

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:
Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de
la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Bach. Ronal CARHUAZ CONDORI

ASESORA:

M.Sc. Tarcila ALCARRAZ ALFARO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres que siempre estuvieron apoyándome, a mi esposa por su apoyo incondicional, a mis hijos y hermanos. Todos me apoyaron y son una parte importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a la Escuela Profesional de Ingeniería Química y todos los docentes ellos contribuyeron en mi formación profesional y como persona. A la empresa Ecoservicos e Ingeniería Limpia S.A.C. quienes con su apoyo se están cumpliendo mis metas profesionales.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional se realizó en base a mi experiencia adquirida en la línea de análisis químico de minerales y control de calidad, el trabajo se realizó en la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.

La empresa ha tenido un crecimiento constante en los servicios que brinda, y concordancia se van implementando controles de gestión y procesos para brindar mayor seguridad y calidad de servicios al cliente.

Las empresas o entidades públicas que tengan un laboratorio de ensayos o calibración, estas se pueden acoger de manera voluntaria a la Norma Técnica Peruana basada en la ISO/IEC 17025: 2017 que el Perú la entidad que la fiscaliza es INACAL, en estas establecen procedimientos normalizados. También establecen que se debe tener un procedimiento de Aseguramiento de la Validez de Resultados.

El objetivo del presente trabajo es establecer un procedimiento de aseguramiento y control de calidad en el Laboratorio Químico para los ensayos físico-químicos; realizar procedimientos, la evaluación de datos y con mayor amplitud en los controles para identificar los posibles errores aleatorios o sistemáticos.

También se desarrollaron los procedimientos de los ensayos, controles de calidad, gráficos de control, precisión y exactitud de los ensayos en los controles implementados.

Palabras clave: control de calidad, validez de resultado, procedimiento, precisión, exactitud.

ABTRACT

This professional proficiency report was prepared based on my experience acquired in the line of chemical analysis of minerals and quality control, the work was carried out in the company Ecoservicios and engineering clean S.A.C.

The company has had constant growth in the services it provides, and accordingly, management controls and processes are being implemented to provide greater security and quality of services to the client.

Companies or public entities that have a testing or calibration laboratory can voluntarily accept the Peruvian Technical Standard based on ISO/IEC 17025: 2017, which in Peru the entity that supervises it is INACAL, in which they establish procedures normalized. They also establish that there must be a procedure to Assure the Validity of Results.

The objective of this work is to establish a quality assurance and control procedure in the Chemical Laboratory for physical-chemical tests; perform procedures, data evaluation and more extensive controls to identify possible random or systematic errors.

Test procedures, quality controls, control charts, precision and accuracy of the tests in the implemented controls were also developed.

Keywords: quality control, validity of result, procedure, precision, accuracy.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ASPECTOS GENERALES DEL CENTRO DE TRABAJO	xviii
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	1
1.1. PRESENTACIÓN	1
1.2. MISIÓN	1
1.3. VISIÓN	1
1.4. PRINCIPIOS Y VALORES	2
1.5. ORGANIZACIÓN	2
1.6. ORGANIGRAMA	3
1.7. SISTEMA DE CALIDAD	4
1.8. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	4
1.8.1. Análisis químico de minerales - área de laboratorio químico de minerales	4
1.8.2. Desorción de carbón activado – área de producción	4
1.9. CARGO O PUESTO DEL BACHILLER	4
CAPÍTULO II: DEL EJERCICIO PROFESIONAL Y MOTIVACIÓN	5
2.1. DEL EJERCICIO PROFESIONAL	5

2.1.1.	Minerals of Laboratories S.R.L. (2012 – 2015)	5
2.1.2.	Compañía Minera Huancapeti S.A.C. (2015 – 2016)	5
2.1.3.	Compañía Minera Lincuna S.A.C. (2016 – 2017)	6
2.1.4.	Compañía Minera IRL S.A. (2017)	6
2.1.5.	Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. (2018-actualidad)	6
2.2.	MOTIVACIÓN PARA REALIZACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	7
2.3.	DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO QUÍMICO DE MINERALES	7
2.4.	IMPORTANCIA DEL LABORATORIO QUÍMICO DE MINERALES	8
	CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	9
3.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	9
3.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
3.2.1.	Problema principal	10
3.2.2.	Problemas secundarios	10
3.3.	JUSTIFICACIÓN	10
3.4.	OBJETIVOS	11
3.4.1.	Objetivo general	11
3.4.2.	Objetivos específicos	11
3.5.	ANTECEDENTES	12
	CAPÍTULO IV: MARCO TEÓRICO	15
4.1.	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	15
4.1.1.	Proceso de secado	15
4.1.2.	Proceso de chancado de mineral	15
4.1.3.	Cuardeo de muestra	16
4.1.4.	Pulverizado de muestras	17

4.2.	ENSAYO AL FUEGO DE MINERALES	18
4.2.1.	Dosificación	18
4.2.2.	Fundición	19
4.2.3.	Copelación	20
4.2.4.	Partición	20
4.2.5.	Bullion	20
4.3.	ESPECTROSCOPIA ATÓMICA	20
4.3.1.	Tipos de espectroscopía atómica	21
4.3.2.	Espectroscopía de absorción atómica en flama	22
4.4.	DEFINICIÓN DE CALIDAD	30
4.4.1.	Evolución histórica del concepto de calidad	30
4.4.2.	Sistema de gestión de calidad	31
4.4.3.	Aseguramiento y control en la calidad (QA/QC)	31
4.4.4.	Enfoque del aseguramiento y control de calidad	32
4.4.5.	Organización internacional de la normalización (ISO)	33
4.4.6.	ISO 9001:2005	33
4.4.7.	NTP ISO/IEC 17025:2017	34
CAPÍTULO V: ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA PARA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA		36
5.1.	PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS	36
5.1.1.	Preparación mecánica de muestras geológicas	37
5.1.2.	Preparación mecánica de muestras de concentrados	41
5.1.3.	Control de calidad	42
5.2.	ENSAYO AL FUEGO	47
5.2.1.	Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales	48

5.2.2.	Determinación de oro en aleación de joyería de oro (Bullion)	54
5.2.3.	Control de calidad	57
5.3.	ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE FLAMA	61
5.3.1.	Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica	62
5.3.2.	Control de calidad	67
5.4.	INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE CONTROL	70
5.4.1.	Análisis granulométrico	70
5.4.2.	Análisis de precisión	71
5.4.3.	Análisis de exactitud	75
5.4.4.	Análisis de contaminación	77
	CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA PROPUESTA	79
6.1.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	79
6.1.1.	Control de malla ASTM ¼” – Chancado primario	80
6.1.2.	Control de malla N° 10 ASTM – Chancado secundario	80
6.1.3.	Control de malla N° 140 ASTM – Pulverizado	81
6.2.	ANÁLISIS DE PRECISIÓN	81
6.2.1.	Duplicado de grueso - Preparación mecánica	81
6.2.2.	Duplicado - Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales	82
6.2.3.	Duplicado - Espectroscopía de absorción atómica de flama	85
6.3.	ANÁLISIS DE EXACTITUD	88
6.3.1.	Material de referencia interna (MRI) – Ensayo al fuego.	89
6.3.2.	Material de referencia certificada (MRC) - Ensayo al fuego	90
6.3.3.	Material de referencia interna (MRI) – Espectroscopia de absorción atómica	91

6.4.	ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN	93
6.4.1.	Muestra de blanco de proceso - Preparación mecánica	93
	APORTES	94
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	96
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	97
	GLOSARIO	103
	ANEXOS	105
	AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA PARA UTILIZAR LOS DATOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades de las llamas	24
Tabla 2. Dosificación para análisis de oro	48
Tabla 3. Dosificación para análisis de plata	48
Tabla 4. Insumos principales y funciones	49
Tabla 5. Información de curva de calibración elemento Cu 324.75	65
Tabla 6. Resumen de controles de calidad	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama	3
Figura 2. Chancado de mineral	16
Figura 3. Cuarteo Riffle Jomes	16
Figura 4. Cuarteo por método cono	17
Figura 5. Muestreo por cuadrículas	17
Figura 6. Proceso de absorción y emisión atómica	21
Figura 7. Espectros de emisión, absorción y fluorescencia	22
Figura 8. Componentes básicos de los instrumentos para medir absorción de radiación	23
Figura 9. Lámpara de cátodo hueco	25
Figura 10. Mechero de flujo laminar	26
Figura 11. Nebulizador	27
Figura 12. Cámara de pre mezclado	28
Figura 13. Esquema general de un monocromador	29
Figura 14. Recepción de muestras	37
Figura 15. Muestras pulverizadas	37
Figura 16. Secado de muestras geológicas	38
Figura 17. Chancadora primaria	39
Figura 18. Chancadora secundaria	40
Figura 19. Cuarteo por cuadrículas	40
Figura 20. Pulverizador de anillos	41
Figura 21. Cuarzo granulado	44
Figura 22. Control de malla 1/4'' ASTM	44

Figura 23. Control de malla N° 10 ASTM	45
Figura 24. Control de malla N° 140 ASTM	45
Figura 25. Preparación mecánica de concentrados	46
Figura 26. Preparación mecánica de muestras geológicas	47
Figura 27. Balanza semi analítica	49
Figura 28. Horno de fundición	50
Figura 29. Colado de muestras en lingoteras cónicas	51
Figura 30. Régulos	51
Figura 31. Mufla eléctrica (Copelación)	53
Figura 32. Botones de oro y plata	53
Figura 33. Partición química Ag – Au	54
Figura 34. Micro balanza	55
Figura 35. Viruta de bullion, plata y lámina de plomo	55
Figura 36. Botones de oro y plata	56
Figura 37. Partición química de doré	57
Figura 38. Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales	60
Figura 39. Determinación de oro en aleación de joyería de oro	61
Figura 40. Pesado de muestras	62
Figura 41. Digestión de muestras	63
Figura 42. Transvase y agitado	64
Figura 43. Solución estándar de calibración Pb-Zn-Cu	65
Figura 44. Gráfica de calibración del elemento Cu	66
Figura 45. Absorción atómica Pinaacle 500	66
Figura 46. Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica	69

Figura 47. Control de aplicado a malla ¼”, N° 10 y N° 140 ASTM	70
Figura 48. Control Thompson – Howarth CASO 1	71
Figura 49. Control dispersión Scartter CASO 1	72
Figura 50. Control Thompson – Howarth CASO 2	72
Figura 51. Control dispersión Scartter CASO 2	73
Figura 52. Control Thompson – Howarth CASO 3	73
Figura 53. Control dispersión Scartter CASO 3	74
Figura 54. Control Thompson – Howarth CASO 4	74
Figura 55. Control dispersión Scartter CASO 4	75
Figura 56. Control de desviación de MRI – MRC	76
Figura 57. Control de muestra de blanco de proceso	77
Figura 58. Control de chancado primario malla 1/4" ASTM	80
Figura 59. Control de chancado secundario malla N° 10 ASTM	80
Figura 60. Control de pulverizado malla N° 140 ASTM	81
Figura 61. Control dispersión Scartter de duplicado de grueso	82
Figura 62. Control Thompson – Howarth de duplicado de grueso	82
Figura 63. Control dispersión Scartter de oro	83
Figura 64. Control Thompson – Howarth de oro	83
Figura 65. Control dispersión Scartter de plata	84
Figura 66. Control dispersión Scartter de plata	84
Figura 67. Control dispersión Scartter de oro bullion	85
Figura 68. Control Thompson – Howarth de oro bullión	85
Figura 69. Control dispersión Scartter de cobre	86
Figura 70. Control Thompson – Howarth de cobre	86
Figura 71. Control dispersión Scartter de plomo	87

Figura 72. Control Thompson – Howarth de plomo	87
Figura 73. Control dispersión Scartter de zinc	88
Figura 74. Control Thompson – Howarth de zinc	88
Figura 75. Control de desviación de MRI oro por ensayo al fuego	89
Figura 76. Control de desviación de MRI plata por ensayo al fuego	90
Figura 77. Control de desviación de MRC oro por ensayo al fuego	90
Figura 78. Control de desviación de MRI cobre por espectroscopía de absorción atómica de flama	91
Figura 79. Control de desviación de MRI plomo por espectroscopía de absorción atómica de flama	92
Figura 80. Control de desviación de MRI zinc por espectroscopía de absorción atómica de flama	92
Figura 81. Control de blanco de proceso en cobre por espectroscopía de absorción atómica de flama	93

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01. Población de control de malla ¼” ASTM – Chancado primario	105
ANEXO 02. Población de control de malla N° 10 ASTM – Chancado secundario	106
ANEXO 03. Población de control de malla N° 140 ASTM – Pulverizado	107
ANEXO 04. Población de duplicado de grueso - Preparación mecánica	108
ANEXO 05. Población de duplicado de análisis de oro	109
ANEXO 06. Población de duplicado de análisis de plata	110
ANEXO 07. Población de duplicado - Determinación de oro en aleación de joyería de oro (bullion)	111
ANEXO 08. Población de duplicado de análisis de cobre	112
ANEXO 09. Población de duplicado de análisis de plomo	113
ANEXO 10. Población de duplicado de análisis de zinc	114
ANEXO 11. Población de material de referencia interna de oro por ensayo al fuego	115
ANEXO 12. Población de material de referencia de plata por ensayo al fuego	116
ANEXO 13. Población de material de referencia certificada de oro por ensayo al fuego	117
ANEXO 14. Población de material de referencia interna de cobre	118
ANEXO 15. Población de material de referencia interna de plomo	119
ANEXO 16. Población de material de referencia interna de zinc	120
ANEXO 17. Población de blancos de proceso	121
ANEXO 18. Preparación mecánica de muestras geológicas	122
ANEXO 19. Preparación mecánica de muestras de concentrados	125
ANEXO 20. Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales	127

ANEXO 21. Determinación de contenido de oro en bulliones	130
ANEXO 22. Determinación de contenido de Cu, Pb y Zn en muestras geológicas y/o concentrados	132
ANEXO 23. Trabajos no conformes	134
ANEXO 24. Hoja de reclamaciones de análisis	135
ANEXO 25. Control de mallas de muestras pulverizadas	136
ANEXO 26. Control de mallas de muestras chancado primario	137
ANEXO 27. Control de mallas de muestras chancado secundario	138
ANEXO 28. Control diario de verificación de operatividad en balanza analítica	139
ANEXO 29. Control diario de verificación de operatividad en micro balanza	140
ANEXO 30. Control diario de verificación de operatividad en balanza semi analítica	141
ANEXO 31. Certificado de muestra MRI oro	142
ANEXO 32. Certificado de muestra MRI cobre, plomo y zinc	143
ANEXO 33. Certificado de muestra MRC oro	144

ASPECTOS GENERALES DEL CENTRO DE TRABAJO

- **Razón social**

Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. – EIL S.A.C.

- **RUC**

20520818821

- **Página web**

www.ecoservicios.pe

- **Correo de jefe inmediato**

director@grupoeilcorp.com

- **Nombre y cargo del empleador**

Rubén CAMARGO PEÑA

Director grupo EIL S.A.C.

- **Cantidad de trabajadores**

57 personales

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 PRESENTACIÓN

Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. es una empresa con más de 15 años de experiencia en el mercado, comprometida con la prestación de servicios de análisis de minerales, desorción de carbón activado, refinación, etc., y se ha ido consolidando como una empresa fuerte y competitiva, posicionando su marca en la industria, su fuerte inversión en infraestructura, tecnología y talentos le permite desarrollar eficazmente sus actividades y brindar a los productores mineros las mejores condiciones de servicio. Implementado con equipos para controlar la emisión de gases, tratamiento de aguas y gestión de residuos para todos sus procesos.

1.2 MISIÓN

“Ayudamos a que cientos de mineros y negocios auríferos maximicen su recuperación y producción, necesario para ser un proyecto sostenible, sin que tengan que comprometer su ritmo de trabajo y finanzas”.

1.3 VISIÓN

“Revolucionar el sector aurífero en el mundo, haciendo viable y amigable con el medio ambiente el tratamiento y máxima recuperación de metales preciosos, desde los concentrados y residuos generados en miles de proyectos auríferos”.

1.4 PRINCIPIOS Y VALORES

- Calidad de atención.
- Trabajo en equipo.
- Transcendencia.
- Integridad.
- Respeto.

1.5 ORGANIZACIÓN

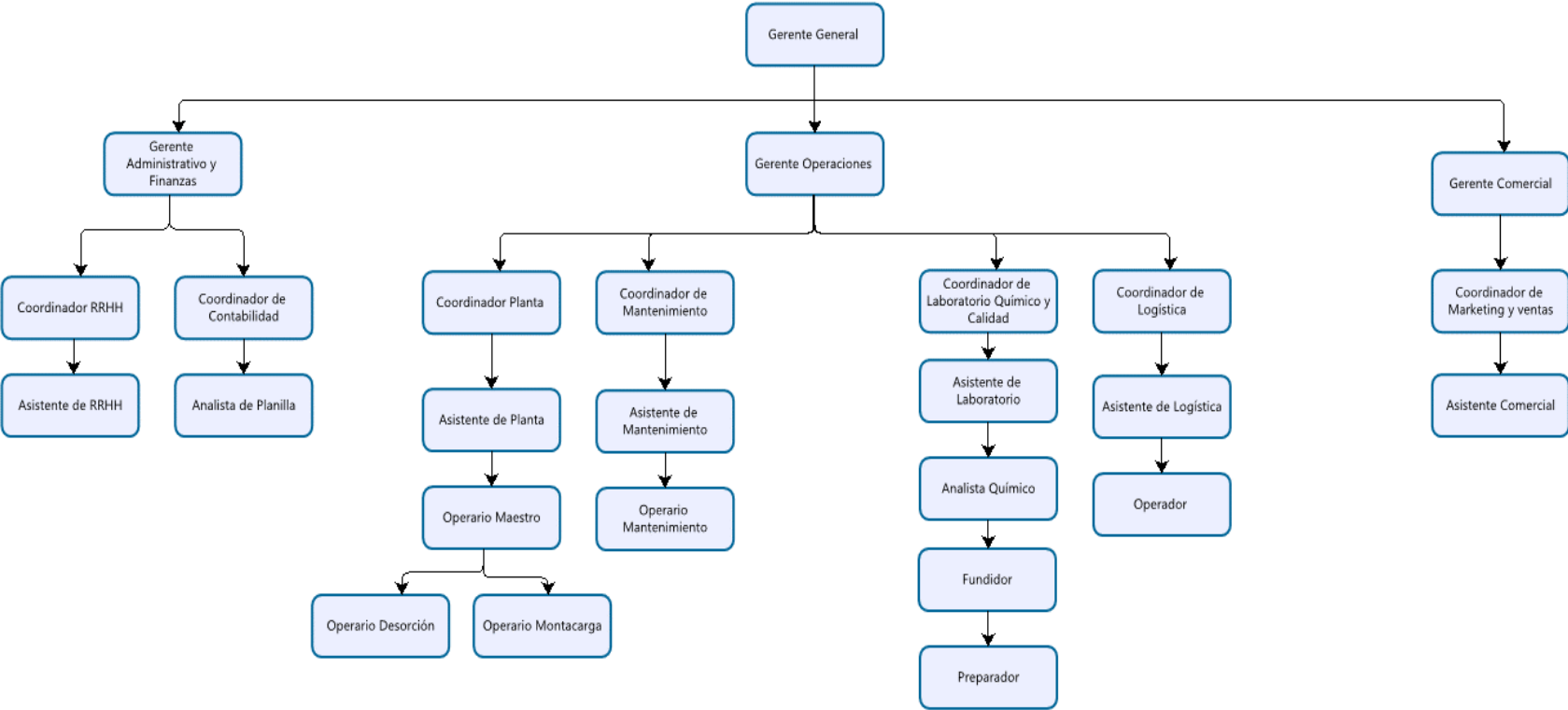
La empresa está formada por una organización jerárquica por los siguientes:
Gerente General, Gerente de Marketing y Finanzas, Gerente de Operaciones, Gerente Comercial.

1.6. ORGANIGRAMA

La empresa se constituye según la siguiente figura.

Figura 1

Organigrama



Nota. Organigrama de la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpias S.A.C.

1.6 SISTEMA DE CALIDAD

Certificación de Homologación de Proveedores por SGS del Perú S.A.C.

N° 01485/22.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

La empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C, brinda servicio de análisis químico en minerales, concentrados y desorción de carbón activado.

1.7.1 Análisis químico de minerales - área de laboratorio químico de minerales

Vía seca – gravimetría: método aplicado para la determinación de oro y plata en minerales, carbón activado, bullion y otros, a la fecha es la técnica más confiable y aceptada dentro de la actividad minera aurífera.

Volumetría: método aplicado a la determinación de cobre, plomo y zinc, en muestras de minerales y/o concentrados de alta ley.

Absorción atómica: a través de la espectrometría de absorción atómica es posible determinar gran cantidad de metales de forma unitaria y específica en diversas muestras como: Arsénico, Antimonio, Bismuto, Cobre, Hierro, Oro, Plata, Plomo, Zinc, etc.

1.7.2 Desorción de carbón activado – área de producción

Proceso por el cual el carbón activado cargado de oro y plata, son tratado en el circuito de elución con el fin de extraer el oro y la plata. En la actualidad dicho proceso deja la menor cantidad de oro y plata en el carbón activado, y este a la vez está listo para retornar al sistema de adsorción antes previamente reactivado.

1.8 CARGO O PUESTO DEL BACHILLER

Ronal CARHUAZ CONDORI

Coordinador de laboratorio químico

CAPÍTULO II

DEL EJERCICIO PROFESIONAL Y MOTIVACIÓN

2.1. DEL EJERCICIO PROFESIONAL

En cuanto al desempeño profesional, se ha ejercido desde el año 2012 a la actualidad en el área de laboratorio químico según se detalla.

2.1.1 Minerals of Laboratories S.R.L. (2012 – 2015)

Puesto: Supervisor de laboratorio químico

Actividades:

- Supervisión de personal.
- Aplicar y mantener el sistema de aseguramiento y control de calidad.
- Gestionar el abastecimiento de insumos químicos y materiales necesarios para garantizar la operatividad del laboratorio
- Análisis químico de cobre, plomo, zinc y otros elementos por absorción atómica, y determinación de oro y plata por ensayo al fuego.

2.1.2. Compañía Minera Huancapeti S.A.C. (2015 – 2016)

Puesto: Asistente de jefe de laboratorio

Actividades:

- Cumplir con la política de calidad, seguridad ocupacional, medio ambiente y los objetivos específicos del área a cargo.

- Gestionar las actividades técnicas, operativas y de calidad del área a cargo.
- Entrenamiento en la revisión de instrucciones de trabajo, procedimientos y programas de monitoreo de controles de calidad (QC).

2.1.3. Compañía Minera Lincuna S.A.C. (2016 – 2017)

Puesto: Asistente de jefe de laboratorio

Actividades:

- Encargado del área de laboratorio químico en ausencia del jefe.
- Cumplimiento y registro de controles de calidad como control granulométrico, control de contaminación, control de cuarteo y humedad de muestra.
- Determinar e implementar acciones correctivas o preventivas generadas en las auditorías internas e inspecciones.

2.1.4. Compañía Minera IRL S.A. (2017)

Puesto: Analista químico

Actividades:

- Cumplir con la política de calidad, seguridad ocupacional, medio ambiente y los objetivos específicos del área a cargo.
- Manejo y mantenimiento del espectrofotómetro de equipo de absorción atómica marca VARIAN modelo 240, NOVAA 350, PERKIN ELMER 500 Y 700.
- Análisis de oro, plata y cobre en muestras de geología, oro en muestra de soluciones cianuradas.
- Análisis de carbón activado por oro y plata por ensayo al fuego.

2.1.5. Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. (2018-actualidad)

Puesto: Coordinador de laboratorio químico

Actividades:

- Encargado de la parte operativa de laboratorio como: presentación de informes, reporte de resultados de minerales, pruebas metalúrgicas, concentrados y carbón activado.
- Cumplir con la política de la empresa en estándares de procedimiento y calidad, seguridad ocupacional, medio ambiente y objetivos específicos del área a cargo
- Revisión anual de los procedimientos de ensayo buscando eliminar los errores sistemáticos y disminuir los factores de incertidumbre.
- Brindar asesoría al personal de laboratorio según se requiera, respecto a problemas relacionados con los procedimientos analíticos.

2.2. MOTIVACIÓN PARA REALIZACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Por los años de experiencia en la línea de especialización de análisis químico de minerales, diplomado y cursos se tiene base para realizar el presente informe.

Se identificó la falta de control de calidad en diferentes procesos de ensayos, también de no contar con un manual de aseguramiento y control para obtener resultados confiables. Se da la propuesta para mejorar sus controles de calidad de procesos en ensayos aplicando parámetros estadísticos y procedimientos estandarizados en relación a la calidad NTP-ISO/IEC 17025:2017 para así dar fiabilidad de sus resultados analíticos.

2.3. DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO QUÍMICO DE MINERALES

La empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. en los últimos años ha tenido un crecimiento constante y la demanda de los clientes en cuanto a tiempo, calidad de resultados es más exigente.

El sistema de gestión de laboratorio químico está establecido por procedimientos para sus ensayos físico químicos, administrativos y otros. Pero en la actualidad no cuenta con un procedimiento de control de calidad de los ensayos y gestión de datos.

Por la falta de controles de calidad los resultados no son trazables para una auditoría, no se identifican los errores en el transcurso de los ensayos y reporte, la falta de manejo de materiales de referencia hace que no se identifiquen errores sistemáticos o aleatorios.

La gestión de calidad es una herramienta que debe formar parte de toda la gestión de laboratorio químico de minerales en la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.

2.4. IMPORTANCIA DEL LABORATORIO QUÍMICO DE MINERALES

La empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. cuenta con un área de laboratorio químico de análisis de minerales, esta brinda servicios a las áreas de desorción, fundición, tratamiento de aguas residuales y también brinda servicios a terceros.

Es un área de soporte crítico para las empresas en la producción, procesamiento, tratamiento, control de eficiencia, costos de venta y otros. Todos estas toman decisiones importantes con los resultados emitidos, por ejemplo: la venta de concentrados con cierta calidad requerida, en la recuperación de oro y plata de la desorción de carbón activado, calidad de las barras de oro y recuperación de oro en pruebas metalúrgicas.

CAPÍTULO III

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C. cuenta con un laboratorio químico, para las áreas de preparación mecánica, ensayo al fuego de minerales y absorción atómica por flama, cuentan con procedimientos de trabajo de cuarteado, secado, chancado, toma de muestra, pulverizado, fundición, digestión, lecturas, etc. (Lipa, 2019) sin embargo estos laboratorios no cuentan con un plan de gestión de calidad ni se rigen bajo la NTP ISO/IEC 17025:2017, por lo cual ante un inadecuado manejo del material y los insumos no se podría detectar ningún suceso y aún menos medir de desviación en el resultado hasta que realicen un reclamo y realizar el reensayo, dado que no se cuenta con procedimiento que registre, controle, ni mida la desviación de los resultados de muestras referenciales u otros controles para realizar una adecuada detección de errores (Micha y Medina, 2020). Asimismo, existe una gran necesidad de contar con un control de malla para la medición de la granulometría, también para ver la contaminación, duplicados, titulaciones, muestras referenciales certificadas y otros, con las que se puede medir e identificar desviaciones, cruce de muestra y otros para realizar las acciones correctivas (Condori y Pacco, 2019). Dado que esto afecta en la credibilidad, generan pérdidas de tiempo, y aumentan los costos en los reensayos.

Es por eso la limitante para el control efectivo en los análisis químicos radica en los procesos de análisis y tratamientos de resultados, por lo cual es vital la implementación de un control de calidad en los procedimientos en miras a la mejora de la calidad de resultados para la satisfacción de los clientes y la mejora continua en los procesos de análisis, para concretar los objetivos planteados por la misma empresa que consisten en brindar un servicio de calidad en la emisión de resultados confiables.

3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1. Problema principal

¿Cómo influirá en los procesos de análisis y tratamiento de resultados la implementación de un procedimiento de aseguramiento y control de calidad para la preparación mecánica, ensayo al fuego de minerales y absorción atómica por flama para obtener resultados confiables?

3.2.2. Problemas secundarios

- a. ¿Cuáles serán los parámetros de control en los procesos de ensayos físico-químicos?
- b. ¿Será posible evaluar la exactitud, precisión y contaminación de muestras con análisis de gráficos de control?
- c. ¿Cuáles serán los beneficios de la implementación de controles de calidad en los procesos de ensayos físico-químicos?

3.3. JUSTIFICACIÓN

La propuesta de informe de suficiencia profesional cumple un rol importante en la mejora del manejo de los procesos y cumplir así uno de los requisitos del aseguramiento y control de calidad estipulados en las normas NTP-ISO/IEC 17025:2017 y ISO 9001:2015. Las cuales tienen como finalidad el control de parámetros de referencia de los sistemas de gestión y con tendencia a la acreditación.

Se justifica el trabajo en su aplicación directa en los procesos de preparación mecánica, ensayo al fuego de minerales y espectroscopía de absorción atómica por flama, las ventajas de su aplicación son muchas, entre ellas está la reducción o eliminación de los errores en los análisis, alcanzar validación de métodos, mejora de los procesos técnicos, asegurando la confiabilidad de los resultados. Así la empresa será más competitiva en brindar calidad de resultado, tendrá identificados los cuellos de botella y un mejor panorama del proceso, lo que generará beneficios en costos de operaciones.

El aseguramiento y control de calidad, son procedimientos reconocidos a nivel internacional por la NTP-ISO/IEC 17025:2017, que califica a laboratorio de ensayos y calibración, en competencia técnica de sus ensayos. No sólo desarrolla programas de actividades que permiten la implementación y hacer seguimiento a los procedimientos, para la prevención de riesgos y verificación del cumplimiento de especificaciones y normas, sino implica un cambio de actitud para prestar eficientemente los servicios, dentro de un marco de superación personal y de respeto por el trabajo que se realiza, orientándose a la satisfacción del cliente.

3.4. OBJETIVOS

3.4.1. Objetivo general

Establecer procedimientos de aseguramiento y control de calidad en la preparación mecánica, ensayo al fuego de minerales y absorción atómica por flama, en el laboratorio químico de la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C., para obtener resultados confiables.

3.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y determinar los parámetros de los controles en los procesos de ensayos físico-químicos.

- Evaluar la exactitud, precisión y contaminación de muestras con análisis de gráficos de control.
- Demostrar los beneficios de la implementación de controles de calidad en los procesos de ensayos físico-químicos.

3.5. ANTECEDENTES

Internacional

Gómez Solano, Luz (2020). Guía metodológica para cumplimiento de los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración NTC-ISO/IEC 17025:2017 articulada con la NTC-ISO 9001:2015 en la dirección de laboratorios del servicio geológico colombiano. Tesis de maestría en calidad y gestión integral Bogotá. Ingeniería Mecánica. Universidad Santo Tomas.

Menciona que:

La NTC ISO/IEC 17025: 2017 es el octavo requisito del sistema de gestión que informa que los laboratorios deben establecer, documentar, implementar y mantener sistemas de gestión capaces de respaldar y demostrar el logro de la coherencia con los requisitos de este documento. Los resultados del laboratorio muestran dos opciones de laboratorio para implementar el sistema de gestión de acuerdo con el plan A o B. A, se aplica a los laboratorios que no tienen un sistema de gestión de calidad ISO 9001. B, se aplica a los laboratorios que ya cuentan con un sistema de gestión de la calidad en su organización y han implementado o al menos documentado la información requerida por NTC ISO 9001: 2015 para cumplir con los requisitos.

Nacional

Flores Pamo, Percy (2017). Implementación de un laboratorio de instrumentación móvil, basado en la norma ISO/IEC 17025, para el proyecto de la nueva planta de

tratamiento de agua de Minera Yanacocha. Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.
Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa-Perú

Menciona que:

La implementación de procedimientos de laboratorio para instrumentos móviles que cumplan con la norma ISO/IEC 17025 para la calibración de instrumentos, donde el registro generado permite ejecutar el protocolo de comparación de todos los instrumentos. Las buenas prácticas implementadas en el laboratorio se utilizan como base para los procedimientos de construcción de instrumentos eléctricos, especialmente el montaje de los instrumentos.

Rentería Maurate, Jorge (2019). Implementación del sistema de gestión ISO 9001:2015 en el laboratorio de la Compañía Minera Azulcocha - Lima – 2019. Tesis para optar al título de Ingeniero Metalurgista. Carrera de Ingeniería Metalúrgica. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Menciona que:

El sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2015, es una herramienta básica e importante para asegurar la confiabilidad de los resultados de satisfacción del cliente. Los procedimientos a seguir para implementar el sistema de gestión de la calidad permiten establecer metas, objetivos y planes en base a los compromisos establecidos en la política de la empresa. En el proceso de formulación del sistema de gestión de la calidad, de acuerdo a las necesidades del laboratorio, se implementa en el contexto de organización, liderazgo, planificación y operación con base en la norma ISO 9001-2015.

Vásquez Chávez, Cristiam David. (2017). Implementación de un sistema de gestión de calidad para un laboratorio de ensayos químicos según la norma ISO

17025:2006. Tesis para optar el grado de ingeniería industrial. Escuela de ingeniería industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

Menciona que:

La implantación de un Sistema de gestión de calidad, le permite contar con ventajas sobre la competencia, un control en sus procesos en busca de la mejora continua y con la obtención de la Acreditación ISO 17025:2005; reconocimiento del nivel internacional que la convertiría en uno de los primeros laboratorios del Perú en obtener dicha mención de productos, procesos, sistemas y organizaciones, son algunas de las causas que hacen de la calidad un factor determinante para la competitividad y la supervivencia de la empresa moderna.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1. PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS

Con el pasar de los años de la aplicación industrial de los procesos de conminución al campo de beneficio de minerales, se pudo constatar la importancia de este proceso de reducción de tamaño y granulometría final del producto (Quispe, 2019). La conminución o reducción de tamaño del mineral es una de las etapas más importantes y cruciales ya que de esta dependerá la representatividad de la muestra (Morote et al., 2019). Son técnicas y secuencias de operaciones no selectivas, aplicadas a una porción de muestra, las cuales consisten en reducción de tamaño de mineral para la obtención de una sub - muestra representativa para el análisis (Lazo, 2019). Los procesos de preparación mecánica de muestras son:

4.1.1. Proceso de secado

Todo mineral se lleva a un proceso de secado para la liberación del agua presente en ella, esta se realiza en la estufa a una temperatura $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

4.1.2. Proceso de chancado de mineral

El chancado es una operación unitaria o grupo de operaciones unitarias en el procesamiento de minerales, cuya función es la reducción de grandes trozos de rocas a fragmentos pequeños. La chancadora es la primera etapa de la reducción de tamaño,

generalmente en seco y se realiza en dos o tres etapas que son: chancadora primaria, secundaria y ocasionalmente terciaria (Briceño y Fuentes, 2021, pp. 4).

Figura 2

Chancado de mineral



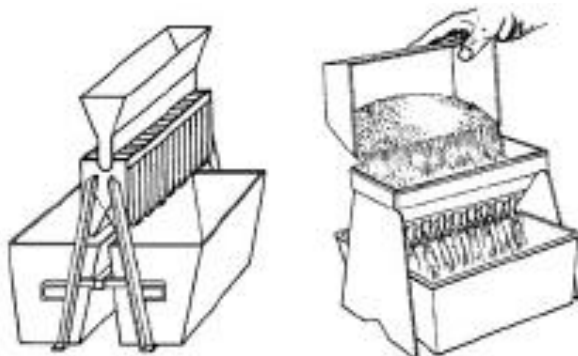
Nota. Proceso de reducción de mineral en chancadora de quijada, (Ahumada, 2021).

4.1.3. Cuarteo de muestra

Se efectúa escogiendo parte del volumen de mineral total teniendo como objetivo principal representar al todo en una muestra muy pequeña. Esta muestra debe ser lo más representativa posible, con una cantidad adecuada, en el lugar preciso, con un proceso de reducción y análisis apropiado (Ahumada, 2021, pp. 7).

Figura 3

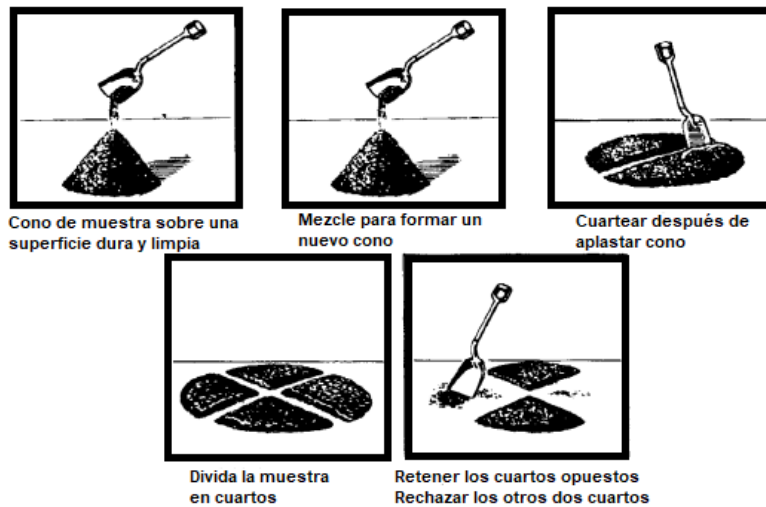
Cuarteo Riffle Jomes



Nota. Reducción de muestra de agregados, (Ahumada, 2021).

