



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**Protocolo de calidad en la optimización de la preparación de muestras
para ensayos metalúrgicos de SGS. S.A., Lima – 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autores

Sofia Karina Silva Solorzano

Junior Yoel Sanchez Ortiz

Asesora

M(a). Helen Anali Zapata Del Solar

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica”

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

INFORMACIÓN

Datos de los autores:		
Apellidos y Nombres	DNI	Fecha de sustentación
Silva Solorzano, Sofia Karina	73055241	22/11/2024
Sanchez Ortiz, Junior Yoel	74295136	22/11/2024
Datos del asesor:		
Apellidos y Nombres	DNI	Código ORCID
M(a). Zapata Del Solar, Helen Anali	44067559	0000-0002-5347-6155
Datos de los Miembros de Jurados – Pregrado:		
Apellidos y Nombres	DNI	Código ORCID
Dr. Ipanaque Roña, Juan Manuel	32952515	0000-0003-2695-9802
Dra. Castañeda Chirre, Elvira Teófila	15744138	0000-0002-1953-8869
M(o). Joaquin José Abarca Rodriguez	15740291	0000-0003-1004-3824

Sofia Karina Silva Solorzano Junior Yoel Sanchez O...

Protocolo de calidad en la optimización de la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3085105498

Fecha de entrega

19 nov 2024, 6:07 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 nov 2024, 6:21 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS_SOFIA_y_JUNIOR.docx

Tamaño de archivo

1.4 MB

64 Páginas

11,390 Palabras

67,408 Caracteres

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

*A Dios, porque gracias a él tengo la familia que hoy me acompaña, quienes son el principal impulso de mi vida, desde mi infancia su amor y comprensión me ayudaron en la formación de mis valores y principios, hoy soy lo que ellos me empujaron a ser, y lograré mis metas con ellos a mi lado, algunos en el cielo, pero que llevo en el corazón.
Atentamente.*

Sofia Karina Silva Solorzano

*Dedico este estudio a mi familia por su colaboración en mi formación personal, no fue fácil, sin embargo, hoy logro un objetivo más en vida, reconozco que sin ellos no estaría finalizando y abriendo nuevos ciclos profesionales y trazando nuevas metas a donde pretendo con éxito llegar.
Atentamente.*

Junior Yoel Sanchez Ortiz

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por darme mis dones, mi familia por formarme como persona y motivarme como profesional, agradezco su apoyo y tesón a los que estuvieron en mi vida y ya partieron y a los que hoy tengo a mi lado alegrándose de mis logros, a todos ellos muchas gracias por tener confianza en mí persona.

Atentamente.

Sofia Karina Silva Solorzano

Agradezco profundamente a Dios por la familia que me ha dado, personas que contribuyeron en mi crecimiento personal y profesional; su apoyo constante en todos los momentos de mi vida hasta hoy en día es de suma importancia, por tanto, porque no agradecer a través de estas líneas a quienes ayer y hoy se regocijan de mis logros. Gracias por estar en mi vida.

Atentamente.

Junior Yoel Sanchez Ortiz

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2 Formulación del problema.....	17
1.2.1 Problema general.....	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivo específico.....	18
1.4 Justificación de la investigación.....	18
1.5 Delimitación del estudio.....	19
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22

2.2.	Bases teóricas.	24
2.2.1.	Protocolo de calidad.	24
2.2.1.1.	Protocolos de calidad en laboratorios metalúrgicos.....	25
2.2.1.2.	Acreditación de calidad.....	26
2.2.1.3.	Instructivo de calidad.	26
2.2.1.4.	Estándares de calibración.....	27
2.2.2.	Preparación de muestras de minerales.	28
2.2.2.1.	Identificación Muestra.	29
2.2.2.2.	Método de muestreo.....	29
2.2.2.3.	Prueba metalúrgica.....	30
2.3.	Definiciones conceptuales.	32
2.4.	Hipótesis de la investigación.	33
2.4.1.	Hipótesis general.	33
2.4.2.	Hipótesis específicas.	33
2.5.	Operacionalización de variables e indicadores.....	34
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....		35
3.1.	Diseño metodológico.....	35
3.2.	Población y muestra.	35
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	36
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	37
CAPITULO IV. RESULTADOS		38
4.1.	Análisis de resultados del protocolo de calidad.....	38

4.1.1.	Instructivo.....	40
4.1.2.	Acreditación.	40
4.1.3.	Estándares.....	40
4.2.	Análisis de resultados de la preparación de muestras.....	42
4.2.1.	Identificación.....	43
4.2.2.	Método.	43
4.2.3.	Prueba.....	44
4.3.	Contrastación de hipótesis.	45
4.3.1.	Contrastación de hipótesis general.	45
4.3.2.	Contrastación de hipótesis específica.....	46
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		49
5.1.	Discusión de resultados.	49
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		51
6.1.	Conclusiones.....	51
6.2.	Recomendaciones.	52
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS		54
5.1.	Referencias bibliográficas	54
5.2.	Referencias documentales.	54
5.3.	Referencias hemerográficas.....	58
5.4.	Referencias electrónicas	59
ANEXOS.....		61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables, dimensiones e indicadores.	34
Tabla 2. Resumen de denominación de documentos procesados.	38
Tabla 3. Medición del instructivo de calidad general.	40
Tabla 4. Medición de la acreditación de la calidad.	40
Tabla 5. Medición de los estándares de calibración.	41
Tabla 6. Medición de la identificación de la muestra.	43
Tabla 7. Medición del método de muestreo	43
Tabla 8. Medición de la prueba metalúrgica.	45
Tabla 9. Prueba de normalidad de datos procesados.	45
Tabla 10. Descriptivo estadístico para la HG.	45
Tabla 11. Prueba de T para la hipótesis central de la investigación	46
Tabla 12. Descriptivo estadístico - HE.	47
Tabla 13. Prueba T - HE.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma del instructivo de calidad de muestreo.....	39
Figura 2. Flujograma de verificación de instructivos y muestras recibidas.	41
Figura 3. Flujograma Identificación de muestras	42
Figura 4. Flujograma del instructivo para la preparación de muestras para pruebas metalúrgicas.....	44

RESUMEN

Objetivo: Describir de qué manera el protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos. *Metodología:* De tipo transversal, nivel descriptivo, no experimental de enfoque cuantitativo, la población estimada fueron los instructivos de laboratorio, con muestra no aleatoria de 26 instructivos. *Resultados:* Reportaron el logro del objetivo previsto, así como la significancia de la hipótesis; a través de la denominación porcentual de dimensiones: Identificación de muestra con 73.1%, Método de muestreo con 69.2% y la Prueba metalúrgica con 69.2% coincidiendo en el nivel “completo”, para la hipótesis general se admitió mediante la prueba T con una significancia de $p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$, donde para “Protocolo de calidad” se tuvo una $M = 2.23$, $DE = 0.430$, y $t_{(25)} = 26.47$; y en Preparación de muestras: $M = 2.12$, $DE = 0.326$ y $t_{(25)} = 33.106$. *Conclusión:* El estudio confirma que los protocolos de calidad garantizan los procedimientos en la preparación de muestras metalúrgicas, afirmando que mediante una aplicación protocolos estrictos se puede lograr el éxito operativo de los laboratorios metalúrgicos, contribuyendo significativamente a la producción de resultados precisos y confiables, y al mismo tiempo, fortaleciendo la posición de los laboratorios en el mercado global.

Palabras Clave: Protocolo, calidad, instructivos, muestras, método.

ABSTRACT

Objective: To describe how the quality protocol optimizes sample preparation for metallurgical testing. **Methodology:** Cross-sectional, descriptive level, non-experimental with a quantitative approach, the estimated population was the laboratory instructions, with a non-random sample of 26 instructions. **Results:** They reported the achievement of the expected objective, as well as the significance of the hypothesis; through the percentage designation of dimensions: Sample identification with 73.1%, Sampling method with 69.2% and the Metallurgical test with 69.2% coinciding at the "complete" level, for the general hypothesis it was admitted by the T test with a significance of $p\text{-value} = 0.001 < 0.05$, where for "Quality protocol" there was a $M = 2.23$, $SD = 0.430$, and $t_{(25)} = 26.47$; and in Sample Preparation: $M = 2.12$, $SD = 0.326$ and $t_{(25)} = 33.106$. **Conclusion:** The study confirms that quality protocols guarantee the procedures in the preparation of metallurgical samples, stating that by applying strict protocols, the operational success of metallurgical laboratories can be achieved, contributing significantly to the production of accurate and reliable results, and at the same time, strengthening the position of laboratories in the global market.

Key words: *Protocol, quality, instructions, samples, method.*

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas buscan la excelencia y como garantía de ello están las certificaciones y acreditaciones de calidad, así como la normativa según el tipo de servicio o producto. El protocolo de calidad en la optimización de la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos puede enfrentar varios desafíos y problemáticas, como se sabe la preparación de una muestra destinada a algún tipo de prueba o ensayo puede omitir puntos del proceso, sin embargo, aplicar constantemente los lineamientos de control de calidad o calidad total en los procedimientos antes y después de los análisis tiene resultados favorables como refieren Urtubia (2020), Sergeieva y Bariatska (2022) que enfatizan la necesidad de optimizar las prácticas de control de calidad en las muestras de mineral para minimizar errores en el los reportes finales, Fontecha (2023) afirma que la elaboración de protocolos eficaces incide en la valoración del mineral y por ende en la decisión del cliente de si lo comercializa o no.

El protocolo de calidad en los laboratorios, garantizan su certificación y acreditación de sus resultados; los reportes basados en la ejecución de los instructivos son respaldados muchas veces por estándares nacionales e internacionales contribuyen en la optimización de la preparación de muestras metalúrgicas como se refiere en la prueba de hipótesis planteada por este caso de estudio, al respecto Ricra (2022), Galindo y Ferata (2023), señalan que una evaluación en aseguramiento de calidad de muestra contribuye en la exactitud y precisión de la preparación de la muestra, ya que se puede detectar algún tipo de error y realizar la rectificación pertinente.

Nuestro estudio confirma la intervención favorable de protocolos de calidad en el aseguramiento de la calidad total en laboratorios, especialmente en la preparación de muestras metalúrgicas, mediante una aplicación rigurosa de protocolos se puede garantizar la precisión, la reproducibilidad y la conformidad con las normas establecidas, ya que los

laboratorios se ven obligados a cumplir con los estándares de certificación de calidad, lo que no solo mejora la eficiencia y reduce los costos, sino que también asegura la seguridad y confiabilidad de los productos finales.

En resumen, el aseguramiento de la calidad mediante protocolos estrictos es esencial para el éxito operativo de los laboratorios metalúrgicos, contribuyendo significativamente a la producción de resultados precisos y confiables, y al mismo tiempo, fortaleciendo la posición de los laboratorios en el mercado global.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

La calidad en términos generales es de suma importancia en cualquier tipo de proceso, producto o servicio, hoy en día las empresas buscan la excelencia y como garantía de ello están las certificaciones y acreditaciones de calidad, así como la normativa según el tipo de servicio o producto.

