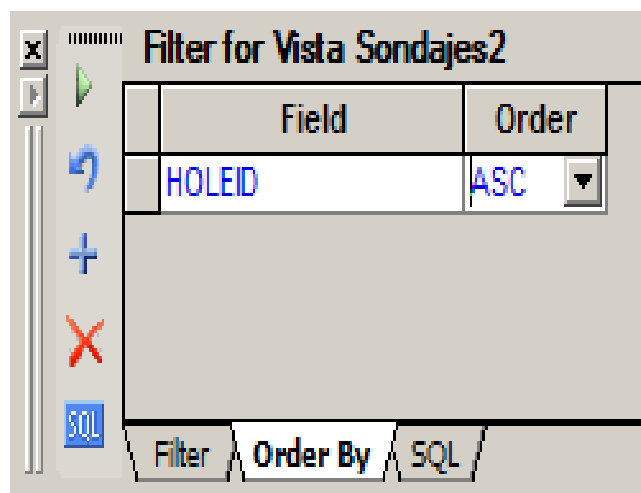


Figura n°64: Order By.

Fuente: Elaboración Propia

6.2.1.10 QA/QC_MI Au Duplicates by Date

Este objeto permite la generación de gráficos dinámicos para análisis de QA/QC de duplicados filtrados por rango de fecha del retorno de despacho.

Desde la hoja de control es posible seleccionar el laboratorio, etapa de la muestra de chequeo, el factor que definirá el umbral de muestras que saldrán de la estadística y los tipos de análisis a considerar.

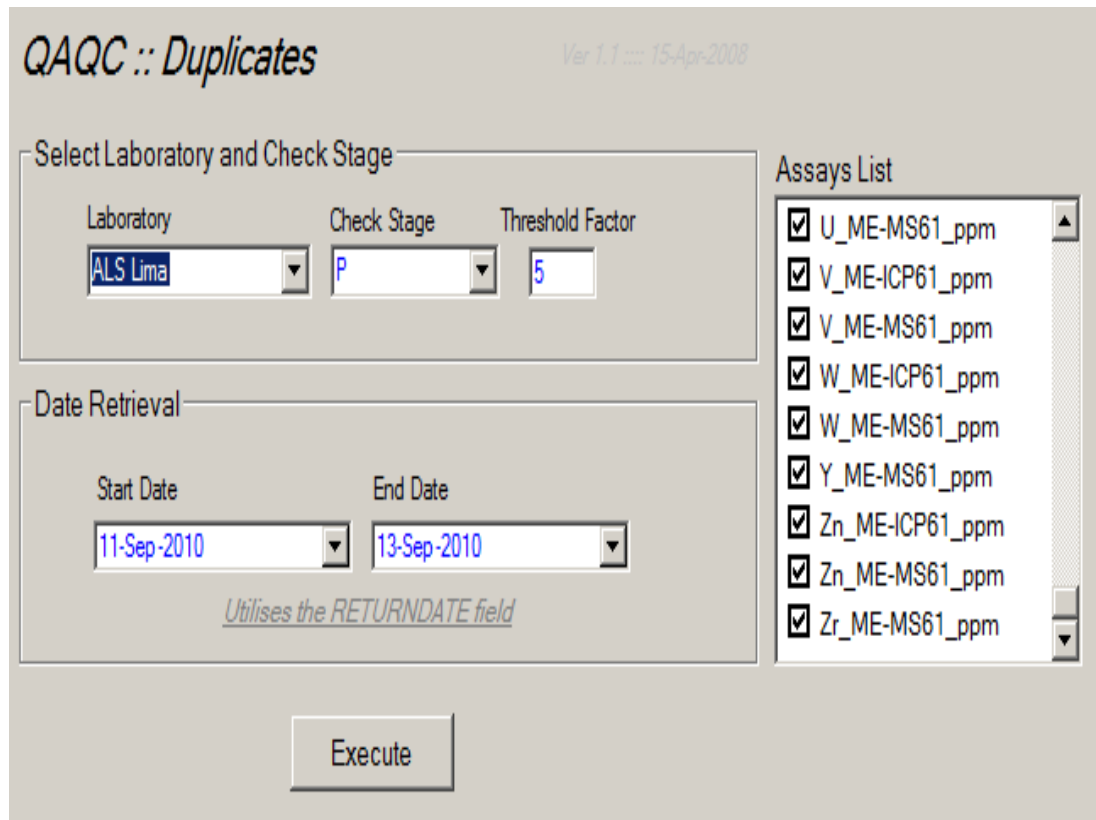


Figura n°65: Duplicates by Dates.

Fuente: Elaboración Propia.

Al presionar el botón "Execute", se generarán varias hojas de resultados.

La primera es la hoja "Duplicatas" que contiene un graficador dinámico donde se puede seleccionar una serie de gráficos listados en la sección "Chart types" y un tipo de análisis de todos los seleccionados en la hoja de control, aquí listados en la sección "Assay Fields". El lienzo del gráfico se encuentra en la zona central de la pantalla, acompañado en su lado derecho por parámetros estadísticos y en la parte inferior los resultados en una grilla de datos.

De manera general, los gráficos poseen líneas rojas sólidas que indican límites sobre los que los valores están en error y líneas rojas punteadas que indican límites sobre los que los valores están en alerta. La posición de cada muestra suele estar representada por un punto. El detalle de esta interpretación puede verse también en la leyenda de cada gráfico.

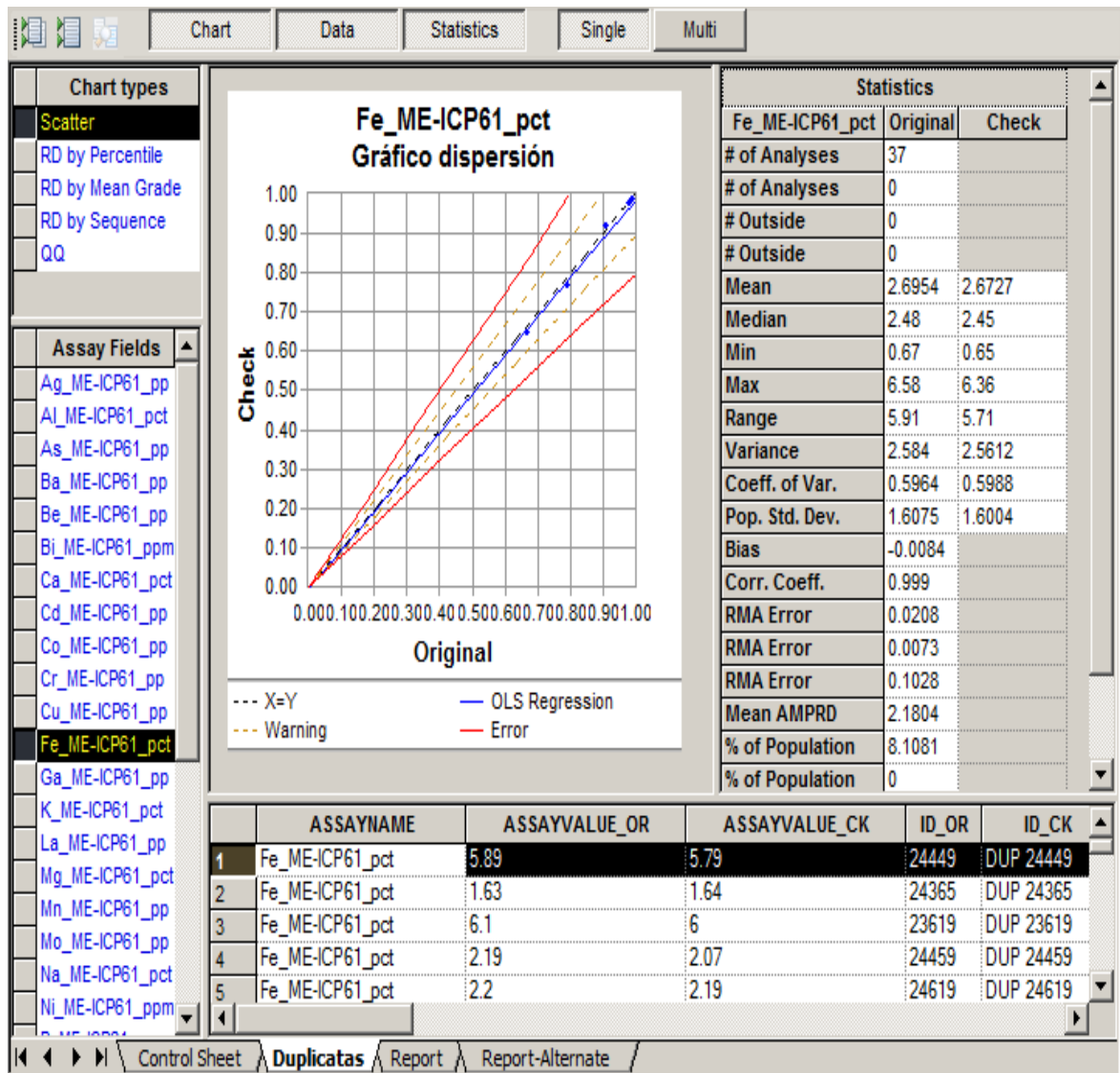


Figura n°66: Grafico de dispersión.

Fuente: Elaboración Propia.