Figura 4

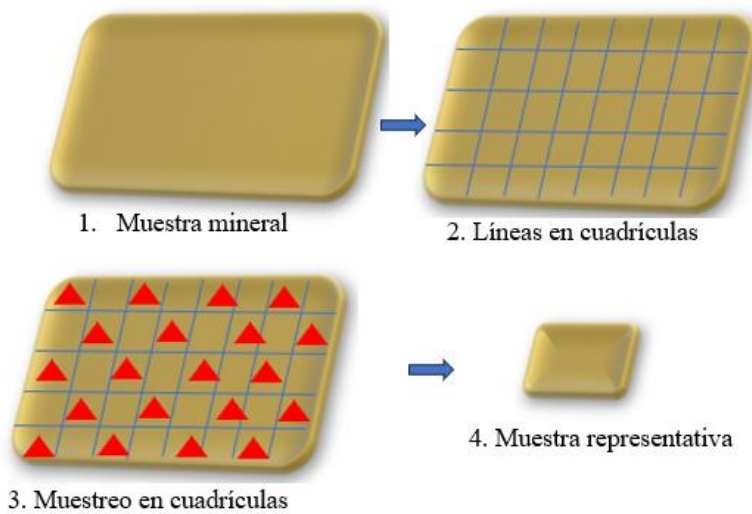
Cuarteo por método cono



Nota. Reducción de muestras de agregados por cuarteo, (Jiménez y Elizondo, 2016)

Figura 5

Muestreo por cuadrículas



4.1.4. Pulverizado de muestras

Proceso donde el mineral es pulverizado hasta $75 \mu\text{m}$ aproximadamente, con el fin de aumentar el área superficial de contacto para las reacciones químicas. Este proceso se lleva a cabo en un equipo pulverizador de anillos, estas pueden ser mecánicas o neumáticas.

4.2. ENSAYO AL FUEGO DE MINERALES

El oro y la plata son metales con alto valor comercial en el mundo, y por la gran demanda este metal precioso, desde la antigüedad 200 años atrás se ha estado perfeccionando los métodos de extracción del oro y la plata del mineral, este metal se encuentra en bajas concentración en los yacimientos mineros (Coaricona, 2021). Para poder realizar las exploración y explotación de mineral valioso se tiene como soporte los análisis químicos en donde se ve el contenido de oro y plata.

También con la ayuda de investigaciones y desarrollo tecnológico se han desarrollado técnicas de análisis de oro y plata por diferentes métodos entre ellas está el método por ensayo al fuego, una de las más confiables hasta la actualidad, y el método combinado que consiste en el análisis por ensayo al fuego y con el equipo de espectrofotometría de absorción atómica, esta última está limitada a leyes bajas de oro y plata (Fabián, 2020). Extracción del oro y la plata del mineral, ya este metal se encuentra en bajas concentraciones en los yacimientos mineros (Coaricona, 2021).

4.2.1. Dosificación

Consiste en dosificar la muestra previamente pulverizada, a esta se adicionan reactivos que le bajen el punto de fusión como son óxido de plomo, carbonato de sodio, bórax y otros, luego son colocadas en crisoles refractarios. Esto ayuda a que la fusión se lleve a cabo por debajo de 1050 °C.

Entre los principales insumos tenemos los siguientes:

- a. **Carbonato de sodio (Na_2CO_3):** es un poderoso fundente del tipo básico, el cual funde a la temperatura de 852 °C, es un invariable constituyente de una mezcla de fundente o flujo para minerales del tipo silicosos. En la presencia de la sílice el carbonato de sodio forma silicato de sodio, con la respectiva evolución de dióxido de carbono. Estos silicatos reaccionan al mismo tiempo

con otros tipos de minerales oxidados básicos formando silicatos complejos (Salazar, 2020).

- b. Óxido de plomo (PbO):** conocido también como litargirio, es utilizado para proveer plomo, para coleccionar oro y plata. Cuando el litargirio se reduce a plomo, se deposita en el fundido por su alto peso específico coleccionando por afinidad y también por peso específico al oro y plata (Diana, diego, francisco & Johana, 2020).
- c. Bórax ($\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$):** el punto de fusión es de 742 °C, es un fundente ácido usado para combinarse o disolver algunos otros componentes básicos o ácidos presente en la ganga forma boratos complejos fácilmente fusibles con la sílice fluidifica en la fusión de óxidos metálicos (Rosado, 2017).
- d. Sílice (SiO_2):** es un compuesto que funde a 1750 °C, que sirve como escorificador del hierro. Este al combinarse con los óxidos metálicos componen cadenas de silicatos estables. Las escorias que poseen un porcentaje alto de sílice son muy viscosas y conservan escoria metálica en suspensión (Basilio y Romero, 2020) (Tarqui, 2010).
- e. Nitrato de potasio (KNO_3):** actúa como un compuesto oxidante, principalmente actúa en los minerales sulfurados, su punto de fusión es de 339 °C.
- f. Harina:** fuente de carbón, ayuda a la reducción de litargirio a plomo elemental Pb (Diana, diego, francisco & Johana, 2020).

4.2.2. Fundición

La muestra se lleva al estado de fusión por medio del agregado de fundentes a temperaturas que oscilan entre 600 °C y 1100 °C, la fusión tiene por objeto liberar metales nobles de su ganga y facilitar la colección de estos en una matriz de plomo. Una vez

fundida la carga, esta se separa en dos fases principales, la fase escoria y la fase metálica, llamada régulo de plomo, que contiene los metales de interés (Salazar, Soria & Carrillo, 2021).

4.2.3. Copelación

Este proceso tiene como objeto liberar los metales nobles del régulo de plomo con la eliminación de Pb como PbO mediante la absorción del óxido fundido en un recipiente llamado “copela” (Salazar, Soria & Carrillo, 2021). El proceso de oxidación se realiza a 950 °C.

4.2.4. Partición

La perla se calienta en una solución de ácido nítrico para disolver la plata, dejando el oro sin disolver para que se lave, se seque y se pese (Salazar, Soria & Carrillo, 2021).

4.2.5. Bullion

Muestra que se obtienen a partir de la refinación de metales preciosos como son el oro y plata en forma de lingotes, para su determinación de calidad del bullion se realiza por medio de copelación y partición.

4.3. ESPECTROSCOPIA ATÓMICA

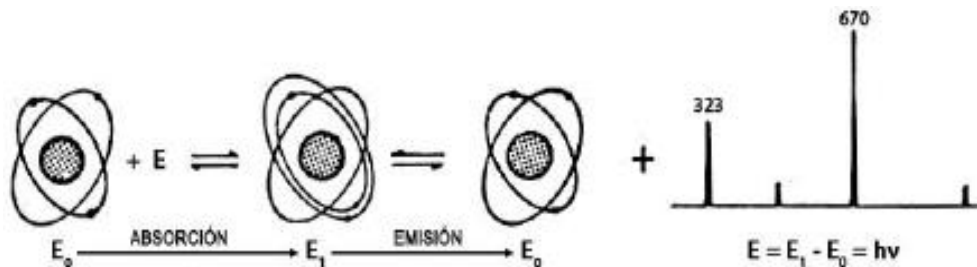
La espectroscopia atómica estudia la absorción o emisión de radiación electromagnética por las partículas atómicas. Si se suministra una determinada cantidad de energía a un átomo que se encuentra en su estado fundamental de energía, E_0 , esta energía es absorbida por el átomo saltando un electrón situado en la capa electrónica exterior a un nivel energético superior, alcanzando el átomo un nuevo estado energético E_1 .

La cantidad de energía para pasar del estado E_0 al estado E_1 se conoce como energía de excitación y puede suministrarse térmicamente, eléctricamente, por inducción electromagnética, por radiaciones de diversa naturaleza, etc. Cuando el átomo vuelve al

estado fundamental cede una cantidad de energía idéntica a la de excitación, emitiendo radiaciones de una determinada longitud de onda ver figura 6 (Zumbado, 2021).

Figura 6

Proceso de absorción y emisión atómica



Nota. (Zumbado, 2021)

Los métodos de espectroscopía atómica son utilizados para la determinación cualitativa y cuantitativa de más de 70 elementos. Normalmente estos métodos pueden detectar cantidades entre partes por millón y partes por billón, e incluso, en algunos casos, concentraciones aun menores. Los métodos de espectroscopía atómica también son rápidos, convenientes y generalmente de alta selectividad.

La determinación espectroscópica de especies atómica solo puede realizarse en un medio gaseoso en el cual los átomos individuales o iones elementales, como Fe^{2+} , Mg^{2+} o Al^+ , se encuentran bien separados uno de otro. Por lo tanto el primer paso de todos los procedimientos de espectroscopia atómica es la atomización (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

4.3.1. Tipos de espectroscopía atómica

a. Espectro de emisión

Mide la energía liberada al pasar de estados excitados al estado fundamental (Zumbado, 2021), Ver figura 7.

b. Espectro de absorción

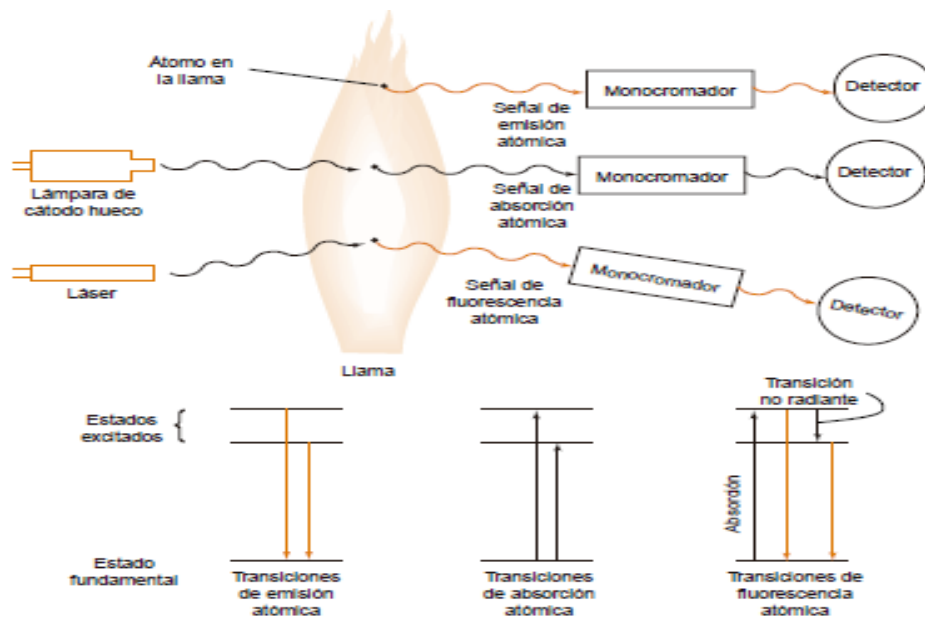
Mide la energía absorbida por los átomos para pasar del estado fundamental al estado excitado (Zumbado, 2021), Ver figura 7.

c. Espectro de fluorescencia

Que se produce cuando la radiación absorbida, de una determinada frecuencia, por los átomos en el estado fundamental, es parcialmente remitida como radiación de fluorescencia, es decir, la radiación emitida es menor que la absorbida (Zumbado,2021), Ver figura 7.

Figura 7

Espectros de emisión, absorción y fluorescencia



Nota. (Daniel, 2016).

4.3.2. Espectroscopía de absorción atómica en flama

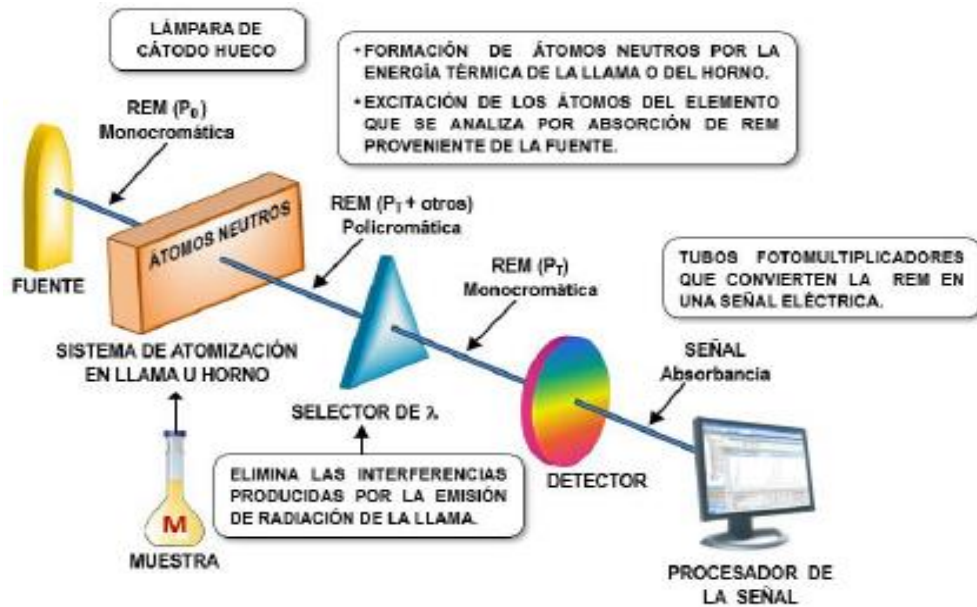
La concentración del analito se determina a partir de las medidas de absorción producidas por los átomos libres de un elemento en particular, a la longitud de onda de absorción específica de este elemento. La conversión del analito en átomos neutros se logra cuando la muestra es quemada en una llama o en un horno de grafito ver figura 8 (Zubado, 2021).

En otras palabras, la espectrometría de absorción atómica se basa en la absorción de energía radiante de las zonas de UV o el visible por átomos libres o neutros en estado

gaseoso del elemento que se analiza, producidos por la energía térmica de una llama o de una superficie sólida con alta temperatura (Zumbado, 2021).

Figura 8

Componentes básicos de los instrumentos para medir absorción de radiación



Nota. (Zumbado, 2021).

Una fracción de las moléculas, átomos e iones también se excita por el calor de la llama, produciéndose así espectros de emisión moleculares, atómicos e iónicos. Produciéndose tantos procesos complejos, no es sorprendente que la atomización sea la etapa más crítica en la espectroscopia de llama y la que limita la precisión de dichos métodos. Debido a la naturaleza crítica de la etapa de atomización, es importante comprender las características de las llamas y las variables que afectan a dichas características (Zumbado, 2021).

Los combustibles y oxidantes más comunes utilizados en espectroscopia de llama y los intervalos aproximados de temperatura alcanzados con cada una de estas mezclas. Hay que destacar que cuando se utiliza el aire como oxidante se obtienen temperaturas de 1700 a 2400 °C con varios combustibles. A estas temperaturas sólo las muestras que se descomponen fácilmente se atomizan. Para la mayoría de las muestras refractarias, se

debe emplear oxígeno u óxido nitroso como oxidante. Estos oxidantes producen temperaturas de 2500 a 3100 °C con los combustibles habituales ver tabla 1 (Zumbado, 2021).

Tabla 1

Propiedades de las llamas

Combustible	Oxidante	Temperatura (°C)	Velocidad de combustión máxima (cm/s)
Gas natural	Aire	1700-1900	39-43
Gas natural	Oxígeno	2700-2800	370-390
Hidrógeno	Aire	2000-20100	300-440
Hidrógeno	Oxígeno	2550-2700	900-1400
Acetileno	Aire	2100-2400	158-266
Acetileno	Oxígeno	3050-3150	1100-2480
Acetileno	Óxido nitroso	2600-2800	285

Nota. (Zumbado, 2021).

Sistema básico de componentes de espectroscopía de absorción atómica de flama.

Los principales que se encuentran son:

- Lámpara de cátodo hueco
- Atomizador de llama
- Quemador
- Monocromador
- Detector
- Procesador de señal

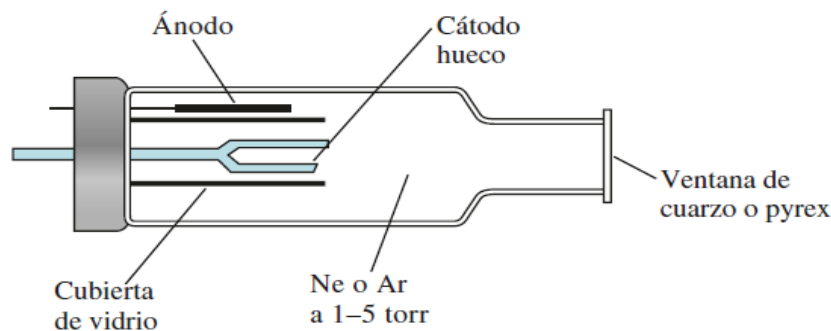
a. Lámpara de cátodo hueco

Consiste en un ánodo de tungsteno y un cátodo cilíndrico sellados en un tubo de vidrio que contiene un gas inerte, como el argón, a una presión de 1 a 5 torr. El cátodo es fabricado a partir del metal del analito o sirve como soporte para dicho metal.

Si se aplica una diferencia de potencial de alrededor de 300 V a través de los electrodos, el argón se ioniza y los cationes de argón y los electrones migran hacia los dos electrodos, se genera una corriente de entre 5 y 10 mA. Si el potencial es lo suficientemente grande, los cationes chocarán con el cátodo con suficiente energía para expulsar algunos de los átomos del metal y para producir una nube atómica. Este proceso es llamado expulsión. Algunos de los átomos de metal expulsados se encuentran en estado excitado y emiten sus longitudes de onda características conforme regresan a su estado basal (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

Figura 9

Lampara de cátodo hueco



Nota. (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

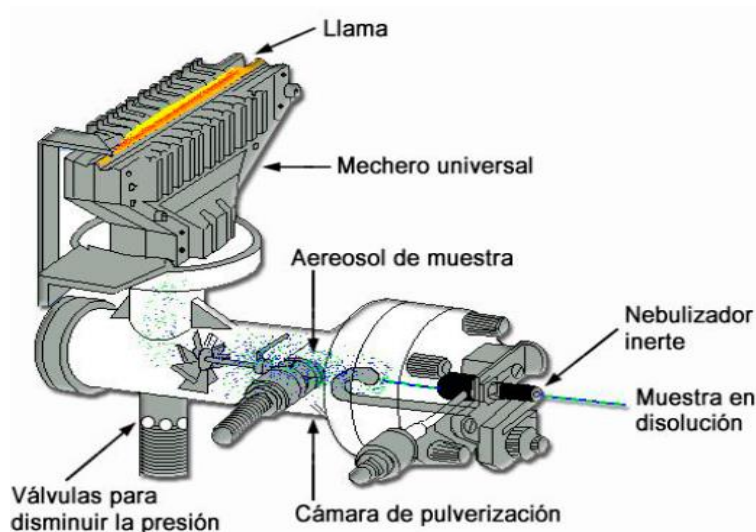
b. Atomizador de llama

Los atomizadores de llama se emplean en espectroscopia de emisión y absorción atómica. En la figura 10 muestra el diagrama de un típico mechero de flujo laminar de fabricación comercial que emplea un nebulizador de tubo concéntrico. El aerosol, formado por el flujo del gas oxidante, se mezcla con el combustible y pasa a través de una serie de deflectores que eliminan las gotitas de disolución que no sean muy finas. Como consecuencia de la acción de estos deflectores la mayor parte de la muestra se recoge en el fondo de la cámara de mezcla, donde se drena hacia un contenedor de desechos. El aerosol, el oxidante y el combustible se queman pues en un mechero provisto

de una ranura que produce una llama que generalmente mide entre 5 y 10 cm de longitud (Zumbado, 2021).

Figura 10

Mechero de flujo laminar



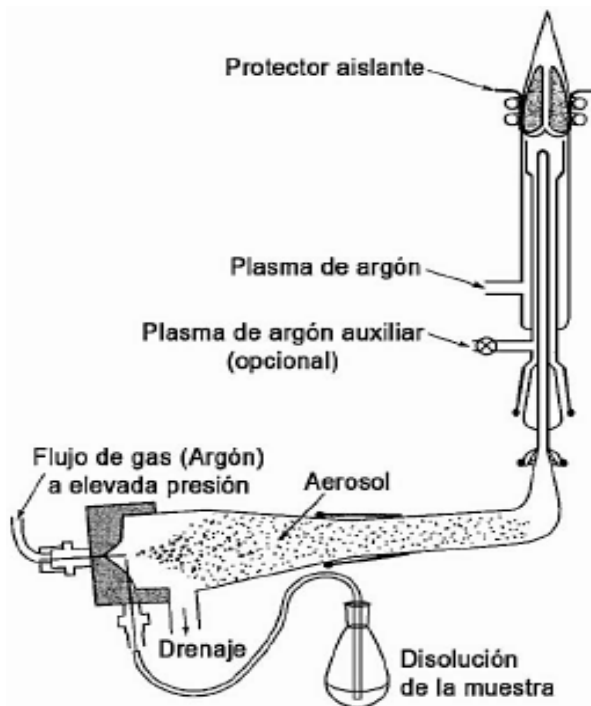
Nota. (Zumbado, 2021).

c. Nebulizador

Un atomizador de flama consiste en un nebulizador neumático, el cual convierte la disolución de la muestra en una neblina, o aerosol, que es introducido en un incinerador. El mismo tipo de nebulizadores que se utiliza con los ICP (Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente) se utiliza con los atomizadores de flama. El nebulizador concéntrico es el más popular. En la mayoría de los atomizadores, el oxidante es un gas de alta presión, con el aerosol que contiene al oxidante siendo mezclado posteriormente con el combustible (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

Figura 11

Nebulizador



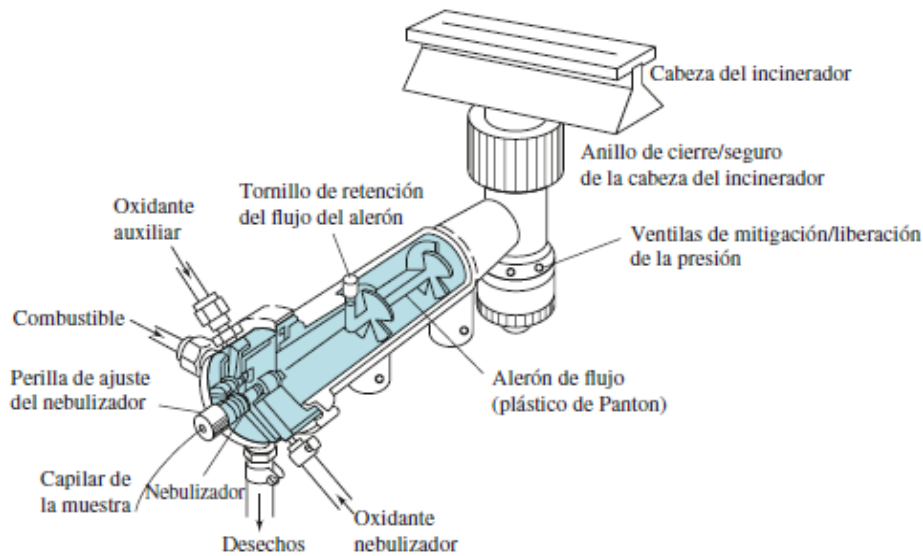
Nota. Típico nebulizador neumático para la inyección de la muestra a una fuente de plasma, (Zumbado, 2021).

d. Cámara de pre mezclado

El aerosol fluye en una cámara de rocío donde se encuentra una serie de deflectores que eliminan todo, menos las gotas más finas. Como resultado, la mayor parte de la muestra es colectada en el fondo de la cámara de rocío, donde es drenada hacia un contenedor de desecho. Las velocidades de flujo típicas de una disolución son de entre 2 a 5 mL/min. La muestra en forma de rocío también es mezclada con combustible y gas oxidante en la cámara de rocío. El aerosol, el oxidante y el combustible son quemados en un incinerador con ranuras, el cual proporciona una flama que normalmente tiene una longitud de 5 o 10 cm (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

Figura 12

Cámara de pre mezclado



Nota. Se resalta la cámara de pre mezclado de un color celeste, (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

e. Quemador

Los quemadores de flujo laminar producen una llama relativamente estática y una longitud de trayecto larga para llevar al máximo la absorción. Estas propiedades tienden a incrementar la sensibilidad y reproductibilidad en la espectrometría de absorción atómica.

El aerosol, el oxidante y el combustible arden entonces en un quemador ranurado que proporciona una llama de 5 a 10 cm de alto, ver figura 14, cámara de premezclado, con nombre cabeza del incinerador. (Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch., 2016).

f. Monocromador

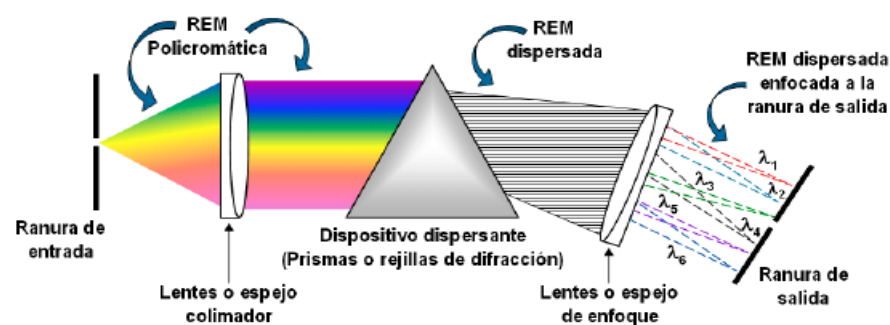
Un monocromador es un dispositivo que descompone la radiación policromática en sus longitudes de onda componentes y permite separar una banda del espectro, generalmente más estrecha que la que proporciona un filtro. En general un monocromador está integrado por un sistema de ranuras y lentes y un elemento dispersante que puede ser un prisma o una rejilla de difracción.

Las ranuras de un monocromador desempeñan un papel importante en la calidad de estos, pues cuanto más estrecha sea la ranura de salida de la radiación (luego de que la mayoría de la radiación incidente policromática ha sido dispersada por el prisma o la rejilla) y mayor la distancia del prisma o la rejilla, menor será el ancho de banda y por tanto de mayor calidad será el monocromador.

Los monocromadores actuales contienen por lo general dos elementos dispersantes, es decir dos prismas, dos rejillas o un prisma y una rejilla y poseen una gran resolución espectral con anchos de banda de +/- 1 nm (Zumbado, 2021).

Figura 13

Esquema general de un monocromador



Nota. (Zumbado, 2021).

g. Detector

Un detector, generalmente un tubo fotomultiplicador, capaz de transformar, en relación proporcional, las señales de intensidad de radiación electromagnética en señales eléctricas o de intensidad de corriente, las cuales llegan al procesador de señal, que es por lo general un dispositivo electrónico que amplifica la señal eléctrica generada por el detector y registra el valor de absorbancia y/o transmitancia (Zumbado, 2021).

h. Procesador de señal

Que es por lo general un dispositivo electrónico que amplifica la señal eléctrica generada por el detector y registra el valor de absorbancia y/o transmitancia. De forma análoga a lo explicado para los procesadores de señales en absorción molecular, en la

actualidad el registro de la señal de absorbancia y la transmitancia se acopla a sistemas computarizados que con ayuda de potentes softwares almacenan la información y realizan cálculos cuantitativos entre otras funciones (Zumbado, 2021).

4.4. DEFINICIÓN DE CALIDAD

La calidad se relaciona con las exigencias de los consumidores con respecto a la satisfacción de sus necesidades. Las necesidades son el conjunto de todas las características de un producto o servicio que tengan importancia para el cliente, algunas de ellas pueden ser implícitas sin que el cliente las exija de manera explícita, pero de todas formas son vitales.

El concepto de calidad de laboratorio se relaciona principalmente con la exactitud, confiabilidad y puntualidad de los resultados obtenidos. También se asocia a Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), que es un concepto de organización y trabajo sistemático basado en elementos y procedimientos de análisis; para la trazabilidad, seguridad de los procedimientos, mayor precisión y exactitud de los resultados la optimización de los documentos de referencia tiene un impacto (Betlloch-Mas et al., 2019).

4.4.1. Evolución histórica del concepto de calidad

Para entender la evolución de la calidad se toman algunas definiciones a lo largo de los años según (ESGinnova Group, 2016).

- Kaoru Ishikawa (1988) definió la calidad como la actividad de desarrollar, diseñar, fabricar y mantener productos de alta calidad, donde este producto debe ser el más barato, el más útil y siempre agradable para el consumidor final.
- Harrington (1990) definió la calidad como el hecho de que la calidad cumple o supera las expectativas del cliente a un precio que el cliente puede pagar.
- Feigenbaum (1991) concibe la calidad como un proceso que comienza con el diseño del producto y no termina hasta que está en manos de consumidores satisfechos.

- Schroller (1992) está de acuerdo con la idea de que la calidad es impecable, la mejora continua y la orientación al cliente. Todos tienen derecho a determinar la calidad del accesorio.
- Juran (1993) define la calidad como un conjunto de características que satisfacen las necesidades del cliente. Además, según Juran, la calidad no incluye la perfección. La calidad es “una sensación de uso que responde a las necesidades de nuestros clientes”.

4.4.2. Sistema de gestión de calidad

Un sistema de gestión es un conjunto de elementos interconectados o que interactúan de una organización que establece políticas, objetivos y procesos para lograr la mejora.

Son herramientas que sirven para estructurar, organizar, controlar y mejorar las actividades habituales que se desarrollan en una organización o servicio, en base a unos requisitos establecidos, de manera que quede constancia de las mismas, con el objetivo de influir en la satisfacción del cliente y en los resultados deseados por la organización (Betloch, Ramos & Abellan, 2019).

Pueden ser aplicados a cualquier sector, incluidos los servicios de salud, de manera que términos como calidad, satisfacción del cliente, control de procesos y certificaciones, son utilizados frecuentemente en el ámbito empresarial.

4.4.3. Aseguramiento y control en la calidad (QA/QC)

Operaciones de laboratorio que especifica las medidas utilizadas para producir datos con precisión y sesgo conocidos. Sirven como un mecanismo para minimizar los errores analíticos y permitir la generación de datos de buena calidad con la mejor precisión y exactitud posibles, lo cual se logra implantando prácticas que aseguren la minimización de fuentes de error, tales como contaminación, efectos de matriz, sesgo y

errores aleatorios humanos e instrumentales, fluctuaciones de la sensibilidad instrumental, y discrepancias en los estándares analíticos (Aleni, 2017).

4.4.3.1. Aseguramiento de la calidad (QA)

La garantía de calidad es un conjunto planificado y sistemático de actividades aplicadas en un sistema de calidad para demostrar y cuantificar la fiabilidad de los datos de las pruebas. Estas actividades incluyen las calibraciones periódicas y las comprobaciones de mantenimiento mensuales, pero se realizan para proporcionar mediciones exactas y precisas.

El objetivo de la garantía de calidad es garantizar que los datos generados se ajusten a las especificaciones establecidas en la normativa de garantía de calidad.

4.4.3.2. Control de calidad (QC)

El control de calidad son todos los mecanismos, acciones y herramientas que se realizan para detectar la presencia de errores, y los procedimientos que se utilizan para mantener el nivel de calidad requerido por la base de datos de pruebas.

Las sugerencias de hasta siete consultores internacionales, que coinciden en que se recomienda una muestra de control media del 20% entre espacios en blanco, duplicados, estándares y gemelos (Condori y Pacco, 2019).

4.4.4. Enfoque del aseguramiento y control de calidad

CCT o aseguramiento de la calidad es un enfoque de control de calidad basado en asegurar la confiabilidad del producto (conformidad con las especificaciones) y la idoneidad para su uso (Corrales Morales, et al., 2021). En este modelo, la definición de especificaciones que debe cumplir un producto se deriva de las necesidades del cliente y se enfoca en un sistema de gestión de la calidad para asegurar sistemáticamente que los servicios brindan a los clientes para cumplir con el mismo (Corrales Morales, et al., 2021).

4.4.5. Organización internacional de la normalización (ISO)

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una unión mundial de organismos nacionales de normalización (organizaciones miembros de ISO). El trabajo preparatorio para las normas internacionales generalmente se lleva a cabo a través del comité técnico de ISO (Ghernaout et al., 2018).

Este estándar internacional proporciona los conceptos básicos, los principios y el vocabulario de un sistema de gestión de la calidad (SGC) y forma la base de otros estándares del SGC (Becerra et al., 2019). Este estándar internacional ayuda a los usuarios a comprender los conceptos básicos, los principios y el vocabulario del control de calidad, implementar el SGC de manera eficaz y eficiente y obtener valor de los estándares del SGC. Esta norma internacional está claramente definida con base en un marco que combina conceptos, principios, procesos y recursos integrados relacionados con la calidad para ayudar a las organizaciones a alcanzar sus metas. Ofrecemos sistema de gestión de calidad. Aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, complejidad o modelo de negocio. Su objetivo es dar a conocer la misión de la organización, satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y grupos de interés, y fortalecer su compromiso para lograr la satisfacción con los productos y servicios, productos y servicios (Monteiro et al., 2021).

4.4.6. ISO 9001:2015

La ISO 9001:2015 identifica siete principios de control de calidad que se pueden utilizar en cada dirección de la organización para guiar el progreso de la implementación. Estos principios son la base de los estándares del sistema de gestión de calidad (Iskandar y Halimah, 2020):

- Enfoque en el cliente: El enfoque del control de calidad es cumplir con los requisitos del cliente y superar las expectativas del cliente.

- Liderazgo: Crear las condiciones para que los empleados participen en el éxito de los objetivos de calidad marcados por la organización, y no solo por la dirección.
- Compromiso de las personas: Empleados responsables, competentes y dedicados a desarrollar sus habilidades y capacidades para crear y entregar valor.
- Enfoque basado en procesos: cuando las actividades se entienden y gestionan como procesos y procedimientos estrechamente relacionados, se logran resultados coherentes y posibles de una manera eficaz y eficiente.
- Mejora: Enfoque constante y continuo en la mejora de los procesos y procedimientos de la organización.
- Toma de decisiones basada en evidencia: Decisiones que se toman mediante el análisis y la evaluación de información y datos producen resultados mejores y deseados.
- Gestión de relaciones: Gestión de relaciones con las partes interesadas y las partes interesadas relacionadas con los procesos y procedimientos.

4.4.7. NTP ISO/IEC 17025:2017

La norma ISO/IEC 17025 es el estándar de calidad mundial para los laboratorios de ensayos y calibraciones. NTP ISO / IEC 17025: 2017 se divide en ocho secciones principales. El estándar NTP ISO / IEC 17025: 2017 se aplica a todas las organizaciones que realizan actividades de prueba calibración y también ayuda a reconocer sus capacidades (Islek y Yukseloglu, 2018).

Establece que las actividades del laboratorio deben realizarse de manera objetiva, donde la gestión del laboratorio debe identificar los riesgos que deben eliminarse o minimizarse. Del mismo modo, el Instituto encargado es responsable de mantener la

confidencialidad de la información adquirida o generada en el curso de sus negocios, a menos que la ley lo exija o se permita por contrato revelar información confidencial (Pérez y Lobelles, 2020).

Sin embargo, esta norma establece si el laboratorio ha establecido y mantenido previamente un sistema de gestión de la calidad de acuerdo con la norma ISO 9001 y cumple con los requisitos del capítulo anterior. Por tanto, se considera que cumple el objetivo de los requisitos reglamentarios (Ghernaout et al., 2018).

CAPÍTULO V

ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA PARA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1. PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS

El proceso de preparación mecánica en la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C., consta con un área implementada para el proceso de conminución de minerales. Las muestras son traídas por clientes externos para brindar el servicio de análisis, se estima que un 80% de muestras que llegan son en roca promedio de 5 pulgadas de diámetro.

La correcta preparación de la muestra es esencial en la obtención de una sub-muestra representativa para los análisis químicos, donde se requiere que la muestra este bien distribuida, homogenizada y representativa de un todo.

Se recomendó métodos de chancado, cuarteo y toma de muestra según la norma.

NTP 122.013:1974 (revisado 2017). Métodos de muestreo y preparación de la muestra para los ensayos químicos y de humedad.

Se realizaron dos procedimientos de preparación mecánica de muestras y control de calidad:

- Preparación mecánica de muestras geológicas.
- Preparación mecánica de muestras concentrados.
- Control de calidad.

5.1.1. Preparación mecánica de muestras geológicas

a. Recepción

Recepcionar, verificar el código en guía y esta debe coincidir con el rótulo del empaque de la muestra, identificar los elementos a analizar y generar su bolsa con los datos requeridos en el procedimiento de para el contenido de muestra.

Figura 14

Recepción de muestras



Figura 15

Muestras pulverizadas



b. Secado de muestra

Liberar el agua presente sin alterar la composición química. secar a 100 ± 5 °C por 1 hora, dependiendo de la condición física de la muestra.

Figura 16

Secado de muestras geológicas



Nota. El secado de muestras se da en una estufa de secado de capacidad de 20 bandejas.

c. Chancado

Reducir el tamaño de muestra, se realiza en dos etapas:

Chancado primario: la muestra secada pasa por la chancadora primaria para reducir de una granulometría de 5 pulgadas aproximadamente a un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Las muestras que no pasen en 85 % la malla $\frac{1}{4}$ " ASTM son rechazadas, y nuevamente chancadas hasta obtener el porcentaje requerido como mínimo por el control granulométrico.

Figura 17

Chancadora primaria



Chancado secundario: La muestra que paso por la chancadora primaria, es alimentada a la chancadora secundaria para reducir de una granulometría de $\frac{1}{4}$ pulgadas aproximadamente a un diámetro de 2 milímetro o malla 10 ASTM.

Las muestras que no pasen en 85 % la malla 10 ASTM serán rechazadas, y nuevamente chancadas hasta obtener el porcentaje requerido como mínimo por el control granulométrico.

Figura 18

Chancadora secundaria



d. Cuarteo

Realizar el muestreo por cuadrículas sobre una lona plástica. Tomar una proporción de 200 +/- 10 gramos para el análisis.

Figura 19

Cuarteo por cuadrículas



e. Pulverizado

Pulverizar la muestra en una olla con anillos (material de acero fundido) y esta agitada por un pulverizador, el pulverizado debe llegar 95% pasante de malla de N° 140 ASTM.

Todo aquello que no cumpla con el control granulométrico se debe re- pulverizar.

Figura 20

Pulverizador de anillos



5.1.2. Preparación mecánica de muestras de concentrados

a. Recepción

Recepcionar, verificar el código en guía y esta debe coincidir con el rótulo del empaque de la muestra, identificar los elementos a analizar y generar su bolsa con los datos requeridos en el procedimiento para el contenido de muestra.

b. Cuarteo

Realizar un muestreo por cuadrículas sobre una lona plástica. Tomar una proporción de 200 +/- 10 gramos para el análisis.

c. Secado de muestra

Secar a 100 +/- 5 °C por 1 hora, dependiendo de la condición física de la muestra.

d. Pulverizado

Pulverizar la muestra en una olla con anillos (material de acero fundido) y esta agitada por un pulverizador, el pulverizado debe llegar 95 % pasante de malla de N° 140 ASTM.