Sukha (2022) señala que el protocolo de calidad en la optimización de la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos puede enfrentar varios desafíos y problemáticas, como se sabe la preparación de una muestra destinada a algún tipo de prueba o ensayo puede omitir puntos del proceso en ocasiones debido al tiempo con el que se cuenta como a la cantidad y tipo de muestra, por ello si se busca que el protocolo de calidad afecte positivamente en los resultados de laboratorio de las muestras se debe considerar la optimización de los procedimientos que van desde la representatividad de la muestra, su complejidad, prevención de su contaminación, errores humanos en la manipulación de la muestra, variabilidad en el proceso, estandarización de los métodos y la factibilidad de los costos y recursos.

Abordar estas problemáticas requiere enfoques multidisciplinarios que combinen métodos de preparación de muestras robustos, controles de calidad rigurosos, capacitación adecuada del personal y validación continua de procesos para garantizar la precisión y confiabilidad de los ensayos metalúrgicos.

De acuerdo con Sergeieva y Bariatska (2022), el establecimiento de un protocolo de calidad sólido en la preparación de muestras para análisis metalúrgicos es fundamental para garantizar la precisión, la reproducibilidad y la fiabilidad de los resultados; así mismo Ricra (2022), afirma que el aseguramiento de calidad no solo mejora la confianza en los

resultados analíticos, sino que también ayuda a identificar y prevenir errores en el proceso de muestreo y análisis. Por ello las empresas con certificación de calidad cuentan con protocolos que dan los lineamientos técnicos y científicos en su campo de aplicación, permitiéndoles ser reconocidas a nivel mundial y nacional, como es el caso de la empresa SGS del Perú S.A.C., que cuenta con certificación ISO, OHSAS y NTP-ISO/IEC, teniendo así la garantía de sus servicios, específicamente en ensayos de inspección y certificación. Por ello la presente investigación busca explicar y describir su protocolo de calidad en la preparación de sus muestras para ensayos metalúrgicos y como este puede afectar positivamente en sus resultados.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos?

1.2.2 Problemas específicos

- i. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra?
- ii. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo?
- iii. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Describir de qué manera el protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos.

1.3.2 Objetivo específico

- i. Describir porque el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.
- ii. Describir porque el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.
- iii. Describir porque del protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.

1.4 Justificación de la investigación.

La metodología propuesta en el estudio aborda la variable de protocolo de calidad y la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos como segunda variable, siendo una investigación básica, se pretende emplear el nivel explicativo de enfoque cuantitativo de acuerdo a los reportes generados por el área analítica correspondiente de la empresa.

Las buenas prácticas en los procedimientos de los ensayos metalúrgicos inician en el contar con un protocolo de calidad a seguir respecto a la preparación de la muestra a analizar (estado de muestra, método de muestreo y ensayo metalúrgico), de esta manera se garantiza la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Un óptimo muestreo de minerales tiene una importancia económica considerable y constituye una base fundamental para tomar decisiones en un proyecto, es así entonces que un protocolo de calidad desde la representatividad de la muestra puede significar mayores recursos para las actividades mineras del país y región, ya que es una propuesta de

inversión a largo plazo, no por nada la actividad minera es una de las más importantes en el Perú.

1.5 Delimitación del estudio.

Para el estudio se tomará de referencia la empresa SGS del Perú S.A.C., ubicada en la ciudad de Lima, en Av. Elmer Faucett 3348 – Callao. Concerniente al año 2023 respecto a los informes utilizados para el desarrollo del proyecto. Los recursos empleados fueron: humanos, tecnológicos y de servicios, los cuales fueron incluidos dentro de presupuesto inicial de proyecto de tesis.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Las investigaciones internacionales, recaen sobre la búsqueda de la calidad total y por ende el aseguramiento de la misma, Urtubia (2020), Sergeieva y Bariatska (2022), Sukha (2022) y Fontecha (2023), son algunos autores que afirman que es imprescindible implementar o gestionar la calidad en el muestreo y la preparación de muestras para cuestiones analíticas, para el aseguramientos y confiabilidad de los resultados, ya que están sujetas a la precisión y exactitud de los análisis.

Urtubia (2020), en su estudio decriptivo *“Implementación y optimización de actividades de geología de producción, control de calidad mineral en el corto plazo, mina San Antonio, división el Salvador Codelco, región de Atacama”*, enfatiza la necesidad de optimizar las prácticas de control de calidad de muestras de mineral para análisis de leyes, basado en una metodología de control, afirma que una adecuada selectividad de muestras repercute en el incremento de la eficiencia productiva de acuerdo a su compilación de datos, también señala que favorece el contenido de mineral valioso en el concentrado. El autor concluye señalando que es necesario una actualización de acuerdo a las nuevas tendencias operativas y de gestión de la calidad total en pro de una mejora continua de las actividades de producción.

Sergeieva y Bariatska (2022), en su estudio explicativo sobre *“Aseguramiento de la calidad de las pruebas de laboratorio: enfoques tradicionales y mejores prácticas actuales” [Quality Assessment of Laboratory Tests: Traditional Approaches and Current Best Practices]*, manifiestan que en el mundo analítico los protocolos y procedimientos de control de calidad son la mejor manera de evaluar la calidad de las pruebas de laboratorio,

mediante un programa de aseguramiento y control de calidad se pudo obtener gráficos, diagramas y cuadros funcionales y claros sobre la calidad de muestreo y análisis durante cada etapa de las pruebas. Los autores finalizan concluyendo que las principales debilidades del enfoque tradicional son: procesamiento periódico de los resultados de las muestras de control (excluye el seguimiento de errores), formación de muestras por clases (retarda el procesamiento), tablas de resultados de control interno y externo muy amplias; mientras que la práctica actual el aseguramiento y control de calidad utiliza más tipos de muestras de control, lo que proporciona más información sobre la calidad de cada etapa de las pruebas analíticas de forma rápida y segura.

Sukha (2022), en su estudio descriptivo sobre *“Desafíos en el aseguramiento de la calidad y Desarrollo de Sistemas de Control de Calidad” [Challenges in Quality Assurance and Quality Control Systems Development]*, refiere como objetivo mostrar la importancia de cumplir con el aseguramiento y control de calidad (QA/AC) desde la medición de masas y la teoría de muestreo, la masa mínima de la muestra y una comprensión continua de sus características; a través de cuatro casos situaciones en las plantas concentradoras de Anglo American se pudo detectar que los sistemas de control de calidad no siempre pueden detectar problemas o no conformidades dentro del proceso de muestreo y análisis, por lo que concluye que es difícil cumplir con los sistemas y protocolos de calidad implementados, sin embargo la respuesta es mantener la tendencia continua y en tiempo real de los datos del control de calidad, auditorías e inspecciones de equipos.

Fontecha (2023), en su tesis descriptiva del *“Control geológico-minero y aseguramiento de la calidad en los procesos de muestreo y venta de mineral para el proyecto Minero Combia- Antioquia”*, destaca la importancia del control, seguimiento y actualización geológica de los procesos de muestreo de mineral, ya que a través de los

resultados se reportaron mejoras en los sistemas de control de muestreo desde el mineral en bruto hasta el concentrado de venta, se pudo establecer reportes históricos de producción diaria y mensual de la planta, permitiendo un incremento significativo en el último trimestre del año. El autor concluye que la elaboración de protocolos de muestreo, los informes de control y un control dinámico de gráficos y tablas permiten tener actualizado la data de la calidad de mineral a comercializar.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Estudios nacionales toman de referencia o modelo la linealidad que se tiene a nivel internacional, adicionalmente que el ser un país minero, surge la necesidad de garantizar resultados analíticos referentes a leyes de mineral que promuevan la inversión internacional, como refieren Lazo (2019), Ricra (2022), Carrasco (2022), Ponce (2022) y Galindo y Ferata (2023) la evaluación y el aseguramiento de la calidad de muestreo y los resultados analíticos están relacionados, puesto que la calidad es sinónimo de garantía en cualquier tipo de procedimiento.

Lazo (2019), en su investigación cuantitativa del *“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”*, formuló como objetivo analizar los métodos establecidos para dicho muestreo y proponer el aseguramiento y control de la calidad del mismo, empleo muestras de detritos para determinar el mejor método mediante la correlación de sus variables, concluye manifestando que el mejor método en este tipo de muestras es el que emplea el equipo de muestreo Auger, así mismo añade que es importante conocer la mineralogía de la muestra, como la frecuencia del uso de muestras de control en los análisis del contenido de mineral.

Ricra (2022), en su tesis aplicativa de alcance descriptiva sobre la *“Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina Marcapunta de Sociedad*

Minera El Brocal”, propuso evaluar el aseguramiento y control de calidad mediante el programa aseguramiento y control de calidad, de esta manera analizo su exactitud y precisión considerando la posibilidad de una contaminación de muestra dentro de su preparación, de esta manera detectar algún tipo de error y poder prevenirlo. Para dicho estudio empleo 13,735 muestras provenientes de los sondajes de mina, cuyos resultados se procesaron de acuerdo a los documentos proveídos por el laboratorio, el autor concluye que el ratio de inserción es de un 15% respecto a las muestras control para el lote de muestra, por lo que considera que es aceptable para el aseguramiento y control de calidad.

Carrasco (2022), en su investigación descriptiva sobre el “*Control de calidad en muestras de carbón antracita para la optimización de la base de datos geológica bajo la Norma NI-43101 en proyecto de carbón ubicado en la Cuenca Altochicama*”, expresó la necesidad de controlar la calidad de las muestras para a optimización de la base de datos, utilizando muestras de antracita sujeto a la NI43-101 y la aplicación del paper 21 como metodología de interpretación, sus resultados expresan que para el funcionamiento integral del proyecto es necesario el monitoreo de la toma de muestras, densidad, humedad, logueo geológico y geotécnico así como los análisis fisicoquímicos, sin descuidar el margen de error, la cadena de custodia y la data establecida. El autor finquita afirmando que es crucial el empleo de normas y protocolos de calidad para garantizar los resultados que reporte el laboratorio, ya que esto permitirá que dicha información sea aceptada y auditable facilitando la ejecución del proyecto minero.

Ponce (2022), en su tesis aplicada de tipo experimental de la “*Optimización en la digestión de muestras para el análisis de cobre por absorción atómica en laboratorio geoquímico Cotabambas*”, planteó optimizar el proceso de análisis químico, para lo cual realizo dos experimentos considerando la temperatura, tiempo y ácidos empleados, contando con una certificación de INACAL para las muestras blancas con un 95% de

exactitud, respecto a este estudio se concluye que todo proceso analítico los resultados deben ser similares a los de la muestra blanca o estándar, ya que permiten garantizar la calidad de proceso efectuado.

Galindo y Ferata (2023), en su tesis aplicativa sobre el *“Análisis de datos y mejoramiento del protocolo de aseguramiento y control de calidad de las muestras de testigos de la perforación diamantina 2021, operaciones Antapaccay – Espinar - Cusco”*, aborda como objetivo mejorar y adecuar los protocolos de aseguramiento y control de calidad en la toma y preparación de muestras para análisis químico, se emplearon muestras testigo y control para la determinación de inserción a nivel porcentual, de acuerdo al sondeaje de mina el cual fue de 12.46% , se concluye que aseguramiento y control de calidad favorece en la validación de resultados ya que proporciona mayor exactitud y precisión los datos considerados como aceptable por no presentar tazas altas de contaminación en las muestras procesadas.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Protocolo de calidad.