Los gráficos pueden exportarse como imagen vectorial o imagen de mapa de bits dando clic derecho y utilizando la opción de Copy / "as a bitmap" o Copy / "as a metafile"; también posible con la opción de "Export" del mismo menú contextual.

6.2.2. Análisis de Resultados de la Evaluación

Blancos

Se insertaron un total de 184 muestras blancas, que representa el 5.5% del total de muestras enviadas, Estos blancos fueron adquiridos del laboratorio ACME en Perú.

Para cobre, molibdeno se determinó como “warning” 5 veces el límite de detección y “error” 10 veces el límite de detección.

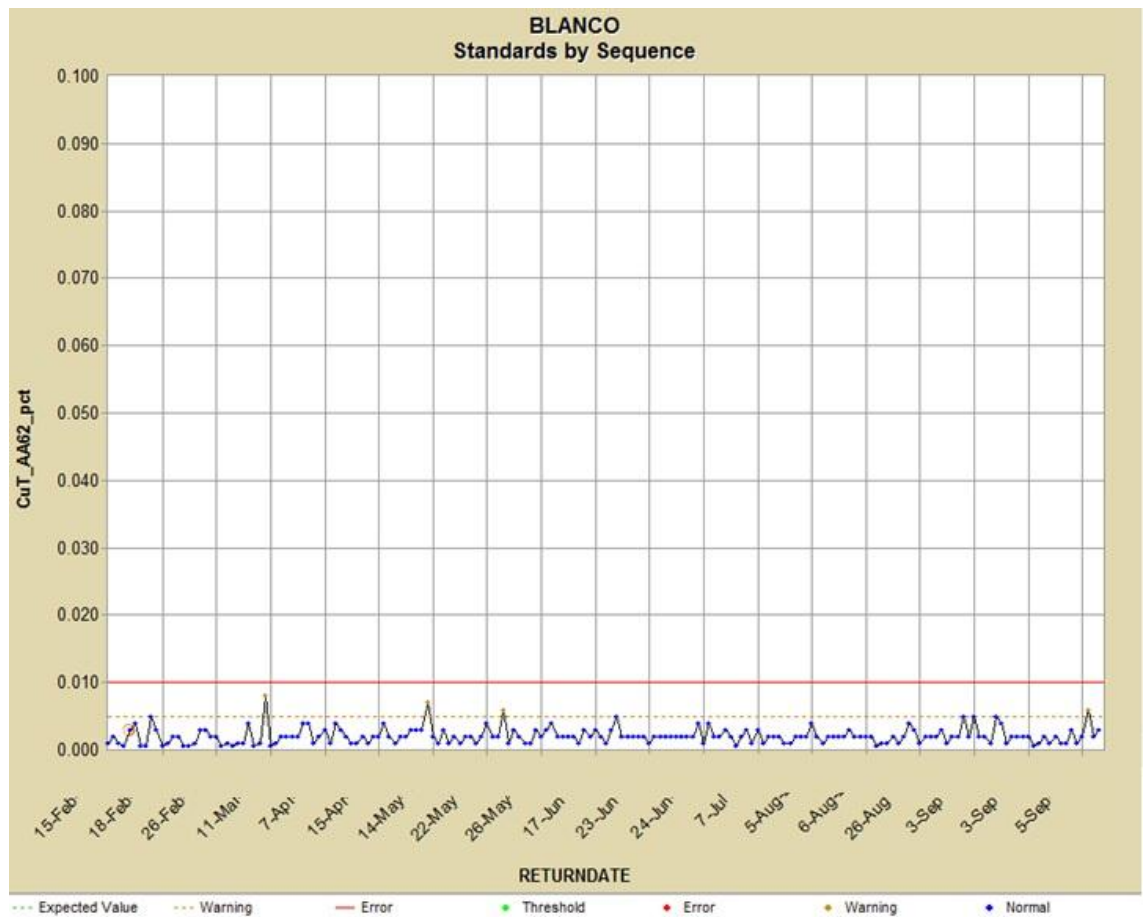


Figura n°67: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 ($R^2=0.99$)
Fuente: Elaboración Propia

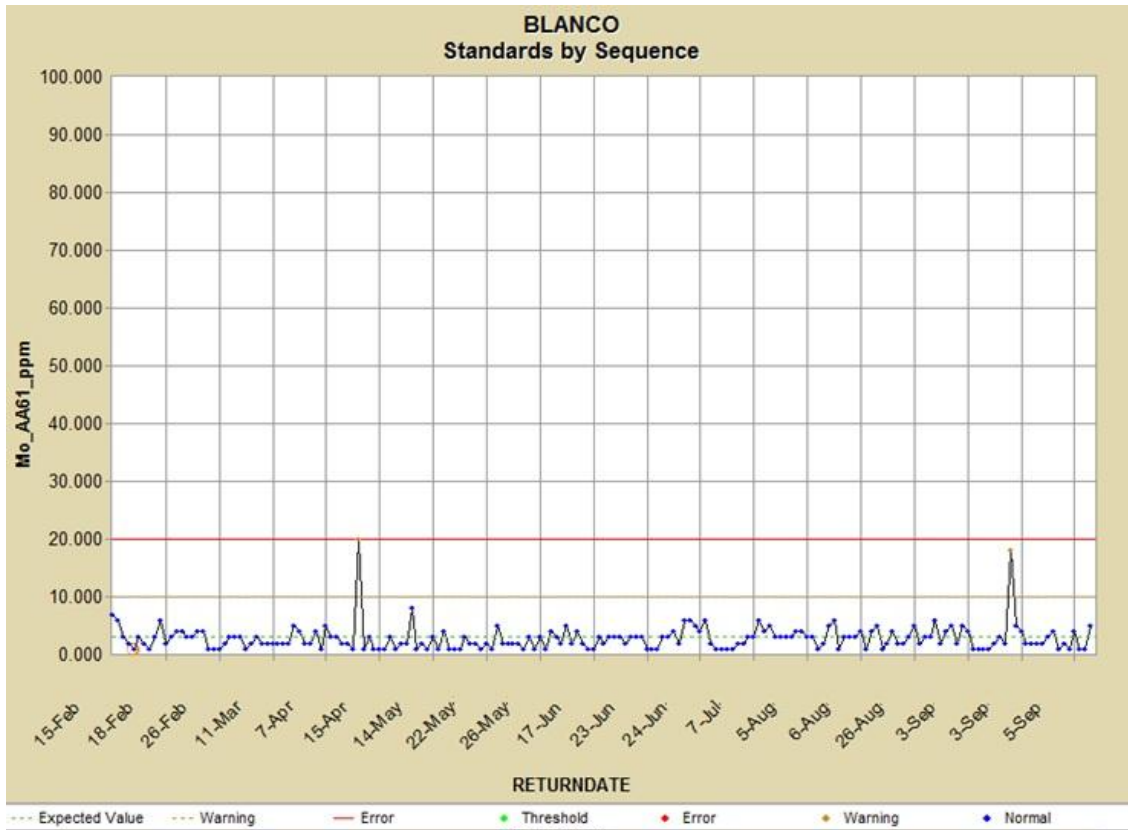


Figura n°68: Cumulative frecuencia of the relative error comportamiento de CuT-AA62, +90% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 25\%$ error (GTS032)

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión:

De los datos analizados se aprecia que no existen evidencias claras de contaminación de muestras para los elementos analizados.

Duplicados de campo, chancado, pulverizado

Para el control de precisión de los análisis químicos de sondajes de la campaña se insertaron duplicados de campo, duplicados gruesos (chancado) y duplicados finos (pulverizado).

Duplicados de campo: Un total de 113 muestras fueron analizadas, mostrando resultados dentro de lo requerido para este tipo de muestra, ver figuras N° 23 y N° 24.