Todo aquello que no cumpla con el control granulométrico se debe re- pulverizar.

5.1.3. Control de calidad

Los controles de calidad en el proceso de preparación mecánica de muestras ayudan a identificar la contaminación, cruce de muestra, control granulométrico de chancado y pulverizado.

5.1.3.1. Control de contaminación

a. Duplicados de gruesos

Población

Incluir el 5 % de la cantidad de muestra a analizar (1 de cada 20 muestras)

Las muestras duplicadas de preparación se toman para destacar los errores de medición debido a la preparación:

- Las muestras duplicadas se deben tomar del rechazo en la división de las muestras originales.
- El laboratorio debe utilizar exactamente la misma técnica de análisis como se ha utilizado en las muestras principales.
- Esto debe reducir los errores en preparación mecánica.

Criterios de aceptación

- Cada resultado de duplicado se compara contra el ensayo primario original.
- Los datos de duplicados son ingresados a las gráficas de dispersión y Thompson- Howarth.
- Las “Líneas de advertencias” son puestas en +/- 5 %.

- Los resultados fuera de las líneas de advertencia deben ser investigados.
- Donde un resultado de duplicado indica un error inaceptable, las muestras primarias de la misma serie necesitarán ser re ensayada.

b. Muestra blanco de proceso

Los blancos se emplean para descartar la contaminación en el pulverizado de las muestras estos se deben evaluar mediante gráficos Ley vs. N° muestra precedente.

Incluir 5 % de la cantidad de muestra a analizar (1 de cada 20 muestras)

Población

Un blanco debe tener las propiedades como son:

- No debe contener ningún metal presente en su composición.
- Se debe hacer de un tipo de roca similar al de las muestras primarias, o pueden ser adquiridas a un laboratorio comercial.
- Un blanco debe ser insertado por cada 20 muestras, en chancado o pulverizado.
- El número de la muestra asignado al blanco debe estar dentro de la secuencia.
- Identificar muestras con alto contenido del bach a analizar, y en lo preferible insertar el blanco luego de ella.

Criterios de aceptación

Se utilizan para valorar con precisión de una serie de análisis que contienen blancos:

- Los resultados de los blancos deben estar por debajo del límite de detección de la técnica de análisis.
- La “línea de advertencia”, es el límite de detección del método (LDM).
- La “línea de acción” es puesta en 3 veces el LDM para blancos.
- Los resultados entre la línea de advertencia y línea de acción se deben investigar, se debe avisar al laboratorio que puede haber un problema potencial.

- Los resultados encima de la línea de acción son inaceptables – las muestras primarias en la misma serie de los blancos deben ser reensayadas.

Figura 21

Cuarzo granulado



5.1.3.2. Control granulométrico

a. Chancado primario

La granulometría debe pasar una malla ¼" ASTM el 85 % pasante.

Toda muestra que en su control aleatorio no cumpla, deberán de ser nuevamente chancada con las correcciones en el equipo.

Figura 22

Control de malla 1/4" ASTM



b. Chancado secundario

La granulometría debe pasar una malla 10 ASTM el 85 % pasante.

Toda muestra que en su control aleatorio no cumpla, deberán de ser nuevamente chancada con las correcciones en el equipo.

Figura 23

Control de malla N° 10 ASTM



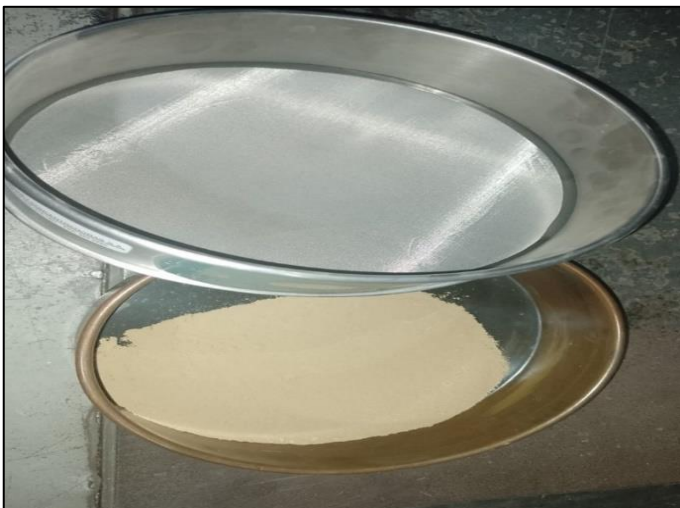
c. Pulverizado

El control de pulverizado se realizar con una malla N° 140 ASTM el 95 % pasante.

Toda muestra que en su control aleatorio no cumpla, deberán de ser nuevamente pulverizado con las correcciones en el equipo o tiempo de pulverizado.

Figura 24

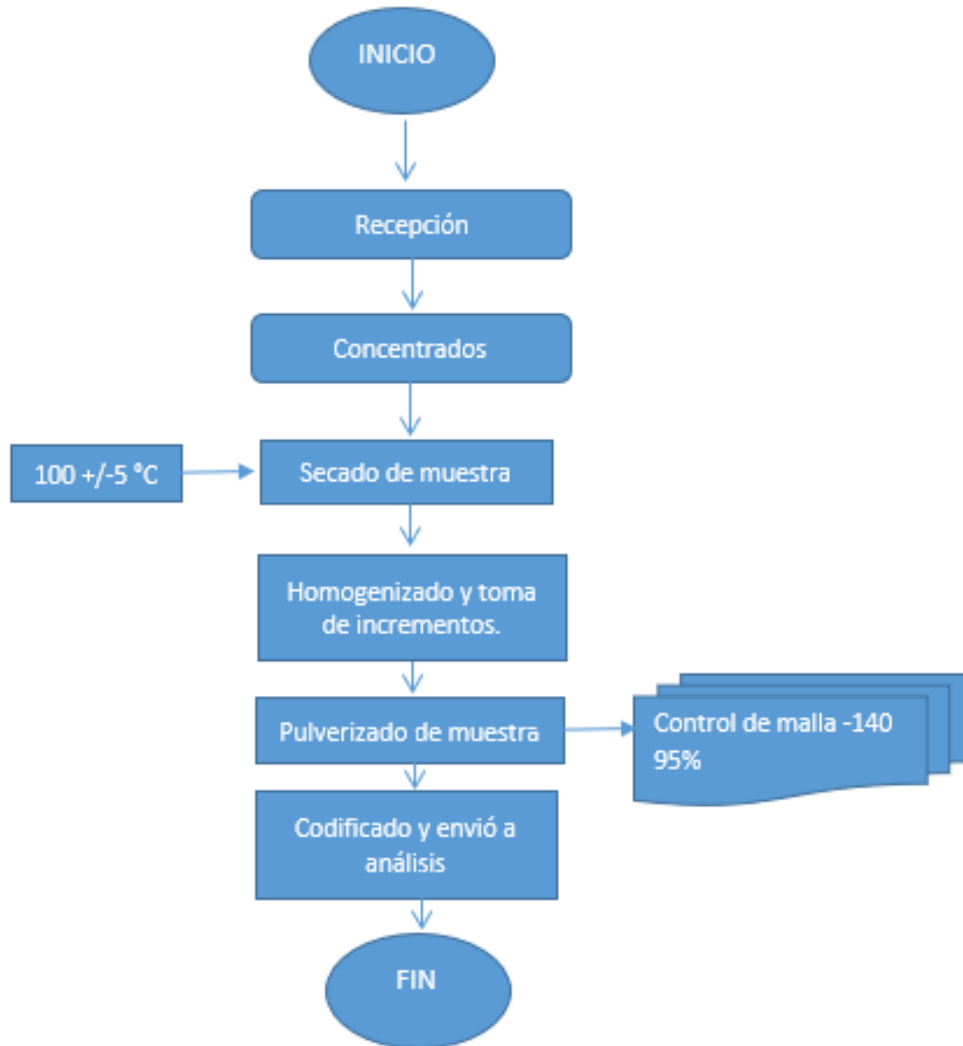
Control de malla N° 140 ASTM



5.1.3.3. Diagrama de flujo

Figura 25

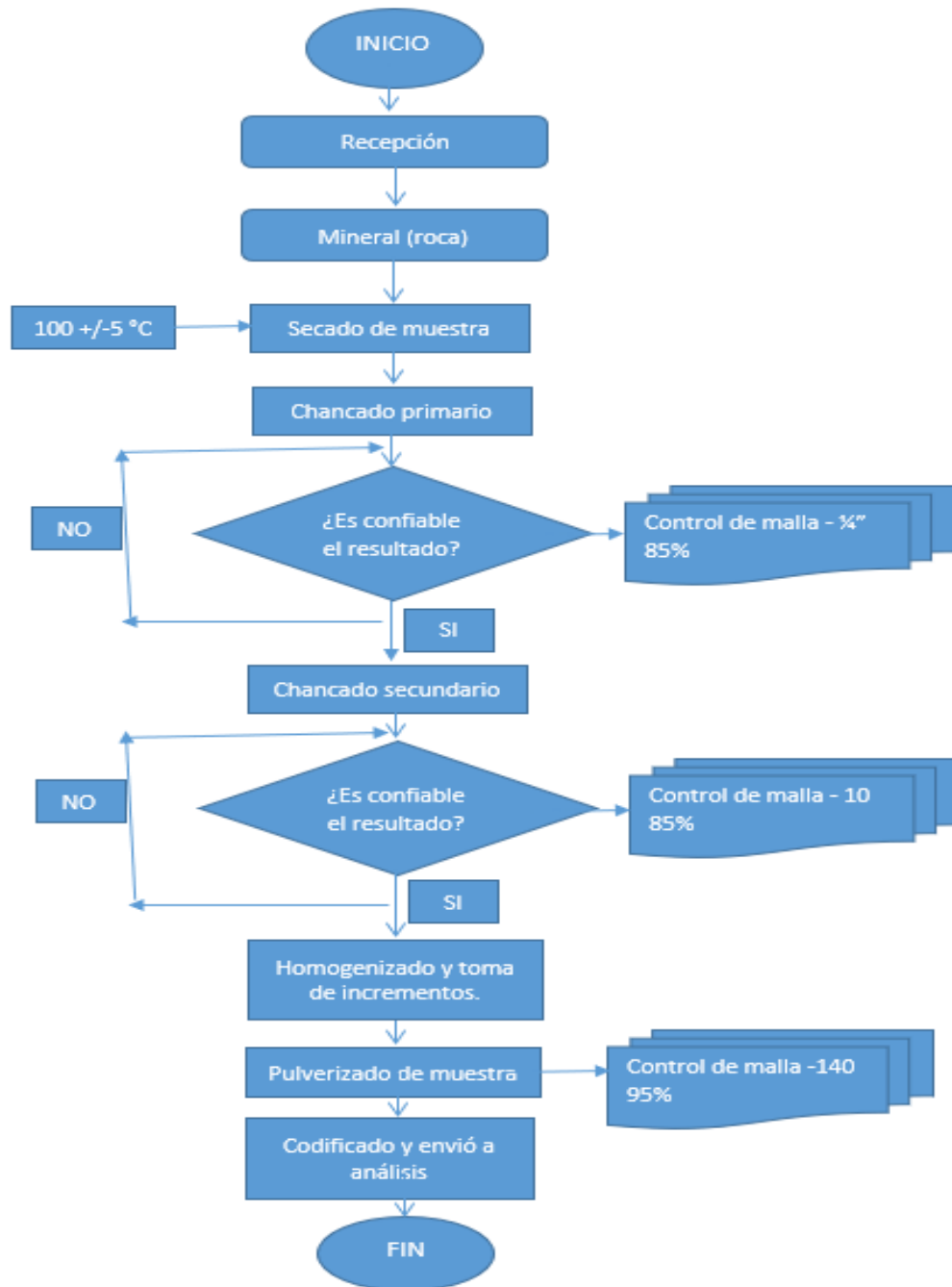
Preparación mecánica de concentrados



Nota. Se muestra los pasos y los puntos donde se deben realizar los controles.

Figura 26

Preparación mecánica de muestras geológicas



Nota. Se muestra los pasos y los puntos donde se deben realizar los controles.

5.2. ENSAYO AL FUEGO

El ensayo al fuego es el método más empleado en la determinación de oro y plata en minerales y bulliones.

Los métodos recomendados se tomaron como referencia las normas:

- NTP 122.014:1974 (revisada 2017). Método para determinar el contenido de oro y plata.
- NTP 11426:2014 (revisada 2017). Determinación de oro en aleaciones de joyería de oro.

Se realizan dos procedimientos de ensayo al fuego y control de calidad:

- Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales.
- Determinación de oro en aleación de joyería de oro.
- Control de calidad

5.2.1. Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales

a. Pesado y dosificación

Asignar duplicados, MRI, MRC y otros según los bach de análisis lo requiera.

Pesar y dosificar según su característica, ya se mineral o concentrado. Se realiza según las siguientes tablas 2 y 3.

Tabla 2

Dosificación para análisis de oro

Tipo de muestra	Peso muestra (g)	Harina (g)	Nitrato de potasio (g)	Solución de plata (mL)	Fundente (g)	Bórax (g)
Mineral óxido	30	3.5	--	1	140	2
Mineral sulfuro	15	--	Según expertis	1	140	2
Concentrados	15	--	15	1	140	2

Nota: Se muestra los pesos de dosificado para cada tipo de mineral.

Tabla 3

Dosificación para análisis de plata

Tipo de muestra	Peso muestra (g)	Harina (g)	Nitrato de potasio (g)	Fundente (g)	Bórax (g)
Mineral óxido	30	3.5	--	140	2
Mineral sulfuro	15	--	Según expertis	140	2
Concentrados	15	--	15	140	2

Nota: Se muestra los pesos de dosificado para cada tipo de mineral.

Figura 27

Balanza semi analítica



Principales funciones de los insumos químicos que intervienen en la fundición.

Tabla 4

Insumos principales y funciones

Nombre	Fórmula	Propiedades
Litargirio	PbO	Flujo básico, desulfurante
Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	Flujo básico, desulfurante
Sílice	SiO ₂	Flujo ácido
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Flujo ácido
Harina	C ₆ H ₁₀ O ₃	Agente reductor
Nitrato de potasio	KNO ₃	Agente oxidante, desulfurante
Plomo laminado	Pb	Agente reductor
Sal	NaCl	Cubierta protectora

Nota. (Condori y Pacco, 2019)

b. Fundición

La fundición de muestras se realiza en tres etapas la primera a 600 °C, en ella ocurren las primeras reacciones de reducción del litargirio a plomo con reacción de la harina, oxidación de los nitratos y otros, este proceso dura 20 min.

La segunda etapa es a 950 °C, en esta etapa ocurren reacciones importantes como oxidación del carbonato de sodio, fierro, azufre, nitratos y otros. También la volatilización de impurezas como óxido de silicio, óxido de arsénico, etc. El plomo reducido tiene un aspecto de gota o lagrimeo esta colecta el oro y plata en toda la muestra presente para así formar una amalgamación, este proceso dura 15 min.

La tercera etapa a 1050 °C, donde se forma las dos fases la escorias y plomo metálico.

Figura 28

Horno de fundición



Nota. Horno con capacidad de 70 crisoles, con combustión a gas.

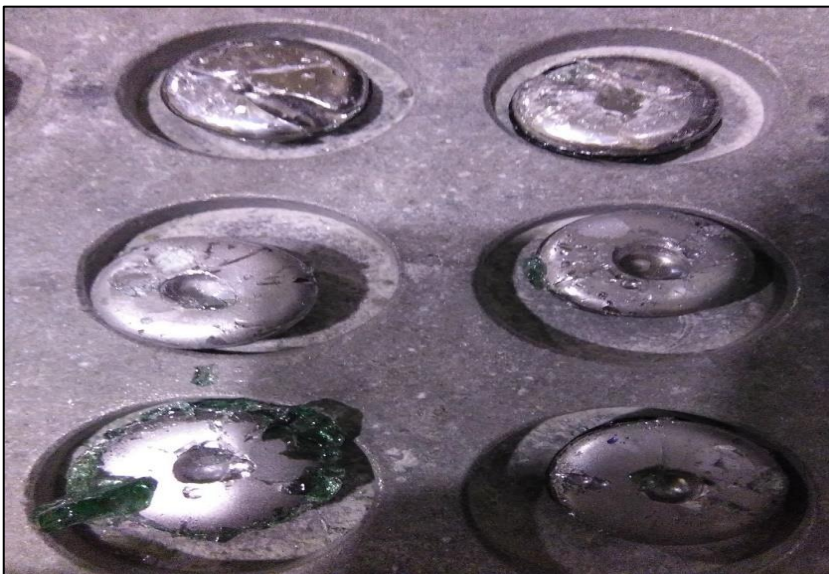
Figura 29

Colado de muestras en lingoteras cónicas



Figura 30

Régulos

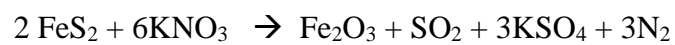
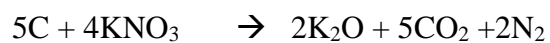
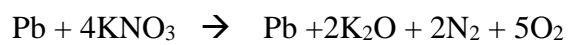


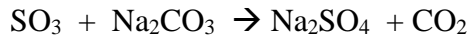
Nota. Los régulos (Pb), aleación de plomo, oro y plata.

Principales reacciones químicas que ocurren en la fundición de mineral sulfurado

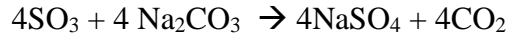
y/o concentrado:

- Muestras concentradas

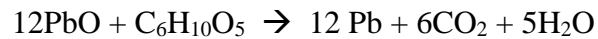
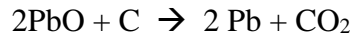




- Muestras sulfuradas



- Muestras oxidadas o neutras



Al terminar la fundición las muestras son coladas en las lingoteras de cono invertido, se deja enfriar y luego se libera el régulo dándole forma cúbica (peso de régulos 30 +/- 5 g).

c. Copelación

Es la etapa más relevante en el proceso de ensayo, consiste en la oxidación del plomo en óxido de plomo, y otra parte la absorción del plomo se da en la copela, del total absorbido en la copela es del 96 - 98 % y los demás se va en forma de óxido de plomo. Todo esto se da a una temperatura de 950 °C.

Este proceso tiene un tiempo de 45 minutos aproximadamente, al final de la copelación se obtiene el botón o doré de oro y plata.

Para análisis de plata se lleva a pesar el doré, para análisis de oro se envía al ataque químico para la separación.

Figura 31

Mufla eléctrica (Copelación)



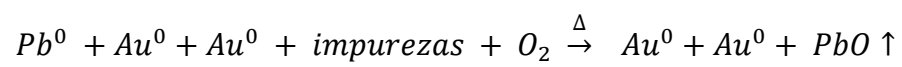
Nota. Los régulos de plomo dentro de las copelas.

Figura 32

Botones de oro y plata



Principales reacciones químicas que ocurren en la copelación



d. Partición química y pesado

Proceso de separación del oro de la plata en medio ácido, el doré se lamina para separar impurezas y se trasvasa al crisol de porcelana para ataque. Para que la reacción ocurra debe haber una relación de Au/Ag en 1/3.

Los ataques son en dos etapas:

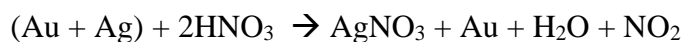
- Atacar con ácido nítrico de concentración 1:8, hasta que no se aprecie burbujeo indicativo de reacción por un promedio de 30 minutos.
- Cambiar de ácido nítrico de concentración 1:1 por 15 minutos, lavar tres veces con agua desionizada y final con gotas de hidróxido de amonio.
- Secar, calcinar para refinar, pesar y registrar para cálculos.

Figura 33

Partición química Ag – Au



Principales reacciones químicas que ocurren en la partición química.



5.2.2. Determinación de oro en aleación de joyería de oro (Bullion)

a. Pesado y encuartación

Bullones son virutas del muestreo a las barras de oro de la fundición, pesar 150 mg más tres veces su peso con lámina de plata, esto se transvasa a una lámina de plomo de un peso de 5 g para formar un cubo.

Toda muestra se pesa por duplicado.

Figura 34

Micro balanza



Figura 35

Viruta de bullion, plata y lámina de plomo



b. Copelación

Copelar por un tiempo de 20 minutos aproximadamente, enviar el doré a ataque químico para obtener el oro fino.

Figura 36

Botones de oro y plata



c. Partición química y pesado

Proceso de separación del oro de la plata en medio ácido, el doré se lamina para separar impurezas y se trasvasa al crisol de porcelana para ataque. Para que la reacción ocurra debe haber una relación de Au/Ag en 1/3.

Atacar en dos etapas:

- Atacar ácido nítrico de concentración 7:3, hasta que no se aprecie burbujeo indicativo de reacción por un promedio de 30 minutos.
- Cambiar de ácido nítrico de concentración QP por 15 minutos, lavar tres veces con agua desionizada y final con gotas de hidróxido de amonio.
- Secar, calcinar para refinar, pesar y registrar para cálculos.

Figura 37

Partición química de doré



5.2.3. Control de calidad

5.2.3.1. Determinación de oro y plata en minerales y/o concentrados

a. Duplicado

Población

Asignar uno cada 10 muestras ensayadas (tomada aleatoriamente).

Los duplicados de fundición se deben realizar para cada serie de muestras primarias recibidas.

Los resultados de los duplicados se realizan para identificar:

- Los errores de cruce de muestras.
- Contaminación de muestras en la fundición.
- Verificar la repetibilidad de resultados.
- Evaluación para identificar un error en análisis o en el sub muestreo.

Criterios de aceptación

- Cada resultado de duplicado se compara contra el ensayo primario original.

- Los datos de duplicados son ingresados a las gráficas de dispersión y Thompson- Howarth.
- Las “Líneas de advertencias” son puestas en +/-5%
- Los resultados fuera de las líneas de advertencia se deben investigar
- Donde un resultado de duplicado nos indique un error inaceptable, las muestras primarias de la misma serie necesitarán ser re ensayada.

b. MRI/MRC

Población

Materiales de Referencia Interna (MRI): La muestra debe ser incluida el 5 % de la cantidad de muestra a analizar (1 de cada 20 muestras)

Materiales de Referencia Certificada (MRC): La muestra debe ser incluida el 5 % de la cantidad de muestra a analizar (1 de cada 20 muestras)

MRI/MRC debe tener las propiedades como son:

- El valor asignado debe ser conocido y la desviación estándar debe ser baja.
- El MRI/MRC debe ser homogéneo: debe estar en forma de pulpa.
- Debe ser estable a través del tiempo.
- Conviene que sea de un tipo de roca similar a las muestras primarias.
- El MRI/MRC debe estar acompañado de un certificado que especifique todos los detalles del proceso de validación.

Criterio de aceptación

Los criterios para valorar la precisión y exactitud de análisis de una serie o batch que contienen los MRI/MRC.

- Los resultados de los MRI/MRC se comparan contra el valor dado en el certificado.

- Los MRI/MRC deben ser adecuados de acuerdo a los rangos de ley posibles en las muestras que pueden ser baja, media y alta ley.
- La aceptación de estos resultados es determinada utilizando “líneas de advertencia” y “líneas de la acción”, las cuales se calcularán utilizando la desviación estándar dado en el certificado.
- Las “líneas de advertencia” la media más 2 desviaciones estándar
- Las “líneas de la acción” la media más 3 desviaciones estándar
- Cualquier resultado entre una línea de la advertencia y una línea de la acción debe ser notificado como un problema potencial.
- Todos los resultados más allá de la línea de acción son inaceptables las muestras primarias asociadas con estos MRI/MRC deben ser re ensayada.

5.2.3.2. Determinación de oro en bulliones

a. Duplicado

Población

Los duplicados se deben asignar a cada muestra analizada.

Los resultados de los duplicados se realizan para identificar:

- Los errores de cruce de muestras.
- Verificar la repetibilidad de resultados.
- Evaluación para identificar un error en análisis
- Las muestras se asignarán por cada muestra analizada.

Criterios de aceptación

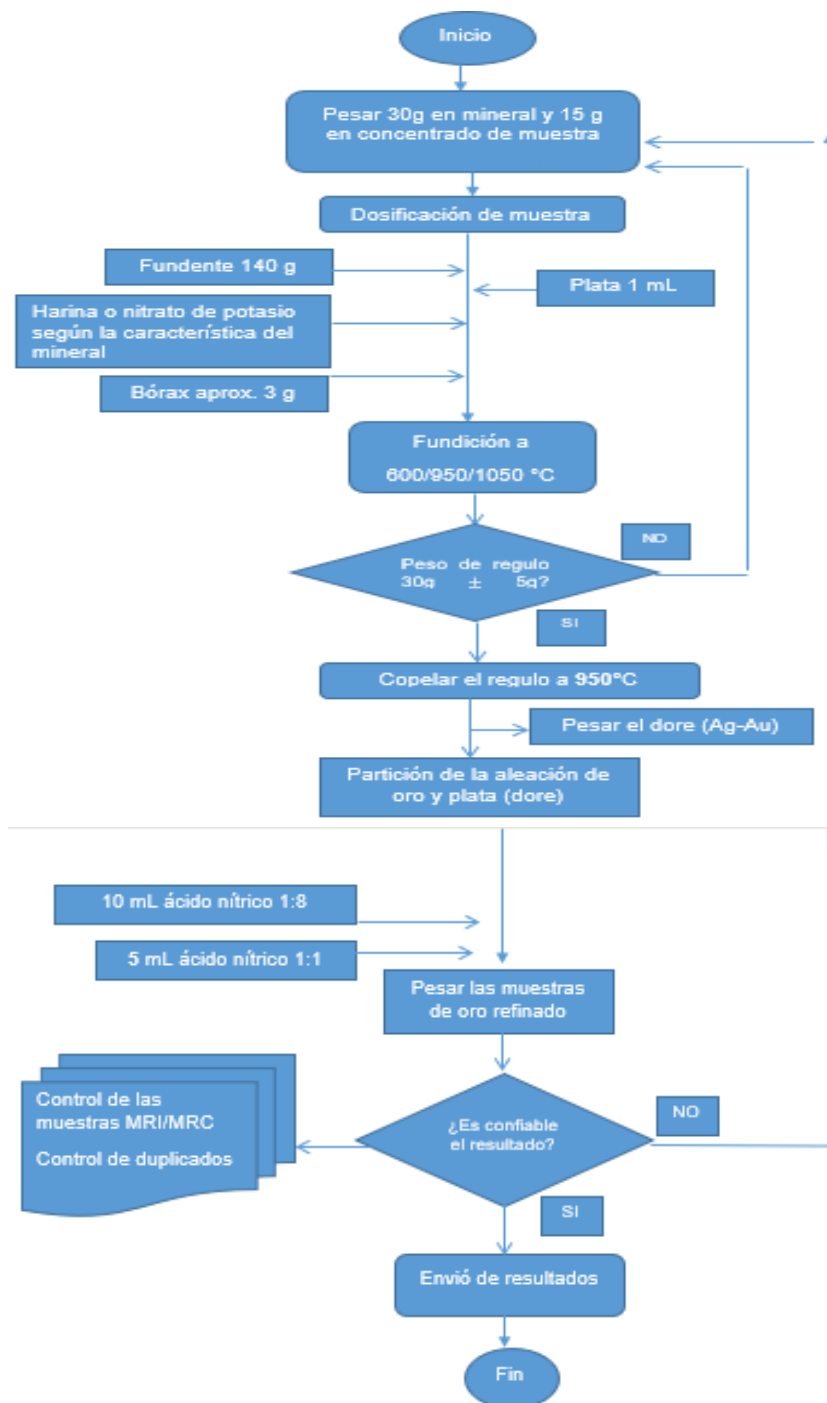
- Cada resultado de duplicado se compara contra el ensayo primario original.
- Los datos de duplicados son ingresados a las gráficas de dispersión y Thompson- Howarth.
- Las “Líneas de advertencias” son puestas en +/- 0.2 %

- Los resultados fuera de las líneas de advertencia se deben investigar
- Donde un resultado de duplicado nos indique un error inaceptable, las muestras primarias de la misma serie necesitarán ser re ensayada.

5.2.3.3. Diagrama de flujo

Figura 38

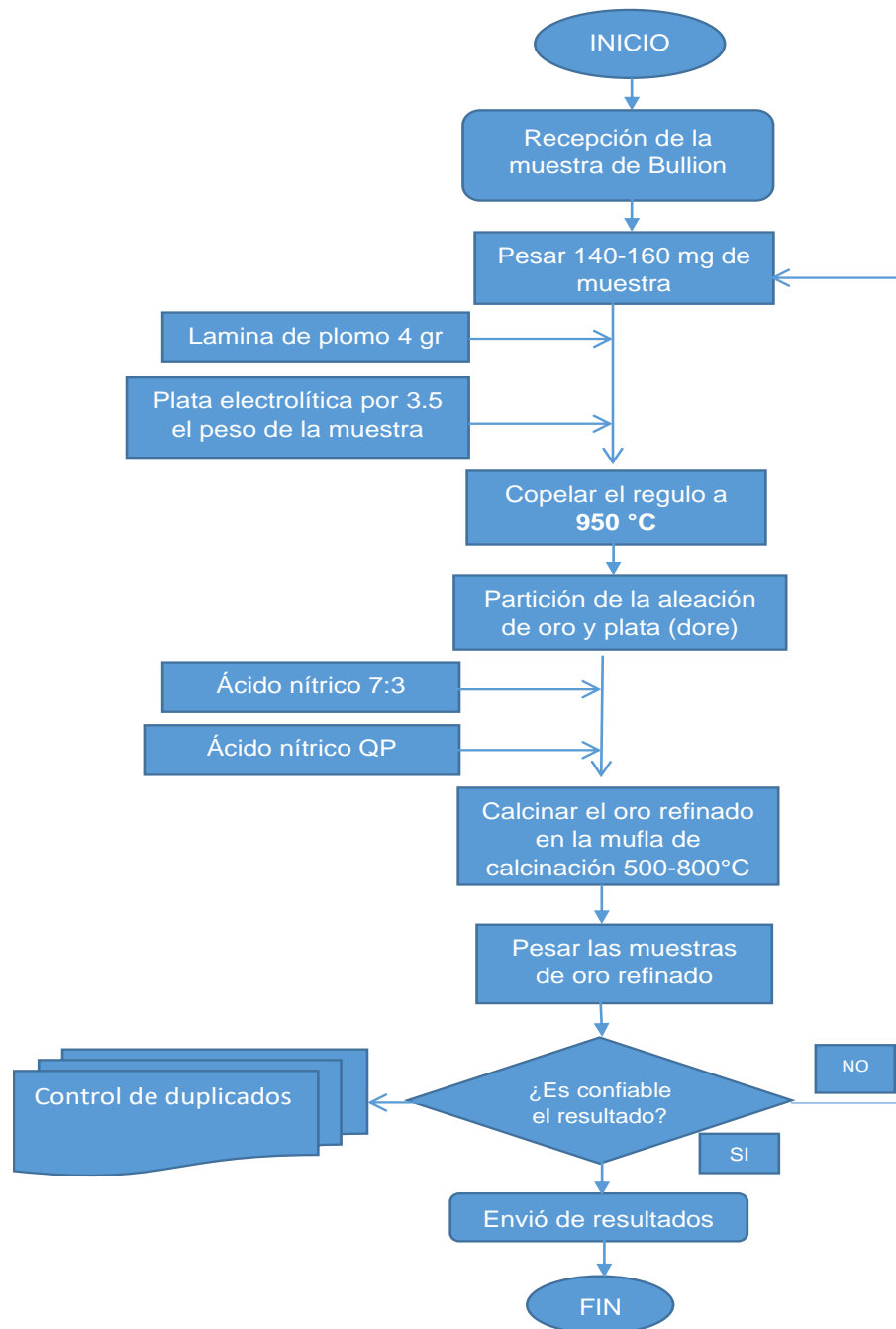
Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales



Nota. Se muestra los pasos y los puntos donde se deben realizar los controles.

Figura 39

Determinación de oro en aleación de joyería de oro



Nota. Se muestra los pasos y los puntos donde se deben realizar los controles.

5.3. ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA DE FLAMA

El tiempo cada vez es más exigente y riguroso que ha llevado a la química analítica instrumental a desarrollar técnicas, como son las que se realizan en la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C., capaces de determinar con exactitud y precisión los valores de concentración muy pequeñas en orden de mg/L o ppm.

Los métodos recomendados se tomaron como referencia las normas:

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP 342.318:1982 (Revisada 2016), Determinación de cobre, bismuto, plata y zinc por el método de absorción atómica.

Se realizan un procedimiento y control de calidad:

- Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica.
- Control de calidad.

5.3.1. Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica

a. Pesado

Pesar 0.1g en vasos de 150 mL y asignar duplicados y MRI según los bach de análisis lo requiera.

Figura 40

Pesado de muestras



b. Ataque químico

Realizar el ataque químico en una plancha eléctrica a 250 +/- 5 °C, se realiza en dos etapas:

Primero, adicionar 10 mL de HNO₃ QP, dejar liberación óxidos nitrosos luego adicionar piscas de clorato de potasio y reducir volumen hasta 5 mL. Luego agregar 5 mL de HCl y llevar hasta consistencia semi pastosa retirar de la plancha y enfriar.

Segundo, lavar las paredes del vaso y agregar 10 mL HCl llevar a hervor por 3 minutos retirar y enfriar.

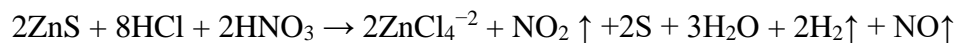
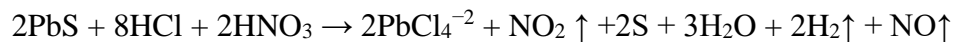
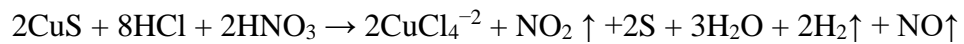


Figura 41

Digestión de muestras



c. Transvase y homogenizado

Pasar la solución a una fiola de 100 mL y agitar vigorosamente.

Figura 42

Transvase y agitado



d. Calibración de equipo

La calibración es un conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre las señales producidas por un instrumento analítico y los correspondientes valores de concentración o masa con los patrones de calibrado.

Estas curvas de calibración son determinadas a partir de una muestra estándar de 1000 ppm del analito a determinar.

- Curvas de calibración cobre son:

Punto 1: Cero "0" que no contiene el analito a analizar.

Punto 2: 5 ppm.

Punto 3: 10 ppm.

Punto 4: 20 ppm.

- Curvas de calibración plomo son:

Punto 1: Cero "0" que no contiene el analito a analizar.

Punto 2: 5 ppm.

Punto 3: 10 ppm.

Punto 4: 20 ppm.

- Curvas de calibración zinc son:

Punto 1: Cero “0” que no contiene el analito a analizar.

Punto 2: 5 ppm.

Punto 3: 10 ppm.

Punto 4: 20 ppm.

Figura 43

Solución estándar de calibración Pb-Zn-Cu



Tabla 5

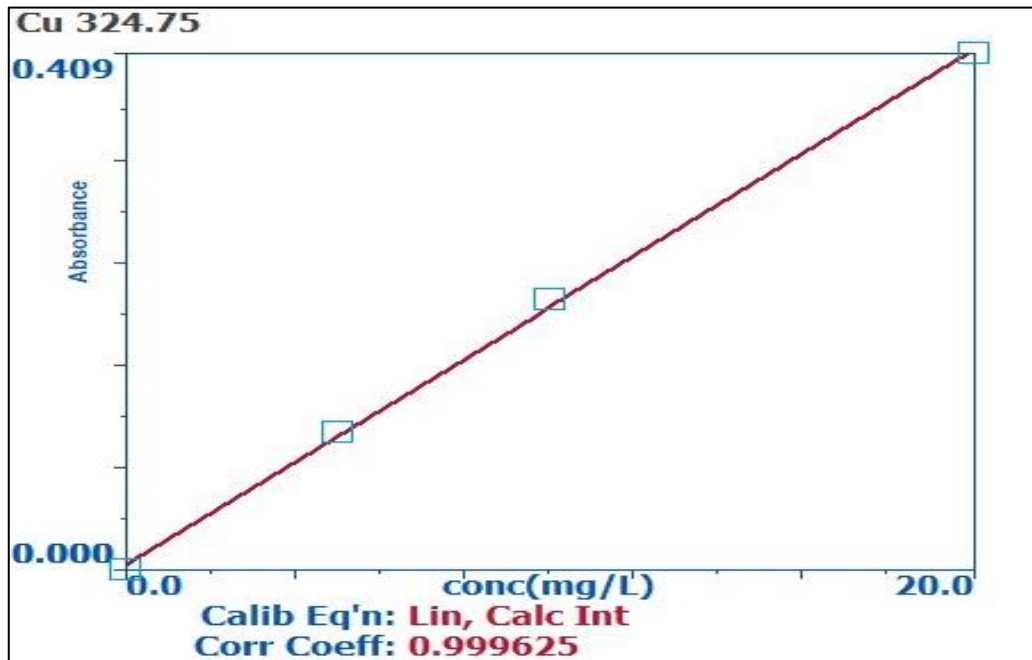
Información de curva de calibración elemento Cu 324.75

ID	Señal media (Abs)	Ingreso Concentración mg/L	Calculado Concentración mg/L	Desviación estándar %RSD
BK	0	0	-0.216	3.2
STD 1	0.1084	5	5.1	1.04
STD 2	0.2141	10	10.283	0.37
STD 3	0.4089	20	19.834	0.23
Coeficiente de correlación: 0.999625				
Pendiente: 0.02039				
Ecuación : Lineal				

Nota. Se muestra los cuatros punto de calibración y los parámetros de linealidad.