En términos generales un protocolo de calidad es un conjunto de procedimientos y lineamientos detallados que se establecen para garantizar la calidad en la realización de actividades específicas, como la fabricación de un producto o la prestación de un servicio (Solidaridad Internacional - Nazioarteko Elkartasuna, 2022). Estos protocolos pueden incluir la definición de atributos de calidad, la planificación estratégica, el seguimiento y control de calidad, las acciones de mejora continua, la identificación y corrección de problemas de calidad, entre otros aspectos relevantes.

En otro aspecto los protocolos de calidad son fundamentales para asegurar la satisfacción del cliente, cumplir con regulaciones normativas y mantener una ventaja

competitiva ya que proporciona prestigio para la empresa y garantiza su eficacia de sus servicios o productos.

2.2.1.1. Protocolos de calidad en laboratorios metalúrgicos.

Como se ha mencionado anteriormente un protocolo de calidad para laboratorios debe incluir en sus lineamientos de implementación y ejecución el control de calidad, la calibración y mantenimiento de equipos, procedimientos estandarizados, validación de métodos, documentación y registro, gestión de muestras y capacitación de personal (United Nations, 1995)

Entonces los protocolos de calidad garantizan los procedimientos en la realización de las actividades específicas, por lo que a nivel laboratorio es de suma importancia ya que suele seguir pautas y normativas internacionales para garantizar la exactitud, confiabilidad y reproducibilidad de los resultados obtenidos en las pruebas y análisis realizados. (Marrella, 2010).

En el ámbito metalúrgico la funcionalidad del laboratorio repercute en los procesos, productividad y por lo tanto rentabilidad de la empresa, ya que involucra los resultados de las leyes de mineral, mineralogía, granulometría, densidad, tipo de conminación y flotación según el mineral, entre otros.

García-Arenal (2016) señala que es importante tener en cuenta los requisitos de acreditación y las normativas aplicables a los laboratorios de caracterización de químico metalúrgico; así mismo refiere Baldomero (2018) que estos requisitos pueden incluir la identificación y análisis de diferentes metales presentes en las muestras, aplicando protocolos adecuados para cada caso específico. En el mismo aspecto Sergeieva y Bariatska (2022) exponen que los laboratorios metalúrgicos deben incluir aspectos como la recepción de muestras, el secado, la reducción de tamaño de partículas y la división de muestras.

El objetivo principal de un protocolo de calidad para laboratorio es asegurar que los resultados obtenidos sean confiables, precisos y reproducibles, lo que es fundamental en diversos campos.

2.2.1.2. Acreditación de calidad.

La acreditación de calidad se refiere a un proceso de evaluación que garantiza que una institución, programa, entidad o laboratorio cumple con requisitos específicos de calidad (Silva, 2007). Este proceso puede ser llevado a cabo por agencias gubernamentales o entidades autorizadas, y generalmente implica la evaluación de la conformidad de los procedimientos con normas nacionales o internacionales (Geboy & Engle, 2011). La acreditación otorga un reconocimiento de competencia técnica y rigurosidad, y puede ser un requisito legal en ciertos contextos, como en el caso de laboratorios (Smowl Tech, 2023). Obtener la acreditación de calidad conlleva beneficios significativos, como la generación de confianza en los servicios que se ofrecen y la garantía de calidad para los clientes y el público en general.

Indicadores

La acreditación de calidad en laboratorios de análisis de minerales puede variar según la normativa y los requisitos específicos de cada país o entidad acreditadora (García-Arenal, 2016). Sin embargo, algunos indicadores comunes pueden incluir el cumplimiento de normas y regulaciones, la implementación de procedimientos normalizados de trabajo, el control de calidad interno y externo, la competencia técnica del personal y la disponibilidad de equipos y tecnología adecuados como menciona SGS (2023)

2.2.1.3. Instructivo de calidad.

De forma general un instructivo de calidad de laboratorios es un documento que describe los procedimientos y lineamientos detallados para garantizar la calidad en la

realización de actividades específicas en el ámbito de la especialidad del laboratorio. Según refiere el protocolo de CEDIMOL (2021), este documento puede incluir información sobre la implementación de un sistema de gestión de calidad, la definición de políticas y objetivos del sistema de calidad, la documentación de procedimientos normalizados de trabajo, el control de calidad interno y externo, la competencia técnica del personal, la disponibilidad de equipos y tecnología adecuados, entre otros aspectos relevantes. En tal sentido Vásquez (2017) señala que dicho instructivo es fundamental para asegurar la calidad en los servicios que se ofrecen y la satisfacción del cliente.

En el ámbito de la preparación de muestras para análisis metalúrgicos contar con un instructivo de calidad permite establecer procedimientos normalizados de trabajo que aseguran la calidad y precisión de los resultados de las pruebas o ensayos (SGS, 2023). Este instructivo puede incluir información sobre la recepción, secado, reducción de tamaño de partículas, división e identificación de muestras, así como el análisis de metales presentes en ellas, entre otros aspectos relevantes (García-Arenal, 2016). Además, el instructivo de calidad puede ser un requisito para la acreditación de calidad de los laboratorios de análisis de minerales, lo que garantiza la competencia técnica y la calidad de los servicios que se ofrecen.

2.2.1.4. Estándares de calibración.

Un estándar de calibración es un conjunto de procedimientos y lineamientos utilizados para comparar y verificar el rendimiento de dispositivos de medición. Estos estándares se utilizan para garantizar la precisión y exactitud en la medición de propiedades físicas, químicas o mecánicas de materiales y sustancias. Micro Precision Calibration (2024), líder en servicios de calibración, afirma que los estándares de calibración son fundamentales para mantener y verificar el buen funcionamiento de los

equipos, responder a los requisitos establecidos en las normas de calidad y garantizar la fiabilidad en la medición.

De acuerdo con Copper Mountain Technologies (2020) los estándares se utilizan para calibrar instrumentos y asegurar que los resultados de medición sean confiables y válidos, evitando mediciones erróneas cuando la precisión es importante; estos pueden ser dispositivos que se comparan con dispositivos menos precisos para verificar su rendimiento, y están hechos de materiales cuyas propiedades físicas han sido medidas con mucha precisión por científicos.

2.2.2. Preparación de muestras de minerales.

Según refieren diversos autores entre ellos Palacios (Palacios, 2018) la preparación de muestras se refiere a todos los pasos seguidos en el laboratorio para asegurar que la muestra sea adecuada para el análisis químico. Como menciona Intertek Latinoamérica en Aseguramiento Total de la Calidad (2023), esta incluye la creación de submuestras representativas de la muestra total, a través de procesos como machacado, pulverización, recogida, manipulación, pesado, secado, entre otros; sin dejar de lado la efectividad y significancia en sus procedimientos. En la misma línea SGS (2023) afirma que la preparación de muestras es una etapa esencial en el proceso analítico, ya que los procedimientos correctos producirán submuestras homogéneas que permitirán la obtención de datos analíticos precisos y significativos.

Para asegurar la calidad de la preparación de muestras para análisis químico, es importante seleccionar una muestra adecuada, documentar los procedimientos, realizar controles de calidad, asegurar la competencia técnica del personal y utilizar estándares de calibración como refiere Carrasco (2022).

2.2.2.1. Identificación Muestra.

La identificación de muestras de minerales se refiere al proceso de determinar las propiedades físicas y químicas de una muestra para poder identificar el mineral que la compone. Según Takayama et al (2018) esto puede implicar la observación de propiedades como el color, la dureza, el brillo, la raya, la fractura, la exfoliación, la densidad, entre otras, así como el uso de técnicas analíticas más avanzadas como la difracción de rayos X. De acuerdo con Aragón (2021) la identificación precisa de un mineral es fundamental en geología, minería, metalurgia y otras disciplinas relacionadas con el estudio y la explotación de minerales.

2.2.2.2. Método de muestreo.

Alfaro (2002), define esta actividad como un procedimiento sistemático y controlado para obtener una representación precisa y confiable de la muestra de minerales a analizar. Melgarejo et al. (2010) señalan que existen varios métodos de muestreo, que pueden ser seleccionados según las características del yacimiento, la mineralización y las necesidades específicas del proyecto, así mismo al elegir un método para una muestra de mineral, se debe considerar factores como el tipo de mineralización, las propiedades físicas y químicas del mineral, las condiciones geológicas, los objetivos del estudio, el coste y el rendimiento, y la experiencia y capacitación del personal.

De acuerdo con Campos (2001), Alfaro (2002), Melgarejo et al. (2010), Aragón (2021), los métodos de muestreo más comunes en la industria minera incluyen:

- a. **Muestreo sistemático:** Se realiza en superficies planas y sistemáticas, y puede incluir muestreo por cuadrado, muestreo por tramo o muestreo a distancia fija. Es útil para evaluar la calidad de las menas y la homogeneidad de la mineralización.
- b. **Muestreo de flujos de minerales:** Se utiliza para evaluar la mineralización en flujos de minerales en movimiento, como en deslizamientos o corrientes de minerales.

Puede ser realizado mediante muestreo manual o mecánico, como el uso de palas de deslizamiento o muestreo a presión.

- c. **Muestreo por cuadros:** Consiste en dividir el área de estudio en cuadros y seleccionar muestras en cada uno de ellos de manera sistemática y controlada. Es útil para evaluar la mineralización en áreas pequeñas o homogéneas.
- d. **Muestreo por puntos:** Implica tomar muestras en puntos específicos dentro del área de estudio, seleccionados según criterios geológicos o mineralizadores. Es útil para evaluar la mineralización en zonas específicas o estructuras geológicas.
- e. **Muestreo continuo:** Involucra la recolección de muestras a intervalos regulares a lo largo de un trazado geológico o hidrogeológico, como en perfiles de corte o perfiles de canal. Es útil para evaluar la mineralización a lo largo de perfiles y la relación entre minerales y rocas.
- f. **Muestreo por discontinuidades:** Consiste en tomar muestras en las intersecciones de planos de corte o deslizamiento, como en la intersección de un conducto de minerales con una falla o un deslizamiento. Es útil para evaluar la mineralización en zonas de deslizamiento o fallas.

Es importante documentar y controlar los métodos de muestreo para garantizar la calidad y precisión de los resultados del análisis. Además, es fundamental contar con personal capacitado y experimentado en la técnica de muestreo seleccionada, así como con equipos y herramientas adecuados para la tarea

2.2.2.3. Prueba metalúrgica.

Para Wills y Finch (2015) y Baldomero (2018), Condori y Pacco (2019) consiste en una actividad en la que se someten muestras de minerales a diferentes procesos y técnicas para evaluar la respuesta metalúrgica del mineral, la cinética de reacción, eficiencia y eficacia, y conocer información técnica que ayudará a controlar y optimizar las

operaciones metalúrgicas a nivel industrial, con el objetivo de determinar la clase de mineral y minimizar riesgos técnicos en un proyecto minero.

Hidrolab (2021) menciona que estas pruebas son fundamentales para controlar, optimizar y diseñar las operaciones de beneficio de minerales, y permiten obtener un producto comercializable. De acuerdo con la literatura mencionada se pueden clasificar en:

- a. Pruebas de lixiviación:* Se utilizan para evaluar la extracción de metales de su mineralización.
- b. Pruebas de flotación:* Se emplean para separar minerales de ganga y mejorar la calidad de los productos.
- c. Pruebas de fusión:* Se realizan para estudiar la fusión y el comportamiento de los minerales en diferentes condiciones.
- d. Pruebas de fundición:* Se utilizan para evaluar la calidad y propiedades de los metales fundidos.
- e. Pruebas de laboratorio:* Se aplican a muestras de minerales para determinar propiedades físicas, químicas y mineralógicas, como la densidad, la dureza, la solubilidad, entre otros.