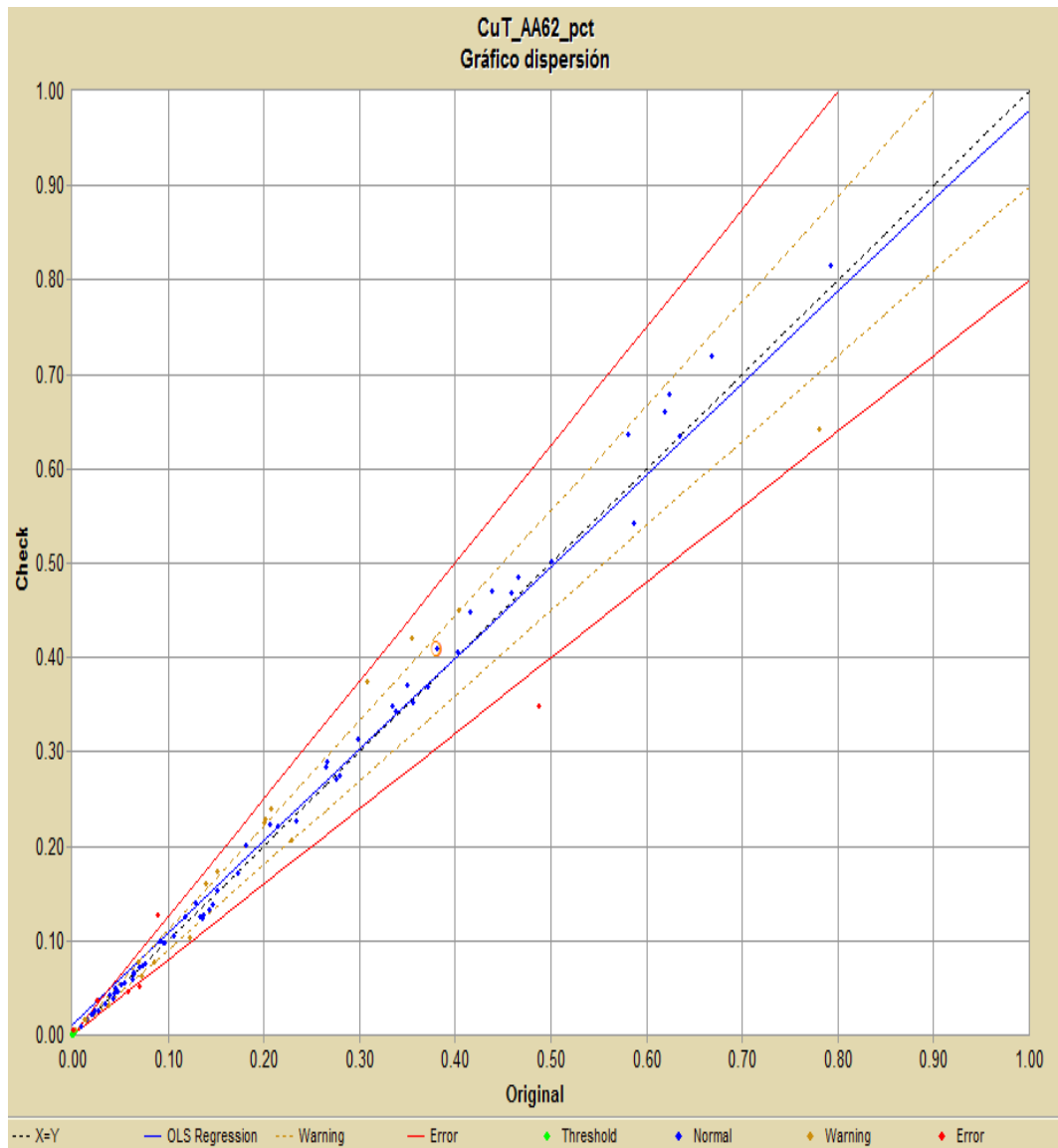


Figura n°69: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 ($R^2=0.99$)
 Fuente: Elaboración Propia.

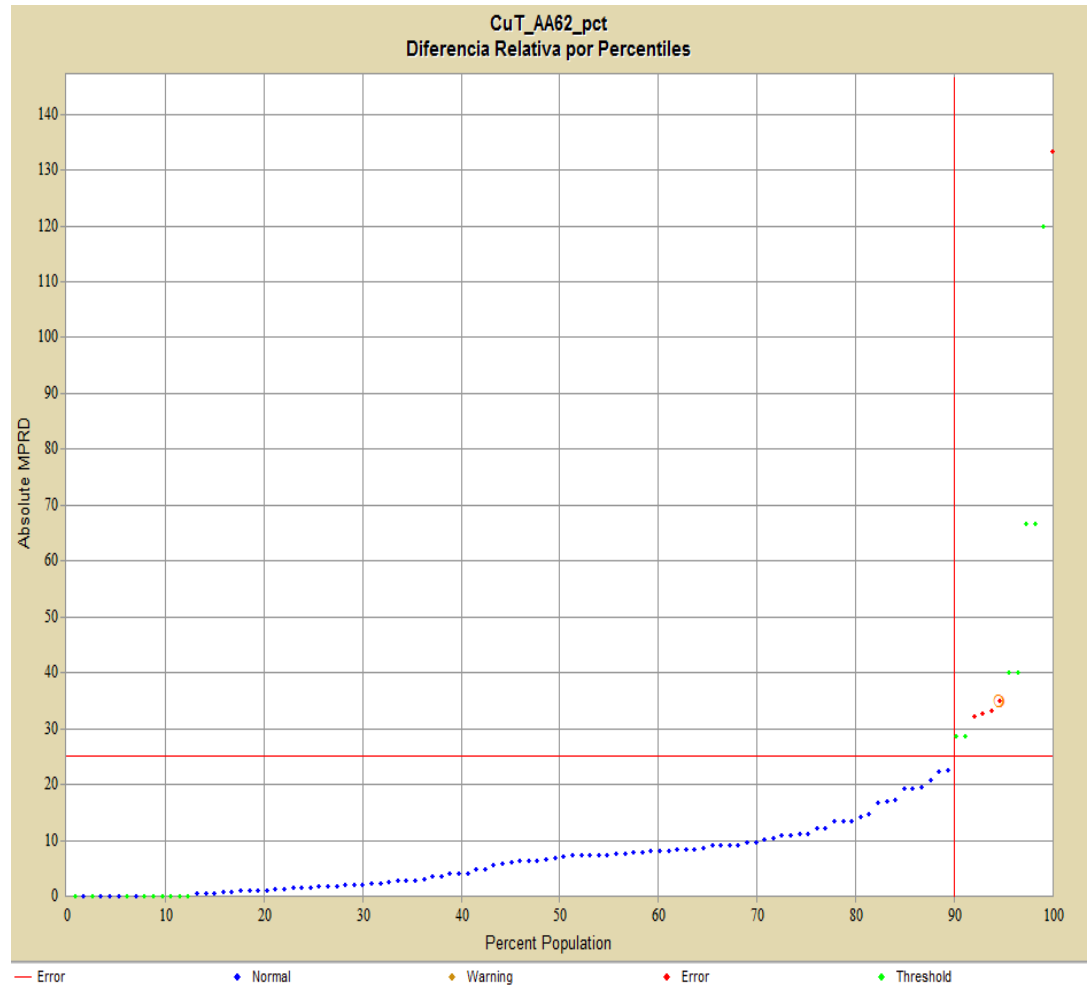


Figura n°70: Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA62, +90% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 25\%$ error (GTS032).

Fuente: Elaboración Propia

Duplicados de chancado:

Un total de 146 muestras fueron analizadas, para el control de exactitud en el laboratorio, etapa de chancado, mostrando resultados dentro de lo requerido para este tipo de muestra, ver figuras N° 25 y N° 26.

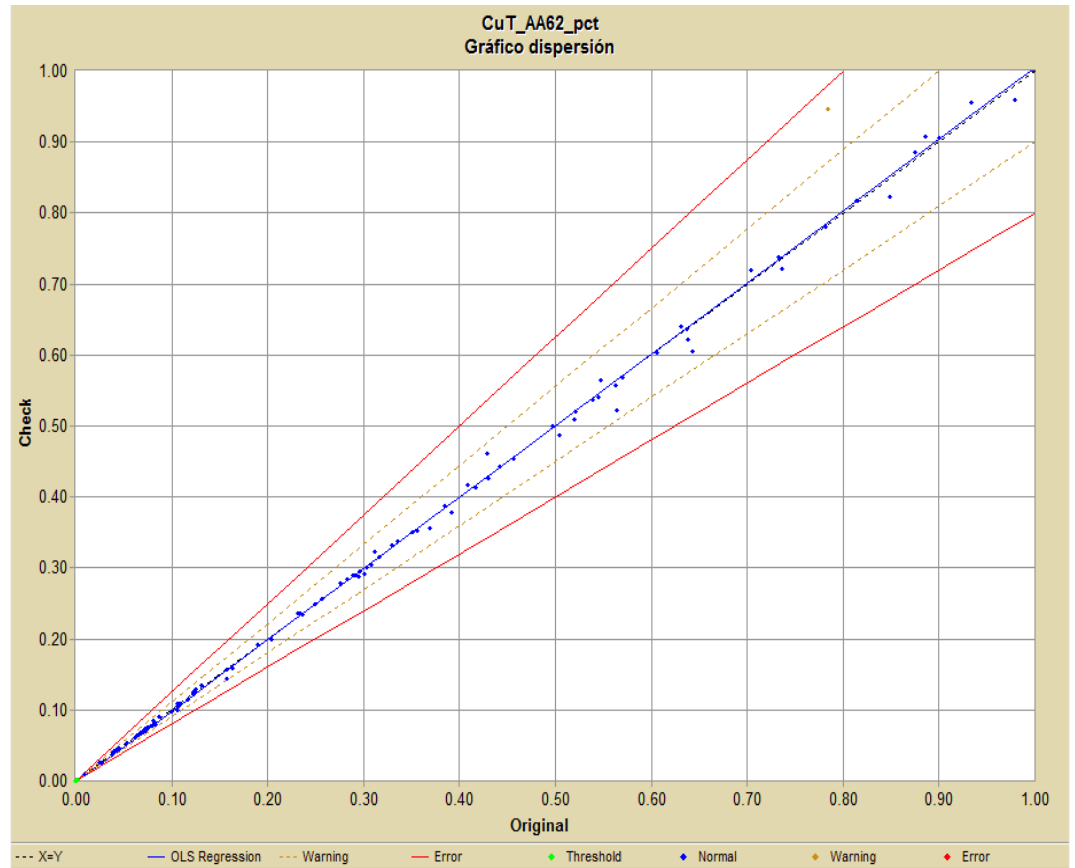


Figura n°71: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 ($R^2=0.99$).
 Fuente: Elaboración Propia