Figura 44

Gráfica de calibración del elemento Cu

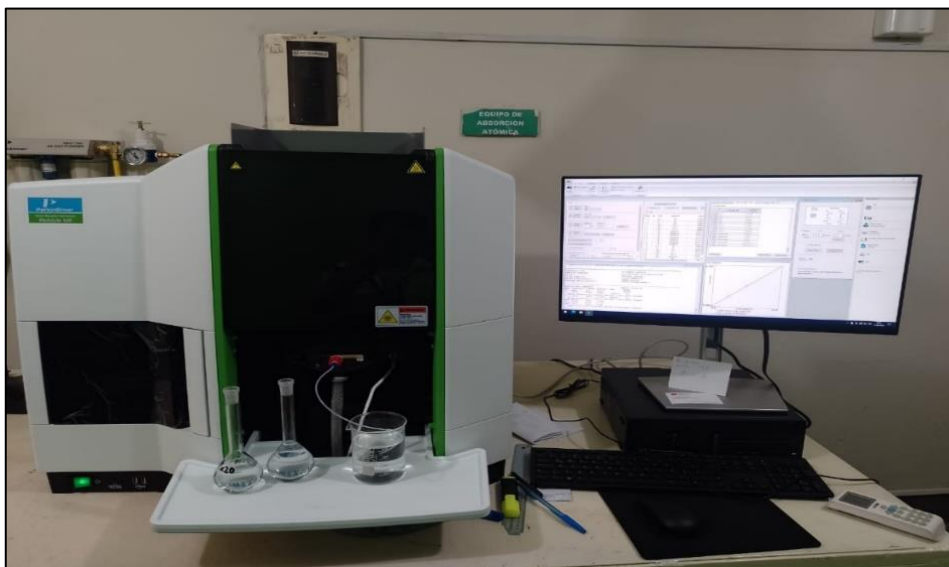


e. Lectura y registro de datos

El equipo de espectroscopía de absorción atómica por flama, cuantifica el analito en una solución ácida o básica, por el principio de medir la longitud de onda del analito y esta es interpretada en datos por un software las cuales nos dan los resultados en ppm.

Figura 45

Absorción atómica Pinnacle 500



5.3.2. Control de calidad

5.3.2.1. Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica

a. Duplicado

Población

Asignar una cada 10 muestras ensayadas (tomada aleatoriamente).

Los duplicados se deben realizar para cada serie de muestras primarias recibidas.

Los resultados de los duplicados se realizan para identificar:

- Los errores de cruce de muestras.
- Contaminación de muestras en los procesos.
- Verificar la repetibilidad de resultados.
- Evaluación para identificar un error en análisis o en el sub muestreo.

Criterios de aceptación

- Cada resultado de duplicado se compara contra el ensayo primario original.
- Los datos de duplicados son ingresados a las gráficas de dispersión y Thompson- Howarth.
- Las “Líneas de advertencias” son puestas en +/-5%
- Los resultados fuera de las líneas de advertencia se deben investigar.
- Donde un resultado de duplicado nos indique un error inaceptable, las muestras primarias de la misma serie necesitarán ser re ensayada.

b. Material de referencia interna (MRI)

Población

Materiales de Referencia Interna (MRI): La muestra debe ser incluida el 5% de la cantidad de muestra a analizar (1 de cada 20 muestras)

MRI debe tener las propiedades como son:

- El valor asignado debe ser conocido y la desviación estándar debe ser baja.
- El MRI debe ser homogéneo: debe estar en forma de pulpa.
- Debe ser estable a través del tiempo.
- Conviene que sea de un tipo de roca similar a las muestras primarias.
- El MRI debe estar acompañado de un certificado que especifique todos los detalles del proceso de validación.

Criterio de aceptación

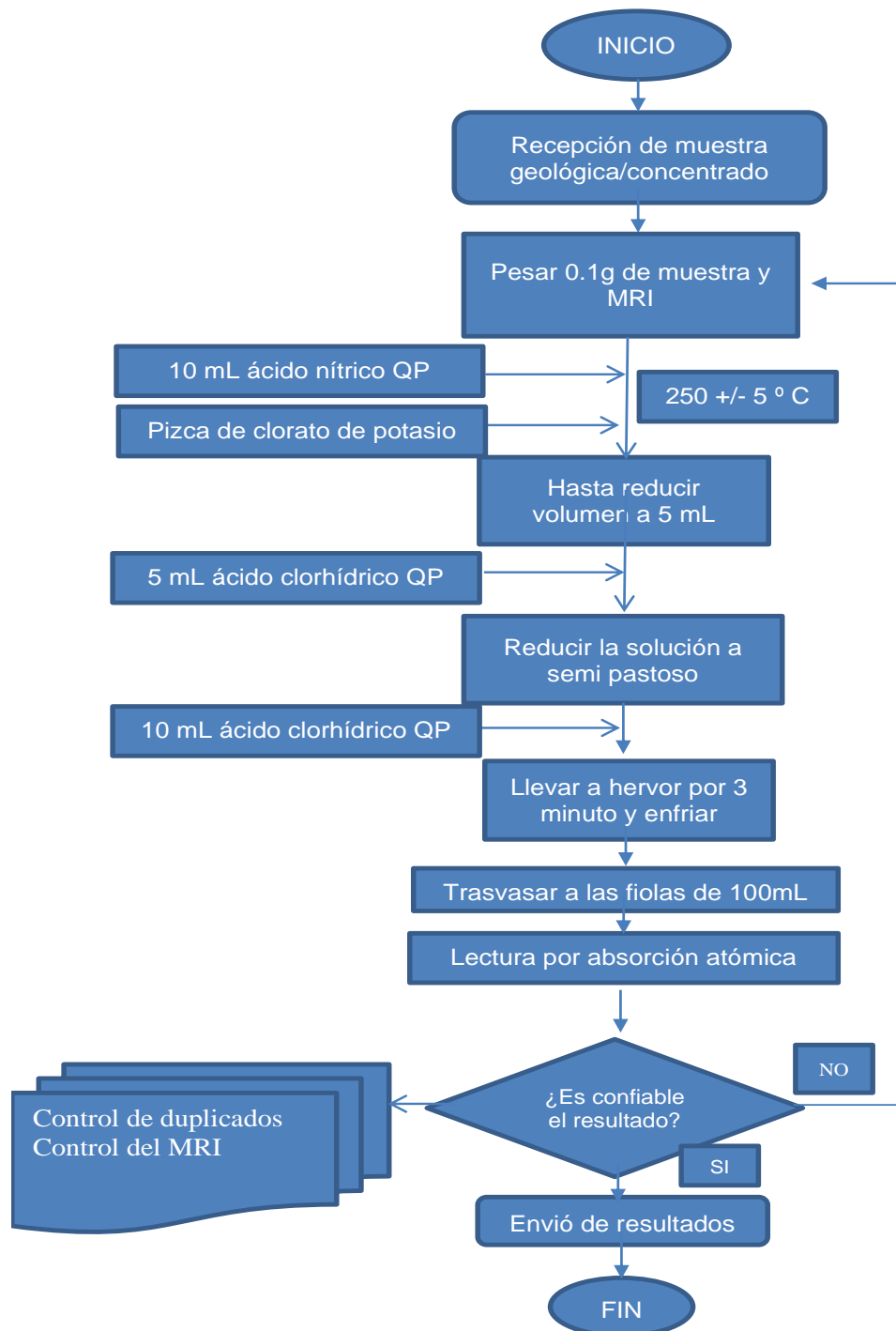
Los criterios para valorar la precisión y exactitud de análisis de una serie o batch que contienen los MRI.

- Los resultados de los MRI se comparan contra el valor dados en el certificado.
- Los MRI deben ser adecuados de acuerdo a los rangos de ley posibles en las muestras que pueden ser baja, media y alta ley.
- La aceptación de estos resultados es determinada utilizando “líneas de advertencia” y “líneas de la acción”, las cuales se calcularán utilizando la desviación estándar dado en el certificado.
- Las “líneas de advertencia” la media más 2 desviaciones estándar
- Las “líneas de la acción” la media más 3 desviaciones estándar
- Cualquier resultado entre una línea de advertencia y una línea de acción debe ser notificado como un problema potencial.
- Todos los resultados más allá de la línea de acción son inaceptables las muestras primarias asociadas con estos MRI deben ser re ensayada.

5.3.2.2. Diagrama de flujo

Figura 46

Determinación de cobre, plomo y zinc en muestras geológicas y/o concentrados por espectroscopía de absorción atómica



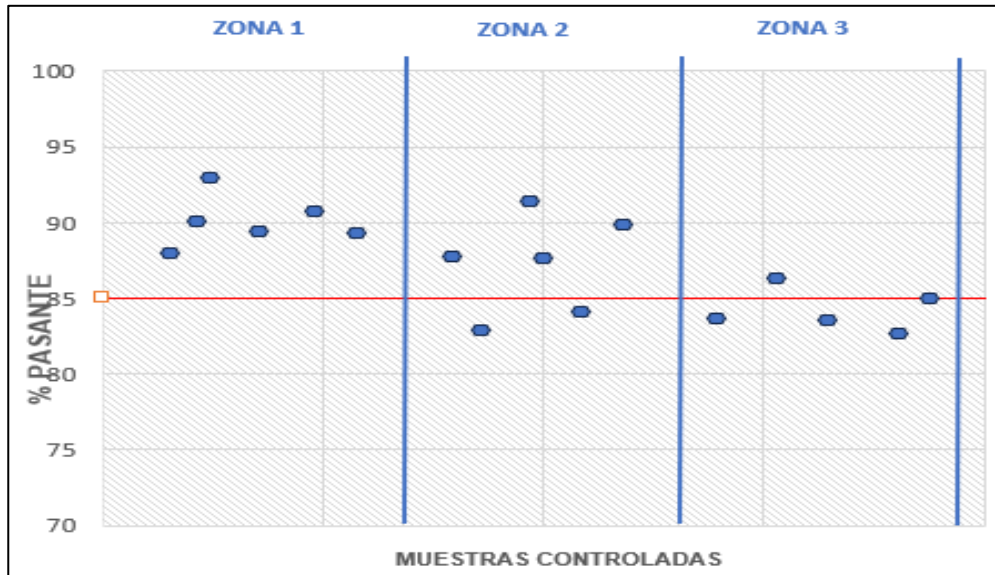
Nota. Se muestra los pasos y los puntos donde se deben realizar los controles.

5.4. INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS DE CONTROL

5.4.1. Análisis granulométrico

Figura 47

Control de aplicado a malla $\frac{1}{4}$ ", N° 10 y N° 140 ASTM



Nota. Simulación de resultados para su interpretación gráficos de control.

ZONA 1

- Todas las muestras pasan el control de malla y están por encima del óptimo.
- El tiempo de pulverizado es correcto.
- El equipo de chancado y pulverizado están en correcto funcionamiento.

ZONA 2

- La mayoría de muestras pasan el control de malla, a excepción de 2 que están por debajo de lo requerido.
- Se debe volver a tratar la muestra.
- Por ser muestras puntuales de descarta que sean por problema del equipo.
- Se debe hacer la investigación para llegar al origen de la falla.

ZONA 3

- La mayoría las muestras están por debajo del óptimo, a excepción de 1.
- Se ve una tendencia en el control de mallas.

- Se debe rechazar el bloque de muestras tratadas en el periodo.
- El problema se puede deber a la abertura de las muelas del equipo de chancado no esté ajustada.
- En casos de pulverizado se puede deber a la pérdida de fuerza del motor.
- Falta de capacitación al personal.
- Se debe hacer la investigación para llegar al origen de la falla.

5.4.2. Análisis de precisión

Las gráficas nos ayudan a identificar fácilmente de manera visual el comportamiento de resultados.

- En la gráfica de Thompson-Howarth nos ayuda a determinar la presión de los análisis con sus pares.
- En la gráfica de dispersión Scatter nos ayuda a ver la tendencia de resultados, para ver alguna anomalía con estándares, métodos o equipos.

CASO 1

Figura 48

Control Thompson – Howarth CASO 1

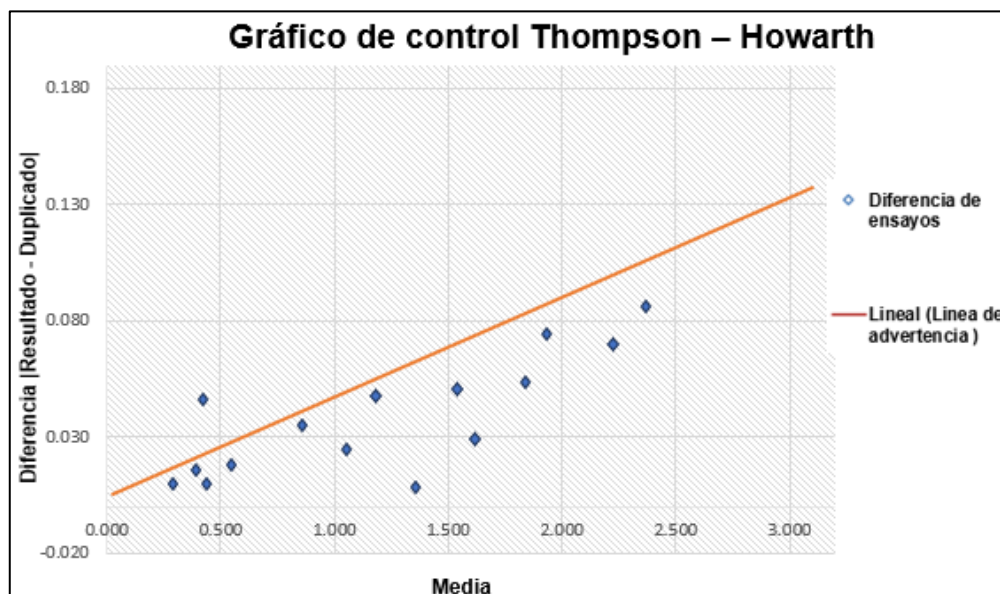
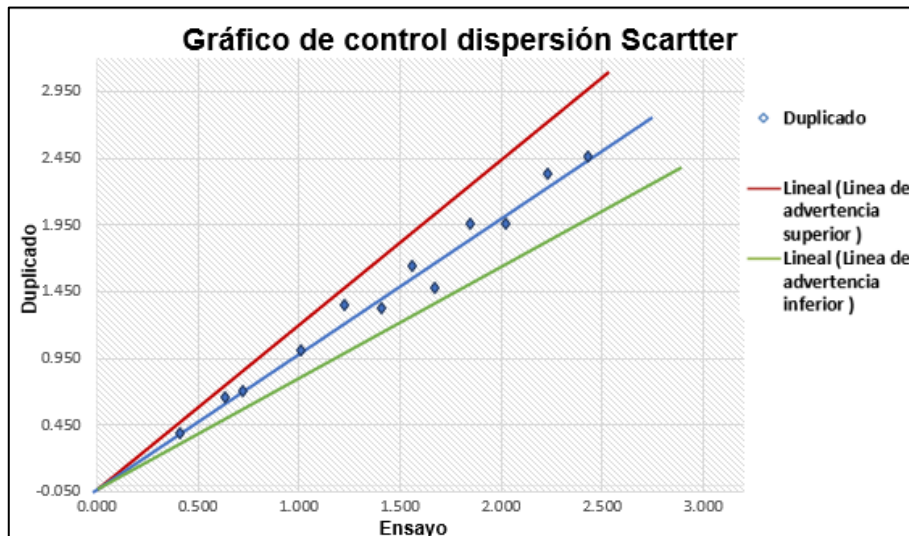


Figura 49

Control dispersión Scartter CASO 1



- En la gráfica de Thompsom – Howarth los resultados son precisos a excepción de 1 que esta sobre la línea de advertencia.
- La gráfica de dispersión Scartter no muestra una tendencia de resultados.
- Los resultados son aceptables.
- El resultado sobre la línea de advertencia se debe de investigar.
- Causa probable un mal muestreo o contaminación.

CASO 2

Figura 50

Control Thompsom – Howarth CASO 2

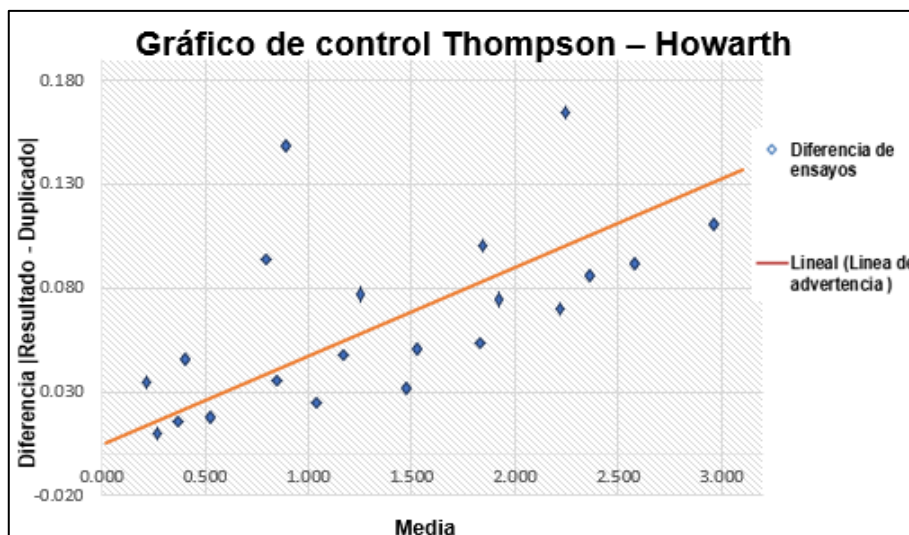
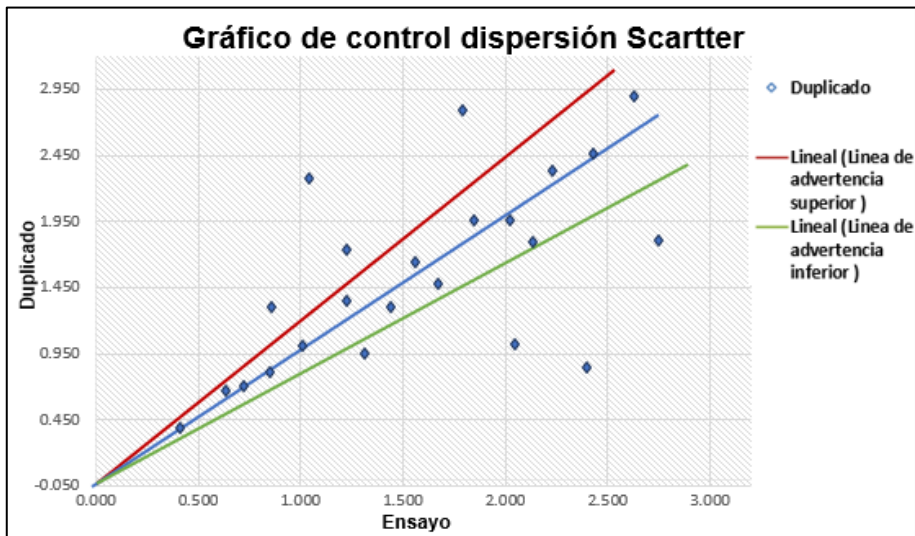


Figura 51

Control dispersión Scartter CASO 2



- En la gráfica de Thompsom – Howarth los resultados no son precisos se tiene varios puntos sobre la línea de advertencia.
- La gráfica de dispersión Scartter no muestra una tendencia de resultados.
- Los resultados están dispersos y no son aceptables.
- El resultado sobre la línea de advertencia se debe de investigar.
- Causa probable un mal muestreo, falta de capacitación al personal.

CASO 3

Figura 52

Control Thompson – Howarth CASO 3

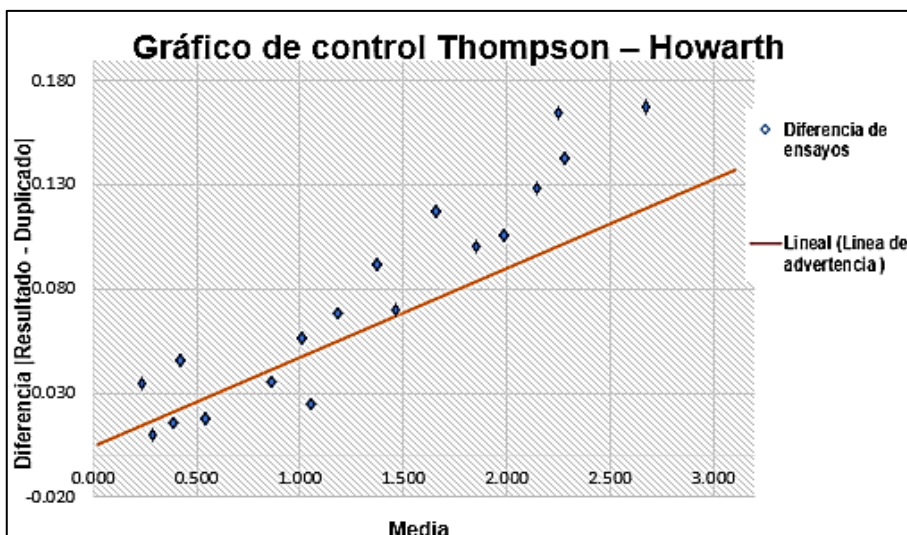
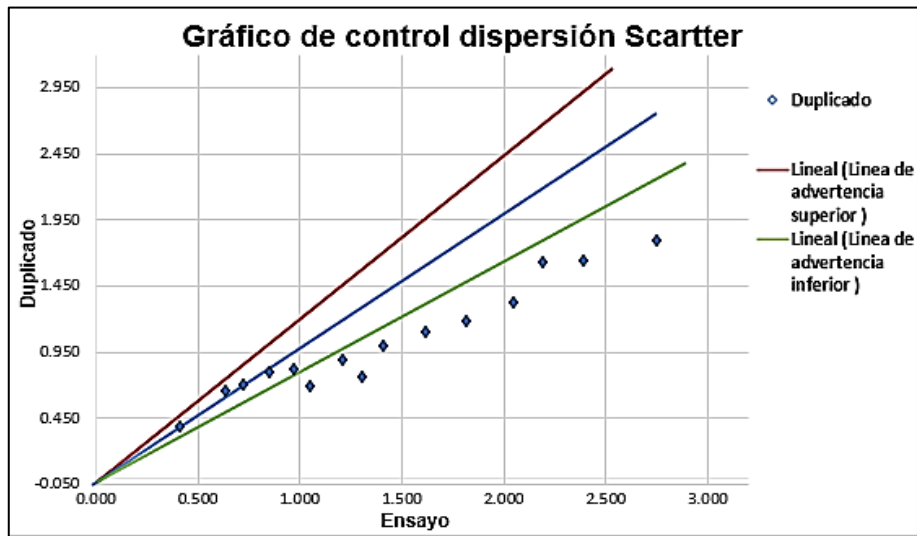


Figura 53

Control dispersión Scartter CASO 3



- En la gráfica de Thompsom – Howarth los resultados no son precisos.
- La gráfica de dispersión Scartter muestra una tendencia al alza de resultados en sus duplicados.
- Los resultados no son aceptables.
- Se debe investigar.
- Causa probable en calibración, falta de capacitación al personal.

CASO 4

Figura 54

Control Thompsom – Howarth CASO 4

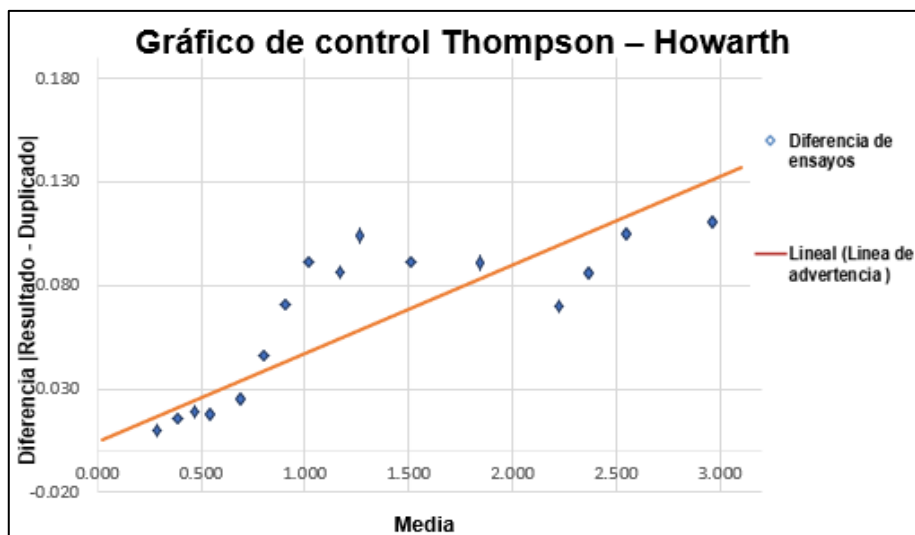
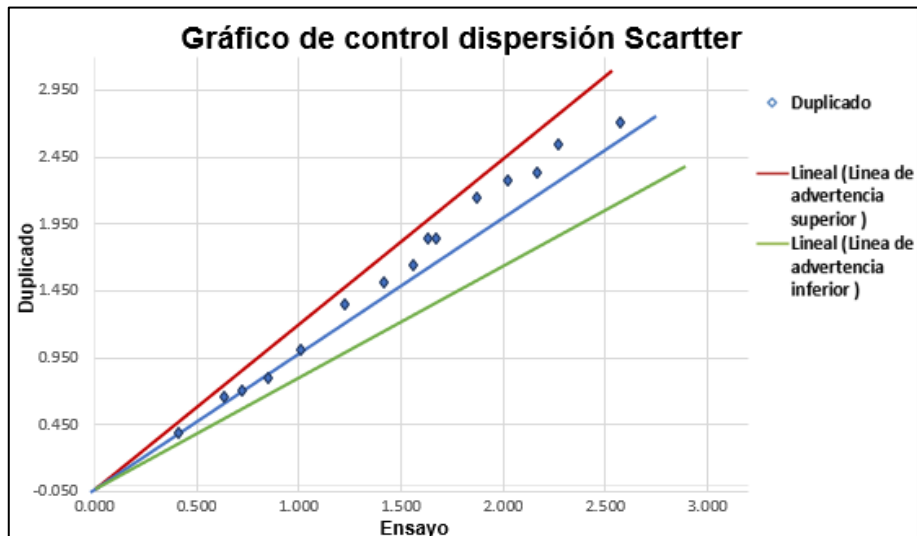


Figura 55

Control dispersión Scartter CASO 4



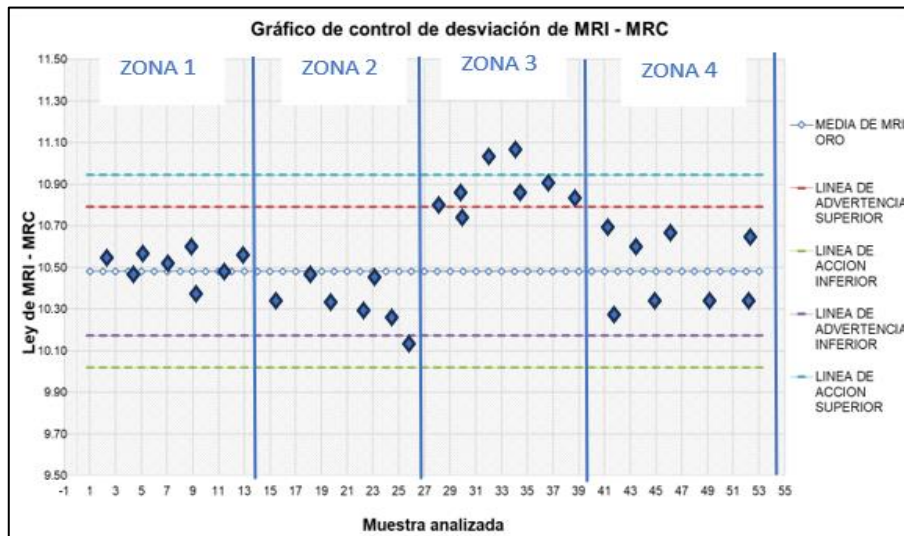
- En la gráfica de Thompsom – Howarth los resultados de presión es relativa, también se tienes resultados por encima de la línea de advertencia.
- La gráfica de dispersión Scartter muestra una tendencia de resultados a la baja.
- Los resultados sobre la línea de advertencia se deben de investigar.
- Causa probable un mal muestreo, falta de capacitación al personal.

5.4.3. Análisis de exactitud

La gráfica línea nos ayuda a visualizar la tendencia, precisión y exactitud de la muestra MRI-MRC.

Figura 56

Control de desviación de MRI – MRC



ZONA 1

- Los resultados son exactos y precisos.
- Los resultados del grupo son aceptables.
- No muestra una tendencia.

ZONA 2

- Los resultados son precisos, pero no tiene exactitud.
- los resultados del grupo son aceptables.
- Se debe investigar ya que muestra una ligera tendencia a la baja.

ZONA 3

- Los resultados no son exactos ni precisos.
- Los resultados del grupo no son aceptables.
- Los resultados muestran una tendencia hacia arriba.
- Los resultados en su mayoría están sobre la línea de advertencia y línea de acción.
- Se debe investigar los resultados.

- Se puede tener un error sistemático, probable error de estándar, calibración o contaminación de MRI-MRC.

ZONA 4

- Los resultados están dentro del margen de tolerancia, pero no son precisos.
- Los resultados son aceptables.
- Los resultados muestran una dispersión inusual.
- Se debe investigar hacer seguimiento a los analistas.

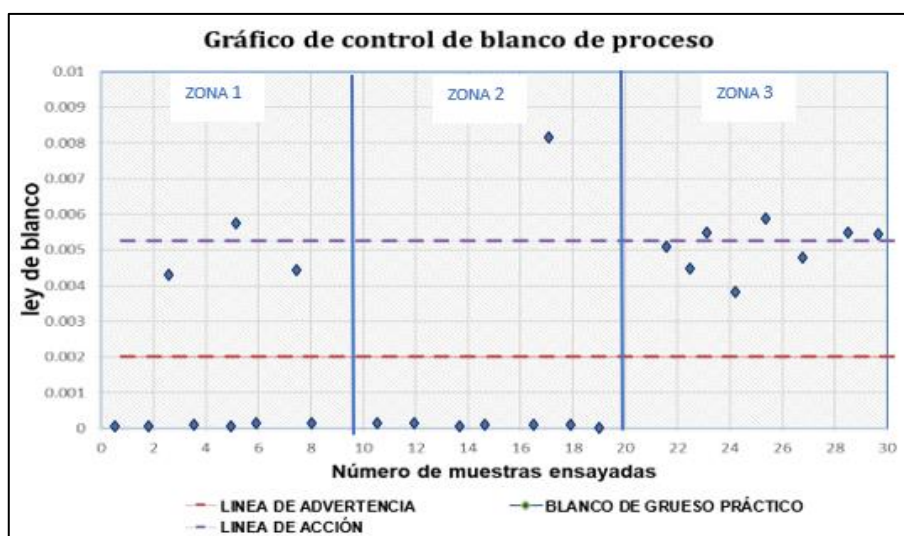
5.4.4. Análisis de contaminación

La gráfica léneal nos ayuda a visualizar la tendencia y posibles problemas de contaminación.

La referencia es el límite de detección de método (LDM).

Figura 57

Control de muestra de blanco de proceso



ZONA 1

- Sobre los resultados se aprecia 1 sobre la línea de acción, 2 sobre la línea de advertencia.
- Los otros resultados son aceptables.

- Se debe investigar el resultado sobre la línea de acción y reensayar los 2 sobre la línea de advertencia.
- Probable causa la contaminación de muestra o calibración.

ZONA 2

- Todos los resultados son buenos a excepción de 1 que está sobre la línea de acción.
- Los otros resultados son aceptables.
- Se debe investigar el resultado sobre la línea de acción
- Probable causa la contaminación de muestra.

ZONA 3

- Todos los resultados están sobre la línea de advertencia y acción.
- Los otros resultados no son aceptables.
- Se debe investigar el resultado sobre la línea de acción y reensayar los 2 sobre la línea de advertencia.
- Probable causa la contaminación de muestra o calibración.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS DE LA PROPUESTA

Para los ensayos de controles se tomaron 796 en su totalidad, el muestreo tomado fue en los ensayos diarios en los primeros trimestres del año 2023.

Resumen de los controles aplicados en todos los procesos mencionados se detalla en la tabla 6.

Tabla 6

Resumen de controles de calidad

Proceso de ensayo	Controles	% de inserción	% de error admitido
Preparación mecánica	Duplicado de grueso	5	<5
	Muestra blanco de proceso	5	<LDM
	Malla 1/4" ASTM chancado primario	10	<15 (*)
	Malla N° 10 ASTM chancado secundario	10	<15 (*)
Ensayo al fuego de minerales y/o concentrados	Malla N° 140 ASTM pulverizado	10	<15 (*)
	Duplicado de muestra	10	<5
	Muestra referencial interna (MRI)	5	<5
Ensayo al fuego de bullion	Muestra referencial certificada (MRC)	5	<5
	Duplicado de muestra	100	<0.2
Espectroscopía de absorción atómica	Duplicado de muestra	10	<5
	Muestra referencial interna (MRI)	5	<5

Nota. (*) son muestras en malla retenida.

6.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

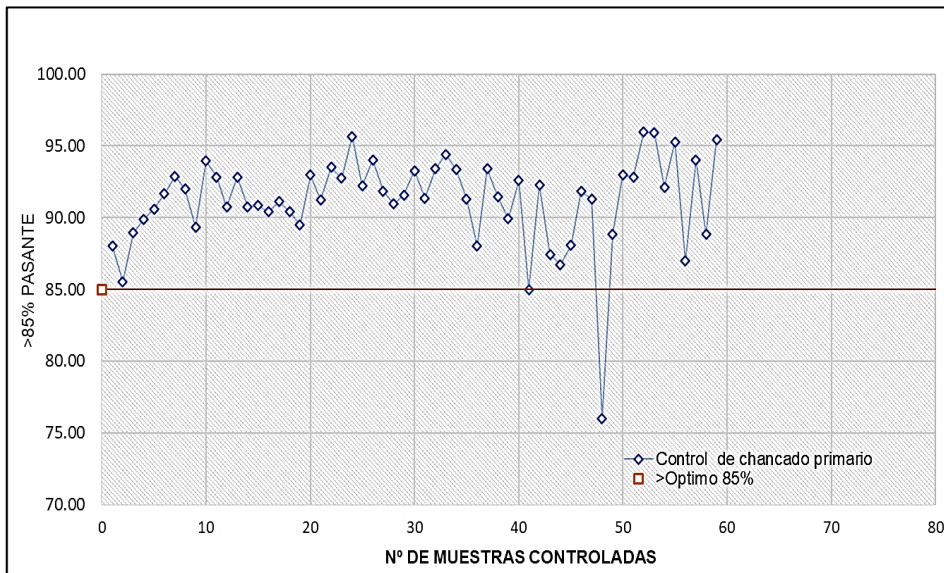
Se realizaron controles de mallas a diferentes muestras en forma aleatoria para verificar el cumplimiento de proceso de chancado.

6.1.1. Control de malla 1/4" ASTM – Chancado primario

Análisis de figura 58: de una población de 59 muestras, se encontraron 2 muestras por debajo del óptimo.

Figura 58

Control de chancado primario malla 1/4" ASTM

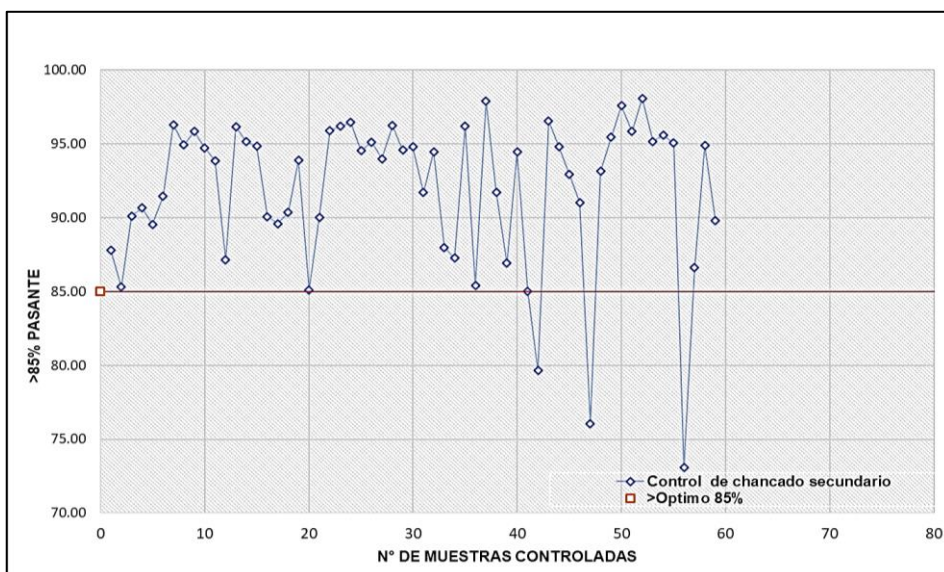


6.1.2. Control de malla N° 10 ASTM – Chancado secundario

Análisis de la figura 59: de una población de 59 muestras, se encontraron 3 muestras por debajo de la línea de advertencia de trabajo óptimo.

Figura 59

Control de chancado secundario malla N° 10 ASTM

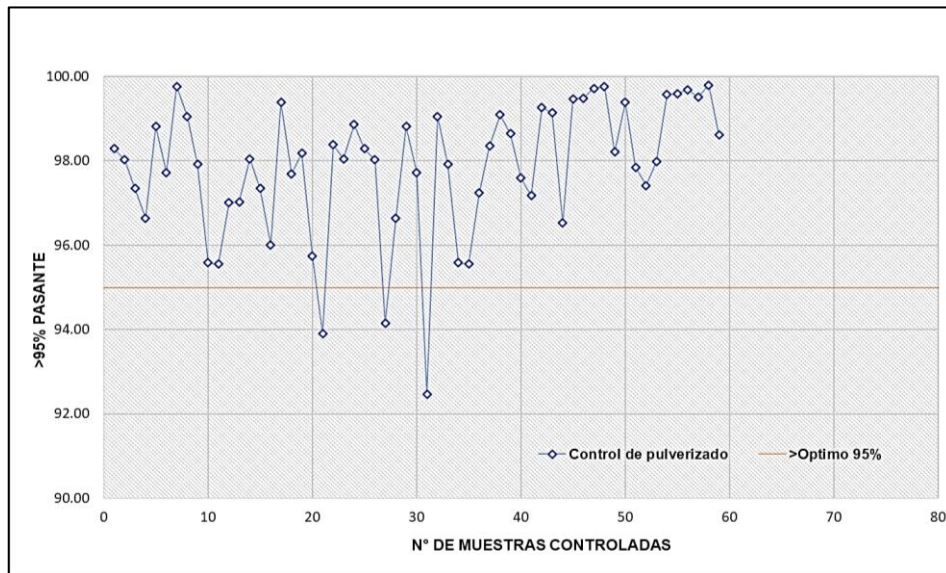


6.1.3. Control de malla N° 140 ASTM – Pulverizado

Análisis de la figura 60: de una población de 59 muestras, se encontraron 3 muestras por debajo de la línea de advertencia de trabajo óptimo.