Las pruebas metalúrgicas son realizadas por equipos científicos y técnicos que cuentan con experiencia en el procesamiento de análisis y pruebas, y que utilizan la experiencia y la tecnología para apoyar la evaluación técnica comercial de la industria minera (HLC, 2019). Estas pruebas son indispensables para el proceso minero y son gestionadas por laboratorios especializados en pruebas metalúrgicas.

2.3. Definiciones conceptuales.

- ✎ **Acreditación**, proceso mediante el cual una organización es capaz de medir la calidad de servicios o productos, y el rendimiento de los mismos frente a estándares reconocidos a nivel nacional o internacional.
- ✎ **Calibración**, es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar de calibración) para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento y el valor verdadero.
- ✎ **Calidad**, capacidad de un objeto o servicio para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de cualidad.
- ✎ **Certificación**, proceso que permite a una empresa, producto, proceso, servicio o persona demostrar la conformidad con requisitos específicos y estándares reconocidos a nivel nacional o internacional.
- ✎ **Instructivo**, es un conjunto de pasos organizados que proporciona instrucciones claras sobre cómo llevar a cabo una tarea específica.
- ✎ **Método**, es un proceso sistemático y organizado que se utiliza para alcanzar un objetivo específico.
- ✎ **Muestra**, es un subconjunto de elementos seleccionados de una población para analizarla o procesarla, y así obtener información representativa de dicho conjunto.
- ✎ **Normativa**, conjunto de leyes, reglamentos y normas que regulan un tema o ámbito determinado.
- ✎ **Patrón**, es una sustancia utilizada en química para estandarizar las muestras y obtener resultados más precisos y exactos en los análisis.

- ✎ **Protocolo**, es un conjunto de reglas o instrucciones a seguir en diversos ámbitos, y puede ser aplicado en áreas como la investigación científica y sociedad en general.
- ✎ **Prueba**, es un test, experimento o ensayo que se utiliza para obtener información y datos que permitan afianzar o rechazar una teoría o fundamento.
- ✎ **Requisito**, se refiere a una condición necesaria para tener acceso a algo o para que una cosa suceda.

2.4. Hipótesis de la investigación.

2.4.1. Hipótesis general.

El protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- i. El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.
- ii. El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.
- iii. El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.

2.5. Operacionalización de variables e indicadores.

El estudio propone dos variables para analizar su relación, siendo “X” = Protocolo de calidad, y “Y” = Preparación de muestras para ensayos metalúrgicos, para efectos de la documentación estudiada se emplearon los registros del laboratorio. La siguiente tabla denota las dimensiones e indicadores seleccionados para cada variable, del mismo modo que las técnicas e instrumentos a emplear.

Tabla 1: Variables, dimensiones e indicadores.

Variable X	Concepción operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos
Protocolo de calidad	“Se considera así a la documentación técnica que busca garantizar los procedimientos empleados en los procesos o servicios de una organización, los cuales buscan la excelencia en calidad a través de lineamientos establecidos”	Instructivo de calidad	1. Código de instructivo 2. Título 3. Objetivo	Cuantitativa / Instructivo de laboratorio
		Acreditación de calidad	4. Disponibilidad de equipos 5. Procedimientos	Cuantitativa / Instructivo del sistema de gestión de calidad
		Estándares de calidad	6. Instrumento o equipo a usar 7. Verificación y calibración de equipos	Cuantitativa / Instructivo de laboratorio
Variable Y	Concepción operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos
Preparación de muestras	“Se refiere así a los procedimientos y métodos previos a los análisis o ensayos químico metalúrgicos”	Identificación Muestra	1. Tipo Muestra 2. Condiciones de la muestra	Cuantitativa / Instructivo de laboratorio
		Método de muestreo	3. Tipo de método 4. Referencia de la muestra	Cuantitativa / Instructivo de laboratorio
		Prueba metalúrgica	5. Tipo de test 6. Elementos por analizar	Cuantitativa / Instructivo de laboratorio

Nota: Elaboración propia.

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico.

3.1.1. Tipo de investigación.

De acuerdo a la periodicidad de aplicación de instrumentos corresponde a una investigación transversal, ya que se analizará los instructivos de laboratorio, basado en su sistema de gestión de calidad.

3.1.2. Nivel de investigación.

Según el alcance de los objetivos de la investigación abarca un nivel descriptivo, puesto que pretende describir de los efectos positivos o negativos entre variables y dimensiones.

3.1.3. Diseño de la investigación.

Se plantea un diseño no experimental, ya que no habrá estímulos externos en los resultados de los indicadores propuestos según lo considerado para cada variable.

3.1.4. Enfoque de la investigación.

Según lo propuesto por los objetivos abordará un enfoque cuantitativo durante el análisis de los resultados reportados por el instrumento establecido, del cual se realizará una interpretación deductiva según su valoración estadística.

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población

De tipo finita, se utilizará el consolidado de los 28 Instructivos de laboratorio registrados por la empresa SGS.

3.2.2. Muestra

Pertenece al tipo probabilístico, mediante la fórmula de muestreo finito:

$$n = \frac{n'}{1 + (n'/N)}$$

Se procesaron 26 Instructivos de laboratorio.

TAMAÑO DE MUESTRA PARA UNA PROPORCION	
N =	28
Z(alfa medios) =	1.960
P =	0.5
Q =	0.5
E =	0.05
no 384.16	
Si no se conoce N; n =	384
Si se conoce N; n =	26

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

El periodo de aplicación de las técnicas e instrumentos de investigación se dio durante el 2023, año donde se recopiló la data necesaria para la ejecución del estudio, donde se considerará para el protocolo de calidad la acreditación e instructivo de calidad y el estándar de calibración como indicadores, mientras que para la preparación de muestras se empleará su identificación y método de muestra, y prueba metalúrgica seleccionada.

3.3.1. Técnicas.

- ✓ **Documental**; se realizó mediante el uso de plataformas en línea de arquetipo científico como lo son Scopus, Scielo, Dialnet, entre otros. Instrumentos:
 - Fichas bibliográficas (Libros, Tesis y Artículos Científicos)
 - Memorias descriptivas.
- ✓ **Cuantitativa**; esta técnica se utilizará en el cálculo estadístico de acuerdo a los indicadores propuestos. Instrumentos:
 - Instructivo de laboratorio.
 - Informes anuales.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.

En este aspecto se procesó la información recopilada de los instructivos de laboratorio en los programas Excel y SPSS, pasando de aspectos cualitativos a cuantitativos, de esta manera se pudo valorar porcentualmente los resultados referentes a las variables, dimensiones e indicadores propuestos, mediante una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) se determinó la dispersión de los datos procesados, así como el sig ($<,001$) para la verificación de la hipótesis en cuestión, para ello se empleó la Prueba T – Student considerando los valores de media, desviación estándar, grados de libertad y p-valor.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados del protocolo de calidad.

Para el análisis de los resultados se empleó 26 documentos con denominación de instructivo y procedimiento de laboratorio registrados por la empresa.

Tabla 2.
Resumen de denominación de documentos procesados.

Nº Revisión	Código	Denominación	Título	Nº Referencia
R05	I-NR-77	Instructivo SGC	Chancado primario y secundario	2
R05	I-NR-78	Instructivo SGC	Homogenización y división de muestras	4
R02	I-NR-107	Instructivo SGC	Filtrado de muestras	1
R03	I-NR-112	Instructivo SGC	Distribución de ordenes de análisis	0
R02	I-NR-114	Instructivo SGC	Generación de ordenes de análisis	1
R01	I-NR-124	Instructivo SGC	Control granulométrico de muestras para análisis químico	1
R01	I-NR-125	Instructivo SGC	Verificación de micropipetas	4
R04	IO-NR-54	Instructivo operativo	Operación y verificación de balanza	8
R04	IO-NR-57	Instructivo operativo	Divisor Rotatorio	1
R04	IO-NR-71	Instructivo operativo	Agitador magnético sin calentamiento	1
R04	IO-NR-76	Instructivo operativo	Balanza Marcy	1
R04	IO-NR-85	Instructivo operativo	Sellador al vacío	1
R01	IO-NR-129	Instructivo operativo	Termohigrómetro	4
R08	P-NR-17	Procedimiento SGC	Recepción y devolución de muestras	1
R06	P-NR-18	Procedimiento SGC	Preparación de muestras para pruebas metalúrgicas	5
R02	P-NR-19	Procedimiento SGC	Envío y pulverizado de muestras para análisis químico	3
R08	P-NR-22	Procedimiento SGC	Procedimiento general de laboratorio de metalurgia	6
R04	P-NR-33	Procedimiento Técnico	Prueba de sedimentación	1
R03	P-NR-38	Procedimiento SGC	Análisis granulométrico valorado	2
R03	P-NR-40	Procedimiento Técnico	Determinación del índice de abrasión - Método de Bond	3
R05	P-NR-44	Procedimiento Técnico	Cinética de Flotación	3
R04	P-NR-49	Procedimiento Técnico	Test estándar de celda de humedad	1
R03	P-NR-50	Procedimiento Técnico	Test SPLP, ABA, NAG	1
R03	P-NR-51	Procedimiento Técnico	Prueba de lixiviación diagnostica (DLT)	2
R03	P-NR-53	Procedimiento Técnico	Determinación de gravedad específica	0
R06	P-NR-68	Procedimiento Técnico	Prueba de Cianuración en botella	3

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

En esta variable se analizó tres aspectos: El *Instructivo* procedimental donde predominó el nivel “completo” con 88.5%, *Acreditación* con 65.4% y los *Estándares* con 61.5% coincidiendo en el nivel “sin detallar”, los resultados muestran que si bien es cierto los instructivos procedimentales cumplen con su estructura y objetivo tienen un margen que pueden mejorar, como todo aseguramiento de calidad total es indispensable la mejora continua en los procedimientos este caso de los llamados instructivos.

En el siguiente flujograma se explica el procedimiento de acuerdo al instructivo revisado respecto al protocolo de calidad.