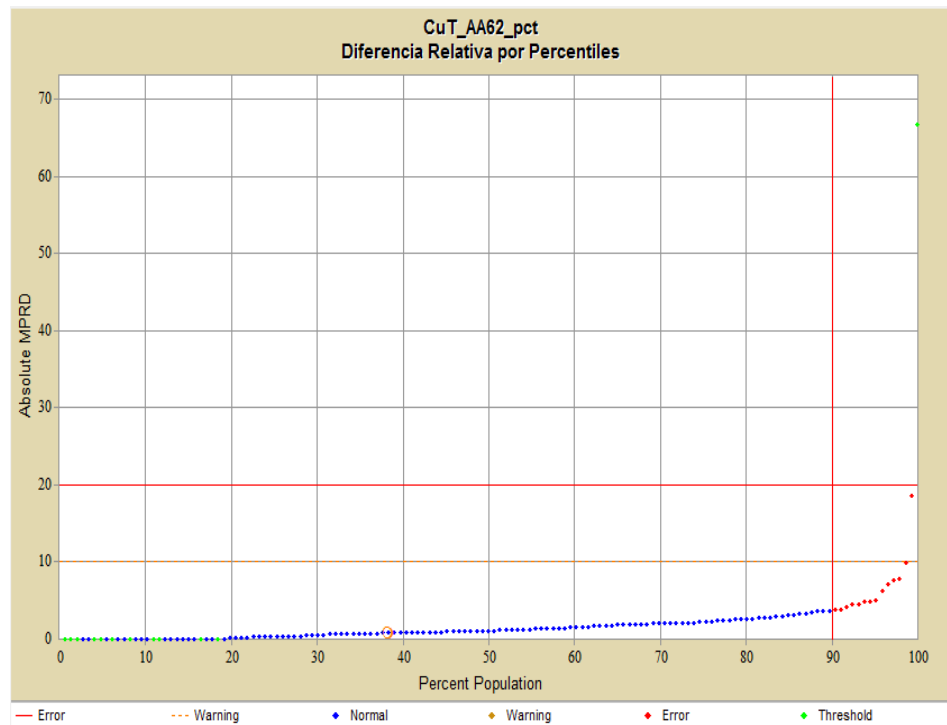


Figura n°72: *Cumulative frequency of the relative error* comportamiento de
 CuT-AA62, 100% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 20\%$ error (GTS032).
 Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de otros elementos como molibdeno y plata se obtuvieron resultados dentro de lo esperado:

- Mo ($R^2 = 0.99$; % Cumulative frequency of the relative error < 20% = +90%)
- Ag ($R^2 = 0.98$; % Cumulative frequency of the relative error < 20% = +80%).

Duplicados de pulverizado:

Un total de 146 muestras fueron analizadas, para el control de exactitud en el laboratorio, etapa de pulverizado, mostrando resultados dentro de lo requerido para este tipo de muestra, ver figuras N° 27 y N° 28.

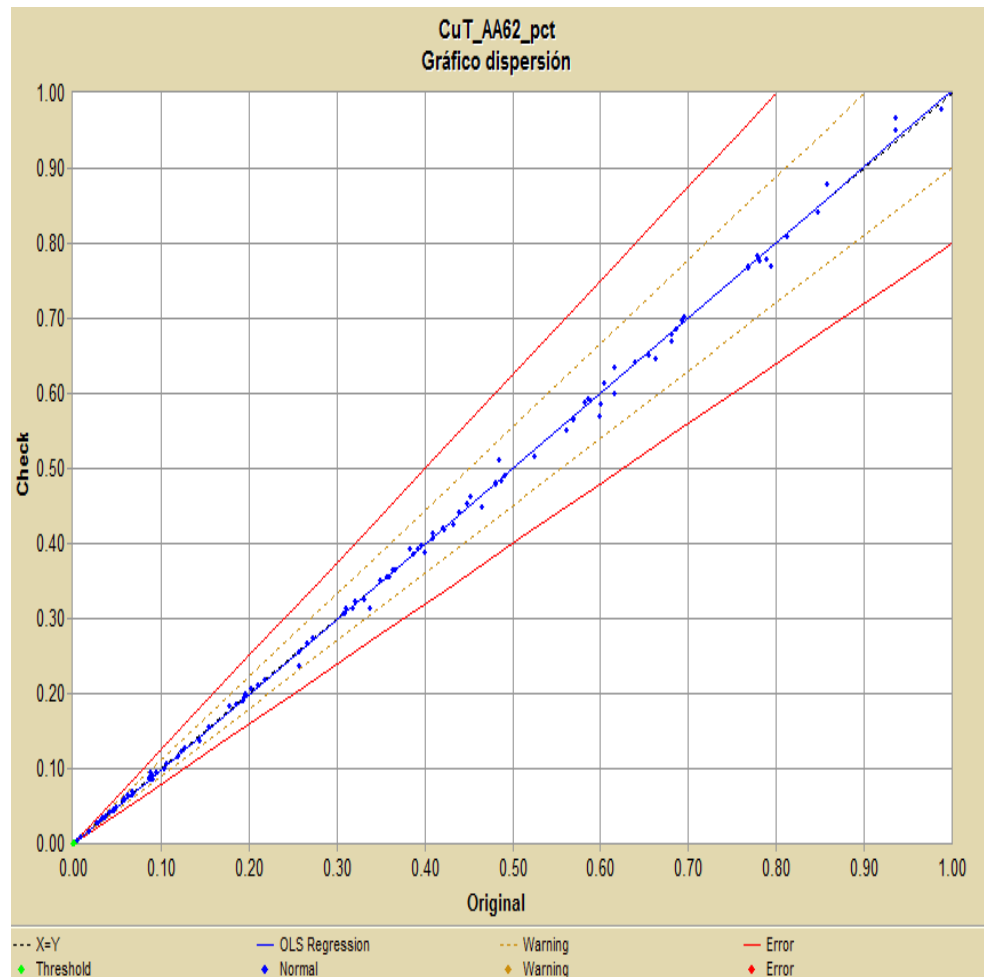


Figura n°73: Scatter Plot comportamiento de CuT-AA62 ($R^2=0.99$).

Fuente: Elaboración Propia.

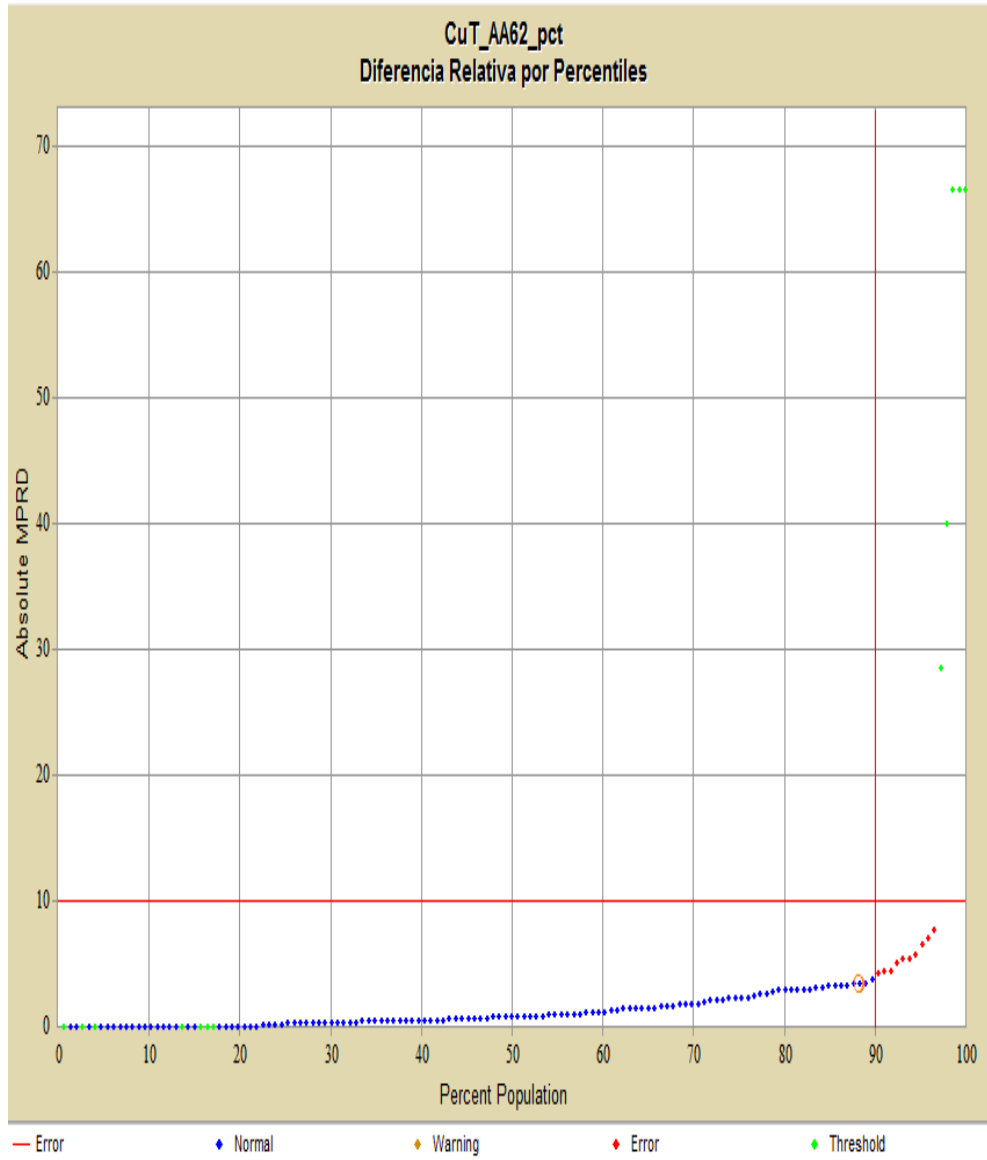


Figura n°74: Cumulative frequency of the relative error comportamiento de CuT-AA62, 100% de muestras ubicadas dentro de un $\pm 10\%$ error (GTS032)