Figura 60

Control de pulverizado malla N° 140 ASTM



6.2. ANÁLISIS DE PRECISIÓN

Es un indicativo para medir concordancia de una serie de medias de una misma forma.

6.2.1. Duplicado de grueso - Preparación mecánica

Análisis de la figura 61 y 62: de una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 6 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 61

Control dispersión Scartter de duplicado de grueso

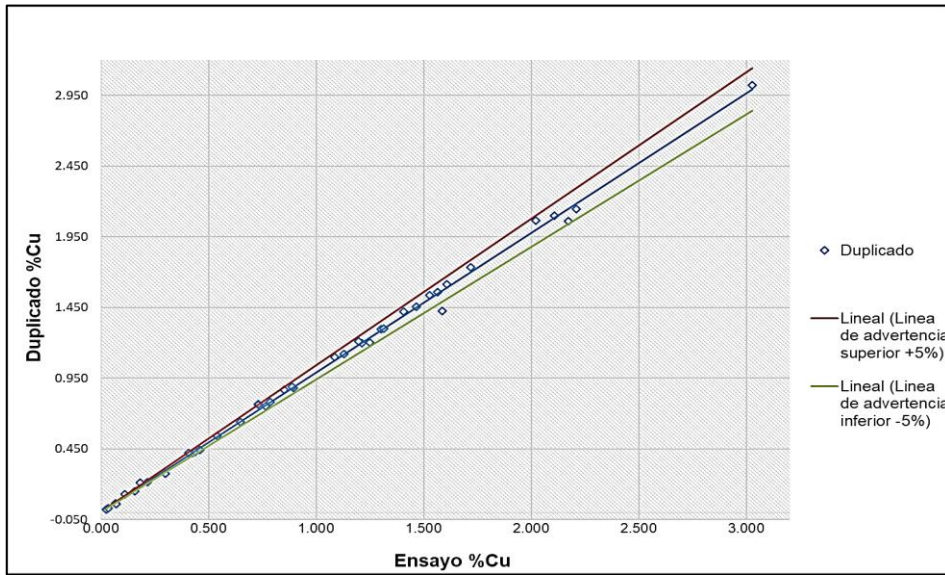
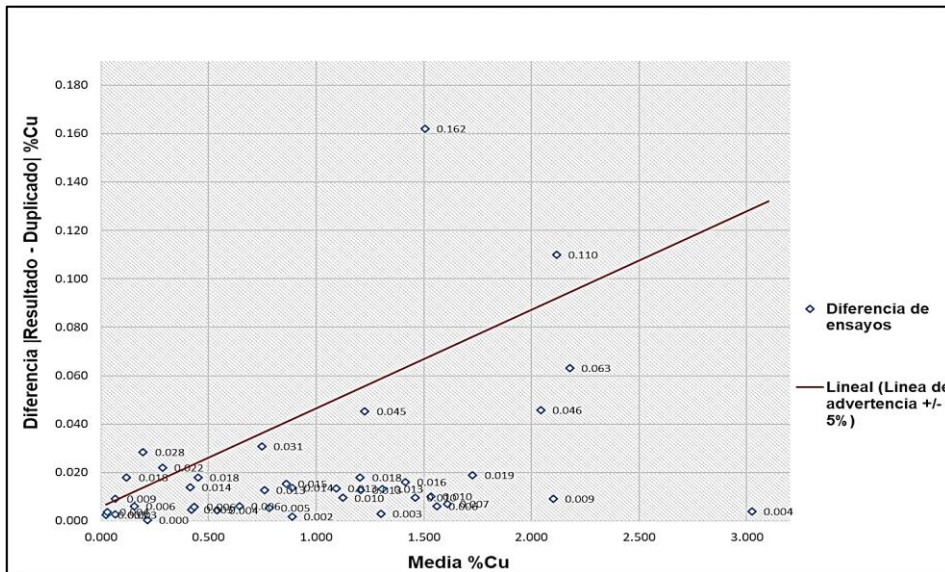


Figura 62

Control Thompson – Howarth de duplicado de grueso



6.2.2. Duplicado - Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales

6.2.2.1. Duplicado de análisis de oro

Análisis de la figura 63 y 64: de una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 5 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 63

Control dispersión Scartter de oro

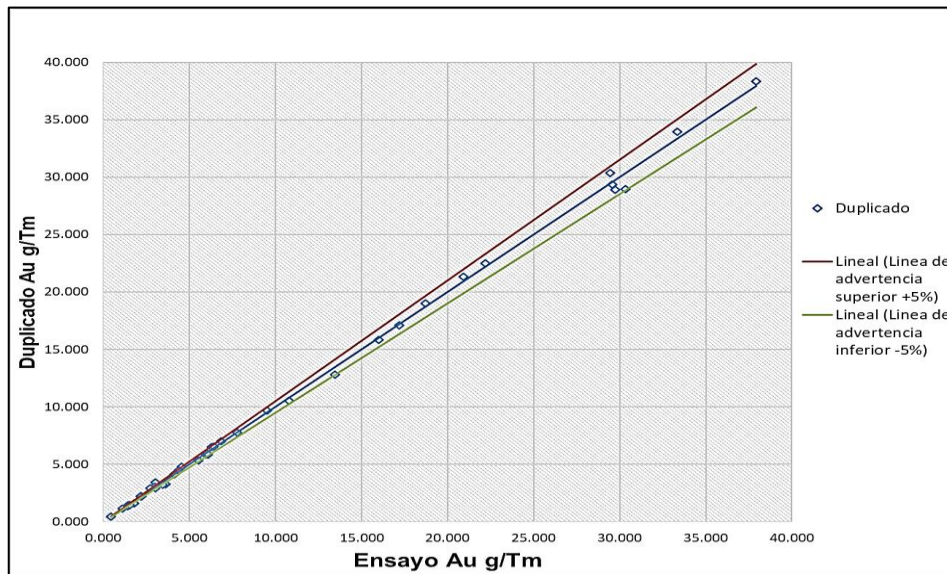
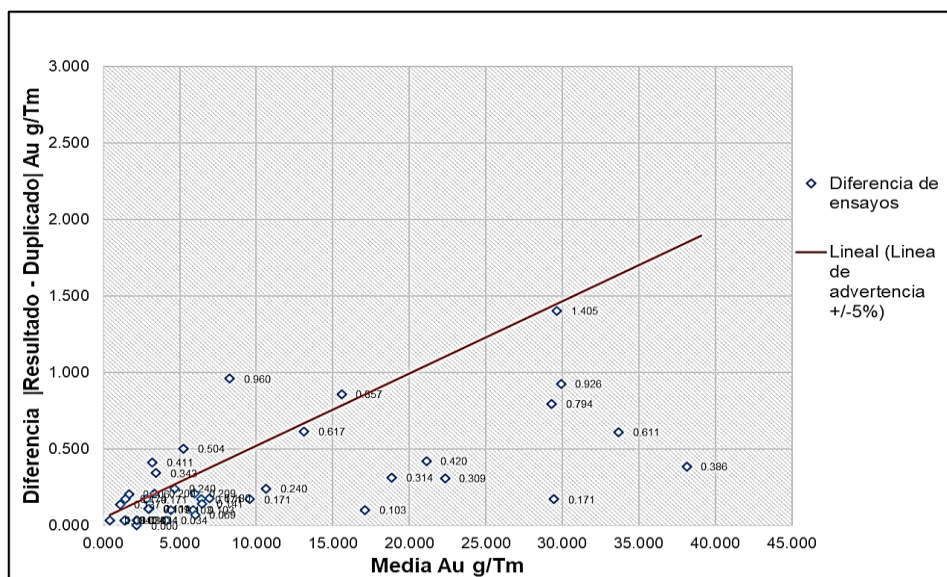


Figura 64

Control Thompson – Howarth de oro



6.2.2.2. Duplicado de análisis de plata

Análisis de la figura 65 y 66: de una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 4 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 67

Control dispersión Scartter de oro bullion

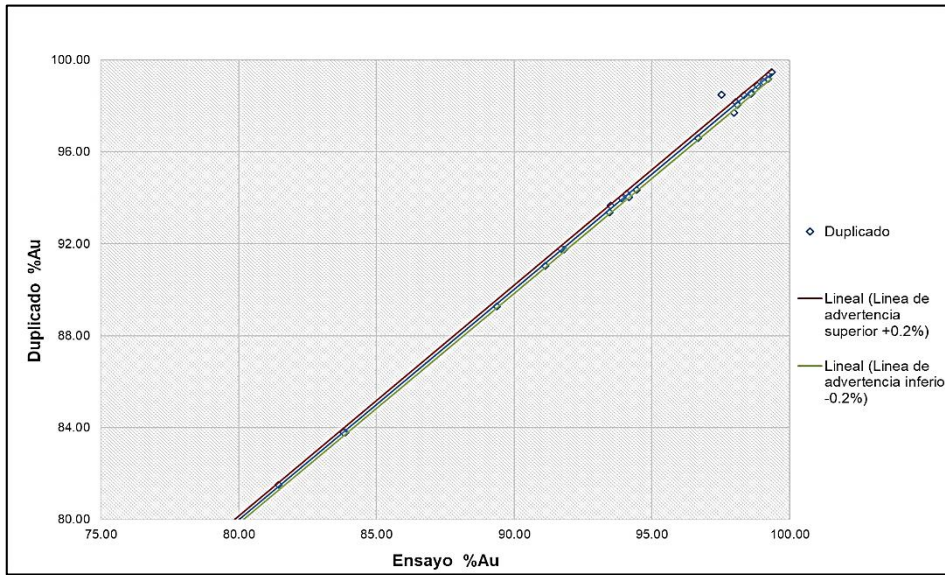
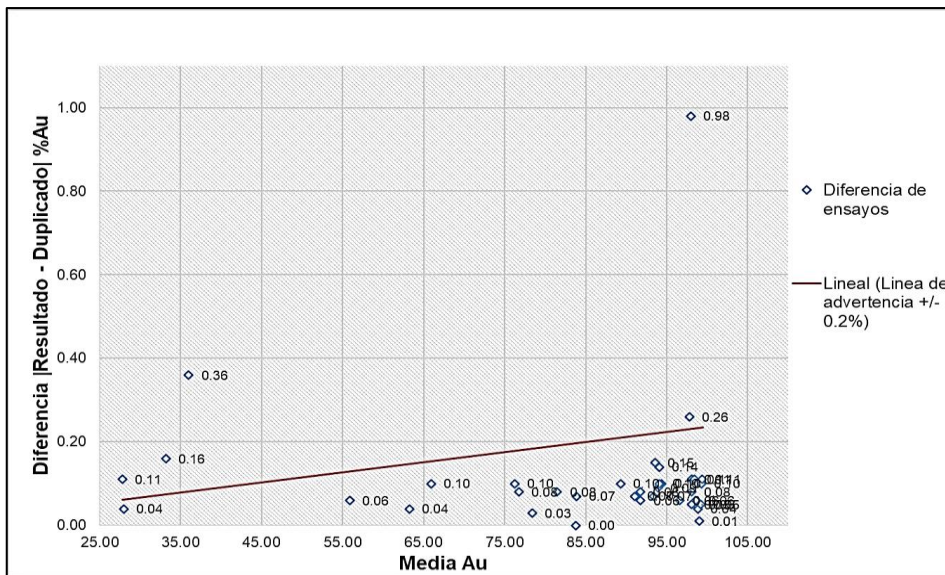


Figura 68

Control Thompson – Howarth de oro bullión



6.2.3. Duplicado - Espectroscopía de absorción atómica de flama

6.2.3.1. Duplicado de análisis de cobre

Análisis de la figura 69 y 70: de una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 4 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 69

Control dispersión Scartter de cobre

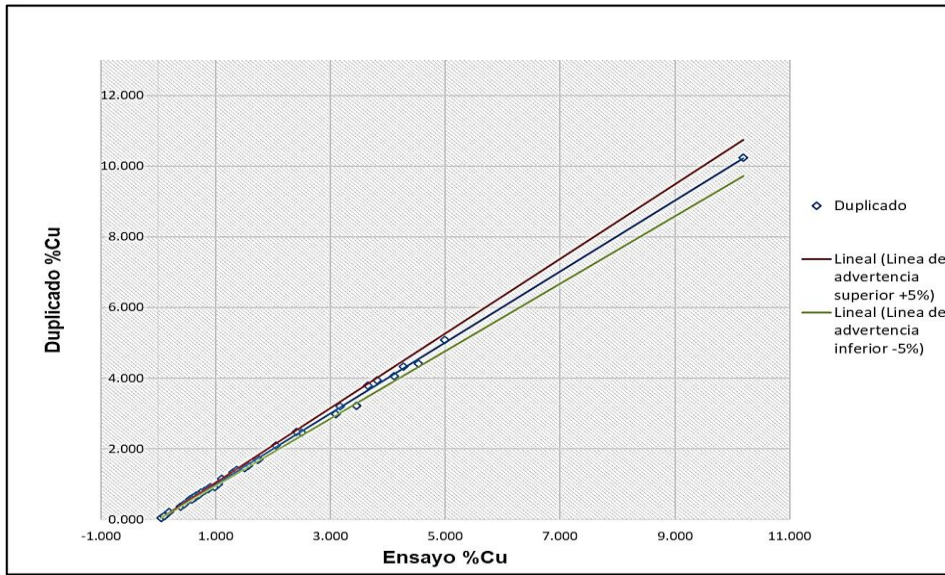
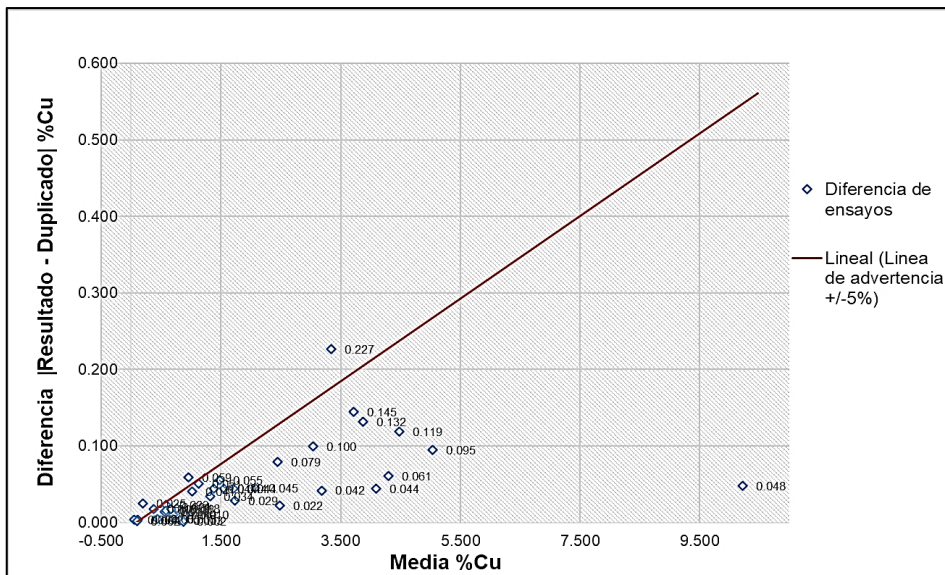


Figura 70

Control Thompson – Howarth de cobre



6.2.3.2. Duplicado de análisis de plomo

Análisis de la figura 71 y 72: De una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 5 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 71

Control dispersión Scartter de plomo

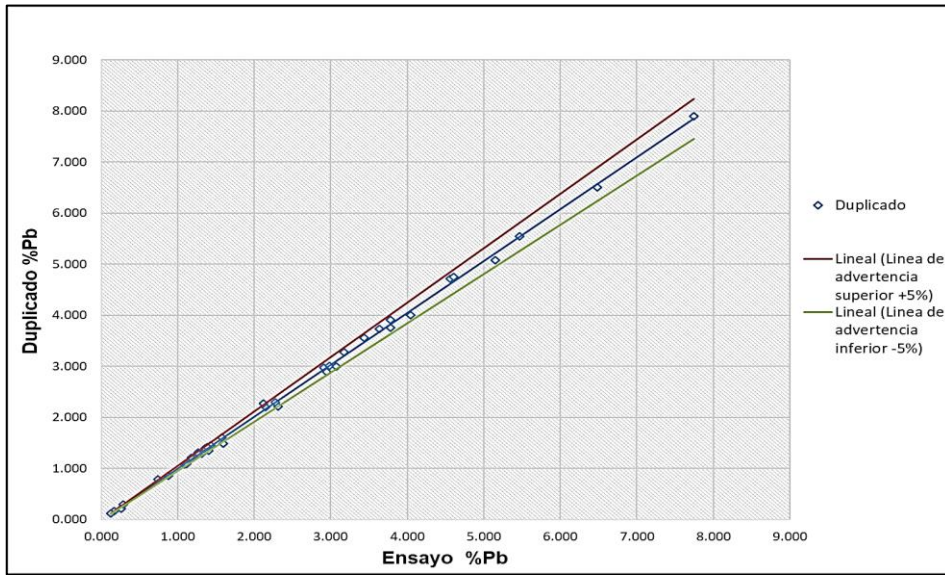
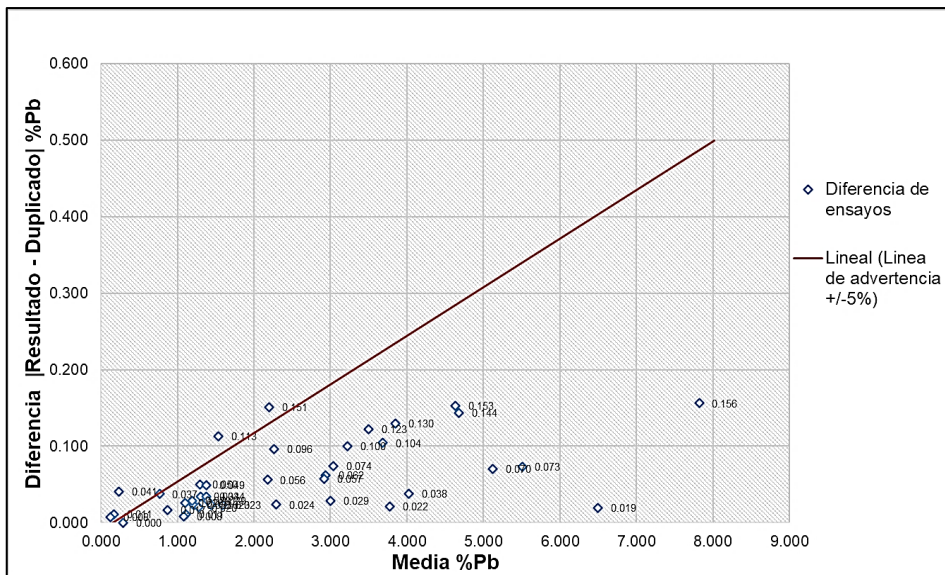


Figura 72

Control Thompson – Howarth de plomo



6.2.3.3. Duplicado de análisis de zinc

Análisis de la figura 73 y 74: De una población de 40 muestras, en la gráfica de dispersión no muestra una tendencia de resultados, en la gráfica de Thompson – Howarth se tiene 7 muestras por encima del 5 % de la línea de advertencia las cuales se deben de investigar.

Figura 73

Control dispersión Scartter de zinc

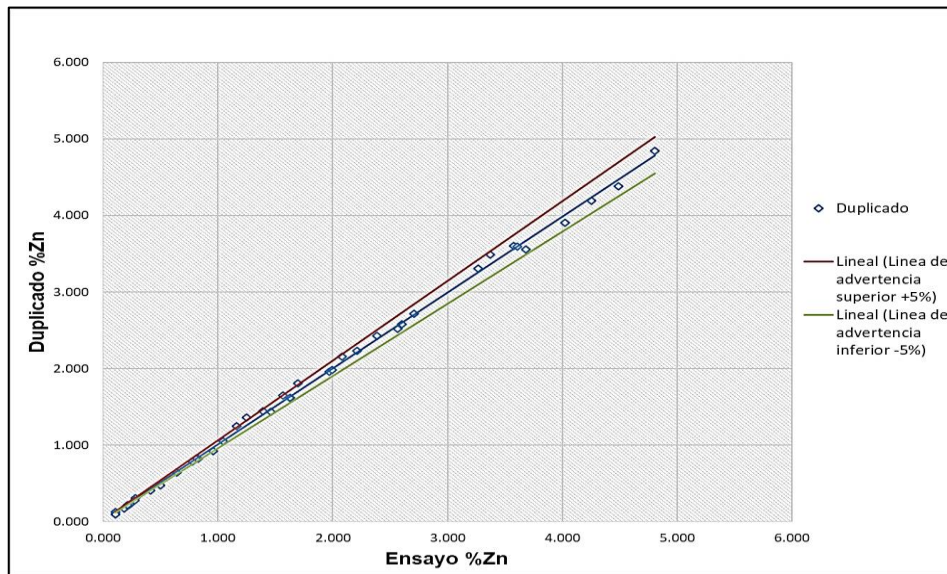
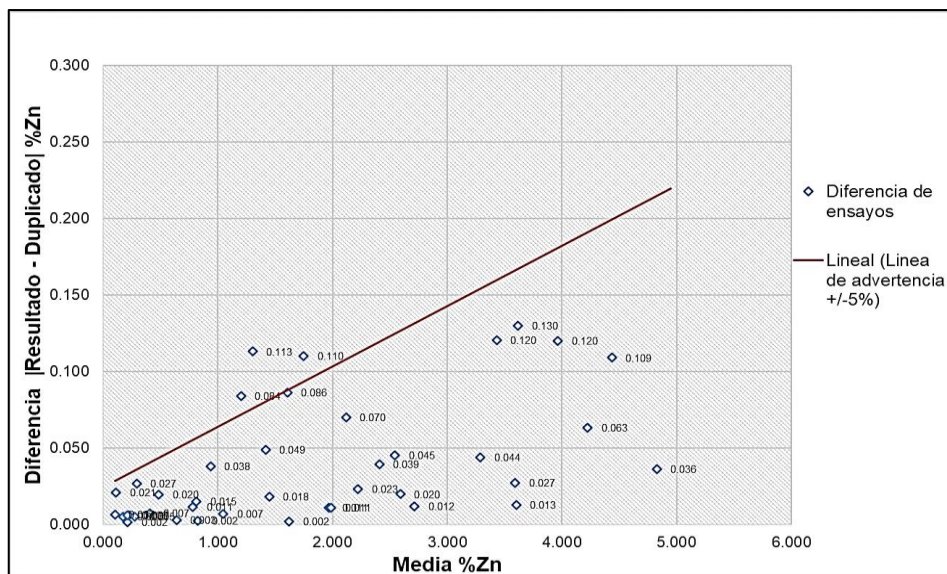


Figura 74

Control Thompson – Howarth de zinc



6.3. ANÁLISIS DE EXACTITUD

Es un indicativo para realizar el comparativo de un valor conocido o aceptado.

Los valores de MRI y MRC, son resultados de un tratamiento estadístico de homogeneidad, análisis de diferentes laboratorios y los respectivos tratamientos estadísticos para obtención de su valor teórico.

6.3.1. Material de referencia interna (MRI) – Ensayo al fuego

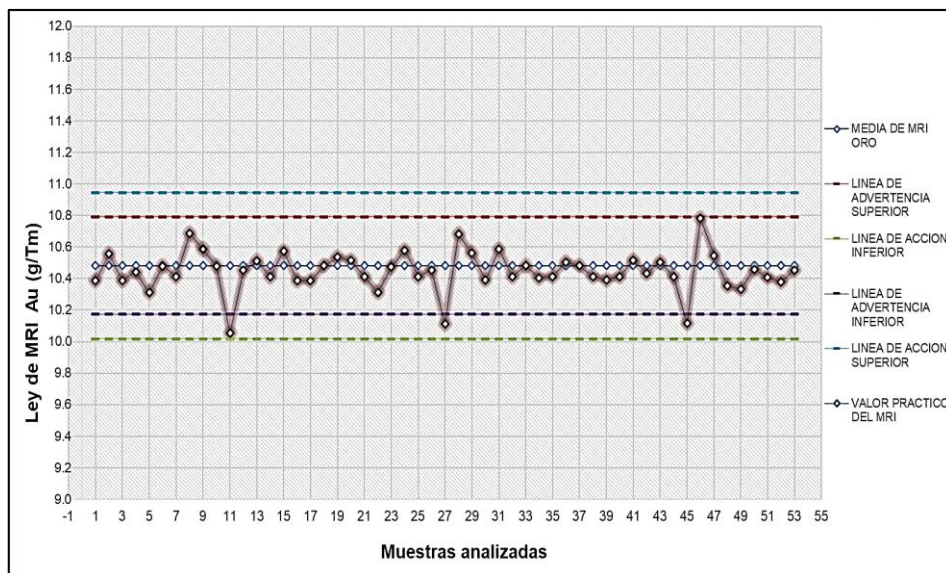
Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales

6.3.1.1. Material de referencia interna de oro

Análisis de la figura 75: de una población de 53 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 3 resultados por debajo de la línea de advertencia inferior, el laboratorio debe investigar los resultados para ver si se acepta o rechaza.

Figura 75

Control de desviación de MRI oro por ensayo al fuego

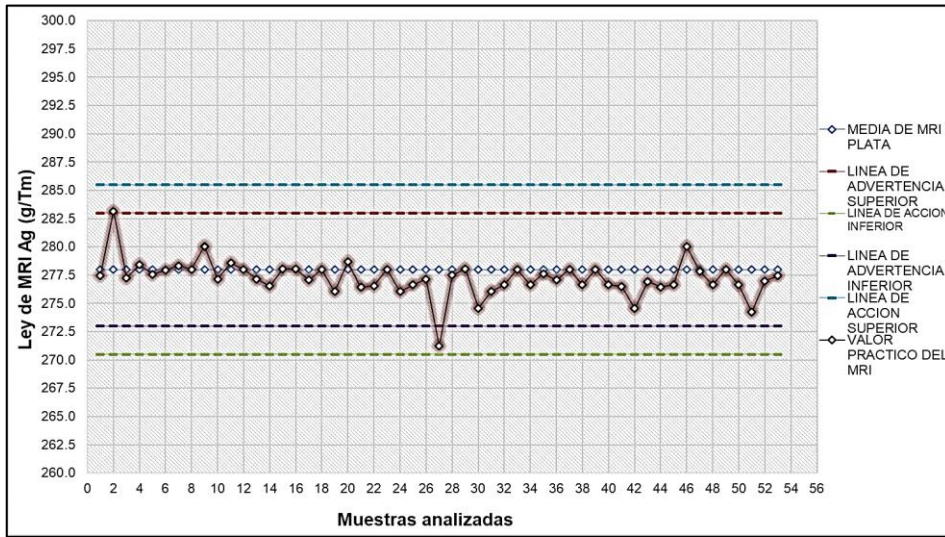


6.3.1.2. Material de referencia interna de plata

Análisis de la figura 76: de una población de 53 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 1 resultados por debajo de la línea de advertencia inferior y 1 por encima de la línea de advertencia superior, el laboratorio debe investigar los resultados para ver si se acepta o rechaza.

Figura 76

Control de desviación de MRI plata por ensayo al fuego



6.3.2. Material de referencia certificada (MRC) - Ensayo al fuego

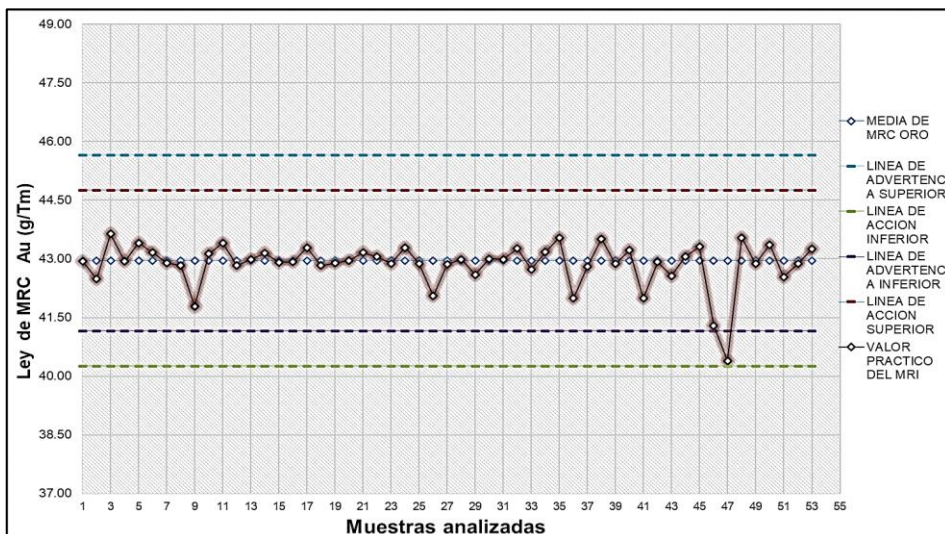
Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales

6.3.2.1. Material de referencia certificada de oro

Análisis de la figura 77: de una población de 53 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 1 resultados por debajo de la línea de advertencia inferior, el laboratorio debe investigar los resultados para ver si se acepta o rechaza.

Figura 77

Control de desviación de MRC oro por ensayo al fuego



6.3.3. Material de referencia interna (MRI) – Espectroscopia de absorción atómica

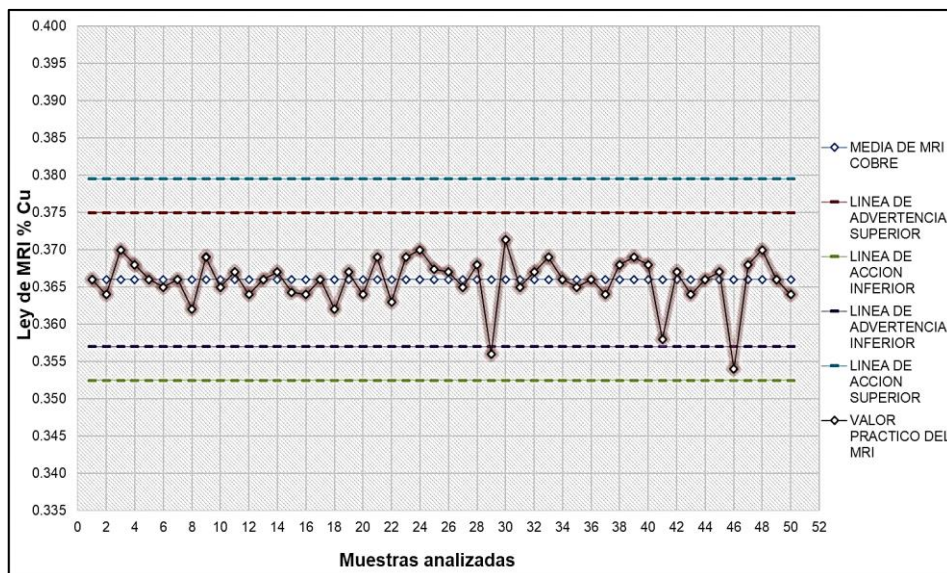
Espectroscopía de absorción atómica de flama

6.3.3.1. Material de referencia interna de cobre

Análisis de la figura 78: de una población de 50 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 2 resultados por debajo de la línea de advertencia inferior, el laboratorio debe investigar los resultados para ver si se acepta o rechaza.

Figura 78

Control de desviación de MRI cobre por espectroscopía de absorción atómica de flama

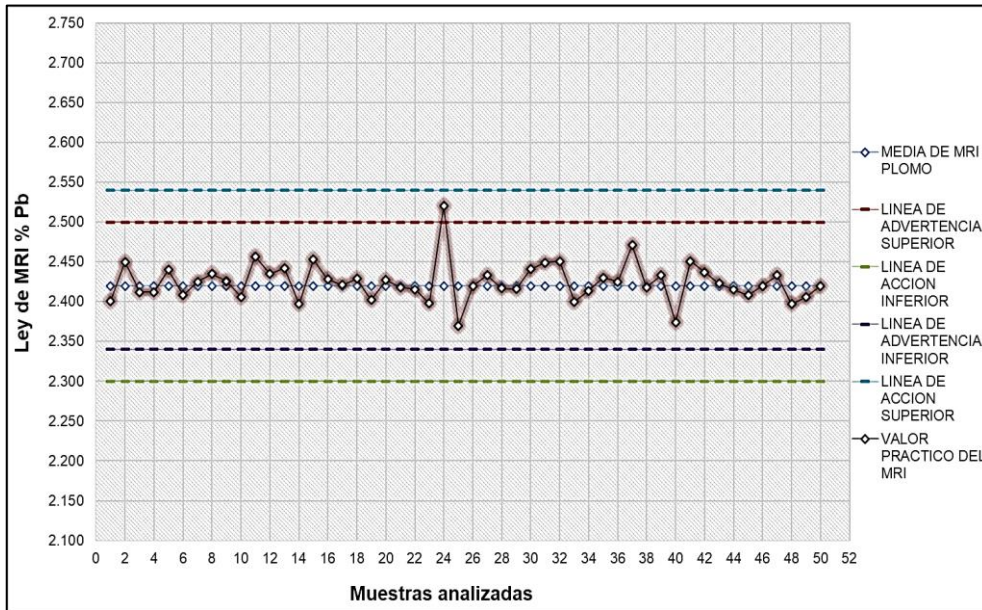


6.3.3.2. Material de referencia interna de plomo

Análisis de la figura 79: de una población de 50 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 1 resultados por encima de la línea de advertencia superior, el laboratorio debe investigar los resultados para ver si se acepta o rechaza.

Figura 79

Control de desviación de MRI plomo por espectroscopía de absorción atómica de flama

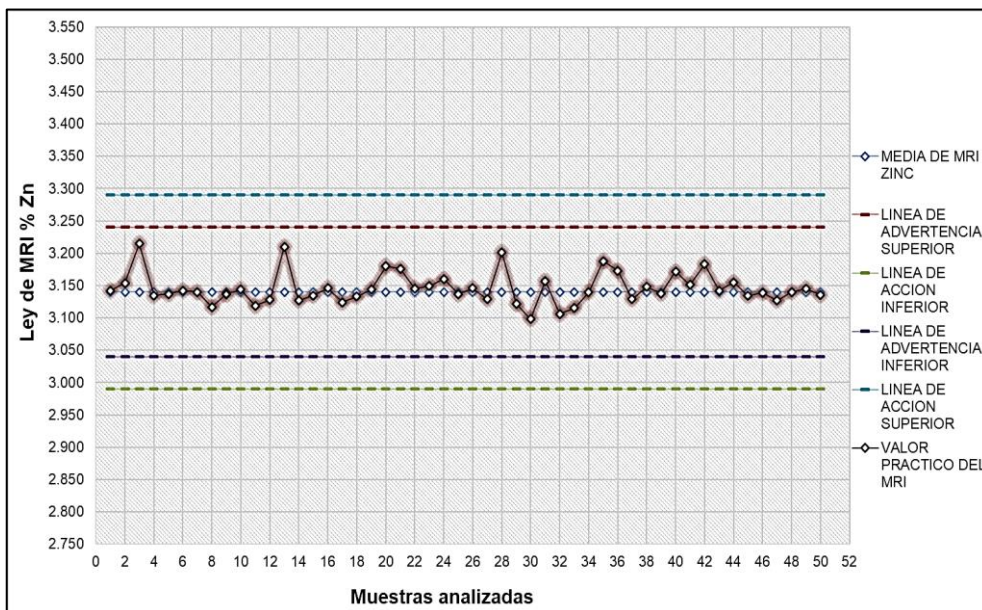


6.3.3.3. Material de referencia interna de zinc

Análisis de la figura 80: de una población de 50 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, no se aprecian resultados que generen una acción.

Figura 80

Control de desviación de MRI zinc por espectroscopía de absorción atómica de flama



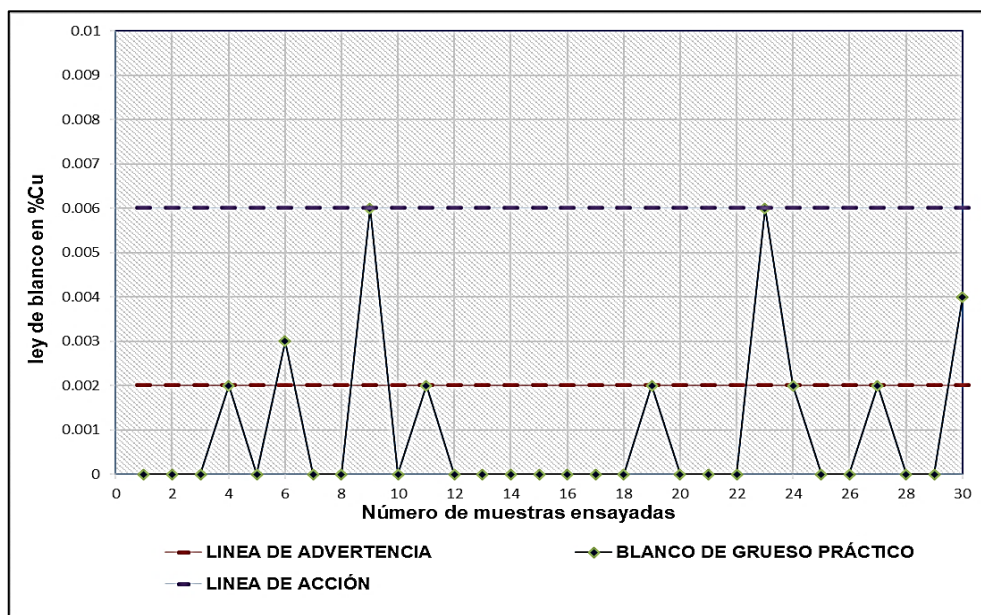
6.4. ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN

6.4.1. Muestra de blanco de proceso - Preparación mecánica

Análisis de la figura 81: de una población de 30 muestras, en la gráfica de dispersión lineal no muestra una tendencia de resultados, se tiene 2 resultados por encima de la línea de advertencia y 2 por encima de la línea de acción, el laboratorio debe investigar los resultados.