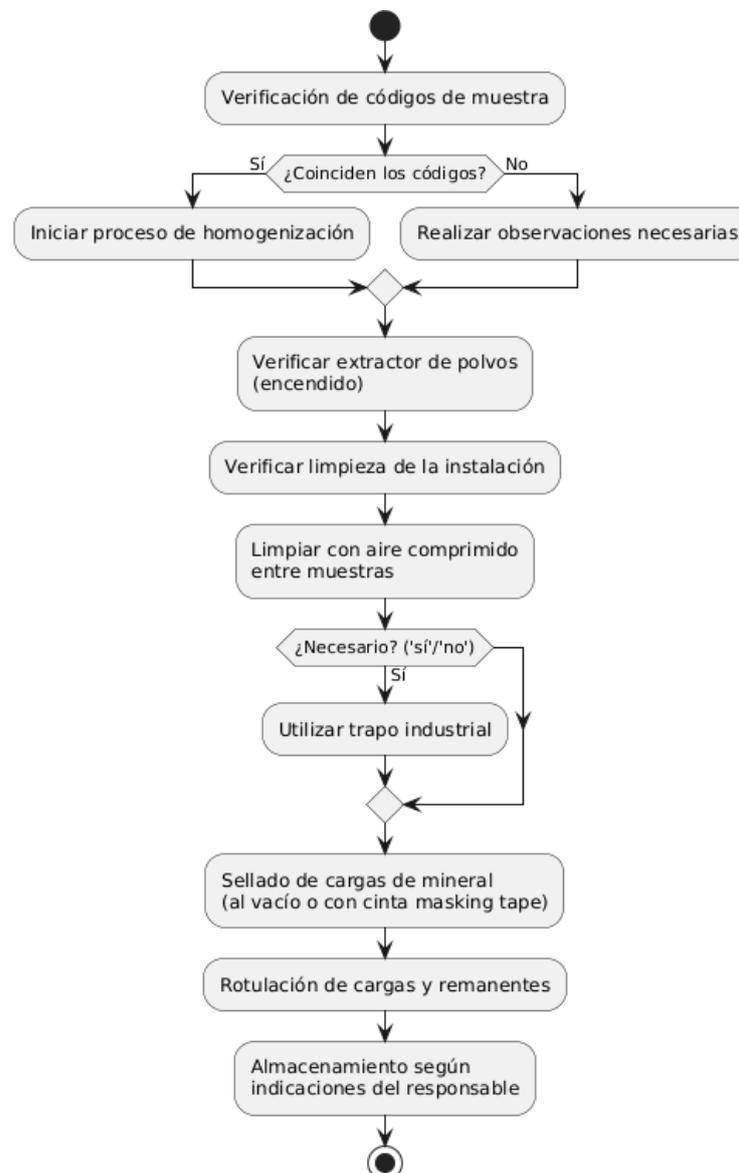


Figura 1. Flujograma del instructivo de calidad de muestreo.

4.1.1. Instructivo.

Para medición del “instructivo”, se usaron los indicadores: Especificación del código, título y objetivo; cuyos resultados mostraron que los instructivos están al 88.5 % del nivel “completo”, dejando un 11.5% en el nivel “sin detallar”, es evidente que esta dimensión se está ejecutando correctamente, pero que es recomendable hacer ajustes para perfeccionar las mediciones de los indicadores.

*Tabla 3.
Medición del instructivo de calidad general.*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	23	88,5
Sin detallar	3	11,5
Total	26	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

4.1.2. Acreditación.

Respecto a la “acreditación” se emplearon los indicadores: Uso de EPP y los procedimientos; obteniéndose como resultados que están al 26.9 % del nivel “completo”, 65.4% en el nivel “sin detallar”, y un 7.7% en el nivel “Incompleto”, por ende, la documentación para la acreditación de la calidad si bien es cierto esta completa, no se encuentra bien detallada, quedando un margen por mejorar.

*Tabla 4.
Medición de la acreditación de la calidad.*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	7	26,9
Sin detallar	17	65,4
Incompleto	2	7,7
Total	26	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

4.1.3. Estándares.

En el caso de los “estándares”, se utilizaron los indicadores: Instrumentos o equipos a usar y la verificación de instructivos; obteniendo los siguientes resultados: 61.5 % del nivel “Sin detallar”, 34.6 % en el nivel “completo”, y un 3.8% en el nivel “Incompleto”, se

evidencia que los instructivos si bien es cierto en su mayoría tiene criterios completos, tiene un amplio margen que detallar en la documentación.

Tabla 5.
Medición de los estándares de calibración.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	9	34,6
Sin detallar	16	61,5
Incompleto	1	3,8
Total	26	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

A continuación, se expone el flujograma de los procedimientos respecto a la verificación de instructivos y muestras recibidas en el laboratorio.

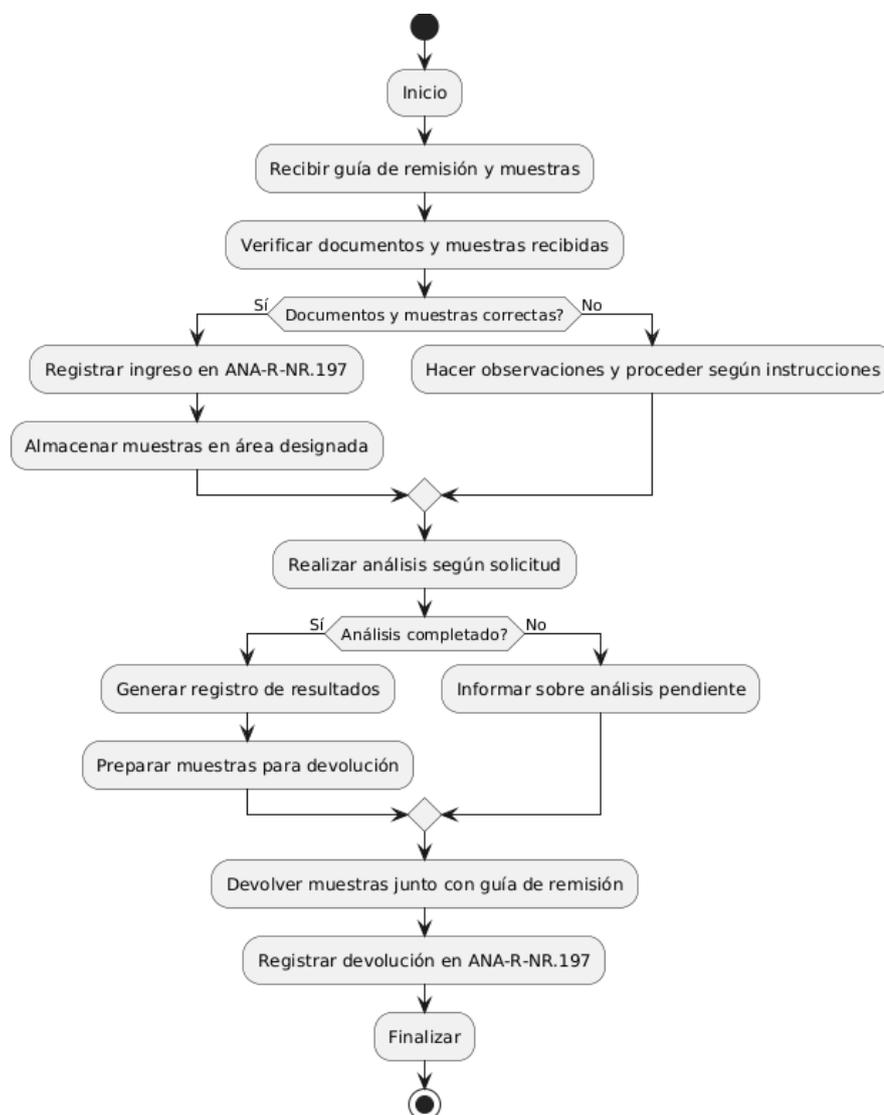


Figura 2. Flujograma de verificación de instructivos y muestras recibidas.

4.2. Análisis de resultados de la preparación de muestras.

En esta variable al igual que en la anterior se consideró como data muestral 26 instructivos expuestos en la tabla 2, así mismo de trabajo bajo las tres premisas: Identificación de muestra con 73.1%, Método de muestreo con 69.2% y la Prueba metalúrgica con 69.2% coincidiendo en el nivel “completo”, según los resultados la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos se ha estado efectuando correctamente.

Seguidamente se tiene el flujograma de la identificación de las muestras, partiendo desde su recepción, sus condiciones de llegada, tipo de prueba a realizar y finalmente el informe de sus resultados.

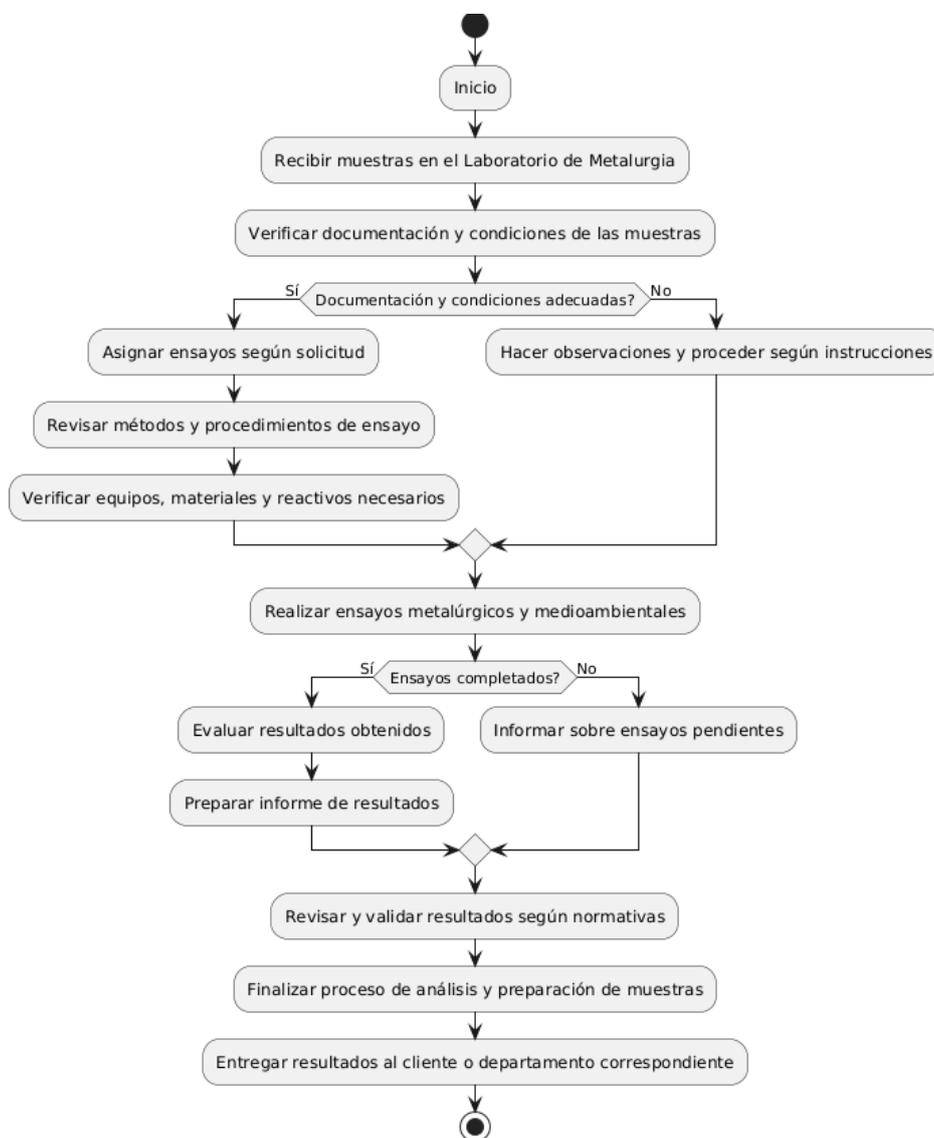


Figura 3. Flujograma Identificación de muestras

Cabe mencionar que el laboratorio de estudio tiene certificación y acreditación de estándares internacionales de calidad total, esto ha contribuido a optimizar los procesos en sus respectivas áreas de análisis, por ello es válido afirmar que el aseguramiento de la calidad total va de la mano con el eficiente protocolo de calidad implantado en los procedimientos analíticos.

4.2.1. Identificación.

En razón de la “identificación”, se utilizaron los indicadores: Tipo y condiciones de la muestra, presentando los siguientes resultados un 73.1% en el nivel “Completo”, un 26.9% en el nivel “Sin detallar”, por lo tanto, se afirma que la documentación analizada cumple con su propósito, aunque existe un margen de mejorar.