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de otros elementos como molibdeno y plata se obtuvieron resultados dentro de lo esperado:

- Mo ($R^2=0.99$; % Cumulative frequency of the relative error < 20% = +90%)
- Ag ($R^2=0.95$; % Cumulative frequency of the relative error < 20% = +90%)

Estándares
Cobre

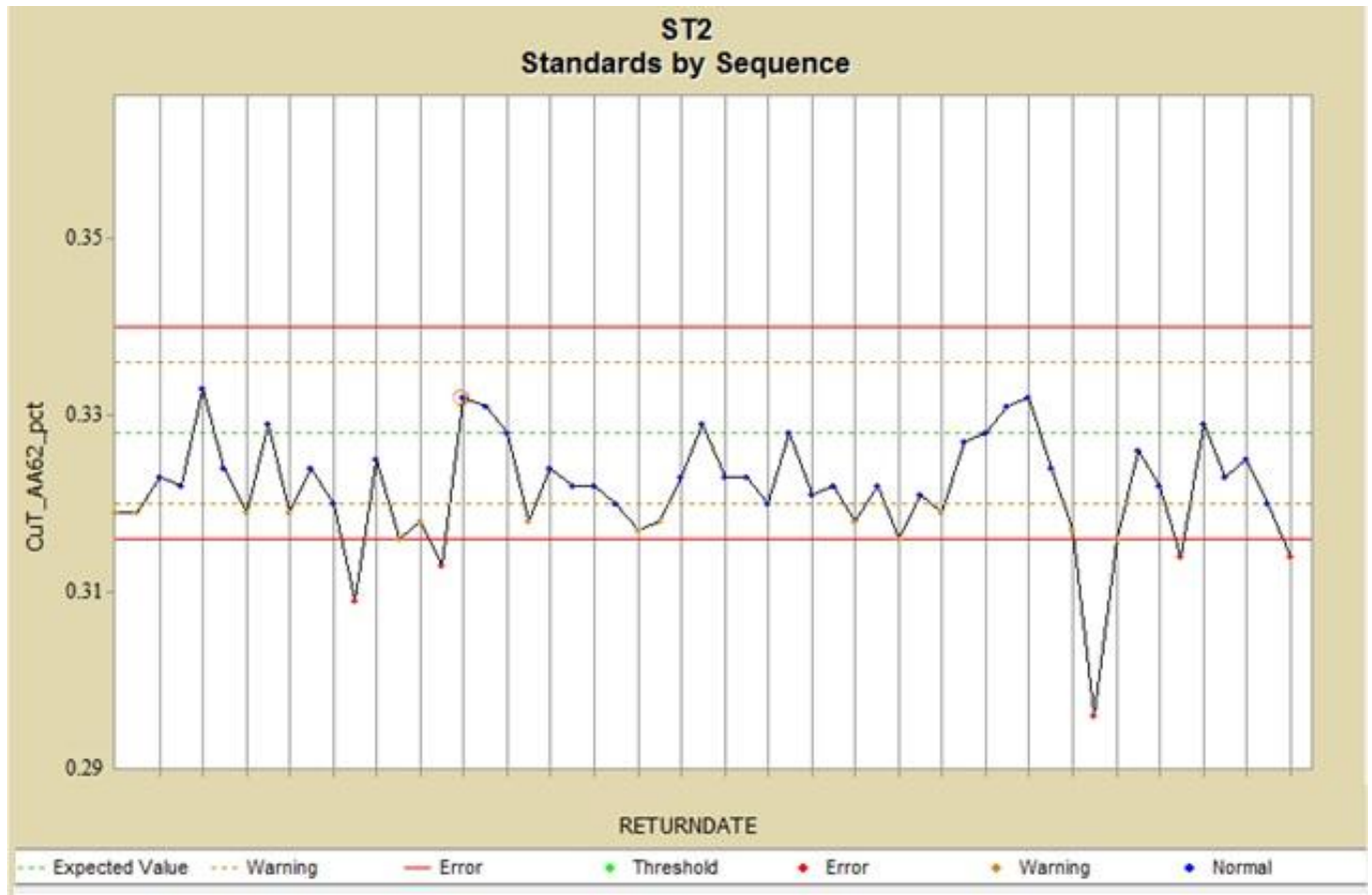


Figura n°75: Control Chart, comportamiento de ST2 (COMP2) 0.332%CuT.
 Lotes con que tuvieron muestras erradas, fueron enviados a re análisis.
 Fuente: Elaboración Propia

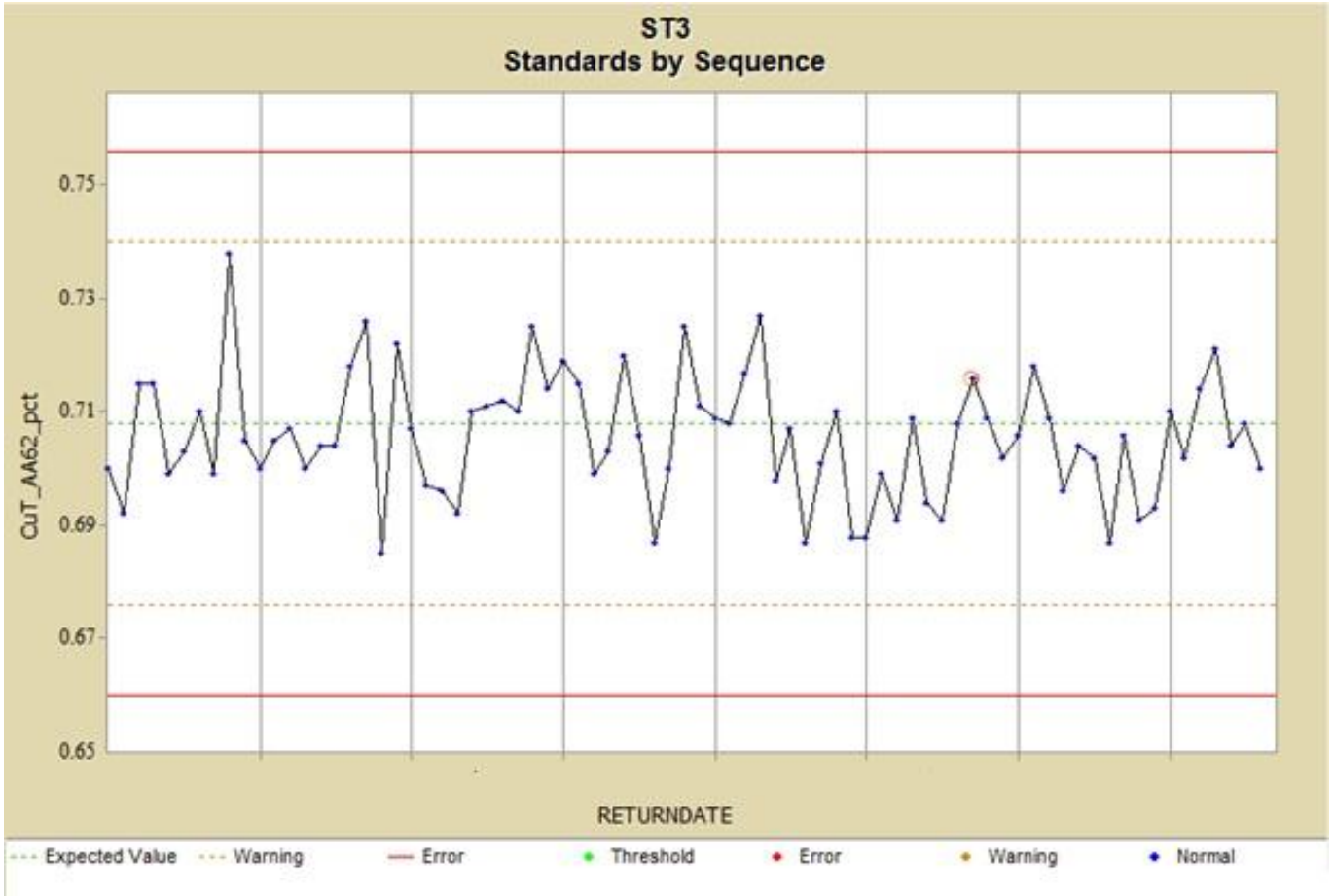


Figura n°76: *Control Chart*, comportamiento de ST3 (COMP3) 0.706%CuT.
 No se tuvieron resultados fuera de 2SD