Figura 81

Control de blanco de proceso en cobre por espectroscopía de absorción atómica de flama



APORTES

- Implementación de manual del control de calidad para laboratorio químico de minerales QA/QC, indicado en el capítulo V.
- Desarrollo de nuevos procedimientos en base a las Normas Técnica Peruanas aplicando los controles de calidad, adjuntado en los anexos 18, 19, 20, 21 y 22.
- Implementación de nuevos formatos y hoja de cálculos para recolección y evaluación de datos en relación al control de calidad, adjuntado en los anexos 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30.
- Implementación de procedimiento de recuperación de plata a partir de solución de cloruro de plata (AgCl) en medio ácido para análisis químico de bullión,

CONCLUSIONES

- Se logró identificar y definir los parámetros de control de calidad en cada uno de los procesos de ensayos, se implementaron controles como MRI, MRC, duplicados, blancos de procesos y controles de mallas como se indican claramente en los procedimientos.
- Se evaluó los resultados que nos permitió analizar la exactitud, precisión y contaminación de muestras analizadas según los gráficos de dispersión, lineal y Thompson – Howarth, donde se identificaron valores fuera del rango de tolerancia en errores aleatorios y en errores sistemático no se detectó ninguno.
- Se demostró los beneficios al implementar controles de calidad en los procesos de ensayos como son: se minimizó la incertidumbre en los procesos de análisis, trazabilidad de resultados y gestión documentaria.
- Se logró establecer un procedimiento de Aseguramiento y Control de Calidad en los diferentes procesos de ensayos en el laboratorio químico, mejorando la gestión de registro de información, obteniendo resultados confiables y eficiencia del proceso de análisis y control en la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.

RECOMENDACIONES

- La implementación del MRC para el análisis espectroscopía de absorción atómica y bullion en miras a la acreditación según la NTP ISO/IEC 17025:2017.
- Mantener y mejorar en el tiempo al procedimiento de aseguramiento de control y calidad para contar con registro que sea trazable para la acreditación de ensayos con la NTP ISO/IEC 17025:2017.
- Realizar la investigación de resultados que no están dentro de los parámetros, esto con fin de realizar una mejora continua en todo el proceso.
- Realizar auditorías externas en relación a la certificación ISO 9001:2015 y acreditación NTP ISO/IEC 17025:2017 para tener un panorama macro de la gestión de laboratorio químico.
- Realizar evaluaciones periódicas en mira a la mejora continua del aseguramiento de control y calidad, cuando hay modificación en los ensayo o mejora en la capacidad de equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleni, P. A. (2017). Evaluación de desempeño de los sistemas de medición de análisis bioquímicos del laboratorio clínico Proyecta–Sucursal Cajamarca-para asegurar la calidad analítica de los resultados. (Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Privada del Norte). Repositorio institucional: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10908?show=full>
- Ahumada Arancibia, A. (2021). Procesamiento de chancado y análisis granulométrico, muestro y granulometría. (Sección: v-503). Inacap. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/551745078/Informe-Metodo-de-Chancado-y-Analisis-Granulometrico>
- Becerra Lois, F. Á., Andrade Orbe, A. M., & Díaz Gispert, L. I. (2019). Sistema de gestión de la calidad para el proceso de investigación. Universidad de Otavalo, Ecuador. Actualidades investigativas en educación, 19(1), pp .571-604. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/447/44759854020/>
- Briceno Rodriguez, J., Fuentes Nuñez, M (2021). Taller de chancado proceso concentrado de minerales. (TMI 101-sección 901). Universidad Andrés Bello. Disponible en: <https://www.studocu.com/cl/document/instituto-profesional-aiiep/concentracion-de-minerales/informe-taller-chancado/17488874>
- Basilio Villanueva, J. C., Romero Astupiñan, S. (2020). Optimización de la fusión de mineral, en el análisis cuantitativo del oro con determinación gravimétrica de un mineral sulfurado. (Tesis para optar el título de ingeniero metalurgista, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/14644>
- Betlloch-Mas, I., Ramón-Sapena, R., Abellán-García, C., & Pascual-Ramírez, J. C. (2019). Implantación y desarrollo de un sistema integrado de gestión de calidad

según la norma ISO 9001: 2015 en un Servicio de Dermatología. Actas Dermo-Sifiliográficas, 110(2), 92-101. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000173101830406X>

Corrales Morales, L. A., Sánchez Pérez, L. N. & Jiron Gutierrez, A. J. (2021). Gestión de la calidad en la planeación estratégica. (Tesis para optar el título de Licenciado en administración de empresas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Repositorio institucional: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14697>

Condori Valencia, J. I., y Pacco Yauri, A. R. (2019). Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en ensayos por vía seca, para mejorar la confiabilidad de resultados de laboratorio químico de minerales. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Repositorio institucional: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10507>

Coaricona Catacora, R. H. (2021). Recuperación de plata refinada a partir de una solución de ácidos de purificación de oro en laboratorio químico de la empresa MINALCOR SAC. (Tesis para optar el título de ingeniero metalurgista, Universidad Nacional del Atiplano). Repositorio institucional: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16033>

Diana Buitrón O., Diego Barona D., Francisco Iturra M. & Johana León F. (2020). Validación del método para la determinación de oro por ensayo al fuego combinado con espectrometría de absorción atómica en muestras geológicas mineras metalúrgicas. InfoANALITICA. (9). 119-136. Disponible en: https://es.scribd.com/document/590632131/Dialnet_ValidacionDelMetodoParaLaDeterminacionDeOroPorEnsa-8269982

- Douglas A. Skoog., F. James Holler., & Stanley R. Crouch. (2016). Principios de análisis instrumental (7^{ma} ed.). Cengage Learning.
- Daniel, C. Harris. (2016). Análisis químico cuantitativo (3^{ra} ed.). Reverté.
- ESGinnova Group. (2016). Desarrollo del concepto calidad. Disponible en: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/>
- Fabián Salvador, J. A. (2020). Arqueometría de materiales metálicos prehispánicos del Valle de Aburrá (Medellín, Colombia): un acercamiento al entendimiento de las técnicas de procesamiento de materiales. (Tesis doctoral, Universidad de Antioquia). Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/10495/17065>
- Flores Pamo, P. J. (2017). Implementación de un laboratorio de instrumentación móvil, basado en la norma ISO/IEC 17025, para el proyecto de la nueva planta de tratamiento de agua de Minera Yanacocha. (Trabajo de suficiencia profesional optar el título profesional de ingeniero electrónico, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Repositorio institucional: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3373>
- Gheraout, D., Aichouni, M., & Alghamdi, A. (2018). Overlapping ISO/IEC 17025: 2017 into big data: A review and perspectives. *International Journal of Science and Qualitative Analysis*, 4(3), pp. 83. Disponible en: <https://www.sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/ijjsqa.20180403.14>
- Iskandar, R., & Halimah, N. (2020). Quality management system implementation of ISO 9000: 2015 on robusta coffee processing in Jember regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 411, No. 1, p. 012021). IOP Publishing. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/411/1/012021>

- Islek, D. S., & Yukselöglu, E. H. (2018). Accreditation of forensic science laboratories in Turkey in the scope of TS EN ISO/IEC 17025: 2017 standard. *Medicine Science*, 7(4), pp. 962-966. Disponible en: <https://manage.effectpublishing.com/uploads/articles/997525320.pdf>
- Jiménez Acuña, M., Elizondo Arrieta, F. (2016). Método de reducción de muestras para ensayos de laboratorio en mezcla asfáltica en caliente. *Materiales y métodos*. (4). 11-15. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6240935>
- Lipa Maldonado, R. A. (2019). Análisis químico de oro y plata en sus diferentes procesos en la empresa minera Aruntani SAC Ocuwiri–Lampa: laboratorio químico. (Trabajo de suficiencia profesional optar el título de ingeniero químico, Universidad Nacional del Altiplano). Repositorio institucional: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10836>
- Lazo Segura, C. M. (2019). Análisis del método de muestreo de detritos de los taladros para voladura y control de envío de mineral en la Mina Justa, San Juan de Marcona-Nasca-Ica. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11670>
- Micha Vásquez, K. J., y Medina Morón, J. E. (2020). Sistema Bioasis y el proceso de control de asistencia en las obras de la empresa Cna Construcciones SAC–Lima. (Tesis para optar el título de ingeniero de sistemas, Universidad César Vallejo). Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59921>
- Morote Guevara, A. V., Vega Ccahuana, R., & Pareja Poccori, S. M. (2019). Beneficios y desafíos de la gestión integrada Mina-Planta. (Tesis de maestría, Escuela de posgrado GERENS). Repositorio institucional: <http://repositorio.gerens.edu.pe/handle/Gerens/46>

- Monteiro Bastos da Silva, J., Chaker, J., Martail, A., Costa Moreira, J., David, A., & Le Bot, B. (2021). Improving Exposure Assessment Using Non-Targeted and Suspect Screening: The ISO/IEC 17025: 2017 Quality Standard as a Guideline. *Journal of Xenobiotics*, 11(1), pp.1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jox11010001>
- Organización Internacional de Normalización. (2017). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (ISO/IEC 17025:2017)
- Organización Internacional de Normalización. (2016). Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia. (ISO 17034:2016)
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Requisitos de sistema de gestión de calidad. (ISO 9001:2015)
- Pérez, A. A., Cuarezma Nuñez, G. J., & García Zuniga, I. M. (2021). Gestión de la calidad en el proceso administrativo y la toma de decisiones (Tesis para optar el título de Licenciado en administración de empresas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Repositorio institucional: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14717>
- Quispe Zegarra, P. A. (2019). Evaluación del circuito de conminución para mejorar el mineral fino particulado en la empresa EMC Green Group–planta Yacari. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero metalurgista, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Repositorio institucional: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9508>
- Rentería M., & Luis, J. (2019). Implementación del sistema de gestión ISO 9001: 2015 en el laboratorio de la Compañía Minera Azulcocha-Lima–2019. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero metalurgista, Universidad Nacional Daniel

Alcides Carrión). Repositorio institucional:
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1697>

Rosado Campos, J. J. (2017). Mejoramiento del análisis químico para minerales de oro. (Tesis para optar el título de ingeniero metalurgista, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Repositorio institucional:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2560>

Salazar Garibay, A. (2020). Evaluación del método de determinación de oro por ensayo al fuego. (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Coahuila). Repositorio institucional: <http://www.investigacionyposgrado.uadec.mx/site/wp-content/uploads/2021/03/G11-Alan-Salazar.pdf>

Salazar Garibay, A., Soria Aquilar, J., Carrillo Pedroza, F. R. (2021). Ensayo al fuego de muestras tipos óxidos de un proceso gravimétrico. Una evaluación de las mezclas fundentes utilizadas. *Geomimet.* (3). 7-12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/348279350_Ensayo_al_fuego_de_muestras_tipos_oxidados_de_un_proceso_gravimetrico_Una_evaluacion_de_las_mezclas_fundentes_utilizadas

Vásquez Chávez, C. D. (2017). Implementación de un sistema de gestión de calidad para un laboratorio de ensayos químicos según la norma ISO 17025: 2006. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5906>

Zumbado Fernández, H. (2021). Análisis instrumental de los alimentos. Universitaria.

GLOSARIO

Se definen algunos términos y conceptos para su mejor entendimiento.

Imparcialidad: objetividad con respecto al resultado de una actividad de evaluación de la conformidad. (ISO/IEC 17025:2017)

Confidencialidad: la identidad de los participantes en el programa de ensayos de aptitud debe ser confidencial y conocida sólo por las personas que participan en la operación del programa de ensayos de aptitud, salvo que el participante renuncie a la confidencialidad. (ISO/IEC 17025:2017)

Queja: expresión de insatisfacción, presentada por una persona u organización a un organismo, relacionada con las actividades de dicho organismo, para la que se espera una respuesta. (ISO/IEC 17025, 3.2)

Comparación Inter laboratorio: organización, realización y evaluación de mediciones o ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares por dos o más laboratorios de acuerdo con condiciones predeterminadas. (ISO/IEC 17025:2017, 3.3).

Material de referencia interna (MRI): material, suficientemente homogéneo y estable con respecto a una o más propiedades especificadas el cual ha sido establecido como adecuado para el uso previsto en un proceso de medición. (ISO 17034:2016,3.3)

Material de referencia certificada (MRC): material de referencia caracterizado mediante un procedimiento metrológico válido para una o más propiedades especificadas, acompañado por un certificado de material de referencia que proporciona el valor de la propiedad especificada, su incertidumbre asociada y una declaración de la trazabilidad metrológica. (ISO 17034:2016,3.2)

Trazabilidad metrológica: propiedad de un resultado de medición por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y

documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición. (ISO 17034:2016,3.15)

Incertidumbre de medida: la incertidumbre de medida incluye componentes provenientes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociados a correcciones y a los valores de la magnitud asignados de los patrones de medida, así como a la incertidumbre intrínseca. Algunas veces no se corrigen los efectos sistemáticos y en su lugar se tratan como componentes de la incertidumbre. (ISO 17034:2016,3.16)

ASTM: Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés

Límite de Detección del Método (LDM): es la menor cantidad que puede ser distinguida del fondo con cierto nivel de confianza especificado para todas las etapas del ensayo desde la preparación hasta el análisis.

ANEXOS

ANEXO 01. Población de control de malla ¼” ASTM – Chancado primario

ID	Código	Peso (g)	Malla +1/4" (g)	Malla - 1/4"(g)	Malla - 1/4" %	Aceptación
1	VALLECITO	2044.43	244.44	1799.99	88.04	SI
2	BETA N3	1016.96	147.2	869.76	85.53	SI
3	PASCO F1	1518.65	167.8	1350.85	88.95	SI
4	TINO	556.84	56.39	500.45	89.87	SI
5	GS 30	831.59	78.09	753.5	90.61	SI
6	KO 180	686.46	57.31	629.15	91.65	SI
7	3320001558	2238.09	159.32	2078.77	92.88	SI
8	MINA N1 SOCOSACO	2071.32	166.15	1905.17	91.98	SI
9	M1	1686.29	179.41	1506.88	89.36	SI
10	RCMP-311	3062.59	185.15	2877.44	93.95	SI
11	PM-3166	1941.72	139.45	1802.27	92.82	SI
12	M1 HUARAZ 001	1679.85	155.41	1524.44	90.75	SI
13	MP-3114	2059.41	147.39	1912.02	92.84	SI
14	A-33	2071.15	191.05	1880.1	90.78	SI
15	MP-3034	1871.41	171.45	1699.96	90.84	SI
16	A-64	1971.4	188.8	1782.6	90.42	SI
17	CHAFLOQUE 200120	1910.68	169.9	1740.78	91.11	SI
18	NUCCIO	1799.38	171.89	1627.49	90.45	SI
19	NUBBI	1224.13	128.6	1095.53	89.49	SI
20	BETA MAURO	800.1	56.32	743.78	92.96	SI
21	VIDA 2	885.29	77.56	807.73	91.24	SI
22	LOTE 2	1380.97	89.78	1291.19	93.5	SI
23	SED	2210.93	160.4	2050.53	92.75	SI
24	ARANDA	1756.4	76.38	1680.02	95.65	SI
25	ARTESA 5	1674.52	130.66	1543.86	92.2	SI
26	PUQUIO 2	1551.57	92.54	1459.03	94.04	SI
27	ORELIA 1H	1848.61	150.78	1697.83	91.84	SI
28	GS-995	1998.48	180.76	1817.72	90.96	SI
29	PUQUIAN SSOG	2395.967	201.76	2194.21	91.58	SI
30	LOTE 3	1630.02	109.81	1520.21	93.26	SI
31	ROLANDO GRUESO	1136.36	98.16	1038.2	91.36	SI
32	SULFURO	1838.67	121.37	1717.3	93.4	SI
33	MP-3162	1419.14	79.35	1339.79	94.41	SI
34	COD. 20	1815.41	120.16	1695.25	93.38	SI
35	COMUN	853.17	74.16	779.01	91.31	SI
36	MR	851.7	102.14	749.56	88.01	SI
37	MINERAL SECO	1784.95	117.54	1667.41	93.41	SI
38	SANTA ROSA	812.46	69.25	743.21	91.48	SI
39	SALMA	630.08	63.57	566.51	89.91	SI
40	VARA 1	1523.32	112.97	1410.35	92.58	SI
41	L-1 0097	1265.33	191.78	1073.55	84.84	NO
42	2022-C-1	1871.42	144.66	1726.76	92.27	SI
43	MINA EL MEDIOA L2	1416.5	177.89	1238.61	87.44	SI
44	MUESTRA 1-2874	1680.2	223	1457.2	86.73	SI
45	MUESTRA LOCAL	999.16	119.2	879.96	88.07	SI
46	L-1 60843	789.78	64.58	725.2	91.82	SI
47	VENTA	853.17	74.16	779.01	91.31	SI
48	AQ-FOR	769.64	184.6	585.04	76.01	NO
49	RS-421	1305.39	145.55	1159.84	88.85	SI
50	CHIMBOTE	1009.17	71.08	938.09	92.96	SI
51	MUESTRA PLOMO	1230.41	88.33	1142.08	92.82	SI
52	LOTE 45	1018.84	41.06	977.78	95.97	SI
53	BETA EL BRUJO	999.73	40.88	958.85	95.91	SI
54	FRENTE AL MOLINO	1028.77	81.1	947.67	92.12	SI
55	CX 9245 PIQUE	986.12	46.41	939.71	95.29	SI
56	ANGEL TARMA	1114.71	145.1	969.61	86.98	SI
57	ANGEL 46	1008.11	60.1	948.01	94.04	SI
58	VCH-HUMO	1381.82	154.16	1227.66	88.84	SI
59	238 PT 33.31	966.9	44.11	922.79	95.44	SI

ANEXO 02. Población de control de malla N° 10 ASTM – Chancado secundario

ID	Código	Peso (g)	Malla + N° 10 (g)	Malla - N° 10 (g)	Malla -10 %	Aceptación
1	BOLSA NARANJA	1054.94	128.6	926.34	87.81	SI
2	MINERAL	688.75	101.12	587.63	85.32	SI
3	COYOTE	984.59	97.26	887.33	90.12	SI
4	BATEA	1401.95	130.71	1271.24	90.68	SI
5	LADERAS	1804.05	188.15	1615.9	89.57	SI
6	LOTE 01	2082.4	177.89	1904.51	91.46	SI
7	RIO PAMPA	1989.19	73.51	1915.68	96.3	SI
8	MUESTRA HUARAZ	1412.72	71.53	1341.19	94.94	SI
9	HUARAZ ELOY	1529.47	63.57	1465.9	95.84	SI
10	MVD670006M	1228.57	64.58	1163.99	94.74	SI
11	AX-89	1208.11	74.16	1133.95	93.86	SI
12	PIEDRA MEDINA	1295.64	166.15	1129.49	87.18	SI
13	PI-CP-SHPP 16-06-21	1346.75	51.84	1294.91	96.15	SI
14	C-CP-SHPP 16-06-21	1426.38	69.14	1357.24	95.15	SI
15	JEVIMO S/M	945.05	48.6	896.45	94.86	SI
16	MUESTRA 1 NV-0	1324.13	131.33	1192.8	90.08	SI
17	MAX	1100	114.25	985.75	89.61	SI
18	MAMA ACHSU	1235.07	119.12	1115.95	90.36	SI
19	VIRGEN DEL ROSARIO	1321.56	80.61	1240.95	93.9	SI
20	ATACOCHA	1176.59	175.12	1001.47	85.12	SI
21	L-2	1416.39	141.21	1275.18	90.03	SI
22	A-105	1000.07	40.81	959.26	95.92	SI
23	HUARAZ	999.81	37.88	961.93	96.21	SI
24	CHINO 2	1010.2	35.77	974.43	96.46	SI
25	CAMPO	1210.11	66.11	1144	94.54	SI
26	2106104	998.88	48.51	950.37	95.14	SI
27	NIVEL QUINTO	1000.77	60.11	940.66	93.99	SI
28	GOMER 2	1025.83	38.6	987.23	96.24	SI
29	15100	1212.44	65.47	1146.97	94.6	SI
30	LOTE 01	1500.11	77.81	1422.3	94.81	SI
31	MUESTRA 3	928.44	76.98	851.46	91.71	SI
32	REJINA 1	827.96	45.75	782.21	94.47	SI
33	ESCORIAL	1261.54	151.58	1109.96	87.98	SI
34	QUISUAR	1405.1	178.75	1226.35	87.28	SI
35	BETA DORITA 0021	1023.51	38.59	984.92	96.23	SI
36	MUESTRA TANQUE	1030.85	150.32	880.53	85.42	SI
37	MUESTRA A0001	1075.35	22.64	1052.71	97.89	SI
38	16752	1025.01	84.61	940.4	91.75	SI
39	FRANK	1010.13	132.1	878.03	86.92	SI
40	LOTE 01	1018.75	56.39	962.36	94.46	SI
41	MUESTRA 1	1080.48	162.06	918.42	85	SI
42	C007711/3721002340	1055.57	214.75	840.82	79.66	NO
43	LOTE 2	1773.96	60.74	1713.22	96.58	SI
44	L1	1565.68	80.83	1484.85	94.84	SI
45	FRENTE - CHI 030	1268.6	89.65	1178.95	92.93	SI
46	DCAR	1283.62	115.14	1168.48	91.03	SI
47	TAYAPAMPA 1	936.29	224.05	712.24	76.07	NO
48	QUIO 6	1033.83	70.71	963.12	93.16	SI
49	MUESTRA ANTONIO	676	30.76	645.24	95.45	SI
50	TICTE MANTACOCHA	1994.49	47.96	1946.53	97.6	SI
51	BETA GRINGO	1593.5	65.99	1527.51	95.86	SI
52	LOTE 2791	2354.04	44.95	2309.09	98.09	SI
53	MINA OYON LABOR 1	2756.06	133.07	2622.99	95.17	SI
54	FOX	2337.86	103.07	2234.79	95.59	SI
55	TESTIGO 3720001156	2084.39	102.59	1981.8	95.08	SI
56	CANCHA	1958.3	527.3	1431	73.07	NO
57	MUESTR COMUN	1681.54	225.02	1456.52	86.62	SI
58	PONDEROSA	1670.5	85.4	1585.1	94.89	SI
59	CVI - JACOBI - 60	1496.62	152.59	1344.03	89.8	SI

ANEXO 03. Población de control de malla N° 140 ASTM – Pulverizado

ID	Código	Peso (g)	Malla + N° 140 (g)	Malla - N° 140 (g)	Malla - 140 %	Aceptación
1	LT 1	51.98	0.89	51.09	98.29	SI
2	LT2	52.68	1.04	51.64	98.03	SI
3	CODIGO 26	45.28	1.2	44.08	97.35	SI
4	CC	50.66	1.7	48.96	96.64	SI
5	3.721E+09	40.62	0.48	40.14	98.82	SI
6	PUNO	47.92	1.09	46.83	97.73	SI
7	MUESTRA PLATA	39.05	0.09	38.96	99.77	SI
8	GUSTAVO	24.3	0.23	24.07	99.05	SI
9	PLASTICO GA	40.41	0.84	39.57	97.92	SI
10	MP-14440	59.51	2.63	56.88	95.58	SI
11	MINERAL CANCHA	37.36	1.66	35.7	95.56	SI
12	MP-14413	47.76	1.43	46.33	97.01	SI
13	CU FAMET	40.74	1.21	39.53	97.03	SI
14	MALA	50.26	0.98	49.28	98.05	SI
15	MINERAL -LAVADO	62.15	1.65	60.5	97.35	SI
16	CM-4552	48.65	1.94	46.71	96.01	SI
17	PIMENTEL	114.59	0.7	113.89	99.39	SI
18	AQUINO	48.5	1.12	47.38	97.69	SI
19	A-2202034-035	53.82	0.98	52.84	98.18	SI
20	NICOLAS 1996	46.47	1.98	44.49	95.74	SI
21	MLP-578	49.8	3.04	46.76	93.9	NO
22	LOTE 01	43.36	0.7	42.66	98.39	SI
23	MVD 1325 02M	43.53	0.85	42.68	98.05	SI
24	COYOTE	57.81	0.66	57.15	98.86	SI
25	M-8	51.98	0.89	51.09	98.29	SI
26	WILMER	52.68	1.04	51.64	98.03	SI
27	CARRETERA M1	45.28	2.65	42.63	94.15	NO
28	MINERAL	50.66	1.7	48.96	96.64	SI
29	SILICE	40.62	0.48	40.14	98.82	SI
30	NI	47.92	1.09	46.83	97.73	SI
31	PLOMO H	39.05	2.94	36.11	92.47	NO
32	4C	24.3	0.23	24.07	99.05	SI
33	5S	40.41	0.84	39.57	97.92	SI
34	PUCARA	59.51	2.63	56.88	95.58	SI
35	MP-14469	37.36	1.66	35.7	95.56	SI
36	2C	41.08	1.13	39.95	97.25	SI
37	MINAS VIEJAS	38.14	0.63	37.51	98.35	SI
38	JOSE	27.15	0.245	26.91	99.1	SI
39	MP-14534	28.07	0.38	27.69	98.65	SI
40	FLORES ZN	44.84	1.08	43.76	97.59	SI
41	MUESTRA 01	45.63	1.29	44.34	97.17	SI
42	8477	43.56	0.32	43.24	99.27	SI
43	(H)	43.41	0.37	43.04	99.15	SI
44	4FN	47.2	1.64	45.56	96.53	SI
45	CILINDRO ROTO	43.34	0.23	43.11	99.47	SI
46	CRISOL 5	43.01	0.22	42.79	99.49	SI
47	4288	46.81	0.13	46.68	99.72	SI
48	4301	47.09	0.11	46.98	99.77	SI
49	VALLE	43.7	0.78	42.92	98.22	SI
50	ACCUERO	45.47	0.28	45.19	99.38	SI
51	CHACCOCHACCO	57.72	1.24	56.48	97.85	SI
52	CM-4561	30.17	0.78	29.39	97.41	SI
53	YIN	50.45	1.02	49.43	97.98	SI
54	LOTE I	95.42	0.41	95.01	99.57	SI
55	LOTE II	128.71	0.52	128.19	99.6	SI
56	ML	132.2	0.41	131.79	99.69	SI
57	PISO 1	152.7	0.75	151.95	99.51	SI
58	STEFANY	58.2	0.12	58.08	99.79	SI
59	MUESTRA Z	79.22	1.1	78.12	98.61	SI

ANEXO 04. Población de duplicado de grueso - Preparación mecánica

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desvia ción + 5%	Desvia ción - 5%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia	
1	AIZA	0.425	0.42	0.441	0.399	0.423	0.005	0.433	0.016
2	ROMERO	3.026	3.022	3.173	2.871	3.024	0.004	3.1	0.147
3	LOTE1	0.437	0.432	0.453	0.41	0.434	0.006	0.445	0.016
4	PISOII-III	0.895	0.882	0.926	0.837	0.888	0.014	0.91	0.03
5	JEFFERSON	1.528	1.538	1.615	1.461	1.533	0.01	1.571	0.087
6	ALCANTARA	2.02	2.066	2.169	1.963	2.043	0.046	2.095	0.149
7	LOTE 1	1.212	1.199	1.259	1.139	1.206	0.013	1.236	0.047
8	JHAIR	1.465	1.455	1.528	1.383	1.46	0.01	1.497	0.063
9	POL 5559	1.129	1.12	1.176	1.064	1.124	0.01	1.152	0.046
10	LOTE 2	0.647	0.641	0.673	0.609	0.644	0.006	0.66	0.026
11	MUESTRA -A	1.718	1.737	1.824	1.65	1.727	0.019	1.771	0.106
12	MLP-730	1.249	1.204	1.264	1.144	1.226	0.045	1.256	0.015
13	MLP-731	1.586	1.424	1.495	1.353	1.505	0.162	1.541	0.091
14	MG-863	0.216	0.217	0.228	0.206	0.217	0	0.222	0.011
15	MG-867	1.302	1.299	1.364	1.234	1.301	0.003	1.333	0.062
16	MG-870	0.182	0.211	0.221	0.2	0.196	0.028	0.202	0.039
17	MUESTRA PLOMO	2.171	2.061	2.164	1.958	2.116	0.11	2.168	0.007
18	M1	0.111	0.129	0.136	0.123	0.12	0.018	0.123	0.024
19	LOMADA	0.732	0.763	0.801	0.725	0.748	0.031	0.767	0.069
20	MUESTRA 1	0.539	0.543	0.571	0.516	0.541	0.004	0.555	0.032
21	44989	0.298	0.276	0.29	0.262	0.287	0.022	0.294	0.008
22	RUBIÑOS	0.069	0.066	0.07	0.063	0.068	0.003	0.069	0.001
23	104827	0.852	0.868	0.911	0.824	0.86	0.015	0.882	0.059
24	MUESTRA 1	0.408	0.422	0.443	0.401	0.415	0.014	0.426	0.035
25	MJ-0447-23	0.461	0.443	0.465	0.421	0.452	0.018	0.463	0.004
26	CONCENTRADO	0.888	0.889	0.934	0.845	0.889	0.002	0.911	0.046
27	HILMER	1.406	1.422	1.493	1.351	1.414	0.016	1.449	0.087
28	CONCENT. ROY	1.314	1.301	1.366	1.236	1.308	0.013	1.34	0.052
29	MUESTRA-A	0.024	0.021	0.022	0.02	0.023	0.003	0.023	0.001
30	JOSE2	0.157	0.151	0.159	0.144	0.154	0.006	0.158	0.002
31	MVD-2705-03-M	2.209	2.146	2.253	2.039	2.177	0.063	2.231	0.044
32	TAMBORAQUE	1.564	1.558	1.635	1.48	1.561	0.006	1.6	0.072
33	LOTE 10	0.766	0.754	0.791	0.716	0.76	0.013	0.779	0.025
34	WILLY	0.072	0.063	0.066	0.059	0.067	0.009	0.069	0.006
35	HARUMY	2.107	2.098	2.202	1.993	2.102	0.009	2.155	0.096
36	ACOBAMBA	1.195	1.213	1.274	1.153	1.204	0.018	1.235	0.079
37	MUESTRA CARBON	1.087	1.101	1.156	1.046	1.094	0.013	1.121	0.068
38	CABEZA 130T	0.785	0.78	0.819	0.741	0.783	0.005	0.802	0.034
39	EXGRUESO	1.608	1.615	1.695	1.534	1.611	0.007	1.651	0.088
40	MG-890	0.033	0.029	0.031	0.028	0.031	0.004	0.032	0.002

ANEXO 05. Población de duplicado de análisis de oro

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desvia ción + 5%	Desvia ción - 5%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia
1	RS-421	1.44	1.474	1.548	1.4	1.457	0.034	1.494 0.108
2	PM-334	9.496	9.667	10.15	9.184	9.581	0.171	9.823 0.655
3	MELVIN 1	6.847	7.027	7.379	6.676	6.937	0.18	7.113 0.531
4	TRUJILLO 2	3.017	3.428	3.599	3.257	3.222	0.411	3.308 0.583
5	TINO	0.446	0.431	0.453	0.41	0.439	0.014	0.449 0.007
6	CODIGO 1	4.114	4.148	4.355	3.94	4.131	0.034	4.234 0.242
7	MUESTRA 1	29.447	30.372	31.891	28.853	29.909	0.926	30.669 2.444
8	TEXC	29.721	28.927	30.373	27.48	29.324	0.794	30.047 0.652
9	LEO	5.93	5.828	6.119	5.536	5.879	0.103	6.025 0.189
10	MAURO	18.711	19.025	19.977	18.074	18.868	0.314	19.344 1.265
11	CE 5300	2.194	2.194	2.304	2.084	2.194	0	2.249 0.11
12	VENTE	6.068	5.859	6.152	5.566	5.963	0.209	6.11 0.084
13	NV BB1	7.782	7.741	8.128	7.354	7.761	0.04	7.955 0.347
14	COD. 44	4.559	4.799	5.039	4.559	4.679	0.24	4.799 0.48
15	COD. 02	3.634	3.291	3.455	3.126	3.462	0.343	3.545 0.178
16	238 PT33.31	16.009	15.852	16.644	15.059	15.93	0.157	16.327 0.636
17	ERD-215	4.388	4.491	4.715	4.266	4.439	0.103	4.552 0.327
18	01 EDUARDO	29.549	29.378	30.847	27.909	29.464	0.171	30.198 1.297
19	LORENZO	2.16	2.194	2.304	2.084	2.177	0.034	2.232 0.144
20	MUESTRA	2.974	3.085	3.239	2.931	3.03	0.111	3.107 0.266
21	GORIANTA COBRE	10.764	10.524	11.05	9.998	10.644	0.24	10.907 0.286
22	VANESSA COBRE	1.405	1.371	1.44	1.303	1.388	0.034	1.423 0.034
23	ETGO	1.128	1.166	1.224	1.107	1.147	0.037	1.176 0.095
24	E-1	3.017	2.908	3.054	2.763	2.962	0.109	3.035 0.037
25	ALEXANDER	6.033	5.965	6.263	5.666	5.999	0.069	6.148 0.23
26	SALMA	2.228	2.194	2.304	2.084	2.211	0.034	2.266 0.075
27	LOTE 08	22.179	22.488	23.612	21.363	22.333	0.309	22.896 1.433
28	MP-3031	13.438	12.821	13.462	12.18	13.129	0.617	13.45 0.024
29	LT 45	33.36	33.971	35.67	32.273	33.666	0.611	34.515 2.31
30	MLP - 240	2.742	2.914	3.059	2.768	2.828	0.171	2.901 0.317
31	PEXON	6.308	6.479	6.803	6.155	6.393	0.171	6.555 0.495
32	MP-3033	30.338	28.932	30.379	27.486	29.635	1.405	30.358 0.041
33	LMP-3	37.939	38.325	40.241	36.409	38.132	0.386	39.09 2.302
34	A-33	20.902	21.322	22.388	20.256	21.112	0.42	21.645 1.486
35	A-60	1.783	1.577	1.656	1.498	1.68	0.206	1.719 0.127
36	L-1	17.174	17.071	17.925	16.218	17.123	0.103	17.55 0.751
37	LOTE 1	3.45	3.241	3.403	3.079	3.346	0.209	3.427 0.047
38	PBS-45	5.518	5.314	5.58	5.048	5.416	0.204	5.549 0.062
39	PLOMO 2	1.545	1.471	1.545	1.397	1.508	0.074	1.545 0.001
40	R 182	6.4	6.541	6.868	6.214	6.471	0.141	6.634 0.468

ANEXO 06. Población de duplicado de análisis de plata

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desviación + 5%	Desviación - 5%	% RSD	Media	Dif. de ensayos	Línea de advertencia	
1	M-2 SULFUROS	87.345	86.077	91.712	82.978	1.034	86.711	1.268	88.863	3.036
2	M-3 PACAY	338.824	339.166	356.124	322.208	0.071	338.995	0.342	347.474	17.3
3	M-9 PACAY	118.403	119.74	125.727	113.753	0.794	119.072	1.337	122.065	7.324
4	11-06 SH	108.633	119.569	125.547	113.591	6.777	114.101	10.936	117.09	16.914
5	SUB M	256.894	258.711	271.647	245.775	0.498	257.803	1.817	264.27	14.753
6	CARAPONGO	356.855	374.235	392.947	355.523	3.362	365.545	17.38	374.901	36.092
7	2006016 LOTE 1	223.848	215.347	226.114	204.58	2.737	219.598	8.501	224.981	2.266
8	2006016 LOTE 2	253.192	253.055	265.708	240.402	0.038	253.124	0.137	259.45	12.516
9	CVI-20-044 B-1	388.667	391.101	410.656	371.546	0.441	389.884	2.434	399.662	21.989
10	ESCORIA	274.069	266.116	279.422	252.81	2.082	270.093	7.953	276.745	5.353
11	1 ENCIMA	282.501	281.473	295.547	267.399	0.258	281.987	1.028	289.024	13.046
12	RC 3848	532.643	492.329	516.945	467.713	5.562	512.486	40.314	524.794	15.698
13	MUESTRA AZUL	125.191	127.419	133.79	121.048	1.247	126.305	2.228	129.49	8.599
14	CRISPINO	221.277	223.06	234.213	211.907	0.567	222.169	1.783	227.745	12.936
15	MLP-280	117.718	118.986	124.935	113.037	0.758	118.352	1.268	121.327	7.217
16	PM-434	1203.674	1202.919	1263.065	1142.773	0.044	1203.297	0.755	1233.369	59.391
17	IRON - JUN - 09	84.603	73.359	77.027	69.691	10.067	78.981	11.244	80.815	7.576
18	MUESTRA 1	106.337	106.954	112.302	101.606	0.409	106.646	0.617	109.319	5.965
19	LOTE 01 DULCE	296.179	300.773	315.812	285.734	1.088	298.476	4.594	305.995	19.633
20	OP48-F#3-BO1	406.047	408.96	429.408	388.512	0.505	407.504	2.913	417.728	23.361
21	VERDE	500.934	501.105	526.16	476.05	0.024	501.02	0.171	513.547	25.226
22	PRUEBA 1-A	981.368	985.927	1035.223	936.631	0.328	983.648	4.559	1008.296	53.855
23	QUILLA	1034.33	1035.359	1087.127	983.591	0.07	1034.845	1.029	1060.728	52.797
24	MP-3867	181.753	181.958	191.056	172.86	0.08	181.856	0.205	186.404	9.303
25	ESP-JUN-6B	663.764	667.294	700.659	633.929	0.375	665.529	3.53	682.211	36.895
26	MUESTRA O.G.E.	186.483	177.57	186.449	168.692	3.462	182.027	8.913	186.466	0.035
27	ULCUMAYO # 1	1195.515	1169.702	1228.187	1111.217	1.543	1182.609	25.813	1211.851	32.672
28	SHUYHUA #2	149.221	148.707	156.142	141.272	0.244	148.964	0.514	152.682	6.921
29	PM-MIN.SULFURO	350.582	349.587	367.066	332.108	0.201	350.085	0.995	358.824	16.484
30	LOA	773.597	771.54	810.117	732.963	0.188	772.569	2.057	791.857	36.52
31	MALA	224.945	219.872	230.866	208.878	1.613	222.409	5.073	227.905	5.921
32	M6 - TM3	706.8	716.486	752.31	680.662	0.962	711.643	9.686	729.555	45.51
33	M7 - C	89.334	95.71	100.496	90.925	4.873	92.522	6.376	94.915	11.162
34	M8 - TM2	503.813	505.184	530.443	479.925	0.192	504.499	1.371	517.128	26.63
35	MUESTRA CU	443.138	442.486	464.61	420.362	0.104	442.812	0.652	453.874	21.472
36	2006030	170.234	169.857	178.35	161.364	0.157	170.046	0.377	174.292	8.116
37	600SC	105.574	104.874	110.118	99.63	0.47	105.224	0.7	107.846	4.544
38	#PALACIO	55.588	55.402	58.172	52.632	0.237	55.495	0.186	56.88	2.584
39	COCO 2	22.09	21.01	22.061	19.96	3.544	21.55	1.08	22.075	0.029
40	L3 MI	47.495	47.81	50.201	45.42	0.467	47.653	0.315	48.848	2.706