*Tabla 6.
Medición de la identificación de la muestra*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	19	73,1
Sin detallar	7	26,9
Total	26	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

4.2.2. Método.

Para el “método”, se trabajó con los indicadores: Tipo de método y referencia de la muestra, los resultados de la data manifiestan un 69.2 % en el nivel “Completo”, y un 30.8 % en el nivel “Sin detallar”, en tal sentido se puede concluir que más de la mitad de los instructivos cumplen con el registro de los indicadores, sin embargo, es importante reducir el porcentaje de formatos no detallados.

*Tabla 7.
Medición del método de muestreo*

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	18	69,2
Sin detallar	8	30,8
Total	26	100,0

Nota: Elaboración propia a partir de la documentación recopilada

A continuación, se presenta el flujograma del instructivo para la preparación de muestras según el tipo de método y test metalúrgico que se haya requerido considerando los elementos que interesa reconocimiento cuantitativo.

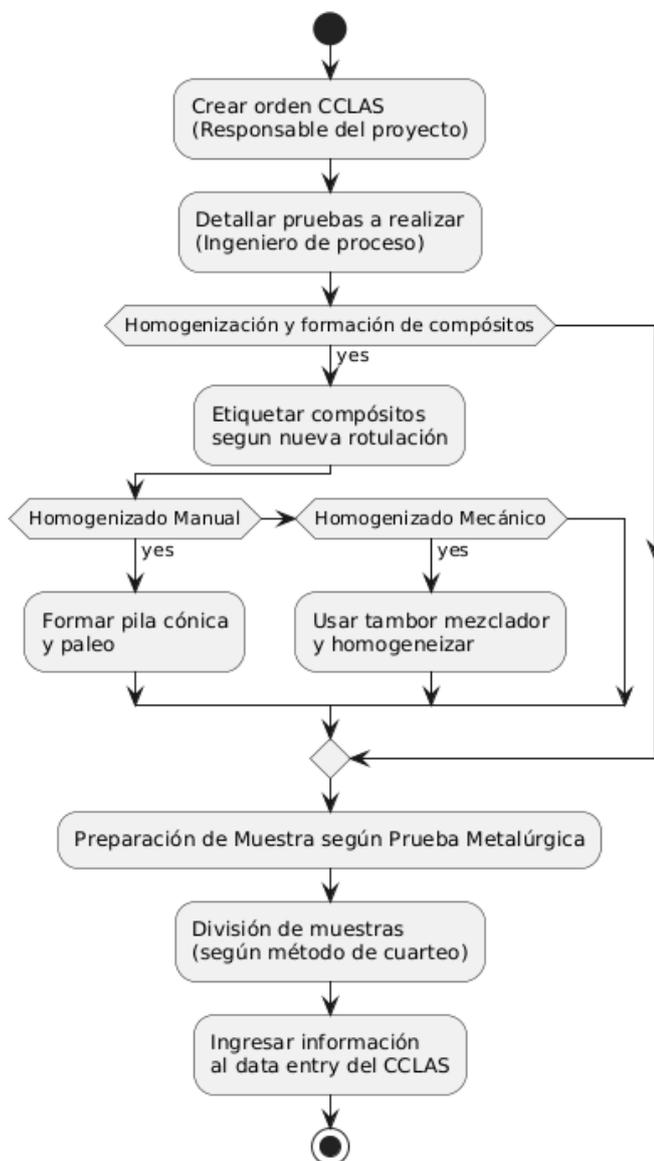


Figura 4. Flujograma del instructivo para la preparación de muestras para pruebas metalúrgicas

4.2.3. Prueba.

En la última dimensión “Prueba”, los indicadores fueron: Tipo de test y elementos por analizar, presentando los siguientes resultados un 69.2% en el nivel “Completo” y un 30.8% en el nivel “Sin detallar”, afirmándose que la documentación analizada cumple con los requerimientos, no obstante, el margen por mejorar es significativo.

Tabla 8.
Medición de la prueba metalúrgica.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje (%)
Completo	18	69,2
Sin detallar	8	30,8
Total	26	100,0

Nota. Elaboración propia a partir de la documentación recopilada.

4.3. Contrastación de hipótesis.

Para la prueba de hipótesis, se consideró establecer la normalidad de la data procesada, para ello se empleó la prueba de Shapiro-Wilk, por tratarse de una muestra menor a 50, resultando un sig. 0.124 para “Protocolo de calidad” lo cual indica una distribución normal de sus datos, mientras que para la “Preparación de muestras” el sig es de <,001 indica una distribución libre. Sin embargo, considerando que la muestra poblacional es pequeña (n=26) y es no aleatoria, se optó por emplear pruebas del T Student.

Tabla 9.
Prueba de normalidad de datos procesados.

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Protocolo de calidad	0,524	26	<,001
Preparación de muestras	0,376	26	<,001

Nota. Elaboración propia a partir del SPSS

4.3.1. Contrastación de hipótesis general.

Como se ha mencionado anteriormente se empleó la Prueba T Student, para contrastar la hipótesis, para ello se analizó el estadístico descriptivo, considerando los valores de la media y desviación estándar.

Tabla 10.
Descriptivo estadístico para la HG.

Variables	N	Media (M)	Desviación estándar (DE)	Media de error estándar
Protocolo de calidad	26	2,23	0,430	0,084
Preparación de muestras	26	2,12	0,326	0,064

Nota. Elaboración propia a partir del SPSS

Entonces la hipótesis de la investigación refiere lo siguiente:

H_G: “El protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos”

Mientras que la hipótesis nula menciona que:

H₀: “El protocolo de calidad no optimiza de la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos”

La muestra evaluada expuso una M de 2.23 para “Protocolo de calidad” y 2.12 para “Preparación de muestras” y una DE de 0.430 y 0.326 respectivamente, mientras que la muestra normativa con sus mismas condiciones (tabla 11) reporto $t_{(25)} = 26.47$ en “Protocolo de calidad” y $t_{(25)} = 33.106$ para “Preparación de muestras”, y en ambos $p < .001$

De acuerdo con estos resultados se rechaza la hipótesis nula, ya que el p-valor $= 0.001 < 0.05$, lo que indica la significancia de la hipótesis formulada.

*Tabla 11.
Prueba de T para la hipótesis central de la investigación*

Variables	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Protocolo de calidad	26,473	25	<,001	2,231	2,06	2,40
Preparación de muestras	33,106	25	<,001	2,115	1,98	2,25

Nota. Elaboración propia a partir del SPSS

4.3.2. Contrastación de hipótesis específica.

Del mismo modo que la hipótesis general se empleó la prueba T para determinar la significancia de las hipótesis específicas donde el $\text{sig.} \leq 0.05$ indica la validación y el $\text{sig.} \geq 0.05$ la negación de la misma.

En la tabla 12 se establece la media (M) y desviación estándar (DE) como parte de los estadísticos descriptivo en la verificación hipotética, según se observa los valores

fueron para $M = 1.69$ (Est. Calibr.), 1.27 (Iden. Mues.) y 1.31 (Met. Mues.); y de la $DE = 0.549$ (Est. Calibr.), 0.452 (Iden. Mues.) y 0.471 (Met. Mues.)

Tabla 12.
Descriptivo estadístico - HE

Dimensiones	N	Media (M)	Desviación estándar (DE)	Media de error estándar
Estándares de calibración	26	1,69	0,549	0,108
Identificación Muestra	26	1,27	0,452	0,089
Método de muestreo	26	1,31	0,471	0,092

Nota. Elaboración propia a partir del SPSS

Hipótesis propuestas:

- H_i : El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.
- H_0 : El protocolo de calidad no garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.
- H_{ii} : El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.
- H_0 : El protocolo de calidad no garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.
- H_{iii} : El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.
- H_0 : El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente el sig (p-valor) determina el rechazo de la hipótesis nula (H_0) ($p\text{-valor} \leq 0.05$), como bien se observa en la tabla 13 para las tres hipótesis el sig. es de $< 0,001$, por lo que se puede afirmar que las hipótesis planteadas (H_i , H_{ii} , y H_{iii}) son válidas y se rechaza a las nulas (H_0) respectivamente.

Tabla 13.
Prueba T - HE

Dimensiones	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Estándares de calibración	15,714	25	<,001	1,692	1,47	1,91
Identificación Muestra	14,307	25	<,001	1,269	1,09	1,45
Método de muestreo	14,167	25	<,001	1,308	1,12	1,50

Nota. Elaboración propia a partir del SPSS

CAPÍTULO V.

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados.

El presente apartado reevalúa los resultados encontrados durante la investigación de sobre el protocolo de calidad y los efectos en la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos, así como la concordancia y discrepancias con los antecedentes revisados capítulos adelante.

Urtubia (2020), Sergeieva y Bariatska (2022) enfatizan en la necesidad de optimizar las prácticas de control de calidad en las muestras de mineral para ensayos metalúrgicos, de esta manera se garantiza la calidad de las pruebas de laboratorio a través de los protocolos y procedimientos de control de calidad; sin embargo, existen desafíos en el aseguramiento de calidad como refiere Sukha (2022) que no pueden ser detectables en los sistemas de control, ya que no siempre se pueden detectar problemas o no conformidades dentro del proceso de muestreo y análisis, aun así es preciso mantener la continuidad en los protocolos de aseguramiento de calidad de los procedimientos o instructivos de muestreo como es el caso de presente estudio.

Fontecha (2023), afirma que la elaboración de protocolos de muestreo, los informes de control y un control dinámico de gráficos y tablas no solo permiten tener actualizado la data de la calidad de mineral y garantizar su procedencia, sino que también favorece en la comercialización de minerales y en la inversión de la misma.

El protocolo de calidad en los laboratorios, garantizan su certificación y acreditación de sus resultados; los reportes basados en la ejecución de los instructivos son respaldados muchas veces por estándares nacionales e internacionales contribuyen en la optimización de la preparación de muestras metalúrgicas como se refiere en la prueba de hipótesis planteada por este caso de estudio. A nivel nacional se tiene similares opiniones en el

ámbito del aseguramiento de calidad de muestras para laboratorio, al respecto tenemos a Lazo (2019), quien recalca la importancia del uso de muestras de control en los análisis del contenido de minera, como respaldo de la calibración de los equipos de análisis y los procedimientos analíticos, así mismo Ricra (2022), Galindo y Ferata (2023), señalan que una evaluación en aseguramiento de calidad de muestra contribuye en la exactitud y precisión de la preparación de la muestra, ya que se puede detectar algún tipo de error y realizar la rectificación pertinente; al respecto Carrasco (2022) y Ponce (2022) expresan que es necesario controlar la calidad de las muestras para a optimización de la base de datos, afirmando que es crucial el empleo de normas y protocolos de calidad para garantizar los resultados que reporte el laboratorio.