Fuente: Elaboración Propia

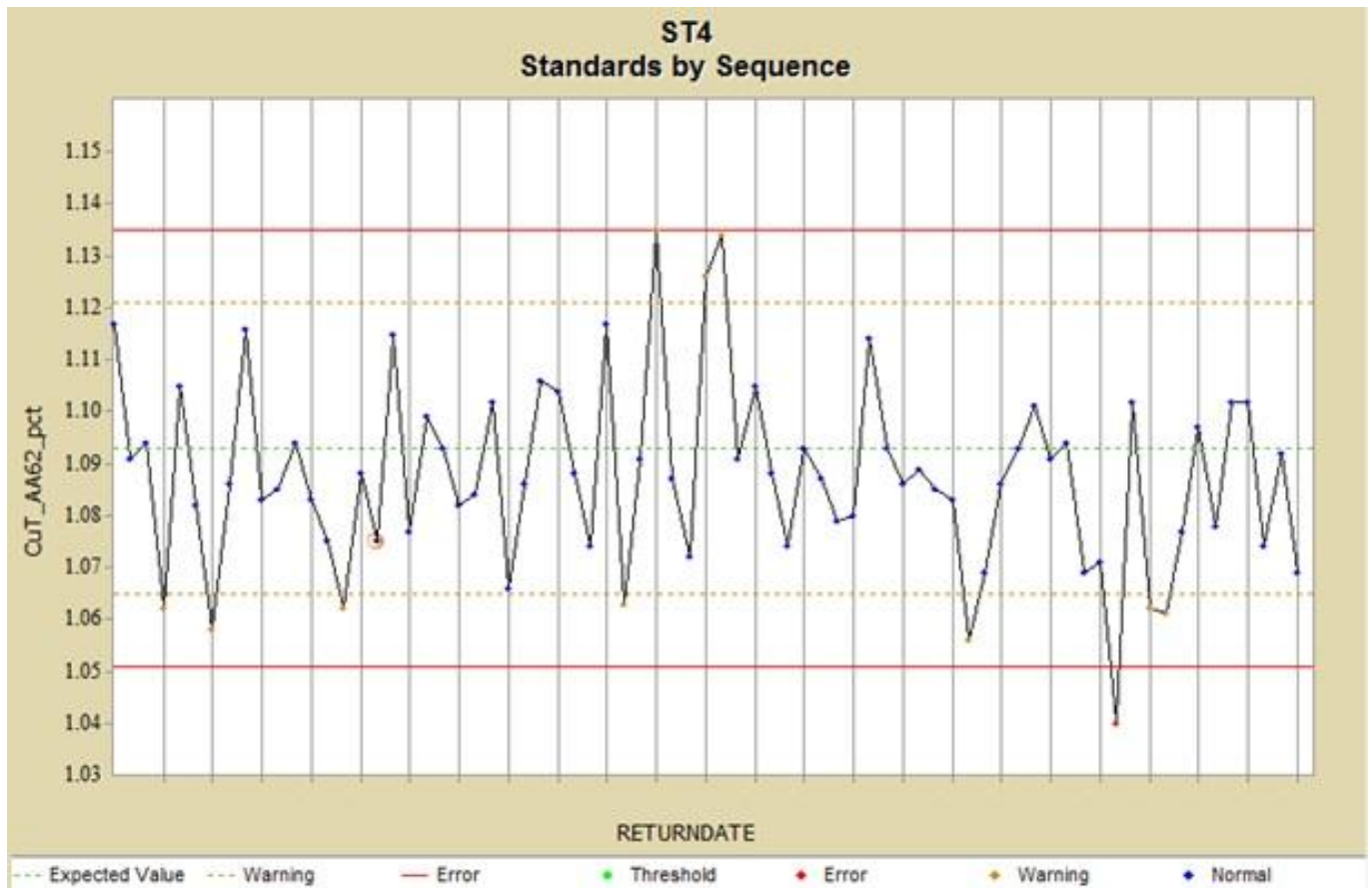


Figura n°77: *Control Chart*, comportamiento de ST4 (COMP4) 1.093%CuT.
 Se tuvo un resultado bajo 3SD por lo que se solicitó reanalizar el lote completo.

Fuente: Elaboración Propia

Molibdeno

Para el caso de Molibdeno se obtuvo un comportamiento dentro de los rangos aceptados para los estándares ST2, ST3, ST4, a excepción de una muestra en ST3.

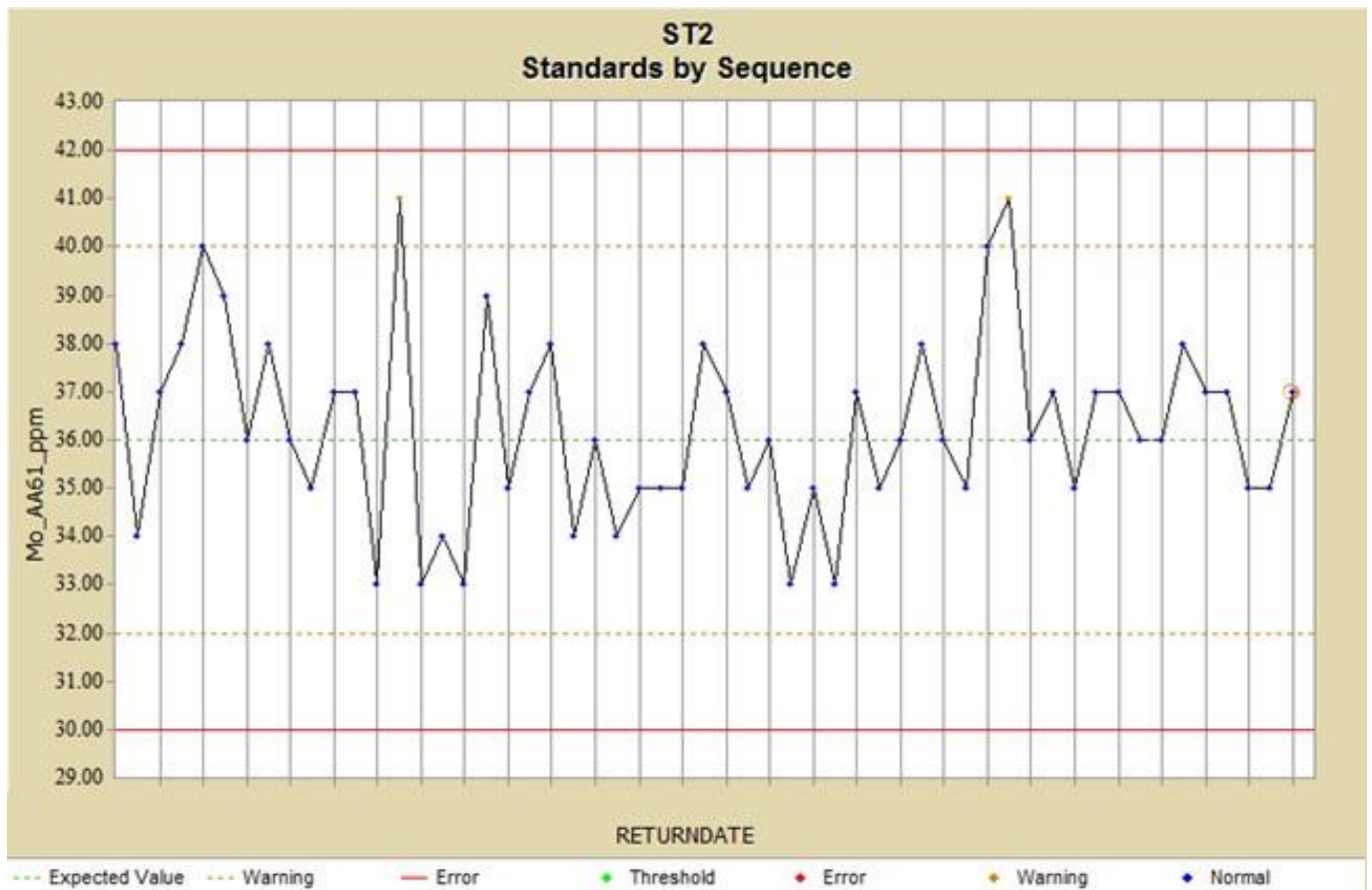


Figura n°78: *Control Chart*, comportamiento de ST2 (COMP2)