ANEXO 07. Población de duplicado - Determinación de oro en aleación de joyería de oro (bullion)

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desviación + 0.2%	Desviación - 0.2%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia
1	RS-421	98.61	98.56	98.76	98.36	98.59	0.05	98.684 0.147
2	PM-334	98.84	98.88	99.08	98.68	98.86	0.04	98.959 0.238
3	MELVIN 1	99.22	99.17	99.37	98.97	99.2	0.05	99.294 0.148
4	TRUJILLO 2	76.26	76.16	76.31	76.01	76.21	0.1	76.286 0.052
5	TINO	99.04	99.05	99.25	98.85	99.05	0.01	99.144 0.208
6	CODIGO 1	96.67	96.61	96.8	96.42	96.64	0.06	96.737 0.133
7	MUESTRA 1	91.82	91.76	91.94	91.58	91.79	0.06	91.882 0.124
8	MUESTRA 2	93.9	93.99	94.18	93.8	93.95	0.09	94.039 0.278
9	LEO	98.06	98.14	98.34	97.94	98.1	0.08	98.198 0.276
10	MAURO	91.71	91.79	91.97	91.61	91.75	0.08	91.842 0.264
11	CE 5300	91.12	91.05	91.23	90.87	91.09	0.07	91.176 0.112
12	VENTE	83.87	83.8	83.97	83.63	83.84	0.07	83.919 0.098
13	NV BB1	63.24	63.2	63.33	63.07	63.22	0.04	63.283 0.086
14	COD. 44	93.45	93.38	93.57	93.19	93.42	0.07	93.508 0.117
15	COD. 02	94.45	94.35	94.54	94.16	94.4	0.1	94.494 0.089
16	238 PT33.31	65.96	65.86	65.99	65.73	65.91	0.1	65.976 0.032
17	ERD-215	98.05	98.16	98.36	97.96	98.11	0.11	98.203 0.306
18	01 EDUARDO	97.52	98.5	98.7	98.3	98.01	0.98	98.109 1.177
19	LORENZO	98.6	98.54	98.74	98.34	98.57	0.06	98.669 0.137
20	MUESTRA	76.7	76.78	76.93	76.63	76.74	0.08	76.817 0.234
21	GORIANTA COBRE	98.35	98.46	98.66	98.26	98.41	0.11	98.503 0.307
22	VANESSA COBRE	89.37	89.27	89.45	89.09	89.32	0.1	89.409 0.079
23	ETGO	81.44	81.52	81.68	81.36	81.48	0.08	81.562 0.243
24	E-1	93.51	93.66	93.85	93.47	93.59	0.15	93.679 0.337
25	ALEXANDER	94.08	94.18	94.37	93.99	94.13	0.1	94.224 0.288
26	SALMA	36.18	35.82	35.89	35.75	36	0.36	36.036 0.288
27	LOTE 08	27.87	27.76	27.82	27.7	27.82	0.11	27.843 0.054
28	MP-3031	55.92	55.86	55.97	55.75	55.89	0.06	55.946 0.052
29	LT 45	99.26	99.36	99.56	99.16	99.31	0.1	99.409 0.299
30	MLP - 240	28	28.04	28.1	27.98	28.02	0.04	28.048 0.096
31	MLP - 241	33.24	33.08	33.15	33.01	33.16	0.16	33.193 0.094
32	MP-3033	94.17	94.03	94.22	93.84	94.1	0.14	94.194 0.048
33	MP-3034	97.97	97.71	97.91	97.51	97.84	0.26	97.938 0.065
34	A-33	83.8	83.8	83.97	83.63	83.8	0	83.884 0.168
35	A-34	99.35	99.46	99.66	99.26	99.41	0.11	99.504 0.309
36	L-1	98.11	98.06	98.26	97.86	98.09	0.05	98.183 0.146
37	REFISA	78.41	78.38	78.54	78.22	78.4	0.03	78.473 0.127
38	TELMO	71.01	71.11	71.25	70.97	71.06	0.1	71.131 0.242
39	FILOMENA	63.45	63.43	63.56	63.3	63.44	0.02	63.503 0.107
40	PEXON GAS	69.61	69.7	69.84	69.56	69.66	0.09	69.725 0.229

ANEXO 08. Población de duplicado de análisis de cobre

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desviación + 5%	Desviación - 5%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia
1	CAJATAMBO	10.192	10.24	10.752	9.728	10.216	0.048	10.472 0.56
2	MUESTREO	2.493	2.471	2.595	2.347	2.482	0.022	2.544 0.102
3	MP-118523	0.811	0.814	0.855	0.773	0.813	0.003	0.833 0.044
4	20506	1.745	1.716	1.802	1.63	1.731	0.029	1.773 0.057
5	RELAVE	0.635	0.614	0.645	0.583	0.625	0.021	0.64 0.01
6	PLATA CENTRO	2.406	2.485	2.609	2.361	2.446	0.079	2.508 0.203
7	LOTE 1	0.107	0.111	0.117	0.105	0.109	0.004	0.112 0.01
8	PI-1126	4.111	4.067	4.27	3.864	4.089	0.044	4.191 0.159
9	CENIZA DE ZN	3.167	3.209	3.369	3.049	3.188	0.042	3.268 0.202
10	RESIDUOS	0.596	0.61	0.641	0.58	0.603	0.014	0.618 0.045
11	COBRE H	0.905	0.915	0.961	0.869	0.91	0.01	0.933 0.056
12	M N°1 RIO	3.648	3.793	3.983	3.603	3.721	0.145	3.815 0.335
13	A2204018	1.305	1.339	1.406	1.272	1.322	0.034	1.355 0.101
14	ENCISO 2266	1.101	1.152	1.21	1.094	1.127	0.051	1.155 0.109
15	PB 2.385	4.269	4.33	4.547	4.114	4.3	0.061	4.408 0.278
16	#1	0.383	0.365	0.383	0.347	0.374	0.018	0.383 0
17	#ALCANTARA	0.566	0.589	0.618	0.56	0.578	0.023	0.592 0.052
18	#CHATO	4.992	5.087	5.341	4.833	5.04	0.095	5.167 0.349
19	#LEO	0.869	0.871	0.914	0.827	0.87	0.002	0.892 0.045
20	20606	1.728	1.684	1.768	1.6	1.706	0.044	1.748 0.04
21	FAMET V3	0.548	0.562	0.59	0.534	0.555	0.014	0.569 0.042
22	CONCENTRADO CU	3.806	3.938	4.135	3.741	3.872	0.132	3.97 0.329
23	MINERAL	0.751	0.769	0.808	0.731	0.76	0.018	0.779 0.057
24	FAMET LOAT 6/4/22	0.054	0.05	0.053	0.048	0.052	0.004	0.053 0.001
25	INQUISICION 2	0.695	0.705	0.74	0.67	0.7	0.01	0.718 0.045
26	OXIDO CASCO	0.442	0.437	0.459	0.415	0.44	0.005	0.45 0.017
27	COYOTE	1.568	1.524	1.6	1.448	1.546	0.044	1.584 0.032
28	S.M. PARAC 02	1.504	1.449	1.521	1.377	1.477	0.055	1.513 0.017
29	PLATA PARED	1.364	1.408	1.478	1.338	1.386	0.044	1.421 0.114
30	PM-1525	4.535	4.416	4.637	4.195	4.476	0.119	4.586 0.102
31	MUESTRA 01	0.589	0.573	0.602	0.544	0.581	0.016	0.595 0.013
32	RIO PAMPA	0.985	0.926	0.972	0.88	0.956	0.059	0.979 0.013
33	LUIS	0.189	0.214	0.225	0.203	0.202	0.025	0.207 0.036
34	PAMPUTA MARTIN	1.042	1.001	1.051	0.951	1.022	0.041	1.047 0.009
35	BOLSA BLANCA	3.087	2.987	3.136	2.838	3.037	0.1	3.112 0.049
36	CABLE LUPE	2.051	2.096	2.201	1.991	2.074	0.045	2.126 0.15
37	JOEL IRA°	3.451	3.224	3.385	3.063	3.338	0.227	3.418 0.066
38	N-1 F. ANCHO	0.663	0.681	0.715	0.647	0.672	0.018	0.689 0.052
39	HUARMEY 1	0.702	0.697	0.732	0.662	0.7	0.005	0.717 0.03
40	3.722E+09	0.105	0.103	0.108	0.098	0.104	0.002	0.107 0.003

ANEXO 09. Población de duplicado de análisis de plomo

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desviación + 5%	Desviación - 5%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia
1	V-1	1.578	1.601	1.681	1.521	1.59	0.023	1.63 0.103
2	MUESTRA KI	1.318	1.284	1.348	1.22	1.301	0.034	1.333 0.03
3	M-1-GRUESO VAT-LADO	4.043	4.005	4.205	3.805	4.024	0.038	4.124 0.162
4	M-1 VASO	0.258	0.217	0.228	0.206	0.238	0.041	0.243 0.03
5	R	1.265	1.315	1.381	1.249	1.29	0.05	1.323 0.116
6	SURCO 2	6.485	6.504	6.829	6.179	6.495	0.019	6.657 0.344
7	MUESTRA #1	1.364	1.398	1.468	1.328	1.381	0.034	1.416 0.104
8	PLOMO LT-02	1.201	1.224	1.285	1.163	1.213	0.023	1.243 0.084
9	LOTE 2	2.908	2.97	3.119	2.822	2.939	0.062	3.013 0.211
10	PM-1552	4.558	4.711	4.947	4.475	4.635	0.153	4.752 0.389
11	PI-1143	3.176	3.276	3.44	3.112	3.226	0.1	3.308 0.264
12	SATURNO	7.741	7.897	8.292	7.502	7.819	0.156	8.016 0.551
13	M2M- P001 L-2	1.43	1.453	1.526	1.38	1.442	0.023	1.478 0.096
14	HUARAL 2	0.172	0.161	0.169	0.153	0.167	0.011	0.171 0.003
15	ML	1.401	1.352	1.42	1.284	1.377	0.049	1.41 0.019
16	3.722E+09	5.468	5.541	5.818	5.264	5.505	0.073	5.643 0.35
17	ELOY - HUARAZ	2.984	3.013	3.164	2.862	2.999	0.029	3.074 0.18
18	BOLSA AZUL 1-50	1.383	1.412	1.483	1.341	1.398	0.029	1.433 0.1
19	CANTA LOTE 1	1.117	1.091	1.146	1.036	1.104	0.026	1.131 0.029
20	REMUESTREO PI-1145	4.611	4.755	4.993	4.517	4.683	0.144	4.802 0.382
21	PANISO MACAMOROS	2.309	2.212	2.323	2.101	2.26	0.096	2.316 0.014
22	162069	1.116	1.105	1.16	1.05	1.11	0.011	1.138 0.045
23	VETA 1 CHARCO	2.944	2.887	3.031	2.743	2.916	0.057	2.988 0.087
24	MUESTRA ZINC CENTRO	2.147	2.203	2.313	2.093	2.175	0.056	2.23 0.166
25	BOLSA NEGRA 2-140	1.595	1.482	1.556	1.408	1.539	0.113	1.576 0.039
26	REMUESTREO PI-1149	0.124	0.116	0.122	0.11	0.12	0.008	0.123 0.002
27	M1	0.746	0.783	0.822	0.744	0.764	0.037	0.784 0.077
28	M1 P BETA 25 CM	3.632	3.736	3.923	3.549	3.684	0.104	3.777 0.291
29	CU FAMET	2.125	2.276	2.39	2.162	2.201	0.151	2.257 0.265
30	BLENDING	0.289	0.289	0.303	0.275	0.289	0	0.296 0.014
31	SCORPION	1.177	1.205	1.265	1.145	1.191	0.028	1.221 0.089
32	PM 1565 (B)	3.782	3.912	4.108	3.716	3.847	0.13	3.945 0.326
33	CRIA B-4	1.09	1.082	1.136	1.028	1.086	0.008	1.113 0.046
34	16279	2.276	2.3	2.415	2.185	2.288	0.024	2.346 0.139
35	MUESTRA #1816	3.783	3.761	3.949	3.573	3.772	0.022	3.866 0.167
36	LO	1.27	1.29	1.355	1.226	1.28	0.02	1.312 0.084
37	PIQUE 1 - B	5.154	5.084	5.338	4.83	5.119	0.07	5.246 0.184
38	CANCHA	0.878	0.861	0.904	0.818	0.869	0.017	0.891 0.026
39	CHANI	3.435	3.558	3.736	3.38	3.497	0.123	3.585 0.3
40	COIMFA L-2	3.075	3.001	3.151	2.851	3.038	0.074	3.113 0.076

ANEXO 10. Población de duplicado de análisis de zinc

ID	Código	Ensayo	Duplicado	Desvia ción + 5%	Desvia ción - 5%	Media	Diferencia de ensayos	Línea de advertencia	
1	MUESTRA 01	4.257	4.194	4.403	3.984	4.225	0.063	4.33	0.147
2	DEME/B	0.104	0.125	0.131	0.119	0.115	0.021	0.118	0.027
3	ZINC BIG BAG	0.107	0.101	0.106	0.096	0.104	0.007	0.107	0.002
4	COCHE 3,4	1.044	1.051	1.103	0.998	1.047	0.007	1.073	0.059
5	PERCY/SECO	2.601	2.581	2.71	2.452	2.591	0.02	2.656	0.109
6	CAMPAÑA 5	1.394	1.443	1.515	1.371	1.418	0.049	1.454	0.121
7	PM-1601	0.282	0.308	0.324	0.293	0.295	0.027	0.303	0.042
8	LEY DE CABEZA	0.231	0.225	0.236	0.214	0.228	0.006	0.234	0.005
9	SECO	3.37	3.49	3.665	3.316	3.43	0.12	3.517	0.295
10	4870	0.181	0.176	0.184	0.167	0.178	0.005	0.182	0.004
11	LOTE MARCOS	0.215	0.214	0.224	0.203	0.215	0.002	0.22	0.009
12	POLIMETALICO	0.825	0.827	0.869	0.786	0.826	0.002	0.847	0.044
13	MP-16582	4.492	4.383	4.602	4.164	4.437	0.109	4.547	0.11
14	COCHE 410	2.388	2.427	2.549	2.306	2.408	0.039	2.468	0.161
15	COCHE 460	2.211	2.234	2.346	2.122	2.223	0.023	2.278	0.135
16	NAZCA	3.267	3.311	3.477	3.145	3.289	0.044	3.372	0.21
17	LOTE SECO	0.497	0.478	0.501	0.454	0.487	0.02	0.499	0.004
18	BMK-826	0.212	0.218	0.229	0.207	0.215	0.006	0.22	0.017
19	C2T-793	1.625	1.623	1.704	1.542	1.624	0.002	1.665	0.079
20	PI-1177	1.161	1.245	1.307	1.183	1.203	0.084	1.234	0.146
21	RELAVE	0.64	0.643	0.675	0.611	0.642	0.003	0.658	0.035
22	CMF-794	0.806	0.821	0.862	0.78	0.814	0.015	0.834	0.056
23	X-01	0.276	0.281	0.295	0.267	0.279	0.005	0.286	0.019
24	SAN ANTONIO 03	3.684	3.554	3.732	3.376	3.619	0.13	3.708	0.048
25	MUESTREO	1.458	1.44	1.512	1.368	1.449	0.018	1.485	0.054
26	2.922E+09	4.024	3.904	4.099	3.709	3.964	0.12	4.062	0.075
27	BOLSA NEGRA	3.579	3.606	3.786	3.426	3.593	0.027	3.683	0.207
28	MUESTRA ZINC	2.708	2.72	2.856	2.584	2.714	0.012	2.782	0.148
29	PRUEBA 07/22 ZN	3.61	3.597	3.777	3.417	3.604	0.013	3.693	0.167
30	MLP-615 MLP-628	1.972	1.961	2.059	1.863	1.967	0.011	2.016	0.087
31	MLP-627	1.248	1.361	1.429	1.293	1.305	0.113	1.339	0.181
32	SULFURO	0.413	0.406	0.426	0.385	0.409	0.007	0.419	0.013
33	BELLA AUSTRAL 3	0.958	0.92	0.966	0.874	0.939	0.038	0.962	0.008
34	TRINIDAD	1.994	1.983	2.082	1.884	1.989	0.011	2.038	0.088
35	C - 422	2.084	2.154	2.262	2.046	2.119	0.07	2.173	0.178
36	LODO DE STCTC	2.568	2.523	2.649	2.397	2.546	0.045	2.609	0.081
37	GRAMADAL	0.776	0.787	0.827	0.748	0.782	0.011	0.801	0.051
38	MUESTRA H	1.563	1.649	1.731	1.567	1.606	0.086	1.647	0.168
39	M-L. RUBEN	4.808	4.844	5.086	4.602	4.826	0.036	4.947	0.278
40	DESCARGA 1	1.695	1.805	1.895	1.715	1.75	0.11	1.795	0.2

ANEXO 11. Población de material de referencia interna de oro por ensayo al fuego

Media MRI		10.482 g/Tm				
Desviación estándar		0.155				
ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	10.482	10.385	10.173	10.791	10.019	10.946
2	10.482	10.556	10.173	10.791	10.019	10.946
3	10.482	10.388	10.173	10.791	10.019	10.946
4	10.482	10.441	10.173	10.791	10.019	10.946
5	10.482	10.311	10.173	10.791	10.019	10.946
6	10.482	10.48	10.173	10.791	10.019	10.946
7	10.482	10.412	10.173	10.791	10.019	10.946
8	10.482	10.686	10.173	10.791	10.019	10.946
9	10.482	10.585	10.173	10.791	10.019	10.946
10	10.482	10.48	10.173	10.791	10.019	10.946
11	10.482	10.054	10.173	10.791	10.019	10.946
12	10.482	10.452	10.173	10.791	10.019	10.946
13	10.482	10.51	10.173	10.791	10.019	10.946
14	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
15	10.482	10.575	10.173	10.791	10.019	10.946
16	10.482	10.387	10.173	10.791	10.019	10.946
17	10.482	10.385	10.173	10.791	10.019	10.946
18	10.482	10.482	10.173	10.791	10.019	10.946
19	10.482	10.535	10.173	10.791	10.019	10.946
20	10.482	10.515	10.173	10.791	10.019	10.946
21	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
22	10.482	10.311	10.173	10.791	10.019	10.946
23	10.482	10.472	10.173	10.791	10.019	10.946
24	10.482	10.579	10.173	10.791	10.019	10.946
25	10.482	10.412	10.173	10.791	10.019	10.946
26	10.482	10.454	10.173	10.791	10.019	10.946
27	10.482	10.114	10.173	10.791	10.019	10.946
28	10.482	10.682	10.173	10.791	10.019	10.946
29	10.482	10.561	10.173	10.791	10.019	10.946
30	10.482	10.391	10.173	10.791	10.019	10.946
31	10.482	10.585	10.173	10.791	10.019	10.946
32	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
33	10.482	10.482	10.173	10.791	10.019	10.946
34	10.482	10.404	10.173	10.791	10.019	10.946
35	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
36	10.482	10.505	10.173	10.791	10.019	10.946
37	10.482	10.482	10.173	10.791	10.019	10.946
38	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
39	10.482	10.392	10.173	10.791	10.019	10.946
40	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
41	10.482	10.517	10.173	10.791	10.019	10.946
42	10.482	10.434	10.173	10.791	10.019	10.946
43	10.482	10.505	10.173	10.791	10.019	10.946
44	10.482	10.414	10.173	10.791	10.019	10.946
45	10.482	10.116	10.173	10.791	10.019	10.946
46	10.482	10.781	10.173	10.791	10.019	10.946
47	10.482	10.545	10.173	10.791	10.019	10.946
48	10.482	10.354	10.173	10.791	10.019	10.946
49	10.482	10.333	10.173	10.791	10.019	10.946
50	10.482	10.458	10.173	10.791	10.019	10.946
51	10.482	10.407	10.173	10.791	10.019	10.946
52	10.482	10.38	10.173	10.791	10.019	10.946
53	10.482	10.454	10.173	10.791	10.019	10.946

ANEXO 12. Población de material de referencia de plata por ensayo al fuego

	Media MRI	278 g/Tm				
	Desviación estándar	2.500				
ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	278	277.478	273	283	270.5	285.5
2	278	283.15	273	283	270.5	285.5
3	278	277.275	273	283	270.5	285.5
4	278	278.409	273	283	270.5	285.5
5	278	277.579	273	283	270.5	285.5
6	278	277.936	273	283	270.5	285.5
7	278	278.34	273	283	270.5	285.5
8	278	278.007	273	283	270.5	285.5
9	278	280.064	273	283	270.5	285.5
10	278	277.149	273	283	270.5	285.5
11	278	278.579	273	283	270.5	285.5
12	278	278.007	273	283	270.5	285.5
13	278	277.143	273	283	270.5	285.5
14	278	276.534	273	283	270.5	285.5
15	278	278.064	273	283	270.5	285.5
16	278	278.05	273	283	270.5	285.5
17	278	277.064	273	283	270.5	285.5
18	278	278.007	273	283	270.5	285.5
19	278	276.064	273	283	270.5	285.5
20	278	278.69	273	283	270.5	285.5
21	278	276.429	273	283	270.5	285.5
22	278	276.566	273	283	270.5	285.5
23	278	278.007	273	283	270.5	285.5
24	278	276.064	273	283	270.5	285.5
25	278	276.636	273	283	270.5	285.5
26	278	277.149	273	283	270.5	285.5
27	278	271.236	273	283	270.5	285.5
28	278	277.516	273	283	270.5	285.5
29	278	278.064	273	283	270.5	285.5
30	278	274.579	273	283	270.5	285.5
31	278	276.064	273	283	270.5	285.5
32	278	276.636	273	283	270.5	285.5
33	278	278.007	273	283	270.5	285.5
34	278	276.636	273	283	270.5	285.5
35	278	277.636	273	283	270.5	285.5
36	278	277.064	273	283	270.5	285.5
37	278	278.007	273	283	270.5	285.5
38	278	276.636	273	283	270.5	285.5
39	278	278.007	273	283	270.5	285.5
40	278	276.636	273	283	270.5	285.5
41	278	276.512	273	283	270.5	285.5
42	278	274.544	273	283	270.5	285.5
43	278	276.942	273	283	270.5	285.5
44	278	276.466	273	283	270.5	285.5
45	278	276.636	273	283	270.5	285.5
46	278	280.064	273	283	270.5	285.5
47	278	277.845	273	283	270.5	285.5
48	278	276.636	273	283	270.5	285.5
49	278	278.007	273	283	270.5	285.5
50	278	276.636	273	283	270.5	285.5
51	278	274.236	273	283	270.5	285.5
52	278	277.007	273	283	270.5	285.5
53	278	277.44	273	283	270.5	285.5

ANEXO 13. Población de material de referencia certificada de oro por ensayo al fuego

Media MRC	42.96 g/Tm
Desviación estándar	0.900

ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	42.96	42.945	41.16	44.76	40.26	45.66
2	42.96	42.485	41.16	44.76	40.26	45.66
3	42.96	43.643	41.16	44.76	40.26	45.66
4	42.96	42.933	41.16	44.76	40.26	45.66
5	42.96	43.406	41.16	44.76	40.26	45.66
6	42.96	43.163	41.16	44.76	40.26	45.66
7	42.96	42.902	41.16	44.76	40.26	45.66
8	42.96	42.835	41.16	44.76	40.26	45.66
9	42.96	41.792	41.16	44.76	40.26	45.66
10	42.96	43.135	41.16	44.76	40.26	45.66
11	42.96	43.406	41.16	44.76	40.26	45.66
12	42.96	42.835	41.16	44.76	40.26	45.66
13	42.96	42.991	41.16	44.76	40.26	45.66
14	42.96	43.143	41.16	44.76	40.26	45.66
15	42.96	42.912	41.16	44.76	40.26	45.66
16	42.96	42.92	41.16	44.76	40.26	45.66
17	42.96	43.292	41.16	44.76	40.26	45.66
18	42.96	42.835	41.16	44.76	40.26	45.66
19	42.96	42.892	41.16	44.76	40.26	45.66
20	42.96	42.959	41.16	44.76	40.26	45.66
21	42.96	43.163	41.16	44.76	40.26	45.66
22	42.96	43.056	41.16	44.76	40.26	45.66
23	42.96	42.885	41.16	44.76	40.26	45.66
24	42.96	43.292	41.16	44.76	40.26	45.66
25	42.96	42.883	41.16	44.76	40.26	45.66
26	42.96	42.053	41.16	44.76	40.26	45.66
27	42.96	42.863	41.16	44.76	40.26	45.66
28	42.96	42.992	41.16	44.76	40.26	45.66
29	42.96	42.598	41.16	44.76	40.26	45.66
30	42.96	43.006	41.16	44.76	40.26	45.66
31	42.96	42.992	41.16	44.76	40.26	45.66
32	42.96	43.263	41.16	44.76	40.26	45.66
33	42.96	42.733	41.16	44.76	40.26	45.66
34	42.96	43.173	41.16	44.76	40.26	45.66
35	42.96	43.541	41.16	44.76	40.26	45.66
36	42.96	41.992	41.16	44.76	40.26	45.66
37	42.96	42.805	41.16	44.76	40.26	45.66
38	42.96	43.511	41.16	44.76	40.26	45.66
39	42.96	42.88	41.16	44.76	40.26	45.66
40	42.96	43.224	41.16	44.76	40.26	45.66
41	42.96	41.992	41.16	44.76	40.26	45.66
42	42.96	42.92	41.16	44.76	40.26	45.66
43	42.96	42.572	41.16	44.76	40.26	45.66
44	42.96	43.063	41.16	44.76	40.26	45.66
45	42.96	43.313	41.16	44.76	40.26	45.66
46	42.96	41.295	41.16	44.76	40.26	45.66
47	42.96	40.392	41.16	44.76	40.26	45.66
48	42.96	43.547	41.16	44.76	40.26	45.66
49	42.96	42.875	41.16	44.76	40.26	45.66
50	42.96	43.363	41.16	44.76	40.26	45.66
51	42.96	42.541	41.16	44.76	40.26	45.66
52	42.96	42.877	41.16	44.76	40.26	45.66
53	42.96	43.26	41.16	44.76	40.26	45.66

ANEXO 14. Población de material de referencia interna de cobre

Media MRI	0.366 %
Desviación estándar	0.0045

ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
2	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
3	0.366	0.37	0.357	0.375	0.353	0.38
4	0.366	0.368	0.357	0.375	0.353	0.38
5	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
6	0.366	0.365	0.357	0.375	0.353	0.38
7	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
8	0.366	0.362	0.357	0.375	0.353	0.38
9	0.366	0.369	0.357	0.375	0.353	0.38
10	0.366	0.365	0.357	0.375	0.353	0.38
11	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
12	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
13	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
14	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
15	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
16	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
17	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
18	0.366	0.362	0.357	0.375	0.353	0.38
19	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
20	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
21	0.366	0.369	0.357	0.375	0.353	0.38
22	0.366	0.363	0.357	0.375	0.353	0.38
23	0.366	0.369	0.357	0.375	0.353	0.38
24	0.366	0.37	0.357	0.375	0.353	0.38
25	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
26	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
27	0.366	0.365	0.357	0.375	0.353	0.38
28	0.366	0.368	0.357	0.375	0.353	0.38
29	0.366	0.356	0.357	0.375	0.353	0.38
30	0.366	0.371	0.357	0.375	0.353	0.38
31	0.366	0.365	0.357	0.375	0.353	0.38
32	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
33	0.366	0.369	0.357	0.375	0.353	0.38
34	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
35	0.366	0.365	0.357	0.375	0.353	0.38
36	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
37	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
38	0.366	0.368	0.357	0.375	0.353	0.38
39	0.366	0.369	0.357	0.375	0.353	0.38
40	0.366	0.368	0.357	0.375	0.353	0.38
41	0.366	0.358	0.357	0.375	0.353	0.38
42	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
43	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38
44	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
45	0.366	0.367	0.357	0.375	0.353	0.38
46	0.366	0.354	0.357	0.375	0.353	0.38
47	0.366	0.368	0.357	0.375	0.353	0.38
48	0.366	0.37	0.357	0.375	0.353	0.38
49	0.366	0.366	0.357	0.375	0.353	0.38
50	0.366	0.364	0.357	0.375	0.353	0.38

ANEXO 15. Población de material de referencia interna de plomo

Media MRI	2.420 %
Desviación estándar	0.040

ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	2.42	2.401	2.34	2.5	2.3	2.54
2	2.42	2.45	2.34	2.5	2.3	2.54
3	2.42	2.412	2.34	2.5	2.3	2.54
4	2.42	2.412	2.34	2.5	2.3	2.54
5	2.42	2.44	2.34	2.5	2.3	2.54
6	2.42	2.408	2.34	2.5	2.3	2.54
7	2.42	2.425	2.34	2.5	2.3	2.54
8	2.42	2.435	2.34	2.5	2.3	2.54
9	2.42	2.426	2.34	2.5	2.3	2.54
10	2.42	2.406	2.34	2.5	2.3	2.54
11	2.42	2.457	2.34	2.5	2.3	2.54
12	2.42	2.435	2.34	2.5	2.3	2.54
13	2.42	2.442	2.34	2.5	2.3	2.54
14	2.42	2.397	2.34	2.5	2.3	2.54
15	2.42	2.453	2.34	2.5	2.3	2.54
16	2.42	2.428	2.34	2.5	2.3	2.54
17	2.42	2.421	2.34	2.5	2.3	2.54
18	2.42	2.429	2.34	2.5	2.3	2.54
19	2.42	2.402	2.34	2.5	2.3	2.54
20	2.42	2.427	2.34	2.5	2.3	2.54
21	2.42	2.418	2.34	2.5	2.3	2.54
22	2.42	2.415	2.34	2.5	2.3	2.54
23	2.42	2.398	2.34	2.5	2.3	2.54
24	2.42	2.52	2.34	2.5	2.3	2.54
25	2.42	2.37	2.34	2.5	2.3	2.54
26	2.42	2.42	2.34	2.5	2.3	2.54
27	2.42	2.433	2.34	2.5	2.3	2.54
28	2.42	2.417	2.34	2.5	2.3	2.54
29	2.42	2.416	2.34	2.5	2.3	2.54
30	2.42	2.441	2.34	2.5	2.3	2.54
31	2.42	2.449	2.34	2.5	2.3	2.54
32	2.42	2.451	2.34	2.5	2.3	2.54
33	2.42	2.4	2.34	2.5	2.3	2.54
34	2.42	2.414	2.34	2.5	2.3	2.54
35	2.42	2.43	2.34	2.5	2.3	2.54
36	2.42	2.425	2.34	2.5	2.3	2.54
37	2.42	2.471	2.34	2.5	2.3	2.54
38	2.42	2.418	2.34	2.5	2.3	2.54
39	2.42	2.433	2.34	2.5	2.3	2.54
40	2.42	2.374	2.34	2.5	2.3	2.54
41	2.42	2.451	2.34	2.5	2.3	2.54
42	2.42	2.437	2.34	2.5	2.3	2.54
43	2.42	2.423	2.34	2.5	2.3	2.54
44	2.42	2.415	2.34	2.5	2.3	2.54
45	2.42	2.408	2.34	2.5	2.3	2.54
46	2.42	2.42	2.34	2.5	2.3	2.54
47	2.42	2.433	2.34	2.5	2.3	2.54
48	2.42	2.397	2.34	2.5	2.3	2.54
49	2.42	2.406	2.34	2.5	2.3	2.54
50	2.42	2.42	2.34	2.5	2.3	2.54

ANEXO 16. Población de material de referencia interna de zinc

	Media MRI	3.140 %				
	Desviación estándar	0.050				
ID	Media MRI	Valor práctico MRI	Línea de advertencia inferior (2SD)	Línea de advertencia superior (2SD)	Línea de acción inferior (3SD)	Línea de acción superior (3SD)
1	3.14	3.142	3.04	3.24	2.99	3.29
2	3.14	3.154	3.04	3.24	2.99	3.29
3	3.14	3.215	3.04	3.24	2.99	3.29
4	3.14	3.135	3.04	3.24	2.99	3.29
5	3.14	3.137	3.04	3.24	2.99	3.29
6	3.14	3.142	3.04	3.24	2.99	3.29
7	3.14	3.14	3.04	3.24	2.99	3.29
8	3.14	3.117	3.04	3.24	2.99	3.29
9	3.14	3.137	3.04	3.24	2.99	3.29
10	3.14	3.144	3.04	3.24	2.99	3.29
11	3.14	3.119	3.04	3.24	2.99	3.29
12	3.14	3.128	3.04	3.24	2.99	3.29
13	3.14	3.21	3.04	3.24	2.99	3.29
14	3.14	3.127	3.04	3.24	2.99	3.29
15	3.14	3.135	3.04	3.24	2.99	3.29
16	3.14	3.146	3.04	3.24	2.99	3.29
17	3.14	3.124	3.04	3.24	2.99	3.29
18	3.14	3.133	3.04	3.24	2.99	3.29
19	3.14	3.144	3.04	3.24	2.99	3.29
20	3.14	3.18	3.04	3.24	2.99	3.29
21	3.14	3.176	3.04	3.24	2.99	3.29
22	3.14	3.145	3.04	3.24	2.99	3.29
23	3.14	3.149	3.04	3.24	2.99	3.29
24	3.14	3.16	3.04	3.24	2.99	3.29
25	3.14	3.137	3.04	3.24	2.99	3.29
26	3.14	3.146	3.04	3.24	2.99	3.29
27	3.14	3.129	3.04	3.24	2.99	3.29
28	3.14	3.201	3.04	3.24	2.99	3.29
29	3.14	3.122	3.04	3.24	2.99	3.29
30	3.14	3.098	3.04	3.24	2.99	3.29
31	3.14	3.157	3.04	3.24	2.99	3.29
32	3.14	3.106	3.04	3.24	2.99	3.29
33	3.14	3.115	3.04	3.24	2.99	3.29
34	3.14	3.139	3.04	3.24	2.99	3.29
35	3.14	3.188	3.04	3.24	2.99	3.29
36	3.14	3.173	3.04	3.24	2.99	3.29
37	3.14	3.129	3.04	3.24	2.99	3.29
38	3.14	3.148	3.04	3.24	2.99	3.29
39	3.14	3.138	3.04	3.24	2.99	3.29
40	3.14	3.172	3.04	3.24	2.99	3.29
41	3.14	3.151	3.04	3.24	2.99	3.29
42	3.14	3.183	3.04	3.24	2.99	3.29
43	3.14	3.142	3.04	3.24	2.99	3.29
44	3.14	3.155	3.04	3.24	2.99	3.29
45	3.14	3.134	3.04	3.24	2.99	3.29
46	3.14	3.139	3.04	3.24	2.99	3.29
47	3.14	3.127	3.04	3.24	2.99	3.29
48	3.14	3.14	3.04	3.24	2.99	3.29
49	3.14	3.145	3.04	3.24	2.99	3.29
50	3.14	3.136	3.04	3.24	2.99	3.29

ANEXO 17. Población de blancos de proceso

Límite de detección del método	0.002 %
--------------------------------	---------

ID	Muestra blanco de grueso práctico	Línea de advertencia	Línea de acción
1	0.000	0.002	0.006
2	0.000	0.002	0.006
3	0.000	0.002	0.006
4	0.002	0.002	0.006
5	0.000	0.002	0.006
6	0.003	0.002	0.006
7	0.000	0.002	0.006
8	0.000	0.002	0.006
9	0.006	0.002	0.006
10	0.000	0.002	0.006
11	0.002	0.002	0.006
12	0.000	0.002	0.006
13	0.000	0.002	0.006
14	0.000	0.002	0.006
15	0.000	0.002	0.006
16	0.000	0.002	0.006
17	0.000	0.002	0.006
18	0.000	0.002	0.006
19	0.002	0.002	0.006
20	0.000	0.002	0.006
21	0.000	0.002	0.006
22	0.000	0.002	0.006
23	0.006	0.002	0.006
24	0.002	0.002	0.006
25	0.000	0.002	0.006
26	0.000	0.002	0.006
27	0.002	0.002	0.006
28	0.000	0.002	0.006
29	0.000	0.002	0.006
30	0.004	0.002	0.006

ANEXO 18. Preparación mecánica de muestras geológicas

1. OBJETIVO

Preparación mecánica de muestras de geológicas, cumpliendo con los estándares y parámetros establecidos en este documento.

2. ALCANCE

Desde la recepción de la muestra hasta el envío de resultado.

3. REFERENCIAS LEGALES Y/O NORMAS

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP 122.013:1974 (revisado 2017) Método de muestreo y preparación de la muestra para los ensayos químicos y de humedad

4. DEFINICIONES

Muestreo: Obtención de una muestra del objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento.