Como vemos nuestro estudio no difiere de las apreciaciones de los autores revisados, sino que refuerza el criterio del efecto positivo de los protocolos de calidad como parte del aseguramiento de la calidad total en los laboratorios, específicamente en la preparación de muestras, ya que es crucial garantizar la precisión, la reproducibilidad y la conformidad con las normas, debido a que todo reporte generado proviene con una acreditación y certificación según el requerimiento del cliente, que avala los resultados. En tal sentido los laboratorios se ven en la necesidad de cumplir con los estándares de certificación de calidad, lo cual no solo mejora la eficiencia y reduce los costos, sino que también asegura la seguridad y confiabilidad de los productos finales y les proporciona una excelente imagen corporativa en el mercado.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

La tesis concluye con resultados favorables para la hipótesis propuesta, con una significancia de $p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$ respecto a las variables, cabe mencionar que dichos resultados fueron expuestos por la prueba T, donde para “Protocolo de calidad” se tuvo una $M = 2.23$, $DE = 0.430$, y $t_{(25)} = 26.47$; y en Preparación de muestras: $M = 2.12$, $DE = 0.326$ y $t_{(25)} = 33.106$. La importancia de los protocolos de calidad en los laboratorios va desde la recepción de la muestra hasta el reporte final entregado al cliente, en tal aspecto considerar el efecto de este durante todo el proceso de ensayo o prueba es necesario, nuestro caso de estudio se enfoca en las repercusiones en la preparación de muestra antes de ser sometida a un ensayo, se analizó los instructivos procedimentales realizados por el laboratorio químico – metalúrgico, determinando que el protocolo de calidad establecido tiene significancia en la preparación de muestras según indica los resultados de sus dimensiones: Identificación de muestra con 73.1%, Método de muestreo con 69.2% y la Prueba metalúrgica con 69.2% coincidiendo en el nivel “completo”, así mismo la valoración de su prueba T indicó la significancia de sus hipótesis con un $p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$, rechazando las hipótesis nulas.

Nuestro estudio confirma el efecto positivo de los protocolos de calidad en el aseguramiento de la calidad total en laboratorios, especialmente en la preparación de muestras metalúrgicas, mediante una aplicación rigurosa de protocolos se puede garantizar la precisión, la reproducibilidad y la conformidad con las normas establecidas. Los reportes generados, respaldados por acreditaciones y certificaciones según los requisitos del cliente, avalan la fiabilidad de los resultados obtenidos.

En este contexto, los laboratorios se ven obligados a cumplir con los estándares de certificación de calidad, lo que no solo mejora la eficiencia y reduce los costos, sino que también asegura la seguridad y confiabilidad de los productos finales. Además, el cumplimiento de estos estándares otorga a los laboratorios una excelente imagen corporativa en el mercado, consolidando su reputación y competitividad.

6.2.Recomendaciones.

Para optimizar el aseguramiento de la calidad en los laboratorios metalúrgicos, se recomienda mejorar y reducir las brechas en los criterios considerados durante los procedimientos analíticos, tanto antes como después de la preparación de muestras. A continuación, se detallan algunas recomendaciones:

- ✓ Revisar y actualizar periódicamente los instructivos de procedimiento para garantizar que estén alineados con las últimas normativas y mejores prácticas del sector.
- ✓ Asegurar que todos los técnicos y analistas estén capacitados y familiarizados con los procedimientos actualizados.
- ✓ Mantener y renovar las acreditaciones y certificaciones de calidad según las normativas vigentes.
- ✓ Documentar detalladamente el método de muestreo utilizado, garantizando la trazabilidad y la integridad de las muestras.
- ✓ Validar regularmente los métodos de prueba utilizados para asegurar su precisión y fiabilidad.
- ✓ Implementar controles estadísticos de procesos para monitorear y reducir la variabilidad en los resultados analíticos.

- ✓ Fomentar una cultura de mejora continua, incentivando la identificación y corrección de desviaciones y no conformidades.

Estas recomendaciones contribuirán a mejorar los protocolos de calidad total en los laboratorios metalúrgicos, garantizando la precisión, reproducibilidad y conformidad de los análisis, y fortaleciendo la confianza de los clientes en los resultados proporcionados.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

5.1. Referencias bibliográficas

- Aragón, A. (2021). *Técnicas de caracterización y procedimientos empleados en la mineralogía aplicada al beneficio de minerales*. ibukku, LLC.
- Biswas, A., & Davenport, W. (2013). *Extractive Metallurgy of Copper: International Series on Materials Science and Technology*. Oxford: D. W. Hopkins.
- Campos, J. (2001). *Manual de procesamiento de minerales : I parte : preparación mecánica de minerales* (1a. ed ed.). La Serena: Universidad de La Serena.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San marcos.
- Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Mc Gram Hill .
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.C.: McGraw-Hill.
- Morral, F. J. (1985). *Metalurgia General* (Vol. Vol. II). Barcelona: Ed. Reverté S.A.
- Silva, P. (2007). *Guidelines on Establishment of Accreditation of Health Laboratories*. World Health Organization.
- Wills, B., & Finch, J. (2015). *Wills' Mineral Processing Technology - An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery (Eight ed.)* (8a edición ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.

5.2. Referencias documentales.

- Alfaro, M. (2002). *Introducción al Muestreo Minero*. Santiago: Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. Obtenido de https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/doc_num.php?explnum_id=3712
- Alvites, J. (2019). Implementación de un sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015, para la mejora de la productividad en la Empresa Minerals Processing SAC -

- Lurigancho Chosica 2018. *Tesis*. Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49452>
- Badl, C. (2021). Optimisation and validation of an X-ray fluorescence method for the analysis of mineral sands oxides. *Master of Applied Science in Chemistry*. Cape Peninsula University of Technology. Obtenido de https://etd.cput.ac.za/bitstream/20.500.11838/3324/1/Badla_Cramwell_207118060.pdf
- Baldomero, J. (2018). Análisis y desarrollo del laboratorio químico-metalúrgico en la Planta Golden Valley S.A. - Ecuador. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/387c7837-1f4f-4a18-b1c5-56d69b6e9ac4/content>
- Carrasco, M. (2022). Control de calidad en muestras de carbón antracita para la optimización de la base de datos geológica bajo la Norma NI-43101 en proyecto de carbón ubicado en la Cuenca Altochicama. *Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Geología con mención en Recursos Mineros*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/18248/Carrasco_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CEDIMOL. (2021). *Protocolo para el Control General de Calidad*. Obtenido de https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_13/recursos/gestion_laboratorios/protocolos/24092021/tla01_control_calidad_cedimol.pdf
- Condori, J., & Pacco, A. (2019). Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en ensayos por vía seca, para mejorar la confiabilidad de resultados de laboratorio químico de minerales. *Tesis de título*. Universidad Nacional de San

Agustín, Arequipa. Obtenido de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10507/IQpayaar%26covaji.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fontecha, Y. (2023). Control geológico-minero y aseguramiento de la calidad en los

procesos de muestreo y venta de mineral para el proyecto Minero Combia (Puerto Berrío, Antioquia). *Tesis para optar el título profesional de Geólogo*. Universidad de Caldas, Manizales. Obtenido de

https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/19498/trabajo_final_grado.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Galindo, M., & Ferata, V. (2023). “Análisis de datos y mejoramiento del protocolo de

aseguramiento y control de calidad de las muestras de testigos de la perforación diamantina 2021, operaciones Antapaccay – Espinar - Cusco”. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo*. Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, Cusco. Obtenido de

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7802/253T20230415.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García-Arenal, D. (2016). Requisitos de acreditación para un laboratorio de caracterización

de residuos de metalurgia no férrea (Al, Cu, Zn, Pb). *Proyecto de grado en Tecnología Minera*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Madrid. Obtenido de https://oa.upm.es/40091/1/PFG_Diego_Garcia-Arenal_Toran.pdf

Lazo, C. (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 de Ingeniero Geólogo*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323343069.pdf>

- Marrella, A. (2010). *Laboratory quality assurance and quality control guidance: Reasonable confidence protocols*. Obtenido de https://portal.ct.gov/-/media/DEEP/site_clean_up/guidance/RCP/QAQCRCPSGuidanceDocumentpdf.pdf
- Palacios, M. (2018). La etapa de preparación de la muestra en los métodos analíticos. *Trabajo de grado de maestría*. Universidad de Sevilla. Obtenido de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82200/2TeresaTFG%20Prep%20Muestra%20Modiificado_16_06_18rev4%20-.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Ponce, A. (2022). Optimización en la digestión de muestras para el análisis de cobre por absorción atómica en laboratorio geoquímico Cotabambas - Apurímac. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18365/Ponce_Mamanchura_Armando_Diego.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ricra, J. (2022). Evaluación del aseguramiento y control de calidad de muestras de la mina Marcapunta de Sociedad Minera El Brocal. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2870/1/T026_70776163_T.pdf
- Sergeieva, S., & Bariatska, N. (2022). Quality Assessment of Laboratory Tests: Traditional Approaches and Current Best Practices. *16.a Conferencia Internacional "Monitoreo de Procesos Geológicos y Condición Ecológica del Medio Ambiente"*. Kyiv: Asociación Europea de Geocientíficos e Ingenieros. doi:<https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580123>

Solidaridad Internacional - Nazioarteko Elkartasuna. (2022). *Protocolo de calidad mejora continua*. Obtenido de Si! Nazioarteko Elkartasuna:

<https://www.solidaridadsi.org/files/2022-07/protocolo-de-calidad.pdf>

Sukha, N. (2022). Challenges in Quality Assurance and Quality Control Systems Development. *Proceedings of WCSB10: TOS Forum*(11), 65–78. Obtenido de https://www.impopen.com/subs/tosf/v22/S11_0065.pdf

United Nations. (1995). *Recommended Guidelines for Quality Assurance and Good Laboratory Practices: Manual for use by national laboratories*. Obtenido de <https://www.unodc.org/documents/scientific/st-nar-25.pdf>

Urtubia, V. (2020). Implementación y optimización de actividades de geología de producción, control de calidad mineral en el corto plazo, mina San Antonio, división el Salvador Codelco, región de Atacama, Chile. *Tesis para optar el Título de Geóloga*. Universidad de Concepcion, Atacama. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/6327/1/TESIS%20IMPLEMENTACION%20Y%20OPTIMIZACION%20DE%20ACTIVIDADES.LImage.Marked.pdf>

Vásquez, C. (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, Lima. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5906/Vasquez_chc.pdf?isAllowed=y&sequence=3

5.3. Referencias hemerográficas

Gadd, G. (2010). Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology*. doi:<https://doi.org/10.1099/mic.0.037143-0>

- Geboy, N., & Engle, M. (2011). *Quality Assurance and Quality Control of Geochemical Data: A Primer for the Research Scientist*. U.S. Geological Survey Open-File Report. Obtenido de <https://pubs.usgs.gov/of/2011/1187/pdf/ofr2011-1187.pdf>
- Melgarejo, J., Proenza, J., Galí, S., & Llovet, X. (2010). Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración y explotación minera. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62, 1-23. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/bsgm/v62n1/v62n1a2.pdf>
- Rutledge, J., & Anderson, C. (2015). Tannins in Mineral Processing and Extractive Metallurgy. *Metals*, 1520-1542. doi:<https://doi.org/10.3390/met5031520>
- Takayama, T., Murao, R., & Kimura, M. (2018). Quantitative Analysis of Mineral Phases in Iron-ore Sinter by the Rietveld Method of X-ray Diffraction Patterns. *ISIJ International*, 58(6), pp. 1069-1078. doi:
<https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2017-717>
- Wadhwa, V., Rai, S., Thukral, T., & Chopra, M. (2012). Laboratory quality management system: Road to accreditation and beyond. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 30(2), 131-140. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/778509/1-s2.0-S0255085712X30020/1-s2.0-S0255085721009646/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAsaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIHuzliabEV%2FNonfMnLSS5Fpxx0ILSjtewyycy5ixhlMnAiBOLFICixqP%2BQJ5xiPFF6jQivFPLnVm9BYkfgM8g7bR>