Fuente: Elaboración Propia

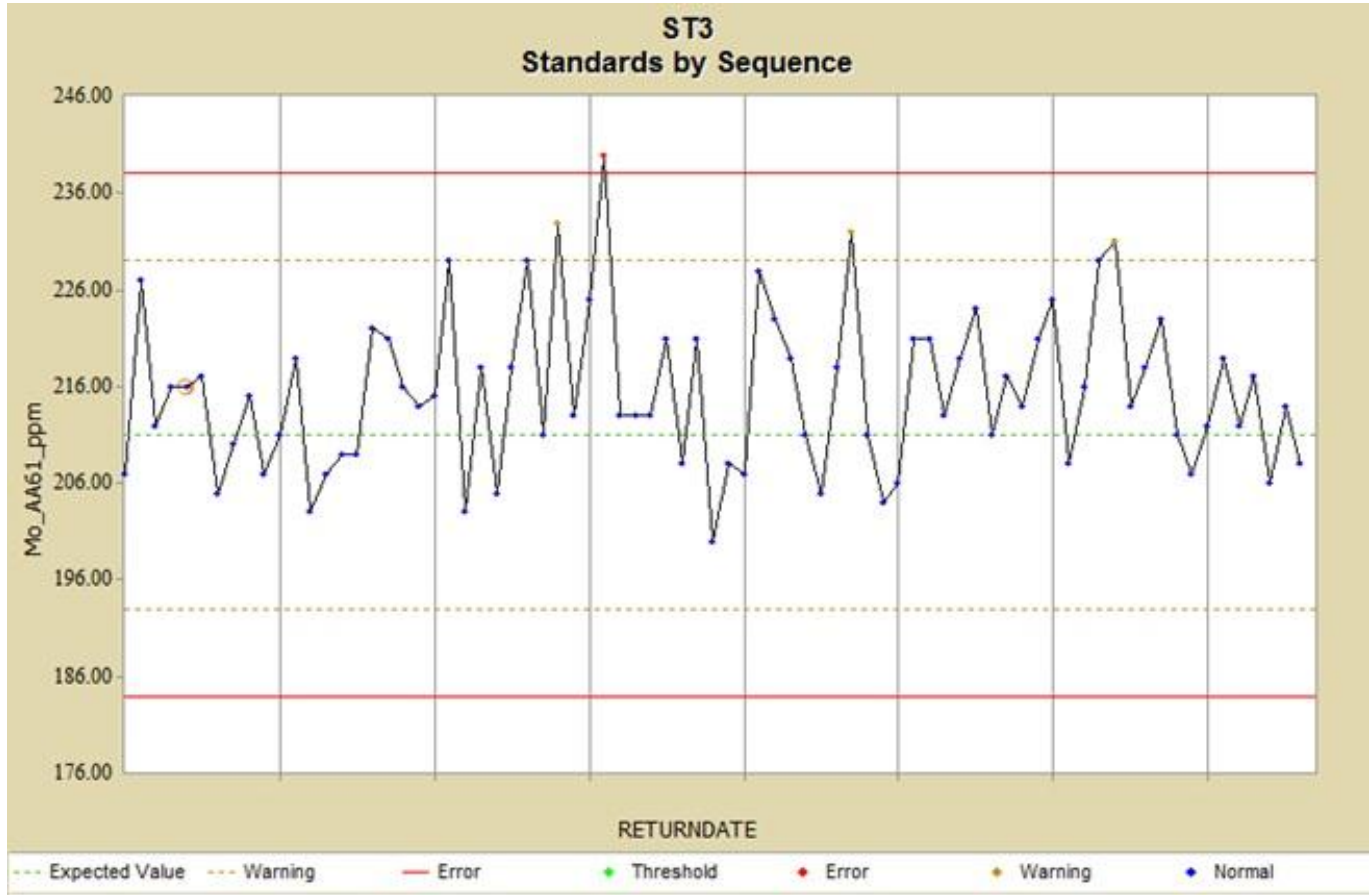


Figura n°79: Control Chart, comportamiento de ST3 (COMP3)
 Fuente: Elaboración Propia

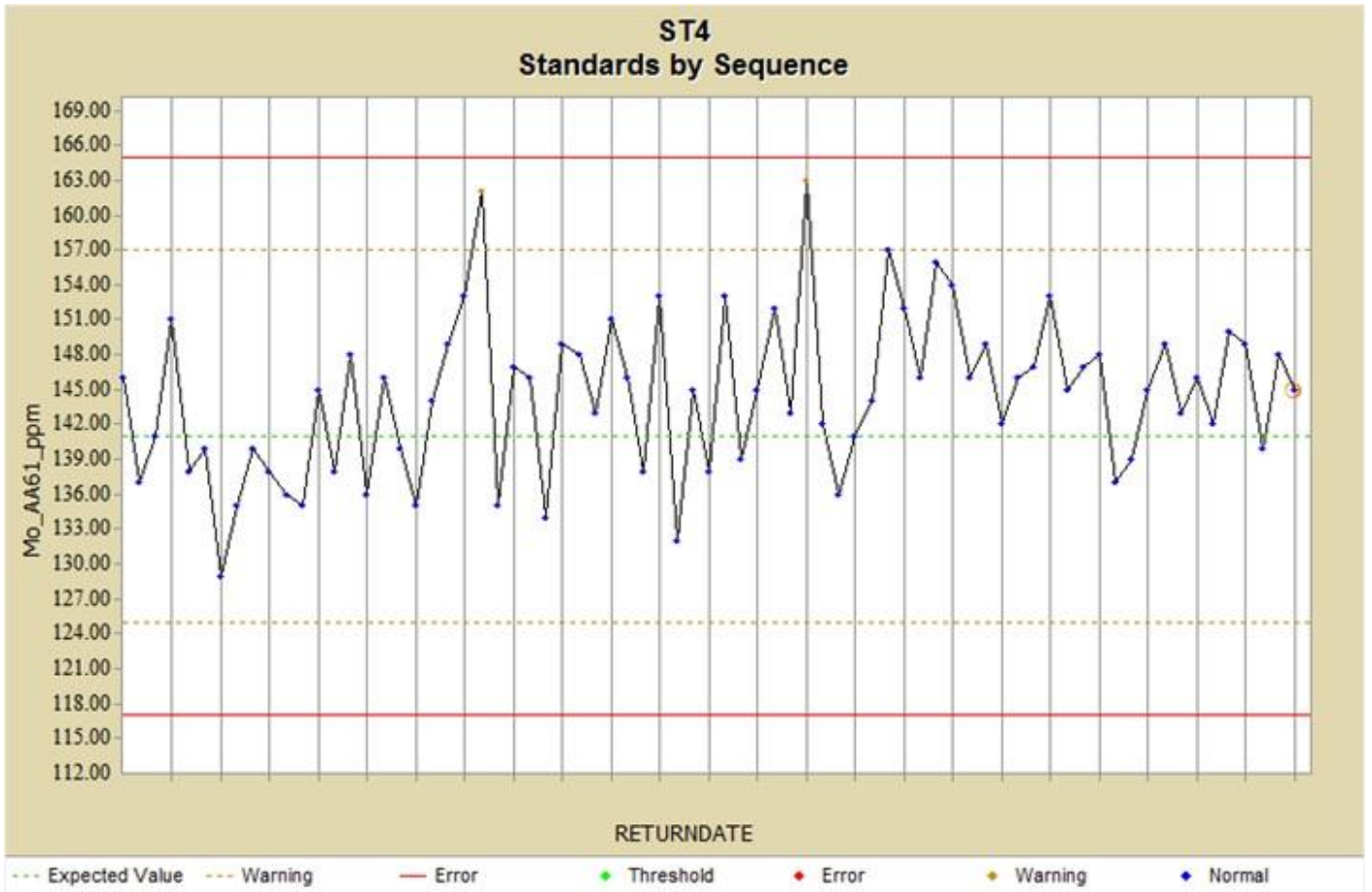


Figura n°80.- Control Chart, comportamiento de ST4 (COMP4)
 Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

La implementación de un sistema de control de calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas aumenta el nivel de confianza de la información obtenida por laboratorio debido a que en la última campaña de perforación se realizó y se trabajó con la implementación del sistema teniendo un monitoreo constante de las muestras de control emitida por la empresa titular y enviadas al laboratorio ALS Chemex contratista, estos controles fueron monitoreados por el sistema verificando los resultados emitidos por laboratorio realizando comparaciones y que los datos estén dentro de los límites permisibles.

CONCLUSIONES

- ✓ El total de muestras de la campaña de perforación Infill Drilling Geo metalúrgico se aplicó los protocolos y procedimientos mencionados en la siguiente implementación, lo cual un total de 3348 muestras originales fueron ensayadas a las que se agregó un 23.7% de muestras de control de calidad (Blancos, Duplicados, Estándares) los cuales fueron insertadas aleatoriamente en el programa de muestreo emitida por el sistema. AcQuire.Duplicados de terreno, chancado y pulverizado para Cu muestran una buena reproductibilidad, así como los valores de los estándares insertados como control de calidad debido a un buen control y monitoreo del sistema.
- ✓ Se implementó el sistema de control de calidad QA/QC en el análisis de muestras geológicas de la campaña de perforación 2015 en el Proyecto Quellaveco de la Empresa Anglo American Quellaveco.
Se describió la manera en que se realizaba el trabajo de control de calidad antiguamente en el Proyecto Quellaveco.
- ✓ El impacto de la aplicación del sistema de control de calidad QA/QC obtenidos para las diferentes etapas del proceso de análisis de muestras son aceptables, como se observa en los gráficos de control, para duplicados de grueso, pulpas, muestras estándar y blancas esto debido a que el sistema permitió usar muestras de control a ciegas y difícil de identificar, permitiendo al laboratorio realizar un trabajo cuidadoso y respetando los procedimientos para el tratamiento de estas muestras.
- ✓ El grado de confianza de los resultados de las muestras enviadas al laboratorio (blancos, duplicados de terreno, duplicados finos, duplicados gruesos y estándares) demuestran que no ha existido contaminación durante el proceso de preparación y análisis de las muestras enviadas, debido al monitoreo constante que se realiza mediante el sistema a las gráficas de control.
- ✓ Los resultados de QA/QC obtenidos en esta campaña de perforación han sido aceptables con coeficientes de correlación altos para duplicados de grueso y pulpas, además de que los valores de las muestras de referencia reportados por laboratorio se han ajustado a los esperados originalmente sin mayores inconvenientes.