Homogenizar: Proceso por el que se hace que una mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia.

Secado: proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco.

Pulverizado: Proceso de reducción, por medios mecánicos, del tamaño de las partículas de sólidos.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio:

- Garantizar la ejecución de este procedimiento.
- Responsable del control de calidad de los resultados y envío de resultado.

Preparación Mecánica:

- Responsable de realizar correctamente el ensayo, cumpliendo los parámetros establecidos en este procedimiento.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1. Equipos

- Mesa de cuarteo
- Rodillo de acero inoxidable.
- Horno de secado
- Chancadora mecánica primaria
- Chancadora mecánica secundaria
- Pulverizador de anillos

6.2. Materiales

- Espátulas de metal
- Mantas de jebe.
- Bandejas de metálicas de 1 a 2 Kg

7. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

7.1. Descripción del proceso:

N°	Actividad	Responsable
1	Recibir la muestra con su respectiva guía de para el análisis. Si se detecta que hay muestras faltantes o sobrantes, colocar una observación y entregar el documento al supervisor de turno.	Preparador mecánico
2	Luego de ordenar las muestras, se vierten a las bandejas para su secado, acompañadas siempre de su ticket de identificación. Llevar la bandeja al horno de secado por espacio de 1 horas, a un rango de temperatura de 100 +/- 5°C. Finalizado el secado, ordenar las muestras según orden de análisis.	Preparador mecánico
3	Verificar que los equipos se encuentren totalmente limpios. Iniciar la operación con el encendido del sistema de extracción de polvos. Pasar la muestra por la chancadora primaria para reducir el tamaño original de aproximadamente 3” hasta 85% -1/4”. Seguidamente pasar toda la muestra por la chancadora secundaria hasta obtener una granulometría \geq al 85% -malla 10. Limpiar la quijada de la chancadora con aire comprimido por cada muestra chancada. En caso de atoramiento apagar la máquina y utilizar ganchos de fierro para retirar partículas atascadas. Agregar un blanco del proceso 1 cada 20 muestras, la cual será asignada en forma aleatoria.	Preparador mecánico
4	Realizar el homogenizado de las muestras, para ello se toma la manta de jebe de las puntas y se levanta en forma vertical, para que la muestra se va homogenizando; realizar esta operación 12 veces como mínimo. Terminado el homogenizado expandir la muestra hasta formar una figura rectangular, realizar cuadrículas con la espátula. Proceder a reducir el peso por el método de cuartos por cuadrículas hasta obtener un aproximado de 200g +/- 10 g en caso sea por lote, trasvasar a las bandejas metálicas.	Preparador mecánico

5	Pulverizar la muestra en el pulverizador de anillos, por un tiempo de 3 minutos para el método lote.	Preparador mecánico
6	Vaciar la muestra de la olla del pulverizador sobre la manta de jebe con ayuda de una brocha y homogenizarlo 3 veces; y trasvasar a su bolsa codificada. Enviar las muestras para su análisis correspondiente.	Preparador mecánico

CODIFICACIÓN DE BOLSA

Número de guía
Código
Elemento a analizar
Fecha

CALIDAD

N°	Indicador	Unidades
1	CONTROL DE MALLA N -140 ASTM La muestra debe pasar una malla – 140 (95%) pasante. $(M1-M2)/M1*100 = \%$ M1: Muestra peso inicial. M2: Muestra peso final en malla -140 retenidas.	% (debe tender a >95)
2	CONTROL DE MALLA – ¼” ASTM La muestra debe pasar una malla – ¼” (85%) pasante. $(M1-M2)/M1*100 = \%$ M1: Muestra peso inicial. M2: Muestra peso final en malla 1/4” retenidas.	% (debe tender a >85)
3	CONTROL DE MALLA – 10 ASTM La muestra debe pasar una malla –10 ASTM (85%) pasante. $(M1-M2)/M1*100 = \%$ M1: Muestra peso inicial. M2: Muestra peso final en malla 10 ASTM retenidas.	% (debe tender a >85)
4	CONTROL DE MALLA N -140 ASTM La muestra debe pasar una malla – 140 (95%) pasante. $(M1-M2)/M1*100 = \%$ M1: Muestra peso inicial. M2: Muestra peso final en malla -140 retenidas.	

ANEXO 19. Preparación mecánica de muestras de concentrados

1. OBJETIVO

Preparación mecánica de muestras de concentrado, cumpliendo con los estándares y parámetros establecidos en este documento.

2. ALCANCE

Desde la recepción de la muestra hasta el envío de resultado.

3. REFERENCIAS LEGALES Y/O NORMAS

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP 122.013:1974 (revisado 2017) Método de muestreo y preparación de la muestra para los ensayos químicos y de humedad.

4. DEFINICIONES

Muestreo: Obtención de una muestra del objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento.

Homogenizar: Proceso por el que se hace que una mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia.

Secado: proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco.

Pulverizado: Proceso de reducción, por medios mecánicos, del tamaño de las partículas de sólidos.

5. RESPONSABLES

Jefe de laboratorio:

- Garantizar la ejecución de este procedimiento.
- Responsable del control de calidad de los resultados y envío de resultado.

Preparación mecánica:

- Responsable de realizar correctamente el ensayo, cumpliendo los parámetros establecidos en este procedimiento.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1. Equipos

- Mesa de cuarteo
- Rodillo de acero inoxidable.
- Horno de secado
- Pulverizador de anillos

6.2. Materiales

- Espátulas de metal

- Mantas de jebe.
- Bandejas de metálicas de 1 a 2kg

7. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

7.1. Descripción del proceso:

N°	Actividad	Responsable
1	Recibir la muestra con su respectiva guía de para el análisis. Si se detecta que hay muestras faltantes o sobrantes, colocar una observación y entregar el documento al supervisor de turno.	Preparador mecánico
2	Luego de ordenar las muestras, se vierten a las bandejas para su secado, acompañadas siempre de su ticket de identificación. Llevar la bandeja al horno de secado por espacio de 1 horas, a un rango de temperatura de 100 +/- 5°C. Finalizado el secado, ordenar las muestras según orden de análisis.	Preparador mecánico
3	Realizar el homogenizado de las muestras, para ello se toma la manta de jebe de las puntas y se levanta en forma vertical, para que la muestra se va homogenizando; realizar esta operación 12 veces como mínimo. Terminado el homogenizado expandir la muestra hasta formar una figura rectangular, realizar cuadrículas con la espátula.	Preparador mecánico
4	Pulverizar los 200 +/-10g de muestra en el pulverizador de anillos, por un tiempo de 2 minutos. El control granulométrico utilizando malla 140 ASTM; con el fin de lograr el 95% pasante.	Preparador mecánico
5	Vaciar la muestra de la olla del pulverizador sobre la manta de jebe con ayuda de una brocha y homogenizarlo 3 veces; y trasvasar a su bolsa codificada. Enviar las muestras para su análisis correspondiente.	Preparador mecánico

CODIFICACIÓN DE BOLSA

Número de guía
Código
Elemento a analizar
Fecha

CALIDAD

N°	Indicador	Unidades
1	<p>CONTROL DE MALLA N -140 ASTM</p> <p>La muestra debe pasar una malla – 140 (95%) pasante.</p> <p>$(M1-M2)/M1*100 = \%$</p> <p>M1: Muestra peso inicial.</p> <p>M2: Muestra peso final en malla -140 retenidas.</p>	<p>%</p> <p>(debe tender a >95)</p>

ANEXO 20. Determinación de contenido de oro y plata en concentrado y/o minerales

1. OBJETIVO

Determinar el contenido de oro y plata en muestras de minerales y/o concentrados, cumpliendo con los estándares y parámetros establecidos en este documento.

2. ALCANCE

Desde la recepción de la muestra hasta el envío de resultados.

3. REFERENCIA LEGALES Y/O NORMAS

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP 122.014:1974 – (revisada 2017). Método para determinar el contenido de oro y plata.

4. DEFINICIONES

Fundición: Calentar y reducir la mena mineral para obtener un metal puro, y separarlo de la ganga y otros posibles elementos.

Copelación: El plomo obtenido en la fundición se coloca en unas copelas de magnetita y llevadas al horno a temperatura de 950°C, por fusión y diferencia de temperaturas se obtiene el oro y la plata.

Doré: Mezcla impura y sin refinar de oro metálico y plata. Se produce mediante la fundición de concentrados de oro y plata, arenas o precipitados.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio:

- Garantizar la ejecución de este procedimiento.
- Responsable del control de calidad de los resultados y envío de resultado.

Fundidor:

- Responsable de realizar correctamente el ensayo, cumpliendo los parámetros establecidos en este procedimiento.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1. Equipos

- Balanza analítica de legibilidad 0.01g.
- Micro balanza de legibilidad 0.001mg
- Horno de fundición.
- Horno de copelación.
- Plancha de ataque.
- Extractor de gases.
- Extractor de polvos.

6.2. Reactivos

- Ácido nítrico (HNO₃) QP
- Solución de nitrato de plata.
- Agua destilada (H₂O).
- Fundente (sin harina y sin plata)
- Harina, de uso común.
- Nitrato de potasio, de calidad técnica.

6.3. Materiales

- Crisoles de 30g.
- Pinzas y tenazas.
- Copelas de N^a 7.
- Lingotera de fierro con cavidades cónicas invertidas.
- Martillo.

7. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

7.1. Descripción del procedimiento:

N°	Actividad	Responsable
1	<p>Pesar 30 g de muestra de mineral o 15 g en caso de concentrados.</p> <p>Para análisis de oro:</p> <ul style="list-style-type: none">- Agregar al bach 1 duplicado aleatorio cada de 10 muestras.- Agregar al bach 1 MRI/MRC por cada 20 vasos.	Fundidor
2	<p>Dosificación de la muestra:</p> <p>Para determinar plata:</p> <p>Mezclar el fundente 120 g, nitrato de potasio o harina según la característica de la muestra luego homogenizar la muestra con los insumos. Adicionar bórax de manera que forme una capa de cobertura de aproximadamente 12mm espesor.</p> <p>Para determinar oro:</p> <p>Mezclar el fundente 120 g, nitrato de potasio o harina según la característica de la muestra, agregar 1 ml de solución de plata luego homogenizar la muestra con los insumos. Adicionar bórax de manera que forme una capa de cobertura de aproximadamente 12mm espesor.</p>	Fundidor
	<p>Poner los crisoles en el horno de fundición a 950 °C esta primera parte toma unos 25 minutos aproximadamente.</p> <p>Incrementar la temperatura hasta 1050 °C durante 20 minutos de manera que la escoria se licúe completamente.</p> <p>Retirar el crisol del horno de fundición, para verter el contenido en la lingotera.</p>	Fundidor

	Dejar enfriar para retirar la escoria de la lingotera y, golpeándola con el martillo, liberar el botón de plomo que debe pesar 30 gramos \pm 5 g.	
4	Calentar previamente la copela de 5 a 10 minutos en la mufla a 850°C, luego colocar en ella el botón de plomo. La copelación es a 950 °C y se debe regular la ventilación de la mufla de manera que la copelación de un botón de 30 g se complete en 45 minutos \pm 5 minutos, siendo el punto final de la copelación cuando se produce un brillo especial característico (relámpago de la plata).	Fundidor
5	Retirar con ayuda de una pinza el botón o doré el cual debe ser laminado a un espesor de 0.12 mm -0.15mm. Para determinar plata: llevar los dorees junto al título de plata al área de balanza para su pesado. Para determinar oro: transvasar el doré a los crisoles de porcelana de 15 mL.	Fundidor
6	Agregar aproximadamente 10 mL de solución (1:8) de ácido nítrico al crisol de 15 mL y continuar hasta que cese la reacción. Decantar la solución y agregar alrededor de 5 ml de solución de ácido nítrico (1:1) y se calienta por 10 minutos. Lavar el oro refinado 3 veces con agua destilada, agregar unas gotas de hidróxido de amonio y enjuagar con agua destilada decantar y secar por 10 min aproximadamente.	Fundidor
7	Calcinar en mufla entre 500°C - 650°C durante 5 minutos y dejar enfriar.	Fundidor
8	Pesar el oro refinado, doree de platas y registrar los resultados.	Jefe de laboratorio

CALIDAD

N°	Indicador	Unidades
1	PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE LEYES DE MUESTRA Los duplicados de muestras deben dar resultados con diferencias inferiores a: $\frac{ (M1-M2) }{M1} * 100 \leq 5\%$... : Valor absoluto M1 : porcentaje calculada de oro refinado. M2 : porcentaje calculada de oro refinado.	% (debe tender a cero)
2	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE MRI/MRC Los controles de MRI son asignadas en graficas las “líneas de advertencia” las cuales son 2 veces la desviación estándar del MRI. LAS : Línea de advertencia superior +2s LAI : Línea de advertencia inferior -2s	(debe tender a cero)

ANEXO 21. Determinación de contenido de oro en bulliones

1. OBJETIVO

Determinar el contenido de oro en bulliones, cumpliendo con los estándares y parámetros establecidos en este documento.

2. ALCANCE

Desde la recepción de la muestra de bullion hasta el envío de resultado.

3. REFERENCIA LEGALES Y/O NORMAS

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP 122.014:1974 – (revisada 2017). Método para determinar el contenido de oro y plata.

4. DEFINICIONES

Bullion: son muestra que se obtienen a partir de la refinación de metales preciosos como son el oro y plata en forma de lingotes.

Copelación: El plomo obtenido en la fundición se coloca en unas copelas de magnetita y llevadas al horno a temperatura de 950°C, por fusión y diferencia de temperaturas se obtiene el oro y la plata.

Doré: Mezcla impura y sin refinar de oro metálico y plata. Se produce mediante la fundición de concentrados de oro y plata, arenas o precipitados.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio:

- Garantizar la ejecución de este procedimiento.
- Responsable del control de calidad de los resultados y envío de resultado.

Fundidor:

- Responsable de realizar correctamente el ensayo, cumpliendo los parámetros establecidos en este procedimiento.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1. Equipos

- Micro balanza de legibilidad 0.001mg
- Horno de copelación.
- Vaso precipitado de vidrio de 50 mL.
- Plancha de ataque químico.

6.2. Reactivos

- Ácido nítrico (HNO₃) QP
- Lámina de plomo grado analítico

- Plata electrolítica pureza 99.9%
- Agua destilada (H₂O).

6.3. Materiales

- Copelas N° 7
- Pinzas de ensayo
- Tenazas de copelación
- Material de vidrio usual de laboratorio.

7. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

7.1. Descripción del proceso:

N°	Actividad	Responsable
1	<p>Pesar la muestra por duplicado entre 150 – 160 mg. Luego encapsular con 5 g de lámina de plomo.</p> <p>Para análisis de oro: Adicionar plata electrolítica 3.5 veces el peso de bullion.</p> <p>Toda muestra se debe pesar por duplicado.</p>	Fundidor
2	<p>Copelar a 950 °C por un tiempo aprox. 20 minutos</p> <p>Retirar el doré de la copela ya fría, laminar el doré con ayuda de un matillo.</p> <p>El doré laminado debe tener un espesor de 0.12 mm -0.15mm.</p> <p>Transvasar el doré al vaso de 50mL.</p>	Fundidor
3	<p>Realizar el ataque químico al bullion con 20 mL de ácido nítrico 7:3 hasta término de burbujeo aproximadamente 30 minutos, luego decantar y retomar con 10 mL de ácido nítrico QP, aproximadamente por 15 min.</p> <p>Lavar el oro refinado 3 veces con agua desionizada, agregar unas gotas de hidróxido de amonio y enjuagar con agua desionizada decantar y secar.</p>	Fundidor
4	<p>Calcinar el oro refinado a 500 –650 °C por 5 minutos en la mufla de calcinación.</p> <p>Dejar enfriar y llevar al área de balanza.</p>	Fundidor
5	Pesar el oro refinado, dore de platas y registrar los resultados.	Jefe de laboratorio

CALIDAD

N°	Indicador	Unidades
1	<p>PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE LEYES DE MUESTRA</p> <p>Los duplicados de muestras deben dar resultados con diferencias inferiores a:</p> $ (M1-M2) \leq 0.20\%$ <p>...: Valor absoluto</p> <p>M1: porcentaje calculada de oro refinado.</p> <p>M2: porcentaje calculada de oro refinado.</p>	<p>%</p> <p>(debe tender a cero)</p>

ANEXO 22. Determinación de contenido de Cu, Pb y Zn en muestras geológicas y/o concentrados

1. OBJETIVO

Determinar el contenido de Cu, Pb y Zn en muestras geológicas y/o concentrados, cumpliendo con los estándares y parámetros establecidos de este documento.

2. ALCANCE

Aplica desde la recepción de la muestra geológica hasta el envío de resultados.

3. REFERENCIA LEGALES Y/O NORMAS

Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de gestión para laboratorios de ensayo y/o calibración

4. DEFINICIONES

Digestión: transformación de sustancias en analitos en solución para que puedan ser analizados en forma líquida.

Dilución: Es el procedimiento que se sigue para preparar una disolución menos concentrada a partir de una disolución más concentrada.

Espectroscopía de absorción atómica (E.A.A.): Es un instrumento para determinar la concentración de un elemento metálico determinado en una muestra.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio:

- Garantizar la ejecución de este procedimiento.
- Responsable del control de calidad de los resultados y envío de resultado.

Analista Químico:

- Responsable de ejecutar las instrucciones dadas por el jefe de Laboratorio.
- Responsable de seguir el lineamiento de lo establecido en el presente procedimiento.

6. EQUIPOS Y MATERIALES

6.1. Equipos

- Equipo de absorción atómica
- Plancha de eléctrica.
- Balanza analítica de legibilidad 0.0001g.

6.2. Reactivos

- Ácido nítrico QP
- Ácido clorhídrico QP
- Clorato de potasio
- Agua desionizada

6.3. Materiales

- Vaso precipitado de 150 mL.

- Piseta
- Pinza para vasos
- Embudo de vidrio.
- Fiolas de 100 mL.
- Luna de reloj.

7. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

7.1. Descripción del proceso:

N°	Actividad	Resp.
1	Pesar 0.25g muestra por duplicado y transferir al vaso precipitado de 150 mL - Agregar al bach 1 duplicado aleatorio cada de 10 muestras. - Agregar al bach 1 MRI por cada 20 vasos. Luego llevar a la plata de ataque.	Analista químico
2	La digestión de muestra se realiza en la plancha de ataque químico a una temperatura de 250 +/- 5 °C. <ul style="list-style-type: none"> • Se agrega 10 mL de ácido nítrico QP, llevar a la plancha, dejar la liberación de gases nitrosos y agregar una pizca de clorato de potasio y tapar con luna de reloj. Hasta reducir un volumen de 5 mL. Retirar de la plancha de ataque. • Agregar 5 mL de ácido clorhídrico QP y llevar a la plancha de ataque hasta semi pastoso. Retirar de la plancha. • Agregar el medio 10 mL de ácido clorhídrico QP, llevar a la plancha hasta hervor por 3 minutos. Luego enfriar. • Con ayuda de una piseta y embudo transvasar la solución a la fiola de 100 mL, aforar y agitar. 	Analista químico
3	Realizar la lectura en el Equipo de Absorción Atómica, Registrar los datos de la lectura.	Analista químico

CALIDAD

N°	Indicador	Unidades
1	PORCENTAJE DE DIFERENCIA DE LEYES DE MUESTRA Los duplicados de muestras deben dar resultados con diferencias inferiores a: $((M1-M2) /M1)*100 \leq 5\%$... : Valor absoluto M1: porcentaje calculada de ley. M2: porcentaje calculada de ley.	% (debe tender a cero)
2	CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE MRI Los controles de MRI son asignadas en graficas las “líneas de advertencia” las cuales son 2 veces la desviación estándar del MRI. LAS: Línea de advertencia superior +2s LAI: Línea de advertencia inferior -2s	(debe tender a cero)

ANEXO 23. Trabajos no conformes

1. OBJETIVO

El propósito de este documento es asegurar que las Trabajo No Conformes lleguen de manera directa y oportuna para solucionar los requerimientos de las partes interesadas.

2. ALCANCE

Desde los reclamos realizados por los clientes vinculados al servicio realizado hasta la comunicación de un descargo por parte del área de Laboratorio Químico.

3. REFERENCIAS LEGALES Y/O NORMAS

- Norma ISO/IEC 17025:2017 Sistema de Gestión para Laboratorios de Ensayo y/o Calibración.
- NTP-ISO 10002:2019 Directrices para el tratamiento de quejas en las organizaciones.

4. DEFINICIONES

Trabajo No Conforme: Son la insatisfacción de los clientes al trabajo realizado, mostrando su disconformidad en el resultado del informe emitido.

5. RESPONSABLES

Jefe de Laboratorio

Es quien da la aplicación efectiva de la presente solicitud del Trabajo No Conformes.

Recepción

Responsable de canalizar las solicitudes de Trabajo No Conformes.

6. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

N°	ACTIVIDAD	RESP.
1	Registro de Trabajo No Conforme Recepcionar la disconformidad en el resultado puede ser: presencial, vía telefónica o correo. Y registra en el formato <u>HOJA DE RECLAMACIONES DE ANÁLISIS.</u> Una copia del registro será entregada al Jefe de Laboratorio Químico para el seguimiento correspondiente.	Recepción
6.2	Análisis del reclamo. 1. El Jefe de Laboratorio Químico verificará si hubo un error en el tratamiento de la muestra en los ensayos. Si al no encontrar ninguna anomalía se deberá pasar a reensayar la muestra de su contra muestra. 2. Recibir el reporte del reensayo, el Jefe Laboratorio Químico analizará y determinará la causa del problema, la cual será registrada en el campo “descargo de laboratorio” del referido formato.	Jefe Laboratorio Químico
6.3	Respuesta a cliente Luego el Jefe Laboratorio Químico informará al área de Recepción vía correo o telefónicamente las causas que originaron el problema.	Recepción/ Jefe de Lab. Químico

ANEXO 25. Control de mallas de muestras pulverizadas

CONTROL MALLAS DE MUESTRAS PULVERIZADAS				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	PESO(g)		% PESO
	MALLAS			
	Tamaño + 140			
	Tamaño -140			
Rango óptimo: Malla -140 % Peso >95%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	PESO(g)		% PESO
	MALLAS			
	Tamaño + 140			
	Tamaño -140			
Rango óptimo: Malla -140 % Peso >95%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	PESO(g)		% PESO
	MALLAS			
	Tamaño + 140			
	Tamaño -140			
Rango óptimo: Malla -140 % Peso >95%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	PESO(g)		% PESO
	MALLAS			
	Tamaño + 140			
	Tamaño -140			
Rango óptimo: Malla -140 % Peso >95%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	PESO(g)		% PESO
	MALLAS			
	Tamaño + 140			
	Tamaño -140			
Rango óptimo: Malla -140 % Peso >95%				
Observaciones:				

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

ANEXO 26. Control de mallas de muestras chancado primario

CONTROL MALLAS DE MUESTRAS CHANCADO PRIMARIO				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño 1/4"		
		Tamaño -1/4"		
Rango óptimo: Malla -1/4" % Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño 1/4"		
		Tamaño -1/4"		
Rango óptimo: Malla -1/4" % Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño 1/4"		
		Tamaño -1/4"		
Rango óptimo: Malla -1/4" % Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño 1/4"		
		Tamaño -1/4"		
Rango óptimo: Malla -1/4" % Peso >85%				
		Óptimo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Si es NO, chancar nuevamente.		Tipo de muestra Mineral <input type="checkbox"/> Concentrado <input type="checkbox"/>
		Óptimo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Si es NO, chancar nuevamente.		Tipo de muestra Mineral <input type="checkbox"/> Concentrado <input type="checkbox"/>
		Óptimo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Si es NO, chancar nuevamente.		Tipo de muestra Mineral <input type="checkbox"/> Concentrado <input type="checkbox"/>
		Óptimo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Si es NO, chancar nuevamente.		Tipo de muestra Mineral <input type="checkbox"/> Concentrado <input type="checkbox"/>
Observaciones:				

ANEXO 27. Control de mallas de muestras chancado secundario

CONTROL MALLAS DE MUESTRAS CHANCADO SECUNDARIO				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
FECHA:		GUÍA:		
Código	Peso de muestra (g)	MALLAS		PESO(g)
				% PESO
		Tamaño + 10		
		Tamaño -10		
Rango óptimo: Malla -10 %Peso >85%				
Observaciones:				

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

Óptimo	Tipo de muestra
SI <input type="checkbox"/>	Mineral <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/>	Concentrado <input type="checkbox"/>
Si es NO, chancar nuevamente.	

ANEXO 31. Certificado de muestra MRI oro

Quality Analysis...



Innovative Technologies

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Estándar Au

Elemento	Unidad	Promedio	Dos Desviación Estándar ($\pm 2S$)
Au	g/t	10.482	0.309
Ag	ppm	278	5
Pb	%	2.42	0.08
Zn	%	3.14	0.10

Método de Análisis

La metodología de análisis empleada fue:

Elemento: Oro Fire Assay – Finalización gravimetría

Ag, Pb, Zn Determinación 4 ácidos nivel mena –AAS

Los límites finales se calcularon después de determinar primero si todos los datos eran compatibles dentro de un margen normalmente esperado para métodos analíticos.

Recomendaciones

El valor convencionalmente verdadero de la muestra patrón se ha determinado mediante prueba de laboratorio. Las condiciones de almacenamiento son determinantes para la estabilidad del valor de la muestra.


Ing. Veronica Caso Canta
Jefe de Laboratorio

Certificados por:



Calle Martín de Murúa 170, 174, Urb. Maranga - San Miguel, Lima - Perú
Central Telefónica: (51-1) 464 9762 - Móvil: 993 301 872 - Correo: comercial@actlabsperu.com - www.actlabsperu.com

ANEXO 32. Certificado de muestra MRI cobre, plomo y zinc

Quality Analysis...



Innovative Technologies

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Material de Referencia Mena Ag-Cu-Pb-Zn

Elemento	Unidad	Promedio	Dos Desviación Estándar ($\pm 2S$)
Ag	ppm	216	3
Cu	%	0.366	0.009
Pb	%	1.87	0.03
Zn	%	3.45	0.06

Método de Análisis

La metodología de análisis empleada fue:

Digestión AGUA REGIA (HNO₃ + HCl) finalización por Absorción atómica.

Los límites finales se calcularon después de determinar primero si todos los datos eran compatibles dentro de un margen normalmente esperado para métodos analíticos.

Recomendaciones

El valor convencionalmente verdadero de la muestra patrón se ha determinado mediante prueba de laboratorio. Las condiciones de almacenamiento son determinantes para la estabilidad del valor de la muestra.

San Miguel, 06 de setiembre del 2021.

Ing. Veronica Caso Canta
Jefe de Laboratorio

Certificados por:



ANEXO 33. Certificado de muestra MRC oro



ORE RESEARCH & EXPLORATION P/L ABN 28 006 859 856
 37A Hosie Street · Bayswater North · VIC 3153 · AUSTRALIA
 ☎ 61 3 9729 0333 ☎ 61 3 9729 8338
 ⓘ info@ore.com.au 🌐 www.ore.com.au

CERTIFICATE OF ANALYSIS FOR

Gold Ore (Central Victorian Goldfields, Australia)

CERTIFIED REFERENCE MATERIAL

OREAS 247

Table 1. Certified Values and Performance Gates for OREAS 247.

Constituent	Certified Value	Absolute Standard Deviations					Relative Standard Deviations			5% window	
		1SD	2SD Low	2SD High	3SD Low	3SD High	1RSD	2RSD	3RSD	Low	High
Pb Fire Assay											
Au, ppm	42.96	0.900	41.16	44.76	40.26	45.66	2.10%	4.19%	6.29%	40.81	45.11
4-Acid Digestion											
Ag, ppm	2.16	0.121	1.92	2.40	1.80	2.53	5.61%	11.22%	16.83%	2.05	2.27
Al, wt. %	6.08	0.250	5.58	6.58	5.33	6.83	4.11%	8.23%	12.34%	5.78	6.38
As, ppm	3514	173	3168	3860	2995	4033	4.92%	9.84%	14.77%	3338	3690
Ba, ppm	550	15	520	580	505	595	2.71%	5.42%	8.13%	523	578
Be, ppm	2.23	0.180	1.87	2.59	1.69	2.76	8.08%	16.15%	24.23%	2.11	2.34
Bi, ppm	0.58	0.025	0.54	0.63	0.51	0.66	4.21%	8.42%	12.63%	0.56	0.61
Ca, wt. %	0.826	0.029	0.768	0.883	0.740	0.912	3.47%	6.94%	10.40%	0.784	0.867
Cd, ppm	0.065	0.015	0.035	0.095	0.020	0.111	23.05%	46.10%	69.16%	0.062	0.069
Ce, ppm	67	3.9	59	75	55	79	5.91%	11.82%	17.72%	63	70
Co, ppm	12.0	0.41	11.2	12.8	10.8	13.2	3.45%	6.91%	10.36%	11.4	12.6
Cr, ppm	97	8.5	80	114	72	123	8.75%	17.49%	26.24%	92	102
Cs, ppm	8.49	0.453	7.58	9.39	7.13	9.85	5.34%	10.69%	16.03%	8.06	8.91
Cu, ppm	42.2	2.71	36.8	47.7	34.1	50.4	6.42%	12.83%	19.25%	40.1	44.4
Dy, ppm	2.73	0.35	2.02	3.44	1.67	3.79	12.97%	25.93%	38.90%	2.59	2.87

SI unit equivalents: ppm (parts per million) ≡ mg/kg ≡ µg/g ≡ 0.0001 wt.% ≡ 1000 ppb (parts per billion).

Note 1: Intervals may appear asymmetric due to rounding.

Note 2: the number of decimal places quoted does not imply accuracy of the certified value to this level but are given to minimise rounding errors when calculating 2SD and 3SD windows.



Document: COA-1484-OREAS247-R0

(Template: BUP-70-10-01 Rev:2.0)

12-Mar-2020

AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA PARA UTILIZAR LOS DATOS



**ECOSERVICIOS E
INGENIERIA
LIMPIA**

www.ecoservicios.pe

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA PARA TRABAJO DE TESIS POR SUFICIENCIA PROFESIONAL

Por medio de la presente yo, **RUBÉN CAMARGO PEÑA**, identificado con **DNI N° 20109268**, Gerente General de la empresa **ECOSERVICIOS E INGENIERIA LIMPIA S.A.C.** con **RUC N° 20520818821**, domiciliada en Av. Industrial N° 3233 Urb. Industrial panamericana Norte, Distrito de Independencia, Departamento de Lima.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al Sr. **CARHUAZ CONDORI RONAL**, identificado con **DNI No 42894171**, bachiller de la carrera de Ingeniería Química, para que utilice la información, como resultados de análisis aleatorios, fotos de algunos equipos implicados en el proceso y demás necesarios para desarrollar su informe de Suficiencia Profesional, referido al "Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la Empresa **ECOSERVICIOS E INGENIERÍA LIMPIA S.A.C.**" para a obtención de su Título profesional.

La información es de uso exclusivo para el desarrollo del mencionado trabajo y guardando la reserva de la información que no debe mostrarse como nombres de clientes, modelos de máquinas, número de serie, etc.

Se expide la presente autorización a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente bajo su responsabilidad.

Ing. Rubén Camargo Peña
GERENTE GENERAL

Oficina Lima: Av. Industrial 3233 Urb. Industrial Panamericana Norte, Independencia - Lima
Sede Productiva: Calle Las Palmeras Mz. N Lt. 4 Ag. Valle Hermoso, Pte. Piedra - Lima
Oficina Piura: Av. Panamericana S/N A.H. Junta Vecinal Buenos Aires, Las Lomas - Piura

☎ 01 533 0311 - 962 771 085 - 932 511 321
☎ 01 550 2405
☎ 073 472 387

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:****Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la empresa ecoservicios e ingeniería limpia S.A.C****Expositor: Ronal Carhuaz Condori
Bachiller en Ingeniería Química**

Expediente N° 2445076

Resolución Decanal N° 159-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 14-08-2024

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las once de la mañana con cinco minutos del día viernes dieciséis de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Química **Ronal Carhuaz Condori**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. Edgar Gregorio ARONES MEDINA (Ausente), Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Mg. Luis Alberto COSSIO HERRERA, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la Facultad), Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO (Docente Asesor del Trabajo de Suficiencia Profesional), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: **Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la empresa ecoservicios e ingeniería limpia S.A.C**, presentado por el Bachiller **Ronal Carhuaz Condori**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 159-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Ronal Carhuaz Condori**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Suficiencia Profesional en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Luis Alberto COSSIO HERRERA, Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Mg. Edgar Gregorio ARONES MEDINA (Ausente). Luego el Presidente invitó a la Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invitó al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO DIECISEIS (16)**.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:

Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la empresa ecoservicios e ingeniería limpia S.A.C

**Expositor: Ronal Carhuaz Condori
Bachiller en Ingeniería Química**

Expediente N° 2445076

Resolución Decanal N° 159-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 14-08-2024

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Ronal Carhuaz Condori**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO QUIMICO** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día con cincuenta minutos se dió por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente

Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI
Miembro

Mg. Luis Alberto COSSIO HERRERA
Miembro

Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)

**UNSCH****FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIA**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 035-2024-UNSCH-FIQM/EPIQ**

El que suscribe, Director de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, habiendo recibido el requerimiento de Constancia de Originalidad por parte del Bach. **Ronal CARHUAZ CONDORI**, se procedió a la evaluación y regularización de originalidad del archivo adjunto con el **TURNITIN - UNSCH**, de acuerdo a los criterios establecidos en el **Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH**, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU; cuyos resultados son:

Trabajo de Suficiencia Profesional: Aseguramiento y control de Calidad en laboratorio químico de la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C

Autor : Bach. Ronal CARHUAZ CONDORI
Identificado : 2511692652
Fecha : 07 de noviembre de 2024
Nombre del Archivo : Trabajo_de_suficiencia_profesional_FINAL_Ronal_CARHUAZ-CONDORI.PDF 1.3-1 turnitin.pdf (10.08M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 20% (veinte) de **ÍNDICE DE SIMILITUD** realizado con **Depósito de trabajos estándar**, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que, los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 08 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Escuela de Formación Profesional
de Ingeniería Química
Dr. Guido Palomino Hernández
DIRECTOR

Adjunto Reporte de Índice de Similitud
cc. archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
QUÍMICA Av. Independencia S/N -
Ayacucho Telf. 066-312510 Anexo. 152 Correo:
ep.quimica@unsch.edu.pe

Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.

by Ronal CARHUAZ CONDORI

Submission date: 07-Nov-2024 11:55AM (UTC-0500)

Submission ID: 2511692652

File name: Prov._368_ORIGINALIDAD_RONAL_IQ._1.pdf (8.9M)

Word count: 18526

Character count: 96252

Aseguramiento y control de calidad en laboratorio químico de la empresa Ecoservicios e Ingeniería Limpia S.A.C.

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	edoc.pub Internet Source	1%
2	idoc.pub Internet Source	1%
3	riul.unanleon.edu.ni:8080 Internet Source	1%
4	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	1%
5	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Internet Source	1%
7	hdl.handle.net Internet Source	1%
8	www.investigacionyposgrado.uadec.mx Internet Source	1%

9	www.clubensayos.com Internet Source	1 %
10	www.coursehero.com Internet Source	1 %
11	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Student Paper	1 %
12	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá Student Paper	1 %
13	sgi.ideam.gov.co Internet Source	<1 %
14	docs.com Internet Source	<1 %
15	DQ ASESORIA & CONSULTORIA E.I.R.L.. "Actualización del EIA para la Planta de Servicios Analíticos Químicos Metalúrgicos, Pruebas Metalúrgicas para Metales Preciosos y Polimetálicos, Desorción de Carbón Activado y Refinación de Metales Preciosos a Pequeña Escala-IGA0012310", R.D. 349-2018-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020 Publication	<1 %
16	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Student Paper	<1 %

17	publicaciones.uci.cu Internet Source	<1 %
18	cybertesis.unmsm.edu.pe Internet Source	<1 %
19	100mcalpe.es Internet Source	<1 %
20	repository.usta.edu.co Internet Source	<1 %
21	www.icontec.org Internet Source	<1 %
22	es.scribd.com Internet Source	<1 %
23	www.ecoservicios.pe Internet Source	<1 %
24	ftp.isdi.co.cu Internet Source	<1 %
25	www.cleverism.com Internet Source	<1 %
26	www.actasdermo.org Internet Source	<1 %
27	revistas.uss.edu.pe Internet Source	<1 %
28	www.revistageomimet.mx Internet Source	<1 %

29	pdfcookie.com Internet Source	<1 %
30	1library.co Internet Source	<1 %
31	www.happycampus.com Internet Source	<1 %
32	archive.org Internet Source	<1 %
33	repositorio.umsa.bo Internet Source	<1 %
34	Janeth, Camizan Vigo Amparo. "Diseno de un Modelo de gestion en Laboratorios de Ensayo", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2022 Publication	<1 %
35	html.rincondelvago.com Internet Source	<1 %
36	Johana Eraso Insuasty, Edna Cipagauta Esquivel, Laura Wilches Torres. "Propuesta de integración de la ISO/IEC 17025 e ISO 9001 en los laboratorios de la Universidad de Boyacá", Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias, 2023 Publication	<1 %
37	docplayer.es Internet Source	<1 %

38	kipdf.com Internet Source	<1 %
39	apptransparencia.unsch.edu.pe Internet Source	<1 %
40	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	<1 %
41	SACITEC S.A.C.. "EIA del Proyecto Planta de Servicios de Análisis Químicos Metalúrgicos, Pruebas Metalúrgicas para Metales Preciosos y Polimetálicos, Desorción de Carbón Activado y Refinación de Metales Preciosos a Pequeña Escala-IGA0012309", Oficio N° 2364-2012-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publication	<1 %
42	repositorio.unp.edu.pe Internet Source	<1 %
43	standards.iteh.ai Internet Source	<1 %
44	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	<1 %
45	oldri.ues.edu.sv Internet Source	<1 %
46	actasdermo.org Internet Source	<1 %

47

Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE

Student Paper

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 30 words

Exclude bibliography On