5.4. Referencias electrónicas

- Copper Mountain Technologies. (2020). *Tipos de Calibración & Consideraciones*. Obtenido de <https://coppermountaintech.com/es/tipos-de-calibracion-consideraciones/>

Hidrolab. (2021). *Pruebas metalúrgicas y su importancia en la operación*. Obtenido de <https://www.hidrolab.com/blog/pruebas-metalurgicas-y-su-importancia/>

HLC. (2019). *¿Para qué sirven las pruebas metalúrgicas?* (HLC Ingeniería y Construcción) Obtenido de Metalurgia: <https://www.hlcsac.com/noticias/cuales-son-las-caracteristicas-de-las-pruebas-metalurgicas/>

Intertek Group plc. (2023). *Preparación de Muestras de Minerales*. Obtenido de Total Quality Assured: <https://www.intertek.com.mx/minerales/preparacion-de-muestras/>

Micro Precision Calibration. (2024). *Simplifique su flujo de trabajo de calibración con servicios y soluciones de calibración líderes en la industria*. Obtenido de Estándares de laboratorio:

<https://microprecision.com/es/servicios/calibracion/estandares-de-nuestros-laboratorios/>

SGS. (2023). *Evaluación y proceso de diamantes y minerales indicadores*. Obtenido de <https://www.sgs.com/es-mx/services/evaluacion-y-proceso-de-diamantes-y-minerales-indicadores>

SGS S.A. (2023). *Preparación de muestras*. (Société Générale de Surveillance S.A.) Obtenido de <https://www.sgs.com/es-mx/service-groups/preparacion-de-muestras>

Smowl Tech. (2023). *Acreditación de alta calidad: qué es, cuáles son sus beneficios y por qué es tan importante*. Obtenido de Casos de estudio:

<https://smowl.net/es/blog/acreditacion-de-alta-calidad/>

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento 1- Procedimiento ANA-P.NR-22

	PROCEDIMIENTO SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	Código : ANA-P-NR.22 Revisión : 08 Página : 1 de 22 Fecha : Febrero 2023
	PROCEDIMIENTO GENERAL DE LABORATORIO DE METALURGIA	Aprobado : JG
Copia Asignada a:	LA COPIA IMPRESA DE ESTE DOCUMENTO ES UNA COPIA NO CONTROLADA	

1. OBJETIVO

El presente documento establece las actividades que se realizan para la ejecución de servicios metalúrgicos (pruebas metalúrgicas y medioambientales) de las muestras que ingresan al Laboratorio de Metalurgia de la división Minerales.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente procedimiento se aplica en el Laboratorio de Metalurgia de SGS del Perú sede Callao.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

AP-P-OL8	Administración de los documentos del sistema de gestión
AP-R-OI.67	Control de Trabajo de Ensayo Producto/Servicio No Conforme.
ANA-P-GEN.27	Aseguramiento de la competencia técnica del personal de laboratorio y operaciones
ANA-P-GEN.15	Buenas prácticas de laboratorio lineamientos básicos y requerimientos técnicos
ANA-P-GEN.7	Aseguramiento de validez de los resultados de ensayo
COT-P-GEN.1	Solicitud del servicio, emisión de cotizaciones, órdenes y facturaciones.

4. RESPONSABILIDADES

El Supervisor de laboratorio, Coordinador de Laboratorio, Coordinador de Calidad de laboratorios son los responsables de implementar, mantener, cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento.

Los operadores y asistentes de proceso responsables de conocer y cumplir con lo establecido en el presente procedimiento.

5. CONSIDERACIONES GENERALES.

El desarrollo de los ensayos debe realizarse por el asistente/operador de procesos autorizados (que cumplan con la competencia técnica establecida según el ANA-P-GEN.27 Aseguramiento de la competencia técnica del personal de laboratorio y operaciones.

El asistente/operador autorizado revisa los métodos y procedimientos para el ensayo (de ser necesario) y verifica los equipos, materiales, reactivos y soluciones, patrones, formatos y todo lo necesario para la realización del ensayo, de acuerdo con el ANA-P-GEN.15 Buenas prácticas de laboratorio lineamientos básicos y requerimientos técnicos.

El asistente/operador de procesos verifica que la condición de las muestras a analizar sea la adecuada para el análisis solicitado (Granulometría y cantidad de mineral). En caso se identifique

Anexo 2: Instrumento 2 – Instructivo

	INSTRUCTIVO SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Código: ANA-I-NR.112 Revisión: 03 Página: 1 de 14 Fecha: Mayo 2023
	Título: INSTRUCTIVO DE DISTRIBUCIÓN DE ORDENES DE ANÁLISIS	Aprobado: JG
Copia Asignada a:	LA COPIA IMPRESA DE ESTE DOCUMENTO ES UNA COPIA NO CONTROLADA	

1. OBJETIVO

Establecer una instrucción para completar los esquemas de PMI y distribución de muestras.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica en el área de Metalurgia para la distribución de muestras en el sistema CCLAS para ordenes de análisis químico.

3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Computadora o laptop
 Impresora
 Folder de color (anaranjado, morado)
 Hojas

4. DEFINICIONES

Distribución de muestras: Es la acción de repartir las muestras a los laboratorios de acuerdo a los análisis solicitados por el cliente.

Worksheet y Presheet: Hoja de Trabajo donde se encuentran los diferentes esquemas que contienen los elementos solicitados por el cliente a ser analizados.

Esquema de análisis: Programa del CCLAS donde se registran en las órdenes de análisis y los elementos por analizar.

5. RESPONSABILIDADES

El Supervisor y/o Ingenieros de Procesos de laboratorio son los responsables de implementar, mantener y hacer cumplir la presente instrucción.

El asistente y/o operador de proceso que lleven las muestras al laboratorio para sus respectivos análisis, son responsables de completar los esquemas de PMI y la distribución de muestras.

6. CONSIDERACIONES GENERALES

- El asistente y/o operador de proceso primero debe completar la distribución de la orden de análisis en el CCLAS y después dejar las muestras al laboratorio correspondiente.
- Coordinar el envío de las cajas a la zona asignada para que las ordenes se encuentren disponibles a los analistas de laboratorio.
- Verificar que los WSH y PSH (Worksheet y Presheet) sean los correctos y no presenten alguna anomalía.

7. INSTRUCCIONES

- 7.1. Después de generada la orden, el ingeniero de proceso responsable de proyecto designara asistente y/o operador de proceso para la distribución de las muestras en el CCLAS.

Confidencial- no debe ser fotocopiado excepto con permiso de OI Operational Integrity- SGS del Perú S.A.C.

Anexo 3: Categorización de las pruebas desarrollados en el laboratorio.

ITEM	TIPO	CODIGO ISOTOOL	VERSION ACTUAL	NOMBRE DE DOCUMENTO
1	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.47	R04	ANA-P-NR.47 R04 CIANURACIÓN EN COLUMNA_METALURGIA
2	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.68	R05	ANA-P-NR.68 R05 CIANURACIÓN EN BOTELLA_METALURGIA
3	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.39	R04	ANA-P-NR.39 R04 WORK INDEX BOND BOLAS_METALURGIA
4	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.40	R03	ANA-P-NR.40 R03 INDICE DE ABRASION_METALURGIA
5	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.41	R03	ANA-P-NR.41 R03 TEST JKTECH DROP WEIGHT_METALURGIA
6	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.42	R04	ANA-P-NR.42 R04 TEST SMC_METALURGIA
7	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.43	R05	ANA-P-NR.43 R05 FLOTACION ROUGHER_METALURGIA
8	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.44	R04	ANA-P-NR.44 R04 CINÉTICA DE FLOTACION_METALURGIA
9	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.45	R04	ANA-P-NR.45 R04 FLOTACION DE CIRCUITO ABIERTO_METALURGIA
10	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.46	R03	ANA-P-NR.46 R03 FLOTACION DE CIRCUITO CERRADO_METALURGIA
11	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.36	R03	ANA-P-NR.36 R03 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO_METALURGIA
12	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.37	R04	ANA-P-NR.37 R03 CINÉTICA DE MOLIENDA_METALURGIA
13	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.38	R03	ANA-P-NR.38 R03 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO VALORADO_METALURGIA
14	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.32	R03	ANA-P-NR.32 R03 CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA EN FALCON Y MESA GEMINI_METALURGIA
15	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.33	R03	ANA-P-NR.33 R03 PRUEBAS DE SEDIMENTACION_METALURGIA
16	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.34	R02	ANA-P-NR.34 R02 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE_METALURGIA
17	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.35	R02	ANA-P-NR.35 R02 DETERMINACIÓN DE ANGULO DE REPOSO_METALURGIA
18	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.53	R02	ANA-P-NR.53 R02 DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA_METALURGIA
19	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.51	R03	ANA-P-NR.51 R03 PRUEBA DE LIXIVIACION DIAGNOSTICA(DLT)_METALURGIA
20	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.64	R01	ANA-P-NR-64 R01 AGLOMERACION DE MINERAL PARA LIXIVIACION_METALURGIA
21	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.49	R03	ANA-P-NR.49 R03 TEST ESTANDAR CELDA HUMEDAD_METALURGIA
22	Procedimiento Tecnico	ANA-P-NR.50	R03	ANA-P-NR.50 R03 TEST ABA, NAG Y SPLP_METALURGIA

Anexo 4: Matriz de consistencia

<i>Problema general</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>Hipótesis general</i>	<i>Variable X</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Metodología</i>
¿De qué manera el protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos?	Describir de qué manera el protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos.	El protocolo de calidad optimiza la preparación de muestras para ensayos metalúrgicos.	Protocolo de calidad	✓ Acreditación de calidad ✓ Instructivo de calidad ✓ Estándar de calibración	Enfoque de Investigación: Cuantitativo. Población y muestra: Población: 28 instructivos de laboratorio Muestra: 26 Instructivos
<i>Problemas específicas</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Hipótesis específicas</i>	<i>Variable Y</i>	<i>Dimensiones</i>	
i. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra?	i. Describir porque el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.	i. El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la identificación del tipo muestra.		✓ Identificación Muestra	
ii. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo?	ii. Describir porque el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.	ii. El protocolo de calidad tiene garantiza el procedimiento de la selección del método de muestreo.	Preparación de muestras	✓ Método de muestreo ✓ Prueba metalúrgica	Técnica e Instrumentos: Documental/Ficha bibliográfica, memoria descriptiva. Cuantitativa/ Instructivos de laboratorio
iii. ¿Por qué el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica?	iii. Describir porque el protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.	iii. El protocolo de calidad garantiza el procedimiento de la prueba metalúrgica.			Procesamiento Información: SPSS Statistics 27 (versión prueba), Excel 2019

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**Protocolo de calidad en la optimización de la preparación de muestras para ensayos
metalúrgicos de SGS. S.A., Lima – 2023**

Tesis

Para optar el título profesional de Ingeniero Metalúrgico

Jurado evaluador

.....
Dr. Ipanaque Roña, Juan Manuel
Presidente

.....
Dra. Castañeda Chirre, Elvira Teófila
Secretario

.....
M(o). Joaquin José Abarca Rodriguez
Vocal

.....
M(a). Zapata Del Solar, Helen Anali
Asesor

Huacho - Perú

2024