RECOMENDACIONES

- ✓ La información para el proceso de recolección de datos se debe encontrar ordenada y clasificada tanto por la empresa contratista (laboratorio) y la empresa contratante.
- ✓ El personal responsable para trabajar con el sistema Acquire, debe tener conocimientos generales para hacer una herramienta activa en el análisis de información.
- ✓ Es importante implementar un sistema de control de calidad pues permite dar seguimiento y asegurar que se reciban datos de alta calidad y confiabilidad por parte de los laboratorios.
- ✓ Se recomienda implementar desde el primer día del proyecto un programa efectivo de Aseguramiento y Control de la Calidad. Igualmente, se recomienda mantener una rigurosa disciplina en el completamiento de la base de datos durante toda la ejecución del proyecto.
- ✓ Se recomienda a las empresas dedicadas al rubro de exploraciones mineras, contar con un sistema de control de calidad QA/QC, pues éste permite cuantificar anomalías o errores teniendo más confiabilidad en los datos emitidos por laboratorio, dicha información es usado para la estimación de recurso minerales, pero esto no es para cuantificar leyes de mineral. En este sentido es importante implementar un sistema de control de calidad ya que con esto damos seguimiento y nos aseguramos que se reciban datos de alta calidad y confiabilidad por parte de los laboratorios.

REFERENCIAS

Sacoto Flores, María Augusta (2008) " Aplicación de un sistema de control estadístico de procesos en las áreas de producción de cemento en Compañía Industrias Guapán S.A". Ecuador universidad Politécnica Salesiana.

Francisco Garaicoa Camacho (2008)" Diseño de un sistema para el control Estadístico de procesos de producción en una empresa enlatadora de atún". Ecuador universidad católica de Guayaquil.

Paula Nataly Pérez Duque (2012) "Control estadístico de calidad multivariado, para el monitoreo e identificación de causas de variabilidad en procesos de crédito del sector financiero" Colombia universidad nacional de Colombia.

Angélica Martínez Martínez (2010) "Métodos Estadísticos para el control de la calidad y la mejora continua en la industria de transformación" Ecuador universidad nacional de Guayaquil.

Matías Gras Llopis (2010) "Estimación Estadística, Modelado y análisis de transmisión y corte de la variabilidad en proceso multi-etapa. Aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas" México universidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias sociales y administrativas.

Miguel Carrola González (1997) "Aseguramiento de la calidad a través del control estadístico del proceso" México universidad autónoma de nuevo león

Alfaro (2008) "Sistema de Aseguramiento de la calidad en la construcción"

Grupo Milpo (2009) Establece el procedimiento de aseguramiento y control de la calidad a todas sus unidades operativas.

Minera Barrick S.A Misquichilca S.A (2003) En su estudio de EIA implementaron procedimientos de aseguramiento y control de calidad QA/QC a fin de garantizar que el dato sea de calidad aceptable y defendible.

Martínez (2010) "Métodos estadísticos para el control de la calidad y la mejora continua en la industria de transformación" llevándose a cabo en la ciudad de México.

Manual AngloAmerica GTS032 (2011) Estándar laboratorio

Soto (1997) "Estudio de la Estadística para la validación del muestreo geoquímico".

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1862/1/3676.pdf>

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/938>

http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080080891/1080080891_MA.PDF

<http://www.srk.com/es/nuestros-servicios/servicios-de-geologia-recursos-y-exploracion/ww-qa-qc-de-exploracion>

<http://www.uclm.es/profesorado/dverastegui/DOCUMENTOS/calidad.pdf>

http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaam/estudios/chicama/archivos/Volumen_A_Control%20Aseguramiento%20Calidad.pdf

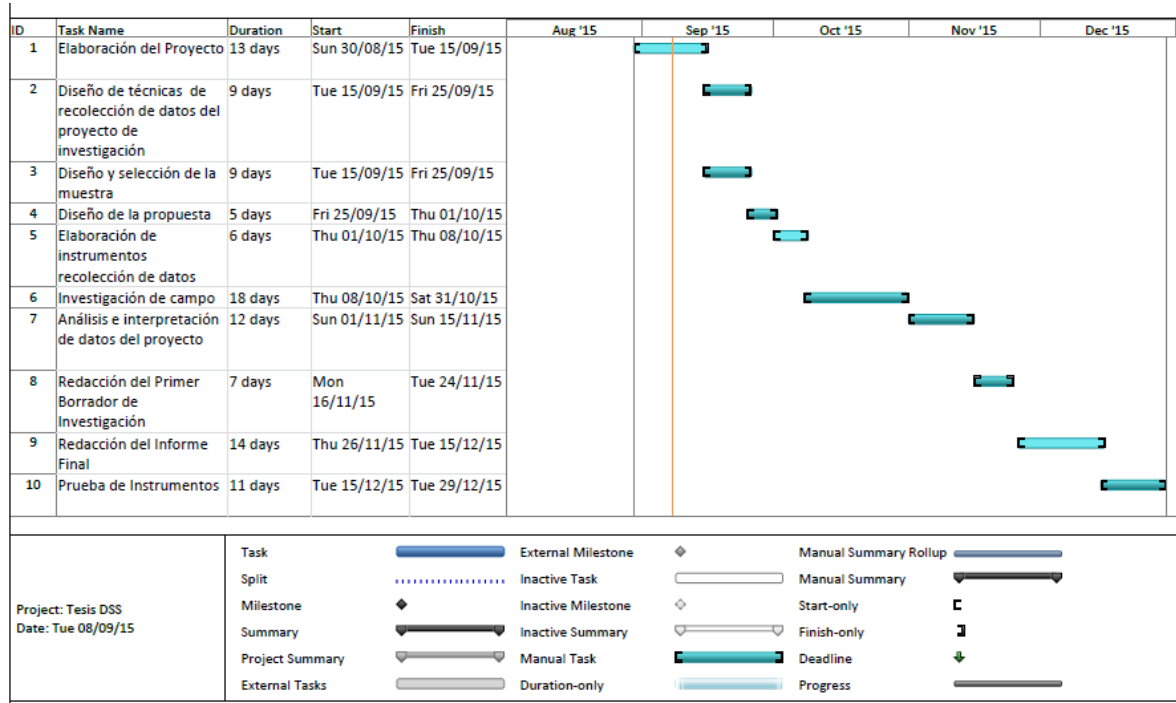
Anexo n° 1: Matriz de Consistencia.

Proyecto de Investigación pre experimental, transversal y exploratorio

Título: DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD QA/QC EN EL ANÁLISIS DE MUESTRAS GEOLOGICAS, PARA AUMENTAR EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO, A LA EMPRESA ANGLO AMERICA - QUELLAVECO

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MUESTRA	DISEÑO
¿Cuál es el efecto de la implementación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el Análisis de Muestras geológicas, para mejorar el grado de confiabilidad de los resultados de laboratorio a la empresa Anglo American - Quellaveco?	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el efecto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American - Quellaveco</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <p>a) Describir el proceso actual de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American Quellaveco.</p> <p>b) Implementar un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas emitidas por ALS Chemex a la empresa Anglo American - Quellaveco.</p> <p>c) Evaluar el impacto de la aplicación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American - Quellaveco</p> <p>d) Determinar el grado de confianza de las muestras enviadas al laboratorio mediante la implementación de un sistema de control de calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American - Quellaveco.</p>	<p>Si se Implementa un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el proceso de análisis de muestras geológicas de la empresa Anglo American-Quellaveco, entonces se incrementará el nivel de confianza de la información obtenida de las muestras de ésta.</p>	<p>Variable 1</p> <p>Implementación de un Sistema de Control de Calidad QA/QC en el análisis de muestras Geológicas.</p> <p>-% control</p> <p>Variable 2</p> <p>Grado de confianza de</p> <p>-% de muestras contaminada</p>	<p>Población.</p> <p>4142 muestras fueron colectadas y analizadas</p> <p>Muestra.</p> <p>La Muestra son cores (testigos) obtenidos de la perforación diamantina</p>	<p>Método:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño:</p> <p>Pre prueba/Post prueba</p> <p>El diseño se diagrama de la siguiente manera.</p> <p>G: O1 X O2</p> <p>Donde:</p> <p>G: Grupo Experimental</p> <p>O: Medición</p> <p>X: Estimulo</p>

ANEXO n° 2 - Cronograma de Actividades



ANEXO n° 3 - Encuesta de Satisfacción del Cliente

Encuesta de Satisfacción del Cliente - Usuario

Gracias por realizar la *Encuesta de Satisfacción del Cliente- Usuario*. No tardará más de cinco minutos en completarla y nos será de gran ayuda para mejorar la calidad de los servicios brindados por la Caja Municipal de Ahorro y Crédito Piura S.A.C – Sede Cajamarca – Sede Cajamarca. **Pinte o marque con una "X" sobre el círculo, Si** está satisfecho o **No** con los servicios que brinda la caja.

- | | Si | No |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 ¿Está familiarizado con el término " Control de calidad"? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2 ¿Es correcta la selección de las muestras geológicas para ser enviados a laboratorio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3 ¿La empresa realiza la inspección de controles de calidad? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4 ¿Los controles de calidad utilizados son los adecuados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5 ¿Cuentan con un registro de las muestras que son analizadas por laboratorio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- | | | | |
|----|--|-----------------------|-----------------------|
| 6 | ¿El personal está familiarizado con el término "control de calidad"? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7 | En cuanto al tiempo de espera, ¿Se encuentra satisfecho con el servicio que le brinda el laboratorio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8 | ¿Se encuentra satisfecho con la información que recibe del laboratorio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9 | En cuanto al cumplimiento de sus necesidades, ¿Se encuentra satisfecho con el servicio brindado por laboratorio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10 | En general, ¿Se siente satisfecho con la calidad utilizada en la empresa? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |